विज्ञान तथा प्रविधि

कक्षा १०

नेपाल सरकार

शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय

पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

सानोठिमी, भक्तपुर

प्रकाशक

नेपाल सरकार
शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र
सानोठिमी, भक्तपुर

© **पाठ्यक्रम विकास केन्द्र**

यस पाठ्यपुस्तकसम्बन्धी सम्पूर्ण अधिकार पाठ्यक्रम विकास केन्द्र सानोठिमी, भक्तपुरमा निहित छ । पाठ्यक्रम विकास केन्द्रको लिखित स्वीकृतिविना व्यापारिक प्रयोजनका लागि यसको पूरै वा आंशिक भाग हुबहु प्रकाशन गर्न, परिवर्तन गरेर प्रकाशन गर्न, कुनै विद्युतीय साधन वा अन्य प्रविधिबाट रेकर्ड गर्न र प्रतिलिपि निकाल्न पाइने छैन ।

प्रथम संस्करण : वि. सं. २०८०
परिमार्जित संस्करण : वि. सं. २०८२

मुद्रण : जनक शिक्षा सामग्री केन्द्र लि.
सानोठिमी, भक्तपुर

मूल्य रु. :

पाठ्यपुस्तकसम्बन्धी पाठकका कुनै पनि प्रकारका सुझाव भएमा पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, समन्वय तथा प्रकाशन शाखामा पठाइदिनहुन अनुरोध छ । पाठकबाट आउने सुझावलाई केन्द्र हार्दिक स्वागत गर्छ ।

हाम्रो भनाइ

शिक्षालाई उद्देश्यमूलक, व्यावहारिक, समसामयिक र रोजगारमूलक बनाउन विभिन्न समयमा पाठ्यक्रम र पाठ्यपुस्तक विकास तथा परिमार्जन कार्यलाई निरन्तरता दिइँदै आएको छ । विद्यार्थीमा ज्ञानको खोजी गरी सिकाइ र वास्तविक जीवनबिच सम्बन्ध स्थापित गर्ने, सिद्धान्त र व्यवहारको समन्वय गर्ने, स्वपरावर्तित हुँदै ज्ञान, सिप र क्षमतालाई अद्यावधिक गर्ने सक्षमताको विकास हुनु आवश्यक छ । विद्यार्थीमा अधिकार, स्वतन्त्रता र समानताको प्रवर्धन गर्ने, स्वस्थ जीवनको अभ्यास गर्ने, तार्किक विश्लेषण गरी निर्णय गर्ने, वैज्ञानिक विश्लेषणका आधारमा व्यक्ति, समाज र राष्ट्रको दिगो विकासमा सरिक हुने सक्षमताको विकास पनि शिक्षाले गर्नुपर्छ । विद्यार्थीमा नैतिक आचरण प्रदर्शन गर्ने, सामाजिक सद्भावप्रति संवेदनशील हुने, पर्यावरणीय सन्तुलनप्रति संवेदनशील हुने, द्वन्द्व व्यवस्थापन गर्दै दिगो शान्तिका लागि प्रतिबद्ध रहने सक्षमताको विकास पनि माध्यमिक तहको शिक्षाबाट अपेक्षित छन् । यस तहको शिक्षाबाट आधुनिक ज्ञान, सिप, सूचना तथा सञ्चार प्रविधिको प्रयोग गर्ने, स्वावलम्बी र व्यवसायमुखी सिपको अभ्यास गर्ने, राष्ट्र, राष्ट्रियता र राष्ट्रिय आदर्शको सम्मान गर्ने, समाज स्वीकार्य आचरण र कार्य संस्कृतिको अवलम्बन गर्ने, सहिष्णुभाव राख्ने सक्षमता भएको नागरिक तयार गर्ने अपेक्षा रहेको छ । त्यस्तै सिर्जनशील, कल्पनाशील, उद्यमशील एवम् उच्च सोच र आदर्शमा आधारित व्यवहार गर्ने, समसामयिक चुनौतीहरूको सफल व्यवस्थापन गर्नेलगायतका विशेषताले युक्त स्वावलम्बी, देशभक्त, परिवर्तनमुखी, चिन्तनशील एवम् समावेशी समाज निर्माणमा योगदान गर्न सक्ने सक्षमतासहितको नागरिक तयार गर्नु माध्यमिक शिक्षाको लक्ष्य रहेको छ । यही लक्ष्य पूर्तिका लागि माध्यमिक शिक्षाको राष्ट्रिय पाठ्यक्रम प्रारूप, २०७६ को मार्गदर्शन सिद्धान्तअनुरूप विकास भएको विद्यालय शिक्षा (कक्षा ९–१०) को पाठ्यक्रमअनुसार तयार पारिएको पाठ्यपुस्तकलाई देशका विभिन्न विद्यालयमा परीक्षण गरी प्राप्त पृष्ठपोषणसमेत समायोजन गरी यो पाठ्यपुस्तक तयार पारिएको हो ।

यस पाठ्यपुस्तकको लेखनकार्य डा. इन्द्रराज उपाध्याय, श्री मिना श्रेष्ठ, श्री जनकराज पन्त, श्री युवराज अधिकारी र श्री लवदेव भट्टबाट भएको हो । केन्द्रका महानिर्देशक श्री युवराज पौडेल र श्री वैकुण्ठप्रसाद अर्यालका साथै, प्रा.डा. कृष्णभक्त महर्जन, डा. कमलप्रसाद आचार्य, श्री प्रमिला बखती, श्री उमानाथ लम्साल, श्री केशरबहादुर खुलाल, श्री हेरम्बराज कँडेल, श्री शैलेश बहादुर प्रधान, श्री चिन्तामणी पन्थी, श्री सुरजबाबु घिमिरे, श्री सुरेन्द्रजङ कार्की र श्री सञ्जिवनी योञ्जनलगायतका महानुभावको विशेष योगदान रहेको छ । यसको भाषा सम्पादन श्री चिनाकुमारी निरौलाबाट भएको हो । यसको कला सम्पादन श्री श्रीहरि श्रेष्ठबाट भएको हो । यस संस्करणको भाषा सम्पादन श्री पुरुषोत्तम घिमिरे र श्री कुमार घिमिरे तथा लेआउट डिजाइन श्री भक्तबहादुर कार्कीबाट भएको हो । यस पुस्तकको विकास कार्यमा संलग्न सबैप्रति पाठ्यक्रम विकास केन्द्र धन्यवाद प्रकट गर्छ ।

पाठ्यपुस्तकलाई शिक्षण सिकाइको महत्त्वपूर्ण साधनका रूपमा लिइन्छ । यसबाट विद्यार्थीले पाठ्यक्रमद्वारा लक्षित सक्षमता हासिल गर्न मदत पुग्ने अपेक्षा गरिएको छ । यस पाठ्यपुस्तकलाई सकेसम्म क्रियाकलापमुखी, अनुभवकेन्द्रित, उद्देश्यमूलक र रुचिकर बनाउने प्रयत्न गरिएको छ । सिकाइ र विद्यार्थीको जीवन्त अनुभवबिच तादात्म्य कायम गर्दै यसको सहज प्रयोग गर्न शिक्षकको भूमिका सहजकर्ता, उत्प्रेरक, प्रवर्धक र खोजकर्ताका रूपमा अपेक्षा गरिएको छ । पाठ्यपुस्तकलाई अझै परिष्कृत पार्नका लागि शिक्षक, विद्यार्थी, अभिभावक, बुद्धिजीवी एवम् सम्पूर्ण पाठकको समेत महत्त्वपूर्ण भूमिका रहने हुँदा सम्बद्ध सबैको रचनात्मक सुझावका लागि पाठ्यक्रम विकास केन्द्र हार्दिक अनुरोध गर्छ ।

नेपाल सरकार
शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

वि. सं. २०८२

विषयसूची

क्र.स.	विषयवस्तु	पृष्ठसङ्ख्या
१.	वैज्ञानिक अध्ययन	1
२.	सजीवहरूको वर्गीकरण	15
३.	मौरी	59
४.	वंशानुक्रम	73
५.	शारीरिक संरचना र जीवन प्रक्रिया	111
६.	प्रकृति र वातावरण	142
७.	बल र चाल	167
८.	चाप	197
९.	ताप	224
१०.	तरङ्ग	242
११.	विद्युत् र चुम्बकत्व	302
१२.	ब्रह्माण्ड	328
१३.	सूचना तथा सञ्चार प्रविधि	339
१४.	तत्त्वको वर्गीकरण	363
१५.	रासायनिक प्रतिक्रिया	381
१६.	ग्यास	395
१७.	धातु र अधातु	415
१८.	हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू	426
१९.	दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने रसायनहरू	442

1

वैज्ञानिक अध्ययन
(Scientific Study)

वैज्ञानिक अध्ययनमा वैज्ञानिक तथ्य, सिद्धान्त, वैज्ञानिक मोडेल, प्रयोग र भौतिक अवस्था समावेश हुन्छन् । वैज्ञानिक अध्ययनले प्रकृतिमा भएका विभिन्न वस्तुहरूको योजनाबद्ध र सङ्गठित तरिकाले अध्ययन गर्छ । यसले वैज्ञानिक विधि, प्रायोगिक वा मापनयोग्य प्रमाणहरूमा आधारित घटनाहरूको अनुसन्धानसमेत तार्किक रूपले गर्छ । प्रकृतिमा घटेका विभिन्न घटना तथा अन्वेषणमा विभिन्न कारक तत्त्वहरूको भूमिका रहेको हुन्छ । त्यसै गरी अनुसन्धान तथा प्रयोगात्मक कार्यमा चरहरूको महत्त्वपूर्ण भूमिका रहेको हुन्छ । प्रयोगात्मक कार्य गर्दा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष सम्बन्ध राख्ने तत्त्व, विशेषता वा गुणलाई चर (variable) भनिन्छ ।

1.1 वैज्ञानिक अनुसन्धानका चरहरू (Variables of scientific research)

हामी कुनै घटना वा परिवर्तनलाई देखेपछि त्यो किन भयो ? त्यसका कारक तत्त्वहरू के के हुन् र तिनीहरूले कस्तो प्रभाव पारेका छन् भनी जान्न उत्सुक हुन्छौँ । यस्ता उत्सुकताले हामीलाई कस्तो कार्य गर्दा नतिजा के हुन्छ भनी सही अनुमान गर्न सघाउँछ । उदाहरणका लागि गमला वा करेसाबारीको कुनै बिरुवा ओइलाएको देखियो भने हामी जान्न चाहन्छौँ कि यो किन ओइलायो ? पानी कम भएर हो ? घाम बढी भएर वा अन्य कुनै कारणले हो ? उत्तर पत्ता लगाउन हामी त्यस बिरुवालाई छहारी दिएर हेर्छौं, पानी हालेर हेर्छौं वा अन्य प्रयोग गरेर हेर्छौं । यस्ता किसिमका उत्सुकता वा चासोका आधारमा प्राप्त अनुभव तथा ज्ञानबाट नै हामीले केही दिन बिरुवालाई पानी दिन बिर्सिएको खण्डमा वा चर्को घाम लागेका वेला बिरुवाको अवस्था कस्तो होला भनी सही अनुमान गर्न सक्छौँ र बिरुवालाई बचाउने उपाय अपनाउन सक्छौँ ।

हरेक घटना वा परिवर्तनका कारक तत्त्व र असर हुन्छन् । माथिको उदाहरणमा पानीको कमी वा घामको चर्कोपना कारक तत्त्व हुन सक्छ भने बिरुवा ओइलाउनु त्यसको असर हो । कुनै घटनाको असरको मात्रा त्यसका कारक तत्त्वहरूको परिमाणमा भर पर्छ, जस्तै : बिरुवाको डाँठको कडापना (rigidity) को मात्रा पानीको मात्रामा भर पर्छ । त्यसैले कुनै पनि सही अनुमानका लागि त्यसका कारक तत्त्वको मात्रा र असरको मात्राबिचको सम्बन्ध थाहा हुन आवश्यक हुन्छ । यो सम्बन्ध वैज्ञानिक प्रयोगबाट पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

वास्तवमा एउटा वैज्ञानिकको काम नै प्रयोगद्वारा विभिन्न भौतिक परिमाणबिचको सम्बन्ध स्थापना गरी प्रकृतिले कसरी काम गर्छ भनी पत्ता लगाउनु हो ।

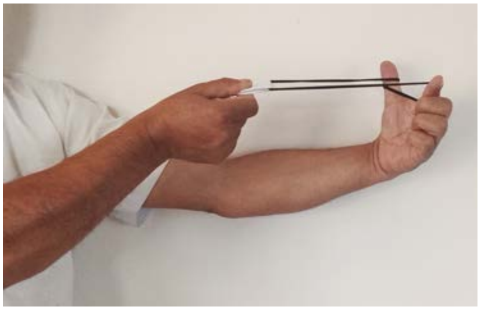
क्रियाकलाप 1.1

शीर्षक : रबर ब्यान्डको गुलेली

सामग्री : रबर ब्यान्ड (करिब 5 से.मि. लामो), 15 से.मि. को रुलर, कागजका साना टुक्रा (करिब 2 से.मि. लामा र करिब 2 से.मि. चौडा), मेजरिङ टेप

विधि

1. कागजका टुक्रालाई बेरेर बेलनाकार बनाउनुहोस् र बिचमा दोबार्नुहोस् । यसले गुलेलीमा गोलीको काम गर्छ ।



चित्र 1.1

2. चित्रमा देखाए झैँ रबर ब्यान्डमा आफ्नो एक हातको बुढीऔँला र चोरऔँला छिराउनुहोस् ।
3. अब अर्को हातले अगि बेरेको कागजका टुक्रालाई रबर ब्यान्डको दुबै खण्डका बिच भागमा अल्झाएर आफूतिर तान्नुहोस् र रबर ब्यान्डलाई तन्काउनुहोस् ।
4. साथीलाई तपाइँको रबर ब्यान्ड बेरिएको औँलादेखि कागजको गोलीसम्मको दुरी नाप्न लगाउनुहोस् । तन्काइलाई परिवर्तन गरेर औँला र गोलीको दुरी 4 से.मि. बनाउनुहोस् र गोलीलाई छोडिदिनुहोस् । कागजको गोली फालिन्छ ।
5. कागजको गोली तपाइँबाट कति टाढा पुग्यो, नाप्नुहोस् ।
6. रबर ब्यान्डको तन्काइ र गोलीले पार गरेको दुरी तलको तालिकामा भर्नुहोस् ।

क्र.स.	रबर ब्यान्डको तन्काइ (से.मि.)	गोलीले पार गरेको दुरी (मि.)
1.	4	
2.	6	
3.	8	
4.	10	

7. अब रबर ब्यान्डलाई 6 से.मि. तन्काएर गोली फाल्नुहोस् र त्यसले पार गरेको दुरी नाप्नुहोस् । त्यसै गरी 8 से.मि. र 10 से.मि. तन्काएर फाल्दा गोलीले पार गरेका दुरी नाप्नुहोस् ।

वैज्ञानिक अनुसन्धान गर्दा एउटा भौतिक परिमाणको मात्रा परिवर्तन गरिन्छ र त्यसको परिवर्तनले अर्को भौतिक परिमाणमा कस्तो परिवर्तन ल्यायो भनी हेरिन्छ, जस्तै : माथिका प्रयोगमा रबर ब्यान्डको तन्काइलाई पटक पटक परिवर्तन गरियो र त्यसले कागजको टुक्रालाई फालेको दुरीमा आएको परिवर्तन हेरियो । यहाँ रबर ब्यान्डको तन्काइ र टुक्राले पार गरेको दुरी दुबै भौतिक परिमाण हुन् तर यिनीहरूका मान भने प्रत्येक परीक्षणमा फरक फरक छन् । यस्ता भौतिक परिमाणलाई अङ्ग्रेजीमा variable र नेपालीमा चर भनिन्छ किनकि यिनीहरूको मान परिवर्तनशील छ । अर्थात् अनुसन्धानका क्रममा परिवर्तन हुने वा हुन सक्ने तत्त्वहरू (भौतिक परिमाणहरू) नै त्यस अनुसन्धानका चर हुन् । माथिका प्रयोगमा रबर ब्यान्डको तन्काइ र कागजले पार गरेको दुरी त्यस प्रयोगका चरहरू हुन् । त्यसै गरी उक्त प्रयोगमा रबर ब्यान्डको मोटाइ तथा कागजका टुक्राको साइज पनि परिवर्तन गर्न सकिन्थ्यो । त्यसैले ती पनि यस अनुसन्धानका चरहरू हुन् ।

प्रत्येक चरको नाम हुन्छ र लेख्न सजिलो होस् भनेर तिनीहरूलाई प्रतीकात्मक चिह्न (symbol) दिइन्छ । चरहरू बिचको सम्बन्धलाई गणितीय सूत्रका रूपमा प्रस्तुत गरिन्छ, जस्तै : माथिको प्रयोगका लागि रबर ब्यान्डको तन्काइ (e) र कागजले पार गरेको दुरी (x) को सम्बन्धलाई $x \propto e$ ले जनाइन्छ ।

चरका प्रकार (Types of variables)

चरहरूलाई प्रायः तीन प्रकारमा वर्गीकरण गरिन्छ; स्वतन्त्र चर (independent variable), आश्रित चर (dependent variable) र नियन्त्रित चर (controlled variable) ।

(क) स्वतन्त्र चर (Independent variable)

वैज्ञानिक प्रयोग वा अनुसन्धान गर्दा प्रयोगकर्ताले कुनै एक चरको मात्रालाई निश्चित परिमाणमा परिवर्तन गर्छ र त्यसले अर्को चरमा ल्याएको परिवर्तनलाई नाप्छ । प्रयोगकर्ताले गरेको परिवर्तन कारक तत्त्व हो भने अर्को चरमा आफैँ आएको परिवर्तन असर हो ।

माथिको प्रयोगमा रबर ब्यान्डको तन्काइले गर्दा कागजको टुक्रा फालिन्छ । त्यसैले रबर ब्यान्डको तन्काइ कारक तत्त्व हो भने कागजको टुक्राले पार गरेको दुरी त्यसको असर हो । रबर ब्यान्डलाई कति तन्काउने भन्ने निर्णय गर्न प्रयोगकर्ता स्वतन्त्र हुन्छ, अर्थात् उसले चाहेको मान राख्न सक्छ । प्रयोगकर्ताले मान निर्धारण गर्न सक्ने चरलाई स्वतन्त्र चर (independent variable) भनिन्छ । क्रियाकलाप 1.1 मा रबर ब्यान्डको तन्काइ स्वतन्त्र चर हो ।

प्रयोगकर्ताले प्रयोगात्मक कार्य गर्दा प्रयोग गर्ने पक्षसँग सम्बन्धित कारक तत्त्वहरू स्वतन्त्र चर हुन्, जस्तै : बिरुवाको वृद्धि विकासमा मल, प्रकाश र पानीको मात्रा स्वतन्त्र चर हुन् ।

(ख) आश्रित चर (Dependent variable)

प्रयोग 1.1 मा कागजका टुक्राले पार गर्ने दुरी प्रयोगकर्ताले प्रत्यक्ष निर्धारण गर्न मिल्दैन । यो त रबर ब्यान्डको तन्काइको मात्रामा भर पर्छ । त्यसैले यस्तो चरलाई आश्रित चर (dependent variable) भनिन्छ । तसर्थ आश्रित चर भनेको त्यस्तो चर हो जसको मान अरू चरको मानमा निर्भर रहन्छ र प्रयोगकर्ताले प्रत्यक्ष निर्धारण गर्न मिल्दैन, जस्तै : क्रियाकलाप 1.1 मा कागजको गोलीले पार गर्ने दुरी आश्रित चर हो । त्यसै गरी बिरुवाको वृद्धि विकासमा प्रकाशको मात्राले पार्ने प्रभाव हेर्नुपर्दा प्रकाशको मात्रा स्वतन्त्र चर हो भने बिरुवाको वृद्धि वा उचाइ आश्रित चर हो ।

(ग) नियन्त्रित चर (Controlled variable)

कुनै पनि प्रयोग वा अनुसन्धानमा दुईभन्दा बढी चर हुन सक्छन् । हरेक चरले प्रयोग वा अनुसन्धानको नतिजालाई प्रभाव पार्छन् । यसरी नतिजामा आएको परिवर्तन कुन चरका कारणले आएको हो भनेर किटान गर्न मिल्दैन । यस्तो अवस्थामा निष्कर्ष निकाल्न गाह्रो हुन्छ र यस्तो निष्कर्षको वैधता कम हुन्छ । त्यसैले प्रयोगको निष्कर्षलाई मान्य बनाउन, नतिजालाई विश्वसनीय बनाउन र शुद्धता कायम गर्न तोकिएको स्वतन्त्र चर र आश्रित चरबाहेक अन्य चरलाई नियन्त्रण गर्नुपर्छ ताकि तिनीहरूले नतिजामा कुनै असर नपारुन् । प्रयोग गर्दा नियन्त्रणमा लिइने भएको हुँदा यस्ता चरहरूलाई नियन्त्रित चर (controlled variables) भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 1.1 मा रबर ब्यान्डको मोटाइ तथा कागजको गोलीको साइज पूरै क्रियाकलापमा एउटै राख्नुपर्छ । कहिले एउटा रबर ब्यान्ड त कहिले अर्को गरियो भने प्राप्त निष्कर्ष

विश्वास गर्न लायक हुँदैन । त्यसैले यो क्रियाकलापका लागि रबर ब्यान्डको मोटाइ तथा कागजको साइज नियन्त्रण गर्नुपर्ने (नियन्त्रित) चर हुन् । त्यस्तै यदि हामी बिरुवामा प्रकाशको प्रभावबारे अध्ययन गर्दै छौँ भने परीक्षणमा राखिएका सबै बिरुवा सुरुमा एकनासे हुनपर्छ । अनुसन्धानको अवधिभर तिनीहरूले पाउने पानी, मल, हावालगायत सबैमा एकरूपता कायम गर्नुपर्छ । त्यसैले बिरुवाको सुरुको अवस्था र तिनीहरूलाई दिइने पानी, मल, हावा आदिको मात्रा नियन्त्रित चर हुन् ।

त्यस्तै यदि चुनढुङ्गाको सतहको क्षेत्रफल र अम्लबिचको रासायनिक प्रतिक्रियाको दरको अध्ययन गर्दै छौँ भने प्रत्येक पटक प्रयोग गरिने अम्लको गाढापन, मात्रा र चुनढुङ्गाको तौल उही हुनुपर्छ । यस प्रयोगमा सतहको क्षेत्रफल स्वतन्त्र चर हो, प्रतिक्रियाको दर आश्रित चर हो भने अम्लको गाढापन, मात्रा र चुनढुङ्गाको तौल नियन्त्रित चर हुन् । यस्ता चरलाई नियन्त्रण गर्नका लागि प्रयोगको ढाँचा तयार गर्दा नै विशेष व्यवस्था गर्नुपर्ने हुन सक्छ ।

क्रियाकलाप 1.1 मा

स्वतन्त्र चर : रबर ब्यान्डको तन्काइ

आश्रित चर : कागजको गोलीले पार गर्ने दुरी

नियन्त्रित चर : रबर ब्यान्डको मोटाइ र कागजको गोलीको साइज

चरका प्रकारका अन्य थप उदाहरणलाई तलको तालिकामा उल्लेख गरिएको छ :

क्र.स.	**अनुसन्धानको विषय**	**स्वतन्त्र चर (म के परिवर्तन गर्छु ?)**	**आश्रित चर (म के नाप्छु ?)**	**नियन्त्रित चर (म के के उही राख्छु ?)**
1.	धाराको टुटी (Knob) को घुमाइ र धाराबाट पानी बग्ने दरको सम्बन्ध	धाराको टुटीको घुमाइको मात्रा (डिग्रीमा)	प्रतिमिनेटमा खसेको पानीको मात्रा (लिटरमा)	पानीको चाप

2.	सोलेन्वाइड (solenoid) मा विद्युत् करेन्ट र चुम्बकत्वको सम्बन्ध	विद्युत् करेन्टको मात्रा (एम्पियरमा)	सोलेन्वाइडले तानेका पिनहरूको सङ्ख्या	सोलेन्वाइडमा तारको फन्काको सङ्ख्या, पिनको साइज
3.	चिनीको घोल्य मात्रामा तापको असर	पानीको तापक्रम (डिग्री सेल्सियसमा)	पानीमा पूर्णरूपमा घुल्न सक्ने चिनीको मात्रा (ग्राममा)	पानीको मात्रा (सधैँ सय ग्राम)
4.	मुटुको धड्कनमा कसरतको प्रभाव	कसरत गर्ने समय (मिनेटमा)	एक मिनेटमा मुटु धड्कने सङ्ख्या	कसरतको किसिम, कसरतको अन्त्य र धड्कन नापको थालनीको अन्तराल

चरसम्बन्धी ध्यान दिनुपर्ने पक्षहरू

1. एउटा प्रयोग वा अनुसन्धानमा एउटा मात्र स्वतन्त्र चर हुनुपर्छ ।
2. एउटा प्रयोग वा अनुसन्धानमा एउटा मात्र आश्रित चर हुनुपर्छ ।
3. छानिएको स्वतन्त्र र आश्रित चरबाहेकका चरलाई नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।
4. चरहरूका सम्बन्धलाई गणितीय समीकरणमा लेख्दा प्रायः आश्रित चरलाई समीकरणका बायाँपट्टि र स्वतन्त्र चरलाई दायाँपट्टि राखिन्छ । त्यसैले कहिलेकाहीँ स्वतन्त्र चरलाई दायाँ वा दाहिने चर र आश्रित चरलाई बायाँ वा देब्रे चर पनि भन्ने गरिन्छ, जस्तै : चालमा रहेका वस्तुले पार गर्ने दुरी समयसँग कसरी परिवर्तन हुन्छ भनी अध्ययन गरिएको हो भने तिनीहरूको सम्बन्धको गणितीय समीकरण $s = vt$ हुन्छ । यहाँ दुरी (s) आश्रित चर हो भने समय (t) स्वतन्त्र चर हो र वेग (v) नियन्त्रित चर हो ।
5. दुई चरहरूबिचको सम्बन्धलाई ग्राफमा प्रस्तुत गर्दा आश्रित चरलाई सधैँ y-axis वा ठाडो अक्षमा र स्वतन्त्र चरलाई x-axis वा तेर्सो अक्षमा राखिन्छ । त्यसैले आश्रित चरलाई ठाडो चर र स्वतन्त्र चरलाई तेर्सो चर पनि भन्ने गरिन्छ । आश्रित चरलाई y चर र स्वतन्त्र चरलाई x चर भन्न पनि मिल्छ । ग्राफले जहिले पनि स्वतन्त्र चरको परिवर्तनले आश्रित चरमा कस्तो परिवर्तन पार्छ भनी देखाउँछ ।

1.2 एकाइका प्रकार (Types of units)

भौतिक परिमाणका एकाइ हुन्छन् । भौतिक परिमाणका एकाइलाई दुई प्रकारमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ :

1. आधारभूत एकाइ (fundamental unit)
2. तत्जन्य एकाइ (derived unit)

आधारभूत एकाइ (Fundamental unit)

आफ्नो स्वतन्त्र अस्तित्व भएका अर्थात् अरू एकाइमा निर्भर नरहने र अरू एकाइमा टुक्र्याउन नसकिने नापका एकाइ आधारभूत एकाइ हुन्, जस्तै : पिण्डको एकाइ किलोग्राम (kilogram) हो । समयको एकाइ सेकेन्ड (second) हो । त्यस्तै लम्बाइको एकाइ मिटर (meter) हो । SI प्रणालीमा जम्मा 7 ओटा आधारभूत एकाइ छन्, ती निम्नानुसार छन् :

क्र.स.	भौतिक परिमाण	एकाइको नाम	सङ्केत
1.	लम्बाइ (length)	मिटर (meter)	m
2.	पिण्ड (mass)	किलोग्राम (kilogram)	kg
3.	समय (time)	सेकेन्ड (second)	s
4.	तापक्रम (temperature)	केल्भिन (kelvin)	K
5.	प्रकाशको तीव्रता (luminous intensity)	क्यान्डेला (candela)	cd
6.	धारा विद्युत् (electric current)	एम्पियर (ampere)	A
7.	पदार्थको परिमाण (amount of substance)	मोल (mole)	mol

तत्जन्य एकाइ (Derived unit)

आफ्नो स्वतन्त्र अस्तित्व नहुने अर्थात् दुई वा दुईभन्दा बढी आधारभूत एकाइको संयोजनबाट निर्माण गर्न सकिने एकाइ तत्जन्य एकाइ हुन्, जस्तै : घनत्वको एकाइ किग्रा/घ.मि. (kg/m^3) हो । यसमा दुईओटा आधारभूत एकाइ किलोग्राम (kg) र मिटर (m) समावेश

छन् । यसरी नै बलको एकाइ $kgms^{-2}$ हो, जसमा किलोग्राम (kg), मिटर (m) र सेकेन्ड (s) गरी 3 ओटा आधारभूत एकाइ समावेश छन् । दैनिक प्रयोगमा $kgms^{-2}$ भन्न गाह्रो हुने भएकाले यो मिश्रणलाई न्युटन (N) नाम दिइएको छ । त्यसैले $N = kgms^{-2}$ हुन्छ । त्यस्तै चापको एकाइ पास्कल (Pa) हो र यो एकाइ बराबर $kgm^{-1}s^{-2}$ हुन्छ । यसरी थुप्रै तत्जन्य परिमाणका एकाइलाई विशिष्ट नाम दिइएको छ भने कतिपय परिमाणका हकमा आधारभूत एकाइको मिश्रणलाई नै प्रयोग गरिन्छ, जस्तै : घनत्वको एकाइ kgm^{-3} नै हो ।

तत्जन्य एकाइका केही उदाहरणलाई तालिकामा दिइएको छ :

परिमाण	**सूत्र**	**सूत्रका आधारमा आधारभूत एकाइको संयोजन**	**संलग्न आधारभूत एकाइ**	**तत्जन्य एकाइ**
क्षेत्रफल (area)	लम्बाइ (l) × चौडाइ (b)	meter × meter	m^2	m^2
आयतन (volume)	लम्बाइ (l) × चौडाइ (b) × उचाइ (h)	meter × meter × meter	m^3	m^3
घनत्व (destiny)	$\frac{\text{पिण्ड (mass)}}{\text{आयतन (volume)}}$	$\frac{\text{kilogram}}{\text{meter}^3}$	kg/m^3	kg/m^3
गति (velocity)	$\frac{\text{स्थानान्तरण (displacement)}}{\text{समय (time)}}$	$\frac{\text{meter}}{\text{second}}$	m/s	m/s
प्रवेग (acceleration)	$\frac{\text{गति (velocity) मा परिवर्तन}}{\text{समय (time)}}$	$\frac{\text{meter}}{\text{second × second}}$	m/s^2	m/s^2
बल (force)	पिण्ड (mass) × प्रवेग (acceleration)	$\frac{\text{kilogram × meter}}{\text{second × second}}$	$kg\ m/s^2$	newton (N)
चाप (pressure)	$\frac{\text{बल (force)}}{\text{क्षेत्रफल (area)}}$	$(kgm/s^2)\ /meter^2$	kg/ms^2	pascal (Pa)
कार्य (work)	बल (force) × दुरी (distance)	$kgm/s^2 \times$ meter	kgm^2/s^2	joule (J)
सामर्थ्य (power)	$\frac{\text{कार्य (work)}}{\text{समय (time)}}$	$(kgm^2/s^2)/second$	kgm^2/s^3	watt (W)

मोमेन्ट (moment)	बल (force) × लम्ब दुरी (distance)	$(kgm/s^2) \times meter$	kgm^2/s^2	Nm
आवृत्ति (frequency)	$\frac{1}{time}$	$\frac{1}{s}$	s^{-1}	Hz

कुनै पनि तत्जन्य एकाइ कुन कुन आधारभूत एकाइ मिलेर बनेको छ भनी पत्ता लगाउन त्यो भौतिक परिमाणको परिभाषाका आधारमा विश्लेषण गर्न सकिन्छ, जस्तै :

(क) क्षेत्रफलको एकाइ वर्गमिटर

क्षेत्रफल = लम्बाइ × चौडाइ

$= m \times m$

$= m^2$

त्यसैले क्षेत्रफलको एकाइ m^2 हुन्छ । यो दुईओटा आधारभूत एकाइ मिलेर बनेको छ ।

(ख) बलको एकाइ न्युटन (N)

बलको परिभाषाअनुसार, $F = ma$ हुन्छ ।

पिण्ड (m) को एकाइ kg र प्रवेग (a) को एकाइ ms^{-2} हुन्छ ।

त्यसैले बलको एकाइ (N) = $kgms^{-2}$ हुन्छ । तसर्थ किलोग्राम, मिटर र सेकेन्ड जस्ता आधारभूत एकाइ मिलेर बलको एकाइ न्युटन बनेको छ ।

क्रियाकलाप 1.2

तपाईंको दैनिक जीवनमा विभिन्न भौतिक परिमाण नाप्न प्रयोग भएका एकाइ पत्ता लगाउनुहोस् । ती एकाइलाई आधारभूत र तत्जन्य गरी दुई भागमा वर्गीकरण गरी तल दिए जस्तै तालिका बनाई भर्नुहोस् :

आधारभूत एकाइ	तत्जन्य एकाइ

आधारभूत र तत्जन्य एकाइमा भएको फरकलाई निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

आधारभूत एकाइ	तत्जन्य एकाइ
(क) यो अरू एकाइमा भर पर्दैन ।	(क) यो आधारभूत एकाइमा भर पर्छ ।
(ख) आजसम्म सातओटा मात्र आधारभूत एकाइ प्रयोगमा आएका छन् ।	(ख) सातओटा आधारभूत एकाइबाट धेरै तत्जन्य एकाइ निर्माण भएका छन् ।

समीकरणको एकाइगत विश्लेषण (Analysis of unitwise equation)

वैज्ञानिक अध्ययनबाट निष्कर्षका रूपमा विभिन्न सूत्र र समीकरण प्राप्त हुन्छन् । यस्ता सूत्र तथा समीकरणको एकरूपता र वैधता त्यसमा सम्मिलित भौतिक परिमाणका एकाइको विश्लेषणबाट जाँच गर्न सकिन्छ । समीकरण मान्य हुन समीकरणका दुबैपट्टिका आधारभूत एकाइमा एकरूपता हुनुपर्छ, जस्तै : $s = v \times t$ समीकरणको एकाइगत विश्लेषण गर्दा बायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइ m हुन्छ भने दायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइ पनि $ms^{-1} \times s = m$ नै हुन्छ । त्यसैले यो समीकरण मान्य हुन्छ ।

यदि कसैले $s = v/t$ भनी दाबी गरेको खण्डमा एकाइगत विश्लेषण गर्दा समीकरणको बायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइ m हुन्छ भने दायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइ $ms^{-1}/s = ms^{-2}$ हुन्छ । बायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइ र दायाँपट्टिको परिमाणको आधारभूत एकाइमा एकरूपता नभएको हुँदा यो समीकरण मान्य हुँदैन ।

भौतिक परिमाणको जोड, घटाउ पनि आधारभूत एकाइ एउटै भए मात्र सम्भव हुन्छ, जस्तै : $u + v$ सम्भव हुन्छ किनकि u र v दुबैका आधारभूत एकाइ m/s हुन्छ । त्यस्तै, $s - at^2$ पनि सम्भव हुन्छ किनकि s को आधारभूत एकाइ m हो भने at^2 लाई एकाइगत विश्लेषण गर्दा यसको आधारभूत एकाइ पनि m नै हुन्छ । तर $s + at$ सम्भव हुँदैन किनकि s को अधारभूत एकाइ m हो भने at को आधारभूत एकाइ ms^{-1} हुन्छ । आधारभूत एकाइमा एकरूपता नभएको हुँदा तिनीहरूलाई जोड्न मिल्दैन ।

उदाहरण : एकाइगत विश्लेषण गरी तल दिइएका समीकरणको मान्यता परीक्षण गर्नुहोस् :

(i) $v^2 = u^2+2as$

अब,

अर्थात्, $(ms^{-1})^2 = (ms^{-1})^2 + ms^{-2} \times m$ [अङ्क 2 को एकाइ हुँदैन]

यो समीकरणमा एकाइको एकरूपता छ । त्यसैले यो समीकरण मान्य हुन्छ ।

(ii) $s = ut+ \frac{1}{2} a^2t$

अर्थात्, $m = ms^{-1} \times s + (ms^{-2})^2 \times s$

वा, $m = m + m^2s^{-3}$

यो समीकरणमा एकाइको एकरूपता छैन । त्यसैले यो समीकरण मान्य हुँदैन ।

भौतिक समीकरणको शुद्धता (accuracy) प्रमाणित गर्न, भौतिक परिमाणबिचको अन्तरसम्बन्ध पत्ता लगाउन, विभिन्न नापका प्रणालीहरूमा एकाइको रूपान्तरण गर्न समीकरणको एकाइगत विश्लेषणको आवश्यकता पर्छ ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) तलका मध्ये कुन आधारभूत एकाइ हो ?

(अ) न्युटन (आ) पास्कल

(इ) किलोग्राम (ई) जुल

(ख) दिइएका मध्ये कुन भौतिक परिमाणको एकाइ ms^{-1} हुन्छ ?

(अ) प्रवेग (आ) गति

(इ) बल (ई) घनत्व

(ग) तलका मध्ये कुन तत्जन्य एकाइ हो ?

(अ) क्यान्डेला (आ) एम्पियर

(इ) जुल (ई) केल्भिन

(घ) तलका मध्ये कुन आधारभूत एकाइको समूहले बलको एकाइ न्युटन (N) तत्जन्य एकाइ जनाउँछ ?

(i) $kgms^{-2}$ (ii) kgm^2s^{-2}

(iii) $kgm^{-2}\,s^{-2}$ (iv) $kgms^{-1}$

2. कारण दिनुहोस् :

(क) कार्यको एकाइ जुल तत्जन्य एकाइ हो ।

(ख) प्रयोग गर्दा केही चरहरूलाई नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।

(ग) $v^2 = ut$ हुँदैन ।

3. फरक लेख्नुहोस् :

(क) स्वतन्त्र र आश्रित चर

(ख) आधारभूत र तत्जन्य एकाइ

4. दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(क) एकाइ भनेको के हो ?

(ख) पिण्ड, तापक्रम, शक्ति र घनत्वका एकाइहरू लेख्नुहोस् ।

(ग) समीकरणमा एकाइको एकरूपता कसरी जाँच गरिन्छ, उदाहरणसहित प्रस्ट पार्नुहोस् ।

(घ) चापको एकाइमा रहेका आधारभूत एकाइहरू लेख्नुहोस् ।

(ङ) दिइएको तत्जन्य एकाइमा प्रयोग भएका आधारभूत एकाइ पत्ता लगाउनुहोस् :

(अ) न्युटन (N) (आ) वाट (W)

(इ) जुल (J) (ई) पास्कल (Pa)

(च) निभाले सामर्थ्यको सूत्र, $P = mv^2$ अनि चापको सूत्र $P = mv/A$ हुन्छ भनी दाबी गरिन् । एकाइको विश्लेषणबाट निभाले दिएका सूत्रको मान्यता जाँच गर्नुहोस् ।

(छ) स्वतन्त्र चर, आश्रित चर र नियन्त्रित चरलाई उदाहरणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ज) कर्माले केही तारका टुक्रा प्रयोग गरेर एउटा ड्राइसेललाई चिममा जोडी बत्ती बाले । उनलाई प्रयोग गरिएका तारको मोटाइले ड्राइसेलको आयुलाई कसरी असर गर्छ भनेर जान्न मन लाग्यो । यसबारे उनले गर्ने परीक्षणमा स्वतन्त्र चर, आश्रित चर र नियन्त्रित चर छुट्याउनुहोस् ।

(झ) चाँदनीलाई माटामा मिसिएका वस्तुले बिरुवाको वृद्धिमा के असर पार्छ भनी अनुसन्धान गर्न मन लाग्यो । उनले माटामा चुन, युरिया मल, खाने नुन र कम्पोस्ट मलको असर जाँच्ने निधो गरिन् । त्यसपछि बारीबाट एक बाल्टी राम्रो माटो ल्याइन् र त्यसलाई राम्ररी चालिन् । त्यो माटालाई 12 ओटा एकैनासे गमलामा बराबर राखिन् । तीनओटा गमलामा दुई दुई चम्चा चुन, अर्को तीनओटा गमलामा दुई दुई चम्चा युरिया मल, अर्को तीनओटा गमलामा दुई दुई चम्चा खाने नुन र अर्को तीनओटा गमलामा दुई दुई चम्चा कम्पोस्ट मल हालिन् । त्यसपछि सबै गमलामा एकै नासका बिउ रोपेर सबैलाई घरको पेटीको घाम लाग्ने ठाउँमा राखिन् । प्रत्येक दिन सबै गमलामा पानी हालिन् र बिरुवा उम्रेपछि दैनिक प्रत्येक बिरुवाको उचाइ नापेर अभिलेख राखिन् ।

(अ) चाँदनीको प्रयोगमा स्वतन्त्र चर, आश्रित चर र नियन्त्रित चर छुट्याउनुहोस् ।

(आ) चाँदनीले किन हरेक मिसावटका लागि तीन तीनओटा गमला प्रयोग गरेकी होलिन् ?

(ञ) सुबोधले वस्तुको रङले उसको ताप धारण गर्न सक्ने क्षमतालाई कसरी फरक पार्छ भनी पत्ता लगाउन चाहे । त्यसका लागि उनले चारओटा कोनिकल फ्लाक्स लिए र पहिलोमा कालो इनामेल, दोस्रोमा सेतो इनामेल, तेस्रोमा हरियो इनामेल र चौथोमा रातो इनामेल पोते । त्यसपछि प्रत्येक फ्लाक्समा पानी भरेर तिनीहरूको मुख कर्कले बन्द गरी घाममा राखे । केही समयपछि थर्मोमिटरको सहायताले प्रत्येक फ्लाक्सको पानीको तापक्रम नापे र टिपोट गरे ।

(अ) सुबोधको यस प्रयोगमा स्वतन्त्र चर र आश्रित चर छुट्याउनुहोस् । साथै सुबोधले कुन कुन चरलाई नियन्त्रण गर्नुपर्ला, लेख्नुहोस् ।

(ट) मनिषालाई आफ्नो कुकुरको खाना खाने तरिकासम्बन्धी परीक्षण गर्न मन लाग्यो । उनले खानाको मात्रा र खाना दिने समयले कुकुरले खाना खाने गतिलाई कसरी फरक पार्छ भनी अध्ययन गर्ने विचार गरिन् । मनिषाको यो प्रयोगको ढाँचामा के गल्ती छ र त्यसलाई उनले कसरी सुधार्न सक्छिन् ?

(ठ) विद्युत् अवरोधको एकाइ ओहम् $(\Omega) = kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-2}$ हुन्छ भनी प्रमाणित गर्नुहोस् ।

2

जीवहरूको वर्गीकरण (Classification of Living Beings)

चित्र अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

चित्र 2.1

(अ) पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार चित्रमा दिइएका जीव कुन कुन जगत्मा पर्छन् ?

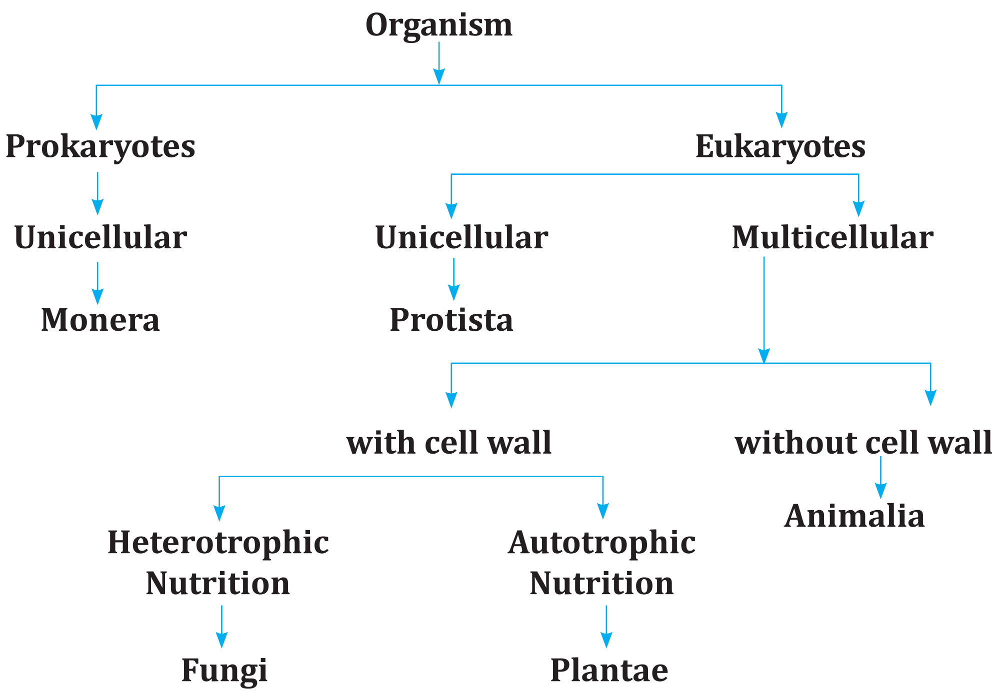
(आ) ब्याक्टेरिया र युग्लिना एकआपसमा कसरी भिन्न छन् ?

(इ) च्याउ र उनिउँमा रहेका समानता र असमानता के के होलान् ?

(ई) कुन आधारमा उनिउँ र भ्यागुतालाई क्रमशः वनस्पति जगत् र जन्तु जगत्मा राखिएको होला ?

वातावरणमा नाङ्गो आँखाले देख्न नसकिने सूक्ष्म जीवदेखि अति विशाल ब्लुह्वेल, हात्ती, वर, पिपल जस्ता विशाल जीव पनि पाइन्छन् । यी जीवहरूको कोष, शारीरिक बनावट, पोषण विधि, कोषभित्ता हुने वा नहुने आदिका आधारमा Robert Harding Whittaker ले पाँचओटा जगत्मा वर्गीकरण गरेका छन् । पाँचओटा जगत्मध्ये मोनेरा (monera), प्रोटिस्टा (protista) र फन्जाइ (fungi) जगत्का बारेमा कक्षा 9 मै छलफल गरिसकेका छौँ । यी तीनओटा जगत्मा पर्ने जीवका प्रमुख विशेषता एक पटक यहाँ पुनःस्मरण गरौँ :

मोनेरामा पर्ने सबै जीवमा अविकसित न्युक्लियसयुक्त कोष (prokaryotic cell) हुन्छ । प्रोटिस्टामा एककोषीय जीवहरू पर्छन् भने जगत् फन्जाइमा कोषभित्ता भएका तर हरितकण नभएका मृतोपजीवी (saprotrophic) जीवहरू पर्छन् । माथि दिइएका जीवहरूमध्ये ब्याक्टेरिया प्रोक्यारियोटिक (prokaryotic) जीव हो । युग्लिना एककोषीय जीव हो । उनिउँ र च्याउमा कोषभित्ता हुन्छ । च्याउमा हरितकण हुँदैन । यसले बिरुवाका मृत भागहरूलाई विच्छेदन गरी आफ्नो खाना प्राप्त गर्छ । उनिउँमा हरितकण हुनाले यो स्वपोषक हुन्छ तर भ्यागुतामा हरितकण नहुनाले परपोषक हुन्छ ।



चित्र 2.2 पाँच जगत् वर्गीकरण प्रणाली

2.1 वनस्पति जगत् (Plantae Kingdom)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

चित्र 2.3

(अ) चित्रमा देखाइएका जीवमा के समानता पाइन्छ ?

(आ) यी जीवहरू कुन जगत्मा पर्छन् ?

(इ) यी जीव पर्ने जगतका प्रमुख विशेषता के के हुन् ?

(ई) मस र उनिउँमा के भिन्नता पाइन्छ ?

स्पाइरोगाइरा, मस, उनिउँ, सल्लो, केराउ र मकै हरितकणयुक्त हरिया बिरुवा हुन् । यी जीवहरू वनस्पति जगत्अन्तर्गत पर्छन् । वनस्पति जगत्अन्तर्गत धेरै किसिमका बिरुवा पर्छन् । यसअन्तर्गत एककोषीयदेखि बहुकोषीय (Multicellular) र हरितकण (chlorophyll) भएका बिरुवाहरू पर्छन् । यिनीहरूको कोषमा हुने कोष भित्ता सेलुलोज (cellulose) ले बनेको हुन्छ । यिनीहरू स्वपोषित (autotrophs) हुन्छन् । यी वनस्पतिहरूमध्ये कुनै फूल फुल्ने र कुनै फूल नफुल्ने हुन्छन् । क्लामाइडोमोनस, मस, उनिउँ जस्ता बिरुवामा फूल फुल्दैन । सल्लो, केराउ, मकै जस्ता बिरुवाहरूमा फूल फुल्छ । बनावटका आधारमा वनस्पति जगत्मा पर्ने बिरुवाहरूलाई अल्गी (Algae), ब्रायोफाइटा (Bryophyta) र ट्राकियोफाइटा (Trachaeophyta) गरी मुख्य तीन डिभिजन (division) मा वर्गीकरण गरिएको छ ।

1. अल्गी (Algae)

क्रियाकलाप 2.1 अल्गीको अध्ययन

उद्देश्य : अल्गीका विशेषताको पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : बोतल, ड्रपर, ग्लास स्लाइड, पानीसहितको कभर स्लिप (Cover slip), सूक्ष्मदर्शक यन्त्र

विधि

(अ) नजिकैको पोखरी वा ओसिलो ठाउँबाट पानीसहितको अल्गी बोतलमा सङ्कलन गर्नुहोस् ।

(आ) ड्रपरको सहायताले बोतलबाट एक थोपा पानीसहित अल्गीलाई स्लाइडमा राख्नुहोस् ।

(इ) अल्गी राखेको भागलाई कभरस्लिपले छोप्नुहोस् ।

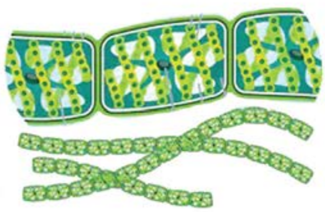
(ई) सूक्ष्मदर्शक यन्त्रको सहायताले स्लाइडमा राखेको अल्गी अवलोकन गर्नुहोस् ।

(उ) अवलोकनपछि उक्त अल्गीको बनावटको चित्र खिच्नुहोस् ।

(ऊ) अवलोकनका आधारमा उक्त अल्गीका विशेषता छलफल गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

तलका चित्रको अवलोकन गरी विशेषता पहिचान गर्नुहोस् :



स्पाइरोगाइरा

भल्भक्स

फ्युकस

चित्र 2.4

चित्रमा देखाइएका स्पाइरोगाइरा, भल्भक्स, फ्युकस आदि बिरुवाहरूमा जरा काण्ड र पात छुट्याउन सकिँदैन । यी बिरुवाको शरीरलाई थालस (thallus) भनिन्छ । यी बिरुवाको कोषमा कोषभित्ता र क्लोरोफिल हुन्छ । त्यसैले यी बिरुवाहरू डिभिजन अल्गीअन्तर्गत पर्छन् । यस डिभिजनअन्तर्गत पर्ने बिरुवाका विशेषता निम्नानुसार छन् :

(क) यी वनस्पतिहरू एककोषीय तथा बहुकोषीय हुन्छन् ।

(ख) यी बिरुवामा क्लोरोफिल (chlorophyll) हुने हुनाले यिनीहरू स्वपोषित हुन्छन् । यिनीहरूले स्टार्चको (starch) रूपमा खाना जम्मा गर्छन् ।

(ग) कोष भित्ता (cell wall) सेलुलोजले बनेको हुन्छ ।

(घ) मैथुनिक वा अमैथुनिक किसिमको प्रजनन गर्छन् ।

(ङ) यी वनस्पतिहरू पोखरी, नदी, समुद्र र ओसिलो ठाउँमा पाइन्छन् ।

जस्तै : स्पाइरोगाइरा *(Spirogyra)*, युलोथ्रिक्स *(Ulothrix)*, फ्युकस *(Fucus)* आदि ।

2. ब्रायोफाइटा (Bryophyta)

क्रियाकलाप 2.2 मस (moss) को अवलोकन

उद्देश्य : ब्रायोफाइटाका विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : मस, निडल (needle), चार्टपेपर

विधि

(अ) मसको बिरुवा लिनुहोस् ।

(आ) यसका विभिन्न भागको अवलोकन गरी पहिचान गर्नुहोस् ।

(इ) अवलोकनका आधारमा यसका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ई) अवलोकनका आधारमा चार्टपेपरमा यसको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(उ) इन्टरनेटको सहयोगमा यसका अन्य विशेषता पनि खोजी गर्नुहोस् ।

(ऊ) प्रत्यक्ष अवलोकन र इन्टरनेटमा गरेको खोजीका आधारमा मसलाई आधार मानी ब्रायोफाइटाका विशेषता कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ऋ) छलफलका आधारमा ब्रायोफाइटाका विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

तलका चित्र अवलोकन गरी विशेषता पहिचान गर्नुहोस् :

मार्केन्सिया

मस

रिसिया

चित्र 2.5

चित्रमा दिइएका मार्केन्सिया *(Marchantia)*, मस (moss) र रिसिया *(Riccia)* अल्गीभन्दा केही विकसित हुन्छन् । यी बिरुवा हरिया हुन्छन् । मार्केन्सियाको शरीर थालस (thallus) हुन्छ भने मसको राइज्वाइड (Rhizoid), काण्ड र साधारण पात हुन्छ । यी बिरुवा ओसिलो ठाउँमा पाइन्छन् । ब्रायोफाइटाअन्तर्गत पर्ने यी बिरुवालाई मैथुनिक प्रजननको समयमा निषेचन हुन पानी नभई हुँदैन । त्यसैले यिनीहरूलाई उभयचर वनस्पति (amphibian plant) भनिन्छ । ब्रायोफाइटाअन्तर्गत पर्ने वनस्पतिका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यी वनस्पति बहुकोषीय हुन्छन् ।

(ख) यिनीहरू स्वपोषित (autotrophs) हुन्छन् ।

(ग) कुनै बिरुवाको शरीर थालस हुन्छ भने कुनै बिरुवाको शरीर राइज्वाइड, काण्ड र साधारण पातमा विभाजित हुन्छ ।

(घ) यिनीहरू ओसिलो एवम् चिसो ठाउँमा पाइन्छन् ।

(ङ) ग्यामेटोफाइट अवस्थामा भाले र पोथी बिरुवा छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । भाले बिरुवाले एन्थेरिडियम (Antheridium) मा भाले ग्यामेट उत्पादन गर्छ । पोथी बिरुवाले आर्किगोनियम (Archegonium) मा पोथी ग्यामेट उत्पादन गर्छ । त्यसैले यो अवस्थालाई ग्यामेटोफाइट भनिन्छ । एन्थेरिडियममा रहेको भाले ग्यामेट पानीका माध्यमद्वारा पोथी बिरुवाको आर्किगोनियमसम्म पुगी त्यहाँ रहेको पोथी ग्यामेट वा ओभमसँग निसेचन भई जाइगोट बन्छ । उक्त जाइगोटको अङ्कुरण भएर स्पोरोफाइट अवस्थाका रूपमा विकास हुन्छ । स्पोरोफाइटमा रहेको स्पोर मातृकोषको मियोसिस कोष विभाजन भएर ह्याप्लोइड स्पोर उत्पादन हुन्छ । त्यसैले स्पोर उत्पादन गर्ने यो अवस्थालाई स्पोरोफाइट भनिन्छ ।

(च) एउटा बिरुवामा स्पाराफाइटिक (sporophytic) र ग्यामटाफाइटिक (gametophytic) चरण एकपछि अर्को गरी पूरा हुने जीवनचक्रलाई अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन्स (alternation of generations) भनिन्छ । यिनीहरूको जीवनचक्रमा ग्यामेटोफाइटिक जेनेरेसन (gametophytic generation) लामो अवधिको अथवा प्रबल (dominant) र स्वतन्त्र (independent) हुन्छ ।

(छ) यी बिरुवामा भास्कुलर तन्तु (vascular tissue) हुँदैन । त्यसैले यिनीहरूले उचाइ लिन सक्दैनन् । यिनीहरू जमिनमा फैलिएका वा केही से.मि. सम्म मात्र अग्ला हुन्छन्, जस्तै : मार्केन्सिया (Marchantia), मस (moss), रिसिया (Riccia) आदि ।

3. ट्राकियोफाइटा (Tracheophyta)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी तिनीहरूको बनावट र विशेषताका बारेमा छलफल गर्नुहोस् :

उनिउँ *साइकस* *केरा* *पिपल*

चित्र 2.6

चित्रमा दिइएका बिरुवा उनिउँ, साइकस, केरा, पिपल आदि जरा, काण्ड र पातमा विभाजन हुन्छन् । यी बिरुवामा भास्कुलर तन्तु जाइलम (xylem) र फ्लोयम (phloem) हुन्छन् जसले परिवहनको कार्य गर्छन् । त्यसैले यी बिरुवा डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत पर्छन् । डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत फूल नफुल्ने उनिउँ, साना झारपात, बुट्यानदेखि अति ठुला र विकसित बिरुवा पनि पर्छन् । बिरुवाको बनावटका आधारमा डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत पर्ने बिरुवालाई टेरिडोफाइटा, जिम्नोस्पर्म र एन्जिओस्पर्म गरी तीनओटा सब डिभिजनमा विभाजन गरिएको छ जुन निम्नानुसार छन् :

(क) टेरिडोफाइटा (Pteridophyta)

क्रियाकलाप 2.3 उनिउँको अवलोकन

उद्देश्य : उनिउँको बिरुवाको विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : उनिउँको बिरुवा, चार्टपेपर, गम आदि ।

विधि

(अ) उनिउँका बिरुवा जरासमेत उखेलेर ल्याउनुहोस् ।

(आ) यसका जरा, काण्ड र पातको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(इ) अवलोकनका आधारमा यसका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ई) अवलोकनका आधारमा चार्टपेपरमा उनिउँको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(उ) आफूले तयार गरेको चार्टपेपर बोर्डमा टाँसेर यसका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

(ऊ) छलफलका आधारमा उनिउँका विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

उनिउँ

हर्स टेल

क्लब मस

चित्र 2.7

उनिउँ, क्लब मस, हर्स टेल जस्ता बिरुवामा जरा, काण्ड र पात स्पष्ट देखिन्छ र यी बिरुवामा फूल फुल्दैन । यी बिरुवाका पातहरू प्वाँख जस्तै देखिन्छन् । सामान्यतया यिनीहरूको काण्ड राइजोम (rhizome) का रूपमा जमिनमुनि तेर्सो परेर रहेको हुन्छ । सब डिभिजन टेरिडोफाइटाअन्तर्गत पर्ने यी बिरुवाका सामान्य विशेषता निम्नानुसार छन् :

(क) यी बिरुवा ओसिलो र छाया परेको ठाउँमा पाइन्छन् ।

(ख) यी बिरुवाको बिउ हुँदैन तर जरा, काण्ड र पात प्रस्टसँग छुट्टिएको हुन्छ । प्वाँख जस्तो पात, कम विकसित जमिनमुनि पाइने काण्ड (राइजोम) र विकसित जरा हुन्छन् ।

(ग) यिनीहरूमा भास्कुलर तन्तु (जाइलम र फ्लोयम) जस्ता जटिल तन्तुको विकास भएको हुन्छ ।

(घ) यी बिरुवाको पातको पछाडिपट्टि थुप्रै खैरा थोप्लाहरू हुन्छन्, जसलाई सोरी (sori, singular: sorus) भनिन्छ । सोरसमा रहेका स्पोरान्जियमले बीजाणु (spore) उत्पादन गर्छ । सबै पातमा सोरी नहुन सक्छ । सोरी हुने पातलाई स्पोरोफिल (sporophyll) र नहुने पातलाई ट्रोपोफिल (Tropophyll) भनिन्छ । स्पोर उत्पादन गर्ने भएकाले यी बिरुवालाई स्पोरोफाइट भनिन्छ ।

(ङ) बीजाणु (spore) जमिनमा झरेपछि अङ्कुरण भएर प्रोथ्यालस नाम गरेको ग्यामेटोफाइट बन्छ । ग्यामेटोफाइटले मैथुनिक प्रजननका लागि भाले र पोथी दुबै थरी ग्यामेट उत्पादन गर्छ ।

(च) यिनीहरूको जीवनचक्रमा पनि अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन्स (alternation of generations) हुन्छ । यी बिरुवाहरूमा स्पोरोफाइटिक चरण प्रबल र लामो समयको हुन्छ ।

उनिउँ (Fern), निउरो (Fiddlehead fern), पानी अमला (Ground gooseberry), लाइकोपोडियम *(Lycopodium)*, सिलाजिनेला *(Selaginella)*, टेरिस *(Pteris)* आदि यस डिभिजनमा पर्ने बिरुवा हुन् ।

(ख) जिम्नोस्पर्म (Gymnosperm)

तल दिइएका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :

सल्लो

धुपी

साइकस

चित्र 2.8

(अ) यी बिरुवामा फूल फुल्छ कि फुल्दैन ?

(आ) यी बिरुवाको बिउ कहाँ र कस्तो हुन्छ ?

(इ) अरू बिरुवाको भन्दा यिनीहरूको पात कसरी फरक हुन्छ ?

साइकस, धुपी, सल्लो आदि बिरुवालाई फूल फुल्ने बिरुवाअन्तर्गत नै राखिन्छ तर यिनीहरूमा वास्तविक फूलको सट्टा शङ्कु वा कोन (cone) हुन्छ । फलविनाको नाङ्गो बिउ हुन्छ । त्यसैले यी बिरुवाहरू सबडिभिजन जिम्नोस्पर्मअन्तर्गत पर्छन् । सबडिभिजन जिम्नोस्पर्मअन्तर्गत पर्ने बिरुवाहरूका विशेषता निम्नानुसार छन् :

(क) बिरुवाको विकासक्रममा जिम्नोस्पर्म बिउ उत्पादन गर्ने पहिलो बिरुवा हो ।

(ख) यी बिरुवामा वास्तविक फूलको सट्टा कोन (cone) हुन्छ । यिनीहरूमा भाले कोन र पोथी कोन छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । त्यसैले यिनीहरू एक लिङ्गी (unisexual) हुन्छन् । परागसेचन (pollination) हावाका माध्यमबाट हुन्छ ।

(ग) शङ्कु वा कोनमा ओभरी (ovary) हुँदैन जसले गर्दा फल लाग्दैन । त्यसैले बिउ फलभित्र नभई नाङ्गो (naked) हुन्छ ।

(घ) यिनीहरूको पात लाम्चो र सियो जस्तो तिखो हुन्छ ।

(ङ) काण्डलाई बाहिरबाट बाक्लो बोक्राले छोपेको हुन्छ ।

(च) प्राय: बिरुवाहरू घोप्टिएको सोली आकारका हुन्छन् त्यसैले यिनीहरूलाई कोणधारी बिरुवा (coniferous plants) भनिन्छ ।

(छ) यी बिरुवाहरूका जरा जमिनमा टाढासम्म फैलिएका हुन्छन् ।

उदाहरण : साइकस *(Cycas)*, सल्लो *(Pinus)*, धुपी (Juniper), लोठ सल्लो (Himalayan yew) र देवदार (Himalayan cedar)।

(ग) एन्जिओस्पर्म (Angiosperm)

बाँस

भटमास

चित्र 2.9

भटमास, बाँस जस्ता बिरुवा वास्तविक फूल फुल्ने बिरुवा हुन् । यिनीहरूको बिउ फलभित्र हुन्छ । त्यसैले यी बिरुवाहरू सबडिभिजन एन्जिओस्पर्मअन्तर्गत पर्छन् । सबडिभिजन एन्जिओस्पर्मअन्तर्गत पर्ने बिरुवाका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यी बिरुवाहरू वनस्पति जगत्का सबैभन्दा विकसित बिरुवा हुन् ।

(ख) यी बिरुवाहरू पानी र जमिन सबैतिर पाइन्छन् ।

(ग) यी बिरुवाहरूमा विकसित जरा, काण्ड, पात, फूल र फल हुन्छन् ।

(घ) यी बिरुवाहरूमा वास्तविक फूल हुन्छन् । फूलमा ओभरी र ओभ्युल (ovule) दुबै हुन्छन् ।

(ङ) कुनै बिरुवा दुईलिङ्गी (bisexual) हुन्छन् भने कुनै एकलिङ्गी (unisexual) पनि हुन्छन् ।

(च) परागसेचन हावा, पानी, किरा तथा जनावरका माध्यमबाट हुन्छ ।

(छ) यी बिरुवाहरूको फलभित्र बिउ हुन्छ ।

सुन्तला, मकै, केरा, धान, भटमास, पानीमा पाइने जलकुम्भी, लेम्ना, पिस्टिया आदि यस सबडिभिजनअन्तर्गत पर्छन् ।

बिउमा पाइने बीजपत्र वा फक्लेटाका आधारमा एन्जिओस्पर्मलाई एकदलीय (monocotyledon) र दुईदलीय (dicotyledon) गरी दुईओटा वर्ग (class) मा बाँडिएको छ ।

(अ) एकदलीय (Monocotyledon)

क्रियाकलाप 2.4 मकैको बोटको अवलोकन

उद्देश्य : एकदलीय बिरुवामा पर्ने बिरुवाहरूका विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : मकैको बोट, चार्टपेपर, गम

विधि

(अ) जरासमेतको मकैको बोट ल्याउनुहोस् ।

(आ) यसका जरा, काण्ड, पात, फूल, फल र बिउको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

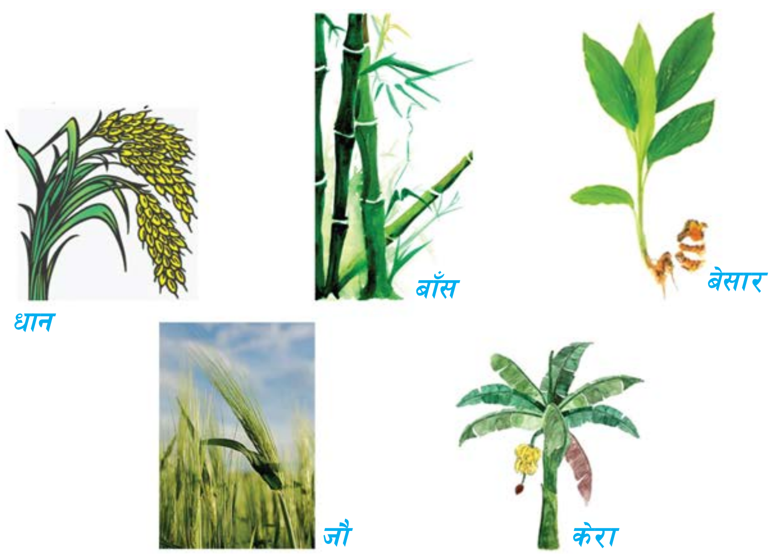
(इ) अवलोकनका आधारमा यसका पातमा रहेका नसाहरूको अवस्थिति, जराका प्रकार, फूलका भाग र बिउका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ई) अवलोकनका आधारमा चार्टपेपरमा मकैको बोटको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(उ) आफूले तयार गरेको चार्टपेपर बोर्डमा टाँसेर यसका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

(ऊ) छलफलका आधारमा मकैलाई आधार मानी मोनोकोटिलेडनका विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष



केरा चित्र 2.10

चित्रमा देखाइएका बिरुवाहरूका पात लामो र सर्लक्क परेका छन् । पातमा नसाहरू समानान्तर रूपमा अवस्थित छन् । यी बिरुवाका जराहरू सबै बराबर र एकै ठाउँबाट निस्किएका झुप्प परेका छन् । त्यसैले यी बिरुवाहरू क्लास मोनोकोटिलेडनअन्तर्गत पर्छन् । यस क्लासअन्तर्गत पर्ने बिरुवाका सामान्य विशेषता निम्नानुसार छन् :

(क) यस वर्गअन्तर्गत पर्ने बिरुवाका पातमा समानान्तर शिराक्रम (parallel venation) हुन्छ ।

(ख) झुप्प परेका गुच्छे जरा (fibrous root) हुन्छन् ।

(ग) काण्ड अक्सर खोक्रो (hollow) हुन्छ । काण्डमा नियमित दुरीमा गाँठाहरू (nodes) स्पष्ट देखिन्छन् । गाँठाबाट हाँगा र पात निस्केका हुन्छन् । काण्डलाई पातको आवरण (sheath) ले छोपेको हुन्छ ।

(घ) जाइलम र फ्लोयम तन्तु मिलेर बनेका भास्कुलर बन्डल (vascular bundle) काण्डमा छरिएर रहेका हुन्छन् ।

(ङ) फूलका भागहरू तीन वा तीनको गुणाङ्कको सङ्ख्यामा हुन्छ ।

(च) यिनीहरूको फलभित्र बिउ हुन्छ । बिउमा एउटा मात्र फक्लेटा (cotyledon) हुन्छ ।

(छ) यिनीहरू पानी र जमिन सबै ठाउँमा पाइन्छन् । गहुँ, उखु, केरा, जौ, बाँस आदि यस क्लासअन्तर्गत पर्ने बिरुवा हुन् ।

(आ) दुईदलीय (Dicotyledon)

क्रियाकलाप 2.5 चनाको अवलोकन

उद्देश्य : दुईदलीयमा पर्ने बिरुवाका विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : चनाको बोट, चनाको बिउ, चार्टपेपर, ग्लु विधि

(अ) एउटा कचौरामा केही चनाको बिउ भिजाउनुहोस् ।

(आ) भिजिसकेपछि एउटा बिउको बाहिरी बोक्रा छोडाउनुहोस् र त्यसमा कतिओटा फग्लेँटा छन्, अवलोकन गर्नुहोस् र कपीमा टिपोट गर्नुहोस् ।

(इ) चनाको जरासमेतको बिरुवा लिनुहोस् । बिरुवा नभए इन्टरनेटमा चनाको बिरुवा खोजी अवलोकन गर्नुहोस् ।

(ई) यसका जरा, काण्ड, पात, फूल, फल र बिउको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(उ) अवलोकनका आधारमा यसका पातमा रहेका नसाहरूको अवस्थिति, जराका प्रकार, फूलका भाग र बिउका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ऊ) अवलोकनका आधारमा चार्टपेपरमा चनाको बोटको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(ऋ) आफूले तयार गरेको चार्टपेपर बोर्डमा टाँसेर यसका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

(ए) छलफलका आधारमा चनालाई आधार मानी दुईदलीय बिरुवाका विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

तोरी *भटमास* *सुन्तला* *सिमी* *केराउ*

चित्र 2.11

चित्रमा देखाइएका बिरुवाहरू तोरी, केराउ, सुन्तला, भटमास र सिमीका पात फराकिला हुन्छन् । पातमा एउटा मुख्य नसा र मुख्य नसाबाट शाखा प्रशाखाहरू निस्किएर पातको लेमिना (lamina) भरी जालो जस्तै गरी फैलिएका हुन्छन् । यिनीहरूको एउटा मूल जरा र अन्य शाखा जराहरू हुन्छन् । यी बिरुवाका बिउमा दुईओटा फक्लेटा हुन्छन् । त्यसैले यी बिरुवा डाइकोटिलेडन क्लासमा पर्छन् । डाइकोटिलेडनमा पर्ने बिरुवाका विशेषता निम्नानुसार छन् :

(क) यी साना झारपातदेखि धेरै ठुला रुखसम्मका हुन्छन् ।

(ख) यिनीहरूको मूल जरा प्रणाली (tap root system) हुन्छ ।

(ग) काण्ड अक्सर खँदिलो र दरो हुन्छ । धेरैजसो बिरुवाको काण्डमा काठ हुन्छ । काण्डमा गाँठाहरू अक्सर नियमित दुरीमा हुँदैनन् ।

(घ) भास्कुलर बन्डल काण्डभित्र वरिपरि रिङका रूपमा रहेका हुन्छन् ।

(ङ) पातमा जालीदार शिराक्रम (reticulate venation) हुन्छ । सरल (simple) वा संयुक्त (compound) किसिमको पात हुन्छ । पातको डाँठ (petiole) हुन्छ ।

(च) फूलका भागहरू चार वा पाँच वा तिनका गुणाङ्कको सङ्ख्यामा हुन्छन् । फूल एकलिङ्गी (unisexual) वा दुईलिङ्गी (bisexual) हुन्छन् । कुनैमा स्वपरागसेचन (self-pollination) हुन्छ भने कुनैमा हावा, पानी, जनावर आदिका मदतले परपरागसेचन (cross-pollination) हुन्छ ।

(छ) बिरुवाको फलभित्र बिउ हुन्छ । बिउमा दुईओटा फग्लैंटा (cotyledons) हुन्छन् ।

भटमास, तोरी, केराउ, सुन्तला, आँप, चना, बोडी, सिमी, फर्सी आदि यस क्लासअन्तर्गत पर्छन् ।

क्रियाकलाप 2.6 बिरुवाको वर्गीकरण

उद्देश्य : बिरुवाको वर्गीकरण गर्नु

आवश्यक सामग्री : आफ्नो विद्यालय र घर वरपर पाइने विभिन्न बिरुवा

विधि

(अ) आफ्नो वरपर पाइने ससाना बिरुवा जरासहित उखेलेर सङ्कलन गर्नुहोस् ।

(आ) ठुला ठुला बिरुवाका पात सङ्कलन गर्नुहोस् ।

(इ) कक्षाकोठामा समूह बनाई सङ्कलन गरेका बिरुवाको अवलोकन गर्नुहोस् । सङ्कलन गरी ल्याइएका बिरुवाको जरा, काण्ड र पातको तुलनात्मक अध्ययन गरी कुन कुन बिरुवा कुन कुन डिभिजन र क्लासमा पर्छन्, समूहमा छलफल गरी छुट्याउनुहोस् ।

(ई) चार्टपेपरमा वनस्पति जगत्को वर्गीकरण चार्ट बनाई आफूले ल्याएका बिरुवाहरू कुन कुन समूहमा पर्छन् भन्ने तथ्य यकिन गरी उक्त समूहमा टाँस्नुहोस् ।

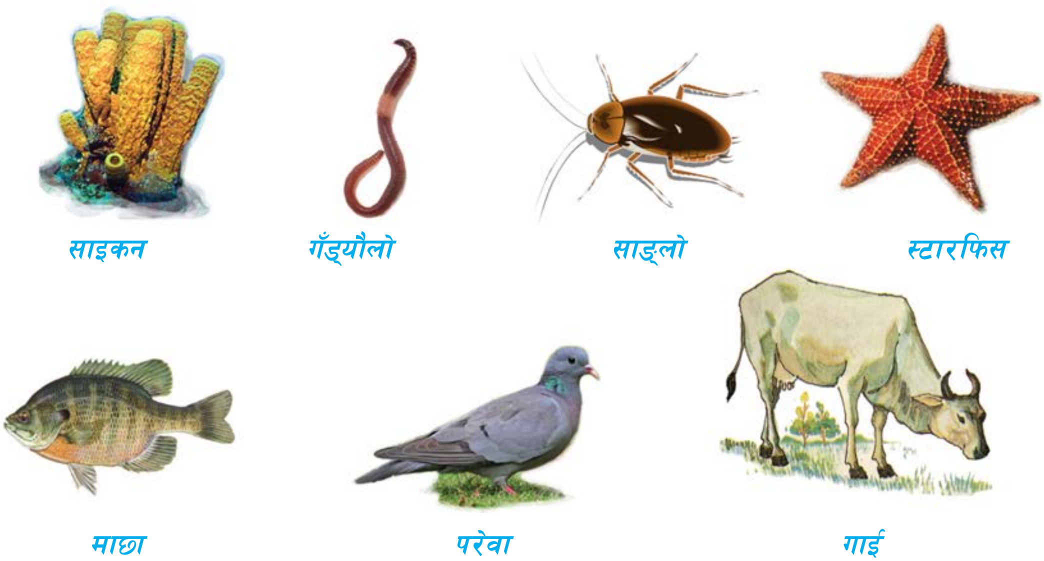
(उ) यसरी तयार गरेको चार्टपेपर कक्षाकोठाको भित्तामा टाँस्नुहोस् ।

परियोजना कार्य 2.1

आफ्नो वरपर पाइने जरा, काण्ड, पात, फूलसहितका विभिन्न बिरुवा सङ्कलन गरी हर्बेरियम (Herbarium) तयार गर्नुहोस् ।

2.2. जन्तु जगत् (Kingdom animalia)

दिइएका जनावरका चित्र हेरेर छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 2.12

(अ) यी जीवहरू कुन जगत्मा पर्छन् ?

(आ) के यी जीवहरूको शरीरमा रहेको कोषमा कोषभित्ता हुन्छ ?

(इ) कुन कुन जीवहरूको शरीरमा मेरुदण्ड हुन्छ ?

(ई) स्टारफिस र माछामा के के भिन्नता पाइन्छ ?

(उ) यी सबै जीवलाई एउटै जगत्मा राख्नुको कारण के होला ?

यी सबै जीवको शरीर कोषभित्ता नभएका विकसित न्युक्लियसयुक्त कोषहरू (eukaryotic cells) मिलेर बनेको हुन्छ । यी जीवहरू परपोषक हुन्छन् । साइकन, गँड्यौला, साङ्लो, स्टारफिसमा मेरुदण्ड हुँदैन तर माछा, ढुकुर र गाईमा मेरुदण्ड हुन्छ । यी सबै जीवहरू जन्तु जगत्मा पर्छन् । यस जगत्मा धेरै किसिमका जनावरहरू पाइन्छन् । यी जनावरहरू एकअर्कासँग शारीरिक बनोट, आकार, रूप आदिमा फरक हुन्छन् । कुनै

जनावरको आन्तरिक अस्थिपञ्जर हुन्छ भने कुनै जनावरको शरीरलाई कडा आवरणले ढाकेको हुन्छ । केही जनावरको शरीर साधारण बनोटको हुन्छ भने कुनै जनावरमा सम्पूर्ण प्रणालीको विकास भएको हुन्छ । यसअन्तर्गत पर्ने केही जीवहरूमा मेरुदण्ड हुँदैन तिनीहरूलाई इन्भर्टिब्रेट (invertebrate) भनिन्छ । मेरुदण्ड हुने जीवहरूलाई भर्टिब्रेट (Vertebrate) भनिन्छ । पाँच जगत् प्रणालीअनुसार जन्तु जगत्मा पर्ने जीवमध्ये मेरुदण्ड नभएका जीवलाई पोरिफेरा (Porifera), सिलेन्टरेटा (Coelenterata), प्लेटिहेल्मिन्थिस (Platyhelminthes), निमाथेल्मिन्थिस (Nemathelminthes), एनिलिडा (Annelida), आर्थ्रोपोडा (Arthropoda), मोलस्का (Mollusca), इकाइनोडर्माटा (Echinodermata) गरी आठओटा फाइलम तथा नोटोकर्ड (notochord) वा मेरुदण्ड (vertebral column) भएका जीवलाई एउटा फाइलम : कोर्डेटा (Chordata) गरी जम्मा नौओटा फाइलममा वर्गीकरण गरिएको छ ।

1. पोरिफेरा (Porifera)

दिइएका जनावरका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :

स्पोन्जिला

साइकोन

युस्पोन्जिया

चित्र 2.13

(अ) यी जीवहरू कहाँ पाइन्छन् होला ?

(आ) यी जीवले पोषण र निष्कासन कसरी गर्छन् होला ?

(इ) यी जीव एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा कसरी सर्छन् होला ?

चित्रमा दिइएका स्पोन्जिला, साइकोन र युस्पोन्जिया बहुकोषीय जीव हुन् । यी जीव समुद्रमा पाइन्छन् । यी जीवको शरीरमा धेरै छिद्र हुन्छन् । यी छिद्रबाट पानी शरीरभित्र प्रवेश गर्ने र बाहिर निस्कने गर्छ । शरीरभरि असङ्ख्य छिद्र भएकाले यिनीहरूलाई पोरिफेरा फाइलममा

राखिएको हो । पोरिफेरान्स (poriferans) को अर्थ 'छिद्रैछिद्र हुनु' भन्ने बुझिन्छ । यी जीव पानीभित्र रहेका अरू वस्तुमा टाँसिएर रहेका हुन्छन् । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जीवका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) पोरिफेरा फाइलममा पर्ने जनावरहरू पहिलो बहुकोषीय जीव हुन् ।

(ख) यिनीहरूमा तन्तुको विकास भएको हुँदैन ।

(ग) यिनीहरूको शरीर भ्रूण अवस्थामा दुई तहबाट विकास भएको हुन्छ । त्यसैले यस समूहको जनावरको शरीर डिप्लोब्लास्टिक (diploblastic) हुन्छ ।

(घ) शरीरभरि मसिना छिद्रहरू हुन्छन् जसलाई ओस्टिया (ostia, singular: ostium) भनिन्छ । शरीरको माथिल्लो भागमा एउटा ठुलो छिद्र पनि हुन्छ, जसलाई ओस्कुलम (osculum) भनिन्छ । शरीरमा भएको ओस्टियाबाट पानीभित्र पस्छ र ओस्कुलमबाट बाहिर निस्कन्छ । यसरी पानीभित्र जाँदा यिनीहरूले पानीमा भएको अक्सिजन र खानालाई सोसेर लिन्छन् र शरीरमा उत्पादित अनावश्यक पदार्थ निष्कासन गर्छन् । यस्तो व्यवस्थालाई वाटर क्यानल सिस्टम (water canal system) भनिन्छ ।

(ङ) यिनीहरूले शरीरको सतहबाट पनि सास फेर्छन् ।

(च) यिनीहरू वयस्क अवस्थामा पानीभित्र कुनै वस्तुमा टाँसिएर रहेका हुन्छन् ।

(छ) यी जीवमा रिजेनेरेसन क्षमता (regeneration capacity) उच्च हुन्छ । त्यसैले कुनै कारणले यी जीवको शरीर टुक्रियो भने उक्त टुक्राबाट नयाँ जीवको विकास हुन्छ ।

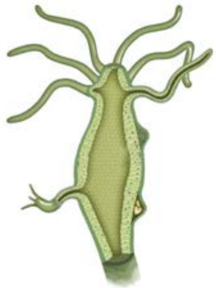
(ज) यी जीवमा अमैथुनिक र मैथुनिक दुबै किसिमको प्रजनन हुन्छ । अमैथुनिक प्रजनन बडिङ र रिजेनेरेसन विधिबाट हुन्छ । मैथुनिक प्रजननका लागि यिनीहरूले ग्यामेट उत्पादन गर्छन् ।

(झ) यिनीहरूको शरीरलाई जुनै दिशाबाट काट्दा पनि बराबर दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ । त्यसैले प्रायः यिनीहरूको शरीरले रेडिएल सिमेट्री (radial symmetry) देखाउँछन् अर्थात् सामान्यतया यिनीहरू रेडियल्ली सिमेट्रिकल (radially symmetrical) हुन्छन् ।

स्पोन्ज (Sponge), ल्युकोसोलेनिया *(Leucosolenia)*, हाइलोनिमा *(Hylonema)*, क्लिओना *(Cliona)* आदि जनावरहरू यस फाइलमअन्तर्गत पर्छन् ।

2. सिलेन्टरेटा (Coelenterata)

चित्रमा दिइएका जनावरको अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :



हाइड्रा

जेलिफिस

कोरल

चित्र 2.14

(अ) यी जनावरको शरीरबाट निस्केका एपेन्डेजेज (appendages) को काम के होला ?

(आ) यी जनावरले कसरी खाना प्राप्त गर्छन् होला ?

(इ) यी जीवको शरीरको बनावट कस्तो हुन्छ होला ?

चित्रमा दिइएका हाइड्रा, कोरल र जेलिफिसको शरीरबाट निस्केका एपेन्डेजेजलाई टेन्टाकल्स (tentacles) भनिन्छ । यी टेन्टाक्ल्सले यी जीवहरूलाई खानेकुरा मुखभित्र लैजान र चालमा आउन मदत गर्छन् । यिनीहरूको शरीर रित्तो भाँडो जस्तै हुन्छ, त्यसैले यिनीहरू फाइलम सिलेन्टरेटाअन्तर्गत पर्छन् । सिलेन्टेरोन (coelenteron) को अर्थ 'शरीरभित्र रहेको कोठा' भन्ने हुन्छ । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जीवका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यस फाइलममा पर्ने जनावर बहुकोषीय र डिप्लोब्लास्टिक (diploblastic) हुन्छन् ।

(ख) यिनीहरू तन्तु विकास भएका पहिलो जनावर (first tissue graded animals) हुन् । यिनीहरूको शरीरभित्र रित्तो भाँडो जस्तो ठाउँ हुन्छ जसलाई सिलन्टेरोन (coelenteron) भनिन्छ । सिलेन्टेरोनले पाचन र परिवहनको काम गर्छ, त्यसैले यसलाई ग्यास्ट्रोभास्कुलर क्याभिटी (gastrovascular cavity) पनि भनिन्छ ।

(ग) यिनीहरूको शरीरमा एउटा मात्र खुलेको भाग हुन्छ जसलाई मुख (mouth, or hypostome) भनिन्छ । उक्त मुखको वरिपरि टेन्टाकल्स (tentacles) हुन्छन् । टेन्टाकल्सको मदतले खाना मुखसम्म पुऱ्याउने र हिँड्डुल गर्ने गर्छन् । यिनीहरूको

टेन्टाकल्समा डस्ने कोषहरू (nematocysts) हुन्छन् जसले यिनीहरूको सिकारलाई डस्न/मार्न मदत गर्छ ।

(घ) यिनीहरूले शरीरको सतहबाट सास फेर्छन् ।

(ङ) यिनीहरूले मैथुनिक र अमैथुनिक दुबै तरिकाबाट प्रजनन गर्छन् । अमैथुनिक प्रजनन बडिङ र रिजेनेरेसन विधिबाट गर्छन् ।

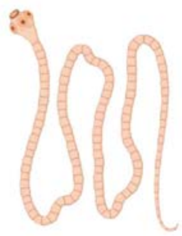
(च) यी जनावर पोखरी, ताल तथा समुद्रमा पाइन्छन् ।

(छ) यिनीहरूको शरीरले रेडियल सिमेट्री (radial symmetry) देखाउँछन् ।

उदाहरण : हाइड्रा *(Hydra)*, मुगा (coral), जेलिफिस (jelly fish) आदि ।

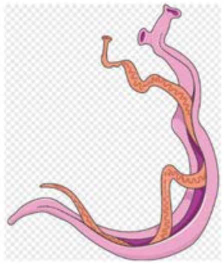
3. प्लेटिहेल्मिन्थिस (Platyhelminthes)

दिइएका चित्र अवलोकन गर्नुहोस् । सम्भव भए यी जीवका बारेमा इन्टरनेटमा खोज्नुहोस् र तलका प्रश्नहरूका आधारमा छलफल गर्नुहोस् :



टेपवर्म

लिभर फ्लुक



ब्लड फ्लुक

चित्र 2.15

(अ) दिइएका जीवहरूको शारीरिक बनावट कस्तो छ ?

(आ) के यी जीवहरूमा प्रणालीको विकास भएको हुन्छ ?

(इ) यी जीवहरू कहाँ पाइन्छन् ?

(ई) यिनीहरूको पोषण कस्तो किसिमको हुन्छ ?

चित्रमा दिइएका जीवहरू टेपवर्म, लिभर फ्ल्युक, ब्लड फ्ल्युकको शरीर टेप वा पातजस्तै चेप्टो हुन्छ । यी जीवहरू अधिकांश परजीवी हुन् । यिनीहरू अन्य जनावरका शरीरमा आश्रय लिएर बस्छन् । यिनीहरू फाइलम प्लेटिहेल्मिन्थिसअन्तर्गत पर्ने जनावर हुन् । प्लेटिको अर्थ 'च्याप्टो' र हेल्मिन्थिसको अर्थ 'किरा' भन्ने हुन्छ । यिनीहरूका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर पात जस्तो चेप्टो वा रिबन जस्तो लामो आकारको हुन्छ । त्यसैले यस फाइलममा पर्ने जनावरलाई चेप्टा किरा भनिन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीर भ्रूण अवस्थामा तीन पत्रबाट विकास भएको हुन्छ । त्यसैले यस्ता जनावरलाई ट्रिप्लोब्लास्टिक (triploblastic) भनिन्छ ।

(ग) शरीरको अगाडिको भाग (anterior part) वा तल्लो सतह (ventral surface) मा मुख हुन्छ तर मलद्वार (anus) हुँदैन । मुखको वरिपरि अङ्कुश (hook) हुन्छ । अङ्कुशको मदतले आश्रय कोष (host cell) मा टाँसिएर बस्छन् ।

(घ) यिनीहरूको मुख चुसक (sucker) मा रूपान्तरित भएको हुन्छ जसको मदतले रगत र खाना सोसेर लिन्छन् ।

(ङ) यिनीहरूमा अङ्गहरूको सङ्गठन देखिन्छ तर पूर्ण प्रणालीको विकास भएको हुँदैन ।

(च) यिनीहरूका शरीरका भित्ता र अङ्गहरूका बिचमा रहेको खाली भाग पेरेन्काइमा (parenchyma) नामक खुकुलो संयोजी तन्तु (loose connective tissue) ले भरिएको हुन्छ । यस तन्तुले परिवहनमा मदत गर्छ । तर रक्तसञ्चार प्रणाली हुँदैन ।

(छ) यिनीहरूले शरीरको सतहबाट सास फेर्छन् ।

(ज) यिनीहरूमा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग दुबै एउटै शरीरमा हुन्छ । त्यसैले यिनीहरूलाई उभयलिङ्गी (hermaphrodite) भनिन्छ । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ ।

(झ) यिनीहरूमा मैथुनिक र अमैथुनिक दुबै तरिकाबाट प्रजनन हुन्छ । अमैथुनिक प्रजनन फ्र्यागमेन्टेसन (fragmentation) वा रिजेनेरेसन (regeneration) विधिबाट हुन्छ ।

(ञ) यिनीहरूमध्ये धेरैजसो भित्री परजीवी (endoparasite) हुन्छन् भने केही स्वतन्त्र (free living) हुन्छन् ।

उदाहरण : लिभरफ्लुक (Liverfluke), टेपवर्म (Tapeworm), डिप्लोजुन *(Diplozoon)*, अटोप्लाना *(Otoplana)*, ब्लड फ्लुक (Blood fluke), प्लानेरिया (Planaria) आदि ।

4. निमाथेल्मिन्थिस (Nemathelminthes)

दिइएका चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र तलका प्रश्नका आधारमा छलफल गर्नुहोस् :

गोलो जुका (एस्कारिस)

हुकवर्म

पिनवर्म

चित्र 2.16

(अ) के तपाईंका पेटमा कहिल्यै जुका परेको छ ?

(आ) पेटमा पर्ने जुका *(Ascaris)* को शारीरिक बनावट कस्तो हुन्छ ?

(इ) हुकवर्म र पिनवर्म कहाँ पाइन्छन् ?

(ई) के यी जीवले मानिसको शरीरलाई हानि पुऱ्याउँछन् ?

एस्कारिस, हुकवर्म र पिनवर्म परजीवी हुन् । यिनीहरूले मानिसलगायत अन्य जीवहरूको शरीरबाट रगत चुसेर लिन्छन् । यिनीहरूको शरीर लामो र गोलो भई दुबैपट्टि चुच्चो परेको हुन्छ । यिनीहरू निमाथेल्मिन्थिस फाइलममा पर्छन् । यस फाइलममा पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यस फाइलममा पर्ने जनावरको शरीर लामो र बेलनाकार भई दुबैपट्टि चुच्चो परेको हुन्छ ।

(ख) शरीरलाई दुई बराबरी भागमा बाँड्न सकिन्छ जसलाई बाइलेटेरल्ली सिमेट्रिकल (bilaterally symmetrical) भनिन्छ ।

(ग) यिनीहरू ट्रिप्लोब्लास्टिक (Triploblastic) हुन्छन् ।

(घ) यिनीहरूमा मुख, मलद्वार र चुसक अङ्गसहितको पाचन प्रणाली विकास भएको हुन्छ ।

(ङ) यिनीहरूमा श्वासप्रश्वास प्रणाली र रक्तसञ्चार प्रणाली विकास भएको हुँदैन ।

(च) शरीरको सतहबाट सास फेर्छन् ।

(छ) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।

(ज) यिनीहरूले मैथुनिक तरिकाबाट मात्र प्रजनन गर्छन् । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान (internal fertilization) हुन्छ ।

(झ) यिनीहरू प्रायःजसो परजीवी हुन्छन् भने केही स्वतन्त्र हुन्छन् । परजीवीहरूले अन्य जनावरको शरीरमा रोग निम्त्याउँछन् ।

उदाहरण : पेटमा पर्ने जुका (Ascaris), अङ्कुसे जुका (Hookworm), चुर्ना (Pin worm) आदि ।

5. एनिलिडा (Annelida)

क्रियाकलाप 2.7 गँड्यौलाको अवलोकन

उद्देश्य : फाइलम एनिलिडाको विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : गँड्यौला, निडल, फोरसेप

विधि

(अ) एउटा गँड्यौला लिनुहोस् । उक्त गँड्यौलाको शारीरिक बनावट राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(आ) त्यसका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(इ) थप जानकारीका लागि गँड्यौलाका बारेमा इन्टरनेटमा खोज्नुहोस् र विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ई) चार्टपेपरमा गँड्यौलाको सफा चित्र बनाउनुहोस् ।

(उ) चार्टपेपर बोर्डमा टाँसेर गँड्यौलाका विशेषता छलफल गर्नुहोस् ।

(ऊ) छलफलका आधारमा गँड्यौलालाई आधार बनाई फाइलम एनिलिडाको विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

तलका चित्र अवलोकन गरी तिनका विशेषतामा छलफल गर्नुहोस् :

गँड्यौला

जुका

नेरिस

चित्र 2.17

गँड्यौंला, जुका र नेरिस चिसो ओसिलो ठाउँमा पाइने जनावर हुन् । यी जनावरको शरीर लाम्चो, डोलो र खण्ड खण्ड मिली बनेको हुन्छ । गँड्यौला स्वतन्त्र रूपमा ओसिलो माटामा बस्छ । जुका ओसिलो ठाउँमा बस्ने परजीवी हो । यसले भर्टिब्रेटको रगत चुसेर लिन्छ । यी सबै जनावर फाइलम एनिलिडाअन्तर्गत पर्छन् । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार हुन्छन् :

(क) यस फाइलममा पर्ने जनावरहरूको शरीर लाम्चो, डोलो र भित्र र बाहिरबाट खण्ड खण्ड मिली बनेको हुन्छ ।

(ख) शरीर बाइलेटेरल्ली सिमेट्रिकल (bilaterally symmetrical) र ट्रिप्लोब्लास्टिक (triploblastic) हुन्छ ।

(ग) यिनीहरूको छाला ओसिलो (moist) हुन्छ ।

(घ) यिनीहरूले शरीरको सतहबाट सास फेर्छन् ।

(ङ) निष्कासनका लागि नेफ्रिडियाहरू (nephridia) को विकास भएको हुन्छ ।

(च) यिनीहरूमा विकसित रक्तसञ्चार प्रणाली हुन्छ । रगतमा हेमोग्लोबिन हुन्छ ।

(छ) नर्भ रिङ (nerve ring) सहितको स्नायु प्रणालीको विकास भएको हुन्छ ।

(ज) यिनीहरूमा विकसित पाचन प्रणाली हुन्छ ।

(झ) केही जनावर उभयलिङ्गी (hermaphrodite) हुन्छन् भने केही एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् । जस्तै : नेरिस ।

(ञ) यिनीहरूमा रिजेनेरेसन क्षमता अत्यधिक हुन्छ ।

(ट) यिनीहरू ओसिलो माटो र पानीमा पाइन्छन् भने कुनै बाह्य परजीवीका रूपमा पनि पाइन्छन् ।

उदाहरण : गँड्यौला (Earthworm), जुका (Leech), नेरिस *(Nereis)* आदि ।

6. आर्थ्रोपोडा (Arthropoda)

तल देखाइएका जनावरको चित्र वा सम्भव भए स्पेसिमेन अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :

पुतली *गँगटो* *झिँगे माछा* *माकुरो* *खजुरो (सेन्टिपेड)*

चित्र 2.18

(अ) यी जनावरको शारीरिक बनावटमा के समानता छ ?

(आ) यी जनावर कहाँ पाइन्छन् ?

(इ) यिनीहरूको शरीरलाई ढाकेको आवरण केले बनेको हुन्छ ?

(ई) यी जनावरलाई किन आर्थ्रोपोडाअन्तर्गत राखिएको होला ?

पुतलीले पखेटाको सहायताले हावामा उडेर फूल चहार्छ । सेन्टिपेडका धेरै खुट्टा हुन्छन् । झिँगे माछा र गँगटो पानीभित्र बस्छन् । यी जनावरहरूमा खण्ड खण्ड जोडिएर बनेका खुट्टा हुन्छन् । त्यसैले यी जनावरहरू फाइलम आर्थ्रोपोडामा पर्छन् । यो जन्तु जगत्को सबैभन्दा ठुलो फाइलम हो । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जनावरहरूमा निम्नलिखित विशेषता हुन्छन् :

(क) यस फाइलममा पर्ने जनावरको शरीरलाई कडा आवरणले ढाकेको हुन्छ जसलाई बाह्य अस्थी (exoskeleton) भनिन्छ । उक्त आवरण काइटिन (chitin) ले बनेको हुन्छ । शरीर बाइलेटेरल्ली सिमेट्रिकल (bilaterally symmetrical) र ट्रिप्लोब्लास्टिक (triploblastic) हुन्छ ।

(ख) शरीर खण्ड खण्ड परेको हुन्छ ।

(ग) धेरैजसो जनावरहरूको शरीर टाउको, छाती र पेट (head, thorax, abdomen) मा छुट्टिएको हुन्छ । पानीमा बस्ने जतिको टाउको र छाती जोडिएर सिफालोथोराक्स (cephalothorax) बनेको हुन्छ ।

(घ) टाउकामा एक जोडी कम्पाउन्ड आँखा, एन्टिना र मुखका भाग (mouth parts) हुन्छन् ।

(ङ) छातीको भागबाट खुट्टा निस्किएका हुन्छन् । खुट्टा खण्ड खण्ड मिली बनेका हुन्छन् ।

(च) सामान्यतया किराहरू (insects) को छातीको भागबाट दुईजोडा पखेटाहरू निस्किएका हुन्छन् । तर केही आर्थ्रोपोडमा एकजोडा र केहीमा पखेटा नै हुँदैनन् ।

(छ) भाले र पोथी छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । मैथुनिक प्रजनन मात्र गर्छन् ।

(ज) छाला, गिल्स वा ट्र्याकिया (Trachea) बाट सास फेर्छन् । जमिन, हावा र पानी सबै ठाउँमा पाइन्छन् ।

(झ) यिनीहरूमा रक्तसञ्चार प्रणाली, निष्कासन प्रणाली, पाचन प्रणाली, मांसपेसी प्रणाली र स्नायु प्रणालीको विकास भएको हुन्छ ।

(ञ) यिनीहरू जमिन, पानी र हावा सबैतिर पाइन्छन् ।

7. मोलस्का (Mollusca)

तल देखाइएका जनावरका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् : (सम्भव भए स्पेसिमेनको अवलोकन गर्नुहोस्)

चिप्लेकिरा *शङ्खेकिरा* *कटलफिस* *अक्टोपस*

चित्र 2.19

(अ) यी जनावरका शरीरमा रहेको कडा आवरणको काम के होला ?

(आ) यी जनावरले शत्रु आएको कसरी थाहा पाएर आफ्नो शरीर आवरणभित्र छिराउँछन् होला ?

(इ) यिनीहरूले कसरी चाल देखाउँछन् होला ?

(ई) के यिनीहरूको शरीरलाई बराबर दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ होला ?

चिप्लेकिरा र शङ्खेकिरा ओसिलो ठाउँमा पाइन्छन् । अक्टोपस र कटलफिस समुद्रमा पाइन्छन् । यी जनावरका टाउकामा टेन्टाकल्स हुन्छ । यसको सहायताले वरपरको वातावरणका बारेमा जानकारी प्राप्त गर्छन् । यिनीहरूको शरीरमा मांसपेशीबाट बनेका

खुट्टा हुन्छन् । ती खुट्टाका सहायताले यिनीहरू हिँड्डुल गर्छन् । त्यसैले यी जनावरहरू फाइलम मोलस्काअन्तर्गत पर्छन् । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जनावरहरूमा निम्नलिखित विशेषता हुन्छन् :

(क) मोलस्का फाइलममा पर्ने जनावरको शरीर नरम (soft) हुन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीर टाउको (head), भिसेरल मास (visceral mass), मांसपेशीले बनेको एउटा खुट्टा (muscular foot) र म्यान्टल (mantle) मा विभाजित हुन्छ ।

(ग) यिनीहरूमध्ये धेरैको शरीर क्याल्सियमबाट बनेको कडा आवरणले ढाकिएको हुन्छ । कुनै वस्तुमा स्पर्श हुनेबित्तिकै कडा आवरणभित्र शरीरलाई लुकाउँछन् ।

(घ) टाउकामा टेन्टाकल्सका साथै आँखा हुन्छन् ।

(ङ) यिनीहरूको शरीरलाई बराबर दुई भागमा विभाजन गर्न सकिँदैन । त्यसैले प्राय: यिनीहरूको शरीर असिमेट्रिकल (asymmetrical) हुन्छ ।

(च) मांसपेशीले बनेको खुट्टाले सतहमा चिप्लिन वा पानीमा पौडिन सहयोग गर्छ ।

(छ) यिनीहरूले शरीरको सतह वा गिल्स वा पल्मोनरी स्याक (pulmonary sac) का मदतले श्वासप्रश्वास गर्छन् ।

(ज) यिनीहरूको शरीरमा पाचन प्रणाली, रक्तसञ्चार प्रणाली र स्नायु प्रणाली विकास भएको हुन्छ ।

(झ) धेरै जनावरहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् भने केही उभयलिङ्गी (hermaphrodite) पनि हुन्छन् ।

(ञ) यिनीहरू जमिन र पानी दुबैमा पाइन्छन् जसमा चिप्लेकिरा (Slug), शङ्खेकिरा (Snail), अक्टोपस *(Octopus)*, कटलफिस (Cuttle fish), सिपी *(Unio)* आदि पर्छन् ।

8. इकाइनोडर्मेटा (Echinodermata)

स्टारफिस

सिक्युकम्बर

सिअर्चिन

चित्र 2.20

चित्रमा देखाइएका जनावरको शरीर काँडेदार आवरणले ढाकेको हुन्छ । यी जनावरहरू फाइलम इकाइनोडर्मेटाअन्तर्गत पर्छन् । यस फाइलममा पर्ने जनावरहरूका निम्नलिखित विशेषता हुन्छन् :

(क) शरीर काँडायुक्त कडा आवरणले ढाकेको हुन्छ । उक्त आवरण क्याल्सियम कार्बोनेट वा चुनढुङ्गाले बनेको हुन्छ ।

(ख) यस फाइलमा पर्ने जनावरहरू तारा आकारका, लाम्चो तथा गोलो आकारका हुन्छन् ।

(ग) यिनीहरूको शरीरमा स्पष्ट टाउको देखिँदैन ।

(घ) यिनीहरू ट्रिप्लोब्लास्टिक (triploblastic) र रेडियल्ली सिमेट्रिकल (radially symmetrical) हुन्छन् ।

(ङ) यिनीहरू ट्युब फिट (tube feet) को मदतले हिँड्डुल गर्छन् ।

(च) पाचन प्रणाली विकास भएको हुन्छ ।

(छ) गिल्सको मदतले सास फेर्छन् ।

(ज) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।

(झ) यिनीहरूमा मैथुनिक प्रजनन हुन्छ ।

(ञ) यिनीहरूमा रिजेनेरेसन क्षमतासमेत हुन्छ ।

(ट) यस फाइलममा पर्ने सबै जनावर समुद्रको नुनिलो पानीमा मात्र पाइन्छन् जसमा स्टार फिस (Star fish), सिअर्चिन (Sea-urchin), सिक्युकम्बर (Sea-cucumber) आदि पर्छन् ।

परियोजना कार्य 2.2 जीवहरूको सङ्कलन र वर्गीकरण

शिक्षकको सहयोगमा विद्यार्थीको समूह बनाई आफ्नो विद्यालय वरपर पाइने साना जीवहरूको सङ्कलन गर्नुहोस् । सङ्कलन गर्दा आवश्यक सावधानी अपनाउनुहोस् । शिक्षकको निर्देशनको पालना गर्नुहोस् । सङ्कलित जीवहरूको सावधानीपूर्वक अवलोकन गर्नुहोस् । तिनीहरूका विशेषताका आधारमा वर्गीकरण गर्नुहोस् । सङ्कलित जीवहरूका फाइलमहरूका बारेमा रिपोर्ट तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

9. फाइलम कोर्डेटा (Chordata)

जन्तु जगत्मा पर्ने सबैभन्दा विकसित जनावरहरू यस जगत्मा पर्छन् । सबै नोटोकर्ड हुने जनावरलाई फाइलम कोर्डेटामा राखिएको छ । फाइलम कोर्डेटामा पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार हुन्छन् :

(क) यिनीहरूका जीवनको कुनै अवस्थामा नर्भ कर्ड र पाचन नलीका बिचमा कार्टिलेजबाट बनेको रड आकारको नोटोकर्ड (notochord) को विकास भएको हुन्छ ।

(ख) भ्रूण अवस्थामा बाह्य घाँटीको भागमा गिलस्लिट्स (gill-slits) को विकास भएको हुन्छ ।

(ग) भर्टेब्री (vertebrae) भित्रको खाली भाग नली आकारको नसाले भरिएको हुन्छ ।

(घ) अस्थिपञ्जरलाई मांसपेशीले ढाकेको हुन्छ ।

(ङ) बन्द रक्तसञ्चार प्रणाली (closed circulatory system) विकास भएको हुन्छ । फाइलम कोर्डेटालाइ चारओटा सबफाइलममा विभाजन गरिएको छ । ती सबफाइलमहरू हेमिकोर्डेटा (hemichordata), युरोकोर्डेटा (urochordata), सेफालोकोर्डेटा (cephalochordata) र भर्टिब्रेटा (Vertebrata) हुन् । पहिलो तीनओटा सबफाइलमहरूलाई प्रारम्भिक कोर्डेटा वा प्रोटोकोर्डेटा (protochordata) पनि भनिन्छ । तिनीहरू चौथो सबफाइलम भर्टिब्रेटाभन्दा कम विकसित हुन्छन् । यहाँ हामी सबफाइलम भर्टिब्रेटाका बारेमा मात्र अध्ययन गर्छौं ।

सबफाइलम भर्टिब्रेटा (Sub-phylum vertebrata)

चित्र 2.21

चित्रमा दिइएका सबै जनावरमा मेरुदण्ड हुन्छ । मेरुदण्ड भएका जनावरलाई भर्टिब्रेट भनिन्छ । यस सबफाइलममा पर्ने जनावरहरूमा भ्रूण अवस्थामा विकास भएको नोटोकर्डलाई

पछि मेरुदण्डले विस्थापित गर्छ । माछा, भ्यागुता, सर्प, परेवा, बाघ, ह्वेल, चमेरा आदि जनावरहरू सबफाइलम भर्टिब्रेटामा पर्छन् । यी सम्पूर्ण जनावरका केही विशेषता फरक भए तापनि केही विशेषता भने समान पाइन्छन् । यस सबफाइलममा पर्ने जनावरहरूका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर बाइलेटेरल्ली सिमेट्रिकल (bilaterally symmetrical) हुन्छ ।

(ख) श्वासप्रश्वास क्रिया गिल्स वा छाला वा फोक्सोबाट सञ्चालन हुन्छ ।

(ग) कुनै जनावरहरूको शरीरको तापक्रम वातावरणअनुसार परिवर्तन भइरहन्छ, जसलाई विषमतापी (poikilothermic) जनावर भनिन्छ । विषमतापी जनावरलाई चिसो रगत भएका (cold blooded) जनावर पनि भनिन्छ ।

(घ) कुनै जनावरको वातावरणअनुसार शरीरको तापक्रम परिवर्तन हुँदैन । तिनीहरूलाई समतापी (homeothermic) भनिन्छ । समतापी जनावरको शारीरिक तापक्रम वातावरणको तापक्रमभन्दा केही बढी हुन्छ त्यसैले तिनीहरूलाई तातो रगत भएका (warm blooded) जनावर पनि भनिन्छ ।

(ङ) यिनीहरूमा विकसित रक्तसञ्चार प्रणाली हुन्छ । मुटुमा दुईदेखि चारओटा कोठाहरू हुन्छन् ।

(च) कुनै जनावरले फुलबाट बच्चा कोरल्छन् जसलाई ओभिप्यारस (oviparous) भनिन्छ । कुनै जनावरले सिधै बच्चा जन्माउँछन् तिनीहरूलाई भिभिप्यारस (viviparous) भनिन्छ ।

शारीरिक बनावट र विकासका आधारमा सबफाइलम भर्टिब्रेटालाई मत्स्य वर्ग (pisces), उभयचर (amphibia), सरिसृप (reptilia), पक्षी (aves) र स्तनपायी (mammalia) गरी पाँचओटा वर्ग (class) मा विभाजन गरिएको छ ।

(क) मत्स्य वर्ग (Pisces)

क्रियाकलाप 2.8 : माछाको अवलोकन

उद्देश्य : माछा वर्गको विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : माछा

विधि

(अ) एउटा माछा लिनुहोस् ।

(आ) माछाको शारीरिक बनावट राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(इ) शिक्षकको सहयोगमा यसका सम्पूर्ण अङ्गको अवलोकन र पहिचान गर्नुहोस् ।

(ई) अवलोकनका आधारमा विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(उ) चार्टपेपरमा माछाको सफा चित्र कोरी नामकरण गर्नुहोस् ।

(ऊ) उक्त माछाको अवलोकनका आधारमा माछा वर्गका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

समुद्री घोडा

माछा

सार्क

चित्र 2.22

चित्रमा देखाएका जनावरहरू मत्स्य वर्गमा पर्छन् । यस वर्गमा पर्ने जनावरका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर लाम्चो, चेप्टो र डुङ्गा आकारको (streamlined) हुन्छ । शरीर कत्लाले ढाकेको हुन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीरलाई टाउको (head), जिउ (trunk) र पुच्छर (tail) गरी तीन भागमा बाँडिएको हुन्छ । घाँटी हुँदैन ।

(ग) टाउकाका दुबैतिर गिल्स (gills) हुन्छन् जसले सास फेर्न मदत गर्छ ।

(घ) प्राय: पाँच ओटा फिन्स (fins) का मदतले पानीमा पौडिन्छन् ।

(ङ) यिनीहरूको शरीरभित्र हावाका थैलाहरू (swim bladder) हुन्छन् ।

(च) मुटुमा दुई कोठा (two chamber) हुन्छन् ।

(छ) यिनीहरू विषमतापी (poikilothermic) हुन्छन् ।

(ञ) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।

(झ) यिनीहरूमध्ये धेरैजसो ओभिप्यारस (oviparous) हुन्छन् भने केही भिभिप्यारस (viviparous) हुन्छन् ।

(ञ) धेरैजसो माछामा बाह्य गर्भाधान (external fertilization) हुन्छ भने कुनै (सार्क) मा भित्री गर्भाधान (internal fertilization) पनि हुन्छ ।

(ट) यिनीहरू पानीमा बस्छन् । सबै प्रकारका माछाहरू, समुद्री घोडा (Sea horse) आदि यस वर्गमा पर्छन् ।

(ख) उभयचर (Amphibia)

क्रियाकलाप 2.9 भ्यागुताको अवलोकन

उद्देश्य : एम्फिबिया वर्गको विशेषता पहिचान गर्नु

सामग्री : भ्यागुता

विधि

(अ) एउटा भ्यागुतो लिनुहोस् ।

(आ) भ्यागुताको शारीरिक बनावटको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(इ) शिक्षकको सहयोगमा यसका सम्पूर्ण अङ्गको अवलोकन र पहिचान गर्नुहोस् ।

(ई) अवलोकनका आधारमा विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(उ) उक्त भ्यागुताको अवलोकनका आधारमा एम्फिबिया वर्गका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

खस्रे भ्यागुतो (Toad)

भ्यागुतो (Frog)

सालामान्डर (Salamander)

चित्र 2.23

टोड, सालामान्डर (Salamander) र भ्यागुता पानी र जमिन दुबैमा बस्छन् । यिनीहरू वर्ग एम्फिबियामा पर्छन् । यस वर्गमा पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर ओसिलो छाला (moist skin) ले ढाकेको हुन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीरलाई टाउको र ढाड गरी दुई भागमा छुट्याउन सकिन्छ । अपवादबाहेक यिनीहरूमा पुच्छर हुँदैन ।

(ग) यिनीहरूका चारओटा खुट्टा (limbs) हुन्छन् ।

(घ) यिनीहरू विषमतापी (poikilothermic) हुन्छन् ।

(ङ) यिनीहरूले चेपागाँडा (tadpole) अवस्थामा गिल्सबाट सास फेर्छन् । तर वयस्क अवस्थामा फोक्सो र छालाबाट सास फेर्छन् ।

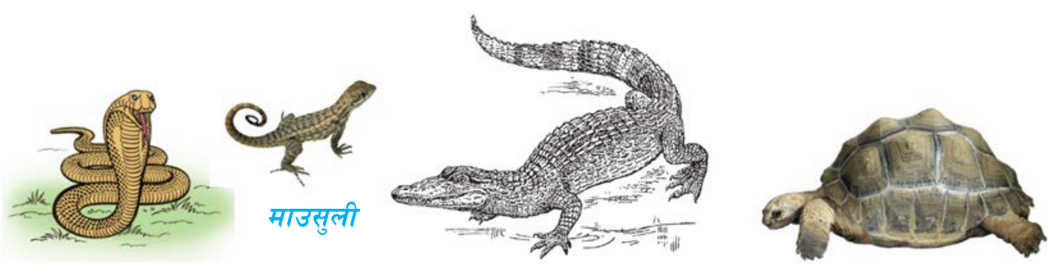
(च) यिनीहरूको मुटुमा तीनओटा कोठा हुन्छन् ।

(छ) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।

(ज) यिनीहरू ओभिप्यारस हुन्छन् । यिनीहरूले पानीमा फुल पार्छन् । यिनीहरूमा बाह्य गर्भाधान हुन्छ ।

(झ) यिनीहरूलाई प्रजननका लागि पानी आवश्यक हुन्छ । भ्यागुता (Frog), टोड (Toad) र सालामान्डर (Salamander) आदि यस वर्गमा पर्छन् ।

(ग) सरिसृप (Reptilia)



चित्र 2.24

सर्प, माउसुली, गोही, कछुवा आदि जनावरहरू जमिनमा घस्रेर हिँड्छन् । त्यसैले यी जनावरहरू रेप्टिलिया क्लासअन्तर्गत पर्छन् । यस वर्गअन्तर्गत पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर सुक्खा हुनुका साथै कडा कत्ला (dry and horny scale) ले ढाकेको हुन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीरलाई टाउको, घाँटी, ढाड र पुच्छर गरी चार भागमा छुट्याउन सकिन्छ ।

(ग) यिनीहरूका दुई जोडी खुट्टा (limbs) हुन्छन् । यिनीहरू जमिनमा घस्रेर हिँड्छन् ।

(घ) यिनीहरू विषमतापी (poikilothermic) हुन्छन् ।

(ङ) यिनीहरूले फोक्सोबाट सास फेर्छन् ।

(च) यिनीहरूको मुटुमा तीनओटा कोठा (three chamber) हुन्छन् तर गोहीको मुटुमा भने चारओटा कोठा हुन्छन् ।

(छ) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ । यिनीहरू ओभिप्यारस हुन्छन् ।

(ज) यिनीहरू धेरैजसो जमिनमा बस्छन्, कुनै कुनै जमिन र पानी दुवैमा बस्छन् । पानीमा बस्ने भए तापनि सास फेर्ने बेलामा पानीको सतहमा आउँछन् ।

सर्प (Snake), छेपारो (Lizard), माउसुली (Wall lizard), गोही (Crocodile), कछुवा (Tortoise) यस वर्गमा पर्छन् ।

(घ) पक्षी (Aves)

चित्र 2.25

सुगा, डाँफे, मयूर, हाँस, कुखुरा आदि पक्षीका अगाडिका लिम्ब्स पखेटामा रूपान्तरण भएको हुन्छ । मुखमा चुच्चो वा ठुँड (bill or beak) हुन्छ । यिनीहरूको शरीर प्वाँखले ढाकको हुन्छ । त्यसले यी सबै जनावरहरू पक्षीअन्तर्गत पर्छन् । यस वर्गमा पर्ने जनावरहरूका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) शरीर प्वाँख (feather) ले ढाकिएको हुन्छ ।

(ख) यिनीहरूको शरीर टाउको, घाँटी, जिउ र पुच्छरमा विभाजन भएको हुन्छ ।

(ग) यिनीहरूका दुई जोडा लिम्ब्स हुन्छन् । अगाडिको लिम्ब्स (fore limbs) पखेटामा रूपान्तरण भएको हुन्छ भने पछाडिको लिम्ब्स (hind limbs) हिँड्नका लागि प्रयोग हुन्छ ।

(घ) यिनीहरूको शरीरमा हुने हाड खोक्रो हुन्छ, जसलाई न्युम्याटिक हाड (pneumatic bone) भनिन्छ जसले यिनीहरूको तौल कम भई उड्न सजिलो बनाउँछ ।

(ङ) यिनीहरू समतापी (homeothermic) हुन्छन् ।

(च) यिनीहरू फोक्सोले श्वासप्रश्वास गर्छन् ।

(छ) यिनीहरूका मुटुमा चारओटा कोठा हुन्छन् ।

(ज) यिनीहरू एकलिङ्गी हुन्छन् । यिनीहरूको भित्री गर्भाधान हुन्छ । यिनीहरू ओभिप्यारस (oviparous) हुन्छन् ।

(झ) यिनीहरूको शरीरमा हावाको थैला (air sac) हुन्छन् । यिनीहरू जमिनमा बस्नुका साथै हावामा उड्छन् । सुगा (Parrot), डाँफे (Lophophorus), मयूर (Peacock), कुखुरा (Hen) आदि यस वर्गमा पर्छन् ।

(ङ) स्तनपायी (Mammalia)

चित्र 2.26

चित्रमा देखाएका मुसो, चमेरो, ह्वेल, सिंह, गाई सबै जनावरको शरीर रौँले ढाकेको हुन्छ । यिनीहरूले बच्चा जन्माएर दुध चुसाउँछन् । त्यसैले यी सबै जनावर स्तनपायी वर्गमा पर्छन् । यस वर्गअन्तर्गत पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

(क) यिनीहरूको शरीर रौँ (hair) ले ढाकेको हुन्छ ।

(ख) सामान्यतया यिनीहरूको शरीरमा टाउको, घाँटी, जिउ र पुच्छर हुन्छ ।

(ग) शरीरमा दुधको ग्रन्थि (mammary gland) हुन्छ ।

(घ) यिनीहरूले फोक्सोबाट सास फेर्छन् ।

(ङ) यिनीहरू समतापी (homeothermic) हुन्छन् ।

(च) यिनीहरूका मुटुमा चारओटा कोठा (four chamber) हुन्छन् ।

(छ) यिनीहरू एकलिङ्गी हुन्छन् । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ । यिनीहरू भिभिप्यारस (viviparous) हुन्छन् ।

मानिस (Man), घोडा (Horse), ह्वेल (Whale), गाई (Cow) आदि यस वर्गमा पर्छन् ।

क्रियाकलाप 2.10 जनावरको स्पेसिमेन अध्ययन

उद्देश्य : जनावरको वर्गीकरण गर्नु र विशेषता पहिचान गर्नु

आवश्यक सामग्री : विज्ञान प्रयोगशाालामा रहेका जनावरको स्पेसिमेनहरू

विधि

(अ) विज्ञान प्रयोगशालामा रहेका जनावरको स्पेसिमेनहरू अवलोकन गर्नुहोस् । उक्त जनावरहरूका विशेषता अध्ययन गर्नुहोस् ।

(आ) विशेषताका आधारमा जीवहरूको वर्गीकरण गर्नुहोस् ।

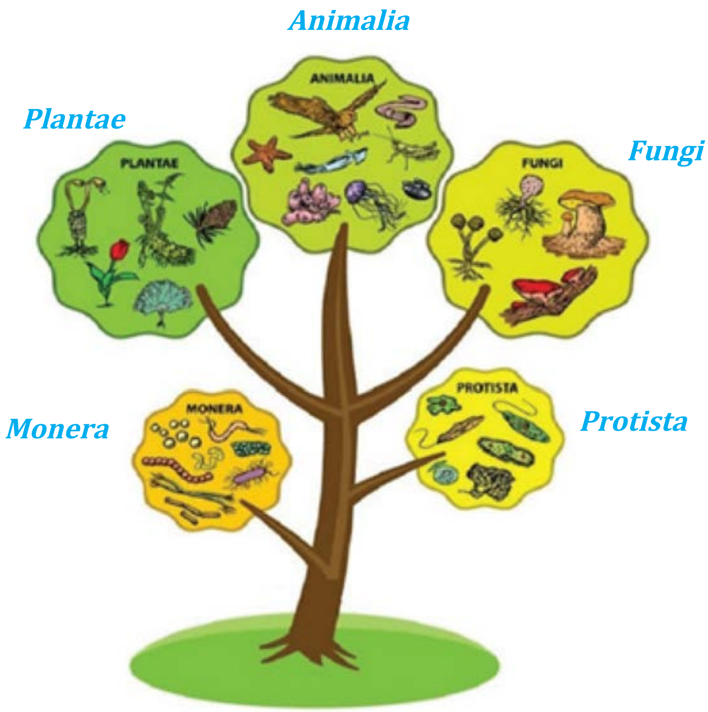
(इ) चार्टपेपरमा जनावरको वर्गीकरण चार्ट तयार गरी आफूले अवलोकन गरेका जनावर कहाँ पर्छन्, उक्त चार्टमा भर्नुहोस् ।

सजीवका वर्गीकरण र क्रमविकासका सम्बन्ध (Relation of classification of living beings and evolution)

सँगैको चित्र अवलोकन गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

(अ) मोनेरामा पर्ने जीवहरू र प्रोटिस्टामा पर्ने जीवहरूमध्ये कुन जीवको पहिला विकास भयो होला ?

(आ) चित्रमा पाँचओटा जगत्लाई वृक्षचित्रमा देखाइएको छ । यस चित्रबाट क्रम विकास र जीवको वर्गीकरणबिचको सम्बन्ध छलफल गर्नुहोस् ।



चित्र 2.28 जीवहरूको वर्गीकरण

पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीका आधारको अध्ययन गर्दा कुनै जगत्हरूबिच धेरै साझा विशेषता छन् भने कुनै जगत्हरूबिच थोरै साझा विशेषता छन् । यसले पनि के देखाउँछ भने सबै जीवहरूको विकास साझा पूर्वजबाट भएको हो । यहाँ सबैका साझा गुण भनेको सबै जीवहरू एउटा सजीव कोषबाट विकास भएका हुन्छन् । जीवहरूको वर्गीकरणको आधारले के देखाउँछ भने पृथ्वीमा सबैभन्दा पहिले प्रोक्यारियोटिक जीवको उत्पत्ति भएको थियो जुन मोनेरा जगत्मा पर्छ । त्यसबाटै बिस्तारै युक्यारियोटिक एककोषीय जीवहरूको विकास भयो जुन प्रोटिस्टा जगत्मा पर्छ । यसरी क्रमिक विकास हुँदै जाँदा बहुकोषीय जीवहरू फन्जाइ, वनस्पति र जन्तु जगत्को विकास भएको पाइन्छ ।

सजीवको वर्गीकरण र क्रमविकास जीव विज्ञानका दुईओटा छुट्टाछुट्टै भाग हुन् । जीवहरूका समानता र भिन्नताका आधारमा विभिन्न समूहमा विभाजन गर्नुलाई सजीवको वर्गीकरण भनिन्छ । त्यस्तै क्रमविकासमा सरल जीवहरूबाट विकसित जीवहरूको

विकास हुने प्रक्रियाको अध्ययन गरिन्छ । सजीवहरूका वर्गीकरण गर्दा सबैभन्दा धेरै साझा गुण हुने जीवहरूलाई एउटा समूहमा राखिन्छ, जस्तै : क्लास म्यामेलियामा पर्ने सबै जनावरका धेरै साझा गुण हुन्छन् । तर क्लास म्यामेलियामा पर्ने जनावर र क्लास एभ्समा पर्ने जनावरहरूबिच तुलना गर्दा केही कम साझा गुणहरू हुन्छन् । त्यस्तै क्लास म्यामेलिया र क्लास पाइसिजबिच तुलना गर्दा अझ थोरै साझा गुणहरू हुन्छन् । यसले के देखाउँछ भने म्यामेलियामा पर्ने जनावरहरू धेरै कम वर्ष पहिले मात्र एउटै पूर्वजबाट प्रजातीकरण भएका हुन् ।

चित्र 2.27 जीवहरूको विकासक्रम र वर्गीकरण

भर्टिब्रेटाको विभिन्न समूहमा पर्ने जनावरहरूको विकासक्रमलाई हेर्दा माछाका मुटुमा दुईओटा कोठा हुन्छन् । सरिसृपको मुटुमा तीनओटा कोठा हुन्छन् भने पक्षी वर्ग र स्तनपायी वर्गका जनावरहरूको मुटुमा चारओटा कोठाहरू हुन्छन् । यसले पनि विकसित जनावरहरू कम विकसित जनावरहरूबाट विकास भएको जनाउँछ । यिनै भिन्न गुणहरूका कारणले जीवहरूको वर्गीकरणमा पनि मदत पुगेको छ ।

पाइसिज, एभ्स र म्यामेलियामा रहेका साझा गुणबाट के थाहा हुन्छ भने यी तिनै क्लासमा पर्ने जीवहरू धेरै वर्ष पहिले एउटै पूर्वजबाट विकास भएका थिए । विकासको क्रममा जीवहरूको अनुकूलनका लागि नयाँ नयाँ गुणहरूको विकास हुँदै जाँदा प्रजातीकरण हुँदै गयो र नयाँ नयाँ जीवहरूको उत्पत्ति हुँदै गयो । यहाँ पाइसिज वर्गभन्दा एभ्स वर्ग म्यामेलिया वर्गको धेरै नजिक देखिन्छ । यसको अर्थ एभ्स र म्यामेलिया पाइसिजभन्दा धेरै कम वर्ष पहिले मात्र एउटै पूर्वजबाट प्रजातीकरण भएको देखिन्छ । पाइसिज, एभ्स र म्यामेलियाका साझा गुणले यी सबै जीव एउटै पूर्वजबाट विकास भएको जनाउँछ । यसरी नै जन्तु जगत्मा पर्ने विभिन्न फाइलमका विशेषता अध्ययन गऱ्यौँ भने तिनीहरूबिच पनि साझा गुणहरू पाइन्छन् । यसबाट के प्रमाणित हुन्छ भने जन्तु जगत्मा पर्ने सबै जीवहरूका पूर्वज एउटै थिए । विकासका क्रममा बिस्तारै नयाँ नयाँ प्रजातिको विकास हुँदै गयो ।

परियोजना कार्य 2.3 सजीवको वर्गीकरण र क्रमविकासको सम्बन्धको अध्ययन

सजीवको वर्गीकरण चार्ट लिनुहोस् । यसमा वर्गीकरणको आधारका गहन अध्ययन गर्नुहोस् । विभिन्न समूहमा रहेका जीवहरूका विशेषताबारे सहपाठीहरूबिच छलफल गर्नुहोस् । तिनीहरू बिचका समान र असमान विशेषता पहिचान गर्नुहोस् । आवश्यकताअनुसार शिक्षक र इन्टरनेटको सहयोग लिनुहोस् । आफ्नो अध्ययन र सोधखोजका आधारमा सजीवको वर्गीकरण र क्रमविकासको सम्बन्धका बारेमा छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् । सम्भव भए उक्त प्रतिवेदनको power point presentation तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) वनस्पति जगत्मा पर्ने जीवहरूका मुख्य विशेषता के के हुन् ?

(अ) युक्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता भएको, परपोषक

(आ) युक्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता नभएको, परपोषक

(इ) युक्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता भएको, स्वपोषक

(ई) युक्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता भएको, स्याप्रोट्रोफिक

(ख) साइकसलाई किन जिम्नोस्पर्ममा राखिएको हो ?

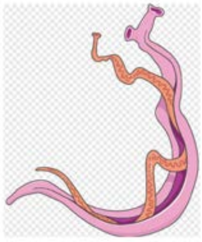
(अ) यसमा फूल फुल्छ, बिउ उत्पादन गर्छ ।

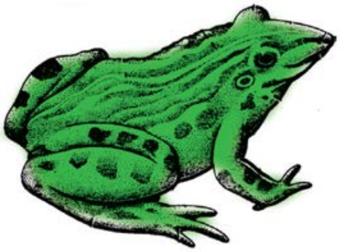
(आ) यसमा फूल फुल्छ, यसका पात तिखा हुन्छन् ।

(इ) यसमा फूलको सट्टा कोन हुन्छ, फलविनाको नाङ्गो बिउ हुन्छ ।

(इ) यसमा फूलको सट्टा कोन हुन्छ, फलभित्र बिउ हुन्छ ।

(ग) यहाँ दुईओटा जीवको चित्र दिइएको छ । यी दुबै जीव एउटै जगत्मा पर्छन् । यी चित्रहरू अवलोकन गर्नुहोस् । यी दुबैलाई एउटै जगत्मा राख्नुको मुख्य कारण के हो ?





(अ) बहुकोषीय भई विभिन्न प्रणालीयुक्त हुन्छन् ।

(आ) बहुकोषीय भई परपोषक हुन्छन् ।

(इ) बहुकोषीय भई परजीवी हुन्छन् ।

(ई) बहुकोषीय भई ओभिप्यारस हुन्छन् ।

(घ) क्रमविकासका आधारमा दिइएका मध्ये सबैभन्दा धेरै नजिकको सम्बन्ध भएका जीवहरूको समूह कुन हो ?

(अ) पोरिफेरा, एनिलिडा, कोर्डेटा

(आ) पोरिफेरा, आर्थ्रोपोडा, कोर्डेटा

(इ) सिलेन्टरेटा, आर्थ्रोपोडा, कोर्डेटा

(ई) प्लेटिहेल्मेन्थिस, निमाथेल्मेन्थिस, एनेलिडा

(ङ) ह्वेललाई स्तनधारी समूहअन्तर्गत राखिनुको मुख्य कारण कुन हो ?

(अ) फोक्सोले सास फेर्छ ।

(आ) शरीरमा मेरुदण्ड हुन्छ ।

(इ) भिभिप्यारस हुन्छ ।

(ई) बच्चा जन्माएर दुध चुसाउँछ ।

(च) मसभन्दा क्लबमस विकसित हुनुको प्रमुख कारण कुन हो ?

(अ) क्लबमस जमिनमा हुर्कन्छ ।

(आ) क्लबमस स्पोरोफाइट हो ।

(इ) क्लबमसमा जाइलम र फ्लोयम तन्तु हुन्छ ।

(ई) अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन्समा स्पोरोफाइट प्रबल हुन्छ ।

(छ) कोषमा कोषभित्ता हुने जीवहरूका जगत् कुन कुन हुन् ?

(अ) मोनेरा, फन्जाइ, एनिमलिया

(आ) फन्जाइ, प्लान्टी, प्रोटिस्टा

(इ) फन्जाइ, प्लान्टी, एनिमलिया

(ई) फन्जाइ, प्लान्टी, मोनेरा

(ज) मुटुमा चारओटा कोठा हुने, शरीर भुत्ला र पखेटाले छोपेको, ओभिप्यारस जनावर कुन समूहमा पर्छ ?

(अ) स्तनपायी

(आ) सरिसृप

(इ) पक्षी

(ई) उभयचर

(झ) तलका मध्ये कुन समूह एन्जियोस्पर्मअन्तर्गत पर्छन् ?

(अ) सल्लो, उनिउँ, केराउ　　(आ) धुपी, मकै, चना

(इ) मस, मकै, सिमी　　(ई) धान, केरा, आँप

(ञ) शरीरमा भास्कुलर तन्तु हुने बिरुवाको डिभिजनलाई के भनिन्छ ?

(अ) स्पोरोफाइटा　　(आ) ग्यामेटोफाइटा

(इ) ट्राकियोफाइटा　　(ई) स्पर्माटोफाइटा

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) वनस्पति जगत् र जन्तु जगत्　　(ख) माछा र तारामाछा

(ग) जेली फिस र कटल फिस　　(घ) मस र क्लबमस

(ङ) सल्लो र पिपल　　(च) माछा र ह्वेल

(छ) ढुकुर र चमेरो

3. कारण दिनुहोस् :

(क) सजीवहरूको वर्गीकरण गर्न आवश्यक छ ।

(ख) फ्युकस र मार्केन्सिया हेर्दा उस्तै देखिन्छन् तर फ्युकसलाई अल्गी र मार्केन्सियालाई ब्रायोफाइटाअन्तर्गत राखिन्छ ।

(ग) जिम्नोस्पर्ममा फल लाग्दैन ।

(घ) गोहीमा चारओटा कोठा भएको मुटु हुन्छ तर यो रेप्टिलियाअन्तर्गत पर्छ ।

(ङ) चमेरो र ह्वेलका धेरै विशेषता असमान छन् तर पनि यिनीहरू एउटै वर्गमा पर्छन् ।

(च) रिसियालाई एम्फिबियन बिरुवा भनिन्छ ।

(छ) उनिउँमा फूल फुल्दैन, साइकसमा फूल फुल्छ तर फल फल्दैन, केरामा फूल पनि फुल्छ र फल पनि फल्छ; तर पनि यी सबै बिरुवाहरू एउटै डिभिजनमा पर्छन् ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) वनस्पति जगत्मा पर्ने जीवहरूलाई कति डिभिजनमा विभाजन गरिएको छ ?

(ख) वनस्पति जगत्का मुख्य विशेषता लेख्नुहोस् ।

(ग) जिम्नोस्पर्म र एन्जियोस्पर्ममा पर्ने बिरुवाहरूका समानता लेख्नुहोस् ।

(घ) तपाईँलाई ट्राकियोफाइटामा पर्ने केही बिरुवाहरूका पात मात्र दिएर आफूले कक्षामा प्राप्त गरेको वर्गीकरणसम्बन्धी ज्ञानको प्रयोग गरी यी बिरुवाहरूको सबडिभिजन छुट्याउन भनियो । के यो सम्भव छ, तर्कसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ङ) सबडिभिजन टेरिडोफाइटाका प्रमुख विशेषता लेख्नुहोस् ।

(च) रोशनीले आफ्नो बगैँचामा नयाँ बिरुवामा फूलेका फूलको मात्र अवलोकन गरेर त्यो बिरुवा मोनोकटिलेडनमा पर्ने निष्कर्ष निकालिन् । यस्तो गर्नु ठिक हो कि होइन, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(छ) चित्रमा दुईओटा बिरुवाहरू देखाइएको छ । दुवै चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र तल सोधिएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(अ) यी दुई बिरुवाबिच तुलना गरी समानता र भिन्नता लेख्नुहोस् ।

(आ) यिनीहरूको सबडिभिजन उल्लेख गर्नुहोस् । साथै उक्त सबडिभिजनमा पर्नुको कारण पनि लेख्नुहोस् ।

(इ) यी दुईमध्ये कुन बिरुवा विकसित छ, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ज) यो चार्टले जनावरहरूको चार समूह देखाउँछ । माछा कुन समूहमा पर्छ ?

	जमिनमा बस्ने	पानीमा बस्ने
मेरुदण्ड नभएका		
मेरुदण्ड भएका		

(झ) फाइलम पोरिफेरामा पाचन प्रणाली विकास भएको हुँदैन । यिनीहरूमा पाचन कसरी हुन्छ, लेख्नुहोस् ।

(ञ) राकेशले चउरमा खेल्दाखेल्दै एउटा नयाँ जनावर देखेछन् । उनले जन्तु जगत्को वर्गीकरणको ज्ञान प्रयोग गरेर उक्त जनावर कुन फाइलममा पर्छ भनेर कसरी पत्ता लगाउँछन्, व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ट) सार्क र ह्वेल दुबै पानीभित्र बस्ने जनावर हुन् । यी जनावरका विशेषताका आधारमा यी दुईमध्ये कुनचाहिँ विकसित जनावर हो, कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ठ) यहाँ दुईओटा जनावरको चित्र दिइएको छ, तुलनात्मक अध्ययन गरी तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(अ) यी जनावरहरू कुन फाइलम र क्लासअन्तर्गत पर्छन् ?

(आ) यी जनावरहरूबिचका कुनै दुई समानता र असमानता लेख्नुहोस् ।

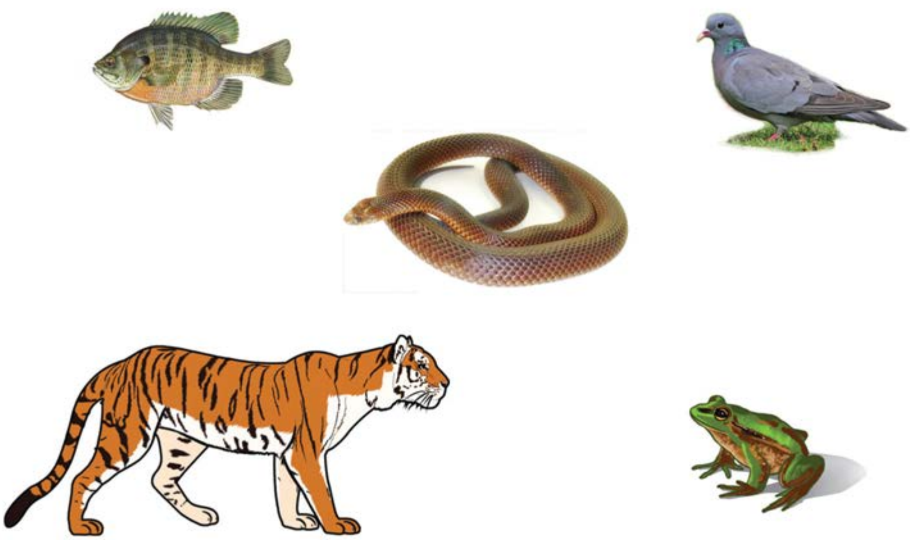
(इ) यी जनावरको अध्ययनले क्रमविकासको अवधारणालाई कसरी स्पष्ट पार्छ ?

(ड) सजीवहरूको वर्गीकरण र क्रमविकासबिचको सम्बन्ध व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ढ) पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार वनस्पति जगत्को वर्गीकरण चार्ट बनाउनुहोस् ।

(ण) पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार जन्तु जगत्को वर्गीकरण चार्ट बनाउनुहोस् ।

(त) चित्रको अवलोकन गरी तलका प्रश्नको जवाफ दिनुहोस् :



(अ) कुन जनावरको शरीरमा दुई कोठा भएको मुटु हुन्छ ?

(आ) कुन जनावरले बच्चालाई दुध चुसाउँछ ?

(इ) भ्यागुता र सर्पबिचका दुईओटा समानता लेख्नुहोस् ।

(ई) यी जनावरमध्ये कुन कुनका शरीरमा हावाका थैली हुन्छन् ?

3

मौरी
(Honey Bee)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :

चित्र 3.1 मौरीका घार

(अ) चित्रमा देखाइएका मौरीका घार कस्ता किसिमका मौरीका घार हुन् ?

(आ) के मौरीलाई मानिसले घार बनाइदिनुपर्छ ?

(इ) मौरी कस्तो किसिमको जनावर हो ?

घटना अध्ययन गरौँ

सानुमाया आफ्नो बगैँचामा भएका फूलमा पानी हाल्दै थिइन् । त्यति बेला किरा भुनभुन गरेको आवाजतिर उनको ध्यान तानियो । पानी हाल्न छोडेर उनी ती किरा किन भुनभुनाएको होलान् भनेर ध्यान दिएर हेर्न थालिन् । ती किराहरूको अवलोकनपश्चात् वास्तवमा ती किरा मौरी रहेको थाहा पाइन् । तिनीहरू फूलहरूको रस चुस्दै भुनभुनाएका रहेछन् । सानुमाया निकैबेर ध्यान दिएर हेर्न थालिन् । उनले मौरीहरू फूलमा बस्दै एकछिनमा उडेर जाँदै गरेको पनि देखिन् । मौरी कता गएका होलान् भनेर पत्ता लगाउन कोसिस गरिन् र पछ्याउँदै जाँदा नजिकैको रुखमा बनाएको घारमा गएर बसेको देखिन् । अलि टाढैबाट भए पनि उनले मौरीको घार पनि अवलोकन गरिन् । त्यहाँ उनले विभिन्न किसिमका मौरी देखिन् ।

के तपाईँले पनि आफ्नो घर वा वरपर कतै मौरीको घार देख्नुभएको छ, आफ्नो अनुभव तथा माथिको घटनाका आधारमा तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

(अ) मौरी के खाएर बाँच्छ ?

(आ) के मौरीको घारमा सबै एकै किसिमका मौरी बस्छन् ?

(इ) मौरीले मानिसलाई कस्तो पाठ सिकाउँछ ?

(ई) मौरीले मह उत्पादन गरेर मात्रै मानिसलाई सहयोग गर्छ कि अरू तरिकाले पनि सहयोग गर्छ ?

मौरी प्राकृतिक रूपमा आफैँले बनाएको विशेष किसिमको घारमा स्वतन्त्र रूपमा बस्ने किरा हो । यो आर्थ्रोपोडा फाइलमअन्तर्गत पर्छ । मौरीपालन गर्दा मौरीपालकले मौरीका लागि कृत्रिम घारको निर्माण गरेका हुन्छन् । मौरी ठुलो समूहमा बस्ने सामाजिक किरा हो । मौरीको घारमा रानी, कर्मी र भाले गरी तीन किसिमका मौरी बस्छन् । मौरीका सदस्यहरूबिच उच्च समझदारी र कडा अनुशासन रहन्छ । यिनीहरूबिच उच्चस्तरीय श्रम विभाजन पाइन्छ । मौरीका प्रत्येक सदस्य एकदमै अनुशासित, उद्यमी र मिहिनेती हुन्छन् साथै तिनीहरूले आफूलाई सधैँ व्यस्त राख्छन् । मौरीले फूलको रस (nector) र परागकण (pollen grains) बटुलेर मह बनाउँछन् ।

परापूर्व कालदेखि नै मानिसले मह उत्पादनका लागि परम्परागत रूपमा मौरीपालन गरेको पाइन्छ । बिसौँ शताब्दीदेखि मौरीलाई मह उत्पादनका लागि मात्र नभएर बालीनालीमा परागसेचन गर्नका लागि साथै मैन उत्पादनका लागि समेत पाल्ने गरिन्छ । अहिले कृषि व्यवसायका रूपमा मौरीपालन गर्न आधुनिक घारहरू निर्माण गर्ने गरिन्छ । यसबाट धेरैभन्दा धेरै मह उत्पादन गर्न सकिन्छ । यसरी व्यावसायिक उद्देश्यले मौरीपालन गर्ने प्रक्रियालाई एपिकल्चर (apiculture) भनिन्छ । व्यावसायिक उद्देश्यले मौरीपालन गर्नका लागि मौरीका बारेमा छुट्टै अध्ययन अनुसन्धान गरिन्छ । मौरीका बारेमा अध्ययन गर्ने विज्ञानलाई एपिकोलोजी वा मेलिटोलोजी (Apicology or melittology) भनिन्छ जुन कीटविज्ञान (Entomology) को एउटा शाखा हो ।

मौरीको बाहिरी बनावट (External structure of honeybee)

क्रियाकलाप 3.1 मौरीको अवलोकन र अध्ययन

उद्देश्य : मौरीको शारीरिक बनोटको अध्ययन गर्नु

आवश्यक सामग्री : सम्भव भए मौरीहरू (रानी मौरी, कर्मी मौरी र भाले मौरी) नभए सबै किसिमका मौरीहरूको शारीरिक बनावट देखिने भिडियो वा चित्र

विधि

(अ) कक्षाका साथी तीन समूहमा विभाजन हुनुहोस् ।

(आ) प्रत्येक समूहले एउटा एउटा मौरी (रानी मौरी, कर्मी मौरी र भाले मौरी) को चित्र लिनुहोस् नभए भिडियो अवलोकन गर्नुहोस् र यसको शारीरिक बनावटको अध्ययन गर्नुहोस् ।

(इ) चार्टपेपरमा उक्त मौरीको चित्र कोरेर यसका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् ।

(ई) आलोपालो गरी प्रत्येक समूहले कक्षामा प्रस्तुत गरी छलफल गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

छलफलका आधारमा मौरीको शारीरिक बनावटको निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

रानी मौरी

भाले मौरी

कर्मी मौरी

चित्र 3.2 मौरीका प्रकार

सामान्यतया मौरीको आकार 9 mm देखि 20 mm सम्म हुन्छ । अन्य किराको जस्तै यिनीहरूको शरीर टाउको, छाती र पेट (head, thorax, abdomen) गरी तीन भागमा विभाजित हुन्छ । यिनीहरूको टाउकामा एकजोडी कम्पाउन्ड आँखा, एक जोडी एन्टना र मुखका भाग हुन्छन् । एन्टनाका सहायताले मौरीले वातावरणमा हुने परिवर्तन थाहा पाउँछन् । कम्पाउन्ड आँखाले टाउको नघुमाई वरिपरि हेर्न सक्छ । छातीमा तीनओटा खण्ड हुन्छन् । प्रत्येक खण्डको तल्लो भागबाट एक एक जोडी खुट्टा निस्केका हुन्छन् । यिनीहरूको खुट्टा खण्ड खण्ड जोडिएर बनेका हुन्छन् । त्यसैले मौरी आर्थ्रोपोडा फाइलमअन्तर्गत पर्छन् । यिनीहरूको छातीको माथिल्लो भागबाट दुईजोडा पखेटा निस्केका हुन्छन् जसले यिनीहरूलाई टाढासम्म उड्न मदत गर्छन् । पेटको भाग 9 खण्डमा विभाजित हुन्छ तर वयस्क पोथीमा 6 खण्ड र वयस्क भालेमा 7 खण्ड स्पष्ट देखिन्छ ।

मौरीको घारमा रानी मौरी, भाले मौरी र कर्मी मौरी गरी तीन किसिमका मौरी हुन्छन् । प्रत्येक मौरीका आफ्नै विशेषता हुन्छन् जसका बारेमा यहाँ अध्ययन गरिन्छ :

रानी मौरी (Queen bee)

मौरीको घारमा रहेको सबैभन्दा ठुलो र सलक्क परेको लाम्चो आकारको मौरी रानी मौरी हो । यसको टाउको अरूको भन्दा सानो र गोलाकार हुन्छ । यसको सुँड छोटो र रौँले ढाकेको हुन्छ । रानी मौरीको पेटको अन्तिम भागमा खिल हुन्छ । सामान्य अवस्थामा एउटा गोलामा एउटा मात्र रानी मौरी हुन्छ । यसको मुख्य काम फुल पार्नु हो । यसले घारको सम्पूर्ण मौरीलाई परिस्थितिअनुसार सञ्चालन गर्छ । यसको शरीरबाट विशेष किसिमको गन्ध आउँछ जसलाई सेक्स फेरोमोन भनिन्छ । यसले समागम (mating) का लागि भाले मौरीलाई आकर्षण गर्छ । साथै त्यो गन्ध गोलाको सम्पूर्ण मौरीले ग्रहण गरेका हुन्छन् । यसैका आधारमा मौरीले आफ्नो घार पत्ता लगाउँछ । घारमा सबैभन्दा लामो समयसम्म बाँच्ने रानी मौरी हो । यो करिब 2 देखि 5 वर्षसम्म बाँच्छ । त्यसपछि कर्मी मौरीले कुनै लार्भालाई रोयल जेलीमात्र खुवाएर अर्को नयाँ रानी मौरी बनाउँछन् ।

भाले मौरी (Drone Bee)

भाले मौरी रानी मौरीभन्दा सानो तर कर्मी मौरीभन्दा ठुलो, कालो र झुसिलो हुन्छ । यसको विष ग्रन्थि, मह बनाउने ग्रन्थि र खुट्टामा पराग थैली केही पनि हुँदैन । यिनीहरू अति अल्छी हुन्छन् । यिनीहरूलाई खानासमेत कर्मी मौरीले खुवाउनुपर्छ । भाले मौरीले रानी मौरीलाई गर्भाधान गराउने काम मात्र गर्छन् । भाले मौरी ह्याप्लोइड (haploid) हुन्छन् । यिनीहरूमा 16 ओटा क्रोमोजोम मात्र हुन्छन् भने अन्य मौरी (रानी र कर्मी) diploid हुन्छन अर्थात् यिनीहरूमा 32 ओटा क्रोमोजोम हुन्छन् । भालेहरू गर्भाधान नभएका फूलहरूबाट विकास हुन्छन् । यस प्रक्रियालाई पार्थेनोजेनेसिस (parthenogenesis) भनिन्छ । यिनीहरू करिब 2 महिना बाँच्छन् ।

कर्मी मौरी (Worker bee)

घारमा रहेका मौरीमध्ये सबैभन्दा साना मौरी कर्मी मौरी हुन् । यिनीहरूका शारीरिक बनावट विशेष किसिमको हुन्छ । कर्मी मौरीको मुख चपाउने र चाट्ने (chewing and lapping)

प्रकृतिको हुन्छ । कर्मी मौरी असाध्यै मिहिनेती हुन्छन् । खुट्टाहरू झुसिलो रौँले ढाकिएका हुन्छन् ।

यिनीहरूको खुट्टामा पोलेन बास्केट हुन्छ जसमा यिनीहरूले पोलेन जम्मा गरेर ल्याउँछन् । यिनीहरूले फूलको रस जम्मा गर्ने, घार बनाउने, लार्भाको हेरचाह गर्ने, शत्रुसँग लड्ने आदि कार्य गर्छन् । एउटा घारमा करिब 20,000 देखि 80,000 को सङ्ख्यामा कर्मी मौरी हुन्छन् । यिनीहरूको आयु सामान्यतया 6 हप्तादेखि 6 महिनासम्म हुन्छ ।

विचारणीय प्रश्न : मौरीले चिल्दा किन सुन्निन्छ ?

मौरीको जीवनचक्र (Life cycle of honey bee)

क्रियाकलाप 3.2 मौरीको जीवनचक्र अवलोकन र अध्ययन

उद्देश्य : मौरीको जीवनचक्रको अध्ययन गरी चित्र तथा नमुना निर्माण गर्नु र विशेषता तयार गर्नु

आवश्यक सामग्री : मौरीको जीवनचक्रको भिडियो वा चित्रहरू, क्ले, मेटाकार्ड आदि ।

विधि

(अ) कक्षाका साथीहरू चार समूहमा विभाजन हुनुहोस् ।

(आ) प्रत्येक समूहले मौरीको भिडियो अवलोकन गर्नुहोस् ।

(इ) प्रत्येक समूहले मौरीको जीवनचक्रको एउटा एउटा अवस्था (फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क) को गहन अध्ययन र छलफल गरी यसको चित्र मेटाकार्डमा कोरेर यसका विशेषता टिपोट गर्नुहोस् । साथै क्लेको प्रयोग गरी मौरीको जीवनचक्रको नमुना पनि तयार गर्नुहोस् ।

(ई) पालपाला गरी प्रत्येक समूहले मेटाकार्डहरू र तयार गरेका नमुना क्रमबद्ध तरिकाले बोर्डमा टाँसेर जीवनचक्रको नमुना तयार गर्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गरी छलफल गर्नुहोस् ।

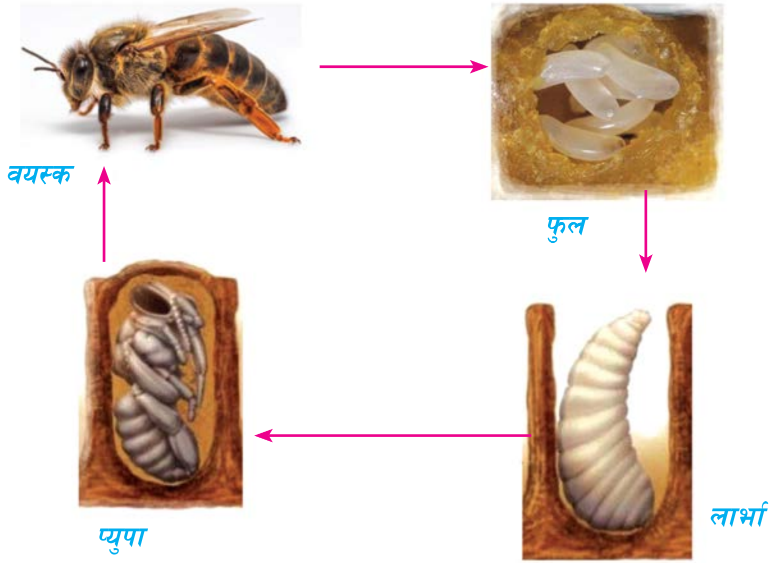
निष्कर्ष : छलफलका आधारमा मौरीको जीवनचक्रको निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

मौरीको जीवनचक्र पूरा हुन लाग्ने समय अवधि मौरीको जातअनुसार फरक फरक हुन्छ । सबै मौरीको जीवनचक्र फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क गरी चार अवस्थामा पूरा हुन्छ । यी

अवस्थाहरूको समय अवधि मौरीको जातअनुसार फरक फरक हुन्छ । मौरीको जीवनचक्र पूरा हुन पुराना तन्तुहरू नष्ट हुने (histolysis) र नयाँ तन्तुहरू बन्ने (histogenesis) पक्रिया हुन्छ । यस प्रक्रियाअनुसार फुलबाट लार्भा, लार्भाबाट प्युपा र प्युपाबाट वयस्क मौरी बन्छ । यस प्रक्रियालाई कम्प्लिट मेटामर्फोसिस (complete metamorphosis) भनिन्छ ।

मौरीको घारमा कर्मी मौरीको सङ्ख्या निकै बढेमा रानी मौरीले थुप्रै कर्मी मौरीसँग मिली नयाँ समूह निर्माण गर्छ र घार छोडेर अन्तै जान्छ । कर्मी मौरीले नयाँ घार निर्माण गर्छन् । पुरानो घारमा रहेका कर्मी मौरीले निसेचित अण्डबाट जन्मिएको एउटा लार्भालाई रोयल जेली मात्र खुवाएर नयाँ रानी मौरी तयार गरेका हुन्छन् । जब रानी मौरी वयस्क हुन्छ तब नप्चियल फ्लाइट (nuptial flight) वा मेटिङ फ्लाइट (mating flight) का लागि निस्कन्छ । सामान्यतया रानी मौरी साँझको समयमा मेटिङ फ्लाइटका लागि निस्कन्छ । जब रानी मौरी बाहिर निस्कन्छ तब घारमा रहेका भाले मौरीहरू रानी मौरीको पछि लाग्छन् । रानी मौरीले धेरै भाले मौरीसँग सम्भोग गर्छ । सम्भोगपश्चात् भाले मौरी मर्छन् ।

सम्भोगपश्चात् शुक्रकीटहरू रानी मौरीको शरीरमा भण्डारण हुन्छन् जुन लाखौँ फुलहरूलाई निसेचन गर्न काम लाग्छन् । रानीको शरीरमा भालेका शुक्रकीटहरू जम्मा हुने थैलालाई स्पर्म स्याक्स वा स्पर्म्याथेकी (spermathecae) भनिन्छ । सम्भोगपश्चात् लिङ्ग र पेटका तन्तुहरू नराम्ररी च्यातिने हुनाले भाले मौरी मर्छ । सम्भोगको 2–3 दिनपछि रानी मौरीले घारमा रहेका ब्रुड प्रकोष्ठ (brood cell)मा फुल पार्न सुरु गर्छ ।



चित्र 3.3 मौरीको जीवनचक्र

फुल (Egg)

मौरीको फुल सेतो रङको लाम्चो आकारको हुन्छ । जुन पहिला दिन ब्रुड प्रकोष्ठका पिँधमा ठाडा हन्छ । दोस्रो दिन ढल्केको हुन्छ र तेस्रो दिनमा ढलेको हुन्छ । रानी मौरीले भाले बनाउन भाले प्रकोष्ठमा, कर्मी बनाउन कर्मी प्रकोष्ठमा र रानी बनाउन रानी प्रकोष्ठमा फुल पार्छ । रानी मौरीले उपयुक्त समयमा प्रतिदिन 3000 ओटासम्म फुल पार्छ । मौरीको जातअनुसार फुलको सङ्ख्या घटबढ हुन सक्छ । फुल अवस्था सबै मौरीको तीन दिनकै हुन्छ । फुलको साइज 1mm देखि 1.5mm सम्मको हुन्छ । फुल निसेचित (fertilized) र अनिसेचित (unfertilized) गरी दुई किसिमका हुन्छन् । निसेचित फुलबाट कर्मी मौरी र रानी मौरी बन्छन् । अनिसेचित फुलबाट भाले मौरी बन्छ ।

लार्भा (Larva)

रानी मौरीले फुल पारेको तीन दिनपछि मौरीका किसिमअनुसार रानी प्रकोष्ठमा पाँचदेखि साढे पाँच दिन, कर्मी प्रकोष्ठमा छ दिन र भाले प्रकोष्ठमा छ दिनसम्मको अवधिलाई लार्भा अवस्था भनिन्छ । यस अवस्थामा लार्भाले धेरै खान्छ । रानी र भाले मौरीको लार्भा, कर्मी मौरीको भन्दा ठुलो हुन्छ । रानी मौरी र कर्मी मौरी निसेचित फुलबाट बन्छन् साथै दुबै पोथी मौरी हुन् । त्यसैले रानी मौरी बनाउने कि कर्मी मौरी बनाउने भन्ने कुरा लार्भालाई खुवाउने खानामा भर पर्छ । तीन दिनसम्म सबै प्रकारका लार्भालाई रोयल जेली खुवाइन्छ । तर त्यसपछिको खानाको तालिका मौरीअनुसार फरक फरक हुन्छ । रानी मौरी बनाउनु परेमा लार्भा अवस्थाको अवधिभर पोषणयुक्त तत्त्व रोयल जेली (royal jelly) मात्र खुवाउँछन् भने कर्मी मौरी बनाउनका लागि तीन दिनपछि मह र कुटको मिश्रण खुवाउँछन् । उक्त मह र कुटका मिश्रणलाई मधुरोटी (honey-bread) भनिन्छ । भाले मौरीलाई पनि तीन दिनपछि मह र कुटको मिश्रण खुवाउँछन् । लार्भा अवस्थामा मौरीले चारदेखि पाँच पटकसम्म काँचुली (moulting) फेर्छ । लार्भालाई खुवाउने खाना फरक फरक भएकाले यिनीहरूको विकासको अवस्थाको अवधि पनि फरक फरक हुन्छ ।

प्युपा अवस्था (Pupa Stage)

प्युपा अवस्थामा यिनीहरू खाना नखाई तथा नचली निष्क्रिय रहन्छन् । तर यिनीहरूको शारीरिक परिवर्तन चाहिँ भइरहेको हुन्छ । यो अवस्थामा तीन जोडा खुट्टा, पखेटा तथा मुखका भागहरू विकास हुन्छन् । मौरीको वर्गअनुसार रानी मौरीमा करिब 8 दिन, कर्मी मौरीमा 12 दिन र भाले मौरीमा 14 दिनको अवधिमा सम्पूर्ण विकास भई प्युपा अवस्था पूरा हुन्छ ।

वयस्क अवस्था (Adult Stage)

विभिन्न परिवर्तनपश्चात् अन्तिममा प्युपा वयस्कमा परिणत हुन्छ । मुखमा रहेको म्यान्डिबल (mandible) ले ब्रुड प्रकोष्ठ (brood cells) को मुख टालेको मैनको पत्र (layer) काटेर भर्खर बनेको वयस्क मौरी बाहिर निस्किन्छ । सबै वर्गका मौरीमध्ये कर्मी मौरीहरू तुरुन्त अरू मौरीलाई सघाउन थाल्छन् । तिनीहरूका घारमा अत्यन्त महत्त्वपूर्ण कामहरू हुन्छन्, जस्तै : ब्रुड प्रकोष्ठको हेरचाह गर्ने, लार्भालाई खुवाउने, घारको आन्तरिक रक्षा गर्ने आदि ।

चित्र 3.4 मौरीका विभिन्न अवस्थाहरू

सामान्यतया फुलदेखि वयस्क अवस्थासम्म पुग्नका लागि मौरीको वर्गअनुसार फरक फरक समय अवधि लाग्छ ।

मौरी	फुल	लार्भा	प्युपा	जम्मा
रानी मौरी	3	5.5	7.5	16 दिन
कर्मी मौरी	3	6	12	21 दिन
भाले मौरी	3	7	14	24 दिन

भर्खरै जन्मेका कर्मी मौरीहरूलाई करिब तीन हप्तासम्म घारभित्रै काममा लगाइन्छ। त्यसपछि कर्मी मौरी बाहिरको काममा खटिन्छन्। यिनीहरूले फूलको रस जम्मा गर्ने, घारको सुरक्षा गर्ने र शत्रुसँग लडाइँ गर्ने गर्छन्।

मौरीको वर्ग र उमेरअनुसारको कार्य विभाजन

क्र.स.	वर्ग	उमेर	कार्य
१.	भाले	जीवनभर	रानी मौरीलाई गर्भाधान गराउने र घारलाई न्यानो पार्ने कार्य गर्छ।
२.	रानी	जीवनभर	फुल पार्ने, शरीरबाट विभिन्न किसिमका गन्धहरू निकालेर घारको सञ्चालन र नियन्त्रण गर्छ।
३.	कर्मी	1-3 दिन	यो उमेरमा कर्मी मौरीले चाकामा टाँसिएर अरू फुल, लार्भा र प्युपालाई न्यानो दिने एवम् कोष सफा गर्ने काम गर्छन्।
		4-6 दिन	लार्भालाई मह र कुट खुवाउँछन्।
		7-11 दिन	यो उमेरमा यिनीहरूको शिर ग्रन्थिबाट रोयल जेली उत्पादन हुन्छ। यो जेली लार्भा र रानी मौरीलाई खुवाउँछन्।
		12-17 दिन	यो उमेरका कर्मी मौरीमा ४ जोडा मैन ग्रन्थि विकास हुन्छ। त्यहाँबाट उत्पादित मैनको प्रयोग गरेर चाका लगाउने, लार्भा र मह कोषहरू बन्द गर्छन्। त्यसैले कर्मी मौरीलाई निर्माणिका पनि भनिन्छ।
		18-20 दिन	विष ग्रन्थि विकास भएकाले घारको सुरक्षा गर्छन्।
		21 दिनपछि	पुष्प रस, पराग, चोप, पानी आदि सङ्कलन गर्ने काम गर्छन्।

जानी राखौँ

महको उत्पादन (Honey production)

मह रोयल जेली जस्तो मौरीको शरीर वा कुनै ग्रन्थिबाट उत्पादन हुने वस्तु होइन । यो विभिन्न किसिमका पुष्परसहरूको मिश्रणबाट वाष्पीकरण हुन सक्ने जति पानीलाई प्राकृतिक बतास तथा कर्मी मौरीले पखेटा फड्फडाउँदा चल्ने बतासको सहयोगबाट वाष्पीकरण गरी तयार गरिएको मोनोसाकाराइड सुगर (Mono-saccharide sugar), विशेष गरी फ्रुक्टोज तथा ग्लुकोजको सम्मिश्रण हो । यसमा करिब 80-85% कार्बोहाइड्रेट, 15-17% पानी, 0.3% प्रोटिन र 0.2% एमिनो एसिड, भिटामिन र अन्य वस्तुहरू हुन्छन् । महको रङ, बास्ना र प्रभावकारिता कर्मी मौरीद्वारा सङ्कलित पुष्परसको किसिममा भर पर्छ ।

मौरीको उपयोगिता (Use of honey bee)

मौरी मानिस र पारिस्थितिक पद्धतिका लागि अतिउपयोगी किरा हो । मौरीको उपयोगितालाई निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

1. मौरीका रहनसहन, कार्यविभाजन तथा उच्च अनुशासनले गर्दा मानिसलाई पनि विभिन्न सामाजिक व्यवहारमा प्रोत्साहन गर्छ ।
2. मौरीले विशेषतः पौष्टिक तत्त्वयुक्त वस्तु मह बनाउँछ । महबाट विभिन्न प्रकारका आयुर्वेदिक औषधी, क्यान्डी, केक तथा रोटी तयार गरिन्छ ।
3. मौरीले बिरुवाको फूलबाट रस चुस्ने क्रममा तिनीहरूमा परागसेचन गराउँछ । त्यसैले कृषि उत्पादनमा वृद्धि गराउनका लागि पनि मौरीले महत्त्वपूर्ण भूमिका खेल्छ ।
4. यसले उत्पादन गर्ने मैन पनि विभिन्न किसिमका कस्मेटिक्स सामान, जस्तै : क्रिम, लिपिस्टक आदि बनाउन, मैन बत्तीलगायत अन्य विभिन्न वस्तुहरू बनाउनका लागि प्रयोग गरिन्छ ।
5. रोयल जेली सङ्कलन गर्ने प्रविधिको ज्ञान भएमा कृषकले अत्यन्त ठुलो धनराशि प्राप्त गर्न सक्छन् ।
6. मौरीपालन गरेर कृषकले मनग्ये आयआर्जन गर्न सक्छन् जसले देशको आर्थिक वृद्धिमा राहत पुऱ्याउँछ ।

परियोजना कार्य : मौरी पालन क्षेत्र भ्रमण

विद्यालय नजिकै रहेको मौरीपालन क्षेत्र भ्रमण गरी मौरीको बनावट, मौरीको जीवनचक्र, मौरीपालन र यसको महत्त्वका बारेमा अवलोकन तथा सोधखोज गर्नुहोस् । यसका आधारमा छोटो प्रतिवेदन तयार गरी कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. **तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :**

(क) कुन मौरीमा 16 ओटा मात्र क्रोमोजोम हुन्छन् ?

(अ) रानी मौरी (आ) कर्मी मौरी

(इ) भाले मौरी (ई) रानी मौरी र कर्मी मौरी

(ख) रोयल जेली कहाँबाट उत्पादन हुन्छ ?

(अ) रानी मौरीको शिरग्रन्थिबाट

(आ) भाले मौरीको शिरग्रन्थिबाट

(इ) कर्मी मौरीको शिरग्रन्थिबाट

(ई) कर्मी मौरीको र्‍यालग्रन्थिबाट

(ग) मौरीको लार्भालाई रोयल जेली मात्र खान दिँदा कुन मौरी बन्छ ?

(अ) रानी मौरी (आ) भाले मौरी

(इ) कर्मी मौरी (ई) रानी मौरी र कर्मी मौरी

(घ) दिइएको चित्रमा मौरीको कुन अवस्था देखाइएको छ ?

(अ) फुल (आ) लार्भा

(इ) प्युपा (ई) वयस्क

(ङ) मौरीलाई सामाजिक किरा भन्नुको कारण के हो ?

(अ) यसले मह उत्पादन गर्छ । (आ) यसले बिरुवामा परागसेचन गराउँछ ।

(इ) यो समूहमा मिलेर बस्छ । (ई) यो घरपालुवा किरा हो ।

(च) कर्मी मौरीका खुट्टामा रहेको पोलेनबास्केट कुनै कारणवश चुँडिएछ । अब उसको कुन कार्य गर्ने क्षमता घट्छ ?

(अ) फूलको रस जम्मा गर्ने (आ) ब्रुड प्रकोष्ठ निर्माण गर्ने

(इ) लार्भालाई रोयल जेली खुवाउने (ई) फूलको परागकण जम्मा गर्ने

(छ) तलका मध्ये कुन चाँहि भाले मौरीको विशेषता हो ?

(अ) ह्याप्लोइड, स्टेराइल, मझौलाकार, झुसिलो

(आ) ह्याप्लोइड, फर्टाइल, मझौलाकार, झुसिलो

(इ) डिप्लोइड, स्टेराइल, मझौलाकार, चिल्लो

(ई) डिप्लोइड, फर्टाइल, मझौलाकार, झुसिलो

(ज) रानी मौरीले नप्चियल फ्लाइटपश्चात् भालेबाट प्राप्त शुक्रकीट कहाँ जम्मा गरेर राख्छ ?

(अ) पोलेन स्याक (आ) ओभरी

(इ) स्पर्म स्याक (ई) एग स्याक

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) भाले मौरी र कर्मी मौरी

(ख) रानी मौरी र कर्मी मौरी

(ग) रानी मौरी र भाले मौरी

3. कारण दिनुहोस् :

(क) मौरीलाई सामाजिक प्राणी भनिन्छ ।

(ख) मौरीपालनका लागि चरनक्षेत्रको आवश्यकता पर्छ ।

(ग) भाले मौरी समागमपछि मर्छ ।

(घ) मौरी बहुउपयोगी किरा हो ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(क) मौरीको घारमा रहेका मौरीका प्रकार लेख्नुहोस् ।

(ख) भाले मौरीको काम के हो ?

(ग) यदि कुनै कारणवश रानी मौरीको मृत्यु भयो भने उक्त मौरीको घारको नियन्त्रण कसले गर्छ ?

(घ) रानी मौरीले अरू मौरीलाई कसरी नियन्त्रण गर्छ ?

(ङ) महको उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(च) रानी मौरीको शारीरिक बनावटका बारेमा वर्णन गर्नुहोस् ।

(छ) कर्मी मौरीका कार्य उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ज) मौरीहरूमा कार्य विभाजन कसरी हुन्छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।

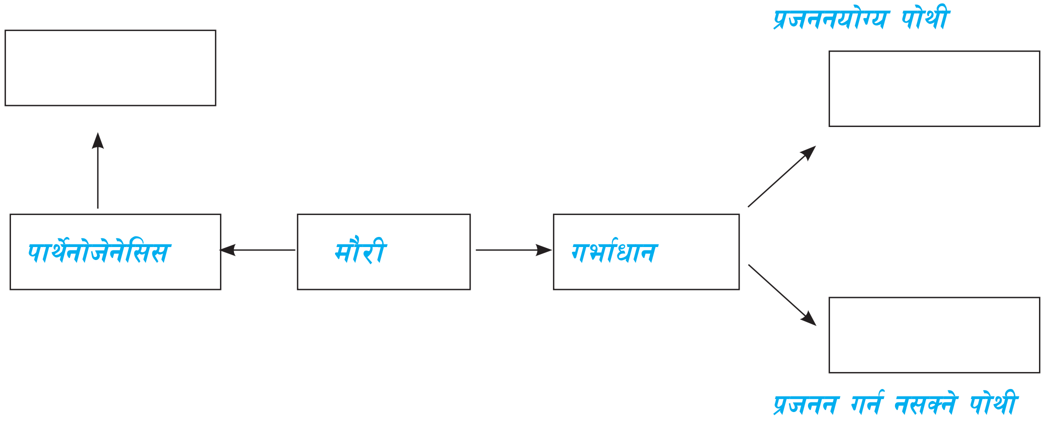
(झ) मौरीको जीवनचक्र चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ञ) अनिसेचित फुलबाट भाले मौरी विकास हुने प्रक्रियालाई के भनिन्छ ?

(ट) एक जना कृषकले मौरीपालन गर्दा वरिपरिका कृषकहरूको पनि आयआर्जनमा वृद्धि हुन्छ । यस भनाइलाई आफ्ना तर्कसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ठ) मौरीपालन क्षेत्रमा चरनको समस्याले गर्दा मौरीपालकले मौरीलाई त्यहाँबाट अन्तै सारेछन् । त्यसो गर्दा नजिकैको कृषकको तोरी बालीको उत्पादनमा ह्रास आएछ । यसका आधारमा मौरीपालन र कृषि उत्पादनको सम्बन्ध व्याख्या गर्नुहोस् ।

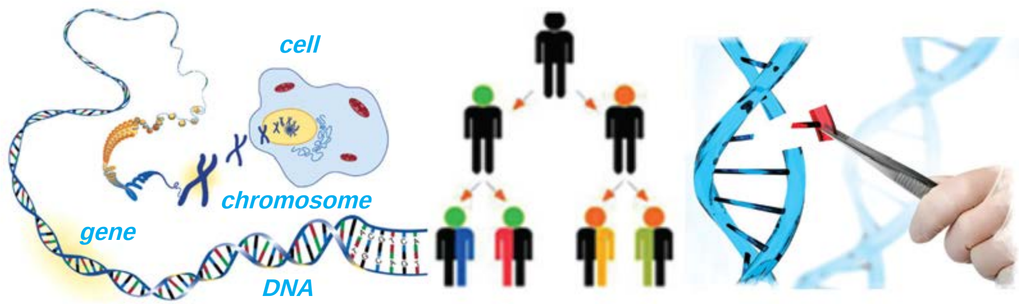
(ड) दिइएको कन्सेप्ट म्याप अध्ययन गरी उक्त म्याप पूरा गर्नुहोस् :



4

वंशानुक्रम (Heredity)

चित्रहरू अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 4.1 वंशाणु, लिङ्ग निर्धारण, आनुवंशिक प्रविधि

(अ) माथिको चित्रमा कोषको न्युक्लियसमा रहेका धर्साहरू के हुन् ?

(आ) जीवहरूका सन्तान उनीहरू जस्तै हुनुको रहस्य के हो ?

(इ) जीवहरूमा भएका गुण एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा कसरी हस्तान्तरण हुन्छन् ?

(ई) जीवको शरीरमा कोषको सङ्ख्या कसरी बढ्छ ?

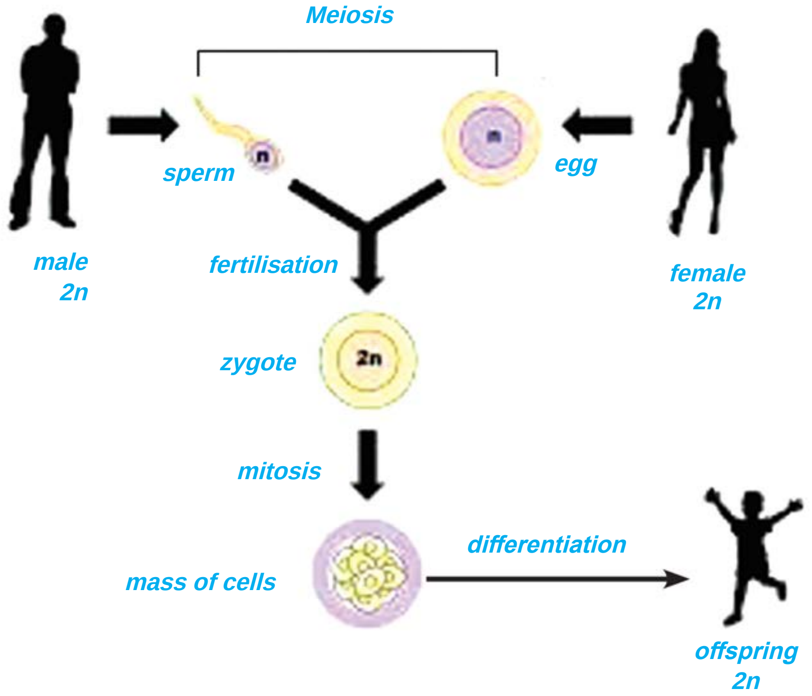
(उ) माथिको चित्रमा DNA बाट सानो टुक्रा निकालेर अर्को टुक्रा किन जोड्न खोजिएको होला ?

सबै जीव सधैँभरि बाँच्दैनन् । जीवहरू परिपक्व (mature) भएपछि आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गर्छन् । सबै जीवहरूमा अगिल्लो पुस्ताबाट पछिल्लो पुस्तामा गुणहरू सर्दै जाने भएकाले सबै जीवहरूका सन्तानहरू आफ्ना बुबाआमा वा अभिभावक (parent) सँग मिल्दा जुल्दा हुन्छन् । त्यसका लागि जीवकोषको न्युक्लियसमा रहेका क्रोमोजोमहरू जिम्मेवार हुन्छन् । कोष विभाजनका क्रममा क्रोमोजोमहरू विभाजन भएर सन्तति कोषमा जान्छन् । अभिभावकबाट वंशाणुगत गुणहरू सर्दै सर्दै सन्तानमा आउने भए तापनि वातावरणीय प्रभावका साथै अन्य विभिन्न कारक तत्त्वको प्रभावले एउटै प्रजाति (species) मा पर्ने जीव पनि सबै ठ्याक्कै उस्तै हुँदैनन् । क्रोमोजोमले जीवहरूका गुणहरू निर्धारण गर्छ । सजीवहरूका गुण तिनीहरूमा भएका क्रोमोजोमको सङ्ख्या र ती क्रोमोजोममा रहेका लाखौँ वंशाणु (gene) मा निर्भर रहन्छ । सेक्स क्रोमोजोमले जीवको लिङ्ग निर्धारणमा मुख्य

भूमिका खेल्छ । क्रोमोजोममा रहेका वंशाणुले जीवहरूको गुण निर्धारण गर्ने र अर्को वंशमा गुण सार्ने काम गर्छ । वंशाणुको अध्ययन गर्ने जीवविज्ञानको शाखा जेनेटिक्स (genetics) हो । मेण्डलले यससम्बन्धी नियम प्रतिपादन गरेका छन् जसले यस क्षेत्रमा विभिन्न प्रयोग गर्न सहज बनाएको छ । हाल जेनेटिक्सअन्तर्गत विभिन्न प्रविधिको विकास भएको छ । ती जेनेटिक प्रविधि विभिन्न अनुसन्धान र मानिसको दैनिक जीवनमा पनि प्रभावकारी साबित भएका छन् । जेनेटिक इन्जिनियरिङको विकासले कृत्रिम प्रजननद्वारा विभिन्न जीवको प्रजननमा सहयोग गरेको छ साथै विभिन्न हाइब्रिड जीवको विकास गर्न सम्भव भएको छ ।

4.1 कोष विभाजन (Cell divion)

तलका चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 4.2 जीवहरूमा कोष विभाजन र वृद्धि विकास

छलफलका लागि प्रश्न

(अ) शरीरमा चोट पटक लाग्दा घाउ कसरी निको हुन्छ होला ?

(आ) एक कोषीय जाइगोटबाट कसरी विशाल शरीरको विकास हुन्छ होला ?

(इ) के प्रजनन कोष (ग्यामेट) र जीवका अन्य शारीरिक कोष (somatic cells) एकै किसिमबाट बन्छन् ?

(ई) प्रजनन कोष र शारीरिक कोषबिचमा के फरक छ होला ?

जीवहरूका विकास क्रममा प्रोक्यारियाटिक कोषबाट युक्यारियाटिक कोष र बिस्तारै एक कोषीय जीवबाट बहुकोषीय जीवको उत्पत्ति भएको पाइन्छ । प्रजननका क्रममा स्त्री र पुरुष दुबैका मुख्य प्रजनन अङ्गमा रहेका मातृकोषको मियोसिस (meiosis) कोष विभाजन भएर ग्यामेट बन्छन् । यसरी बनेका भाले ग्यामेट र पोथी ग्यामेट सम्भोगका बेला आपसमा मिलेर जाइगोट बन्छ । जाइगोट आफैँमा एक्लो कोष हो । उक्त एक कोषीय जाइगोटको लगातार माइटोसिस (mitosis) कोष विभाजन भएर बनेका असङ्ख्य शारीरिक कोषका संयोजनबाट पूर्ण शरीरको विकास हुन्छ । मियोसिस र माइटोसिस दुबै प्रकारको कोष विभाजन प्रक्रिया क्यारियोकाइनेसिस (karyokinesis) र साइटोकाइनेसिस (cytokinesis) गरी दुई चरणमा पूरा हुन्छ । क्यारियोकाइनेसिस प्रक्रियामा कोषमा रहेका न्युक्लियसको विभाजन हुन्छ भने साइटोकाइनेसिसमा कोष झिल्ली (cell membrane) सहित साइटोप्लाज्मको विभाजन भई एउटा मातृकोषबाट मियोसिसमा चारओटा र माइटोसिसमा दुईओटा नयाँ कोषहरू बन्छन् । मियोसिस कोष विभाजनबाट बनेका नयाँ चारओटा कोषलाई लैङ्गिक कोष अर्थात् ग्यामेट (gamete) भनिन्छ भने माइटोसिसबाट बनेका दुईओटा नयाँ कोषलाई शारीरिक कोष (somatic cell) भनिन्छ ।

(क) माइटोसिस कोष विभाजन (Mitosis cell division)

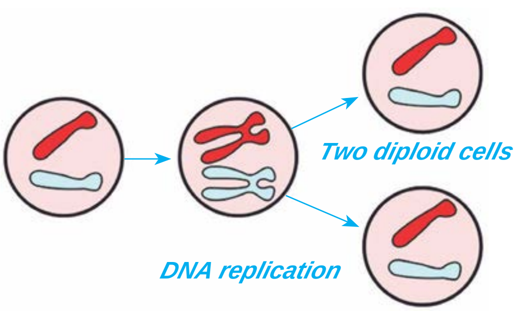
क्रियाकलाप 4.1 माइटोसिस कोष विभाजनको अध्ययन

उद्देश्य : माइटोसिस कोष विभाजनको मोडेल निर्माण गरी अध्ययन गर्नु

आवश्यक सामग्री : विभिन्न रङको क्ले, विभिन्न रङका उनीको धागाका टुक्रा, कार्डबोर्ड

विधि

(अ) एउटा कार्डबोर्ड लिनुहोस् । कुनै एउटा रङको क्ले प्रयोग गरेर कोषको आकार बनाउनुहोस् ।



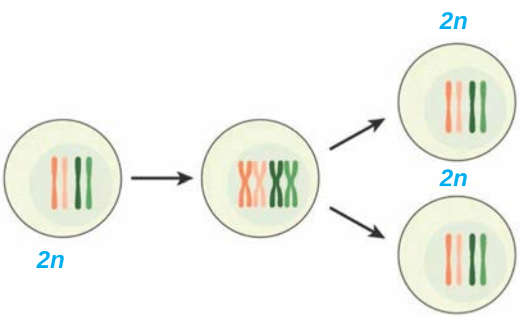
चित्र 4.3 माइटोसिस कोष विभाजन मोडेल

(आ) दुईओटा फरक फरक रङको धागो प्रयोग गरेर क्रोमोजोम बनाउनुहोस् ।

(इ) चित्रमा देखाए जस्तै अर्को कोष बनाई DNA को replication भएको देखाउनुहोस् ।

(ई) अब दुईओटा अलग अलग कोषमा बराबर सङ्ख्यामा क्रोमोजोम गएको देखाउनुहोस् ।

(उ) तयार भएको माइटोसिस कोष विभाजनको मोडेल बोर्डमा टाँसेर कक्षामा छलफल गर्नुहोस् । छलफल गर्दा कोषको सङ्ख्या, क्रोमोजोमको सङ्ख्या आदिलाई आधार मान्नुहोस् ।



चित्र 4.4 माइटोसिस कोष विभाजन

माइटोसिस कोष विभाजन प्रजनन कोषबाहेक शरीरका अन्य कोषमा हुन्छ । माइटोसिस कोष विभाजन हुँदा एउटा कोष विभाजन भएर दुईओटा कोष बन्छ । यो कोष विभाजन विशेष गरी शरीरको वृद्धि विकास र पुनःनिर्माणका लागि हुन्छ । हाम्रो शरीरमा ग्यामेटबाहेक अन्य शारीरिक कोषहरूमा आमा र बुबाबाट प्राप्त एक एक सेट गरी जम्मा दुई सेट (diploid) क्रोमोजोम हुन्छन् । यस्ता कोषलाई डिप्लोइड कोष भनिन्छ र 2n ले सङ्केत गरिन्छ । माइटोसिस कोष विभाजन हुनुभन्दा अगाडि कोषको न्युक्लियसमा रहेको DNA रेप्लिकेसन (replication) भई दुई समान प्रतिरूप बनाउँछ । कोष विभाजनको क्रममा नयाँ बन्ने कोषहरू (सन्तति कोष) मा समान DNA प्रतिरूप कायम हुन्छ । यसरी नयाँ बन्ने कोषमा आनुवंशिक गुणहरू (genetic characteristics) जस्ताको त्यस्तै स्थापित हुन्छ । त्यसैले यस कोष विभाजनमा सन्तति कोषमा रहने क्रोमोजोमको सङ्ख्यामा कुनै परिवर्तन हुँदैन । सन्तति कोषमा पनि मातृकोषमा जति नै क्रोमोजोम सङ्ख्या रहन्छ । तसर्थ यसलाई समीकरणीय कोष विभाजन (equational cell division) पनि भनिन्छ ।

माइटोसिस कोष विभाजनको महत्त्व (Significance of mitosis cell division)

1. माइटोसिस कोष विभाजनमा समान आनुवंशिकता भएका कोषको सङ्ख्या वृद्धि हुने हुँदा यसले शारीरिक वृद्धि विकासमा मुख्य भूमिका खेल्छ ।

2. घाउ चोट लागेका स्थानमा कोषको पुनःनिर्माण गरी पहिलेकै अवस्थामा फर्काउन मदत गर्छ ।

3. कतिपय वनस्पति तथा ढाड नभएका केही जनावरमा अमैथुनिक प्रजनन गर्न मदत गर्छ ।

4. माइटोसिस कोष विभाजनले आनुवंशिक स्थिरता कायम गर्छ ।

(ख) मियोसिस कोष विभाजन (Meiosis cell division)

क्रियाकलाप 4.2 मियोसिस कोष विभाजनको अध्ययन

उद्देश्य : मियोसिस कोष विभाजनको मोडेल निर्माण गरी अध्ययन गर्नु

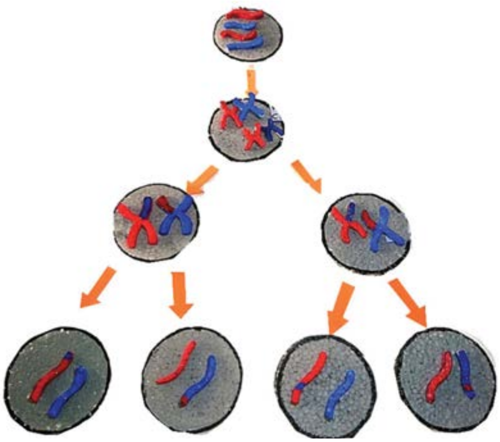
आवश्यक सामग्री : विभिन्न रङको क्ले, गम, चार्टपेपर वा थर्मकोल सिट **विधि**

(अ) एउटा कार्डबोर्ड वा थर्मकोल सिट लिनुहोस् । एउटा रङको क्ले प्रयोग गरेर कोषको आकार बनाउनुहोस् ।

(आ) दुईओटा फरक रङको क्ले प्रयोग गरेर क्रोमोजोम बनाउनुहोस् ।

(इ) चित्रमा देखाए जस्तै अर्को कोष बनाई DNA को replication भएको देखाउनुहोस् ।

(इ) अब दुईओटा अलग अलग कोष बनाएर आधा सङ्ख्यामा क्रोमोजोम बनाएर टाँस्नुहोस् ।



चित्र 4.5 मियोसिस कोष विभाजनको मोडेल

(उ) अब चारओटा कोष बनाएर चित्रमा देखाए जस्तै गरी चारओटै कोषमा बराबर सङ्ख्यामा क्रोमोजोम बनाउनुहोस् ।

(ऊ) तयार भएको मियोसिस कोष विभाजनको मोडेल बोर्डमा टाँसेर कक्षामा छलफल गर्नुहोस् । छलफल गर्दा नयाँ बन्ने कोषको सङ्ख्या र क्रोमोजोममा आएको परिवर्तन आदिलाई आधार मान्नुहोस् ।

मियोसिस कोष विभाजन जीवको मुख्य प्रजनन अङ्गका मातृकोषमा मात्र सीमित रहन्छ । यस कोष विभाजनमा एउटा डिप्लोइड मातृकोष विभाजन भएर चारओटा ह्याप्लोइड सन्तति कोषहरू अर्थात् ग्यामेट बन्छन् । ह्याप्लोइड कोष भन्नाले दुईप्रतिबाट घटेर एकप्रति मात्र क्रोमोजोमको सङ्ख्या भएको कोष बुझिन्छ । यसबाट बन्ने ग्यामेटमा क्रोमोजोमको सङ्ख्या मातृकोषमा रहेका क्रोमोजोमको सङ्ख्याको आधा हुन्छ, जसलाई (n) ले सङ्केत गरिन्छ ।

चारैओटा ग्यामेटको आनुवंशिकतामा पनि थोरै भिन्नता हुन्छ । यो कोष विभाजन दुईओटा चरणमा पूरा हुन्छ । पहिलो चरणमा मातृकोषमा भएका क्रोमोजोमका जोडीले आपसमा वंशाणुहरू लेनदेन गरी आफ्नो पहिलेको वंशाणुको बनावटलाई हेरफेर गर्छन् जसलाई क्रसिङ ओभर भनिन्छ र आपसमा छुट्टिएर दुईओटा हेप्लोइड न्युक्लियस बनाउँछन् । यसरी एउटा न्युक्लियसबाट दुईओटा न्युक्लियस बन्नु क्यारियोकाइनेसिस हो । यसपछि साइटोकाइनेसिस भई त्यसबाट दुईओटा हेप्लोइड कोष बन्छन् । दोस्रो फेजमा प्रत्येक कोषमा पुनः क्यारियोकाइनेसिस भई प्रत्येक न्युक्लियसबाट माइटोसिस कोष विभाजनमा जस्तै हरेक क्रोमोजोम बिचबाट चिरिएर दुईओटा क्रोमोजोममा बदलिन्छ र त्यसबाट आनुवंशिकतामा केही फरकपना (variation) भएका दुईओटा न्युक्लियस बन्छन् र फेरि दोस्रो पटक साइटोकाइनेसिस भई जम्मा चारओटा हेप्लोइड (n) सन्तति कोषहरू अर्थात् ग्यामेट बन्छन् । पहिलो चरणमा हुने क्रसिङओभरका कारण चारओटा ग्यामेटका आनुवंशिकतामा केही फरकपना आएको हो । मियोसिस कोष विभाजनमा सन्तति कोषमा मातृकोषको भन्दा क्रोमोजोमको सङ्ख्या आधा हुने भएकाले यसलाई रिडक्सन कोष विभाजन (reduction cell division) पनि भनिन्छ । वयस्क शरीरमा भएका अण्डकोष (testes) र डिम्बाशय (ovary) हरूले मैथुनिक प्रजननद्वारा सन्तान जन्माउनका लागि आवश्यक पर्ने ग्यामेटको उत्पादन गर्न मियोसिस कोष विभाजन हुन्छ । भाले र पोथीबिच मैथुनिक प्रजनन हुँदा एउटा भाले र एउटा पोथी ग्यामेटको मिलन (fertilization) भई पुनः डिप्लोइड जाइगोट बन्छ । उक्त जाइगोटको माइटोसिस कोष विभाजन भएर पछि पूर्ण शरीर बन्छ ।

विचारणीय प्रश्न : एउटै आमाबाबुबाट जन्मेका सन्तानको अनुहार, जिउडाल, आनीबानी इत्यादि किन ठ्याक्कै उस्तै नभएको होला ?

मियोसिस कोष विभाजनको महत्त्व (Significance of meiosis cell division)

1. मियोसिस कोष विभाजनले जीवहरूको मैथुनिक प्रजननमा मुख्य भूमिका खेल्छ ।
2. यसले आनुवंशिक विविधता ल्याउने भएकाले क्रमविकास (organic evolution) मा सहयोग गर्छ ।
3. क्रोमोजोममा हुने आनुवंशिक दोष (chromosomal disorder) को मर्मत गर्न मदत गर्छ ।

क्रियाकलाप 4.3

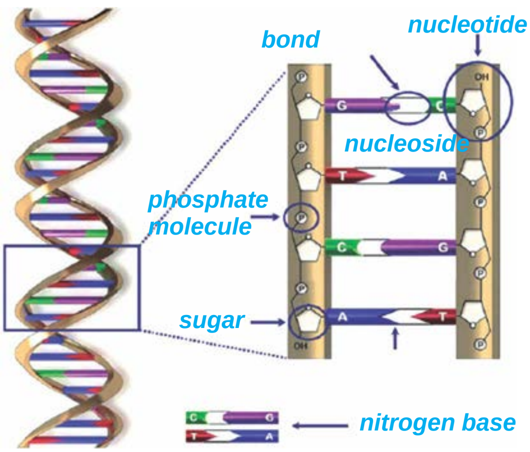
माइटोसिस र मियोसिस कोष विभाजनको भिन्नतालाई चार्टपेपरमा वा पावर प्वाइन्ट तयार गरी प्रस्तुत गर्नुहोस् र कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

उद्देश्य : माइटोसिस र मियोसिस कोष विभाजनको भिन्नताको अध्ययन गर्नु

आवश्यक सामग्री : चार्ट पेपर, विभिन्न रङ वा अन्य आवश्यक सामग्री ।

विधि : क्रियाकलाप 4.1 र 4.2 मा तयार गरेको माइटोसिस र मियोसिस कोष विभाजनको अवलोकन र अध्ययन गरी चार्ट पेपरमा तिनीहरूबिच भिन्नता लेख्नुहोस् वा पावर प्वाइन्ट तयार पारी कक्षामा छलफलका लागि प्रस्तुतीकरण गर्नुहोस् ।

4.2 डिअक्सिराइबो न्युक्लिक एसिड (डिएनए) (Deoxyribo Nuclic Acid-DNA)



चित्र 4.6 डिएनएको बनावट

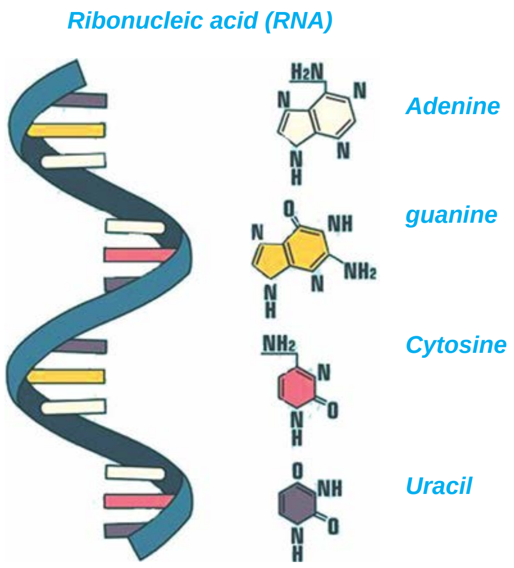
कोषमा रहेका आनुवंशिक गुण बोकेका मसिना र लामा त्यान्द्रा नै डिएनए (DNA) हुन् । प्रोक्यारियाटिक कोषमा DNA साइटोप्लाज्ममा रहेको हुन्छ भने यो युक्यारियोटिक कोषमा न्युक्लियसभित्र रहेको क्रोमोजोममा हुन्छ । भाइरसमा रहेको DNA क्याप्सिडले मात्र छोपिएको हुन्छ । DNA मा कुनै एक नाइट्रोजन बेस र डिअक्सिराइबोज सुगर मिलेर बनेको एकल एकाइ (single unit) लाई न्युक्लियोसाइड (nucleoside) भनिन्छ भने नाइट्रोजन बेस, डिअक्सिराइबोज सुगर र फस्फेट आयोन मिलेर बनेको एकल एकाइ (single unit) लाई न्युक्लियोटाइड (nucleotide) भनिन्छ । प्रत्येक व्यक्तिमा न्युक्लियोटाइडको क्रमिकता फरक फरक हुन्छ । त्यसैले तिनीहरूको गुणमा पनि परिवर्तन देखिन्छ । DNA दुईओटा एन्टिप्यारालल (antiparallel) स्ट्रान्डहरू मिलेर बनेको हुन्छ । DNA मा एडिनिन (Adenine), ग्वानिन (Guanine), साइटोसिन (Cytosine) थाएमिन (Thymine) गरी चार किसिमका नाइट्रोजन बेस हुन्छन् । एडेनिन थाएमिनसँग दुईओटा बन्ड बनाएर अनुबन्धित हुन्छ भने ग्वानिन साइटोसिनसँग तीनओटा बन्ड बनाएर अनुबन्धित हुन्छ । DNA ले जीवको आनुवंशिक गुण बोकेको हुन्छ । जीवमा एउटा विशेष आनुवंशिक गुणको प्रतिनिधित्व वा जाहेर गर्ने DNA को एउटा खण्ड (segment) लाई वंशाणु (Gene) भनिन्छ । यस्ता वंशाणु एउटै क्रोमोजोममा हजारौँको सङ्ख्यामा हुने गर्छन् । कोष विभाजन हुँदा DNA ले आनुवंशिक सूचना मातृकोषबाट सन्तति कोषमा सार्ने क्रममा आनुवंशिक गुण एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा प्रवाह गर्ने कार्य गर्छ । DNA ले ट्रान्सक्रिप्सन गरी विभिन्न किसिमको RNA बनाउँछ जसले प्रोटिन संश्लेषणमा सहयोग गर्छ ।

परियोजना कार्य : DNA मोडेल निर्माण

स्थानीय स्तरमा पाइने वस्तु प्रयोग गरेर DNA को मोडेल निर्माण गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

4.3 राइबोन्युक्लिक एसिड (आरएनए) Ribonucleic acid (RNA)

RNA नाइट्रोजन बेस, राइबोज सुगर र फस्फेट अणु मिलेर बनेको पोलिन्यक्लियाटाइड हो । आरएनएमा एकल स्ट्रान्ड हुन्छ । सामान्यतया RNA साइटोप्लाज्म र केही मात्रामा क्रोमोजोममा पनि रहेको हुन्छ । भाइरसमा RNA क्याप्सिडले घेरिएर रहेको हुन्छ । भाइरसमा यसले जेनेटिक मेटेरियल (genetic material) को काम गर्छ । RNA मा एडेनिन (Adenine), ग्वानिन (Guanine), साइटोसिन (Cytosine) र युरासिल (Uracil) गरी चार किसिमका नाइट्रोजन बेस हुन्छन् । यसमा सधैँ एडिनिनले युरासिलसँग दुईओटा बन्ड बनाएर जोडिएको हुन्छ भने ग्वानिनले साइटोसिनसँग तीनओटा बन्ड बनाएर जोडिएको हुन्छ । Messenger RNA (m-RNA), transfer RNA (t-RNA), ribosomal RNA (r-RNA) गरी तीन किसिमका RNA हरू हुन्छन् । RNA को मुख्य कार्य प्रोटिन संश्लेषण गर्नु हो ।



चित्र 4.7 आरएनएको बनोट

क्रियाकलाप 4.4

उद्देश्य : DNA र RNA बिच भिन्नता छुट्याउनु

आवश्यक सामग्री : DNA र RNA को मोडेल वा चित्र

विधि

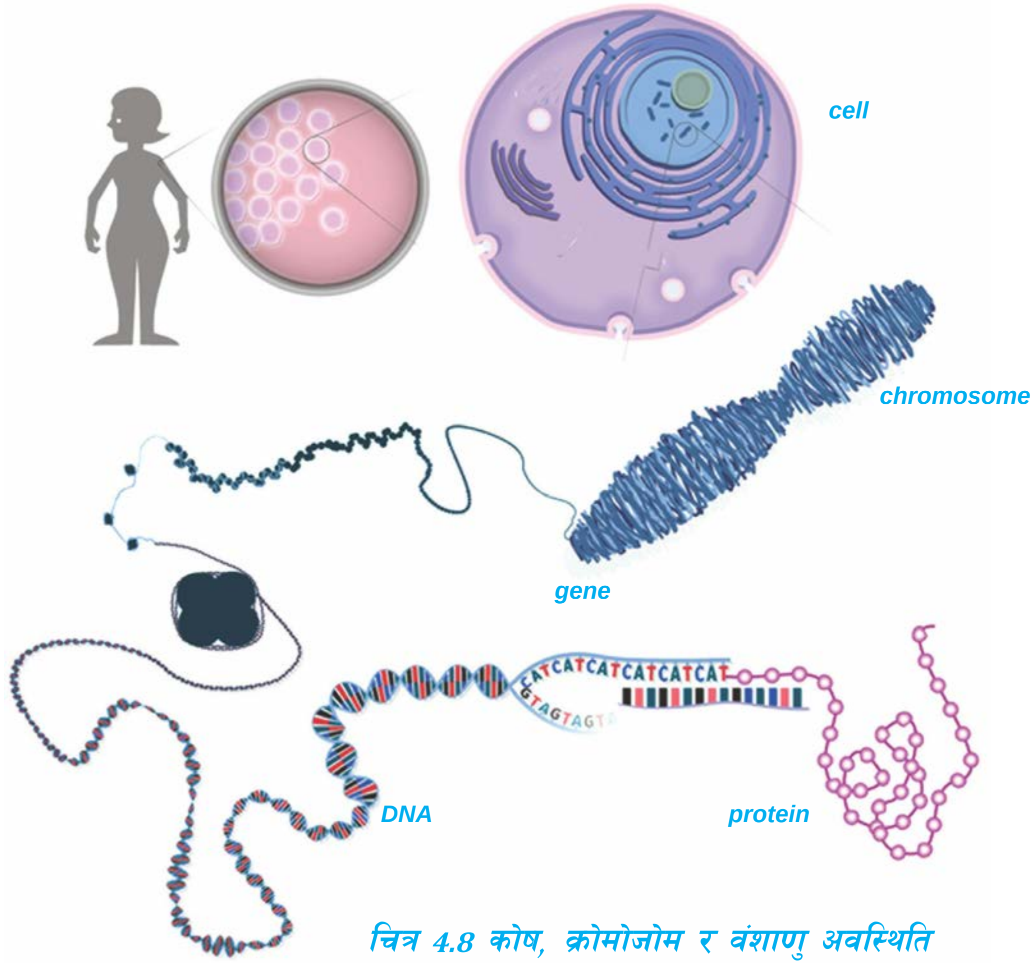
(अ) DNA र RNA को मोडेलको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(आ) दुबैमा रहेको नाइट्रोजन बेस र सुगर अणुको पहिचान गर्नुहोस् र तल दिएको तालिका भर्नुहोस् :

भिन्नताको आधार	**DNA**	**RNA**
नाइट्रोजन बेस		
सुगर		
कार्य		
पाइने स्थान		

4.4 क्रोमोजोम (Chromosome)

चित्र अवलोकन गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :



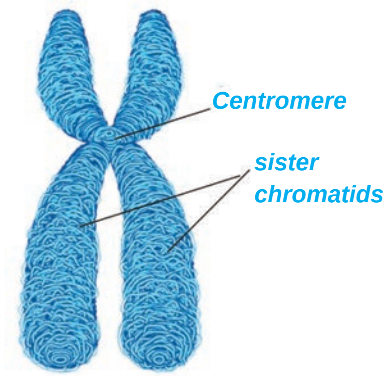
चित्र 4.8 कोष, क्रोमोजोम र वंशाणु अवस्थिति

(अ) क्रोमोजोम शरीरको कुन भागमा हुन्छन् ?

(आ) क्रोमोजोम के के मिलेर बनेको हुन्छ ?

(इ) जीवहरूको शरीरमा हुने वंशाणुको भूमिका के हुन्छ होला ?

(ई) के सबै जीवका शरीरमा क्रोमोजोम हुन्छन् ?

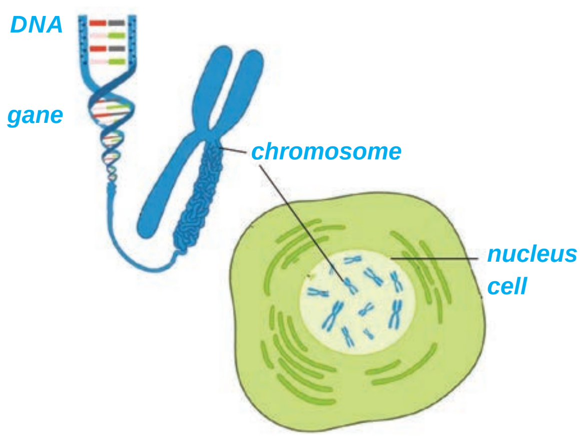


चित्र 4.9 क्रोमोजोमको बनावट

जन्तु तथा वनस्पति कोषलाई माइक्रोस्कोपद्वारा अवलोकन गर्‍यौँ भने कोषको न्युक्लियसभित्र मसिना त्यान्द्राको जालो देखिन्छ । ती त्यान्द्रालाई क्रोमाटिन फाइबर भनिन्छ । कोष विभाजनको समयमा उक्त क्रोमाटिन फाइबर छोटो र मोटो रिबन जस्तो हुँदै जान्छ र प्रस्टसँग देखिन्छ । त्यसलाई नै क्रोमोजोम भनिन्छ । DNA र हिस्टोन प्रोटिन मिलेर क्रोमोजोम बनेको हुन्छ । क्रोमोजोममा थुप्रै वंशाणुहरू हुन्छन् । प्रत्येक वंशाणुले एक विशेष गुण जाहेर गर्छ । क्रोमोजोममा रहेको DNA का सानो अंश नै वंशाणु हो । क्रोमोजोममा मुख्य दुई भाग हुन्छन् । ती हुन् : क्रोमाटिड (Chromatid) र सेन्ट्रोमियर (Centromere)।

रेप्लिकेटेड क्रोमोजोममा रहेका दुईओटा उस्तै त्यान्द्रालाई क्रोमाटिड भनिन्छ । क्रोमोजोममा रहेको गाँठो जस्तो संरचनालाई सेन्ट्रोमियर भनिन्छ ।

वंशाणु (Gene)



चित्र 4.10 वंशाणुको अवस्थिति

क्रोमोजोममा रहेको एउटा विशेष गुण बोकेका DNA को सबैभन्दा सानो अंशलाई वंशाणु भनिन्छ । एउटा क्रोमोजोममा धेरै वंशाणु हुन्छन् । प्रत्येक वंशाणुले जीवको एउटा विशेष गुण बोकेको हुन्छ । वंशाणुले वंशाणुगत गुणलाई एउटा पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा सार्ने कार्य गर्छ । वंशाणुले उत्परिवर्तन (mutation) र जेनेटिक रिकम्बिनेसन (genetic recombination) विधिबाट क्रमविकासमा मदत गर्छ ।

क्रोमोजोमका किसिम

कामका आधारमा क्रोमोजोम दुई किसिमका हुन्छन् । ती हुन्, सोमाटिक क्रोमोजोम (somatic chromosome) र सेक्स क्रोमोजोम (sex chromosome)।

परियोजना कार्य 4.1 मानिसको क्यारियोटाइपको मोडेल निर्माण

आवश्यक सामग्री : विभिन्न रङको क्ले, कार्डबोर्ड वा थर्मकोल सिट, गम, मानिसको क्यारियोटाइपको चार्ट वा चित्र

विधि

(अ) मानिसको क्यारियोटाइपको चार्ट वा चित्र अवलोकन गरी विभिन्न रङको क्ले प्रयोग गरेर 22 जोडा सोमाटिक क्रोमोजोम तथा महिला र पुरुषमा हुने एक एक जोडा सेक्स क्रोमोजोमको नमुना बनाउनुहोस् ।

(आ) अब उक्त नमुनालाई कार्डबोर्ड वा थर्मकोल सिटमा क्रमबद्ध रूपमा टाँस्नुहोस् ।

(इ) तयार भएको क्यारियोटाइपको नमुनालाई कक्षामा प्रस्तुत गर्दै, सोमाटिक क्रोमोजोम र सेक्स क्रोमोजोमका बारेमा छलफल गर्नुहोस् ।

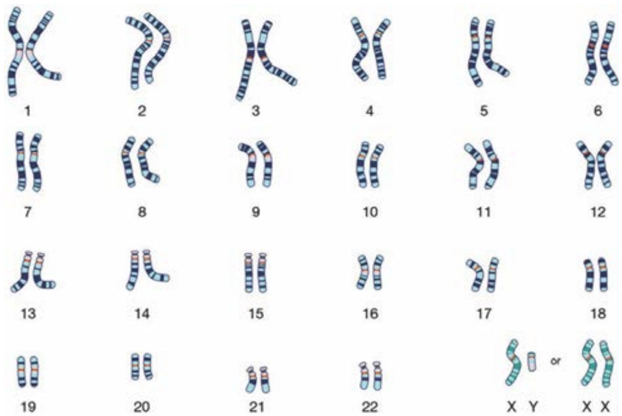
(क) सोमाटिक क्रोमोजोम (Somatic chromosome)

शरीरको सम्पूर्ण बनोटका गुण जाहेर गर्ने क्रोमोजोमलाई सोमाटिक क्रोमोजोम (somatic chromosome) भनिन्छ । यिनीहरूको जोडीको बनावट उस्तै हुने हुनाले यिनीहरूलाई अटोजोम (autosome) पनि भनिन्छ ।

(ख) सेक्स क्रोमोजोम (Sex chromosome)

जीवका लिङ्ग निर्धारण गर्न क्रोमोजोमलाई सेक्स क्रोमोजोम भनिन्छ । यिनीहरूका जोडीका बनावट फरक फरक हुने हुनाले यसलाई हेटेरोजोम (heterosome) पनि भनिन्छ । क्रोमोजोमको सङ्ख्या (Number of chromosome) जीवहरूको कोषमा पाइने क्रोमोजोमको सङ्ख्या निश्चित हुन्छ । विभिन्न प्रजातिका जीवमा क्रोमोजोमको सङ्ख्या फरक फरक हुन्छ, जस्तै : मानिसको कोषमा 46 ओटा क्रोमोजोम हुन्छन् भने गोरिल्लाको कोषमा 48 ओटा क्रोमोजोम हुन्छन् । क्रोमोजोमको सङ्ख्या उल्लेख गर्दा सामान्यतया जोडामा उल्लेख गरिन्छ, जस्तै : मानिसको कोषमा 23 जोडा क्रोमोजोम हुन्छन् । यसरी उल्लेख गर्नुको उद्देश्य मानिसको कोषमा रहेका क्रोमोजोममध्ये एक सेट (23 ओटा) क्रोमोजोम बुबाबाट र

अर्को एक सेट (23 ओटा) क्रोमोजोम आमाबाट आएका हुन्छन् भनी देखाउनु हो । सामान्यतया जीवहरूको सोमाटिक कोषमा 2 सेट क्रोमोजोम हुन्छन् । त्यसलाई डिप्लोइड (2n) भनिन्छ । ग्यामेटहरूमा एक सेट क्रोमोजोम हुन्छन् त्यसलाई ह्याप्लोइड (n) भनिन्छ, जस्तै : मानिसको सोमाटिक कोषमा 46 (2 × 23) क्रोमोजोम हुन्छन्, यो डिप्लोइड हो । मानिसको ओभम र शुक्रकीटमा 23 (1× 23) ओटा मात्र क्रोमोजोम हुन्छन्, यो ह्याप्लोइड हो ।



चित्र 4.11 मानिसको क्रोमोजोमको सङ्ख्या

4.5 मानिसका लिङ्ग निर्धारण (Sex determination) मा सेक्स क्रोमोजोमको भूमिका

परियोजना कार्य 4.2 मानिसमा हुने लिङ्ग निर्धारण प्रक्रियाको मोडेल निर्माण

आवश्यक सामग्री : विभिन्न रङको क्ले, कार्डबोर्ड वा थर्मकोल सिट, गम, मानिसमा हुने लिङ्ग निर्धारण प्रक्रियाको चार्ट वा चित्र

विधि

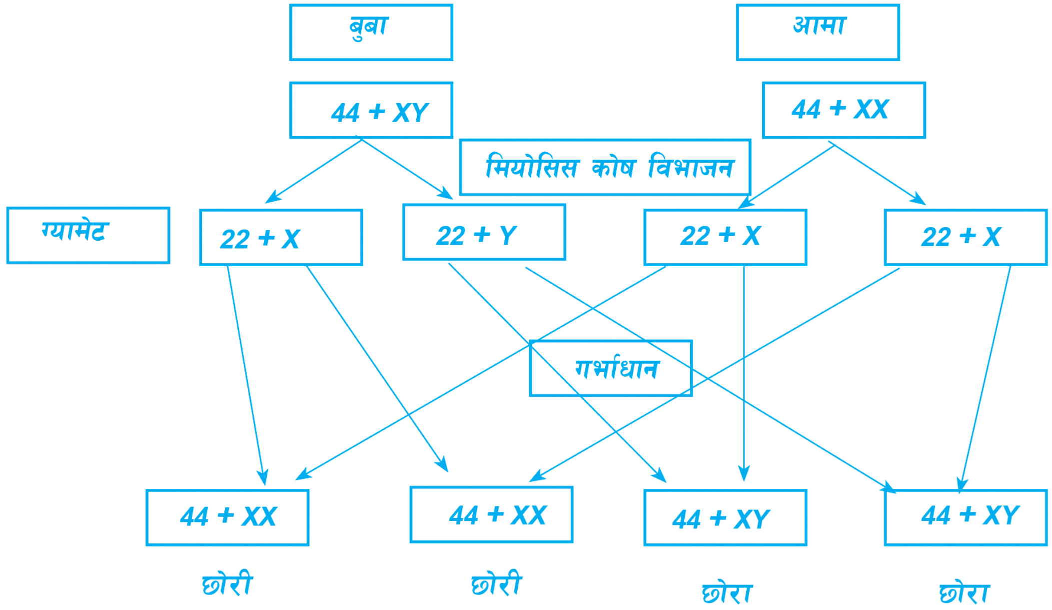
(अ) मानिसको लिङ्ग निर्धारण प्रक्रियाको चार्ट वा चित्र अवलोकन गरी विभिन्न रङको क्ले प्रयोग गरेर X र Y क्रोमोजोम बनाउनुहोस् ।

(आ) कार्डबोर्ड वा थर्मकोल सिटमा लिङ्ग निर्धारण प्रक्रियाको विभिन्न अवस्थामा रहेका X र Y क्रोमोजोमहरू आवश्यक सङ्ख्याअनुसार टाँस्नुहोस् र स्पष्ट नामकरण गर्नुहोस् ।

(इ) तयार भएको नमुनालाई कक्षामा प्रस्तुत गर्दै, लिङ्ग निर्धारणमा सेक्स क्रोमोजोमको भूमिकाका बारेमा छलफल गर्नुहोस् ।

जीवहरूको क्रोमोजोममा रहेको वंशाणुका कारणले जीवका गुणहरू निर्धारण हुन्छन् । जीवमा सेक्स क्रोमोजोममा रहेका वंशाणुको कारणले जीवको लिङ्ग भाले वा पोथीमा छुट्टिनुलाई लिङ्ग निर्धारण भनिन्छ । सेक्स क्रोमोजोमले नयाँ सन्ततिमा लिङ्ग निर्धारण गर्छ ।

मानिसको कोषमा २३ जोडा क्रोमोजोम हुन्छन् जसमध्ये २२ जोडा अटोजोम हुन्छन् र 1 जोडा सेक्स क्रोमोजोम अर्थात् हेटेरोजोम हुन्छन् । पुरुषको कोषमा X र Y गरी 1 जोडा सेक्स क्रोमोजोम हुन्छन् भने महिलाको कोषमा X र X गरी 1 जोडा सेक्स क्रोमोजोम हुन्छन् । प्रजननको उमेरमा पुरुष र महिलाको शरीरमा रहेका डिप्लोइड ($2n = 2 \times 23$) प्रजनन कोषमा मियोसिस कोष विभाजन भएर ह्याप्लोइड ($n = 23$) ग्यामेटहरू बन्छन् । पुरुष प्रजनन अङ्गको मातृ कोषमा (44 + XY) क्रोमोजोम हुन्छन् । उक्त कोष मियोसिस कोष विभाजन हुँदा (22 + X) र (22 + Y) क्रोमोजोम भएका शुक्रकीटहरू उत्पादन हुन्छन् । स्त्री प्रजनन अङ्गको मातृ कोषमा (44 + XX) क्रोमोजोम हुन्छन् । उक्त कोष मियोसिस कोष विभाजन हुँदा 22 + X क्रोमोजोम भएको डिम्ब (ovum) बन्छ । यदि (22 + X) क्रोमोजोम भएको शुक्रकिट ओभमसँग मिल्यो भने जन्मने सन्तति स्त्रीलिङ्ग अथवा छोरी हुन्छ । यदि 22 + Y क्रोमोजोम भएको शुक्रकीट ओभमसँग मिली गर्भाधान भयो भने जन्मने सन्तति पुरुष अथवा छोरा हुन्छ । पुरुषमा उत्पादन हुने शुक्रकीटहरूमध्ये 50 % X क्रोमोजोम भएका र 50 % Y क्रोमोजोम भएका हुनाले गर्भाधान प्रक्रियामा छोरा वा छोरी बन्ने सम्भावना 50 % हुन्छ ।



चित्र 4.13 लिङ्ग निर्धारण चार्ट

अभ्यास

1. **तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :**

(क) मानिसको कोषमा कति जोडा सेक्स क्रोमोजोम हुन्छन् ?

(अ) 1 जोडा (आ) 22 जोडा

(इ) 23 जोडा (ई) 46 जोडा

(ख) क्रोमोजोम के के मिलेर बनेको हुन्छ ?

(अ) DNA र RNA (आ) DNA र कार्बोहाइड्रेट

(इ) DNA र हिस्टोन प्रोटिन (ई) RNA र प्रोटिन

(ग) सेक्स क्रोमोजोमको मुख्य कार्य के हो ?

(अ) सोमाटिक गुण निर्धारण गर्ने

(आ) लिङ्ग निर्धारण गर्ने

(इ) रोग प्रतिरोधक क्षमता बढाउने

(ई) आँखाको बनोट निर्धारण गर्ने

(घ) वंशाणुगत गुण सार्ने क्रोमोजोमको सबैभन्दा सानो एकाइलाई के भनिन्छ ?

(अ) DNA (आ) क्रोमाटिड

(इ) सेन्ट्रोमियर (ई) वंशाणु

(ङ) माइटोसिस कोष विभाजनका लागि तलका मध्ये कुन भनाइ ठिक हो ?

(अ) यो कोष विभाजनमा एकै पटकमा चारओटा कोष बन्छन् ।

(आ) यो कोष विभाजनमा ह्याप्लोइड कोष बन्छन् ।

(इ) यो कोष विभाजन प्रजनन कोषमा हुन्छ ।

(ई) यो कोष विभाजनले कोषको पुनः निर्माण गर्छ ।

(च) रेडियोथेरापी ल्याबमा काम गर्ने एक जना टेक्निसियनको विवाहको लामो समयपश्चात् पनि सन्तानको जन्म नहुँदा परीक्षण गराएछन् । परीक्षणपश्चात् उनले लामो समयसम्म high intensity radiation मा काम गरेकाले उनमा सन्तान उत्पादन क्षमता कमी भएको देखियो । त्यसमा कोषको कुन भागमा असर परेको होला ?

(अ) DNA (आ) RNA

(इ) साइटोप्लाज्म (ई) न्युक्लियोलस

(छ) यदि कोषमा DNA transcription भएन भने कुन प्रक्रियामा असर पर्छ ?

(अ) प्रकाश संश्लेषण (आ) प्रोटिन संश्लेषण

(इ) मैथुनिक प्रजनन (ई) कोष विभाजन

(ज) DNA replication हुँदा कुनै एउटा न्युक्लियोटाइडको नाश भयो भने जीवमा के असर पर्छ ?

(अ) जेनेटिक समस्या देखिन्छ । (आ) कोष विभाजनमा समस्या आउँछ ।

(इ) प्रजननमा समस्या आउँछ । (ई) क्रोमोजोमले काम गर्दैन ।

(झ) निम्नमध्ये कुनले महिलाको शरीरमा रहेका कोषको क्रोमोजोमको सङ्केत गर्छ ?

(अ) 44 + XY (आ) 44 + XX

(इ) 22 + XY (ई) 22 +XY

(ञ) तलका मध्ये कुन भनाइ सही छ ?

(अ) अन्डामा Y क्रोमोजोम मात्र हुन्छ भने शुक्राणुमा X क्रोमोजोम हुन्छ ।

(आ) अन्डामा X क्रोमोजोम मात्र हुन्छ भने शुक्राणुमा Y क्रोमोजोम हुन्छ ।

(इ) अन्डामा X क्रोमोजोम मात्र हुन्छ भने शुक्राणुमा X वा Y मध्ये कुनै एक क्रोमोजोम हुन्छ ।

(ई) अन्डा र शुक्राणु दुबैमा X र Y क्रोमोजोम हुन्छन् ।

2. **फरक लेख्नुहोस् :**

(क) अटोजोम र सेक्स क्रोमोजोम

(ख) माइटोसिस र मियोसिस

(ग) DNA र RNA

(घ) ह्याप्लोइड र डिप्लोइड

3. **कारण दिनुहोस् :**

(क) सन्ततिहरूमा आमाबुबा जस्तै गुणहरू हुन्छन् ।

(ख) लिङ्ग निर्धारणमा पुरुषको मुख्य भूमिका हुन्छ ।

(ग) पुरुषमा X र Y दुबै खालका सेक्स क्रोमोजोम भए तापनि कसै कसैको छोरीमात्र वा छोरामात्र जन्मन्छन् ।

(घ) मियोसिस कोष विभाजनलाई रिडक्सन डिभिजन पनि भनिन्छ ।

(ङ) माइटोसिस कोष विभाजनलाई समीकरणीय विभाजन पनि भनिन्छ ।

(च) मियोसिस कोष विभाजनविना मैथुनिक प्रजनन सम्भव छैन ।

(छ) मियोसिस कोष विभाजनले परिवृत्ति ल्याउँछ ।

4. **तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :**

(क) वंशाणु केलाई भनिन्छ ?

(ख) क्रोमोजोम केलाई भनिन्छ, जीवको शरीरमा यसको भूमिका स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ग) शारीरिक विकासमा माइटोसिस कोष विभाजनको महत्त्व व्याख्या गर्नुहोस् ।

(घ) जीवहरूको प्रजननमा मियोसिस र माइटोसिस कोष विभाजनको भूमिका स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ङ) यदि जीवको मातृ प्रजनन कोषमा मियोसिस कोष विभाजन भएन भने उक्त जीवमा कस्तो असर देखिएला, व्याख्या गर्नुहोस् ।

(च) जीवको आनुवंशिक गुणको प्रसारणमा वंशाणुको भूमिका स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(छ) मानिसमा कसरी लिङ्ग निर्धारण हुन्छ, चार्टसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ज) एक महिला गर्भवती छिन् । उनले छोरी जन्माउन सक्ने सम्भावना कति छ, प्रतिशतमा लेख्नुहोस् ।

(झ) एक जोडी दम्पतीका 3 जना छोरा मात्र जन्मिए । यसका लागि के पुरुषको अण्डकोषबाट Y क्रोमोजोम भएका शुक्रकीट मात्र उत्पादन भएका होलान् त, स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ञ) क र ख कन्सेप्ट म्याप पूरा गरी यी दुई प्रक्रियाहरूबिच भिन्नता लेख्नुहोस् ।

प्रजनन कोष	→	………………… **कोष विभाजन**	→	**ग्यामेट**
क				
शारीरिक कोष	→	………………… **कोष विभाजन**	→	…………………
ख				

4.8 जेनेटिक्स र जेनेटिक प्रविधि

वंशाणुक्रम र मेन्डलको सिद्धान्त (Heredity and Mendelism)

सबै सजीवमा आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गर्ने क्षमता हुन्छ । यसका कारण उनीहरूले आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गरेर आफ्ना वंशलाई निरन्तरता दिन्छन् । सन्तानमा आफ्ना पुर्खाहरूका गुण देखिन्छन् तर जीवहरू हेर्दा उस्तै देखिए पनि एकआपसमा केही न केही गुणहरू भने फरक हुन्छन् । अमैथुनिक वा मैथुनिक प्रजनन दुबैबाट जन्मेका सन्तानमा आमाबुबाका गुणहरू सरेका हुन्छन् । यी गुणहरू एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सार्ने काम कोषको न्युक्लियसमा रहेका क्रोमोजोममा हुने वंशाणुले गर्छ । प्रत्येक वंशाणुले एउटा विशेष गुण बोकेको हुन्छ जसले गर्दा आमाबुबामा भएका वंशाणुगत गुणहरू सन्ततिमा सर्दै जान्छ । यसरी आमाबुबामा भएका वंशाणुगत गुण सन्ततिमा सर्ने प्रक्रियालाई वंशाणुक्रम (heredity) भनिन्छ भने सर्ने गुणहरूलाई वंशाणुगत गुण भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 4.5 विभिन्न किसिमका केराउको अध्ययन

आवश्यक सामग्री : विभिन्न किसिमका केराउको बिउ, मेन्डलको प्रयोगमा आधारित प्रबल र लुप्त गुणहरूको चार्ट, चार्टपेपर, गम

विधि

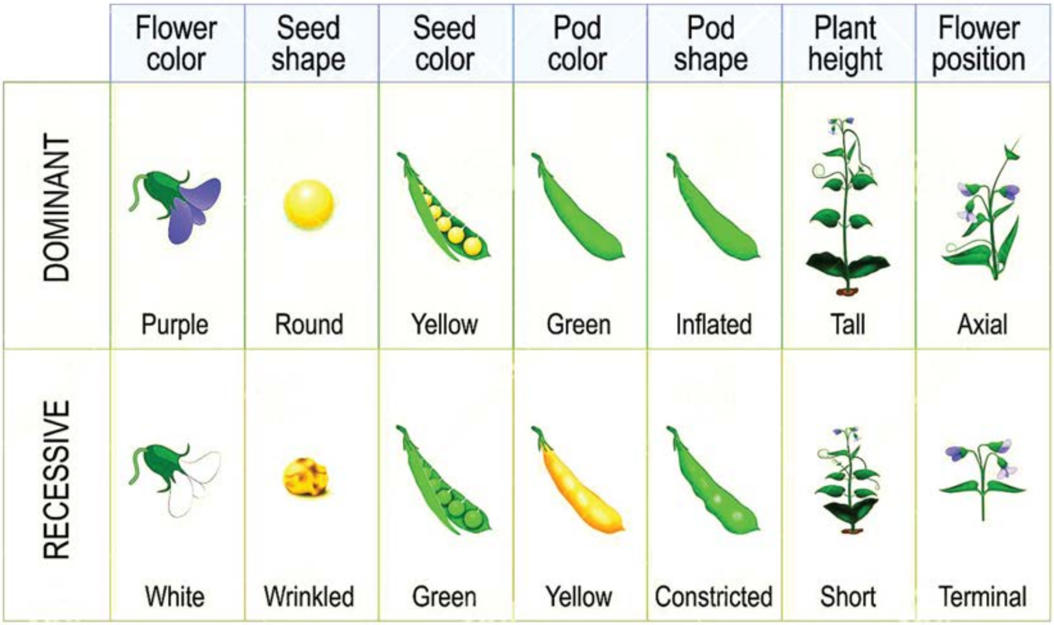
(अ) आफ्नो घर वा छिमेकमा पाइने विभिन्न किसिमका केराउका बिउहरू जम्मा गर्नुहोस् । तिनीहरूलाई आकार, साइज र रङका आधारमा विभिन्न समूहमा छुट्याउनुहोस् ।

(आ) अब मेन्डलको प्रयोगको चार्टमा उल्लिखित गुणको छलफल गर्नुहोस् । छलफलका आधारमा ती बिउलाई प्रबल गुण भएका र लुप्त गुण भएकामा छुट्याउनुहोस् ।

(इ) चार्टपेपरमा ती केराउका बिउ टाँसेर तिनका गुण पनि उल्लेख गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

वंशाणु, वंशाणुक्रम र परिवृत्तिका बारेमा अध्ययन गर्ने जीवविज्ञानको एउटा विधालाई जेनेटिक्स (genetics) भनिन्छ । जेनेटिक्सअन्तर्गत जेनेटिक इन्जिनियरिङ, मेडिकल जेनेटिक्स जस्ता उपविधा पर्छन् । जेनेटिक्सका बारेमा विभिन्न अनुसन्धान गरेर नियम प्रतिपादन गर्ने पहिलो वैज्ञानिक ग्रेगर जोहन् मेन्डल हुन् ।



चित्र 4.13 केराउको विरुवामा प्रबल र लुप्त गुणहरू

उनी जुलाई 22, 1822 मा अस्ट्रियामा जन्मिएका थिए । उनैलाई जेनेटिक्सका पिता भनिन्छ । मेन्डलले आफ्नो बगैँचामा उमारिएका केराउका बिरुवा (Pisum sativum) मा वंशाणुगत गुणको प्रसारणसम्बन्धी अनेकौँ प्रयोग (experiment) गरेका थिए । केराउका बिरुवामा प्रयोग गर्दा उनले सातओटा विभिन्न गुणलाई आधार मानेका थिए, ती हुन् :

1. बिरुवाको उचाइ : अग्लो र होचो (Tall and dwarf)
2. फूलको स्थान : काप र टुप्पो (Axial and terminal)
3. कोसाको रङ : हरियो र पहेँलो (Green and yellow)
4. कोसाको आकार : पोटिलो र खण्ड खण्ड परेको (Inflated and constricted)
5. बिउको आकार : गोलो र चाउरिएको (Round and wrinkled)
6. फूलको रङ : बैजनी र सेतो (Purple and white)
7. बिउको रङ : पहेँलो र हरियो (Yellow and green)

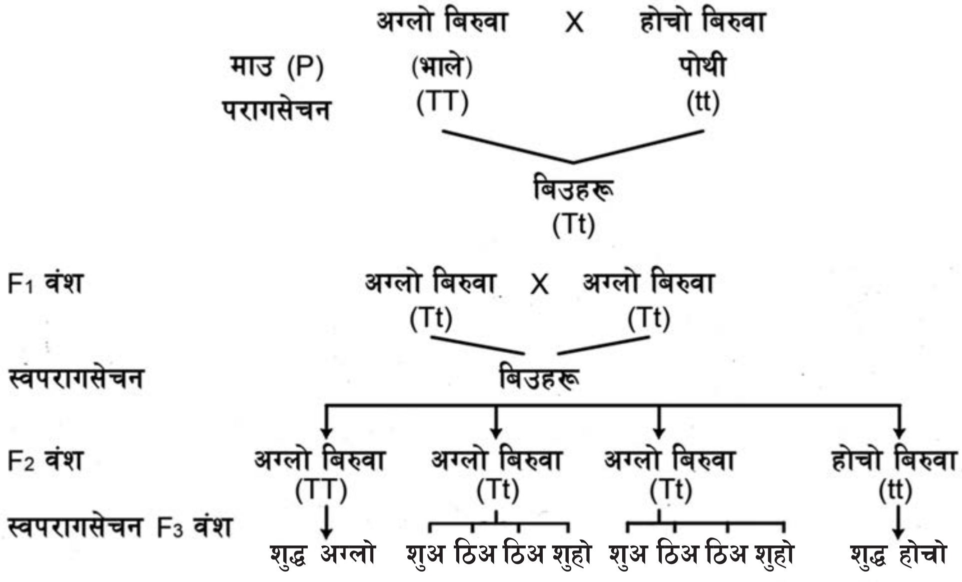
मेन्डलले आफ्नो प्रयोगका लागि केराउको बोट छान्नुका कारण

1. केराउको फूल दुईलिङ्गी (bisexual) र बन्द (closed) भएकाले प्राकृतिक रूपमै स्वपरागसेचन भई प्रजनन हुन सक्छ ।
2. यसमा आवश्यकताअनुसार पर प्रजनन गराउन पनि सकिन्छ ।
3. यसको जीवनचक्र छोटो भएकाले छिटो छिटो नतिजा लिन सकिन्छ ।
4. यसमा धेरै जोडा फरक गुणहरू (contrasting characteristics) हुन्छन् ।
5. एकै पटकमा धेरै बिउहरू उत्पादन गर्न सकिन्छ जसबाट सजिलै धेरै सङ्ख्यामा नयाँ बिरुवा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
6. यिनीहरूलाई उमार्न पनि सजिलो हुन्छ ।

मेन्डलको प्रयोगको विधि (Method of Mendel's experiment)

मेन्डलले केराउको बोटमा पाइने सात जोडा गुण शुद्ध (pure) र ठिमाहा (hybrid) का बारेमा छुट्टाछुट्टै अध्ययन गरी प्रत्येक वंशजको गुणअनुसार वर्गीकरण पनि गरे । मेन्डलले वंशाणुक्रमको अध्ययनका लागि केराउका शुद्ध अग्ला र होचा बिरुवा छानी पर परागसेचन (cross pollination) गराए । यस परागसेचनबाट प्राप्त भएको बिउबाट बिरुवा उमारियो, जसलाई पहिलो वंश (first filial generation) भनियो । पहिलो वंशमा प्राप्त बिरुवाहरू सबै अग्ला पाइयो । यसरी नै उनले बाँकी सातओटा जोडा गुणको पनि छुट्टाछुट्टै रूपमा परागसेचन गराई अध्ययन गरे । तर पहिलो वंशमा एउटै मात्र लक्षण पाए । फरक जोडा गुणहरू (contrasting character) लाई आपसमा परागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा प्राप्त हुने गुणलाई मेन्डलले प्रबल गुण (dominant character) नाम दिए भने जुन गुण पहिलो वंशमा देखिएन उक्त गुणलाई लुप्त गुण (recessive character) नाम दिए ।

मेन्डलले पहिलो वंशमा प्राप्त ठिमाहा अग्ला बिरुवाबिचमा स्वपरागसेचन (self pollination) गराए । यसरी स्वपरागसेचनपश्चात् प्राप्त दोस्रो वंशका बिरुवा अवलोकन गर्दा अग्लो र होचो दुबै गुण भएका बिरुवा देखा परे । जसलाई चार्टमा निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :



नोट : शुअ = शुद्ध अग्लो (TT), ठिअ = ठिमाहा अग्लो (Tt), शुहो = शुद्ध होचो (tt)

चित्र 4.14 : अग्लो केराउ र होचो केराउबिचको मोनोहाइब्रिड क्रस (तेस्रो वंशजसम्म)

मेन्डलको प्रयोगका नतिजाहरू

1. शुद्ध अग्ला केराउबाट अग्लै मात्र बिरुवा उत्पादन भए ।
2. ठिमाहा अग्ला बिरुवाबाट फेरि 3:1 का अनुपातमा अग्ला र होचा बिरुवा उत्पादन भए ।
3. शुद्ध होचा बिरुवाबाट होचा बिरुवा मात्र उत्पादन भए ।

मेन्डलको प्रयोगमा फिनोटाइपिक अनुपात र जिनोटाइपिक अनुपात

जीवहरूको बाहिरी रूपमा देखिने गुणलाई फिनोटाइपिक गुणहरू भनिन्छ । जीवहरूको आनुवंशिक संरचना (genetic constitution) लाई जिनोटाइपिक गुण भनिन्छ । मेन्डलको प्रयोगमा दोस्रो वंशको फिनोटाइपिक र जिनोटाइपिक अनुपात निम्नानुसार छ :

फिनोटाइपिक अनुपात (अग्लो : होचो) = 3:1

जिनोनाइपिक अनुपात (शुद्ध अग्लो : ठिमाहा अग्लो : शुद्ध होचो) = 1:2:1

मोनोहाइब्रिड क्रस र डाइहाइब्रिड क्रस (Monohybrid cross and dihybrid cross)

एउटा मात्र फरक गुण (contrasting character) लाई आधार मानी बिरुवाका बिचमा परपरागसेचन गराई ठिमाहा बिरुवा उत्पादन गर्नुलाई मोनोहाइब्रिड क्रस भनिन्छ, जस्तै : अग्लो र होचो केराउको बिचमा क्रस गराउँदा पहिलो वंशमा 100% ठिमाहा अग्लो बिरुवा उत्पादन हुन्छन् ।

त्यस्तै दुईओटा फरक गुणहरूलाई आधार मानी बिरुवाका बिचमा परपरागसेचन गराएर ठिमाहा बिरुवा उत्पादन गर्ने प्रक्रियालाई डाइहाइब्रिड क्रस भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 4.6 मोनोहाइब्रिड क्रससम्बन्धी मेन्डलको प्रयोगको दोस्रो फिलिएल जेनेरेसनसम्मको चार्ट चार्टपेपरमा तयार गरेर कक्षामा यसका बारेमा छलफल गर्नुहोस् ।

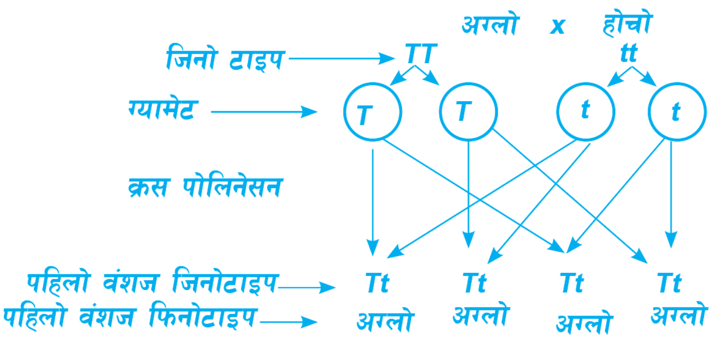
मेन्डलका नियमहरू

ग्रेगर जोहान मेन्डलले केराउका विभिन्न गुणहरू लिएर गरेका प्रयोगपश्चात् उपलब्ध नतिजाका आधारमा निम्नलिखित नियम प्रतिपादन गरेका थिए । यस पाठमा मेन्डलको दुईओटा नियमका बारेमा मात्र छलफल गर्ने छौँ :

1. प्रबलताको नियम (Law of dominance)
2. लैङ्गिक शुद्धताको नियम (Law of purity of gamete or law of segregation)
3. स्वतन्त्र गुण प्रसारणको नियम (law of independent assortment)

प्रबलताको नियम (Law of dominance)

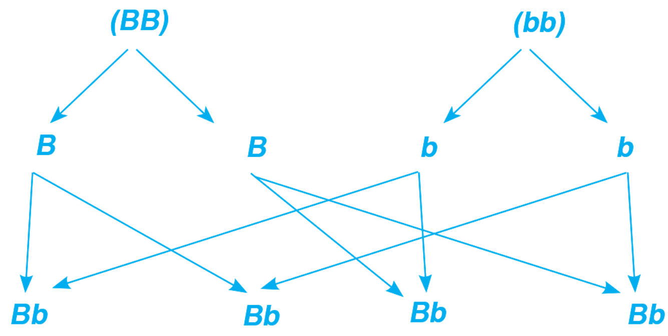
प्रबलताको नियमानुसार शुद्ध गुण भएका माउ जीवबिच परपरागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा प्रबलगुण मात्र देखापर्छ । यसरी एक जोडा शुद्ध तर फरक गुण भएका माउ जीवहरूबिच परपरागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा कुनै एउटा मात्र गुण देखिनुलाई प्रबलताको नियम भनिन्छ । मेन्डलको प्रयोगमा पनि कुनै गुण पहिलो वंशमा देखा परेको पाइयो भने कुनै गुण दबिएर रहेका



चित्र 4.15 मेन्डलको प्रबलताको नियम देखाउने चार्ट

पाइयो । यसरी प्रत्यक्ष रूपमा देखा पर्ने गुणलाई प्रबल गुण र दबिएर रहेको गुणलाई लुप्त गुण भनिन्छ ।

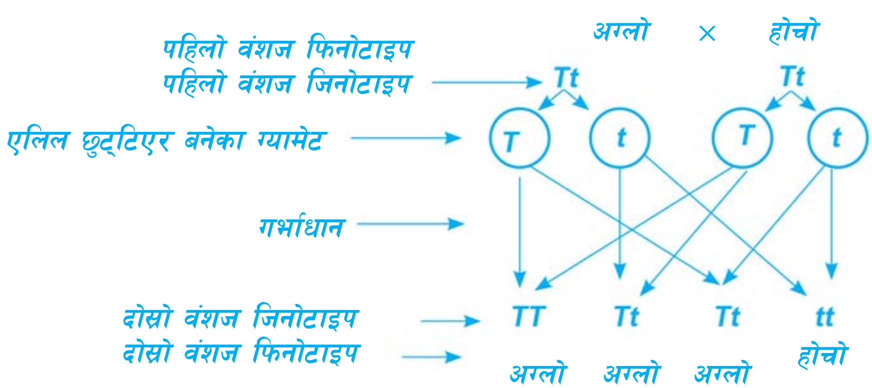
मेन्डलको प्रबलताको नियम गिनी पिगमा पनि अध्ययन गर्न सकिन्छ । यस प्रयोगमा कालो रङको गिनी पिग (BB) र सेतो रङको गिनी पिग (bb) लाई आपसमा क्रस गराउँदा पहिला वंशमा ठिमाहा कालो गिनी पिग मात्र जन्मन्छन् । यहाँ कालो रङ प्रबल गुण र सेतो गुण लुप्त गुण हुन्छ ।



चित्र 4.16 शुद्ध कालो गिनी पिग र शुद्ध सेतो गिनी पिगबिच क्रस प्रजनन

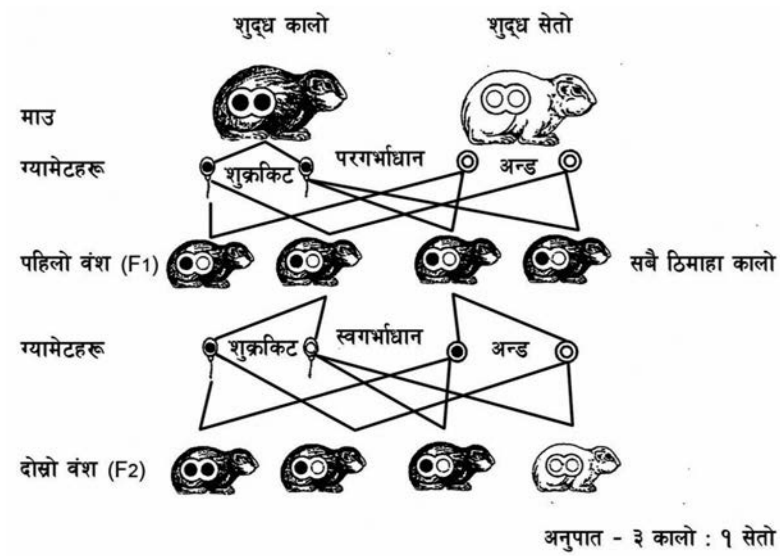
लैङ्गिक शुद्धताको नियम (Law of purity of gamete)

पहिलो वंशको ठिमाहामा दुई फरक गुणसँगै रहे पनि जेनेटिक तहमा आआफ्नो मौलिकता गुमाएका हुँदैनन् जब ठिमाहामा ग्यामेट बन्छ । मियोसिस कोष विभाजन हुँदा माउकोषमा रहेका शुद्ध वा ठिमाहा एलिल (allele) का वंशाणुहरू छुट्टिएर प्रत्येक ग्यामेटमा शुद्ध गुण मात्र जान्छ । यस नियमलाई लैङ्गिक शुद्धताको नियम भनिन्छ । यसको अर्थ ग्यामिटहरू सधैँ शुद्ध हुन्छन् । उदाहरणका लागि मेन्डलको प्रयोगमा पहिलो वंशमा प्राप्त अग्लो बिरुवामा स्वपरागसेचन गराउँदा ठिमाहा एलिलका वंशाणुहरू छुट्टिएकाले नै दोस्रो वंशमा अग्ला र होचा दुबै प्रकारका केराउका बिरुवा देखिएका हुन् जसमा अग्ला र होचाको अनुपात 3:1 हुन्छ ।



चित्र 4.17 पहिलो वंशजबाट उत्पादित ठिमाहामा स्वपरागसेचनपश्चात् उत्पादित दोस्रो वंशज

गिनी पिगमा हुने हाइब्रिड क्रस



चित्र 4.18 ठिमाहा कालो गिनी पिगलाई स्वप्रजनन गराउँदा प्राप्त दोस्रो बंश

त्यसै गरी कालो गिनी पिग र सेतो गिनी पिगबिच क्रस गराउँदा पहिलो वंशमा प्राप्त भएका ठिमाहा कालो गिनी पिगलाई स्वप्रजनन गराउँदा दोस्रो वंशमा 75% कालो र 25% सेतो गिनी पिग देखिएका थिए । त्यसमा पनि फिनोटाइपिक अनुपात (कालो : सेतो) 3:1 थियो भने जिनोटाइपिक अनुपात (शुद्ध कालो : ठिमाहा कालो : शुद्ध सेतो) 1:2:1 थियो ।

आनुवंशिक प्रविधि (Genetic technology)

चित्र 4.19 एउटा जीवको DNA मा अर्को जीवको DNA को टुक्रा जोड्दै

हालको विश्व प्रविधिको क्षेत्रमा निकै अगाडि बढिसकेको छ । त्यसमध्ये आनुवंशिक प्रविधि पनि एक हो । यस प्रविधिले DNA मा सजिलै र छिट्टै विभिन्न परिवर्तन गराई नयाँ नयाँ गुण विकास गर्न मदत गर्छ । यस प्रविधिमा वंशाणुको मोडिफिकेसन गरिन्छ । हाल वैज्ञानिकहरूले वंशाणु के हुन् ? तिनीहरूको कार्य के हो ? तिनीहरूलाई थपेर, घटाएर वा प्रतिस्थापन गरेर DNA कसरी परिमार्जन गर्न सकिन्छ भनी पत्ता लगाउन सक्षम भएका छन् । वंशाणुहरू सबै जीवमा पाइन्छन् र एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा सर्दै जान्छन् । तिनीहरू कोडेड निर्देशक हुन्

जुन विभिन्न प्रोटिन निर्माण गर्न र आनुवंशिक गुणहरू नयाँ पुस्तामा सार्न प्रयोग हुन्छन् । आनुवंशिक प्रविधि भनेको वंशाणु अभिव्यक्ति (genetic expression) बुझेर, प्राकृतिक आनुवंशिक भिन्नताको फाइदा उठाउँदै वंशाणु परिमार्जन गर्ने र नयाँ जीवमा वंशाणुहरू हस्तान्तरण गर्ने प्रक्रिया हो । आनुवंशिक प्रविधिमध्ये आनुवंशिक इन्जिनियरिङ एक प्रक्रिया हो जसले प्रयोगशालामा आधारित प्रविधि प्रयोग गरेर जीवको DNA संरचना परिवर्तन गर्छ । यसलाई आनुवंशिक परिमार्जन (genetic modification) पनि भनिन्छ । यसमा एकल नाइट्रोजनबेस जोडी (A-T वा C-G) परिवर्तन गर्ने, DNA मा रहेको कुनै वंशाणु हटाउने वा थप्ने गरी नयाँ गुणको विकास गरिन्छ । आनुवंशिक इन्जिनियरिङमार्फत बनाइएका वंशाणुका भेरियन्टहरू (variants) एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा हस्तान्तरण गर्न सकिन्छ । वंशाणुहरू र तिनीहरूका कार्य पहिचान गर्नु आनुवंशिक प्रविधिको महत्त्वपूर्ण प्रयोग हो । बायोटेक्नोलोजी र आणविक जीवविज्ञान (molecular biology) मा आनुवंशिक प्रविधिको महत्त्वपूर्ण स्थान रहेको छ । यसमा DNA अनुक्रम (DNA sequencing) को जानकारीका आधारमा यसको संरचना, कार्य र प्रक्रिया आदिमा प्रयोग गरेर बिरुवाका विशेषतालाई परिवर्तन वा नियन्त्रण गर्न सम्भव बनाएको छ । हाल DNA आणविक मार्करहरू (DNA molecular markers), ट्रान्सजेनिक टेक्नोलोजी (transgenic technology) र वंशाणु अभिव्यक्ति (gene expression) मा आधारित आनुवंशिक प्रविधि कृषि उत्पादनमा व्यापक रूपमा प्रयोग गरिएको छ जसले कृषि उपज र गुणस्तर सुधार गर्न, विभिन्न जैविक र अजैविक तनावले गर्दा हुने नोक्सानलाई कम गर्न तथा प्रजनन क्षमतामा सुधार गर्न ठुलो सम्भावना देखाएको छ । उच्च सम्भाव्यता र आवश्यकता भएका यी आधुनिक DNA प्रविधि कृषिको दिगो विकासको ग्यारेन्टी गर्ने महत्त्वपूर्ण उपाय हुन् । हाल DNA प्रविधिले फोरेन्सिक विज्ञानको क्षेत्रमा पनि महत्त्वपूर्ण स्थान लिएको छ । विभिन्न आपराधिक घटनाको अनुसन्धान गर्न DNA प्रविधिको प्रयोग गरिन्छ जसलाई DNA परीक्षण भनिन्छ ।

विभिन्न अनुसन्धानमा डिएनए परीक्षणको भूमिका

डिएनए परीक्षण प्रविधिको प्रयोग गरेर विभिन्न आपराधिक मुद्दाहरूको छानबिन गर्न र दोषीको पहिचान गर्न सहज भएको छ । DNA परीक्षण मुख्यतया आपराधिक अनुसन्धान र पितृत्व परीक्षणका लागि बढी प्रयोग गरिन्छ । वैज्ञानिक विधिका रूपमा तथ्यहरू स्थापित गर्न यो प्रभावकारी छ तर DNA परीक्षण जटिल र अति संवेदनशील कार्य हो । एक साधारण त्रुटिले पनि ठुलो गलत नतिजा ल्याउन सक्छ । त्यसैले DNA परीक्षणलाई विश्वसनीय, न्यायपूर्ण र प्रभावकारी बनाउन नमुना सङ्कलन एवम् त्यसको ढुवानीमा साथै सङ्क्रमण हुन नदिन पनि विशेष ध्यान दिनुपर्छ ।

परियोजना कार्य

इन्टरनेटको प्रयोग गरेर विभिन्न क्षेत्रमा प्रयोग हुने DNA परीक्षणका बारेमा खोज गरी पावरपोइन्ट स्लाइड तयार गर्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गरी छलफल गर्नुहोस् ।

छनोट प्रजनन (Selective breeding)

परापूर्व कालदेखि नै आफूले चाहेजस्तो कृषि उपजका लागि मानिसले बिरुवा तथा जनावरमध्ये राम्रा र असल गुण भएका माउ छनोट गरी प्रजनन गराउँदै आएका छन् । यसरी उत्तम विशेषता भएका जनावर तथा बिरुवा छनोट गरेर तिनीहरूबिच मैथुनिक प्रजनन गराई आफूले चाहे जस्ता विशेषता भएका सन्तान उत्पादन गर्ने प्रक्रिया नै छनोट प्रजनन (selective breeding) हो । कुनै जीवमा भएका मानिसलाई मन पर्ने विशेषताका आधारमा प्रजनन गराई ती गुणलाई भावी सन्ततिमा स्थापित गर्नु छनोट प्रजननको मुख्य उद्देश्य हो । यस विधिमा आफूले चाहे जस्ता बोटबिरुवा र जनावर उत्पादन गर्न त्यस्ता विशेषता भएका आमा वा बुबा वा दुबै छानेर प्रजनन गराइन्छ । छनोट प्रजननले जीवहरूमा प्राकृतिक रूपमा अवस्थित वंशाणु भिन्नताको प्रयोग गरेर प्राकृतिक प्रजननलाई जोड दिन्छ । छनोट प्रजनन गराउँदा कतिपय प्राकृतिक गुणहरू लोप हुने वा त्यसबाट उत्परिवर्तन भई अन्य अवाञ्छित गुणहरू देखापर्न सक्ने भएकाले कतिपय मानिसले यसको आलोचनासमेत गर्छन् । उदाहरणका लागि यदि हामीले होचो जनावरलाई बहिष्कार गरी अग्लो जनावरका बिचमा मात्रै प्रजनन गराउँछौँ भने सन्तानले अग्लो बनाउने वंशाणु प्राप्त गर्छन् । यदि यो प्रक्रिया धेरै पुस्ताहरूसम्म दोहोऱ्याइयो भने भावी पुस्तामा अग्लो हुने गुण स्थापित हुँदै जान्छ र होचो हुने गुण क्रमशः लोप हुँदै जान्छ ।

परियोजना कार्य

आफ्ना अग्रजहरूसँग सोधपुछ गरेर वा इन्टरनेटको प्रयोग गरेर विभिन्न जीवमा हुने छनोट प्रजननका बारेमा छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र कक्षामा छलफलका लागि प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

छनोट प्रजननका बेफाइदा

1. छनोट प्रजननले प्रायः धेरै समान आनुवंशिक गुण भएका जनावर तथा बिरुवाको जनसङ्ख्या मात्र वृद्धि गर्छ ।
2. सङ्क्रमणात्मक रोग आनुवंशिक रूपमा फैलने सम्भावना बढी हुन्छ ।
3. यस प्रजनन विधिमा प्रायः धेरै नजिकको नाता भएका जीवहरूबिच प्रजनन हुने हुँदा जन्मजात आनुवंशिक समस्याबाट पीडित हुने सम्भावना बढी हुन्छ ।

4. छनोट प्रजननलाई कृत्रिम चयन पनि भनिन्छ किनकि यसमा मानव हस्तक्षेप हुन्छ ।
5. छनोट प्रजननले प्राकृतिक रूपमा विद्यमान कतिपय आनुवंशिक गुणलाई निषेध गर्ने हुँदा जैविक विविधतामा असर पर्न सक्छ जसले गर्दा भविष्यमा जीवको कुनै प्रजातिहरू एउटै खराव लक्षणका कारण समाप्त हुने सम्भावना रहन्छ ।

छनोट प्रजननका विधि

छनोट प्रजनन गराउँदा विभिन्न विधि अपनाउन सकिन्छ । तीमध्ये केही विधि यहाँ दिइएको छ ।

इनब्रिडिङ (Inbreeding)

चित्र 4.20 स्यामिज बिरालो र ल्याब्राडोर रिट्रिभर कुकुर

अनुमानित विशेषता भएका जीवहरूको स्थापना गर्नका लागि इनब्रिडिङ गरिन्छ । यस विधिमा धेरै नजिकको सम्बन्ध भएका जीवहरूका बिचमा प्रजनन गराइन्छ । यस किसिमको प्रजनन धेरै पुस्तामा निरन्तर गराइयो भने आनुवंशिक रूपमा समान गुण भएका सन्तान उत्पादन हुन्छन् । यसरी उत्पादित । जीवलाई शुद्ध नस्लका रूपमा व्याख्या गरिन्छ । स्यामिज बिरालो र ल्याब्राडोर रिट्रिभर कुकुर शुद्ध नस्लका उदाहरण हुन् ।

लाइन प्रजनन (Line breeding)

यो पनि एक किसिमको इनब्रिडिङ हो । यसमा केही टाढाको सम्बन्ध भएका जीवहरूबिच प्रजनन गराएर चाहेका विशेषता भएका जीवहरूको उत्पादन गरिन्छ । यसले शुद्ध नस्ल हुने दरलाई घटाउँछ । यसले शुद्ध नस्ल हुने जीवमा देखा पर्न सक्ने आनुवंशिक अस्वस्थताको जोखिम घटाउन मदत गर्छ ।

स्वपरागसेचन (Self pollination)

धेरैजसो बिरुवामा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग एउटै फूलमा हुन्छन् । यस्ता फूलहरू स्वपरागसेचन गर्न सक्षम हुन्छन् । स्वपरागसेचनबाट उत्पादित बिउबाट उमारिएका बिरुवाका केही गुणहरू मूल बिरुवासँग मिल्दा हुन्छन् तर सबै गुणहरू मिल्दैनन् । यसको प्रमुख कारण मैथुनिक प्रजनन हुँदा वंशाणुको फेरबदल हुनु हो । यस विधिबाट आनुवंशिक रूपमा धेरै समान गुणहरू भएका जीवको उत्पादन गर्न मदत गर्छ ।

क्रस प्रजनन (Cross breeding)

यो प्रजनन एकआपसमा असम्बन्धित दुई जीवको बिचमा गराइने प्रजनन हो । सामान्यतया यस किसिमको प्रजनन एउटै जेनसमा पर्ने दुई फरक प्रजातिका जीवबिच गराइन्छ । यो प्रायः दुई फरक जीवबाट आफूले चाहेका विशेष किसिमका विशेषताको पहिचान गरी उक्त विशेषता भएका सन्तान जन्माउनका लागि प्रयोग गरिन्छ । दुई शुद्ध नस्लका जीवको क्रस प्रजनन गराई आफ्नो रुचिका विशेषता भएका जीवको विकास गर्न यो विधि उपयुक्त हुन्छ । क्रस प्रजनन विधिबाट उत्पादित सन्तानलाई ठिमाहा (hybrid) भनिन्छ । क्रस प्रजननको प्रमुख उद्देश्य ठिमाहा गुणलाई अधिकतम बनाउनु हो । ठिमाहा गुणहरू त्यसपछिका सबै पुस्तामा हस्तान्तरण हुँदैनन् ।

क्रस ब्रिडिङबाट उत्पादित केही जीवहरू

लाइगर (Liger)

भाले सिंह र पोथी बाघबिच क्रस प्रजनन गराएर जन्मेको ठिमाहा जनावर लाइगर हो । यो एउटा प्रसिद्ध ठिमाहा जनावर हो । यो आमाबुबाभन्दा धेरै ठुलो हुन्छ । यिनीहरूले सामान्यतया बाघभन्दा सिंह जस्तै व्यवहार गर्छन् ।

चित्र 4.21 लाइगर

टाइगन (Tigon)

भाले बाघ र पोथी सिंहबिच क्रस प्रजनन गराएर जन्मेको जनावर टाइगन हो । टाइगन लाइगरभन्दा धेरै सानो हुन्छ । आमाबुबाभन्दा पनि सानो हुन्छ । तिनीहरू बाघ जस्तै देखिन्छन् तर धेरै गुणहरू सिंहसँग मिल्छन्, जस्तै : गर्जने क्षमता र सामाजिकीकरण क्षमता आदि ।

चित्र 4.21a टाइगन

बिफालो (Beefalo)

भैँसी (American Bison) र साँढेबिच क्रस प्रजनन गराएर बिफालो उत्पादन गरिन्छ । अन्य धेरै किसिमका ठिमाहा पशुभन्दा यिनीहरू फरक छन् र यिनीहरूले पुनः प्रजनन क्षमता राख्छन् ।

चित्र 4.22 बिफालो

जेब्रोइड (Zebroid)

चित्र 4.23 जेब्रोइड

जेब्रा र घोडाबिच क्रस प्रजनन गराएर उत्पादित ठिमाहा जेब्रोइड हो । यिनीहरूमा पुनः प्रजनन क्षमता हुँदैन ।

खच्चर (Mule)

चित्र 4.24 खच्चर

गधा र घोडाबिच क्रस प्रजनन गराई उत्पादित जनावर खच्चर हो । यसले गधाले जस्तै भारी बोक्न र घोडा जस्तै छिटो हिँड्न सक्छ । यसमा पुनः प्रजनन क्षमता हुँदैन ।

पोमाटो (Pomato)

चित्र 4.25 पोमाटो

आलु र टमाटरबिच क्रस प्रजनन गराएर उत्पादित बिरुवा पोमाटो हो । यो बिरुवामा जमिनमाथिको काण्डमा चेरी टमाटर र जमिनमुनि सेतो आलु फल्छ ।

क्रियाकलाप 4.7

माथि प्रस्तुत गरिएका उदाहरणबाहेक तपाईँले देख्नुभएको वा कक्षामा साथीहरूसँग छलफल गरी वा इन्टरनेटमा खोजेर छनोट प्रजननबाट उत्पादित जनावरहरूको सूची तयार पार्नुहोस् र कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

क्रस प्रजननका फाइदा

क्रस प्रजनन बिरुवा र जनावर दुबै प्रकारका सजीवमा गर्न सकिन्छ । यस विधिबाट विभिन्न किसिमका नयाँ जीवको उत्पादन गर्न सकिन्छ । यो विधिबाट कृषकहरू लाभान्वित हुन्छन् । यसका केही फाइदा निम्नानुसार रहेका छन् :

1. यो विधिले दुई प्रजातिका वंशाणुहरू मिसाएर अतिरिक्त वंशाणुगत विशेषतालाई संयोजन गर्छ ।
2. मानिसले आफूले चाहे जस्ता विशेषता भएका जीवको उत्पादन गर्न सक्छन् ।

3. क्रस प्रजननले आनुवंशिक सामग्रीको फराकिलो दायराको पूर्ण प्रयोग गर्ने अवसर प्रदान गर्छ ।
4. मूल जनावरभन्दा राम्रो विशेषता प्रदर्शन गर्ने जीवको विकास हुन्छ ।
5. यस विधिबाट जीवको रोग प्रतिरोधात्मक क्षमता वृद्धि गराई तिनीहरूको बलियोपना, उमेर र गतिशीलतामा सुधार गर्न सकिन्छ ।
6. यस विधिबाट उत्पादित बिरुवाबाट बालीको उत्पादनमा वृद्धि गर्न सकिन्छ ।

क्रस प्रजननका बेफाइदा

1. क्रस प्रजनन प्रविधिको सही बुझाइ र व्यवस्थापन हुन नसकेमा भविष्यमा नीतिगत समस्याहरू आउन सक्छन् ।
2. शुद्ध नस्लका तुलनामा क्रस प्रजननबाट उत्पादित उपजहरूको मूल्य कम पर्ने हुनाले उत्पादनको तुलनामा किसानले सोचेजति आम्दानी गर्न सक्दैनन् ।
3. निर्यात बजारमा क्रस प्रजननबाट उत्पादित जीवको बिक्रीमा सीमितता पाइन्छ ।
4. ठिमाहा जीवका बाह्य गुण र अनुवांशिक विशेषतामा परिवर्तन हुँदै जाँदा शुद्ध नस्लहरू लोप हुने सम्भावना बढ्छ ।
5. यस प्रजनन विधिमा आमाबुबाका प्राकृतिक गुण सन्तानमा पूर्ण रूपमा हस्तान्तरण हुँदैनन् जसले गर्दा उक्त प्राकृतिक गुण बिस्तारै लोप हुँदै जान्छन् ।

कृत्रिम गर्भाधान (Artificial insemination)

हिजोआज विभिन्न प्रविधिको विकासको कारण प्राकृतिक रूपमा भाले र पोथीको सम्भोगविना पनि गर्भाधान सम्भव भएको छ । धेरै टाढा रहेका उन्नत जातका भाले जीवको वीर्य स्थानान्तरण गरेर पोथी जीवहरूमा गर्भाधान गराई उन्नत जातका सन्ततिहरू उत्पादन गर्ने प्रचलन हिजोआज निकै बढेको छ । यसरी उन्नत नस्लको भालेबाट वीर्य सङ्कलन गरी उपकरणको प्रयोगद्वारा ठिक समयमा पोथीको प्रजनन पथमा प्रवेश गराउने प्रविधि नै कृत्रिम गर्भाधान (AI) हो । यस विधिबाट जन्मेका सन्तान प्राकृतिक सम्भोगबाट जन्मेका जस्तै सामान्य नै पाइएका छन् । यस प्रक्रियामा स्वस्थ अवस्थामा रहेको भालेको शरीरमा उत्पादित वीर्यलाई कृत्रिम विधिद्वारा उचित समयमा सङ्कलन गरी पोथीको पाठेघरमा पठाई गर्भाधान गराइन्छ ।

घरेलु जनावरको कृत्रिम गर्भाधानमा पहिलो वैज्ञानिक अनुसन्धान इटालियन वैज्ञानिक लाजारो स्पाल्लान्जानी (Lazzaro spallanzani) ले 1784 मा कुकुरमा गरेका थिए । उनको प्रयोगले प्रजनन शक्ति वीर्यको तरल भागमा नभई त्यसमा पौडेर रहने सूक्ष्म शुक्रकीटमा रहने कुरा पुष्टि गरेको थियो । गर्भधारणका निम्ति तयार भएका पोथीमा उन्नत जातका भालेका शुक्रकीटहरू प्रसारण गरी धेरै सङ्ख्यामा उन्नत सन्ततिहरू तयार गर्नु नै कृत्रिम गर्भाधानको मुख्य उद्देश्य हो । कृत्रिम गर्भाधानको प्रविधिका कारण पशुपालनमा लागेका किसानहरू त्यस्ता विशेष गुणयुक्त महङ्गो भाले आफैँले पाल्नुपर्ने झन्झटबाट जोगिन्छन् जसले उनीहरूको आर्थिकस्तरलाई मजबुत बनाउन सहयोग पुग्छ । हाल धेरै जनावर, जस्तै : गाई, भैँसी, बाख्रा, भेडा आदि जनावरमा प्राकृतिक सम्भोगको सट्टा कृत्रिम गर्भाधान प्रचलनमा रहेको छ । यो एक सहायक प्रजनन विधि हो जुन विश्वव्यापी रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यस प्रकारको प्रजनन पशुपालन क्षेत्रमा आनुवंशिकताको गुणस्तर सुधार गर्ने एक उपयोगी प्रविधि हो ।

कृत्रिम गर्भाधानका फाइदा

प्राकृतिक सम्भोगको तुलनामा कृत्रिम गर्भाधानका धेरै फाइदा छन् । तीमध्ये केही फाइदा यसप्रकार छन् :

1. प्रजननका लागि भाले जनावरको पालनपोषण आवश्यक पर्दैन जसले गर्दा पालनपोषण खर्च बचत हुन्छ ।
2. यसले सम्भोगका कारण सङ्क्रमण भई फैलन सक्ने रोगको नियन्त्रण गर्न मदत गर्छ ।
3. भालेबाट वीर्य सङ्कलन गरेपछि त्यसको नियमित परीक्षण र प्रजनन क्षमता जाँच गरिने हुँदा भालेको प्रजनन क्षमता सुनिश्चित हुन्छ ।
4. भालेको मृत्युपछि पनि सङ्कलन गरेर राखिएको विशेष वीर्यको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।
5. सङ्कलित वीर्यलाई गर्भाधानका लागि धेरै टाढासम्म पनि सजिलै पुऱ्याउन सकिन्छ ।
6. यसले साइजमा ठुलो भिन्नता भएका जनावरमा पनि कुनै पनि जनावरलाई चोट नदिई गर्भाधान सम्भव बनाउँछ ।
7. यसले गर्भाधानको दर वृद्धि गर्छ ।
8. यसले जनावरमा हुने प्रजननको सही रेकर्ड राख्न मदत गर्छ ।

कृत्रिम गर्भाधानका बेफाइदा

कृत्रिम गर्भाधानका बेफाइदा निम्नानुसार छन् :

1. राम्रोसँग प्रशिक्षित जनशक्ति र विशेष उपकरण चाहिन्छ ।
2. यसको तयारीका लागि प्राकृतिक प्रजननमा भन्दा बढी समय चाहिन्छ ।
3. उपकरणको उचित सरसफाइ नगरिएमा प्रजनन नहुन सक्छ र प्रजनन अङ्गमा सङ्क्रमण हुन सक्छ ।

इन भिट्रो फर्टिलाइजेसन (In vitro fertilization, IVF)

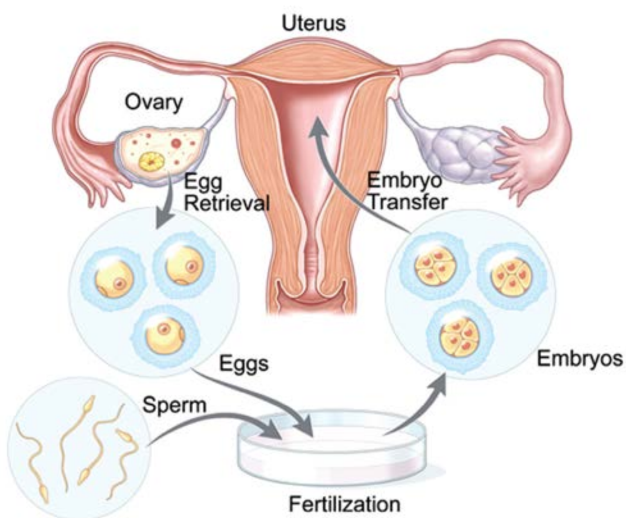
घटना अध्ययन : गर्भवती नभएकी ३८ वर्षीय महिला र उनका 42 वर्षीय श्रीमान्ले विगत 5 वर्षदेखि सन्तान जन्माउने प्रयास गरिरहेका छन् । बाँझोपन मूल्याङ्कनले समस्याका लागि कुनै कारण देखाएको छैन । उनको शरिरमा नियमित रूपमा ओभुलेसन भइरहेको छ । हिस्टेरोसाल्पिङोग्राम (महिलाको भित्री प्रजनन अङ्गको विशेष प्रकारको X-ray) ले उनको प्रजनन पथ शारीरिक रूपमा सामान्य रहेको देखाउँछ । उनको श्रीमान्को शुक्राणुको गणना पनि सामान्य छ । तर अहिले सम्म पनि बच्चा नहुँदा उनीहरू निराश छन् । यस्तो अवस्थामा चिकित्सकले उनीहरूलाई इन भिट्रो फर्टिलाइजेसन विधि अपनाउन सल्लाह दिए । तपाईंलाई इन भिट्रो फर्टिलाइजेसनका बारेमा के थाहा छ, इन्टरनेट वा अग्रजसँग सोधखोज गरी कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

जानी राखौं

म्यान्चेस्टर, बेलायतमा बस्ने लेस्ले ब्राउन नामक महिलाले फ्यालोपियन ट्युबहरू अवरुद्ध भएका कारण वर्षौंसम्म बाँझोपन भोगेकी थिइन् । त्यसको निवारणका लागि नोभेम्बर 1977 मा उनले तत्कालीन प्रयोगात्मक IVF प्रक्रिया प्रयोग गरिन् । यसका लागि उनको अण्डाशयबाट एउटा परिपक्व अण्डा निकालियो र प्रयोगशालामा परीक्षण नली (test tube) मा उनको श्रीमान्को शुक्रकीटसँग मिलाएर भ्रूण बनाइयो । त्यसको केही दिनपछि उक्त भ्रूण उनको पाठेघरमा प्रत्यारोपण गरियो । यसमा बेलायती स्त्रीरोग विशेषज्ञ प्याट्रिक स्टेप्टो र वैज्ञानिक रोबर्ट एडवर्डसले एक दशक अगाडिदेखि अध्ययन अनुसन्धान गरिरहेका थिए । मिडियाले यसका बारेमा थाहा पाएपछि ब्राउनले तीव्र सार्वजनिक छानबिनको सामना गर्नुपरेको थियो । 25 जुलाई, 1978 मा लेस्ले ब्राउनले सिजेरियन सेक्सन (Cesarean section) द्वारा छोरीलाई जन्म दिइन् । यसरी जन्मेका लुइस जोय ब्राउन IVF द्वारा गर्भधारण भई जन्मने संसारको पहिलो बच्चा हुन् ।

नेपालमा IVF प्रविधिको सुरुआत सन् 2004 मा ओम अस्पतालमा IVF केन्द्रको स्थापनामार्फत भएको थियो । यही प्रक्रियाबाट सन् 2005 मार्च 3 मा राजेन्द्र तामाङ र सन्ध्या तामाङबाट नेपालकै पहिलो टेस्ट ट्युब बेबीका रूपमा ओममणि तामाङको जन्म भएको थियो ।

IVF सहायक प्रजनन प्रविधिको सबैभन्दा प्रभावकारी विधि हो । यो विधि प्रजनन क्षमता कम भएका वा आनुवंशिक समस्या भएका जोडीलाई गर्भधारणमा सहयोग गर्न प्रयोग गरिने प्रक्रियाको एक जटिल शृङ्खला हो । IVF सामान्य यौन सम्पर्कभन्दा फरक तरिकाबाट गर्भधारण गर्ने तरिका हो । IVF बाट जन्मने बच्चाको मानसिक र शारीरिक विशेषता सामान्य बच्चाको जस्तै हुन्छ । IVF बाट जन्मेको बच्चाको गुणहरू उसको आफ्ना आमाबाबुसँग मिल्न पनि सक्छ वा नमिल्न पनि सक्छ किनकि यो प्रक्रिया एक जोडीको आफ्नै अण्डा र शुक्राणु प्रयोग गरेर पनि गर्न सकिन्छ वा कुनै जोडीमा अण्डा र शुक्राणु उत्पादनमै समस्या छ भने ज्ञात वा अज्ञात दाताबाट प्राप्त अण्डा र शुक्राणु पनि प्रयोग गरिन्छ । इन भिट्रो फर्टिलाइजेसन गर्न प्रयोगशालामा महिलाको अण्डाशयभित्र रहेको परिपक्व अण्डा (ovum) निकालेर पेट्रिडिसमा राखी पुरुषको शुक्राणुसँग पेट्रिडिसमै निसेचित गरिन्छ । उक्त निसेचित अण्डा अथवा भ्रूणलाई केही दिनपछि महिलाको पाठेघरमा सारिन्छ । यसको पूर्ण चक्रका लागि लगभग 3 हप्ता लाग्छ तर समस्याको प्रकृति हेरेर त्योभन्दा धेरै समय पनि लाग्न सक्छ । यस प्रविधिमा पनि सामान्य गर्भधारणमा जस्तै भ्रूण महिलाकै पाठेघरमा हुर्कन्छ ।



चित्र 4.25 आइभिएफ प्रजनन विधि

IVF का फाइदा

1. IVF गर्भधारणसम्बन्धी विभिन्न समस्याका कारणले बच्चा जन्माउन नसकेका जोडीहरूका लागि गर्भधारण गराउने उपयुक्त प्रविधि हो ।

2. यसले दम्पतीको आफ्नै अण्डा र शुक्राणु प्रयोग गरेर आफ्नै बच्चा जन्माउन पनि अनुमति दिन्छ साथै दाताबाट प्राप्त अण्डा र शुक्राणुबाट बच्चा जन्माउन पनि मदत गर्छ ।

3. यो अन्य सहायक प्रजनन प्रविधिभन्दा बढी सफल छ ।

4. विभिन्न किसिमका क्रोमोजोमल समस्याका कारण बच्चामा देखिने समस्याको पनि समाधान गर्न सहयोगी हुन्छ ।

5. बाँझोपन र आनुवंशिक समस्याको उपचार यस विधिबाट हुन्छ ।

6. गर्भधारण क्षमता बढाउनुको साथै गर्भपातको समस्या घटाउँछ ।

7. स्वस्थ बच्चा जन्माउने सम्भावना बढाउँछ ।

IVF का बेफाइदा

1. IVF चक्रको ग्यारेन्टी हुँदैन । यो असफल पनि हुन सक्छ । यसका सफलताका लागि एकभन्दा बढी चक्र गर्नुपर्ने पनि हुन सक्छ ।

2. यसको प्रयोग गर्दा विभिन्न साइड इफेक्ट पनि देखिन सक्छन् ।

3. एकै पटकमा बहु गर्भधारणको समस्या पनि आउन सक्छ ।

4. यो प्रविधि अपनाउँदा दम्पतीलाई भावनात्मक रूपमा तनाव पनि हुन सक्छ ।

5. गर्भासयभन्दा बाहिरी भागमा भ्रूण रहने सम्भावना पनि हुन्छ ।

6. IVF उपचार महँगो हुन्छ ।

7. बच्चा चाँडै जन्मने र कम तौलको बच्चा जन्मने सम्भावना पनि हुन्छ ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) मेन्डलले आफ्नो प्रयोगका लागि कुन बिरुवा लिएका थिए ?

(अ) केराउ (आ) चना

(इ) मकै (ई) सिमी

(ख) मोनोहाइब्रिड क्रसको जिनोटाइपिक अनुपात तलका मध्ये कुन हो ?

(अ) 1:2 (आ) 3:1

(इ) 1:2:1 (ई) 9:2:3:1

(ग) एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सर्ने गुणलाई के भनिन्छ ?

(अ) प्रबल गुण (आ) लुप्त गुण

(इ) वंशाणुगत गुण (ई) आयातित गुण

(घ) कालो वर्ण भएका आमाबुबाहरूबाट गोरो वर्ण भएको बच्चा जन्मियो । यस्तो हुनको कारण के हो ?

(अ) आमाबुबा ठिमाहा हुनु

(आ) आमाबुबा दुबैमा शुद्ध कालो गुण हुनु

(इ) गोरो वर्ण प्रबल गुण हुनु

(ई) कालो गुण लुप्त गुण हुनु

(ङ) कृषकले राम्रो मासु उत्पादन गर्नका लागि बोयर जातको बोका खोजेर स्थानीय बाख्राहरूसँग क्रस गराएर प्रजनन गराउने गर्छन् । यसरी प्रजनन गराउनु कस्तो किसिमको विधि हो ?

(अ) कृत्रिम प्रजनन (आ) छनोट प्रजनन

(इ) IVF (ई) प्राकृतिक चयन

(च) रमितले सुन्तला र कागतीबिच प्रजनन गराएर नयाँ बिरुवा उत्पादन गरेका छन् । उक्त बिरुवा कस्तो बिरुवा हो ?

(अ) उन्नत जातको बिरुवा　　(आ) शुद्ध बिरुवा

(इ) ठिमाहा बिरुवा　　(ई) कृत्रिम बिरुवा

(छ) रोशनी हिमाली क्षेत्रकी विद्यार्थी हुन् । उनको घरमा ढुवानीका लागि खच्चर पालिएको छ । तर उनको खच्चर बुढो भएकाले उनको घरमा नयाँ खच्चर ल्याउने कुरा चलिरहेको छ । यस सन्दर्भमा उनले बुबालाई खच्चरले कसरी बच्चा जन्माउँछ भनेर सोधिन् ? उनको बुबाले दिएको सही उत्तर तलका मध्ये कुन हो ?

(अ) खच्चरले प्राकृतिक रूपमा बच्चा जन्माउँछ ।

(आ) खच्चरले इनब्रिडिङ गर्छ ।

(इ) खच्चरले आफैँ बच्चा जन्माउन सक्दैन ।

(ई) खच्चरले कृत्रिम तरिकाले बच्चा जन्माउँछ ।

2. फरक छुट्याउनुहोस् :

(क) प्रबल गुण र लुप्त गुण

(ख) फिनोटाइप र जिनोटाइप

(ग) इन ब्रिडिङ र क्रस ब्रिडिङ

(घ) कृत्रिम गर्भाधान र इन्भिट्रो फर्टिलाइजेसन

(ङ) टाइगन र लाइगर

3. कारण दिनुहोस् :

(क) सन्तान आफ्ना आमाबुबा जस्तै हुन्छन् तर दुरुस्त उस्तै हुँदैनन् ।

(ख) मेन्डलले आफ्नो प्रयोगका लागि केराउको बिरुवा रोजे ।

(ग) अग्लो केराउको बोट र होचो केराउको बोटबिच परपरागसेचन गराउँदा, पहिलो वंशमा सबै बोट अग्ला भए ।

(घ) ठिमाहा जीवमा स्वसेचन गराउँदा अलग अलग किसिमका सन्ततिको उत्पादन हुन्छ ।

(ङ) आपराधिक अनुसन्धानमा DNA परीक्षणलाई बढी विश्वसनीय मानिन्छ ।

(च) जेनेटिक इन्जिनियरिङमा DNA को सूक्ष्म अध्ययन गरिन्छ ।

(छ) क्रस ब्रिडिङबाट जन्मिएका जीव नपुंसक पनि हुन सक्छन् ।

(ज) डिएनए परीक्षणका लागि नमुना सङ्कलन गर्दा उच्च सतर्कता अपनाउनुपर्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) जेनेटिक्स भनेको के हो ?

(ख) डिएनए परीक्षण भनेको के हो ? यो केका लागि प्रयोग गरिन्छ ?

(ग) जेनेटिक प्रविधिका उदाहरण दिनुहोस् ।

(घ) जेनेटिक प्रविधिमा DNA को महत्त्व उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ङ) जेनेटिक इन्जिनियरिङको महत्त्व वर्णन गर्नुहोस् ।

(च) मोनोहाइब्रिड क्रस भनेको के हो ? रातो (RR) फूल फुल्ने केराउ र सेतो (rr) फूल फुल्ने केराउको बिच पहिले परपरागसेचन त्यसपछि स्वपरागसेचन गराउँदा पहिलो र दोस्रो वंशमा आउने परिणामलाई फिलियल चार्टद्वारा देखाउनुहोस् ।

(छ) मेन्डलको प्रयोग बिरुवामा मात्र नभई जनावरमा पनि गर्न सकिन्छ भन्ने तथ्यलाई एउटा उदाहरणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ज) मेन्डलको प्रबलताको नियम र सन्तानको शुद्धताको नियमको व्याख्या गर्नुहोस् ।

(झ) पोटिलो बिउ हुने केराउ र चाउरिएको बिउ हुने केराउबिच पहिले परपरागसेचन र त्यसपछिको वंशमा स्वपरागसेचन गराउँदा दोस्रो वंशमा आउने परिणाम तलको तालिकामा देखाइएको छ । त्यस तालिकाका आधारमा तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् ।

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

(अ) प्रबल र लुप्त गुणहरू देखाउने बिरुवाको अनुपात कति हुन्छ ?

(आ) यिनीहरूको फिनोटाइपिक अनुपात र जिनोटाइपिक अनुपात लेख्नुहोस् ।

(इ) यीमध्ये कुनचाहिँ शुद्ध पोटिलो बिउ हुने बिरुवा हो, किन ?

(ञ) एउटा कालो गिनी पिग र सेतो गिनी पिगबिच परप्रजनन गराउँदा पहिलो वंशमा सबै गिनी पिगहरू काला मात्र देखा परे । यो वंशमा सेता गिनी पिगहरू नदेखिनुको कारण स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ट) एक जना मानसिक सन्तुलन गुमाएकी किशोरी बलात्कारको सिकार भएर बच्चा जन्मेछ । उक्त बच्चाको पिता कसरी पत्ता लगाउन सकिएला ?

(ठ) एकै पटकमा धेरै गाईमा प्रजनन गराउनका लागि जिल्ला पशु विकास केन्द्रले शिविर चलायो । यसमा उक्त संस्थाले कुन विधि प्रयोग गर्‍यो, उक्त विधिको सङ्क्षिप्त व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ड) जेनटिक इन्जिनियरिङ वर्तमान युगका लागि वरदान कि अभिशाप हो, आफ्ना तर्क प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ढ) AI प्रविधि आम कृषकको मुहारमा खुसी ल्याउन कसरी सहयोगी बनेको छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ण) निःसन्तान दम्पतीका लागि IVF वरदान साबित भएको छ । उक्त भनाइलाई स्पष्ट पार्नुहोस् ।

5 शारीरिक संरचना र जीवन प्रक्रिया (Physiological Structure and Life Process)

मानव शरीरमा रक्तसञ्चार (Blood circulation in human body)

रोशनीको हजुरबुबालाई घुँडा दुख्ने समस्या थियो । उहाँले डाक्टरलाई जँचाएर औषधी खाँदा उक्त समस्या कम हुँदै गएछ । यस सन्दर्भलाई ध्यानमा राखी तलका प्रश्न कक्षामा छलफल गर्नुहोस् :

(अ) मुखबाट खाएको औषधी घुँडासम्म कसरी पुग्छ ?

(आ) यस प्रक्रियामा मानव शरीरको कुन प्रणालीले सहयोग गर्छ ?

(इ) उक्त प्रणालीको प्रमुख अङ्ग कुन हो ?

चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :

(अ) सँगैको चित्रमा मानिसलाई के भएको होला ?

(आ) यस अवस्थामा बिरामीको कसरी मदत गर्न सकिन्छ ?

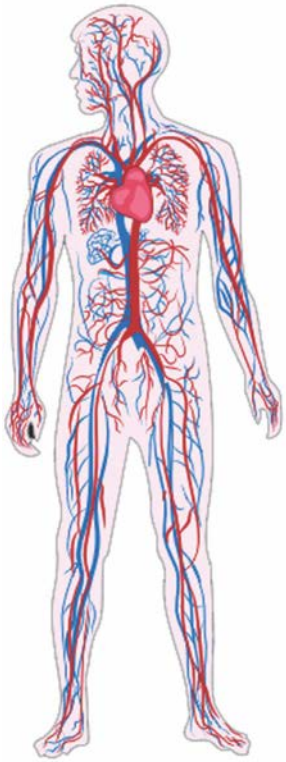
चित्र 5.1

मानव शरीरमा विभिन्न प्रणाली हुन्छन् । प्रत्येक प्रणालीले आआफ्नो कार्य गर्छन् । पाचन प्रणालीमा खाना पचेर पोषक तत्त्वहरू सरल र घुलनशील अणुमा परिणत हुन्छन् । उक्त सरल तत्त्वहरू रक्तसञ्चार प्रणालीको सहयोगले शरीरका प्रत्येक कोषमा पुग्छन् । त्यसरी नै अक्सिजन, औषधी तथा हर्मोन पनि रगतमा मिसिएर शरीरका एक भागबाट अर्को भागसम्म पुग्छन् । मानव शरीरमा हुने परिवहनमा रक्तसञ्चार प्रणालीको मुख्य भूमिका रहेको हुन्छ । रक्त कणिका र प्लाज्मा मिलेर रगत बनेको हुन्छ र मुटुले पैदा गरेको चापको सहयोगले रक्तनलीमा एकल दिशामा बहन्छ । मुटुले पैदा गरेको उक्त चाप नै रक्तचाप हो जसलाई धमनीमा छामेर महसुस गर्न सकिन्छ । विभिन्न कारणले गर्दा कहिलेकाहीँ रक्तचाप सामान्य अवस्थाभन्दा उच्च वा न्यून हुन सक्छ । उच्च रक्तचाप तथा मुटुमा वा धमनीका भित्री भित्तामा कोलेस्टोरेल जम्ने जस्ता कारणले मुटुमा विभिन्न समस्या हुन सक्छ । मुटुको समस्याको उपचारका लागि

विभिन्न आधुनिक प्रविधि प्रयोग गरिन्छ, जस्तै : एन्जियोपलास्टी (Angioplasty), ओपन हर्ट वाइपास सर्जरी (open heart bypass surgery) आदि । मानिसमा A, B, AB र O चारओटा वा यिनीहरूका पोजेटिभ र नेगेटिभ गरी जम्मा आठओटा रक्त समूह हुन्छन् ।

5.1 मानव रक्तसञ्चार प्रणाली (Human blood circulatory system)

मानव शरीरमा रहेका नौओटा प्रणालीमध्ये एउटा प्रणाली रक्तसञ्चार प्रणाली हो । यस प्रणालीले मानव शरीरका अन्य प्रणालीलाई संयोजन गर्ने कार्य गर्छ । रक्तसञ्चार प्रणालीको प्रमुख अङ्ग मुटुले शरीरका विभिन्न भागबाट आउने रगत सङ्कलन गर्ने र विभिन्न भागमा रगत पम्प गर्ने कार्य गर्छ । मुटुले पम्प गरेको रगत रक्तनलीमा बहन्छ । रक्तनलीका मदतले रगत शरीरका प्रत्येक कोषमा पुग्छ । रगतले पाचन प्रणालीमा रहेका पोषक तत्त्वहरू तथा फोक्सोमा रहेको अक्सिजनलाई शरीरका प्रत्येक कोषमा पुऱ्याउँछ । त्यसैगरी शरीरका प्रत्येक कोषमा उत्पादित कार्बनडाइअक्साइडलाई फोक्सोमा र अन्य विकार पदार्थलाई निष्कासन प्रणालीसम्म पुऱ्याउँछ । मुटु, रक्तनली र रगत रक्तसञ्चार प्रणालीका प्रमुख भाग हुन् ।


चित्र 5.2 मानव रक्तसञ्चार प्रणाली

5.2 रगत (Blood)

एउटा स्वस्थ वयस्क मानिसको शरीरमा लगभग 5.5 लिटर रगत हुन्छ । रगतले आवश्यक पौष्टिक तत्त्व, अक्सिजन तथा हर्मोन शरीरका सम्पूर्ण कोषमा पुऱ्याउँछ । साथै अनावश्यक हानिकारक पदार्थलाई निष्कासन प्रणालीसम्म पुऱ्याउँछ । रगतमा हल्का क्षारीय गुण हुन्छ, यसको pH मान 7.35 देखि 7.45 हुन्छ ।

रगतको बनोट (Structure of blood)

क्रियाकलाप 5.1

उद्देश्य : रगतका अवयवको अध्ययन गर्नु

आवश्यक सामग्री : सूक्ष्मदर्शक यन्त्र, रगतको स्मियरको स्थायी स्लाइड

विधि

(क) रगतको स्मियरको स्थायी स्लाइडलाई सूक्ष्मदर्शक यन्त्रको सहायताले अवलोकन गर्नुहोस् ।

(ख) अवलोकन गर्दा सूक्ष्मदर्शक यन्त्रलाई उच्च पावरमा राखेर रगतका प्रत्येक अवयवलाई पहिचान गर्नुहोस् ।

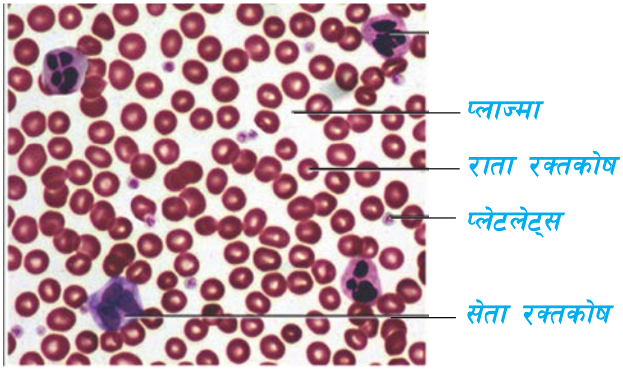
(ग) अवलोकन गरेका रगतका अवयवको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(घ) अवलोकनका आधारमा रगतको बनावटका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

रगत रातो रङको बाक्लो तरल संयोजी तन्तु हो । रगत 55 % प्लाज्मा र 45 % रक्तकोषहरू मिलेर बनेको हुन्छ । रगतमा तीन किसिमका रक्तकोषहरू हुन्छन् । ती हुन् : राता रक्तकोष (Red blood cell), सेता रक्तकोष (White blood cell) र प्लेटलेट्स (Platelets).

प्लाज्मा (Plasma)

खसी बोका काट्दा रगत जम्मा गरेर राखेको देख्नुभएको छ ? यसरी जम्मा गरेको रगत जमेको अवस्थामा हुन्छ त्यसमा केही तरल भाग पनि छुट्टिएको हुन्छ । त्यही तरल भाग रगतको प्लाज्मा हो । रगतमा 55 प्रतिशत प्लाज्मा हुन्छ । प्लाज्मा हल्का पहेँलो रङको पारदर्शी तरल पदार्थ हो । यसमा 80 देखि 90 % पानी र 10 देखि 20 % ठोस पदार्थ हुन्छन् । कार्बोहाइड्रेड, प्रोटिन, बोसो, लवण आदि प्लाज्मामा रहेका ठोस वस्तु हुन् । प्लाज्मामा अल्बुमिन (albumin), ग्लोबुलिन (globulin) र फाइब्रिनोजिन (fibrinogen) गरी तीन किसिमका प्रोटिन हुन्छन् ।



चित्र 5.3 रगतको बनोट

प्लाज्माका कार्य

1. प्लाज्माले शरीरभित्र पानीको प्रवाह र मात्रालाई सन्तुलित राख्छ ।

2. प्लाज्माले पौष्टिक तत्त्व र अनावश्यक पदार्थलाई शरीरको एक भागबाट अर्को भागमा पुऱ्याउँछ ।

3. प्लाज्माले इन्जाइम र हर्मोनलाई ग्रन्थिबाट शरीरका अन्य तन्तुसम्म पुऱ्याउँछ ।

4. प्लाज्मामा रहेको फाइब्रिनोजिनले रगत जम्न मदत गर्छ ।

5. प्लाज्माले शरीरको तापक्रम सन्तुलन गर्छ ।

6. यसले रगतको रासायनिक संरचना सन्तुलन गरी रगतको P^H मान सन्तुलित राख्छ ।

7. फाइब्रिनोजिन हटाइसकेपछिको प्लाज्मालाई सिरम (serum) भनिन्छ । विभिन्न रोगको परीक्षण गर्नका लागि सिरम प्रयोग गरिन्छ ।

रक्तकोष (Blood corpuscles)

(क) राता रक्तकोष (Red blood cell)

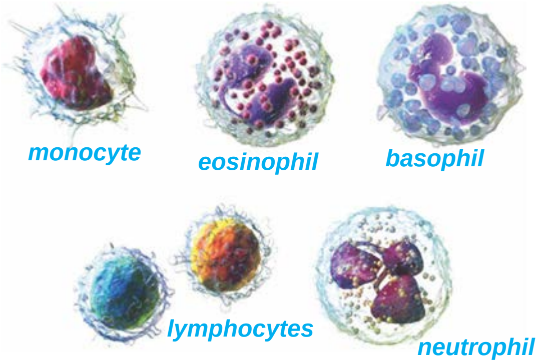
चित्र 5.4 राता रक्तकोष

रगतमा रहेका रातो रङका बाइकन्केभ, गोलाकार न्युक्लियस नभएका रक्तकोषलाई राता रक्तकोष भनिन्छ । यिनीहरूलाई इरिथ्रोसाइट (Erythrocyte) पनि भनिन्छ । यी रक्तकोषमा हेमोग्लोबिन नामक रङ्गकण (pigment) हुन्छ । राता रक्तकोषको मात्रा धेरै हुनाले रगत रातो हुन्छ । हेमोग्लोबिन फलाम र ग्लोबिन प्रोटिन मिलेर बनेको हुन्छ । हेमोग्लोबिनमा रहेको फलामले प्रशस्त मात्रामा अक्सिजन कोषमा पुऱ्याउने गर्छ । साथै कोषमा उत्पादन भएको कार्बनडाइअक्साइडलाई फोक्सोसम्म पुऱ्याउँछ । अक्सिजनयुक्त हेमोग्लोबिनलाई अक्सिहेमोग्लोबिन (Oxyhaemoglobin) भनिन्छ । कार्बन डाइअक्साइडयुक्त हेमोग्लोबिनलाई कार्बोअक्सिहेमोग्लोबिन (carboxyhaemoglobin) भनिन्छ ।

एक घनमिलिमिटर रगतमा 45 लाखदेखि 50 लाखसम्म राता रक्तकोष हुन्छन् । यिनीहरूको आयु 90 देखि 120 दिनको हुन्छ । प्रतिसेकेन्ड 20 लाख राता रक्तकोष बन्छन् भने त्यति नै सङ्ख्यामा नासिन्छन् पनि । राता रक्तकोष स्पोन्जी हाडहरूमा रहेको बोनम्यारोमा बन्छन् । यिनीहरू कलेजो र फियोमा नष्ट हुन्छन् । रगतमा राता रक्तकोषको सङ्ख्या कमी भएमा रक्तअल्पता (anaemia) रोग लाग्छ । रक्तअल्पता भएको मानिस थोरै हिँड्दा पनि थाक्छ । राता रक्तकोषको सङ्ख्या बढी भएमा पोलिसाइथेमिया (polycythemia) भन्ने रोग लाग्छ । राता रक्तकोष बन्ने र नष्ट हुने प्रक्रिया जीवनभर चलिरहन्छ । राता रक्तकोष नष्ट हुँदा निस्कने फलाम पुनः प्रयोगमा आउँछ ।

(ख) सेता रक्तकोष (White blood cell)

सेता रक्तकोषको निश्चित आकार हुँदैन तर यिनीहरू राता रक्तकोषभन्दा ठुला हुन्छन् । यिनीहरूमा न्युक्लियस र अन्य अवयव हुन्छन् । सेता रक्तकोषमा हेमोग्लोबिन हुँदैन । सेता रक्तकोषलाई ल्युकोसाइट (leucocyte) पनि भनिन्छ । सेता रक्तकोष ग्रानुलर र ननग्रानुलर गरी दुई किसिमका हुन्छन् । साइटोप्लाज्मामा ग्रान्युल्स (granules) हुने सेता रक्तकोषलाई ग्रानुलर रक्तकोष भनिन्छ । न्युट्रोफिल (Neutrophil), इओसिनोफिल (Eosinophil) र बेसोफिल (Basophil) ग्रानुलर ल्युकोसाइट हुन् । साइटाप्लाज्मामा ग्रान्युल्स नहुने सेता रक्तकोषलाई ननग्रानुलर रक्तकोष भनिन्छ । लिम्फोसाइट र मोनोसाइट ननग्रानुलर ल्युकोसाइट हुन् ।

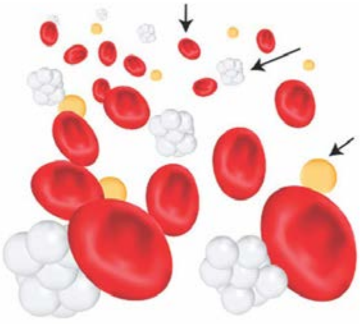


चित्र 5.5 सेता रक्तकोष

सेता रक्तकोषको आयु लगभग दुई हप्ता हुन्छ । एक घनमिलिमिटर रगतमा 4 हजारदेखि 11 हजारसम्म सेता रक्तकोष हुन्छन् । यिनीहरू बोनम्यारो (bone marrow) मा बन्छन् र फियो (spleen) मा नष्ट हुन्छन् । रगतमा सेता रक्तकोषको सङ्ख्या निकै बढ्यो भने यिनले रगतमा रहेका अरू रक्तकोषलाई नष्ट गर्छन् । यसरी रगतमा सेता रक्तकोषको सङ्ख्या निकै बढ्नुलाई ल्युकेमिया (leukemia) अथवा रक्त क्यान्सर भनिन्छ । सेता रक्तकोषले शरीरमा बाहिरबाट प्रवेश गरी रोगका कीटाणुसँग लड्छन् र ती कीटाणुहरूलाई मार्छन् । त्यसैले यी रक्तकोषलाई शरीरका सेना पनि भनिन्छ । सेता रक्तकोषहरूले शरीरको रोग प्रतिरोधात्मक क्षमताको वृद्धि गर्छन् । सेता रक्तकोष अस्वाभाविक ढङ्गले घट्नुलाई ल्युकोपेनिया (leukopenia) भनिन्छ ।

(ग) प्लेटलेट्स (Platelets)

रगतमा रहेका सबैभन्दा साना गोलाकार आकारका न्युक्लियस नभएका रक्तकोषलाई प्लेटलेट्स वा थ्रोम्बोसाइट (thrombocytes) भनिन्छ । यिनीहरू अति नै सूक्ष्म हुन्छन् । एक घन मिलिमिटर रगतमा 2 देखि 4 लाखसम्म प्लेटलेट्स हुन्छन् । यिनीहरू हाडमा रहेको रेड बोनम्यारो (Red bone marrow) मा बन्छन् ।



चित्र 5.6 प्लेट्लेट्स्

यिनीहरूको आयु 2 देखि 3 दिनसम्म हुन्छ । यिनीहरू फियोमा नस्ट हुन्छन् । शरीरमा चोटपटक लागेमा फाइब्रिनोजिनसँग मिलेर रगत जम्न मदत गर्छन् । रगतमा फाइब्रिनोजिन र प्लेटलेट्सको कमी भएमा शरीरमा सानो चोटपटक लाग्दा पनि रगत जम्दैन । यस्तो अवस्थालाई हिमोफिलिया (haemophilia) भनिन्छ । रगतमा प्लेटलेट्स असामान्य रूपमा बढी हुँदा थ्रोम्बोसाइटोसिस (thrombocytosis) भन्ने रोग लाग्छ जसका कारणले हृदयाघात तथा मस्तिष्क घात हुन सक्छ ।

रगतका कार्य

1. परिवहन (Transportation)

रगतले अक्सिजन र कार्बनडाइअक्साइडको ओसारपसार गर्छ । शरीरलाई आवश्यक पोषक तत्त्व, इन्जाइम, हर्मोन र अनावश्यक पदार्थलाई शरीरको एक भागबाट अर्को भागमा पुर्‍याउँछ ।

2. नियन्त्रण (Regulation)

रगतले शरीरको तापक्रमलाई सन्तुलन गर्छ । शरीरमा आवश्यक पानी, अन्य तरल पदार्थ र रासायनिक पदार्थको मात्रा नियन्त्रण गर्छ ।

3. सुरक्षा (Protection)

रगतले रोगका कीटाणुसँग लडेर शरीरलाई रोग लाग्नबाट बचाउँछ । चोटपटक लागेका ठाउँमा रगतलाई जमाई रगत बग्नबाट बचाउँछ । एन्टिबडीको उत्पादन गरी रोग प्रतिरोधात्मक क्षमता वृद्धि गर्छ ।

5.3 रक्त समूह (Blood group)

क्रियाकलाप 5.2 रक्त समूह अभिलेखीकरण गर्नु

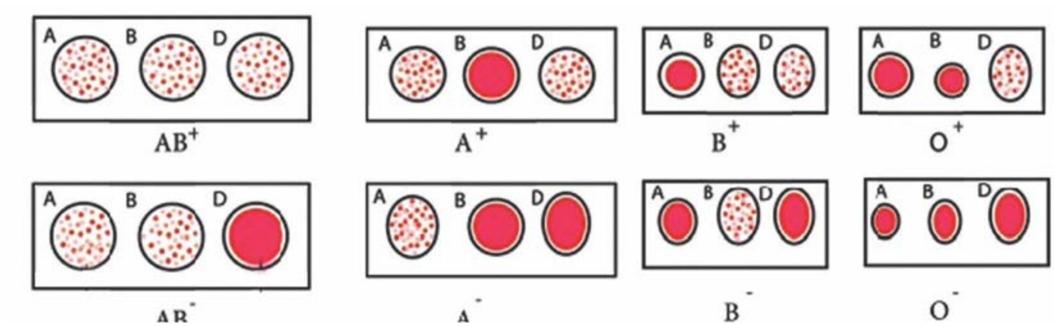
उद्देश्य : कक्षा दशका विद्यार्थीको रक्त समूहको अभिलेखीकरण

आवश्यक सामग्री : चार्टपेपर, पेन्सिल, मार्कर

विधि

1. एउटा चार्टपेपर लिनुहोस् ।
2. चार्टपेपरमा निम्नानुसारको तालिका बनाउनुहोस् ।
3. तालिकामा आफ्नो कक्षाका प्रत्येक विद्यार्थीको विवरण भरेर कक्षाकोठाको भित्तामा टाँस्नुहोस् ।

क्र. स.	विद्यार्थीको नाम	रक्त समूह
1.	......	....
2.		
3.		



चित्र 5.7 रक्त समूह परीक्षण

रगतमा रहेका रक्त कोषिकामा विभिन्न किसिमका एन्टिजेन्स हुन्छन् । मानिसको रगतमा रहेका राता रक्तकोषको सतहमा ए (A) र बी (B) नामक एन्टिजेन्स टाँसिएर रहेका हुन्छन् । यो मानिसको वंशाणुगत गुणमा आधारित हुन्छ । तिनै ए र बी एन्टिजेन्सको उपस्थिति वा अनुपस्थितिका आधारमा मानवको रक्त समूह A, B, AB र O छुट्याइन्छ । त्यसले व्यक्तिको रक्त समूह टाइप A, टाइप B, टाइप AB र टाइप O हुन सक्छ । राता रक्तकोषको सतहमा A एन्टिजेन हुने रगतलाई टाइप A समूह भनिन्छ । राता रक्तकोषको सतहमा B एन्टिजेन रगतलाई टाइप B समूह भनिन्छ । कुनै कुनै व्यक्तिको रगतमा A र B एन्टिजेन्स दुबै हुन सक्छ भने त्यस्तो रक्त समूहलाई टाइप AB समूह भनिन्छ । यदि रगतमा दुबै एन्टिजेन्स A र B छैन भने त्यस्तो रगतलाई टाइप O रक्त समूह भनिन्छ । रक्त समूह O संसारमा सबैभन्दा धेरै पाइने (Common) रक्त समूह हो । A र B एन्टिजेनबाहेक रगतमा D एन्टिजेन वा रिसस् फ्याक्टर (Rhesus (Rh) factor) पनि हुन्छ । Rh factor

का उपस्थिति र अनुपस्थितिका आधारमा रक्त समूहलाई पोजिटिभ (Positive) र नेगेटिभ (Negative) गरी दुई समूहमा छुट्याइएको छ । Rh factor हुने पोजिटिभ (Positive) समूह र Rh factor नहुने नेगेटिभ समूह हो । यदि कुनै व्यक्तिको रक्त समूह A+ve छ भने उसको रगतमा A एन्टिजेन र Rhesus factor दुबै हुन्छ । यदि कुनै व्यक्तिको रगतमा कुनै एन्टिजेन्स छैन भने उक्त समूह O-ve हुन्छ । Blood transfusion गर्दा रक्त समूह पत्ता लगाउनु अत्यन्त जरुरी छ । यदि बिरामीलाई रगत दिँदा उसको रक्त समूहसँग नमिल्ने रगत दिइयो भने बिरामीको रगतमा इन्ट्राभेनस क्लम्पिङ (रक्तनलीमै रगत जम्ने) हुन सक्छ जुन बिरामीका लागि घातक हुन्छ । त्यसैले बिरामीलाई रगत चढाउनुअगाडि बिरामीको आफ्नो रगत र चढाउने रगतबिच मेल हुन्छ हुँदैन परीक्षण गरिनु जरुरी हुन्छ ।

परियोजना कार्य

विज्ञान शिक्षकको सहयोगमा आफ्नो विद्यालय नजिकै रहेको स्वास्थ्यचौकी भ्रमण आयोजना गर्नुहोस् । स्वास्थ्यचौकीमा रगत र रक्तसञ्चारसम्बन्धी उपलब्ध विवरण सङ्कलन गर्नुहोस् साथै रक्त समूह थाहा नहुनेले रक्त समूह परीक्षण गराउनुहोस् । सङ्कलित विवरणअनुसार मानव रगत र रक्तसञ्चारसम्बन्धी छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् । आवश्यकताअनुसार इन्टरनेटको सहयोग लिनुहोस् । तयार गरेको प्रतिवेदन कक्षामा प्रस्तुत गरी छलफल गर्नुहोस् ।

5.4 मुटु (Heart)

क्रियाकलाप 5.3 मुटुको अवलोकन

उद्देश्य : मुटुको अवलोकन गरी चित्र बनाउनु

आवश्यक सामग्री : खसी वा राँगाको मुटु, डाइसेक्सन बक्स, डाइसेक्सन ट्रे

विधि

(अ) मासु पसलबाट खसी वा राँगाको मुटु ल्याउनुहोस् ।

(आ) हातमा पञ्जा लगाएर खसी वा राँगाको मुटुको बाहिरी बनावटको अवलोकन गर्नुहोस् ।

(इ) शिक्षकको सहयोगले मुटुका बाहिरी भाग पहिचान गर्नुहोस् ।

(ई) मुटुको बाहिरी भागको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(उ) उक्त मुटुलाई डाइसेक्सन ट्रेमा राख्नुहोस् ।

(ऊ) बिस्तारै लम्बीय (vertical) सेक्सन आउने गरी ठाडो चिर्नुहोस् ।

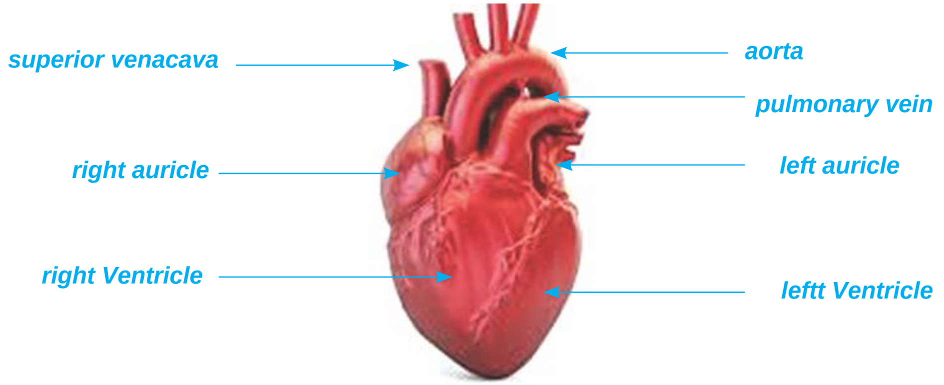
(ऋ) शिक्षकको सहयोगले मुटुका भित्री भाग अवलोकन गर्नुहोस् र पहिचान गर्नुहोस् ।

(ए) मुटुको भित्री बनावटको सफा चित्र कोर्नुहोस् ।

(ऐ) मुटुको बनावटका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस्, आवश्यकताअनुसार शिक्षकको सहयोग लिनुहोस् ।

मुटु रक्तसञ्चार प्रणालीको केन्द्र हो । यसबाट शरीरका प्रत्येक कोष र तन्तुहरूमा रगत पुग्छ । मुटु शरीरको छातीभित्र दुई फोक्सोका बिचमा रहेको शक्तिशाली कार्डियाक मांसपेशीबाट बनेको अङ्ग हो । यसको बढी भाग छातीको बायाँपट्टि हुन्छ अथवा मुटु केही बायाँपट्टि ढल्केको हुन्छ । मुटुलाई दुई पत्रे पातलो झिल्लीले ढाकेको हुन्छ जसलाई पेरिकार्डियम भनिन्छ। दुई पत्रका बिचमा एक प्रकारको तरल पदार्थ हुन्छ। यसलाई पेरिकार्डियल फ्लुड भनिन्छ । यसले मुटुलाई बाह्य चोटपटक तथा झट्काबाट जोगाउँछ । मानिसको मुटुको साइज उसको हातको मुठीको साइज बराबरको हुन्छ । मानिसको मुटुको औसत तौल 300 ग्रामको हुन्छ ।

मुटु त्रिआयामिक सोली आकारको कार्डियाक मांसपेशीबाट बनेको अङ्ग हो । यो नियमित रूपमा खुम्चने र फुक्ने गर्छ । यो शरीरमा रगत पम्प गर्ने अङ्ग हो । यसले रक्तनलीको मदतले शरीरका प्रत्येक कोष र तन्तुमा रगत पम्प गर्छ । यसको तीन भागको दुई भाग छातीको बायाँ भागमा हुन्छ । मुटुमा पातलो रौँ जस्ता रक्तनलीहरू फिँजिएर रहेका हुन्छन् । ती रक्तनलीलाई कोरोनरी रक्तनली भनिन्छ। कोरोनरी आर्टरीले अक्सिजनयुक्त रगत मुटुको प्रत्येक तन्तुमा पुर्‍याउँछ भने कोरोनरी साइनस भेनले कार्बनडाइअक्साइडयुक्त रगत मुटुसम्म पुर्‍याउँछ ।



चित्र 5.8 मुटुको बाहिरी बनोट

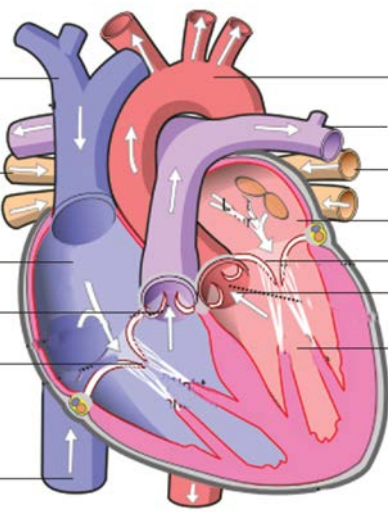
मुटुको भित्री बनोट र रक्तसञ्चार (Internal structure of heart and blood circulation)

मानव मुटुभित्र चारओटा कोठा हुन्छन् । मुटुको माथिल्लो भागमा रहेका दुईओटा कोठालाई अरिकल (auricle) वा अट्रियम (atrium) भनिन्छ । मुटुको तल्लो भागमा रहेका दुईओटा कोठालाई भेन्ट्रिकल (Ventricle) भनिन्छ । मुटुको बिचमा बाक्लो मांसपेशीले बनेको सेप्टम हुन्छ । यसले मुटुलाई दायाँ र बायाँ भागमा छुट्याउँछ साथै मुटुभित्र अशुद्ध र शुद्ध रगत मिसिनबाट रोक्छ । मुटुमा रहेका चारओटा कोठालाई दायाँ अरिकल, दायाँ भेन्ट्रिकल, बायाँ अरिकल र बायाँ भेन्ट्रिकल नामकरण गरिएको छ । यी चारओटा कोठासँग विभिन्न रक्तनली जोडिएका हुन्छन् । यी रक्तनलीको मदतले मुटुले रगत लिने र पठाउने गर्छ । अरिकलले अन्य भागबाट आएको रगत लिन्छ भने भेन्ट्रिकलले मुटुबाट रगत अन्य भागमा पठाउँछ । मुटुबाट रगत अन्य भागमा पम्प गर्दा धेरै चाप लाग्छ । उक्त चापलाई पैदा गर्न र थाम्नका लागि भेन्ट्रिकलका भित्ता अरिकलका भित्ताहरूभन्दा बाक्ला हुन्छन् । दायाँ भेन्ट्रिकलले रगत फोक्सोमा मात्र पम्प गर्छ भने बायाँ भेन्ट्रिकलले शरीरका अन्य भागमा उच्च चापमा रगत पम्प गर्छ । त्यसैले बायाँ भेन्ट्रिकलको भित्ता दायाँ भेन्ट्रिकलको भन्दा बाक्लो हुन्छ ।

शरीरका विभिन्न भागहरूबाट अशुद्ध रगत मुटुको दायाँ अरिकलमा ल्याउने रक्तनलीहरू सुपेरियर भेनाकाभा र इन्फेरियर भेनाकाभा हुन् । सुपेरियर भेनाकाभाले शरीरको माथिल्लो भागबाट र इन्फेरियर भेनाकाभाले शरीरको तल्लो भागबाट अशुद्ध (deoxygenated) रगत मुटुको दायाँ अरिकलमा ल्याउँछन् । अरिकलहरू खुम्चँदा दायाँ अरिकलबाट अशुद्ध रगत दायाँ भेन्ट्रिकलमा जान्छ । शुद्धीकरणका लागि दायाँ भेन्ट्रिकलबाट डिअक्सिजिनेटेड रगत फोक्सोमा लैजाने रक्तनली पल्मोनरी धमनी (pulmonary artery) हो भने फोक्सोबाट शुद्ध रगत बायाँ अरिकलमा ल्याउने रक्तनली पल्मोनरी शिरा (pulmonary vein) हुन् । मानव शरीरमा अशुद्ध रगत बोक्ने एक मात्र धमनी पल्मोनरी धमनी हो भने शुद्ध रगत बोक्ने शिरा पल्मोनरी शिरा हो । बायाँ अरिकलको शुद्ध रगत बायाँ भेन्ट्रिकलमा झरेपछि शरीरका सम्पूर्ण भागमा शुद्ध रगत प्रवाह गर्ने रक्तनली एओर्टा (aorta) हो ।

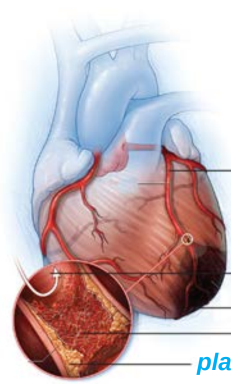
मुटुमा चारओटा भल्भ हुन्छन् । मुटुको दायाँ अरिकल र दायाँ भेन्ट्रिकलका बिचमा रहेको भल्भलाई ट्राइकस्पिड (tricuspid) भल्भ भनिन्छ । यो भल्भ खुल्दा रगत दायाँ अरिकलबाट दायाँ भेन्ट्रिकलमा झर्छ । मुटुको बायाँ अरिकल र बायाँ भेन्ट्रिकलका बिचमा रहेको भल्भलाई बाइकस्पिड वा माइट्रल (bicuspid or mitral) भल्भ भनिन्छ र यो भल्भ खुल्दा बायाँ अरिकलको रगत बायाँ भेन्ट्रिकलमा झर्छ । अरिकल खुम्चने बेलामा यी दुबै भल्भ

एकैपटक खुल्छन् । अरिकलपछि भेन्ट्रिकल खुम्चिन्छन् । दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा ट्राइकस्पिड भल्भ बन्द हुन्छ र दायाँ भेन्ट्रिकल एवम् पल्मोनरी धमनीका बिचमा रहेको पल्मोनिक भल्भ खुलेर त्यहाँको डिअक्सिजिनेटेड रगत शुद्धीकरणका लागि फोक्सोमा जान्छ । त्यसैगरी बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चिँदा बाइकस्पिड भल्भ बन्द हुन्छ र एओर्टा एवम् बायाँ भेन्ट्रिकलका बिचमा रहेको एओर्टिक भल्भ खुलेर त्यहाँ रहेको अक्सिजिनेटेड रगत शरीरका सम्पूर्ण अङ्गमा जान्छ ।



चित्र 5.9 मुटुको भित्री बनोट

5.5 हृदयाघात (Heart attack)



चित्र 5.10 हृदयाघात हुने अवस्था

सामान्य अवस्थामा शरीरका विभिन्न भागबाट रगत मुटुसम्म आउने र मुटुबाट फेरि शरीरका विभिन्न भागमा जाने प्रक्रिया निरन्तर रूपमा चलिरहन्छ । तर कहिलेकाहीँ मुटुका तन्तुहरूमा हुनुपर्ने रगतको प्रवाह एक्कासि एकदम कम हुने वा अवरुद्ध हुने हुन्छ यस्तो अवस्थामा मुटुको कार्यमा बाधा पुग्न गई व्यक्तिलाई निकै गाह्रो हुन्छ । यस्तो अवस्थालाई हृदयाघात (heart attack) भनिन्छ । यो एक गम्भीर तथा आपत्कालीन अवस्था हो । मुटुका तन्तुहरूलाई रगत आपूर्ति

गर्ने कोरोनरी धमनी (coronary artery) मा बोसो तथा कोलेस्ट्रोलको निक्षेपीकरण (deposit) हुँदा धमनी साँघुरिन गई यस्तो समस्या देखिने गर्छ । धमनीको भित्री भित्तामा हुने बोसो तथा कोलेस्ट्रोलयुक्त यस्तो निक्षेपलाई प्लाक (plaque) भनिन्छ । कहिलेकाहीँ यी प्लाक फुटेर साना साना ढिक्का (thrombos) बनी केशिका नली (capillary blood vessels) लाई थुनिदिन सक्छन् र यसले मुटुको कुनै खास भागमा रहेका कोषलाई नोक्सान गर्छ । हृदयाघातलाई मायोकार्डियल इन्फ्राक्सन (myocardial infarction) पनि भनिन्छ । हृदयाघात भएमा मृत्युबाट बच्न तत्काल उपचार आवश्यक हुन्छ ।

हृदयाघात जोखिमका कारक तत्त्वहरू (Risk factors of heart attack)

उमेर

45 वर्षभन्दा माथिका उमेर समूहका पुरुष र 55 वर्ष माथिका महिलामा युवामा भन्दा हृदयाघातको सम्भावना बढी हुन्छ ।

सुर्तीजन्य पदार्थ सेवन

चुरोट, तमाखु, सुर्ती जस्ता सुर्तीजन्य पदार्थ सेवन गर्ने व्यक्तिमा हृदयाघातको सम्भावना बढी हुन्छ ।

उच्च रक्तचाप

लामो समयसम्म उच्च रक्तचाप भइरहँदा पनि हृदयाघातको सम्भावना बढ्छ ।

उच्च कोलेस्ट्रोल वा ट्राइग्लिसराइड्स

रगतमा रहेको उच्च खराब कोलेस्ट्रोल धमनीको भित्तामा जम्मा हुनाले धमनी साँघुरो हुने सम्भावना हुन्छ । यसका कारणले रगतको बहाबमा अवरोध आई हृदयाघातको जोखिम बढाउँछ । त्यसै गरी रगतमा उच्च ट्राइग्लिसराइड्स हुँदा पनि हृदयाघातको जोखिम बढाउँछ ।

मधुमेह

मधुमेह हुँदा रगतमा ग्लुकोजको मात्रा बढ्छ जसका कारणले हृदयाघातको जोखिम बढाउँछ ।

हृदयाघातको पारिवारिक इतिहास

पारिवारिक इतिहासमा कसैलाई हृदयाघात भएको छ भने उक्त परिवारका सदस्य पनि हृदयाघातको जोखिममा हुन्छन् ।

नियमित व्यायामको अभाव र अस्वस्थ आहार

नियमित व्यायाम नगर्ने र चिनी, जनावरको बोसो, प्रशोधित खानेकुरा, ट्रान्सफ्याट र नुन बढी भएको खानाले हृदयाघातको जोखिम बढाउँछ ।

तनावपूर्ण जीवनशैली

भावनात्मक तनाव, जस्तै : अत्यधिक क्रोध, अत्यधिक नकारात्मक सोचाइ आदिका कारणले हृदयाघातको जोखिम बढाउँछ ।

अवैध लागुऔषध प्रयोग

कोकिन र एम्फेटामिन जस्ता उत्तेजक पदार्थको सेवनले कोरोनरी धमनीमा असर गरी हृदयाघात निम्त्याउन सक्छ ।

हृदयाघातका लक्षणहरू

हृदयाघातका लक्षणहरू फरक फरक हुन्छन् । सामान्यतया हृदयाघातका लक्षणहरू निम्नानुसार पाइन्छन् :

(क) छातीमा एकदमै दबाब जस्तो महसुस भई एक्कासि सहन नसक्ने गरी दुख्नु तथा दुखाइ बिस्तारै काँध, हात, घाँटी, दाँत वा कहिलेकाहीँ पेटसम्म पनि फैलनु

(ख) चिसो पसिना आउनु, थकान महसुस हुनु, श्वास फेर्न गाह्रो हुनु

(ग) टाउको दुख्नु वा अचानक चक्कर लाग्नु, वाकवाकी लाग्नु

(घ) कतिपयलाई अचानक हृदयाघात हुन्छ । तर धेरै मानिसलाई घण्टा, दिन वा हप्ताअगि चेतावनी लक्षण देखिन्छन्, जस्तै : छाती दुख्ने वा छातीमा दबाब निरन्तर महसुस भइरहन्छ जुन आराम गर्दा पनि हट्दैन । यो प्रारम्भिक चेतावनी सङ्केत हुन सक्छ ।

रोकथाम र बच्ने उपाय

(क) स्वस्थ जीवनशैली अपनाउनुपर्छ ।

(ख) मद्यपान, धूमपान तथा सुर्ती सेवन गर्नुहुँदैन ।

(ग) तौल नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।

(घ) स्वस्थ आहारमा ध्यान दिनुपर्छ ।

(ङ) नियमित व्यायाम गर्नुपर्छ ।

(च) तनाव व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।

(छ) उच्च रक्तचाप र मधुमेह जस्ता केही अवस्थाले हृदयाघातको जोखिम बढाउन सक्छन् । त्यसैले यी अवस्थाको व्यवस्थापन एवम् उपचार गर्नुपर्छ ।

(ज) नियमित स्वास्थ्य परीक्षण गर्नुपर्छ ।

हृदयाघातको परीक्षण र उपचार

(क) हृदयाघातको निदान गर्न रक्तचाप, पल्स र तापक्रमको जाँच गरिन्छ । मुटुको धड्कन र मुटुको समग्र परीक्षण गरी हृदयाघातको निदान गरिन्छ ।

(ख) इलेक्ट्रोकार्डियोग्राम (ECG), रगत परीक्षण, इकोकार्डियोग्राम, एन्जियोग्राफी, CT Coronary Angiogram, MRI आदि विधिबाट हृदयाघातको परीक्षण गरिन्छ ।

एन्जियोग्राफी

एन्जियोग्राफी एक प्रकारको fluroscopy एक्स-रे हो । यो रक्तनलीमा हुने अवरोध परीक्षण गर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ । सामान्य एक्स-रेमा रक्तनली स्पष्ट रूपमा देखा पर्दैनन् । यस प्रक्रियामा रगतमा विशेष प्रकारको सूचक पदार्थ (contrast medium) इन्जेक्ट गरिन्छ । यसले रगतको प्रवाहलाई हाइलाइट गर्छ र रक्तनलीमा भएको कुनै पनि समस्या हेर्न सहज बनाइदिन्छ । एन्जियोग्राफीको क्रममा सिर्जना गरिएको एक्स-रे इमेजलाई एन्जियोग्राम भनिन्छ ।

हृदयाघातको अवस्थामा प्रत्येक मिनेटमा धेरै हृदयका तन्तुहरू क्षतिग्रस्त हुन्छन् । रगतको प्रवाह सुचारु गर्न र अक्सिजनको स्तर पुनर्स्थापित गर्न तत्काल उपचार आवश्यक हुन्छ । त्यसका लागि तुरुन्त अक्सिजन दिनुपर्छ । विशेष गरी हृदयाघातको उपचार, रगत प्रवाहमा आंशिक वा पूर्ण अवरोध छ कि छैन भन्नेमा निर्भर रहन्छ । उपचारका लागि नजिकको स्वास्थ्य संस्थामा पुऱ्याएर चिकित्सकको सल्लाहबमोजिम गर्नुपर्छ । सामान्य अवस्थामा angiogram र angioplast गर्ने उपकरण नभएको अवस्थामा चिकित्सकले रगत पातलो गर्ने औषधीको प्रयोग गरेर उपचार गर्छन् भने अवरुद्ध धमनी खोल्न angiogram र

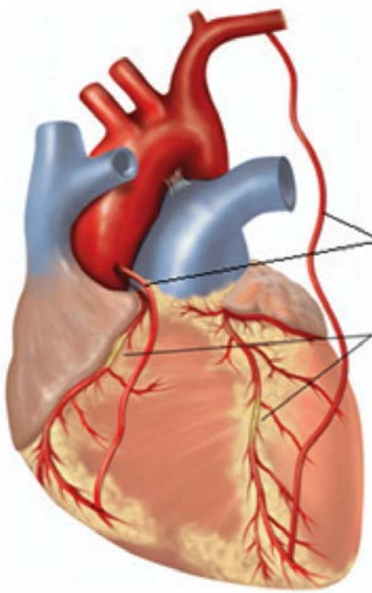
angioplast गर्ने उपकरण भएका ठाउँमा शल्यक्रिया प्रक्रिया अपनाउनुपर्ने हुन्छ । कोरोनरी एन्जियोप्लास्टी र स्टेन्टिङ, कोरोनरी धमनी बाइपास सर्जरी जस्ता विधि प्रयोग गरी अवरुद्ध धमनी खोलिन्छ ।

कोरोनरी एन्जियोप्लास्टी र स्टेन्टिङ

मुटुको बन्द कोरोनरी धमनी खोल्नका लागि यस विधिको प्रयोग गरिन्छ । यसलाई Percutaneous coronary intervention (PCI) भनिन्छ । एन्जियोप्लास्टीको समयमा मुटुरोग विशेषज्ञ (Cardiologist) ले मुटुको धमनीको साँघुरो भागमा पातलो, लचिलो ट्युब (क्याथेटर) खुट्टाको अथवा हातको धमनीबाट पठाउँछन् । एन्जियोप्लास्टी गर्दा उक्त क्याथेटरद्वारा एउटा सानो तार जाली ट्युब (stent) पठाएर धमनीमा राख्न सकिन्छ । उक्त जालीले अवरुद्ध धमनी फराकिलो पार्न र रगत प्रवाहमा सुधार गर्न मदत गर्छ । स्टेन्टले धमनी खुला राख्न र धमनीलाई फेरि साँघुरो हुनबाट जोगाउँछ । स्टेन्टलाई औषधीले लेपन गरिएको हुन्छ जसले धमनी खुला राख्न मदत गर्छ ।

कोरोनरी धमनी बाइपास सर्जरी

यसलाई ओपन हर्ट सर्जरी पनि भनिन्छ । यो प्रक्रिया हृदयाघातका समयमा आपत्कालीन शल्यक्रियाका रूपमा गर्ने गरिन्छ । यस प्रक्रियामा चिकित्सकले मुटुमा हुने रगत प्रवाह सुचारु गर्न शरीरको अन्य भागबाट (खास गरी पिडौँलाबाट) एउटा स्वस्थ रक्तनली लिएर नयाँ बाटो सिर्जना गर्छन् । त्यसपछि मुटुका कोषहरूले नयाँ बाटोबाट रगत पाउन थाल्छन् ।



चित्र 5.11 कोरोनरी धमनी बाइपास सर्जरी

परियोजना कार्य

एन्जियोग्राफी र ओपेन हर्ट सर्जरीका बारेमा इन्टरनेटमा खोजी गरेर पावर पोइन्ट स्लाइड तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् र छलफल गर्नुहोस् ।

5.6 मुटुको धड्कन (Heart beat) र पल्स रेट (pulse rate) वा हर्ट रेट (Heart rate)

मुटुको मांसपेशीमा हुने नियमित र लयात्मक (rhythmic) खुम्चाइ र फुकाइका कारणले महसुस हुने मुटुको ढुकढुक आवाजलाई मुटुको धड्कन भनिन्छ । शारीरिक अवस्थाअनुसार मुटुको धड्कन घटबढ हुन सक्छ । मुटुको धड्कन नाप्नका लागि स्टेथोस्कोप (Stethoscope) को प्रयोग गरिन्छ । आराम गरेको अवस्थामा एउटा स्वस्थ मानिसको मुटु एक मिनेटमा ६० देखि १०० पटक धड्कन्छ । यसलाई हर्ट रेट भनिन्छ । मुटुको ढड्कन प्रतिमिनेट ६० भन्दा कम हुनुलाई ढिलो हृदय (slow heart) वा ब्राडिकार्डिया (Bradycardia) भनिन्छ । मुटुको ढड्कन प्रतिमिनेट १०० भन्दा बढी हुनुलाई तीव्र मुटु (fast heart) वा ट्याकिकार्डिया (tachycardia) भनिन्छ ।

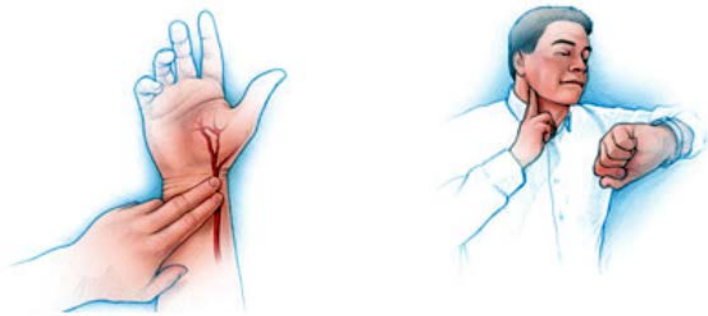
मुटुका मांसपेशीमा हुने नियमित र निरन्तर लयात्मक खुम्चाइ तथा फुकाइका कारणले मुटुबाट पम्प भएको रगत धमनी हुँदै शरीरको प्रत्येक तन्तुमा पुग्छ । धमनीबाट रगत बहँदा धमनीमा पनि रगतले दिने चाप महसुस गर्न सकिन्छ । उक्त चापलाई पल्स रेट (Pulse rate) भनिन्छ । सामान्यतया हर्ट रेट र पल्स रेट बराबर हुन्छ । त्यसैले यी दुबैलाई पर्यायका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । सामान्य अवस्थाको स्वस्थ मानिसमा सामान्यतया पल्स रेट 60 देखि 100 बिट्स प्रतिमिनेट हुन्छ । केवल औँलाको सहायताले घाँटी वा नाडीमा पल्स रेट सजिलै जाँच गर्न सकिन्छ ।

क्रियाकलाप 5.4 पल्स रेट मापन

उद्देश्य : पल्स रेट मापन गर्नु

विधि

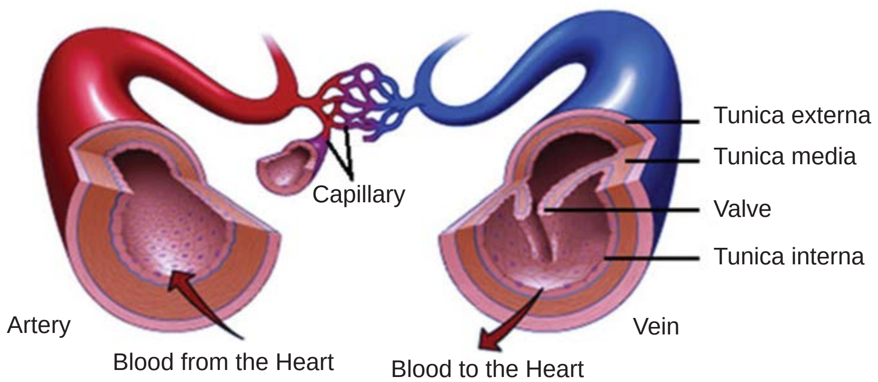
1. सामान्य अवस्थामा सजिलो आसनमा बस्नुहोस् ।
2. हातको नाडीमा बुढीऔँलाको भागतिर रहेको रेडियल धमनी जुन रेडियस हड्डी र टेन्डनबिच दुई औँला राख्नुहोस् । ध्यानपूर्वक धमनीको पल्स महसुस गर्नुहोस् । एक मिनेटसम्मको बिट्स वा पल्सको सङ्ख्या गणना गर्नुहोस् । यसरी निकाली सकेपछि कक्षाका सम्पूर्ण साथीको पल्स रेट तुलना गरी छलफल गर्नुहोस् ।
3. यसै गरी घाँटीमा बङ्गाराको तलपट्टि रहेको क्यारोटिड आर्टरी (carotid artery) औँला राखेर पनि पल्स रेट नाप्न सकिन्छ ।



चित्र 5.12

रक्तनली (Blood vessel)

शरीरका प्रत्येक तन्तु र कोषमा रगत पुऱ्याउने एवम् फिर्ता ल्याउने लचकदार मांसपेशीयुक्त नलीलाई रक्तनली भनिन्छ । धमनी, शिरा र केशिका गरी रक्तनली तीन किसिमका हुन्छन् ।



चित्र 5.13 विभिन्न किसिमका रक्तनली

धमनी (Artery)

मुटुबाट रगतलाई शरीरका प्रत्येक भागमा पुऱ्याउने रक्तनलीलाई धमनी भनिन्छ । धमनीको भित्ता बाक्लो मांसपेशीले बनेको हुन्छ । त्यसैले यसले रगतको उच्च चाप पनि खप्न सक्छ । यसमा भल्भ हुँदैन । मानव शरीरमा रहेको सबैभन्दा ठुलो धमनी एओर्टा हो । एओर्टा बाँडिएर साना धमनी बन्छन् । ती धमनीहरू पनि बाँडिएर उपधमनी अर्थात् आर्टेरियोल्स (arterioles) बन्छन् । उक्त आर्टेरिओल्स पनि बाँडिएर ज्यादै मसिना र जालीदार रक्त केशिका बन्छन् ।

केशिका (Capillary)

उपधमनी (आर्टेरिओल्स) विभाजित भई बनेका अति मसिना र जालीदार रक्तनलीलाई केशिका भनिन्छ । ती रक्त केशिकाहरूले रगतमा घोलिएर रहेका अक्सिजन, पोषक तत्त्वहरू, हर्मोन, इन्जाइम आदिलाई शरीरका प्रत्येक कोषमा पुऱ्याउँछन् । यसका साथै कोषले निष्कासन गरेका कार्बनडाइअक्साइड, विकार वस्तुलाई निष्कासन प्रणालीसम्म पुऱ्याउन कोष वा तन्तुबाट लिन्छन् । विकार वस्तुहरू लिएपछि केशिकाहरू फेरि जोडिन थाल्छन् र उपशिरा (Venules) बन्छन् ।

शिरा (Vein)

शरीरका विभिन्न भागबाट रगत जम्मा गरेर मुटुसम्म पुऱ्याउने रक्तनलीलाई शिरा भनिन्छ । यसको भित्ता धमनीको भित्ताभन्दा पातलो तर धमनीको जस्तै तीन तहको हुन्छ । यसमा ठाउँ ठाउँमा भल्भ हुन्छन् । शिराले अति मसिना रक्त केशिकाको जालो हुँदै जम्मा गरेको रगत मुटुसम्म लैजाने हुँदा यसमा बग्ने रगतको चाप र वेग कम हुन्छ साथै रगत उल्टो दिशामा बग्ने सम्भावना रहन्छ । यसमा भएका भल्भले रगतलाई उल्टो दिशामा प्रवाह हुन दिँदैन । कामका आधारमा उपशिरा, शिरा र महाशिरा (venacava) सबै उस्तै हुन् केवल आकारमात्र सानो ठुलो र सङ्ख्या मात्र धेरै थोरै हो ।

5.7 रक्तसञ्चार प्रक्रिया (Blood circulation)

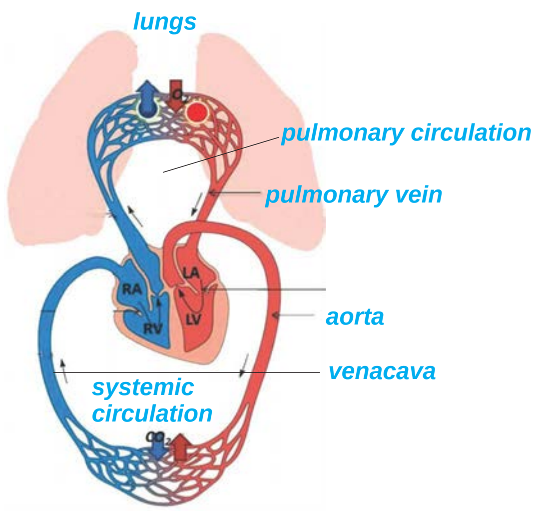
मुटुबाट रगतलाई शरीरका प्रत्येक भागमा पुऱ्याउने र शरीरका प्रत्येक भागबाट रगतलाई मुटुसम्म ल्याउने प्रक्रियालाई रक्तसञ्चार प्रक्रिया भनिन्छ । एउटा स्वस्थ वयस्क मानिसको शरीरमा एक मिनेटमा मुटुले ५-६ लिटर रगत पम्प गर्छ । मानव शरीरमा रक्तसञ्चार दुई प्रकारले हुन्छ :

1. सिस्टमिक रक्तसञ्चार (Systemic blood circulation)
2. पल्मोनरी रक्तसञ्चार (Pulmonary blood circulation)

सिस्टमिक रक्तसञ्चार (Systemic blood circulation)

मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकलबाट एओर्टा तथा अन्य धमनी हुँदै शरीरका अन्य भागमा अक्सिजनयुक्त रगत पुग्ने र शिराद्वारा फेरि ती भागबाट कार्बनडाइअक्साइडयुक्त रगत मुटुको दायाँ अरिकलमा पुग्ने रक्तसञ्चारलाई सिस्टमिक रक्तसञ्चार भनिन्छ । मुटुको

बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा रगत मुटुबाट एओर्टामा जान्छ । एओर्टाबाट धमनी, धमनीबाट आर्टेरियोल र आर्टेरियोलबाट केशिका हुँदै शरीरका प्रत्येक भागमा रगत पुग्छ । यसरी रगतले पौष्टिक तत्त्वहरू, अक्सिजन र अन्य आवश्यक तत्त्वहरू प्रत्येक कोषमा पुऱ्याउँछ । कोषमा ती तत्त्वहरूको उपयोग भइसकेपछि उत्पादित विकार पदार्थ र कार्बनडाइअक्साइड ग्यास केषिकाले जम्मा गरी शिरामा पुऱ्याउँछ । शिराबाट भेनाकाभामा र भेनाकाभाबाट मुटुको दायाँ अरिकलमा अशुद्ध रगतका रूपमा पुग्छ । यसरी रगत मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकलबाट धमनीमार्फत शरीरका विभिन्न भागमा पुग्ने र फेरि शिरामार्फत फर्केर मुटुको दायाँ अरिकलसम्म आइपुग्ने प्रक्रियालाई सिस्टमिक रक्तसञ्चार भनिन्छ ।



चित्र 5.14 रक्तसञ्चार

left Ventricle —artery→ **different parts of body** —vein→ **right auricle**

पल्मोनरी रक्तसञ्चार (Pulmonary blood circulation)

मुटु र फोक्सोबिच पल्मोनरी धमनी र पल्मोनरी शिराद्वारा हुने रक्तसञ्चारलाई पल्मोनरी रक्तसञ्चार भनिन्छ । जब दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चन्छ पल्मोनिक भल्भ खुल्छ, पल्मोनरी धमनी हुँदै अशुद्ध रगत फोक्सोका हजारौँ एल्भियोलीहरू (alveoli) लाई चारैतिरबाट ढाकेर रहन केशिकाको जालोसम्म पुग्छ अनि अशुद्ध रगतमा रहेको कार्बनडाइअक्साइड एल्भियोलीमै छोडेर त्यहाँ आइपुगेको अक्सिजन लिएर पल्मोनरी शिरा हुँदै शुद्ध रगत मुटुको बायाँ अरिकलमा आउँछ । यसरी मुटुको दायाँ भेन्ट्रिकलबाट फोक्सो र फोक्सोबाट मुटुको बायाँ अरिकलमा रगत प्रवाह हुने प्रक्रिया नै पल्मोनरी रक्तसञ्चार हो ।

right Ventricle —pulmonary artery→ **lungs** —pulmonary vein→ **left auricle**

5.8 रक्तचाप (Blood pressure)

जब बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चेर रगतलाई धमनीमा पम्प गर्छ, धमनीको भित्तामा चाप उत्पन्न हुन्छ । धमनीका भित्तामा रगतले दिने उक्त चापलाई रक्तचाप भनिन्छ । रक्तनलीको आकार, प्रवाह र रगतको मात्रा तथा मुटुका भेन्ट्रिकल खुम्चिँदा उत्पन्न हुने बलमा रक्तचाप निर्भर रहन्छ । रक्तचापको एकाइ mm Hg हुन्छ । रक्तचापलाई दुईओटा सङ्ख्यामा देखाइन्छ । माथिल्लो तहको सङ्ख्यालाई सिस्टोलिक चाप (Systolic pressure) भनिन्छ । सिस्टोलिक चाप मुटुको भेन्ट्रिकल खुम्चिँदा उत्पन्न हुने चाप हो । रक्तचापको तल्लो तहको मापनलाई डाइस्टोलिक चाप (Diastolic pressure) भनिन्छ । उक्त चाप भेन्ट्रिकल यथावत् स्थितिमा आउँदा उत्पन्न हुन्छ । वयस्क मानिसमा सिस्टोलिक रक्तचाप 90 mmHg देखि 130 mmHg हुन्छ । त्यसैगरी डाइस्टोलिक चाप 60 mmHg देखि 90 mmHg हुन्छ । हिजोआज डिजिटल विधिबाट पनि रक्तचाप पत्ता लगाइन्छ ।

रक्तचाप नाप्नका लागि प्रयोग गरिने उपकरण स्फिग्मोम्यानोमिटर (Sphygmomanometer) हो । मानिसको रक्तचाप उसको मानसिक अवस्था, उमेर, लिङ्ग र शारीरिक चालमा निर्भर रहन्छ । वयस्क मानिसको रक्तचाप सरदरमा 120/80 mm Hg हुन्छ । 120 mm Hg सिस्टोलिक रक्तचाप हो भने 80 mm Hg डाइस्टोलिक रक्तचाप हो ।

उच्च रक्तचाप (High blood pressure)

यदि रक्तचाप 140/90 mmHg वा सोभन्दा बढी भयो भने यस्तो अवस्थालाई उच्च रक्तचापको अवस्था भनिन्छ । उच्च रक्तचाप हुँदा देखा पर्ने लक्षणहरू निम्नानुसार छन् :

(क) टाउको दुख्ने र लामो श्वास लिन नसक्ने

(ख) नाकबाट रगत आउने

(ग) पसिना आउने र शिथिलता महसुस हुने

(घ) अनुहार रातो हुने

(ङ) निद्रा नलाग्ने र आत्तिने आदि

(च) मस्तिष्कका केशिका फुट्ने र प्यारालाइसिस हुने

उच्च रक्तचापका कारण

उच्च रक्तचाप विभिन्न कारणले गर्दा हुन सक्छ । यसका केही कारण निम्नअनुसार रहेका छन् :

(क) नियमित रूपमा शारीरिक व्यायाम नगर्नु

(ख) वंशाणुगत रूपमा उच्च रक्तचाप देखा पर्नु

(ग) निरन्तर धूमपान र मद्यपान गर्नु

(घ) शरीरको तौल बढी हुनु

(ङ) शारीरिक तथा मानसिक तनाव हुनु

(च) नुनिलो र चिल्लो खाना धेरै मात्रामा सेवन गर्नु

उच्च रक्तचापबाट बच्ने उपाय

उच्च रक्तचापले गर्दा विभिन्न शारीरिक तथा मानसिक समस्या आउँछन् । त्यसैले समयमै ध्यान दिएर उच्च रक्तचाप हुनबाट बच्न सकिन्छ । उच्च रक्तचापबाट बच्ने केही उपाय निम्नानुसार छन् :

(क) दैनिक खाने कुरामा ध्यान दिनुपर्छ । चिल्लो पदार्थ र नुनको मात्रा कम भएका खाने कुराहरू खानुपर्छ ।

(ख) धूमपान र मद्यपान गर्नुहुँदैन ।

(ग) सन्तुलित भोजन खानुपर्छ ।

(घ) दैनिक शारीरिक अभ्यास गर्नुपर्छ ।

(ङ) दैनिक योग ध्यान गर्नुपर्छ ।

(च) समय समयमा रक्तचाप परीक्षण गरी सावधानी अपनाउनुपर्छ ।

(छ) तनावरहित जीवन जिउनुपर्छ ।

(ज) विभिन्न मनोरञ्जनात्मक क्रियाकलापमा भाग लिनुपर्छ ।

रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्था वा मधुमेह (Diabetes)

विभिन्न कारणले गर्दा शरीरमा खानाबाट प्राप्त ग्लुकोजको व्यवस्थापन र उपयोगमा सहयोग गर्ने इन्सुलिन हर्मोनको कमी हुँदा रगतमा ग्लुकोजको मात्रा बढ्छ । रगतमा ग्लुकोजको मात्रा आवश्यकताभन्दा धेरै भएको अवस्थालाई मधुमेह वा चिनी रोग भनिन्छ । विज्ञानको भाषामा यसलाई हाइपरग्लाइसेमिया (hyperglycemia) पनि भनिन्छ ।

रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्थाका लक्षण

(क) धेरै तिर्खा र भोक लाग्नु

(ख) रिँगटा लाग्ने र वेला वेलामा बेहोस हुनु

(ग) छिन छिनमा पिसाब लाग्नु

(घ) आँखा धमिलो हुँदै जानु

(ङ) दुब्लाउनु र छिट्टै थकान महसुस हुनु

(च) हात खुट्टा बाउँडिनु र झमझमाउनु

(छ) घाउ छिटो निको नहुनु आदि ।

रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्थाका कारण

(क) इन्सुलिन हर्मोनको उत्पादनमा कमी हुनु

(ख) मोटोपना र निष्क्रिय जीवनशैली अपनाउनु

(ग) असन्तुलित भोजन सेवन गर्नु

(घ) खानामा धेरै मात्रामा चिल्लो पदार्थ र कार्बोहाइड्रेट समावेश हुनु

(ङ) वंशाणुगत रूपमा मधुमेह हुनु आदि ।

रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्था हुनबाट बच्ने उपाय

(क) हरियो सागसब्जी र फलफूल प्रशस्त मात्रामा खाने

(ख) नियमित शारीरिक व्यायाम गर्ने

(ग) मोटोपना घटाउने

(घ) सक्रिय जीवनशैली अपनाउने

(ङ) तनावरहित जीवन जिउने

(च) बिहान पसिना आउने गरी हिँड्ने

(छ) सन्तुलित भोजन सेवन गर्ने आदि ।

मधुमेहको उपचार

खानपान र जीवनशैली बदली इन्सुलिन इन्जेक्सन लिनुपर्छ ।

युरिक एसिड (Uric acid)

नाइट्रोजनयुक्त पदार्थलाई प्युरिन (purine) भनिन्छ। प्युरिन हुने खानेकुरा बढी उपयोग गर्दा तथा पाचन प्रक्रिया तथा जीवकोषभित्र पौष्टिक तत्त्वको मेटाबोलिजम (metabolism) हुँदा टुक्रिएर एक प्रकारको निष्कास्य अम्ल बन्छन् । यही अम्ललाई युरिक एसिड भनिन्छ । मानव शरीरमा युरिक एसिड विशेष गरी आन्द्रामा र कलेजोमा उत्पादन हुन्छ र निष्कासित हुनका लागि रगतसँगै बगेर मिर्गौलामा पुग्छ । यस क्रममा यसले विषाक्त पदार्थलाई हटाउनुका साथै रक्तनलीको भित्री भागमा जमेका प्लाक (plaque) लाई हटाई रक्तसञ्चारलाई निर्वाध बनाइराख्न ठुलो सहयोगसमेत गर्छ ।

शरीरलाई युरिक एसिडको स्रोत प्युरिनको निरन्तर आवश्यकता पर्छ किनकि DNA र RNA निर्माणमा यसको महत्त्वपूर्ण भूमिका हुन्छ। प्युरिनयुक्त खानेकुरा बढी उपभोग गरियो भने शरीरमा युरिक एसिडको मात्रा पनि बढ्न पुग्छ र स्वास्थ्यमा गम्भीर समस्या आउन सक्छ । युरिक एसिडको मात्रा बढ्न जाँदा आइपर्ने स्वास्थ्य समस्यालाई हाइपरयुरे सिमिया (hyperuricemia) भनिन्छ । हाइपरयुरेसिमिया हुँदा निम्नलिखित समस्या आउन सक्छन् :

उच्च युरिक एसिडका लक्षणहरू

(क) हाड जोर्नी दुख्नु

(ख) मांसपेशीको भित्री भागमा गहिरो दुखाइ हुनु

(ग) मिर्गौलामा पत्थरी हुने सम्भावना बढ्नु

(घ) छाला रातो हुनु, सुन्निनु, पोल्नु आदि

(ङ) खुट्टाको बुढीऔँलाका जोर्नीमा अत्यधिक दुखाइ हुनु

(च) हिँडाइ र चालमा समस्या आउनु आदि ।

उच्च युरिक एसिड हुनुका कारण

(क) मधुमेह वा अन्य कुनै रोगका कारण मिर्गौलाले शतप्रतिशत कार्य गर्न नसकेर युरिक एसिडको निष्कासन हुन नसक्नु

(ख) प्युरिनयुक्त खानाको सेवन बढी मात्रामा हुनु

(ग) पानी कम पिउने आदत हुनु

उच्च युरिक एसिडबाट बच्ने र नियन्त्रण गर्ने उपाय

(क) नियमित शारीरिक व्यायाम गर्ने

(ख) पटक पटक गरी प्रशस्त मात्रामा पानी पिउने

(ग) मध्यपान र धूमपान नगर्ने

(घ) बेकिङ सोडाको प्रयोग गर्ने

(ङ) चेरीहरूको प्रयोग गर्ने (यसमा एन्थोसायनिन नामक एन्डि अक्सिडेन्ट हुने भएकाले युरिक एसिड घटाउन मदत गर्छ)

(च) बोसोयुक्त रातो मासु, समुद्री खाना र गेडागुडीको सेवन कम गर्ने

(छ) प्युरिनयुक्त खानेकुरा कम खाने आदि ।

परियोजना कार्य

(क) नजिकैको अस्पताल भ्रमण गरेर त्यहाँका चिकित्सक र अन्य स्वास्थ्यकर्मीहरूसँग उच्च रक्तचाप, मधुमेह र युरिक एसिडका बारेमा सोधखोज गरी छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

(ख) आफ्नो घर परिवारका सदस्यमा उच्च रक्तचाप, मधुमेह, उच्च युरिक एसिड रोगको अवस्था, कारण र अवलम्बन गरिएका उपायका बारेमा सोधखोज गरी तयार पारिएको प्रतिवेदन कक्षामा छलफलका लागि प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) रक्तसञ्चार प्रणालीका मुख्य भागको समूह निम्नमध्ये कुन हो ?

(अ) मुटु, रगत र फोक्सो (आ) मुटु, रगत र रक्तनली

(इ) मुटु, कलेजो र फोक्सो (ई) मुटु, रक्तनली र कलेजो

(ख) न्युक्लियस नहुने रक्तकोष कुन हो ?

(अ) न्युट्रोफिल (आ) लिम्फोसाइट

(इ) मोनोसाइट (ई) प्लेटलेट्स

(ग) रगतमा हेमोग्लोबिनको कमी भएमा कुन रोग लाग्छ ?

(अ) मधुमेह (आ) हेमोफिलिया

(इ) रक्तअल्पता (ई) ल्युकेमिया

(घ) मानव मुटुमा कतिओटा भल्भ हुन्छन् ?

(अ) 2 (आ) 3

(इ) 4 (ई) 5

(ङ) मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा धमनीमा सिस्टोलिक रक्तचाप महसुस हुनुको कारण के हो ?

(अ) मुटुमा अत्यधिक चाप उत्पन्न हुनु

(आ) मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकलले रगतमा उत्पन्न गरेको चाप धमनीमा प्रसारण हुनु

(इ) मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा धमनी पनि खुम्चनु

(ई) मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा रगत बाक्लो हुनु

(च) रोहितले रक्त समूह पहिचानका लागि रगतको परीक्षण गराएको नतिजा तलको तालिकामा देखाइएको छ :

एन्टिजेन	**A**	**B**	**O**	**D**
रगतको ढिका (Blood clot)	देखियो	देखियो	देखिएन	देखियो

उसको रक्त समूह कुन हो ?

(अ) A पोजेटिभ (आ) O पोजेटिभ

(इ) AB पोजेटिभ (ई) B पोजेटिभ

(छ) एक जना व्यक्तिलाई धेरै तिर्खा र भोग लाग्ने, रिँगटा लाग्ने र वेला वेलामा बेहोस हुने, छिनछिनमा पिसाब लाग्ने, आँखा धमिलो हुँदै जाने भएको छ । उनी कुन समस्याबाट ग्रसित छन् ?

(अ) उच्च रक्तचाप (आ) रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्था

(इ) युरिक एसिडको समस्या (ई) एनिमियाको अवस्था

(ज) मुटुको दुखाइको अवस्थामा कोरोनरी धमनीमा कुनै ब्लकेज भए नभएको पहिचान गर्न उपयुक्त जाँच कुन हो ?

(अ) मुटुको रक्तचाप परीक्षण (आ) एन्जियोग्राफी

(इ) इसिजी (ई) मुटुको धड्कनको जाँच

(झ) साम्भवी विद्यालयमा खेल्दा खेल्दै ढुङ्गामा ठोक्किँदा उनीलाई खुट्टामा चोट लाग्यो । विभिन्न प्रयत्न गर्दा पनि उनको रगत बग्न रोकिएन । यसको कारण के होला ?

(अ) रगतमा हेमोग्लाबिनको कमी (आ) रगतमा सेता रक्तकोषको कमी

(इ) रगतमा प्लेटलेट्सको कमी (ई) रगतमा राता रक्तकोषको कमी

(ञ) रस्मिलाको हजुरबुबालाई रातो मासु, गेडागुडी तथा तारेका खानेकुरा खाँदा शरीर दुख्ने, जोर्नीहरू सुन्निने समस्या देखिएको छ। उनलाई के समस्या भएको होला ?

(अ) उच्च रक्तचाप (आ) रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्था

(इ) युरिक एसिडको समस्या (ई) एनिमियाको अवस्था

2. भिन्नता लेख्नुहोस् :

(क) राता रक्तकोष र सेता रक्तकोष

(ख) अरिकल र भेन्ट्रिकल

(ग) धमनी र शिरा

(घ) पल्मोनरी रक्तसञ्चार र सिस्टमिक रक्तसञ्चार

(ङ) सिस्टोलिक रक्तसञ्चार र डाइस्टोलिक रक्तसञ्चार

(च) एनिमिया र हिमोफिलिया

(छ) एन्जियोग्राम र ओपन हर्ट सर्जरी

(ज) प्लेटलेट्स र सेता रक्तकोष

3. कारण दिनुहोस् :

(क) रगत रातो हुन्छ ।

(ख) WBC लाई शरीरका सेना भनिन्छ ।

(ग) अरिकलको भन्दा भेन्ट्रिकलहरूको भित्ता बाक्लो मांसपेशीबाट बनेको हुन्छ ।

(घ) दायाँ भेन्ट्रिकलको भन्दा बायाँ भेन्ट्रिकलको भित्ता बाक्लो हुन्छ ।

(ङ) धमनीमा भल्भ हुँदैन तर शिरामा भल्भ हुन्छ ।

(च) रक्तअल्पता भएको मानिस केही छिन हिँड्दा नै थाक्छ ।

(छ) धमनीहरू मांसपेशीभित्र दबिएर रहेका हुन्छन् भने शिराहरू शरीरको बाहिरी सतहमै हुन्छन् ।

(ज) रक्तदान गर्नुपूर्व रक्त समूह पहिचान गर्नु आवश्यक हुन्छ ।

(झ) हिमोफिलियाका बिरामीको रगत निकै ढिलो जम्छ वा जम्दैन पनि ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) मानव रक्तसञ्चार प्रणालीका मुख्य भागको वर्णन गर्नुहोस् ।

(ख) रगतको मुख्य कार्य लेख्नुहोस् ।

(ग) शरीरको कुनै भागमा चोट लाग्दा केही छिन रगत बगेपछि रोकिन्छ, कसरी ?

(घ) रमिला छोटो दुरी हिँड्दा पनि निकै थाक्छिन् र स्वाँ स्वाँ हुन्छ ? उनलाई यस्तो किन भएको हो, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ङ) एउटा मानिसको रक्तचाप 130/90 mmHg छ । यसको अर्थ स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(च) रक्तचाप नाप्न कुन उपकरणको प्रयोग गरिन्छ ?

(छ) डाक्टरले कुनै बिरामीलाई रगत दिनुअगाडि रक्त समूह पहिचान गर्न लगाउँछन्, किन ?

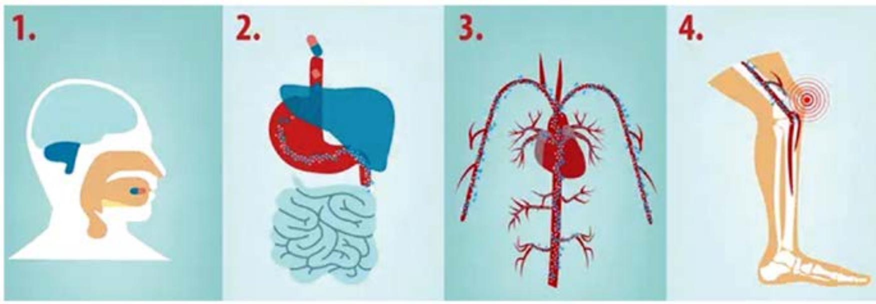
(ज) सरिताको हजुरआमालाई छिनछिनमा पिसाब लाग्ने, छिट्टै थकान महसुस हुने, हातखुट्टा बाउँडिने र झमझमाउने, धेरै तिर्खा लाग्ने जस्ता लक्षण देखिएका छन् । उहाँलाई के समस्या भएको छ, उक्त समस्याबाट बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।

(झ) उच्च रक्तचापका असर र बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।

(ञ) मानव शरीरमा रहेका श्वासप्रश्वास प्रणाली, पाचन प्रणाली र रक्तसञ्चार प्रणाली एकअर्कामा अन्तरसम्बन्धित छन् । यस भनाइलाई कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ट) रक्तचाप बढेको वा घटेको कसरी थाहा पाइन्छ ?

(ठ) दिइएका चित्रले शरीरमा हुने कुन प्रक्रिया देखाउँछ ? यस प्रक्रियामा कुन कुन प्रणालीको भूमिका हुन्छ, व्याख्या गर्नुहोस् । यदि चित्र न. 3 को प्रणाली नहुने हो भने चित्र न. 1 मा देखाइएको मुखबाट खाएको औषधी घुँडासम्म कसरी पुग्न सक्छ, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।



(ड) तलको तालिकाका आधारमा प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

रक्तकोषको नाम	**आकार**	**न्युक्लियस**	**उत्पादन हुने क्षेत्र**	**क्षय हुने क्षेत्र**
X	बाइकन्केभ	हुँदैन	हाडको बोनम्यारो (bone marrow)	कलेजो र फियो
Y	अनियमित	हुन्छ	हाडको बोनम्यारो र लिम्फनोड	कलेजो, फियो र सङ्क्रमण क्षेत्र
Z	गोलो र बाटुलो	हुँदैन	हाडको बोनम्यारो	फियो

(अ) कुन रक्तकोषको कमीले गर्दा मानिसमा एनिमिया हुन्छ ?

(आ) Y रक्तकोषको सङ्ख्या अत्यधिक वृद्धि हुँदा मानव शरीरमा कस्तो समस्या हुन्छ ?

(इ) यदि कुनै व्यक्तिको काटेको भागमा रगत एकदमै ढिलो जम्छ वा जम्दै जम्दैन भने उक्त व्यक्तिमा कुन रक्तकोषको कमी छ होला ? उक्त अवस्थालाई के भनिन्छ ?

(ट) सरिता बाटामा हिँडिरहेका वेला एक जना वृद्ध मानिस छाती दुख्यो भनेर छटपटाइरहेको देखेर उनले उक्त व्यक्तिलाई तुरुन्त अस्पताल पुऱ्याइन् । प्रारम्भिक जाँचमा उनको मुटुमा समस्या आएको हुन सक्ने अनुमान गरियो । उनको मुटुको अवस्था पहिचान गर्न कुन जाँच गर्नु उपयुक्त होला, कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ठ) मानव शरीरमा हुने रक्तसञ्चारको चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ड) युरिक एसिडबाट बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।

(ढ) मुटुको आन्तरिक बनोटको चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ण) हृदयाघात हुनुको प्रमुख कारण वर्णन गर्नुहोस् ।

(त) हृदयाघातको परीक्षण गर्ने विधि एन्जियोग्रामको परिचय र महत्त्व उल्लेख गर्नुहोस् ।

(थ) ओपेन हर्ट सर्जरीको छोटो परिचय दिनुहोस् ।

(द) समिपको रगत जाँच गराउँदा उसको रगतमा सेतो रक्तकोष सङ्ख्या जम्मा 3000 मा पाइयो । यो अवस्थामा उसको शरीरमा के के लक्षण देखिन सक्छन्, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ध) रक्त परीक्षणबाट हरीशको प्लाज्मामा फाइब्रिनोजिनको मात्रा निकै धेरै देखियो । यसले उसको रक्तसञ्चारमा अवरोध पुऱ्याउँछ कि पुऱ्याउँदैन, कारणसहित आफ्नो तर्क प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(न) तलको तालिका अध्ययन गरी प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

व्यक्ति	**चोट**	**चोटबाट रगतको बहाब**
X	सतही	लगातार रगत बगिरहेको छ, साधारण उपचारबाट रगत बग्न रोकिएन ।
Y	गहिरो	उच्च चापले लगातार रगत बगिरहेको छ तर साधारण उपचारबाट रगत बग्न रोकियो ।
Z	सतही	केही समय रगत बगेर रोकियो ।

(अ) कुन व्यक्तिमा हेमोफिलिया भएको छ ?

(आ) कुन व्यक्तिको धमनीमा चोट लागेको छ ?

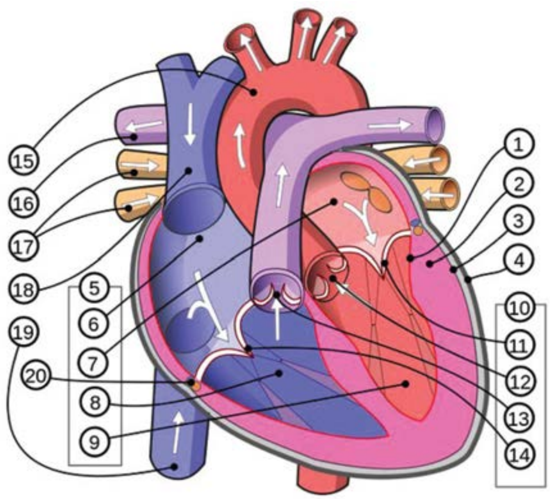
(इ) Y र Z को चोटमध्ये कुन चाहिँ बढी खतरनाक हुन्छ, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(प) दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(अ) रक्तसञ्चार प्रकारहरू बताउनुहोस् ।

(आ) पल्मोनिक रक्तसञ्चारको कन्सेप्ट म्याप तयार पारी त्यसमा कुन कुन भागमा धमनी र शिराले रक्तसञ्चारमा मदत गर्छन् ?

(फ) दिइएको चित्रको अवलोकन गरी प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :



(अ) रक्तनली 15 र 18 बिच भिन्नता लेख्नुहोस् ।

(आ) भल्भ 11 र 13 को कार्य लेख्नुहोस् ।

(इ) भाग 4 भएन भने के हुन्छ ?

(ई) 6, 7, 8 र 9 को नाम लेख्नुहोस् ।

(ब) नामाङ्कित सफा चित्र कोर्नुहोस् :

(अ) मुटुको बाहिरी बनोट

(आ) मुटुको भित्री बनोट

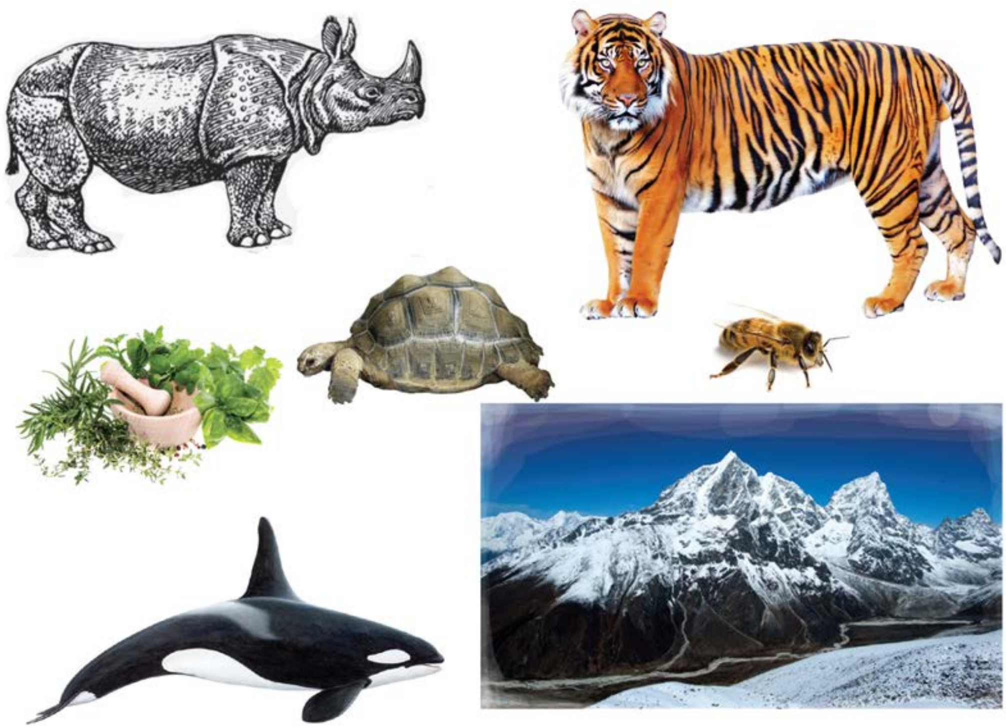
(इ) धमनी, शिरा र केशिका

(ई) पल्मोनरी रक्तसञ्चार

(उ) सिस्टमिक रक्तसञ्चार

6 प्रकृति र वातावरण (Nature and Environment)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 6.1

(अ) माथिका चित्रमा देखाइएका जनावरहरूको सङ्ख्या नेपालमा कति छ होला ?

(आ) यी जनावरहरूको संरक्षणमा ध्यान पुऱ्याउन सकिएन भने मानिसको अस्तित्वमा कस्तो असर पर्छ ?

(इ) पृथ्वीको सतहको तापक्रम दिन प्रतिदिन बढ्नुको कारण के होला ?

(ई) चित्रमा देखाइए जस्तै हिउँ पग्लेर हिमाल उजाड बन्दै जाने क्रम जारी छ । यसको रोकथाम गर्न कसरी पहल गर्न सकिन्छ ?

(उ) परम्परागत रूपमा प्रयोगमा आएका जडीबुटीजन्य औषधी प्रयोग गर्नु हालको आधुनिक युगमा कत्तिको सान्दर्भिक हुन्छ, किन ?

हाम्रो वरपर विभिन्न किसिमका जीवहरू पाइन्छन् । यी जीवहरूको अस्तित्व बचाइराख्न यिनीहरूका लागि उपयुक्त वातावरण र वासस्थान हुनु आवश्यक छ । आधुनिकीकरण र औद्योगिकीकरणका नाममा विभिन्न मानवीय क्रियाकलापले गर्दा हाम्रो पृथ्वीको सतहको हावापानीमा परिवर्तन भइरहेको छ । यसका साथ साथै जलवायुमा पनि परिवर्तन भएको पाइन्छ । जलवायु परिवर्तनले प्रत्यक्ष र अप्रत्यक्ष रूपमा यहाँ पाइने जीवहरूको वासस्थान तथा अस्तित्वमै प्रभाव पारिरहेको छ । विभिन्न प्राकृतिक तथा मानवीय कारणले गर्दा धेरै जनावर तथा वनस्पतिहरूको सङ्ख्यामा कमी हुँदै गएको छ भने केही लोप हुने अवस्थामा पनि पुगेका छन् । यस्ता जीवहरूलाई दुर्लभ जीवहरू भनिन्छ । नेपालमा धेरै प्रजातिका दुर्लभ जनावर र वनस्पतिहरू पाइन्छन् । यिनीहरूको संरक्षण गर्नु हाम्रो दायित्व पनि हो ताकि हाम्रा भावी पुस्ताले पनि यी जीवहरूका बारेमा जानकारी प्राप्त गर्न सकुन् । वनस्पतिमा औषधीजन्य गुण हुने भएकाले परापूर्व कालदेखि विभिन्न किसिमका शारीरिक समस्याहरूको समाधानका लागि औषधीका रूपमा प्रयोग गर्दै आइएको छ । यस्ता वनस्पतिलाई जडीबुटी भनिन्छ ।

6.1 जलवायु परिवर्तन (Climate Change)

क्रियाकलाप 6.1 जलवायु परिवर्तनको असरको अध्ययन

जलवायु परिवर्तनका कारणले आफ्नो घर तथा विद्यालय वरपर हुन सक्ने सम्भावित वातावरणीय परिवर्तन तथा यसका असर पहिचान गरी तलको तालिकामा भर्नुहोस् र ती विषयमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् :

क्र.सं.	वातावरणीय परिवर्तन	वातावरणीय परिवर्तनका असरहरू

जलवायु (Climate)

जलवायु भनेको ठुलो भौगोलिक क्षेत्रको लामो समय लगभग 30 वर्षको अवधिको हावापानीको स्थितिको औसत अवस्था हो । सामान्यतया कुनै एउटा क्षेत्रको जलवायु एकै नासको हुन्छ । पृथ्वीमा हुने सानो सानो प्राकृतिक परिवर्तनले जलवायुमा परिवर्तन आउँदैन । विभिन्न मानवीय क्रियाकलापले गर्दा उत्सर्जित विभिन्न किसिमका हरितगृह ग्यासहरूले गर्दा अहिले विश्वकै जलवायुमा परिवर्तन आएको देखिन्छ । यसले गर्दा ठाउँ ठाउँको मौसमी प्रक्रिया पनि निकै बदलिएको छ ।

जलवायु परिवर्तन (Climate Change)

जलवायु परिवर्तन विश्वव्यापी रूपमा देखा परेको गम्भीर समस्या हो । यसबाट धनी तथा विकसित राष्ट्रको तुलनामा विकासोन्मुख राष्ट्र बढी प्रभावित भएका छन् । विश्वको कुल हरितगृह ग्यास उत्सर्जनमा नेपालको भूमिका नगन्य भए पनि जलवायु परिवर्तनका प्रतिकूल असरको जोखिम उच्च रहेका राष्ट्रमध्ये नेपाल पनि एक हो ।

जलवायु परिवर्तनमा लामो समयको अन्तरालमा प्राकृतिक रूपमा हुने जलवायुको उतार चढावका अलावा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रूपमा मानवीय क्रियाकलापले वायुमण्डलको बनोटमा हुने फेरबदलका कारण पृथ्वीको जलवायुमा क्रमशः परिवर्तन भइरहेको हुन्छ । विभिन्न किसिमका मानवीय क्रियाकलाप तथा प्राकृतिक अस्थिरताका कारणले गर्दा लामो समयको अन्तरालमा कुनै एक ठाउँको जलवायुमा हुने परिवर्तनको प्रक्रियालाई जलवायु परिवर्तन भनिन्छ । जलवायु परिवर्तन हुँदा हावापानीको नियमित चक्रीय प्रणाली बिथोलिन्छ । समग्रमा जलवायु परिवर्तन भन्नाले लामो समय अवधिमा मौसमको तथ्याङ्कीय परिमाणमा परिवर्तन हुनु हो । जलवायु परिवर्तनका बारेमा विश्वभरिका वैज्ञानिकले विभिन्न स्रोत, जस्तै : मौसमका तथ्याङ्क, उपग्रहबाट खिचेका तस्बिर, जलवायु परिवर्तनको चपेटामा परेका ठाउँहरूको अनुसन्धान प्रतिवेदन आदिको अध्ययन गरेर जलवायु परिवर्तन र यसले पार्ने प्रभावका बारेमा अध्ययन गरिरहेका छन् । नेपालमा पनि जलवायु परिवर्तनको अनुभूति भइरहेको छ । विगतदेखि नेपालको तापक्रम प्रत्येक वर्ष 0.06°C को दरले बढिरहेको छ । विभिन्न नदीनाला तथा झरना सुक्दै गएका पाइन्छन् । नदीहरूमा पानीको आयतन पनि घटेको छ । हिमताल विस्फोटको कारणले गर्दा बाढी जाने क्रम बढ्दै गएको छ । हिमालको हिउँ पग्लेर उचाइ घट्ने क्रम बढिरहेको छ । यी सबै तथ्यहरूका आधारमा नेपालमा पनि जलवायु परिवर्तनको नकारात्मक असर परेको छ भन्न सकिन्छ ।

जलवायु परिवर्तनका कारण (Causes of climate change)

जलवायु परिवर्तनका कारणमा प्राकृतिक तथा मानव सिर्जित दुबै रहेका भए तापनि गरिबी, अशिक्षा, सामाजिक असमानता साथै समुदायको जीविकोपार्जन प्राकृतिक स्रोतमा हुने बढी निर्भरताका कारणले पनि जलवायु परिवर्तनका असर प्रति अझ संवेदनशील मानिएको छ । जलवायु परिवर्तनका कारणलाई प्राकृतिक र मानव सिर्जित गरी दुई प्रकारमा विभाजन गरिएको छ ।

प्राकृतिक कारण (Natural cause)

प्रकृतिमा घट्ने विभिन्न प्रक्रियाका कारण वातावरणमा प्रभाव परिरहेको हुन्छ । यस्ता

प्राकृतिक प्रभावका कारण हरितगृह ग्यासको उत्सर्जनसमेत भइरहेको हुन्छ जसको फलस्वरूप जलवायुमा पनि परिवर्तन आइरहेको हुन्छ । तीमध्ये केही प्राकृतिक गतिविधि यहाँ दिइएको छ ।

(क) सौर्य गतिविधि (Solar activities)

सूर्यमा हुने थर्मोन्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रियाले गर्दा ऊर्जा उत्पादन हुन्छ । उक्त प्रतिक्रियाको दरमा परिवर्तन हुँदा सूर्यमा उत्पादन हुने ऊर्जामा पनि परिवर्तन हुन्छ । यसले गर्दा पृथ्वीको सतहमा आइपुग्ने सौर्य ऊर्जाको तीव्रतालाई असर गर्न सक्छ । यी परिवर्तनले पृथ्वीको मौसमलाई असर गर्न सक्छ । सौर्य गतिविधिमा हुने यी भिन्नताले जलवायु परिवर्तनमा पनि भूमिका खेलेको हुन्छ ।

(ख) प्रकाश परावर्तनमा परिवर्तन (Change in reflection of solar light)

पृथ्वीको सतहद्वारा प्रतिबिम्बित हुने सूर्यको प्रकाशको मात्रा पृथ्वीको सतह र वायुमण्डलमा निर्भर गर्छ । पृथ्वीमा पुग्ने सूर्यको प्रकाशको लगभग 70 प्रतिशत पृथ्वीमा अवशोषित हुन्छ । यसले पृथ्वीको सतहमा भएका प्राकृतिक परिवर्तनहरू, जस्तै : समुद्री बरफ पग्लने तथा जलवायु परिवर्तनमा योगदान पुऱ्याएको छ । हरितगृह ग्यासहरूमा पानीको बाफ पनि पर्छ जुन समुद्र, नदीलगायतका पानीका स्रोतबाट सूर्यको प्रकाशले वाष्पीकरण गराइरहेको हुन्छ । पृथ्वीमा सूर्यको प्रकाश तथा तापको विविधताअनुसार पनि वाष्पीकरण प्रक्रिया बढ्ने घट्ने हुन्छ ।

(ग) ज्वालामुखी विस्फोट (Volcano eruption)

ज्वालामुखी विस्फोटनले मौसममा उल्लेखनीय भूमिका खेलेका हुन्छन् । ज्वालामुखी विस्फोट हुँदा कार्बनडाइअक्साइडलगायतका विभिन्न ग्यासहरू र बाक्लो धुवाँ उत्सर्जन हुन्छ । उक्त धुवाँ तथा ग्यास वायुमण्डलको माथिल्लो सतहसम्म पुग्छ र सूर्यको प्रकाशलाई छेकी केही समयका लागि पृथ्वीको सतह चिसो बनाउँछ । यसका अलावा यस्तो विस्फोटबाट उत्सर्जित हुने हरितगृह ग्यास वायुमण्डलमा लामो समयसम्म रही विश्वव्यापी उष्णता बढाइरहेको हुन्छ ।

चित्र 6.2 ज्वालामुखी

मानवीय कारण (Human cause)

मानिसले गर्ने विभिन्न क्रियाकलापले गर्दा पनि जलवायुमा परिवर्तन आएको पाइन्छ । मानवीय क्रियाकलापले गर्दा हरितगृह ग्यास अत्यधिक उत्सर्जन भई पृथ्वीको सतहमा बाक्लो तह बनाउँछ र सूर्यको तापलाई रोकेर राखी सतहको तापक्रम वृद्धि गर्छ । केही मानवीय कारण यहाँ दिइएको छ ।

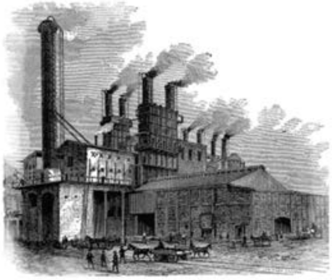
(क) हरितगृह ग्यासको उत्पादन (Production of greenhouse gases)

कोइला, खनिज तेल, प्राकृतिक ग्यास जस्ता जीवावशेष इन्धनको प्रयोग गरी विद्युत् र ताप शक्ति उत्पादन गर्दा धेरै मात्रामा हरितगृह ग्यास (SO_2, CO_2, CH_4, CFC, etc.) तथा अन्य हानिकारक ग्यास पनि उत्सर्जन हुन्छन् । त्यसका कारणले पृथ्वीको सतहको तापक्रम अत्यधिक वृद्धि भइरहेको छ ।

चित्र 6.3 शक्ति उत्पादन केन्द्र

(ख) औद्योगीकरण (Industralization)

सिमेन्ट, स्टिल, विद्युतीय सामग्री, प्लास्टिक, कपडालगायत अन्य सामान उत्पादन गर्न विभिन्न उद्योग सञ्चालन गरिएको छ । उक्त उद्योगमा पनि जीवावशेष इन्धन प्रयोग गरिन्छ । यी उद्योग कलकारखानाबाट निस्कने ग्यासले पनि वातावरण प्रदूषित गर्नुका साथै जलवायु परिवर्तनमा पनि ठुलो भूमिका खेलेका हुन्छन् ।



चित्र 6.4 उद्योग

(ग) वनविनाश (Deforestation)

खेतीपाती गर्न, बस्ती बसाउन तथा बाटोघाटो जस्ता विकास निर्माणका कार्य गर्दा अनियन्त्रित रूपले वनजङ्गल फँडानी भइरहेको पाइन्छ । यसरी वनविनाश गर्दा रुख तथा बिरुवाले खाना बनाउन प्रयोग हुने कार्बनडाइअक्साइडको उपयोगको मात्रामा कमी आई वातावरणमा हरितगृह ग्यासको मात्रा बढ्न पुग्छ । यसले विश्वव्यापी उष्णता बढाउँछ । वातावरणमा उत्सर्जन हुने कार्बन सञ्चय गर्ने प्रमुख भण्डारण स्थान नै वनजङ्गल हो ।

चित्र 6.5 वन विनाश

(घ) जीवावशेष इन्धनको दहन (Burning of fossil fuels)

यातायातका धेरैजसो साधन, जस्तै : कार, बस, हवाईजहाज, पानी जहाज, ट्रक आदिमा जीवावशेष इन्धन प्रयोग हुन्छ । उक्त इन्धन बल्दा विभिन्न किसिमका हानिकारक तथा हरितगृह ग्यास विशेषत: कार्बनडाइअक्साइड ग्यास उत्सर्जन हुन्छन् । ती ग्यासले वातावरण प्रदूषित गर्नुका साथै पृथ्वीको सतहको तापक्रम वृद्धि गर्छन् ।

चित्र 6.6 यातायातका साधन

जलवायु परिवर्तनका असर (Effects of climate change)

क्रियाकलाप 6.2

कक्षाका विद्यार्थी आवश्यकताअनुसारको समूहमा विभाजन भई पत्रपत्रिका, इन्टरनेटको प्रयोग गरी हिमाल, पहाड र तराईमा जलवायु परिवर्तनले गर्दा परेका असरको फोटो तथा विवरण सङ्कलन गर्नुहोस् र पोस्टर तयार गर्नुहोस् । उक्त पोस्टर कक्षामा प्रदर्शन गरी जलवायु परिवर्तनले गर्दा वातावरण तथा मानव जीवनमा परेका असरबारे छलफल गर्नुहोस् ।

विगत केही दशकयता वायुमण्डलीय तापक्रममा वृद्धि र त्यसबाट सिर्जित अतिवृष्टि, अनावृष्टि, खडेरी जस्ता जलवायुजन्य प्रकोपबाट नेपालका हिमशृङ्खला र हिमनदी तथा तिनमा आश्रित पारिस्थितिक प्रणालीमा प्रतिकूल प्रभाव परिरहेको छ । बढ्दो तापक्रमका कारण तीव्र गतिमा हिउँ पग्लने हुनाले हिमतालको आकार बढिरहेको छ भने हिमताल फुट्ने खतरा पनि बढ्दै गएको छ । जलवायु परिवर्तनका नकारात्मक असर वन तथा जैविक विविधता, ऊर्जा, मानव स्वास्थ्य, पर्यटन, बसोबास, पूर्वाधार विकासलगायत जीविकोपार्जनसँग सम्बन्धित क्षेत्रमा प्रत्यक्ष महसुस गरिएको छ भने बाढी, पहिरो, हावाहुरी तथा डढेलो जस्ता जलवायुजन्य प्रकोपका कारण ठुलो मात्रामा हरेक वर्ष धनजनको ठुलो क्षति भइरहेको छ । जलवायु परिवर्तनको असरलाई निम्नानुसार प्रस्तुत गरिएको छ :

(क) खडेरी पर्नु/बाढी आउनु (Drought/flood)

जलवायु परिवर्तनले पानीको उपलब्धतामा परिवर्तन ल्याउँछ र धेरै क्षेत्रमा कतै खडेरी पर्ने सम्भावना रहन्छ भने कतै बाढी आउने सम्भावना हुन्छ । खडेरी तथा बाढीका कारणले कृषि उत्पादनमा असर गर्छ, जसले गर्दा खाद्यसङ्कट निम्तिने खतरा बढेको छ ।

(ख) समुद्री सतहमा वृद्धि (Increasing sea level)

वायुमण्डलमा हरितगृह ग्यासका मात्रा बढी भएमा तापक्रममा वृद्धि भई जलवायुमा परिवर्तन हुन्छ । विश्व तापमान वृद्धिले गर्दा हुने विश्वव्यापी उष्णता (global warming) का कारणले पृथ्वीको सतहको ताप वृद्धि हुन्छ । समुद्रमा रहेको पानीले उक्त ताप सोसेर लिन्छ । यसले गर्दा समुद्रको पानीको आयतनमा वृद्धि हुन्छ । साथसाथै विश्वव्यापी उष्णताको कारणले गर्दा हिउँ पग्लेर बन्ने पानीले गर्दा पनि समुद्रको सतहमा वृद्धि हुन्छ । यसका कारणले समुद्री तट र टापुको माथिसम्म पानी पुगेर त्यहाँ रहेका वनस्पति र जीवहरू तथा तिनीहरूको वासस्थान नष्ट हुन्छ र त्यहाँको समुदायमा असर पर्छ ।

(ग) जैविक विविधतामा असर (Effects on biodiversity)

जलवायु परिवर्तनले गर्दा तापक्रममा परिवर्तन हुन्छ जसले गर्दा जमिन तथा समुद्रमा पाइने जीवहरूको जीवन प्रक्रियामा परिवर्तन आउँछ र जुन कारणले गर्दा तिनीहरूको वृद्धि विकासमा असर पार्छ । साथै जलवायुमा हुने परिवर्तनले गर्दा त्यहाँ पाइने प्रजातिहरूको अनुकूलनमा पनि असर पुग्छ । यसले गर्दा ती जीवहरूको लोप हुने खतरा बढ्दै जान्छ ।

(घ) मानव स्वास्थ्यमा नकारात्मक असर (Negative impact on human health)

जलवायु परिवर्तनले गर्दा वातावरणका अवयवहरू (components) मा नकारात्मक असर पर्छ । तिनीहरूको असर मानव स्वास्थमा पनि पर्छ । यसको कारणले छाला रोग, मानसिक रोग, पोषणमा कमी जस्ता स्वास्थ्य समस्या निम्त्याउँछ ।

(ङ) मौसममा परिवर्तन (Change in weather)

जलवायु परिवर्तनका कारणले मौसम परिवर्तनको समयमा परिवर्तन भएको छ । कहिले बेमौसमी वर्षा हुन्छ । कहिले वर्षा हुने समयमा खडेरी पर्छ । यसले गर्दा खेतीपाती गर्न पनि समस्या पर्छ किनकि बढी पानी पर्ने, आवश्यक पर्दा पानी नपर्ने र कम पानीमा हुने बालीनालीका लागि अत्यधिक वर्षा भइदिन्छ ।

जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरणका उपायहरू (Controlling measures of climate change)

क्रियाकलाप 6.3

(क) जलवायु परिवर्तनले ल्याएका असरका बारेमा चित्रकला प्रदर्शनको आयोजना गर्नुहोस् ।

(ख) आफ्नो वरपरका गतिविधिको अवलोकन गरेर वा इन्टरनेटको प्रयोग गरेर जलवायु परिवर्तनका न्यूनीकरणका उपायहरू खोजी गरी चार्टपेपरमा सूची तयार गर्नुहोस् । त्यसका साथै उक्त उपायहरूका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

नेपाल सरकारले जलवायु परिवर्तनको प्रतिकूल असर तथा जोखिमको व्यवस्थापन गर्न नीति, नियम तथा कार्यक्रमहरू तर्जुमा गरेको छ । वातावरण संरक्षण ऐन, २०७६ मा नेपाल सरकार, प्रदेश सरकार, स्थानीय तह तथा अन्य सार्वजनिक निकाय एवम् निजी क्षेत्रबाट कार्यान्वयन गर्न क्षेत्रगत नीति, रणनीति वा कार्ययोजनामा जलवायु परिवर्तनको प्रतिकूल असर तथा जोखिम न्यूनीकरणका लागि अवलम्बन गर्नुपर्ने उपायका सम्बन्धमा नेपाल राजपत्रमा सूचना प्रकाशन गरी आवश्यक आदेश जारी गर्न सक्ने नीति उल्लेख गरेको छ । जलवायु परिवर्तनका कारणले पृथ्वीको सतहमा विभिन्न किसिमका नकारात्मक असर देखिएका छन् । यसको नियन्त्रणका लागि जलवायु परिवर्तनको न्यूनीकरण गर्नु अति आवश्यक छ । यसका केही उपायहरू निम्नानुसार छन् :

(क) कार्बन उत्सर्जन घटाउने (Reducing carbon emission)

अत्यधिक कार्बन उत्सर्जनका कारणले विश्वव्यापी उष्णता (global warming) बढिरहेको छ । कार्बन उत्सर्जन कम गर्न सकियो भने जलवायु परिवर्तनमा पनि नियन्त्रण गर्न सकिन्छ । यसका लागि ऊर्जा दक्षतामा सुधार गरी ऊर्जाका स्रोतको उपयोग र संरक्षणमा जोड दिनुपर्छ । यातायातमा वैकल्पिक ऊर्जाका स्रोतहरू, जस्तै : सौर्य तथा वायु ऊर्जा आदिको प्रयोगमा जोड दिनुपर्छ । यसले गर्दा जीवावशेष इन्धन (fossil fuel) को खपतमा कमी आई कार्बन उत्सर्जन घटाउन सकिन्छ ।

(ख) कार्बन सञ्चिकरणमा जोड दिने (Emphasizing in carbon storage)

हरिया बिरुवाले वायुमण्डलीय कार्बनडाइअक्साइडलाई खाना बनाउन प्रयोग गर्छन् भने सम्पूर्ण जीवजन्तुलाई आवश्यक पर्ने अक्सिजन प्रदान गर्छन् । त्यसैले वनजङ्गलको संरक्षण र वृद्धि विकासलाई प्राथमिकतामा राखी वृक्षरोपण र वनको संरक्षणलाई जोड दिनुपर्छ जसले गर्दा धेरैभन्दा धेरै कार्बन खपत एवम् भण्डारण भई जलवायु परिर्वतनलाई न्यूनीकरण गर्न मदत पुग्छ ।

(ग) **जनचेतना जगाउने र व्यवहार परिवर्तन गर्ने** (Public awareness and change in behaviour)

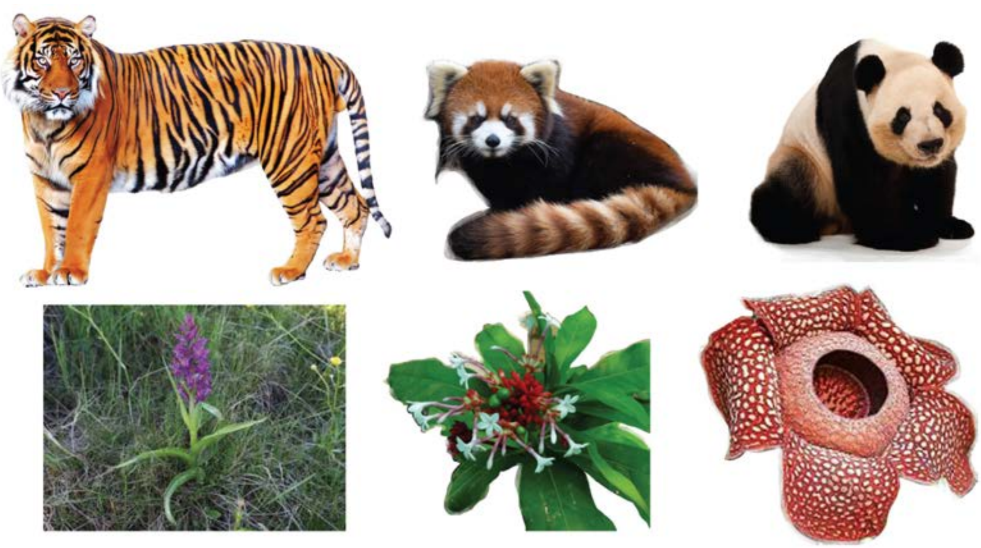
हामीले आफ्ना गतिविधि वातावरणमैत्री बनायौँ भने जलवायु परिवर्तनलाई न्यूनीकरण गर्न सक्छौँ । हामीले हाम्रा बानी व्यवहारलाई वातावरणमैत्री बनाउनुका साथै आवश्यकताअनुसार जनचेतना जगाउन पनि संलग्न रहनुपर्छ ।

परियोजना कार्य 6.1

विभिन्न पत्रपत्रिका, जर्नल, लेख रचना र इन्टरनेटमा खोजी गरी जलवायु परिवर्तनसम्बन्धी power point presentation तयार गर्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् । यसका बारेमा सहपाठीसँग छलफल गर्नुहोस् ।

6.2 नेपालमा लोप हुने डर भएका वनस्पति तथा जनावरहरू (Endangered plants and animals in Nepal)

चित्रमा दिएका जनावर तथा वनस्पतिहरूको पहिचान गर्नुहोस् । यी जीवहरूका बारेमा विभिन्न पत्रपत्रिकामा, रेडियो टेलिभिजन वा सञ्चारका अन्य माध्यमबाट प्राप्त जानकारीसमेतका आधारमा तिनीहरूको अवस्थाका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।



चित्र 6.7 नेपालमा लोप हुने डर भएका वनस्पति तथा जनावरहरू

जलवायु परिवर्तनलगायत अन्य विभिन्न कारणले गर्दा पृथ्वीमा पाइने धेरै किसिमका जीवको अस्तित्व हराउँदै गइरहेको छ । साथै धेरै जीवहरूको सङ्ख्या घट्दै पनि गइरहेको छ । केही जीव लोप भइसकेका छन् । यसरी लोप हुन लागेका जीवहरूलाई लोपोन्मुख वा दुर्लभ जीव

भनिन्छ । यस्ता दुर्लभ मानिएका विभिन्न जीव हाम्रो देशका विभिन्न ठाउँमा पाइन्छन् । वनस्पति तथा जीवजन्तुको जीवन निर्वाह जैविक विविधतामा निर्भर रहेको हुन्छ । आधुनिक विकास क्रममा मानवीय क्रियाकलाप तथा प्राकृतिक परिवर्तनका कारणले गर्दा जीवहरूको अस्तित्वमा ह्रास आएको पाइन्छ । यस्ता विभिन्न कारणले गर्दा धेरै वनस्पति तथा जनावरको विनाश तथा लोप हुने डर छ । यसका मुख्य कारण निम्नानुसार रहेका छन् :

(क) पृथ्वीको सतहमा हावापानी तथा जलवायु परिवर्तनका कारण प्रतिकूल वातावरणले गर्दा वनस्पति तथा जनावरहरूको वितरणमा असर पुग्नु

(ख) जैविक स्रोतको अनियन्त्रित प्रयोगका कारण तिनीहरूको विनाश हुनु

(ग) नयाँ नयाँ प्रजातिका बोटबिरुवाहरू खोज अनुसन्धानविना उमार्नाले रैथाने प्रजातिको वितरणमा असर पुग्नु

(घ) नयाँ नयाँ प्रजातिका जन्तुहरूको खोज अनुसन्धानविना पाल्न खोज्नु

(ङ) वातावरणीय प्रदूषणमा वृद्धि हुनु आदि ।

परियोजना कार्य 6.2

आफ्नो वरपर भएका विभिन्न वनस्पति तथा जनावरको अवलोकन गर्नुहोस् । आफ्नो छरछिमेकमा रहेका अग्रजहरूलाई सोधी पहिले भएका तथा हाल नभएका वनस्पति र जनावरहरूको छुट्टाछुट्टै सूची बनाई तिनीहरू के कारणले घटेका हुन्, संरक्षण गर्ने उपाय पत्ता लगाउनुहोस् । साथै तिनीहरूको संरक्षणमा तपाईंको कस्तो भूमिका हुनु आवश्यक छ, विश्लेषणसहित तलका बुँदाका आधारमा एउटा छोटो प्रतिवेदन तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् :

(क) स्थानीय बोटबिरुवा तथा जनावरहरूको विवरण

(ख) सङ्ख्या घट्दै गएका बोटबिरुवा र जनावर

(ग) सङ्ख्या घट्दै जानुका कारण

(घ) संरक्षणका लागि गर्न सकिने उपाय

(ङ) संरक्षणमा आफ्नो भूमिका

6.3 लोपोन्मुख तथा दुर्लभ वनस्पतिको संरक्षणका उपाय

हाम्रो देशमा विभिन्न प्रजातिका वनस्पति पाइन्छन् । तीमध्ये केही महत्त्वपूर्ण वनस्पति, जस्तै : जटामसी, चाँप, सर्पगन्धा, पाँचऔँले, लोठ सल्ला कम हुँदै गएका छन् । यी

वनस्पति विभिन्न प्रयोजनका लागि मानिसले प्रयोग गर्दै आएका छन् । यिनीहरूको अवस्थाको पहिचान नगरी अत्यधिक प्रयोग गर्दा यी वनस्पति लोप हुने अवस्थामा पुगेका छन् । यी वनस्पतिको संरक्षण गर्नु अत्यावश्यक छ । यिनीहरूको संरक्षणका लागि विभिन्न प्रयासहरू भइरहेका छन् । नेपाल सरकारले दुर्लभ वन्यजन्तु र वनस्पतिको संरक्षणका लागि सङ्कटापन्न वन्यजन्तु तथा वनस्पतिको अन्तर्राष्ट्रिय व्यापार नियन्त्रण ऐन, २०७३ लागु गरेको छ । यसमा दुर्लभ वन्यजन्तु र वनस्पतिको नियन्त्रित प्रजनन, अध्ययन अनुसन्धान तथा बिक्री वितरणसम्बन्धी विभिन्न नियम बनाइएको छ । दुर्लभ वनस्पतिको संरक्षणका लागि संरक्षणका केही उपायहरू निम्नानुसार रहेका छन् :

(क) प्राकृतिक रूपमा पाइने ठाउँहरूको संरक्षण (Conservation of natural places)

घाँस दाउरा सङ्कलन, वनमा लाग्ने डढेलो तथा चरन क्षेत्रको विस्तारबाट वनस्पति, प्राणी तथा पशुपन्छीको वासस्थानको नष्ट हुन्छ । यस्ता गतिविधिहरूमा नियन्त्रण गर्नुपर्छ । तिनीहरूको प्राकृतिक अवस्थामा पाइने ठाउँको संरक्षण गरी दुर्लभ वनस्पतिको संरक्षण गर्न सकिन्छ । मानिसले वनजङ्गल तथा वनस्पति पाइने क्षेत्रमा जथाभावी गाईवस्तुको चरिचरन गर्न दिनुहुँदैन । साथै यस्ता ठाउँको पहिचान गरी संरक्षण गर्नुपर्छ ।

(ख) दुर्लभ र उपयोगी बिरुवाको पूर्णतः नाश हुनबाट बचाउने (Conservation of rare and endangered plants)

विभिन्न कलकारखाना तथा उद्योग सञ्चालन गर्न चाहिने कच्चा पदार्थ, जस्तै : काठ, खोटो, जडीबुटी आदि विभिन्न बोटबिरुवाबाट प्राप्त हुन्छन् । यस्ता कच्चा पदार्थ सङ्कलन गर्दा उपयोगी बोटबिरुवाहरूको अस्तित्व र उपलब्धतालाई ध्यानमा राखी गर्नुपर्ने हुन्छ । यिनीहरूको पुनरुत्पादन हुनै नसक्ने गरी मास्नु हुँदैन । यिनको चोरी र तस्करी नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।

(ग) दुर्लभ बोटबिरुवाको वृक्षरोपण कार्य तीव्र र व्यापक गर्न आधुनिक तरिकाबाट नर्सरी बेर्नाको उत्पादनमा वृद्धि (Production of saplings of rare plants for afforestation)

दुर्लभ बोटबिरुवाहरूलाई वृद्धि गर्न तिनीहरूका बिउबिजन सङ्कलन गरी नर्सरीमा उमार्न सकिन्छ । आधुनिक प्रविधि जस्तै टिस्यु कल्चर प्रविधिबाट पनि एकै पटकमा धेरै बेर्नाको उत्पादन गर्न सकिन्छ । यसबाट दुर्लभ र उपयोगी बिरुवाको व्यापक वृक्षरोपण गर्न सकिन्छ ।

(घ) उपयुक्त कानुन निर्माण तथा प्रभावकारी कार्यान्वयन (Formulation and implementation of appropriate laws)

दुर्लभ भइसकेका र हुन लागेका बोटबिरुवाको संरक्षण गर्न नियम, कानुन बनाउनुपर्छ । यसको जानकारी सर्वसाधारणलाई समेत दिई कानुनलाई प्रभावकारी रूपमा कार्यान्वयन गर्नुपर्छ ।

(ङ) दुर्लभ बोटबिरुवाको औषधीय प्रयोग र संरक्षण (Conservation and application of rare plants for medicines)

धेरैजसो दुर्लभ बोटबिरुवालाई जडीबुटीका रूपमा सदुपयोग गर्न सकिने ज्ञान सर्वसाधारणलाई दिनु आवश्यक छ । दुर्लभ बोटबिरुवाका बारेमा जनचेतना अभिवृद्धि गर्ने कार्यक्रमहरू स्थानीय स्तरमा सञ्चालन गर्नुपर्छ । तिनको संरक्षणमा स्थानीय व्यक्ति, समुदाय र सङ्घसंस्थाहरूलाई परिचालन गर्नुपर्छ ।

6.4 दुर्लभ जनावर तथा पशुपन्छीको संरक्षणका उपाय (Measures of conservation of rare wildlives)

मानवीय तथा प्राकृतिक विभिन्न कारणले प्राणी तथा पशुपन्छीहरू खतरामा पर्ने, लोप हुने र दुर्लभ हुने गर्छन् । पारिस्थितिक प्रणालीमा परिवर्तन, वासस्थानको ह्रास, प्राकृतिक वातावरणमा प्रतिकूल असर, चोरी सिकारी र अवैध व्यापार आदि कारणले गर्दा प्राणी तथा पशुपन्छीहरू खतरामा परेका छन् । यसरी जथाभावी जनावरको अवैध व्यापार नियन्त्रणका लागि बनेको नियमावली, सङ्कटापन्न वन्यजन्तु तथा वनस्पतिको अन्तर्राष्ट्रिय व्यापार नियन्त्रण ऐन, २०७३ कार्यान्वयन भइरहेको छ । दुर्लभ पशुपन्छीहरूको संरक्षणका लागि निम्नलिखित उपाय अपनाउनुपर्छ :

(क) अध्ययन तथा अनुसन्धान (Study and research)

दुर्लभ जनावर तथा पशुपन्छीको उपयुक्त संवर्धन र संरक्षण गर्न उपलब्ध पारिस्थितिक प्रणालीको प्राकृतिक अवस्थाको यथार्थ स्थिति पत्ता लगाउन अध्ययन तथा अनुसन्धानका कार्य अगि बढाउनुपर्छ ।

(ख) प्राकृतिक वासस्थानको संरक्षण (Conservation of natural habitat)

जनावर तथा पशुपन्छीहरू आफ्नो प्राकृतिक वातावरणमा सजिलै फस्टाउन सक्छन् । त्यसैले वनजङ्गल, खोलानाला, जलाधार, चरन क्षेत्र आदि जस्ता प्राकृतिक वातावरणको संरक्षण गरी दुर्लभ वनस्पति तथा प्राणीको संरक्षण तथा संवर्धन गर्नुपर्छ ।

(ग) संरक्षित पशुपन्छीको चोरी सिकारीमा कडा प्रतिबन्ध (Strong prohibition of poaching conserved wildlives)

विभिन्न पशुपन्छीहरू खतरामा पर्नुको मुख्य कारण तिनीहरूको चोरी सिकारी पनि हो । त्यसैले यिनीहरूको संरक्षणका लागि खतरामा परेका र दुर्लभ जनावर तथा पशुपन्छीहरूको सिकार गर्न नियन्त्रण तथा रोकथाम गर्न बनेका नियम प्रभावकारी रूपमा कार्यान्वयन गर्नुपर्छ ।

(घ) दुर्लभ पशुपन्छीलाई परस्थानीय संरक्षणको व्यवस्थापन (Management of ex-situ conservation for rare wildlives)

दुर्लभ मानिएका केही प्राणी तथा पशुपन्छीहरूलाई परस्थानीय संरक्षण क्षेत्रमा सुहाउँदो वातावरण सिर्जना गरी एक्वारियम (aquarium), वनस्पति उद्यान (botanical garden), चिडियाखाना (zoo) तथा उस्तै वासस्थानमा संरक्षण गर्ने व्यवस्था मिलाई तिनीहरूको सङ्ख्या वृद्धि गर्न सकिन्छ ।

(ङ) उचित कानुनी व्यवस्था र प्रभावकारी कार्यान्वयन (Provision of laws and its effective implementation)

दुर्लभ प्राणी तथा पशुपन्छीको संरक्षणका लागि बनेका उपयुक्त नियम कानुन प्रभावकारी रूपमा लागु गरिनुपर्छ । यसले गर्दा अवैध गतिविधि नियन्त्रण गरी दुर्लभ जनावरको संरक्षण गर्न सकिन्छ ।

(च) जनचेतना अभिवृद्धि (Promoting public awareness)

दुर्लभ प्राणी तथा पशुपन्छीको महत्त्व, दुर्लभ हुनुका कारण, जोगाउनका लागि अपनाउनुपर्ने उपाय, संरक्षणबाट हुने फाइदा, स्थानीय व्यक्तिको सहभागिता, जन उत्तरदायित्व आदि पक्षमा सर्वसाधारणको चेतना अभिवृद्धि गर्ने कार्यक्रम सञ्चालन गर्नु आवश्यक हुन्छ ।

क्रियाकलाप 6.3

आफूलाई मन पर्ने कुनै एक दुर्लभ जनावर वा वनस्पतिका बारेमा इन्टरनेटमा खोजी गरी त्यसका वर्तमान अवस्था, सङ्ख्या, त्यसका विशेषता, लोप हुनुका कारण, संरक्षण गर्ने उपाय समेटी 'मेरो मन पर्ने दुर्लभ जनावर वा वनस्पति' शीर्षक मा चित्रसहितको विवरण चार्टपेपरमा तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

संरक्षित जनावर तथा पन्छी (Protected animals and birds)

वन्यजन्तु संरक्षण एवम् संवर्धन गर्नका लागि हाम्रो देशमा स्तनपायीका सत्ताइस प्रजाति, चराचुरुङ्गीका नौ प्रजाति र सरिसृपका तीन प्रजातिलाई संरक्षित सूचीमा राखिएको छ ।

तालिका : संरक्षित जनावर तथा पन्छीहरू

स्तनधारी जनावर	पन्छी
1. पुड्के बँदेल (Pigmy Hog)	1. राज धनेस (Great-horned Hornbill)
2. हाब्रे (Red Panda)	2. चीर कालिज (Cheer Pheasant)
3. कृष्णसार (Black Buck)	3. सेतो गरुड (White Stork)
4. गौर (Gaur Bison)	4. कालो गरुड (Black Stork)
5. जङ्गली याक (Wild Yak)	5. सारस (Sarus Crane)
6. अर्ना (Wild Water Buffalo)	6. खरमुजुर (Bengal Florican)
7. ब्वाँसो (Grey Wolf)	7. डाँफे (Impeyan Pheasant)
8. हिस्पिड खरायो (Hispid Hare)	8. सानो खरमुजुर (Lesser florican)
9. बाह्रसिङ्गे (Swamp Deer)	9. मुनाल-Crimpson horned Pheasant
10. जङ्गली हात्ती (Asiatic wild Elephant)	
11. पहान बिरालो (Lynx)	**सरिसृपहरू**
12. हुँडार (Stripped Hyaena)	1. घडियाल गोही (Gharial)
13. आसामी रातो बाँदर (Assamese Monkey)	2. अजिङ्गर (Asiatic rock python)
14. इन्डियन सालक (Indian Pangolin)	3. सुनगोहोरो (Golden monitor lizard)
15. चाइनिज सालक (Chinese Pangolin)	
16. कस्तुरी मृग (Himalayan Muskdeer)	
17. ध्वाँसे चितुवा (Clouded Leopard)	
18. नाउर/नयन (Great Tibetan Sheep)	
19. पाटे बाघ (Bengal Tiger)	
20. हिउँ चितुवा (Snow Leopard)	
21. चिरु (Tibetan Antelope)	
22. सौँस (Gangetic Dolphin)	
23. चरीबाघ (Leopard Cat)	
24. लिङ्साङ (Spotted Lingsang)	
25. गैँडा (One-horned Rhinoceros)	
26. चौका (Four Horned Antelope)	
27. हिमाली भालु (Brown Bear)	

6.5 नेपालमा पाइने परम्परागत उपयोगका जडीबुटीहरू

तलका चित्र चिन्नुहोस् र छलफल गर्नुहोस् :

चित्र 6.8 जडीबुटीहरू

(अ) माथि दिइएका बिरुवाको नाम के होला ?

(आ) यी बिरुवालाई केका लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ ?

(इ) यी बिरुवालाई सामान्य रूपमा के भनिन्छ ?

(ई) यी बिरुवाको व्यावसायिक खेती गर्न सकियो भने कस्ता किसिमका फाइदा हुन सक्छन् ?

माथि चित्रमा देखाइएका बिरुवा विभिन्न किसिमका अस्वस्थताका अवस्थामा घरेलु औषधीका रूपमा प्रयोग गरिन्छन् । विभिन्न औषधी बनाउँदा कच्चा पदार्थका रूपमा यी बिरुवाका विभिन्न भागको प्रयोग गरिन्छ । त्यसैले यस्ता बिरुवालाई सामान्य रूपमा जडीबुटी भनिन्छ । असुरो, घोडटाप्रे, गुर्जो, घिउकुमारी, तुलसी, निम आदि नेपालको विभिन्न क्षेत्रमा पाइने जडीबुटी हुन् । वनस्पति विभागका अनुसार नेपालमा पाइने करिब सात हजार फूल फुल्ने वनस्पतिमध्ये हालसम्म 700 भन्दा धेरै प्रजातिका जडीबुटीहरू पहिचान भई औषधीका रूपमा प्रयोग हुँदै आएका छन् । नेपालमा औषधीका रूपमा प्रयोग हुने जडीबुटीमध्ये कर्णाली क्षेत्रमा सबैभन्दा धेरै प्रजातिका जडीबुटीको पहिचान भएको छ । नेपालमा जडीबुटीहरूको सही उपयोग, तिनीको बजार विस्तार, हाम्रा परम्परागत ज्ञान र सिपको सही एवम् दिगो सदुपयोगका लागि थप अध्ययन अनुसन्धान गर्नु आवश्यक रहेको छ ।

क्रियाकलाप 6.5

आफ्नो घर वरपर पाइने तथा घरमा प्रयोग हुने जडीबुटीको सूची तयार गरी तिनीहरूको उपयोगिता निम्नअनुसारको तालिकामा भर्नुहोस् । साथै ती जडीबुटीहरूका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

क्र.स.	जडीबुटीको नाम	जडीबुटीका रूपमा प्रयोग गरिने बिरुवाको भाग	उपयोगिता
१.	अमला		....
२.			
३.			

नेपालमा पहिचान भएका जडीबुटीमध्ये केही जडीबुटीका बारेमा यस पाठमा छलफल गर्छौं :

तुलसी (Holy basil)

चित्र 6.9 तुलसी

यसको वैज्ञानिक नाम *Ocimum sanctum* हो । यो वनस्पति संसारका जुनसुकै भूभागमा पनि पाइन्छ । यो बहुउपयोगी जडीबुटी हो । यसले धेरै मात्रामा अक्सिजन उत्पादन गर्छ । यो वनस्पति धार्मिक रूपमा पनि महत्त्वपूर्ण मानिन्छ । त्यसैले परम्पराअनुसार जीवनको अन्तिम क्षणमा पुगेका मानिसलाई पनि तुलसीको नजिक राख्ने प्रचलन छ । यसबाट अक्सिजनको कमीलाई मेटाउँछ । तुलसी विभिन्न पकवानहरूमा मसलाका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । तुलसी चियाका रूपमा पनि प्रयोग गरिन्छ । तुलसीको पात, हाँगा, फूल, जरा र बिउ सबै उत्तिकै महत्त्वपूर्ण छन् । यी सबै भाग औषधीका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यसको सेवनले भोक जगाउन, खानामा रुचि जगाउने, पाचनक्रियालाई सक्रिय बनाउने गर्छ । तुलसीको बिरुवामा एन्टिमाइक्रोबियल गुण भएकाले यसलाई जनावर तथा मानिसलाई असर पुऱ्याउने जीवाणुहरूको नस्ट गर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ । यसलाई निर्मलीकरण, पानी शुद्धीकरण र मुख कुल्ला गर्ने कार्यका लागि पनि प्रयोग गरिन्छ । नेपालका गाउँघरमा घाँटी दुखेमा तुलसीको पात पानीमा उमालेर खाने गरिन्छ ।

निम (Neem)

चित्र 6.10 निम

यसको वैज्ञानिक नाम *Azadirachta indica* हो । यसको ठुलो रुख हुन्छ । यसका सबैभागहरू पात, जरा, काण्ड, फूल, फललगायत सबै विभिन्न किसिमका आयुर्वेदिक औषधी बनाउन प्रयोग गरिन्छ । यसको स्वाद अत्यन्तै तितो हुन्छ । यो विभिन्न स्वास्थ्य समस्या जस्तै छालासम्बन्धी रोगका

लागि निमको जुस अत्यन्त उपयोगी हुन्छ । निम रगत शुद्ध पार्ने अचुक औषधी हो । यसले शरीरमा रहेको खराब कोलेस्ट्रोल घटाउने तथा नष्ट गर्ने गर्छ । उच्च रक्तचाप कम गर्नलाई पनि निमको जुस सेवन गर्ने गरिन्छ तर यसको धेरै सेवन गर्दा रक्तचाप घटेर अन्य समस्या निम्त्याउन पनि सक्छ ।

गुर्जो (Heart-leaved moonseed)

यसको वैज्ञानिक नाम *Tinospora cordifolia* हो । यो नेपालको धेरैजसो वन तथा नर्सरीमा पाइन्छ । यो लहरे बिरुवा हो । यो जुनसुकै बिरुवामा पनि आड लिएर लहराका रूपमा फैलिएको हुन्छ । यसको काण्डबाट सजिलै प्रजनन गराउन सकिन्छ । यो नेपालको तराईदेखि हिमालसम्म पाइन्छ । यसको सेवनले शरीरको रोग प्रतिरोधात्मक क्षमता वृद्धि हून्छ । यसले गर्दा सङ्क्रमणबाट जोगिन मदत गर्छ । यो बहुउपयोगी जडीबुटी हो । यसमा एन्टिअक्सिडेन्ट गुण हुन्छ । यसको ठिक मात्रामा सेवन गरेमा शरीरमा अन्य नकारात्मक असर पर्दैन । तर गुर्जोको अत्यधिक सेवनले शरीरमा चिनीको मात्रा घटाउँछ ।

चित्र 6.11 गुर्जो

घोडटाप्रे (Asiatic pennywort)

यसको वैज्ञानिक नाम *Centella asiatica* हो । यो उष्ण तापक्रम भएका क्षेत्रमा पाइन्छ । यो झारपात वर्गमा पर्ने लहरे बिरुवा हो । यो हल्का बास्नादार बिरुवा हो । यो लामो समयसम्म बाँच्न सक्ने बिरुवा हो । यसको काण्ड लहराका रूपमा फैलिएका हुन्छन् । यो विशेषत: छाया परिराख्ने चिसो र दलदल ठाउँ, जस्तै : धान खेत, खोलाका किनारमा हरिया गलैंचा जस्तै फैलिएका हुन्छन् । यसको सम्पूर्ण भाग औषधीका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । यसमा एन्टिअक्सिडेन्ट तथा एन्टिमाइक्रोबियल

चित्र 6.12 घोडटाप्रे

गुणहरू हुन्छन् । यो सेवन गर्दा मानव शरीरका नसाहरूको संरक्षण गर्ने न्युरोप्रोटेक्टिभ कार्य सक्रिय हुन्छ । त्यसैले यसको नियमित सेवनले बौद्धिक क्षमता बढाउँछ जसले गर्दा स्मरण शक्ति बढाउन मदत गर्छ । यसमा एन्टिस्ट्रेस (anti-stress) फर्मुला हुन्छ । यसले डिप्रेसन जस्तो मनोवैज्ञानिक रोगबाट पनि मुक्ति दिलाउन सहयोग गर्छ । यो झार प्राचीन कालदेखि नै रुगाखोकीको औषधीका रूपमा प्रयोग गरिँदै आइएको छ । यसको ताजा फूल पिसेर लेदो बनाएर पोलेको घाउमा पनि लगाउने गरिन्छ । छालासम्बन्धी रोगहरूमा पनि यसको लेदो लगाउँदा निको हुने जनविश्वास रहेको छ । यसलाई विभिन्न औषधी बनाउँदा कच्चा पदार्थका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । त्यसै गरी विभिन्न कस्मेटिक समानहरू, जस्तै : स्किन केयर क्रिम तथा स्किन टोनिङ बनाउन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

बेसार (Termeric)

यसको वैज्ञानिक नाम *Curcuma loga* हो । यो झारपात वर्गमा पर्ने बिरुवा हो । यसको रूपान्तरित काण्ड माटोमुनि रहेको हुन्छ । यसमा कुरकुमिन नामक जैविक रसायन हुन्छ । यसका कारणले यो पहेँलो हुन्छ । यही रसायनका कारणले यसमा औषधीय गुणको विकास भएको हुन्छ । बेसारमा भिटामिन A, B, B_2, C, आदि प्रचुर मात्रामा पाइन्छ । यसमा क्याल्सियम, फस्फोरस, फलाम जस्ता खनिज पदार्थ पनि पाइन्छन् । यसमा एन्टिमाइक्रोबियल गुण भएका कारणले हाम्रो भोजनलाई आकर्षक बनाउनुका साथै खानामा रहेका कीटाणुहरू मार्नेलगायत शरीरमा रोग प्रतिरोधात्मक क्षमता पनि वृद्धि गर्न सहयोग गर्छ । नेपालमा यसको खेती प्राचीन कालदेखि नै गर्दै आइएको छ । कुष्ठरोग, लुतो र विष नष्ट गर्न यसको प्रयोग गरिन्छ । श्वासप्रश्वाससम्बन्धी रोग, मुटु रोग आदिको निवारणमा पनि बेसारको प्रयोग गरेको पाइन्छ । सौन्दर्य सामग्रीहरू बनाउन पनि प्रयोग गरिनुका साथै विभिन्न सामग्रीहरू रङ्गाउन पनि बेसार प्रयोग गर्ने गरिन्छ ।

चित्र 6.13 बेसार

असुरो (Malabar nut)

चित्र 6.14 असुरो

यसको वैज्ञानिक नाम *Adhatoda vasica* हो । यो मझौला खालको झाडीअन्तर्गत पर्ने बिरुवा हो । यो नेपालको चुरे पर्वतमाथि उच्च महाभारतसम्म पाइन्छ । यो औषधीय गुणले भरिपूर्ण बिरुवा हो । यसमा vasicine, vasicinone, hydroxy vasicine लगायतका रासायनिक तत्त्वहरू पाइन्छन् । यी रसायनको उपलब्धताले गर्दा यसलाई श्वासप्रश्वाससम्बन्धी रोगहरूको उपचारका लागि प्रयोग गरिन्छ । असुरोको पात पकाएर कुल्ला गर्दा दाँत तथा गिँजाको रोगको निवारण हुन्छ । यसमा रहेको एन्टिमाइक्रोबियल गुणले गर्दा यसले विभिन्न सङ्क्रमणबाट बचाउँछ । यसको फूल पिसाब पोल्ने समस्याको समाधानका लागि प्रयोग गरिन्छ । यसको रस स्त्रीरोगको उपचारमा पनि प्रयोग गरिन्छ । रुगाखोकी कम गर्नका लागि यसको चिया बनाएर पिउन सकिन्छ । असुरोको फूल र पातको रसको प्रयोगले फोक्सोमा जमेको खकार निकाल्ने र श्वासनलीलाई खोल्ने काम गर्छ । खेती गर्दा यसलाई काटेर मलका रूपमा पनि प्रयोग गरिन्छ ।

बोजो (Calamus)

चित्र 6.15 बोजो

यसको वैज्ञानिक नाम *Acorus calamus* हो । यो बिरुवा बास्नादार हुन्छ । यो पोखरी तथा दलदलयुक्त क्षेत्रमा पाइन्छ । यो कुनै स्याहारविना पनि सहजै उम्रने वनस्पति हो । यसका पातहरू तरबार आकारका हुन्छन् । यसको परिवर्तित जरालाई राइजोम भनिन्छ । यस राइजोमको परम्परागत रूपमा औषधीका रूपमा प्रयोग गर्दै आइएको छ । बोजो घाँटीको समस्याका लागि अत्यन्त उपयोगी जडीबुटी मानिन्छ । पाचन विकार र दुखाइको उपचारका लागि पनि यसको प्रयोग गर्न सकिन्छ । तर यसको धेरै प्रयोग गर्दा नाकबाट रगत आउने समस्या आउन सक्छ ।

यार्चागुम्बा (Caterpillar fungus)

यसको वैज्ञानिक नाम *Cordyceps sinensis* हो । यार्चागुम्बा समुद्र सतहबाट 3000 देखि 5000 मिटरसम्मको उचाइमा हिउँले ढाकिने घाँसे मैदानहरूमा पाइन्छ । यो भुसिलकिराको शरीरमा उम्रने झन्डै 5 देखि 8 से.मि. लामो सेतो खैरो रङको ढुसी हो । यार्चागुम्बा फन्जाइ समूहमा पर्छ । यसको पुनरुत्पादन बीजाणु (spore) बाट हुन्छ । जमिनमा रहेका पुराना यार्चागुम्बाबाट हावामा प्रशस्त बीजाणु फैलिएका हुन्छन् । यी बीजाणुहरू त्यहाँ भएको एक किसिमको पुतलीको भुसिलकिराको शरीरमा टाँसिन्छन् । अनि ती बीजाणुहरू भुसिलकिराको शरीरमा उम्रिन्छन् । यिनका रेसाहरू भुसिलकिराको शरीरभित्र खानाको खोजीमा प्रवेश गर्छन् । यस्ता अवस्थामा भुसिलकिरा आफ्नो आवश्यकताअनुसार हिँड्डुल गर्छन् । ढुसीको रेसाहरू भुसिलकिराको शरीरमा जति फैलिन्छ त्यति नै भुसिलकिरा शिथिल हुन्छ । अन्त्यमा भुसिलकिरा जमिनभित्र गएर मर्छ । त्यसपछि ढुसीले आफ्नो पोषण त्यस किराबाट प्राप्त गरी यार्चागुम्बाका रूपमा विकसित हुन्छ । त्यसैले माथिल्लो भाग ढुँसी र तल्लो भाग किरा गरी यार्चागुम्बाका दुई भाग हुन्छन् । यार्चागुम्बा हिउँदमा किराका रूपमा देखिन्छ जसमा ढुसीको विकास भइरहेको हुन्छ । वर्षात्मा हिउँ पग्लेपछि किरा मरी ढुसीको पूर्ण विकास भई ढुसीका रूपमा पाइन्छ । यसको सामान्य बिरुवाको जस्तो डाँठ, पात, फूल र फल हुँदैन । आयुर्वेदिक पद्धतिद्वारा गरिने उपचारका लागि औषधी बनाउनमा यसको प्रयोग हुन्छ । दुध तथा महसँग मिलाएर खाएमा यसले शक्ति दिन्छ । त्यसैले शक्ति दिने औषधीका रूपमा पनि यसलाई प्रयोग गरिन्छ । दुर्लभ प्रकृतिको भएकाले यसको विना अनुमति सङ्कलन, प्रयोग, बिक्री र निर्यात गर्न नपाइने भनी सरकारले प्रतिबन्धित गरेको छ ।

चित्र 6.16 यार्चागुम्बा

तितेपाती (mugwort)

यो झारपात वर्गमा पर्ने जडीबुटी हो । यसको वैज्ञानिक नाम *Artemisia vulgaris* हो । यो नेपालको मध्य पहाडमा धेरै मात्रामा पाइन्छ । यो जडीबुटी विभिन्न किसिमका सौन्दर्य सामग्री निर्माण गर्न, अत्तर बनाउन, जैविक विषादीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ । सामन्यतया यो झार जहाँतहीँ उम्रन्छ । कृषकहरूले यसलाई

चित्र 6.17 तितेपाती

घाँस र सोत्तरका रूपमा प्रयोग गर्छन् । अहिले यसबाट सुगन्धित तेल पनि निकाल्न थालिएको छ ।

घिउकुमारी (Aloevera)

यसको वैज्ञानिक नाम *Aloe vera* हो । सामान्यतया यो सुक्खा क्षेत्रहरूमा हुर्कन्छ । यसका पात बाक्ला र काँडेदार हुन्छन् । यसले पातमा खाना र पानी सञ्चय गरेर राख्छ । यसका पातमा सञ्चित भएर रहेको पानी जेल जस्तो हुन्छ । यसको यही जेल विभिन्न रोगको उपचारका लागि प्रयोग गरिन्छ । घिउकुमारीलाई आयुर्वेदमा सञ्जीवनी मानिन्छ । यसमा मानिसको शरीरलाई आवश्यक पर्ने भिटामिन A र C प्रचुर मात्रामा पाइन्छ । घिउकुमारीको जुस नियमित सेवन गर्नाले पेट, हाडजोर्नी तथा छालासम्बन्धी रोग निको हुन्छ । यसको जेल छालामा लगाउँदा घामबाट डढ्ने समस्या, छाला फुट्ने समस्याबाट मुक्ति पाउनुका साथै छालाको ओसिलोपना कायम गरी छालामा चमक ल्याउँछ । छालामा डन्डीफोर जस्ता घाउ खटिराहरू आउन दिँदैन । यसको जेल कपालमा लगाउँदा कपाललाई सुन्दर र चम्किलो बनाउनुका साथै जरासमेत बलियो बनाउँछ । पोलेको घाउमा लगाउँदा घाउ छिटो निको हुन्छ ।

चित्र 6.18 घिउकुमारी

परियोजना कार्य 6.3

आफ्नो घर तथा विद्यालय वरपर पाइने विभिन्न जडीबुटी सङ्कलन गरी एउटा पेजमा एउटा हुने गरी टाँस्नुहोस् । साथै तिनीहरूको उपलब्धता र उपयोगिता लेख्नुहोस् । यसरी विभिन्न जडीबुटीको जानकारी सङ्कलन गरी जडीबुटी पुस्तिका तयार गर्नुहोस् ।

परियोजना कार्य 6.4

उल्लिखित जडीबुटीबाहेक आफ्नो स्थानीय तहमा पाइने जडीबुटीका बारेमा सोधखोज गरी तिनीहरूको उपलब्धता, प्रयोग तथा संरक्षण समेटी छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र त्यसका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) हिजोआज कहिले अल्पवृष्टि त कहिले अतिवृष्टि भएर कृषि उत्पादनमा बाधा पुग्न गएको छ । यसको मुख्य कारण के होला ?

(अ) ज्वालामुखी विस्फोटन (आ) जलवायु परिवर्तन

(इ) दुर्लभ वन्यजन्तुको ह्रास (ई) वायुमण्डलीय चापमा परिवर्तन

(ख) समुद्री सतहको आयतनमा वृद्धि हुनुको मुख्य कारण के हो ?

(अ) अति वृष्टि (आ) अल्प वृष्टि

(इ) ग्लोबल वार्मिङ (ई) वन विनाश

(ग) तलका मध्ये कुन समूह लोपोन्मुख जनावरको समूह हो ?

(अ) बाह्रसिङ्गे, जङ्गली हात्ती, हुँडार (आ) जङ्गली हात्ती, हुँडार, स्याल

(इ) मृग, बाघ, चितुवा (ई) जङ्गली हात्ती, बाघ, भालु

(घ) तुलसी कुन समूहमा पर्ने बिरुवा हो ?

(अ) लोपोन्मुख बिरुवा (आ) जडीबुटी

(इ) काँडेदार बिरुवा (ई) लहरेदार समूह

(ङ) किरा र फन्जाइको मिलनबाट यार्चागुम्बा बन्छ । यस प्रक्रियामा फुसिलकिरा र फन्जाइको सम्बन्ध कस्तो हुन्छ ?

(अ) सिम्बायोटिक (आ) परजीवी

(इ) परभक्षी (ई) स्याप्रोट्रोफिक

(च) ठेउला आउँदा निमको चन्दन घोटेर लगाउने, निमका पातहरू विस्तारामा ओछ्याउने गरिन्छ । यसले ठेउला निको पार्न मदत गर्छ । निममा रहेको कुन गुणले निर्मूलनमा सहयोग गरेको हो ?

(अ) एन्टि इन्फ्लामेटरी गुणले (आ) एन्टिअक्सिडेन्ट गुणले

(इ) एन्टिमाइक्रोबियल गुणले (ई) एन्टिपाइरेटिक गुणले

(छ) बोजोको कुन भाग औषधीका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ?

(अ) राइजोम (आ) पात

(इ) काण्ड (ई) फूल

(ज) रमालाई खोकी लागेको लामो समय भयो । यसको उपचारका लागि उनले कुन जडीबुटी प्रयोग गर्नु उपयुक्त होला ?

(अ) निमको पाक (काडा) (आ) घिउकुमारीको जुस

(इ) तुलसीको पाक (काडा) (ई) यार्चागुम्बाको धुलो

(झ) दिइएको चित्रमा देखाइएको प्राकृतिक विपत्को मुख्य कारण के हो ?

(अ) जलवायु परिवर्तन (आ) वन विनाश

(इ) अति वृष्टि (ई) ज्वालामुखी विष्फोटन

2. भिन्नता लेख्नुहोस् :

(क) मौसम परिवर्तन र जलवायु परिवर्तन

(ख) लोपोन्मुख बिरुवा र जडीबुटी

(ग) हरितगृह प्रभाव र जलवायु परिवर्तन

3. कारण दिनुहोस् :

(क) बेमौसमी वर्षाको मुख्य कारक जलवायु परिवर्तन हो ।

(ख) जलवायु परिवर्तनका कारण समुद्रको आयतन बढ्छ ।

(ग) जनावरहरू लोप हुनुको कारण जलवायु परिवर्तन पनि हो ।

(घ) लोपोन्मुख जीवहरूको वासस्थानको संरक्षणले ती जनावरहरूको संरक्षण गर्न सकिन्छ ।

(ङ) जडीबुटीको प्रयोग मानिसको स्वास्थ्यका लागि लाभदायक हुन्छ ।

(च) तुलसीलाई जीवनप्रदायक बिरुवा पनि भनिन्छ ।

(छ) निम बहुउपयोगी जडीबुटी हो ।

(ज) यार्चागुम्बा शक्तिवर्धक जडीबुटीका रूपमा प्रयोग हुन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) जलवायु परिवर्तन भनेको के हो ?

(ख) जलवायु परिवर्तनका मुख्य कारण लेख्नुहोस् ।

(ग) जलवायु परिवर्तनका असर व्याख्या गर्नुहोस् ।

(घ) दुर्लभ जनावरहरू भन्नाले कस्ता जनावरहरू जनाउँछ ?

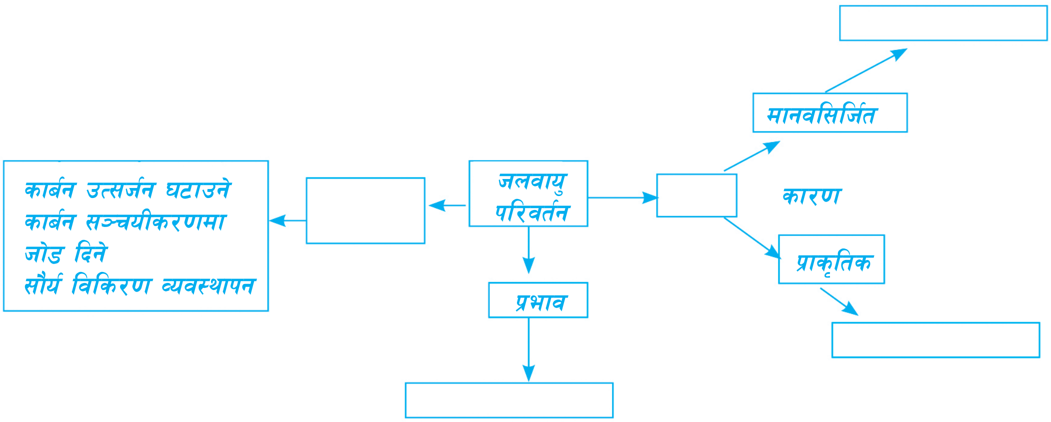
(ङ) दुर्लभ जनावरहरूको संरक्षण गर्न के के उपाय अवलम्बन गर्न सकिन्छ ?

(च) जलवायु परिवर्तनका कारणले नेपालमा पाइने धेरै बिरुवा लोप हुँदै गएका छन् । उक्त बिरुवाको संरक्षणमा तपाईंको भूमिका के हुन सक्छ, सङ्क्षिप्त व्याख्या गर्नुहोस् ।

(छ) नेपालमा पाइने जडीबुटीहरूको संरक्षण र प्रवर्धनका लागि स्थानीय जनतालाई जडीबुटी प्रशोधन तथा यसको प्रयोगसम्बन्धी तालिम अत्यावश्यक छ । यस भनाइलाई आफ्ना तर्कसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ज) यार्चागुम्बाको संरक्षण गरी यसको उत्पादनमा वृद्धि गर्दा देशको आर्थिक स्तरमा पनि सुधार हुन्छ । यस भनाइलाई स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(झ) दिइएको नक्सा (कन्सेप्ट म्याप) अध्ययन गरी बाँकी भाग पूरा गर्नुहोस् :



(ञ) दिइएको चित्र अवलोकन गरी भाग क र ख बिच रहेको भिन्नता विश्लेषण गर्नुहोस् ।

(ट) दिइएको चित्रको गहन अवलोकन गरी यसले जलवायु परिवर्तनमा खेल्ने भूमिका व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ठ) एकसिङ्गे गैँडा लोप हुने अवस्थामा पुगेको छ । यसको संरक्षणका लागि के के गर्न सकिन्छ, सङ्क्षिप्तमा लेख्नुहोस् ।

(ड) हाम्रो स्थानीय स्तरमा विभिन्न किसिमका जडीबुटी पाइन्छन् । तर हामी सामान्य रोगको उपचारका लागि पनि परनिर्भर हुन्छौँ । यसको प्रमुख कारण पहिचान गरी स्थानीय जडीबुटीको अधिकतम प्रयोग गर्नका लागि गर्नुपर्ने कार्यबारे लेख्नुहोस् ।

7

चाल र बल
(Motion and Force)

चित्र 7.1 पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पर्सिभरेन्स रोभर पठाउन प्रयोग गरिएको रकेट	*चित्र 7.2 पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पठाइएको पर्सिभरेन्स रोभर (perseverance rover) को प्यारासुट ल्यान्डिङ*	*चित्र 7.3 पृथ्वीको वरिपरि करिब 400 km माथिको कक्षमा अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्र (ISS)*

हामीले हातबाट छोडेको ढुङ्गा, रुखबाट खस्ने फल आदि पृथ्वीतिर खस्छन् । अर्थात् पृथ्वीले विभिन्न वस्तुलाई आफ्नो केन्द्रतर्फ बल लगाएर तानेको हुन्छ । चन्द्रमा र पृथ्वीले पनि एक अर्कालाई आकर्षण गरिरहेका हुन्छन् । चित्र 7.2 मा पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पठाइएको पर्सिभरेन्स रोभर (perseverance rover) को सुरक्षित अवतरणका लागि गरिएको प्यारासुट ल्यान्डिङ देखाइएको छ । अर्थात् मङ्गल ग्रहले पनि वस्तुलाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गर्छ ।

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation) र न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियम (Newton's universal law of gravitation)

बेलायतका गणितज्ञ/भौतिकशास्त्री सर आइजेक न्युटन (Sir Isaac Newton) ले रुखबाट भुइँमा फल खसेको देख्दा उक्त फल तेर्सो नभई केवल ठाडो तलतिर झर्नुको कारणबारे सोच्न थाले । धेरै अध्ययन र सोचपछि स्याउ र पृथ्वीबिचको आकर्षणले फल पृथ्वीको केन्द्रतिर खसेको निष्कर्षमा पुगे । त्यस्तै आकाशमा ग्रह, चन्द्रमा, सूर्य, तारा आदि कसरी अडिएका होलान् भनी उनले विचार गरे । लामो अध्ययनपछि न्युटन सबै पिण्डहरूबिच आकर्षण हुन्छ भन्ने निष्कर्षमा पुगे र उक्त

चित्र 7.4

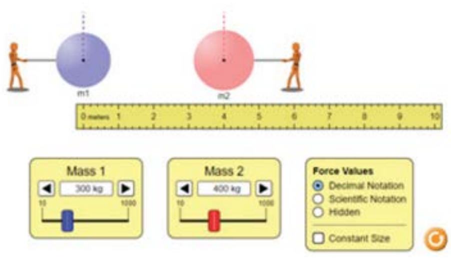
आकर्षणलाई उनले गुरुत्वाकर्षण (gravitation) नामकरण गरे । सन् 1687 मा उनले गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियम (universal law of gravitation) प्रतिपादन गरे ।

क्रियाकलाप 7.1

दुई पिण्ड र ती पिण्डबिचको दुरीको परिवर्तनले गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने अन्तरको हिसाब

चित्र 7.5 मा इन्टरनेट प्रयोग गरी सिमुलेसन, जस्तै : PhET Interactive Simulations, द्वारा दुई पिण्डबिचको गुरुत्वाकर्षण बलको हिसाब देखाइएको छ । कम्प्युटरमा उक्त क्रियाकलाप खोल्नका लागि इन्टनेट ब्राउजर खोलेर फेट सिमुलेसनको लिङ्क (https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/ latest/gravity-force-lab_en.html) टाइप गर्नुपर्छ । उक्त सिमुलेसनमा दुई गोलाको पिण्ड र तिनको दुरीलाई स्लाइडरमार्फत सार्न सकिन्छ । पिण्ड परिवर्तन गर्दा र दुरी परिवर्तन गर्दाका दुईओटा अवस्थालाई तलका तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ । ती अवस्थाको अध्ययन गरी छलफलबाट नतिजा तथा निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

force on m_2 by m_1 = 0.000000500556 N *force on m_1 by m_2 = 0.000000500556 N*	*force on m_2 by m_1 = 0.000001001112 N* *force on m_2 by m_1 = 0.000002002224 N*



चित्र 7.5 पिण्डमा गरिएको परिवर्तनअनुसार दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने अन्तर

(अ) दुरी स्थिर राखी पहिलो पटक एउटा गोलाको पिण्ड दोब्बर गर्दा र दोस्रो पटक दुबै गोलाको पिण्ड दोब्बर गर्दा

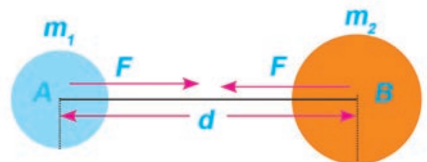
पिण्ड परिवर्तनपूर्व दुई पिण्डबिचको बल (F_1)	**पिण्ड परिवर्तनपश्चात्**		**दुई पिण्डबिचको बल** (F_2)	**नतिजा**
	पहिलो पिण्ड (m_2)	**दोस्रो पिण्ड** (m_2)		
0.000000500556 N	600 kg	400 kg	0.000001001112 N	$F_2 = 2 F_1$
0.000000500556 N	600 kg	800 kg	0.000002002224 N	....

(आ) पिण्ड स्थिर राखी दुई गोलाबिचको दुरी दुई गुणाले बढाउँदा,

पहिलो पिण्ड (m_1)	**दोस्रो पिण्ड** (m_2)	**सुरुको दुरी** (d_1)	**बल** (F_1)	**परिवर्तित दुरी** (d_2)	**बल** (F_2)	**नतिजा**
300 kg	400 kg	4 m	0.000000500556 N	8 m	0.000000125139 N	

यस क्रियाकलापबाट एउटा गोलाको पिण्ड दुई गुणा गर्दा र दुबै गोलाको पिण्ड दुई दुई गुणा वृद्धि गर्दा गुरुत्वाकर्षण बल क्रमशः दुई गुणा र चार गुणा बढेको पाइन्छ । यहाँ दुई पिण्डको गुणनफल चार गुणा बढ्दा गुरुत्वाकर्षण पनि चार गुणा बढेको छ । अर्थात् दुरी स्थिर राख्दा गुरुत्वाकर्षण बल दुई वस्तुको पिण्डको गुणनफलसित समानुपातिक (directly proportional) हुन्छ । त्यस्तै दुई गोलाबिचको दुरी दुई गुणा वृद्धि गर्दा गुरुत्वाकर्षण बल चार गुणाले घटेको पाइन्छ । अर्थात् पिण्ड स्थिर राख्दा गुरुत्वाकर्षण बल दुई वस्तुबिचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक (inversely proportional) देखिन्छ ।

क्रियाकलाप 7.1 को निष्कर्षलाई न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियममा समेटिएको छ । यस नियमअनुसार ब्रह्माण्डमा रहेका कुनै पनि दुई वस्तुबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल ती दुई वस्तुका पिण्डहरूको गुणनफलसँग समानुपातिक हुन्छ र ती दुई वस्तुबिचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ ।



चित्र 7.6 दुईओटा पिण्ड

मानौँ चित्र 7.6 मा देखाइए जस्तै दुईओटा वस्तुमध्ये वस्तु A को पिण्ड m_1 र वस्तु B को पिण्ड m_2 छ । ती दुई वस्तुका केन्द्रबिचको दुरी d र ती दुई वस्तुबिचमा उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल F छ । न्युटनको गुरुत्वाकर्षण नियमअनुसार ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल (F), ती वस्तुको पिण्ड क्रमशः m_1 र m_2 को गुणनफलसँग समानुपातिक हुन्छ ।

अर्थात्, $F \propto m_1 m_2$............ (i) र

ती वस्तुबिचको दुरी (d) को वर्ग (d^2) सँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ ।

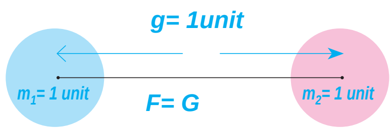
अर्थात्, $F \propto \frac{1}{d^2}$ .... (ii)

समीकरण (i) र (ii) लाई मिलाउँदा,

$$F \propto \frac{m_1m_2}{d^2}$$

$$F = G\frac{m_1m_2}{d^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (iii)$$

समीकरण (iii) बाट कुनै दुई पिण्डबिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न सकिन्छ । यसमा रहेको G, सम्बन्ध समीकरणमा रूपान्तरण गर्न प्रयोग भएको अचर राशि (proportionality constant) हो । यो विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षण अचर (universal gravitational constant) का नामले चिनिन्छ ।



चित्र 7.7 G को परिभाषा

गुरुत्वाकर्षण अचर (G), एक एकाइ दुरीमा राखिएका दुईओटा एकाइ पिण्डबिच हुने गुरुत्वाकर्षण बलको मान हो ।

चित्र 7.7 मा देखाए झैँ $m_1=m_2=1$ kg र $d=1$ m हुँदा हुन्छ ।

$$F = G\frac{m_1m_2}{d^2} = \frac{Gx1x1}{1^2} = G \text{ हुन्छ ।}$$

गुरुत्वाकर्षण अचरको मान सर्वप्रथम हेनरी क्याभेन्डिस (Henry Cavendish) द्वारा सन् 1798 मा क्याभेन्डिस ब्यालेन्स (Cavendish balance) प्रयोग गरेर मापन गरिएको थियो । उक्त प्रयोगबाट G को मान 6.67×10^{-11} निर्धारण भयो । यसको मान जुनसुकै पदार्थबाट बनेका दुईओटा पिण्ड तथा ती दुई पिण्डबिच जुनसुकै माध्यम भए तापनि एउटै हुने भएकाले यसलाई विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षण अचर (universal gravitational constant) भनिन्छ । यसको एकाइ N m^2 /kg^2 हुन्छ ।

उदाहरण 7.1

पृथ्वीको पिण्ड 5.97×10^{24} kg र यसको अर्धव्यास 6371 km छ । पृथ्वी र यसको सतहमा रहेको 1 kg पिण्ड भएको फलामको गोलाबिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् ।

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

पृथ्वीको पिण्ड $(m_1) = 5.97 \times 10^{24}$ kg

पृथ्वीको सतहमा रहेको गोलाको पिण्ड $(m_2) = 1$ kg

पृथ्वीको अर्धव्यास (R) = 6371 km = 6371 × 1000 m = 6.37×10^6 m

गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न प्रयोग हुने सूत्रअनुसार,

पृथ्वी र गोलाबिचको गुरुत्वाकर्षण बल, $F = \dfrac{Gm_1m_2}{d^2}$

दिइएका मान प्रतिस्थापन गर्दा,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24} \times 1}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$\text{Or} \quad F = \frac{6.67 \times 5.97 \times 10^{-11+24} \times 1}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$\text{Or} \quad F = \frac{39.82 \times 10^{13} \times 1}{40.58 \times 10^2} = 0.986 \times 10^{13-12}$$

$$\text{Or} \quad F = 0.981 \times 10 = 9.81\,N$$

$$\therefore F = 9.81\,N$$

पृथ्वी र यसको सतहमा रहेको 1 kg पिण्ड भएको फलामको गोला बिचको गुरुत्वाकर्षण बल हुन्छ ।

उदाहरण 7.2

पृथ्वी र चन्द्रमाको पिण्ड क्रमशः 5.97×10^{24} kg र 7.34×10^{22} kg छ । पृथ्वीबाट चन्द्रमाको दुरी 3.84×10^5 km हुन्छ । पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् ।

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

पृथ्वीको पिण्ड (m_1) = 5.97×10^{24} kg

चन्द्रमाको पिण्ड $(m_2) = 7.34 \times 10^{22}$ kg

पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको दुरी (d) = 3.84×10^5 km = 3.84×10^8 m

गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न प्रयोग हुने सूत्रअनुसार,

पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको गुरुत्वाकर्षण बल, $F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$

दिइएका मान प्रतिस्थापन गर्दा,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24} \times 7.34 \times 10^{22}}{(3.84 \times 10^8)^2}$$

$$\text{Or} \quad F = \frac{6.67 \times 5.97 \times 7.34 \times 10^{-11+24+22}}{14.75 \times 10^{16}}$$

$$\text{Or} \quad F = \frac{292.28 \times 10^{35} \times 10^{-16}}{14.745} = 19.82 \times 10^{35-16}$$

$$\therefore F = 19.82 \times 10^{19}\ N$$

पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको गुरुत्वाकर्षण बल $1.982 \times 10^{20}\ N$ हुन्छ ।

छलफलका लागि प्रश्न

उदाहरण 7.1 मा हिसाब गरिएअनुसार पृथ्वी र 1 kg पिण्ड भएको गोलाबिचको गुरुत्वाकर्षण बल 9.8N हुन्छ । जुन दुबैमा समान रूपले लाग्छ तर गोलालाई केही उचाइबाट खसाल्दा पृथ्वी माथितिर सरेको नदेखिएर केवल गोला पृथ्वीतिर खसेको देखिन्छ, किन ? न्युटनको चालसम्बन्धी दोस्रो नियम प्रयोग गरी उक्त बलले 1 kg पिण्ड भएको गोलामा उत्पन्न गर्ने प्रवेग र 6×10^{24} kg पिण्ड भएको पृथ्वीमा उत्पन्न गर्ने प्रवेगको हिसाब गरी तुलना गर्नुहोस् ।

पिण्ड तथा दुरी परिवर्तन हुँदा गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने भिन्नता (Variation in gravitational force with mass and distance)

क्रियाकलाप 7.1 मा अवलोकन गरेको पिण्ड र दुरीअनुसार गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने भिन्नतालाई गणितीय रूपमा गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न प्रयोग हुने सूत्रद्वारा प्रस्तुत गर्न सकिन्छ । मानौँ दुईओटा वस्तुहरू A र B को पिण्ड क्रमशः m_1 र m_2 छ । ती दुई वस्तुबिचको दुरी d र सुरुको अवस्थामा हुने गुरुत्वाकर्षण बल F_1 छ ।

$$F_1 = \frac{m_1m_2}{d^2} \quad \text{..............................} \quad \text{(i)}$$

जब एउटा वस्तुको पिण्ड दुई गुणा हुन्छ	जब दुबै वस्तुको पिण्ड दुई गुणा हुन्छ
समीकरण (i) मा $m_2 = 2\,m_2$ राख्दा, $F_2 = \frac{Gm_1 2m_2}{d^2} = 2\,\frac{Gm_1 m_2}{d^2}$ $F_2 = 2F_1$	समीकरण (i) मा $m_1 = 2m_1,\ m_2 = 2m_2$ राख्दा, $F_2 = \frac{G2m_1 2m_2}{d^2} = 4\,\frac{Gm_1 m_2}{d^2}$ $F_2 = 4F_1$

दुई वस्तुबिचको दुरीलाई स्थिर (Constant) राखेर कुनै एउटा वस्तुको पिण्डलाई 2 गुणाले बढाउँदा गुरुत्वाकर्षण बल पनि 2 गुणाले बढ्छ । त्यस्तै दुबै वस्तुको पिण्डलाई 2 गुणाले बढाउँदा गुरुत्वाकर्षण बल 4 गुणाले बढ्छ ।

जब दुई वस्तुबिचको दुरी आधा हुन्छ	जब दुई वस्तुबिचको दुरी दुई गुणा हुन्छ
समीकरण (i) मा $d = \frac{d}{2}$ राख्दा, $F' = \frac{Gm_1 2m_2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 4\,\frac{Gm_1 m_2}{d^2}$ $F' = 4F$	समीकरण (i) मा $d = 2\,d$ राख्दा, $F' = \frac{Gm_1 m_2}{(2d)^2} = \frac{1}{4}\,\frac{Gm_1 m_2}{d^2}$ $F' = \frac{1}{4}F$

पिण्ड स्थिर राखी वस्तुबिचको दुरी आधा गर्दा ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल 4 गुणाले बढ्छ । त्यस्तै वस्तुहरूबिचको दुरी दुई गुणाले बढाउँदा ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल 4 गुणाले घट्छ ।

गुरुत्वाकर्षण बलको परिणाम (Consequences of gravitational force)

केही गुरुत्वाकर्षण बलको परिणामबारे तल प्रस्तुत गरिएको छ :

(अ) गुरुत्वाकर्षण बलले गर्दा सौयमण्डललगायत ब्रह्माण्डको अस्तित्व सम्भव भएको छ । सूर्य र ग्रहहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बलले ग्रहहरू सूर्यको वरिपरि परिभ्रमण गर्छन् ।

(आ) पृथ्वीबाट चन्द्रमा सूर्यभन्दा नजिक भएकाले सूर्यको तुलनामा निकै थोरै पिण्ड भए तापनि महत्त्वपूर्ण हुन्छ । चन्द्रमाको गुरुत्वाकर्षणको प्रभाव समुद्रको पानीमा जमिनमा भन्दा बढी देखिन्छ यसको कारण ज्वारभाटा (tides) सिर्जना हुन्छ ।

(ङ) पृथ्वी र यसको सतहमा भएका वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बलले वस्तुहरू सतहमा अडिएर रहेका हुन् । यदि कुनै वस्तु माथि फालिएमा उक्त वस्तु पुनः सतहमै फर्किन्छ ।

गुरुत्वबल (Gravity)

पृथ्वी तथा अन्य ग्रह तथा उपग्रहले आफ्ना नजिकका वस्तुलाई गुरुत्वाकर्षणका कारण आफ्ना केन्द्रतिर तानिरहेका हुन्छन् । उक्त ग्रह वा उपग्रहले लगाउने बललाई प्रायः गुरुत्वबल भन्ने गरिन्छ । यसलाई वस्तुको तौल पनि भनिन्छ । न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्वन्धी विश्वव्यापी नियमअनुसार ग्रहबाट उचाइ अर्थात् दुरी बढ्दै जाँदा गुरुत्वबल घट्छ र निश्चित दुरीमा नगन्य हुन्छ । त्यसकारण पृथ्वीलगायत अन्य ग्रह/उपग्रहहरूको निश्चित गुरुत्व क्षेत्र हुन्छ ।

हामीले दैनिक जीवनमा पृथ्वीको गुरुत्वबलका थुप्रै असर अवलोकन गर्छौं । तीमध्ये केही असरहरू तल प्रस्तुत गरिएका छन् :

(क) गुरुत्वबलले गर्दा सबै वस्तुको तौल हुन्छ ।

(ख) गुरुत्वबलका कारण पृथ्वीलाई वायुमण्डलले घेरेर राखेको छ ।

(ग) पृथ्वीको गुरुत्वबलले गर्दा उचाइबाट खसालेका वस्तु पृथ्वीको केन्द्रतिर खस्छन् ।

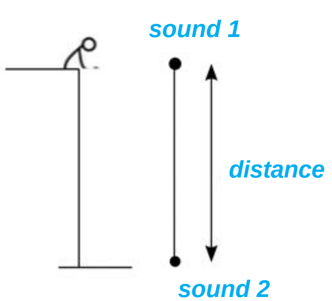
(घ) गुरुत्वबलको असरले खोला तथा नदीनालामा पानी तलतिर बग्छ ।

(ङ) गुरुत्वबलले गर्दा खसिरहेका वस्तुमा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ ।

गुरुत्व प्रवेग (Acceleration due to gravity)

क्रियाकलाप 7.2 गुरुत्व प्रवेगको हिसाब

एउटा सानो ढुङ्गा र स्टप वाच (stop watch) लिनुहोस् । उक्त ढुङ्गालाई निश्चित उचाइ (जस्तै : भवनका पहिलो तला, दोस्रो तला) बाट खसाल्नुहोस् । यसरी ढुङ्गा खसाल्दा तलतिर नधकेली बिस्तारै छोड्नुहोस् र सँगै स्टपवाच सुरु गर्नुहोस् । ढुङ्गा भुइँमा बजारिएको आवाज आउनासाथ स्टपवाच बन्द गरी लागेको समय गणना गर्न लगाउनुहोस् ।



चित्र 7.8 गुरुत्व प्रवेग मापन

प्राप्त तथ्याङ्क र गतिसम्बन्धी समीकरण ($h=ut+\frac{1}{2}at^2, v^2=u^2+2ah$) बाट प्रवेग तथा ढुङ्गा भुइँमा ठोक्किँदाको गति (अन्तिम गति, v) हिसाब गर्नुहोस् । यसरी हिसाब गर्दा ढुङ्गाको सुरुको गति (u) शून्य हुन्छ ।

के ढुङ्गाको प्रवेग लगभग समान र समय बढ्दै जाँदा अन्तिम गति बढेको नतिजा प्राप्त हुन्छ ? तथ्याङ्क सङ्कलन र आवश्यक हिसाबका लागि तलको जस्तै तालिका निर्माण गर्न सकिन्छ ।

तथ्याङ्क सङ्कलन	***h***	***t***	$a=\frac{2h}{t^2}$	**प्रवेगको औसत मान**	$v=\sqrt{(2ah)}$	**नतिजा**
पहिलो पटक	....	......	$a_1=...$	$=\frac{a_1+a_2+a_3}{3}$	$v_1=\sqrt{(2ah_1)}$	....
दोस्रो पटक	....	......	$a_2=....$		$v_2=\sqrt{(2ah_2)}$	
....	....	......	....	....	$v_3=\sqrt{(2ah_3)}$	

क्रियाकलाप 7.2 मा हातबाट छोडिएको वस्तु पृथ्वीको गुरुत्वबलले चालमा आउँछ र उक्त गुरुत्वबल चाल अवधिभरि निरन्तर रूपमा लाग्छ । चालमा रहेको वस्तु जस्तै ढुङ्गामा सोही दिशातर्फ बल लगाउँदा त्यसको गति लगातार बढ्छ । अर्थात् वस्तु जति तलतिर खस्दै जान्छ, त्यसको खस्ने गति त्यति नै बढ्दै जान्छ । वस्तुको गति बढ्दै जानु भनेको त्यसमा प्रवेग उत्पन्न हुनु हो । तसर्थ पृथ्वीको सतहतिर विना कुनै अवरोध स्वतन्त्र रूपले खसिरहेका वस्तुमा गुरुत्व बलले गर्दा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ । क्रियाकलापमा 7.2 मा खसिरहेको ढुङ्गामा हावाको अवरोध नगन्य अर्थात् लगभग शून्य हुँदा त्यसमा उत्पन्न हुने प्रवेग 9.8 m/s^2 हुन्छ । उक्त प्रवेग पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेग हो । स्वतन्त्र रूपले खसिरहेको वस्तुमा गुरुत्व बलद्वारा उत्पन्न हुने प्रवेगलाई गुरुत्व प्रवेग भनिन्छ । गुरुत्व प्रवेगलाई 'g' ले जनाइन्छ । यसको SI एकाइ मिटर प्रतिवर्ग सेकेन्ड (m/s^2) हुन्छ ।

विचारणीय प्रश्न

के गुरुत्व प्रवेग खसिरहेको वस्तुको पिण्डअनुसार फरक फरक हुन्छ ?

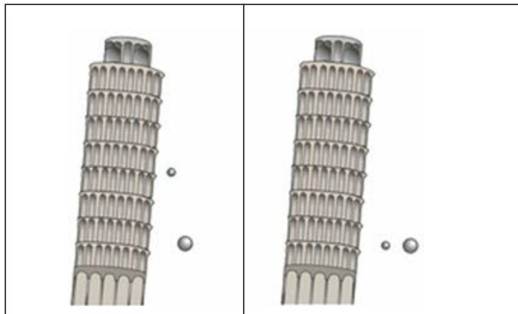
क्रियाकलाप 7.3

एउटा साना ढुङ्गा र कागजको पाना लिनुहोस् । कागजको पानालाई दुई बराबर भागमा च्यात्नुहोस् । तीमध्ये एउटालाई कसिलो रूपले डल्लो पार्नुहोस् । च्यातेको कागजको पाना,

कागजको डल्लो र ढुङ्गालाई एक साथ खसालेर कुन पहिले जमिनमा पुग्छ, अवलोकन गर्नुहोस् । के कागजको पाना, कागजको डल्लो र ढुङ्गा फरक फरक गतिले खस्छन् ? यही क्रियाकलाप यदि चन्द्रमामा गरिएको भए नतिजा कस्तो हुन्थ्यो होला ?

यस क्रियाकलापमा पिण्ड समान भएका कागजको पाना र कागजको डल्लो फरक फरक गतिले खस्छन् तर पिण्ड फरक भएका कागजको डल्लो र ढुङ्गा भने सँगै खस्छन् । अर्थात् पृथ्वीको सतहतिर खसिरहेको वस्तुको गतिमा हुने परिवर्तन दर उक्त वस्तुको पिण्डसँग सम्बन्धित हुँदैन । कागजको पाना हावामा खस्दा त्यसमा हावाको अवरोधले माथितिर बल लाग्छ र गति घट्छ तर कागजको डल्लो तथा ढुङ्गामा भने हावाको अवरोध नगन्य हुन्छ र तिनीहरू केवल गुरुत्वबलको असरले सँगसँगै पृथ्वीको केन्द्रतिर खस्छन् ।

चन्द्रमाका सतहमा वायुमण्डल नभएकाले त्यहाँ सबै वस्तुहरूविना अवरोध स्वतन्त्र रूपले खस्छन् । यस्तो अवस्थामा सबै वस्तु समान प्रवेग (गुरुत्व प्रवेग) मा खस्छन् । क्रियाकलाप 7.3 मा उल्लेख भएका कागजको पाना तथा डल्लो/ढुङ्गालाई यदि चन्द्रमाको सतहमा सँगै खसालिएमा सबै सँगै खस्छन् ।



ग्यालिलियोको प्रयोग पूर्वको धारणा | ग्यालिलियोको प्रयोगपश्चात् पुष्टि भएको

चित्र 7.8 फरक पिण्ड भएका बलको खसाइ

इसापूर्व 384 मा ग्रिसमा जन्मेका एरिस्टोटलले दिइएको चालसम्बन्धी नियमअनुसार गह्रौं वस्तु हलुको भन्दा पहिले खस्छ भन्ने धारणालाई सत्रौं शताब्दीमा ग्यालिलियोको प्रयोगद्वारा सच्याइएको हो । सन् 1590 तिर ग्यालिलियोले आफ्नो प्रयोगमा इटालीको लिनिङ टावर अफ पिसा (Leaning tower of Pisa) बाट दुईओटा बलहरू सँगै खसाले र दुबै बलहरू सँगै भुँइमा पुगेको पाए । उनले स्वतन्त्र रूपले खस्दा सबै पिण्ड समान गुरुत्व प्रवेगले खस्ने निस्कर्ष निकाले । यो निस्कर्षपछि प्वाँख र सिक्का प्रयोगबाट प्रमाणित भयो ।

प्वाँख र सिक्काको प्रयोग (Feather and coin experiment)

चित्र 7.9 प्वाँख र सिक्का प्रयोग

चित्र 7.9 मा एउटा काँचको सिलिन्डरलाई हावा झिक्ने पम्प (Vacuum pump) सँग जोडिएको छ । उक्त सिलिन्डरभित्र हावा रहेको अवस्थामा एउटा प्वाँख र सिक्का राखेर उल्ट्याउँदा सिक्का छिटो र प्वाँख ढिलो खस्छ । यदि भ्याकुम पम्पको मदतबाट हावा झिकेर फेरि सिलिन्डरलाई उल्ट्याउँदा सिक्का र प्वाँख सँगसँगै खसेको देखिन्छ । पहिलो पटकमा

सिक्का र प्वाँखसँगै नखस्ने कारण सिलिन्डरभित्रको हावाको अवरोध हो । सिक्काको भन्दा प्वाँखको सतहको क्षेत्रफल बढी हुने भएकाले प्वाँखमा हावाको अवरोध बढी हुन्छ र प्रवेग कम हुन्छ । यसले गर्दा सिक्काभन्दा प्वाँख ढिलो खस्छ । दोस्रो पटक सिलिन्डरभित्र हावा नहुँदा कुनै अवरोध नहुने भएकाले प्वाँख र सिक्का दुबै सँगै खस्छन् । हावाको अवरोध नहुँदा सबै वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ । अर्थात् 'g' को मान खसिरहेको वस्तुको पिण्डमा निर्भर हुँदैन ।

गुरुत्व प्रवेगको हिसाब (Calculation of acceleration due to gravity)

मानौँ, कुनै 'm' पिण्ड भएको वस्तु, पिण्ड 'M' र अर्धव्यास 'R' भएको ग्रहको सतहमा रहेको छ । उक्त ग्रहको गुरुत्वबलले वस्तुमा लाग्ने बल 'F' छ भने गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्ने सूत्रअनुसार,

$$F = \frac{GMm}{R^2} \quad \text{.......................................} \text{(i)}$$

यस गुरुत्वबलले 'm' पिण्ड भएको वस्तुमा 'g' गुरुत्व प्रवेग उत्पन्न गराउँछ भने न्युटनको चालसम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार,

$$F = mg \quad \text{.......................................} \text{(ii)}$$

समीकरण (i) र (ii) बाट,

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad \text{.......................................} \text{(iii)}$$

समीकरण (iii) अनुसार गुरुत्व प्रवेग ग्रहको पिण्ड 'M' र अर्धव्यास 'R' मा निर्भर हुन्छ । उक्त समीकरणमा खसिरहेको वस्तुको पिण्ड समावेश नभएकाले ग्यालिलियोको क्रियाकलाप तथा प्वाँख र सिक्काको क्रियाकलापको निष्कर्ष जस्तै यसबाट पनि स्वतन्त्र रूपले खस्दा सबै पिण्डमा समान प्रवेग उत्पन्न हुने तथ्य पुष्टि हुन्छ ।

पृथ्वी जस्ता पूर्ण रूपले गोला नभएका ग्रह वा उपग्रहरूमा अर्धव्यास 'R' को मान स्थानअनुसार परिवर्तन हुन्छ । समीकरण (iii) मा G र M दुबै स्थिर भएको अवस्थामा गुरुत्व प्रवेग ग्रह वा उपग्रहका अर्धव्यासका वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) हुन्छ, अर्थात्,

$$g \propto \frac{1}{R^2}$$

गुरुत्व प्रवेग ग्रह वा उपग्रहको पिण्ड र अर्धव्यास दुबैमा निर्भर हुन्छ । उदाहरणका लागि बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको पिण्डभन्दा करिब 319 गुणाले बढी छ तर यसको गुरुत्व प्रवेगको मान भने केवल 2.6 गुणाले बढी हुन्छ । यसो हुनुमा बृहस्पतिको अर्धव्यासको भूमिका हुन्छ । बृहस्पतिको अर्धव्यास पृथ्वीको अर्धव्यासको 11 गुणा हुन्छ । गुरुत्व प्रवेग अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती हुने भएकाले बृहस्पतिको पिण्ड निकै ठुलो हुँदा पनि यसको गुरुत्व प्रवेगमा पर्ने असर $\frac{319}{121} = 2.6$ गुणाले मात्र हुन्छ ।

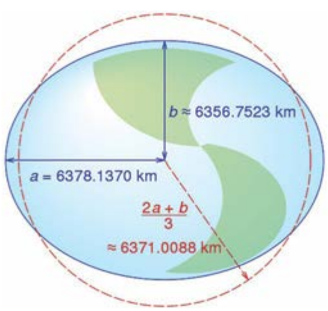
समीकरण (iii) मा पृथ्वीको पिण्डको मान 5.972×10^{24} र अर्धव्यासको मान 6371 *km* राख्दा,

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}}{(6.371 \times 10^6)^2} = \frac{39.8332 \times 10^{13}}{40.5896 \times 10^{12}} = 9.81 m/s^2$$

पृथ्वीका विभिन्न ठाउँका लागि R को मान परिवर्तन हुने भएकाले गुरुत्व प्रवेगको मानमा भिन्नता पाइन्छ ।

पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेगमा भिन्नता (Variation in acceleration due to gravity of the earth)

पृथ्वी पूर्ण गोलाकार छैन । यो ध्रुवतिर केही थेप्चिएको र भूमध्य रेखीय भागतिर फुकेको छ । चित्र 7.10 मा देखाइए जस्तै पृथ्वीको अर्धव्यास ध्रुवतिर कम र भूमध्य रेखीय भागतिर बढी हुन्छ । गुरुत्व प्रवेगको मान पृथ्वीको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती हुने भएकाले बढी अर्धव्यास रहेको भूमध्य रेखातिर गुरुत्व प्रवेग कम हुन्छ भने कम अर्धव्यास हुने ध्रुवतिर गुरुत्व प्रवेग बढी हुन्छ । वास्तवमा भूमध्य रेखीय क्षेत्रमा 'g' को मान 9.78 m/s^2 हुन्छ भने ध्रुवीय खण्डमा 'g' को मान 9.83 m/s^2 हुन्छ । ध्रुवीय भागमा 'g' को मान बढी हुने भएकाले भूमध्य रेखीय भागको तुलनामा ध्रुवीय भागमा वस्तु चाँडो चाँडो खस्छ ।



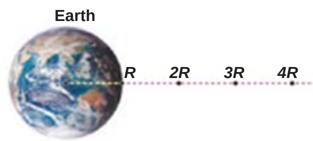
चित्र 7.10 पृथ्वीको अर्धव्यास

पृथ्वीमा 'g' को औसत मान 9.81 m/s^2 मानिन्छ । यसको अर्थ स्वतन्त्र रूपले जमिनमा खस्दै गरेको वस्तुको गति 9.81 मिटर प्रतिसेकेन्डको स्थिर दरले प्रत्येक सेकेन्डमा बढ्छ भन्ने हो । यसको ठिक विपरीत ठाडो रूपमा माथि फ्याँकिएका वस्तुको वेग 9.81 m/s

का दरले प्रत्येक सेकेन्डमा घट्छ । उक्त वस्तुको गति शून्य भइसकेपछि पुनः पृथ्वीमा नै फर्कन्छ ।

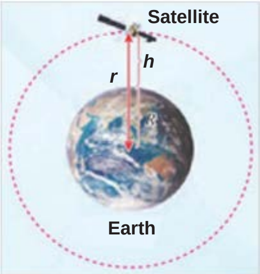
उचाइ र गुरुत्व प्रवेग (Height and acceleration due to gravity)

क्रियाकलाप 7.4 पृथ्वीको केन्द्रबाट दुरी बढ्दै जाँदा हुने गुरुत्व प्रवेगको तुलना

	**पृथ्वीको केन्द्रबाट दुरी (d)**	d = 2R	d = 3R	d = 4R
चित्र 7.11 पृथ्वीको केन्द्रबाट विभिन्न दुरी	गुरुत्व प्रवेग $g = \frac{GM}{d^2}$	$g = \frac{319}{121} = \frac{319}{121}$ $= \frac{1}{4} \times 9.8 = 2.45\ m/s^2$	....	....

चित्र 7.11 मा देखाइएको पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरी d = R हुँदा गुरुत्व प्रवेगका मान, $g_1 = \frac{GM}{d^2} = 9.8\ m/s^2$ हुन्छ । उक्त चित्रमा पृथ्वीको केन्द्रबाटका अन्य दुरी d = 2R, 3R, 4R पनि देखाइएका छन् । चित्रसँगैको तालिकामा पृथ्वीको केन्द्रबाट d = 2R दुरीमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाब गरी देखाइएको छ । त्यसै गरी अन्य दुरीका लागि पनि गुरुत्व प्रवेग हिसाब गरी पृथ्वीको केन्द्रबाट दुरी बढ्दै जाँदा हुने गुरुत्व प्रवेगको तुलना गर्नुहोस् ।

पृथ्वीको सतहबाट उचाइ बढ्दै जाँदा गुरुत्व प्रवेगको मान घट्दै जान्छ । मानौँ, पृथ्वीको परिभ्रमण गर्दै गरेको भूउपग्रह (satellite) को सतहबाट उचाइ h छ । यस्तो अवस्थामा पृथ्वीको केन्द्रबाट भूउपग्रहको दुरी, d= R + h हुन्छ । उक्त उचाइमा हुने गुरुत्व प्रवेगको मान $g_1 = \frac{GM}{(R+h)^2}$ हुन्छ । पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान, $g = \frac{GM}{R^2}$ हुन्छ । $(R+h)^2$ को मान R^2 को मानभन्दा ठुलो हुने भएकाले g_1 को मान 'g' को मानभन्दा सानो हुन्छ ।



चित्र 7.12

उदाहरण 7.3

पृथ्वीको पिण्ड 5.97×10^{24} kg र यसको अर्धव्यास 6371 *km* छ । पृथ्वीको सतहबाट 400 km को उचाइमा रहेको अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्नुहोस् :

प्रश्नमा दिइएको जानकारीअनुसार,

पृथ्वीको पिण्ड (M) = 5.97×10^{24} kg

पृथ्वीको अर्धव्यास (R) = 6371 km = 6371000 m

पृथ्वीको सतहबाट अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रको उचाइ (h)= 400 km=400000 m

उक्त उचाइमा हुने गुरुत्व प्रवेग,

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$or \quad g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.371000 + 400000)^2}$$

$$\text{or} \quad g = \frac{39.82 \times 10^{13}}{(6771000)^2} = \frac{39.82 \times 10^{13}}{4.60 \times 10^{13}}$$

$$\therefore g_1 = 8.66\ m/s^2$$

तसर्थ 400 km को उचाइमा रहेको अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रमा हुने गुरुत्व प्रवेग $8.66\ m/s^2$ हुन्छ ।

पृथ्वीको केन्द्रबाट पहाडको टुप्पोको दुरी पहाडको फेदको दुरी (अर्धव्यास, R) भन्दा बढी हुने हुँदा पहाडको फेदमा भन्दा पहाडको टुप्पोमा 'g' को मान कम हुन्छ । तर यस्तो भिन्नता निकै कम हुन्छ । उदाहरणका लागि सगरमाथाको उचाइ 8848.86 m छ । पृथ्वीको केन्द्रबाट सगरमाथाको चुचुरोसम्मको दुरी, d= R + h = 6371×1000 m + 8848.86m = 6379848.86 m हुन्छ ।

यस मानलाई $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ मा राख्दा,

$$g_1 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.379848.86)^2} = \frac{39.82 \times 10^{13}}{4.07 \times 10^{13}} = 9.78\,m/s^2$$

सगरमाथाको उचाइमा गुरुत्व प्रवेगको मान पृथ्वीको सतहको भन्दा केवल $0.03\ m/s^2$ (9.81-9.78=0.03) कम हुन्छ । तसर्थ पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरीमा हुने सानो परिवर्तन (जस्तै : R + h = 6371 km + 8.85 km = 6379.85 km) का लागि गुरुत्व प्रवेग पनि निकै सानो मानले परिवर्तन हुन्छ ।

उदाहरण 7.4

पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान 9.8 m/s^2 हुन्छ । चन्द्रमाको पिण्ड 7.35×10^{22} Kg र यसको अर्धव्यास 1.74×10^6 m छ भने चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ, पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेग र चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेगबिच तुलना गर्नुहोस् ।

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान, $g_e = 9.8\ m/s^2$

गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्ने सूत्रानुसार चन्द्रमामा हुने गुरुत्व प्रवेग

$$g_m = \frac{GMm}{R^2e}$$

$$g_m = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.35 \times 10^{22}}{(1.74 \times 10^6)^2}$$

$$g_m = 1.62\ m/s^2$$

पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेग र चन्द्रमामा हुने गुरुत्व प्रवेगको अनुपात लिँदा,

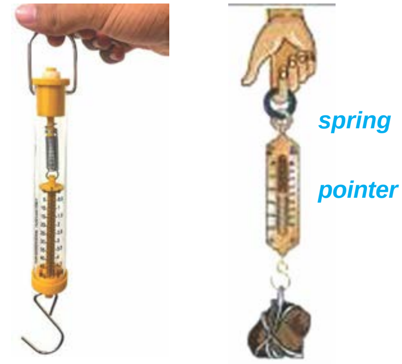
$$= \frac{g_e}{g_m} = \frac{9.8}{1.62} = 6.05$$

चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेगको मान पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेगको तुलनामा लगभग 6 गुणा कम हुन्छ ।

पिण्ड र तौल (Mass and weight)

गुरुत्व प्रवेगसँग वस्तुको तौल सम्बन्धित हुन्छ । वस्तुमा भएको जम्मा पदार्थको मात्रा उक्त वस्तुको पिण्ड हो । यो स्केलर परिमाण हो । यसको SI एकाइ किलोग्राम (kg) हो । एउटा 1 kg फलामको ढकलाई पृथ्वीको जुनसुकै स्थान तथा अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्र, चन्द्रमा, मङ्गल ग्रह आदिमा जहाँ जोखे पनि त्यसमा भएको फलामको मात्रा 1 kg नै हुन्छ । त्यसैले वस्तुको पिण्डको मान ठाउँअनुसार परिवर्तन हुँदैन । सानोभन्दा सानो कण (particle) जस्तै इलेक्ट्रोनको पनि निश्चित पिण्ड हुन्छ । पिण्डको मान शून्य हुँदैन । त्यस्तै सानोभन्दा सानो पिण्डमा पनि गुरुत्वबल लाग्छ ।

पृथ्वीको गुरुत्वबलले यसको सतहमा भएका वस्तुलाई आफ्नो केन्द्रतिर तानेको हुन्छ। तौल वस्तुमा लाग्ने गुरुत्वबलको नाप हो। तौल वस्तुमा लाग्ने बल भएकाले यसको SI एकाइ पनि न्युटन (N) नै हुन्छ। यो भेक्टर परिमाण हो। तौल जहिले पनि गुरुत्व बलका कारणले ग्रह/उपग्रहको केन्द्रतिर निर्देशित हुन्छ।



चित्र 7.13 : स्प्रिङ तराजुद्वारा तौलको मापन

न्युटनको चालसम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार गुरुत्व बलले पिण्ड 'm' भएको वस्तुमा लाग्ने बल अर्थात् तौलको मान $W = mg$ हुन्छ जहाँ g गुरुत्व प्रवेग हो। वस्तुको तौल उक्त वस्तुको पिण्ड र गुरुत्व प्रवेगमा निर्भर हुन्छ।

पृथ्वीका गुरुत्व बलले वस्तुलाई आफ्नो केन्द्रतिर तान्ने भएकाले कुनै पनि वस्तुलाई सतहबाट माथि उचाल्न कम्तीमा गुरुत्वबल बराबरको बल माथितिर लगाउन सक्नुपर्छ। पिण्ड र तौलको सम्बन्धअनुसार साना तथा ठुला पिण्डलाई उचाल्न फरक फरक बल आवश्यक पर्छ। कुनै एउटा स्थानमा गुरुत्व प्रवेगको मान स्थिर हुने भएकाले वस्तुको पिण्डअनुसार तौल फरक पर्छ। यस्तो अवस्थामा वस्तुको तौल (W) उक्त वस्तुको पिण्ड (m) सँग समानुपातिक हुन्छ, अर्थात्

$$\text{तौल (W)} \propto \text{पिण्ड (m)}$$

तसर्थ बढी पिण्ड भएका वस्तुको तौल कम पिण्ड भएका वस्तुको भन्दा बढी हुन्छ। यसले गर्दा बढी पिण्ड भएका वस्तुलाई माथि उचाल्न कम पिण्ड भएका वस्तुलाई भन्दा बढी बल लगाउनुपर्छ। त्यसैले ठुला ढुङ्गाभन्दा साना ढुङ्गा उचाल्न सजिलो हुन्छ।

गुरुत्व प्रवेगको परिवर्तनले तौलमा आउने अन्तर (Variation in weight due to change of acceleration due to gravity)

कुनै निश्चित पिण्डका लागि तौलमा आउने अन्तर गुरुत्व बलमा निर्भर हुन्छ। उक्त अवस्थामा वस्तुको तौल गुरुत्व प्रवेगसँग समानुपातिक हुन्छ, अर्थात्

$$\text{तौल (W)} \propto \text{गुरुत्व प्रवेग (g)}$$

पृथ्वीमा 'g' को मान स्थानअनुसार परिवर्तन हुने भएकाले वस्तुको तौल पनि परिवर्तन हुन्छ।

क्रियाकलाप 7.5 : विभिन्न स्थानमा हुने वस्तुको तौलको तुलना

तल तालिकामा दिइए जस्तै गुरुत्व प्रवेग कम/बढी हुने जोडा स्थानहरू खोजी गरी ती स्थानमा वस्तुको तौलमा कस्तो अन्तर आउँछ, उल्लेख गर्नुहोस् :

जोडा स्थानहरू	गुरुत्व प्रवेग कम हुने स्थान	गुरुत्व प्रवेग बढी हुने स्थान	तौल कम/बढी हुने स्थान
भूमध्य रेखीय र ध्रुवीय भाग	भूमध्य रेखीय भाग	ध्रुवीय भाग	भूमध्य रेखीय भागमा वस्तुको तौल ध्रुवीय भागमा भन्दा कम हुन्छ ।
पहाडको टुप्पो र पहाडको फेद	....	....	....

गुरुत्व प्रवेगको मान पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरीसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ, अर्थात् $g \propto \frac{1}{R^2}$ हुन्छ । त्यस्तै तौल (W) ∝ गुरुत्व प्रवेग (g) हुने भएकाले पृथ्वीको केन्द्रबाट टाढाका स्थान जस्तै पहाडको टुप्पो, हिमाल आदिमा गुरुत्व प्रवेग घट्दा वस्तुको तौल पनि घट्छ । गुरुत्व प्रवेगको अधिकतम मान पृथ्वीको सतहमा हुने भएकाले वस्तुको तौल पनि सोही उचाइमा अधिकतम हुन्छ ।

चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग (g_m) पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेग (g_e) को तुलनामा लगभग 6 गुणा कम $g_m \propto \frac{1}{6} g_e$ हुन्छ । यसकारण कुनै पिण्डको तौल क्रमशः पृथ्वी र चन्द्रमामा मापन गर्दा चन्द्रमामा हुने तौल पृथ्वीमा हुने तौलभन्दा झन्डै 6 गुणा कम हुन्छ । चन्द्रमामा पृथ्वीको तुलनामा मानिस लगभग 6 गुणामाथि उफ्रन सम्भव हुन्छ । त्यस्तै मानिसले पृथ्वीमा भन्दा चन्द्रमामा लगभग 6 गुणा बढी पिण्ड उचाल्न सक्छ । तसर्थ पृथ्वी र अन्य ग्रह तथा उपग्रहबिच गुरुत्व प्रवेगको तुलना गर्दा ती ग्रह तथा उपग्रहमा हुने तौल फरक फरक हुन्छ । केही उदाहरण तलको तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ :

वस्तुको पिण्ड (m)	स्थान, गुरुत्व प्रवेग (g) m/s^2 मा र तौल (Weight = mg) Newton मा									
	चन्द्रमा (Moon)		बुध (Mercury)		मङ्गल (Mars)		शुक्र (Venus)		पृथ्वी (Earth)	
50 kg	g_1	W_1	g_2	W_2	g_3	W_3	g_4	W_4	g_5	W_5
	1.63	81.5	3.61	180.5	3.75	187.5	8.83	441.5	9.81	490

उदाहरण 7.5

पृथ्वीमा 100 kg पिण्ड उचाल्न सक्ने मानिसले चन्द्रमाको सतहमा उचाल्न सक्ने पिण्ड हिसाब गर्नुहोस् । (चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग $g = 1.63\ m/s^2$)

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

मानिसले पृथ्वीमा उचाल्न सक्ने पिण्ड (M) = 100 kg

पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग (g) = $9.8\ m/s^2$

चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग (g') = $1.63\ m/s^2$

मानिसले चन्द्रमामा उचाल्न सक्ने पिण्ड (m) = ?

मानिसका मांसपेशीले गुरुत्वबल विरुद्ध लगाउन सक्ने बल क्षमता पृथ्वी र चन्द्रमामा समान हुन्छ ।

चन्द्रमामा उचाल्न सक्ने तौल = पृथ्वीमा उचाल्न सक्ने तौल

Or $m \times g' = M \times t\, g$

Or $m = \dfrac{M \times g}{g'} = \dfrac{100 \times 9.8}{1.63}$

$\therefore m = 601.23\ kg$

तसर्थ पृथ्वीमा 100 kg पिण्ड उचाल्न सक्ने मानिसले चन्द्रमाको सतहमा 601 kg उचाल्न सक्छ ।

स्वतन्त्र खसाइ (Free fall)

क्रियाकलाप 7.3 मा गरेको अवलोकनअनुसार एउटा कागजको पाना र ढुङ्गाको खसाइमध्ये ढुङ्गामा हावाको अवरोध नगन्य हुँदा त्यसलाई स्वतन्त्र रूपले खसे जस्तै मान्न सकिन्छ । त्यस्तो अवस्थामा ढुङ्गाको प्रवेग पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेग ($9.8\ m/s^2$) बराबर हुन्छ । यसरी कुनै अवरोधविना केवल गुरुत्व बलको प्रभावमा खसिरहेको वस्तुको खसाइ स्वतन्त्र खसाइ हो । स्वतन्त्र खसाइमा वस्तुको प्रवेग गुरुत्व प्रवेग (g) सँग बराबर हुन्छ ।

पृथ्वीको वायुमण्डल भएर खस्ने वस्तुको बनावटअनुसार तिनमा लाग्ने घर्षण बलले गतिमा अवरोध सिर्जना हुन्छ । घर्षणसँगै खसिरहेको वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप (upthrust) ले पनि गुरुत्व बलको प्रभावलाई घटाउँछ । तसर्थ पृथ्वीमा वास्तविक स्वतन्त्र खसाइ केवल

शून्य स्थान (vacuum) मा सम्भव हुन्छ । चन्द्रमा भने खसिरहेको वस्तुमा पृथ्वीको जस्तो वायुमण्डलीय अवरोध नहुने भएकाले त्यसमा स्वतन्त्र खसाइ सम्भव हुन्छ ।

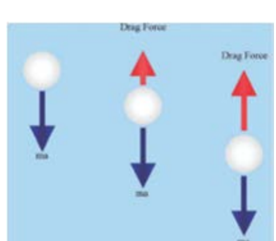
क्रियाकलाप 7.6 प्यारासुटको नमुना (model) निर्माण

कैँची, पातलो प्लास्टिक र धागो लिनुहोस् । प्लास्टिकलाई चित्र 7.16 मा देखाइएअनुसार विभिन्न चरणमा पट्याएर वृत्ताकार हुने गरी काट्नहोस् । धागाका बराबर टुक्रालाई वृत्ताकार प्लास्टिकको छेउमा बराबरको दुरीमा पर्ने गरी बाँध्नुहोस् । डोरीको खुला खण्डलाई एउटै गाँठो पारी त्यसमा खेलौना वा ढुङ्गा अड्याउनुहोस् । यसरी तयार पारिएको प्यारासुटको नमुनालाई उचाइबाट खसाल्नुहोस् । त्यसको खसाइ अवलोकन गर्नुहोस् । के प्यारासुट सुरुमा हुत्तिएर खसे पनि अन्त्यमा समान गतिले खस्छ ?

चित्र 7.14 प्यारासुटको नमुना निर्माण

विचारणीय प्रश्न

के पृथ्वीमा जस्तै चन्द्रमामा पनि प्यारासुट प्रयोग गरी हाम फाल्दा सुरक्षित अवतरण सम्भव होला ?

		
चित्र 7.15 प्यारासुटको अवतरण	*चित्र 7.16 असिना खस्दा लाग्ने रोकावट बल*	*चित्र 7.17 हावाद्वारा छरिने बिउहरू*

प्यारासुटबाट हाम फाल्दा जब प्यारासुटको गति बढ्दै जान्छ, हावाको अवरोध पनि बढ्दै जान्छ । यही प्रक्रियाले एउटा यस्तो अवस्था आउँछ कि प्यारासुटबाट खस्दाको तौल (weight) र हावाको रोकावट बल (drag force) बराबर हुन्छ । यस्तो अवस्थामा प्यारासुटको प्रवेग शून्य हुन्छ । त्यसपछि प्यारासुट समान गतिमा जमिनतिर खस्छ । प्यारासुटको समान गतिले जमिनमा सुरक्षित अवतरण सम्भव हुन्छ । यस किसिमको प्यारासुटको खसाइ भने स्वतन्त्र खसाइ होइन ।

प्यारासुट प्रयोग गरी सुरक्षित अवतरणका लागि वायुमण्डलीय अवरोध आवश्यक पर्छ । तर चन्द्रमाको त्यस्तो अवरोध नहुने भएकाले प्यारासुट प्रयोग गरी हाम फाल्दा स्वतन्त्र खसाइ हुन्छ । यसले गर्दा प्यारासुटसहित मानिसको गति निरन्तर बढ्दा उक्त मानिस तीव्र गतिले सतहमा बजारिन्छ । चन्द्रमामा प्यारासुट प्रयोग गरेर सुरक्षित अवतरण सम्भव हुँदैन ।

उचाइबाट असिना पृथ्वीको सतहमा खस्दा वायुमण्डलमा हुने अवरोधले त्यसको गति निरन्तर नबढेर कुनै निश्चित गतिले खस्छ । यसले असिनाबाट पृथ्वीमा हुने क्षतिलाई कम गर्छ । असिनामा हावाले हुने घर्षण वा प्रतिरोधले माथितिर रोकावट बल लाग्छ । असिना जति तीव्र गतिले खस्छ, त्यसमा लाग्ने रोकावट बल पनि बढ्दै जान्छ । पृथ्वीको गुरुत्व बलले असिनामा लाग्ने बल र रोकावट बल बराबर हुन्छ । त्यसपछि असिना समान गतिले खस्छ ।

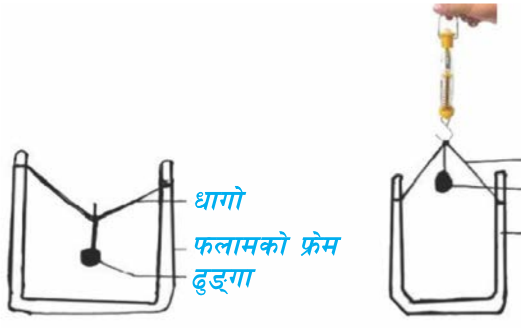
चित्र 7.17 मा देखाइए जस्तै हावाद्वारा छरिने बिउमा भुवा तथा ससाना पङ्खा जस्ता संरचना हुन्छन् । तिनले एउटा सानो प्यारासुटको काम गरिरहेका हुन्छन् । यस किसिमका बिउ छरिदा हावाको अवरोधले घुम्दै झर्ने र केही समय हावामा रहन्छन् । यसले गर्दा बिउ टाढासम्म छरिन्छन् । तसर्थ वायुमण्डलीय अवरोधले हावाद्वारा बिउ छरिने बोटबिरुवा जस्तै सिमल, साल आदिका बिउ टाढासम्म छरिन्छन् ।

क्रियाकलाप 7.7 स्वतन्त्र खसाइको अवलोकन

चित्र 7.18 मा देखाइए जस्तै एउटा 'U' आकारको फलामको फ्रेम लिनुहोस् । उक्त फ्रेमको खुला भागलाई चित्रमा देखाइए जस्तै लचिलो हुने गरी धागाले बाँध्नुहोस् । धागाका बिचमा एउटा ढुङ्गालाई पनि बाँध्नुहोस् । चित्रमा देखाइए जस्तै स्प्रिङ ब्यालेन्सको अङ्कुस (Hook) लाई ढुङ्गा बाँधेको ठाउँमा अड्याएर समग्र फ्रेमलाई उचाल्नुहोस् । स्प्रिङ ब्यालेन्सले देखाउने तौल कति हुन्छ ? त्यसपछि स्प्रिङ ब्यालेन्स र फ्रेमलाई हातबाट छोड्नुहोस् र फ्रेमसँगैको डोरीमा बाँधिएको ढुङ्गाको अवस्था र स्प्रिङ ब्यालेन्सको रिडिङ अवलोकन गर्नुहोस् । यो

क्रियाकलाप गर्दा स्प्रिङब्यालेन्सको सुरक्षाका लागि भुइँमा फोम वा कार्टुन बिच्छ्याउनुहोस् । सम्भव भए खस्दै गरेको स्प्रिङ ब्यालेन्सको भिडियो खिची पज (pause) गरी अवलोकन गर्नुहोस् ।

यस क्रियाकलापमा जब फ्रेमलाई हातबाट छोडिन्छ, त्यसपछि स्प्रिङब्यालेन्स, ढुङ्गा र फलामको फ्रेम एउटै गतिले तलतिर खस्छन् । ढुङ्गा बाँधिएको डोरी लचिलो हुने गरी बाँधिएको भए तापनि तलतिर लच्किँदैन । यसले गर्दा ढुङ्गा हावामा उडेको जस्तो देखिन्छ । यो स्वतन्त्र खसाइले सम्भव हुन्छ । स्प्रिङ ब्यालेन्स र फ्रेम दुबै स्वतन्त्र खसाइको अवस्थामा हुने भएकाले स्प्रिङब्यालेन्सको स्प्रिङमा तलतिर बल लाग्दैन र उक्त स्प्रिङ खुम्चिएर शून्य तौल भएको अवस्थामा फर्किन्छ । यसरी स्वतन्त्र खसाइमा रहेका वस्तुको तौल शून्य हुन्छ । यसलाई तौल विहीनता (Weightlessness) भनिन्छ । यस्तो अनुभव हवाईजहाज एक्कासि तल झर्दा हुन्छ ।



चित्र 7.18 स्वतन्त्र खसाइको अवलोकन

पृथ्वीको परिभ्रमण गर्ने कृत्रिम उपग्रहहरू तथा अन्तरिक्ष केन्द्रभित्रका अन्तरिक्ष यात्री स्वतन्त्र खसाइको अवस्थामा हुन्छन् । यस्तो अवस्थामा यानभित्रका यात्रुले तौल विहीनताको अनुभव गर्छन् ।

स्वतन्त्र खसाइका लागि चालसम्बन्धी समीकरणहरू
(Equation of motion for free fall)

क्रियाकलाप 7.2 मा हिसाब गरेर स्वतन्त्र रूपले खसिरहेको ढुङ्गाको अन्तिम गति तथा प्रवेग हिसाब गर्न गतिसम्बन्धी समीकरणको प्रयोग गरिएको छ । यसरी स्वतन्त्र रूपमा खस्ने वस्तुका लागि, उचाइबाट पृथ्वीमा पुग्दाको गति, सतहमा पुग्न लाग्ने समय र उचाइलाई चालसम्बन्धी समीकरण प्रयोग गरेर हिसाब गर्न सकिन्छ ।

सिधा रेखीय चालका लागि	स्वतन्त्र खसाइमा रहेका वस्तुका लागि
$v = u + at$	$v = u + gt$
$v^2 = u^2 + 2as$	$v^2 = u^2 + 2gh$
$s = ut + \frac{1}{2} at^2$	$h = ut + \frac{1}{2} gt^2$

यसरी गुरुत्व बलले गर्दा प्रवेग उत्पन्न हुने अवस्थामा चालसम्बन्धी समीकरणमा प्रवेगको स्थानमा गुरुत्व प्रवेगको मान राखिन्छ । यदि वस्तु सिधा माथितिर फालिएको भएमा गुरुत्व प्रवेगको मान ऋणात्मक हुन्छ किनकि यस्तो अवस्थामा उत्पन्न हुने प्रवेग गतिको विपरीत दिशामा हुन्छ ।

उदाहरण 7.6

एउटा नदी माथिको पुलबाट पानीमा ढुङ्गा खसाल्दा 2 सेकेन्डपछि उक्त ढुङ्गा पानीको सतहमा ठोकिएको आवाज सुनियो भने पानीको सतहबाट पुलको उचाइ हिसाब गर्नुहोस् । ($g = 9.8\ m/s^2$)

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

ढुङ्गाको सुरुको गति (u) = 0 m/s किनकि ढुङ्गालाई हातबाट खसालिएको छ ।

ढुङ्गालाई पानीको सतहमा ठोकिन लागेको समय (t) = 2s

ढुङ्गाको प्रवेग (g) = $9.8\ m/s^2$

गतिसम्बन्धी समीकरण प्रयोग गर्दा, पानीको सतहबाट पुलको उचाइ

$$\text{Or } h = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{Or } h = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2$$

$$\text{Or } h = 19.6\ m$$

तसर्थ पानीको सतहबाट पुलको उचाइ 19.6 m हुन्छ ।

उदाहरण 7.7

एउटा क्रिकेट बललाई सिधा माथितिर आकाशमा फाल्दा 30 m को उचाइमा पुग्यो । बललाई माथितिर फाल्दाको बलको गति र अधिकतम उचाइमा पुग्न लागेको समय हिसाब गर्नुहोस् ।

प्रश्नमा दिइएअनुसार,

बलको अधिकतम उचाइ (h) = 30 m

बलको अन्तिम गति (v) = 0 m/s (किनकि अधिकतम उचाइमा अन्तिम गति शून्य हुन्छ ।)

बलको प्रवेग (g) = - 9.8 m/s^2

गतिसम्बन्धी समीकरण प्रयोग गर्दा

बलको सुरुको गतिका लागि

$0 = u^2 + 2gh$

Or $0 = u^2 + 2 \times -9.8 \times 30$

Or $u^2 = 588$

$u = \sqrt{588} = 24.25$ m/s

बललाई अधिकतम उचाइमा पुग्न लाग्ने समयका लागि

$v = u + at$

Or $0 = 24.25 - 9.8 \times t$

Or $t = \frac{24.25}{9.8}$

$t = 2.47$ s

तसर्थ क्रिकेट बलको सुरुको गति 24.25 m/s हुन्छ र उक्त बललाई अधिकतम उचाइमा पुग्न 2.47 s समय लाग्छ ।

परियोजना कार्य

अभिभावक वा शिक्षकको सहयोगमा विभिन्न उचाइ, जस्तै : घरको छत, विद्यालय भवनको छत आदिबाट ढुङ्गा खसाल्नुहोस् । ढुङ्गा खसेको सुनिश्चित गर्नका लागि जमिनको सतहमा टिन वा अन्य कुनै आवाज आउने वस्तु राख्नुहोस् । यसपछि उक्त उचाइबाट जमिनको सतहमा ढुङ्गा पुग्न लागेको समय पत्ता लगाउनुहोस् । गति समीकरण प्रयोग गरी घर, विद्यालय भवन आदिको उचाइ पत्ता लगाउनुहोस् । यसका लागि औसत नाप लिएर त्रुटि घटाउनुहोस् । अन्त्यमा एउटा फिताले वास्तविक उचाइ नापी हिसाब गर्नुभएको उचाइमा रहेको त्रुटि उल्लेख गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. **तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :**

(क) कुनै दुई वस्तुबिचको दुरी (d) र ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल (F) बिचको सम्बन्ध कुन हो ?

(अ) $F \propto d$ (आ) $F \propto d^2$

(इ) $F \propto \frac{1}{d}$ (ई) $F \propto \frac{1}{d^2}$

(ख) कुनै दुईओटा वस्तुमध्ये दुबैको पिण्ड दोब्बर गर्दा ती वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने परिवर्तन कुन हो ?

(अ) बल दुई गुणा बढ्छ । (आ) बल चार गुणा बढ्छ ।

(इ) बल दुई गुणा घट्छ । (ई) बल चार गुणा घट्छ ।

(ग) पृथ्वीमा कुनै दुईओटा वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल 60 N छ भने चन्द्रमामा ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल कति हुन्छ ?

(अ) 10 N (आ) 6 N

(इ) 9.8 N (ई) 60 N

(घ) तलका मध्ये सही कथन कुन हो ?

(अ) पृथ्वीको सतहबाट गहिराइमा जाँदा गुरुत्व प्रवेगको मान बढ्छ ।

(आ) पृथ्वीको सतहबाट उचाइ बढ्दा गुरुत्व प्रवेगको मान घट्छ ।

(इ) पृथ्वीको भूमध्यरेखीय भागमा भन्दा ध्रुवीय भागमा गुरुत्व प्रवेग कम हुन्छ ।

(ई) पृथ्वीको सबैभन्दा अग्लो स्थानमा गुरुत्व प्रवेगको मान सबैभन्दा बढी हुन्छ ।

(ङ) तलका मध्ये कुन स्थानमा तपाईंको तौल मापन गर्दा सबैभन्दा बढी तौल हुन्छ ?

(अ) सगरमाथाको चुचुरो (आ) झापाको केचनाकवल

(इ) अपी हिमाल (ई) चन्द्रागिरी पहाड

(च) पृथ्वीको अर्धव्यास 6371 km र कुनै वस्तुको पृथ्वीमा हुने तौल 800 N छ । उक्त वस्तुको पृथ्वीको सतहबाट 6371 km को उचाइमा हुने तौल कति हुन्छ ?

(अ) 800 N (आ) 1600 N

(इ) 200 N (ई) 3200 N

(छ) कुनै खगोलीय पिण्डका दुबै पिण्ड र अर्धव्यास क्रमशः पृथ्वीको पिण्ड र अर्धव्यासको दुई दुई गुणा छन् भने उक्त पिण्डमा हुने गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ?

(अ) $9.8\ ms^{-2}$ (आ) $4.9\ ms^{-2}$

(इ) $19.6\ ms^{-2}$ (ई) $10\ ms^{-2}$

(ज) पृथ्वीमा 750 N तौल भएको मानिसको चन्द्रमा हुने तौल कति हुन्छ ? (चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग = $1.63\ m/s^2$)

(अ) 124.74 N (आ) 125 N

(इ) 126.8 N (ई) 127.8 N

(झ) ग्रह B को पिण्ड ग्रह A को पिण्डभन्दा दुई गुणा बढी छ तर त्यसको अर्धव्यास भने ग्रह A को अर्धव्यासको आधा छ । त्यस्तै ग्रह C को पिण्ड ग्रह A को पिण्डको आधा छ तर त्यसको अर्धव्यास भने ग्रह A को अर्धव्यासको दुई गुणा बढी छ । एउटा वस्तुको ग्रह A, B र C मा हुने तौल क्रमशः W_1, W_2 र W_3 हो भने तलका मध्ये कुन क्रम सही छ ?

(अ) $W_1>W_3>W_2$ (आ) $W_2>W_1>W_3$

(इ) $W_1>W_2>W_3$ (ई) $W_2>W_3>W_1$

(ञ) प्रत्येक सेकेन्डमा स्वतन्त्र रूपले खसिरहेको वस्तुलाई अवलोकन गर्दा तलका मध्ये कुन निष्कर्ष सही हुन्छ ?

(अ) दुरी समान रूपले बढ्छ ।　　(आ) प्रवेग समान रूपले बढ्छ ।

(इ) गति समान रूपले बढ्छ ।　　(ई) स्थानान्तरण समान रूपले बढ्छ ।

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) गुरुत्वाकर्षण अचर G र गुरुत्व प्रवेग g

(ख) पिण्ड र तौल

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) पृथ्वीको सबै भागमा गुरुत्व प्रवेग समान हुँदैन ।

(ख) धेरै उचाइबाट हाम फाल्दा चोटपटक लाग्ने सम्भावना बढी हुन्छ ।

(ग) बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको पिण्डभन्दा करिब 319 गुणाले बढी छ तर यसको गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेगभन्दा करिब 2.5 गुणा मात्र छ ।

(घ) पृथ्वीको ध्रुवीय क्षेत्र र भूमध्यरेखीय क्षेत्रमा समान उचाइबाट खसालिएको वस्तुमध्ये ध्रुवीय भागमा खसालिएको वस्तु चाँडो खस्छ ।

(ङ) एउटा कापीको दुईओटा पानामध्ये एउटालाई डल्लो पारेर र अर्कोलाई त्यत्तिकै हावामा एक साथ खसाल्दा डल्लो कागज छिटो खस्छ ।

(च) शून्य स्थान (vacuum) मा गुच्चा र चराको प्वाँख एकसाथ खसाल्दा सँगै भुइँमा पुग्छन् ।

(छ) सगरमाथा चढ्दै जाँदा साथमा बोकेको वस्तुको तौल घट्छ ।

(ज) पृथ्वीको सतहमा ठुलो ढुङ्गा उचाल्न गारो हुन्छ तर सानो ढुङ्गा उचाल्न सजिलो हुन्छ ।

(झ) कुनै वस्तुको पिण्ड स्थिर हुन्छ तर तौल ठाउँअनुसार फरक हुन्छ ।

(ञ) रोटेपिङमा तल झर्दा सिरिङ्ङ हुन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) गुरुत्वाकर्षण भनेको के हो ?

(ख) न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियम लेख्नुहोस् ।

(ग) गुरुत्वकर्षण बलको प्रकृति लेख्नुहोस् ।

(घ) गुरुत्वाकर्षण अचर (G) परिभाषित गर्नुहोस् ।

(ङ) कुन अवस्थामा गुरुत्वाकर्षण बल गुरुत्वाकर्षण अचरसँग बराबर (F=G) हुन्छ ?

(च) गुरुत्वाकर्षण बलका दुईओटा असर लेख्नुहोस् ।

(छ) कुनै दुईओटा वस्तुमध्ये दुबैको पिण्ड दुई दुई गुणा बढाउँदा र ती वस्तुबिचको दुरी 4 गुणा घटाउँदा ती दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने अन्तर गणितीय रूपमा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ज) गुरुत्व बल भनेको के हो ?

(झ) गुरुत्व प्रवेग परिभाषित गर्नुहोस् ।

(ञ) स्वतन्त्र खसाइ भनेको के हो, यसका दुईओटा उदाहरण दिनुहोस् ।

(ट) कस्तो अवस्थामा वस्तुको खसाइ स्वतन्त्र हुन्छ ?

(ठ) प्वाँख र सिक्का प्रयोगको निष्कर्ष लेख्नुहोस् ।

(ड) तौल विहीनता भनेको के हो ?

(ढ) गुरुत्व बलका चारओटा असर उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ण) पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान यसको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक ($g \propto \frac{1}{R^2}$) हुन्छ भनी देखाउन आवश्यक समीकरण प्रमाणित गर्नुहोस् ।

(त) गुरुत्व प्रवेगलाई प्रभाव पार्ने कारक तत्त्वहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।

(थ) पृथ्वीको सतहमा गुरुत्व प्रवेग $9.8\ m/s^2$ हुन्छ भन्नाले के बुझिन्छ ?

(द) चन्द्रमाको पिण्ड पृथ्वीको पिण्डको लगभग 81 गुणा कम र यसको अर्धव्यास पृथ्वीको अर्धव्यासको लगभग 3.7 गुणा कम छ । यदि पृथ्वीलाई चन्द्रमाको आयतन बराबर हुने गरी खाँद्न सकियो भने यसको गुरुत्व प्रवेगमा के असर पर्छ, गणितीय रूपमा व्यक्त गर्नुहोस् ।

(ध) बाहिरी अन्तरिक्षमा एउटा 1 kg को वस्तुमा हुने गुरुत्व प्रवेग 2 m/s^2 छ । उक्त स्थामा 10 kg को वस्तुमा हुने गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ, तर्कसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।

(न) एक जना मानिसले आफूसित भएको वस्तुको पिण्ड र तौल पहिले हिमालमा मापन गरे र पछि पुनः तराई भागमा गएर मापन गरे । उनले पिण्ड र तौल मापन गर्दा प्राप्त हुने तथ्याङ्कको तुलना गर्नुहोस् ।

(प) एक जना विद्यार्थीले डिजिटल तराजुमा जोखेर पहाडी भेकबाट सुन्तला किनेर तराईमा ल्याई बेच्दा फाइदा हुने युक्ति बताए । उनको त्यो युक्ति वैज्ञानिक तथ्यका आधारमा सही रहे नरहेको पुष्टि गर्नुहोस् ।

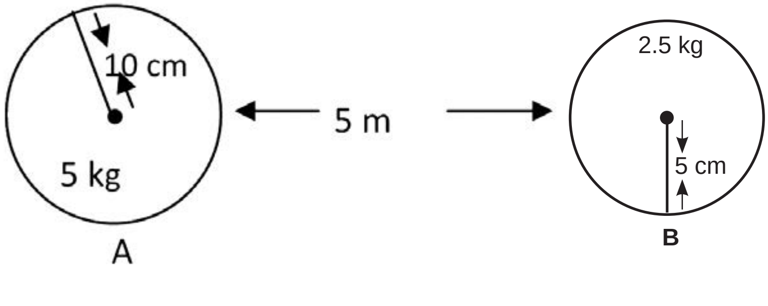
(फ) प्यारासुट प्रयोग गरी हवाईजहाजबाट पृथ्वीमा हाम फाल्दा सुरक्षित अवतरण कसरी सम्भव हुन्छ ? के चन्द्रमाको सतहमा पनि प्यारासुटबाट सुरक्षित अवतरण सम्भव हुन्छ, कारणसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ब) पृथ्वीमा गुड्दै गरेको वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग उक्त वस्तुको पिण्डसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ तर पृथ्वीको सतहतिर खसिरहेको वस्तुका लागि भने उत्पन्न प्रवेग उक्त वस्तुको पिण्डमा निर्भर हुँदैन, किन ?

5. गणितीय समस्या

(क) दुईओटा वस्तुहरू A र B को पिण्ड क्रमशः 20 kg र 40 kg रहेको छ । ती दुई पिण्डको केन्द्रबिचको दुरी 5 m छ भने तिनीहरू बिचमा गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् । Ans: 2.134×10^{-9} N

(ख) चित्रमा देखाइएका दुई पिण्डबिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् । Ans: 3.14×10^{-11} N



(ग) सूर्यको पिण्ड 2×10^{30} kg र बृहस्पतिको पिण्ड 1.9×10^{27} kg छ । यदि सूर्य र बृहस्पतिबिचको दुरी 1.8×10^{8} km छ भने सूर्य र बृहस्पतिबिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् । Ans: 4.17×10^{23} N

(घ) पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको गुरुत्वाकर्षण बल 2.01×10^{20} N छ । यदि यी दुई पिण्डको दुरी 3.84×10^{5} km छ र पृथ्वीको पिण्ड 5.972×10^{24} kg छ भने चन्द्रमाको पिण्ड हिसाब गर्नुहोस् ।

Ans: 7.34×10^{22}kg

(ङ) पृथ्वी र सूर्यबिचको गुरुत्वाकर्षण बल 3.54×10^{22} N छ । यदि पृथ्वी र सूर्यको पिण्ड क्रमशः 5.972×10^{24} kg र 2×10^{30} kg छ भने यी दुईबिचको दुरी कति हुन्छ ? Ans: 1.5×10^{11} m

(च) चन्द्रमाको पिण्ड 7.342×10^{22} kg छ । पृथ्वी र चन्द्रमाबिचको औसत दुरी 384400 km छ भने चन्द्रमाले पृथ्वीको प्रतिकिलोग्राम पानीमा लगाउने बल हिसाब गर्नुहोस् । Ans: 3.314×10^{-5} N

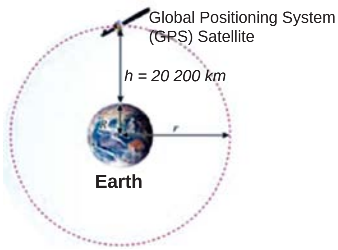
(छ) चन्द्रमाको पिण्ड 7.342×10^{22} kg र अर्धव्यास 1737 km छ भने यसको गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ? Ans: $1.63\ m/s^2$

(ज) पृथ्वीको पिण्ड 5.972×10^{24} kg र चन्द्रमाको व्यास 3474 km छ । यदि पृथ्वीलाई खाँदेर चन्द्रमा जत्रो पारियो भने नयाँ बन्ने पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग वास्तविक पृथ्वीको भन्दा कति गुणा परिवर्तन हुन्छ ? Ans: 13.47

(झ) मङ्गल ग्रहको पिण्ड 6.4×10^{23} kg र अर्धव्यास 3389 km छ भने यसको गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्नुहोस् । मङ्गल ग्रहको सतहमा 200 kg को वस्तुको तौल कति हुन्छ ? Ans: $3.75\ m/s^2$, 750 N

(ञ) पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग $9.8\ m/s^2$ हुन्छ । यदि बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको पिण्डको 319 गुणा छ र यसको अर्धव्यास पृथ्वीको भन्दा 11 गुणा छ भने बृहस्पतिमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्नुहोस् । उक्त ग्रहमा 100 kg पिण्डको तौल कति हुन्छ ? Ans: $25.83\ m/s^2$, 2583 N

(ट) पृथ्वीको पिण्ड 5.972×10^{24} kg र यसको अर्धव्यास 6371 km छ । दिइएको चित्रमा कृत्रिम भूउपग्रहको उचाइमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्नुहोस् । Ans: $0.56\ m/s^2$



(ठ) पृथ्वीको पिण्ड 5.972×10^{24} kg र यसको अर्धव्यास 6371 km छ । पृथ्वीको समुद्री सतहबाट सगरमाथाको उचाइ 8848.86 m छ भने सगरमाथाको चुचुरोमा 10 kg पिण्डको तौल हिसाब गर्नुहोस् ।

Ans: 97.87 N

(ड) मङ्गल ग्रहमा गुरुत्व प्रवेग $3.75\ m/s^2$ हुन्छ । पृथ्वीमा 100 kg पिण्ड उचाल्न सक्ने भारत्तोलकले मङ्गल ग्रहमा कति पिण्ड उचाल्न सक्छ ?

Ans: 261.33 kg

(ढ) एउटा नदी माथिको पुलबाट पानीमा ढुङ्गा खसाल्दा 2.5 सेकेन्डपछि उक्त ढुङ्गा पानीको सतहमा ठोकिएको आवाज सुनियो भने पानीको सतहबाट पुलको उचाइ हिसाब गर्नुहोस् । ($g = 9.8\ m/s^2$) Ans: 30.62 m

(ण) एउटा ढुङ्गालाई 15 m को उचाइबाट खसाल्दा उक्त ढुङ्गालाई जमिनमा पुग्न कति समय लाग्छ, उक्त ढुङ्गा जमिनमा ठोक्किदाको गति हिसाब गर्नुहोस् ।

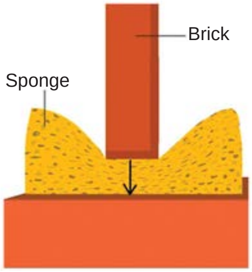
Ans: 1.75 s, 17.15 m/s

(त) एउटा क्रिकेट बललाई 15 m/s को गतिले सिधा माथि आकाशमा फालियो भने उक्त बल अधिकतम कति उचाइसम्म माथितिर जान्छ ?

Ans: 11.47 m

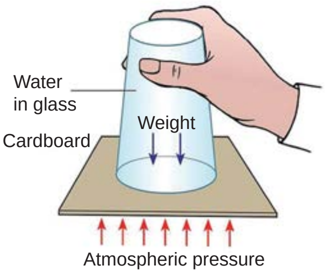
8

चाप
(Pressure)



चित्र 8.1 इँटाको तौलले फोममा उत्पन्न हुने चाप

चित्र 8.2 पानीले पाइपका भित्तामा दिने चाप



चित्र 8.3 हावाले पोस्टकार्डमा दिने चाप

माथिका चित्रमा ठोस, तरल तथा ग्यासले वस्तुमा दिने चाप प्रस्तुत गरिएको छ । चित्र 8.1 मा एउटा इँटालाई फोममा राख्दा यसले फोमको सतहमा चाप उत्पन्न गराउँछ । ठोसले तिनीहरूको तौलका कारण सतहमा चाप दिन्छन् । चित्र 8.2 मा पाइपको भित्ताले पानीको चाप थेग्न नसक्दा पाइप फुटेको हो । पाइप फुट्दा पानी दायाँ र बायाँ दुबैतिर उच्च चापका साथ बाहिर निस्केको छ । त्यस्तै चित्र 8.3 मा हावाको चापले पोस्टकार्डलाई तल खस्न नदिएर माथि धकेलेको देखाइएको छ । तरल तथा ग्यास पदार्थले विभिन्न वस्तुका भित्तामा लगाउने लम्ब बल अर्थात् थ्रस्ट (thrust) ले गर्दा चाप उत्पन्न हुन्छ । वस्तुको सतहमा लम्ब रूपले लाग्ने बल थ्रस्ट हो । यसको SI एकाइ न्युटन (newton) हो । वस्तुको प्रतिएकाइ सतहमा लाग्ने थ्रस्टलाई चाप (pressure) भनिन्छ । चापको SI एकाइ पास्कल (pascal) अर्थात् न्युटन प्रतिवर्गमिटर (N/m^2) हो ।

तरल र ग्यास सजिलै बग्न तथा वहन सक्ने पदार्थ भएकाले तिनलाई फ्लुड (fluid) भनिन्छ । ठोसले जस्तै फ्लुडले पनि वस्तुमा चाप दिन्छ तर फ्लुडले दिने चाप केवल त्यसलाई राखिएको भाँडाको पिँधमा मात्र नभई उक्त भाँडाको सबै भित्तामा लाग्छ । कुनै वस्तुलाई फ्लुडमा राख्दा फ्लुडले उक्त

चित्र 8.4 पानीमा राखिएको बेलुन

चित्र 8.5 हावामा हाइड्रोजन बेलुन

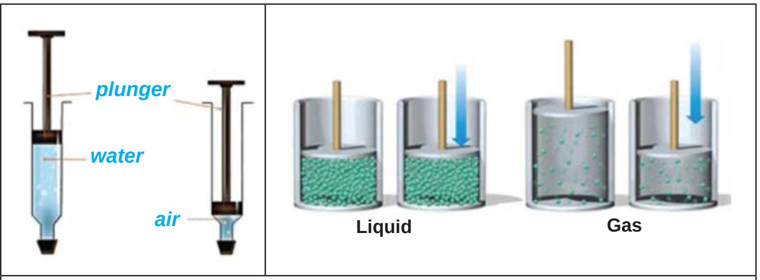
वस्तुको सतहमा चाप दिन्छ । चित्र 8.4 मा पानीको चापले बेलुनको सतहमा माथितिर बल लागेको देखाइएको छ । त्यस्तै यदि उक्त बेलुनमा हावा भरेर हावामा छोड्दा वायुमण्डलीय हावाको चापले गर्दा माथितिर लाग्ने बलले उक्त बेलुन उड्छ । उचाइ बढ्दा हावाको घनत्व घट्ने हुँदा निश्चित उचाइमा बेलुनमा माथितिर लाग्ने बल र त्यसको तौल बराबर हुँदा उक्त बेलुन तैरिन्छ ।

चापको प्रसारण (Transmission of pressure)

चित्र 8.6 मा ठोस, तरल र ग्यासमा हुने अणुको संरचना देखाइएको छ । ठोसमा अणु एकअर्काको नजिक एकदमै खाँदिएर रहन्छन् । तिनको निश्चित आकार र आयतन हुन्छ । ठोसमा अणु सरेर स्थान परिवर्तन गर्दैनन् । ठोस वस्तुको एक छेउमा बल लगाउँदा उत्पन्न हुने चाप उक्त ठोस भएर प्रसारण हुँदैन । तरल र ग्यासमा अणु चल्न सक्ने भएकाले बन्द भाँडामा राखिएको फ्लुड (fluid) मा चाप प्रसारण हुन्छ ।

क्रियाकलाप 8.1 फ्लुड (fluid) मा हुने चापको प्रसारण

चित्र 8.6 पदार्थमा हुने अणुको संरचना



चित्र 8.7 बन्द भाँडामा रहेको फ्लुडलाई खाँद्ने क्रिया

दुई दुईओटा सिरिन्ज लिनुहोस् । तीमध्ये एउटामा पानी र अर्कोलाई खाली राख्नुहोस् । चित्र 8.7 मा देखाइए जस्तै खाली (हावा भएको) सिरिन्जको नुजललाई औँलाले बन्द गरी त्यसको पिस्टनलाई भित्र धकेल्नुहोस् । यसै गरी पानी राखिएको सिरिन्जको नुजललाई औँलाले बन्द गरी त्यसको पिस्टनलाई भित्र धकेल्नुहोस् । कुनको पिस्टनलाई भित्र धकेल्न सकिन्छ ? के हावा भएको सिरिन्जको पिस्टनलाई केहीभित्र धकेल्दा त्यसमा पनि पानी भरिएको सिरिन्जमा जस्तो असर देखिन्छ ?

उल्लिखित क्रियाकलापमा पानी भरिएको सिरिन्जको पिस्टनमा बल लगाएर भित्र धकेल्न खोज्दा भित्र सर्दैन अथात् सिरिन्जमा भएको पानीलाई खाँद्न सकिँदैन । तर हावा भरिएको सिरिन्जमा पिस्टनलाई केही भित्र धकेल्दा त्यसमा भएको हावा खाँदिन्छ र त्यसपछि उक्त

सिरिन्जमा पनि पानी भरिएको सिरिन्जमा जस्तै पिस्टनलाई भित्र धकेल्न गाह्रो हुन्छ । तरल पदार्थका अणुबिचको खाली ठाउँ (Intermolecular space) एकदम कम हुन्छ । चित्र 8.7 मा देखाइए जस्तै बाहिरी चापले तरलका अणुलाई नजिक सार्न सकिँदैन । तसर्थ चापले बन्द भाँडामा रहेको तरललाई खाँद्न नसकिने भएकाले तिनको आयतन घट्दैन । त्यसैले तरलको सतहको कुनै पनि विन्दुमा चाप दिँदा उक्त चाप तरलभित्र एकनासले प्रसारण भई चारैतिर फैलिन्छ । उदाहरणका लागि चित्र 8.8a मा टुथपेस्ट भरिएको ट्युबलाई थिच्दा उत्पन्न हुने चाप प्रसारण भई त्यसको मुखबाट टुथपेस्ट बाहिर निस्केको देखाइएको छ । तर ग्यासमा अणुबिचको खाली ठाउँ तरलको तुलनामा ठुलो हुन्छ । बाहिरी चापले तिनलाई खाँदेर आयतन घटाउन सकिन्छ । तसर्थ खाँदिएको ग्यासमा पनि चापको प्रसारण हुन्छ तर तरलको जति प्रभावकारी हुँदैन ।

चित्र 8.8 फ्लुड मा (fluid) हुने चापको प्रसारण

चित्र 8.8b मा देखाइएको बेलुनमा खाँदिएको हावामा हातले बल लगाउँदा उत्पन्न चाप प्रसारण भएको देखाइएको छ । तसर्थ तरलको जस्तै ग्यासमा चाप प्रसारणका लागि तिनलाई सुरुमा प्रयाप्त मात्रामा खाँद्नुपर्छ ।

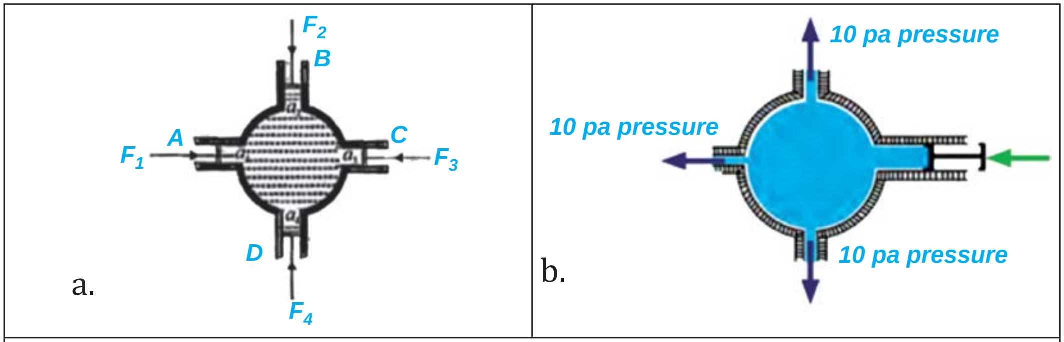
पास्कलको नियम (Pascal's law)

क्रियाकलाप 8.2

एउटा पोलिथिन झोला (Polythene bag) मा पानी भर्नुहोस् । चित्र 8.9 मा देखाइए जस्तै उक्त झोलाको माथिबाट मुठीले कसेर त्यसको वरिपरि पिनले मसिना प्वाल पार्नुहोस् । ती प्वालबाट बाहिर आउने पानी अवलोकन गर्नुहोस् । के सबैतिरका प्वालबाट पानी एकनासले बाहिर आउँछ ? पोलिथिन झोलामा पानी घट्दै जाँदा पुनः मुठी तलतिर सारेर कस्नुहोस् । माथिका क्रियाकलापमा मुठी कस्दा पोलिथिन झोलाको माथिल्लो भागमा रहेको पानीमा उत्पन्न हुने चाप पानी हुँदै उक्त झोलाको भित्ताभरि प्रसारण हुन्छ । यसले गर्दा सबै प्वालबाट झोलाको सतहमा लम्ब हुने गरी पानीका फोहोरा बाहिर निस्किन्छन् । यहाँ बन्द पोलिथिन झोलामा

चित्र 8.9 बन्द पोलिथिन झोलामा भरिएको पानीमा चापको प्रसारण

रहेको पानीको एक ठाउँमा उत्पन्न हुने चाप सबैतिर लम्ब रूपले प्रसारण भएको छ। फ्रान्सेली गणितज्ञ ब्लेज पास्कल (Blaise Pascal) ले सन् 1653 मा यससम्बन्धी नियम प्रतिपादन गरेका थिए जसलाई पास्कलको नियम (Pascal's law) भनिन्छ। पास्कलको नियमअनुसार एउटा बन्द भाँडामा राखिएको तरलको कुनै विन्दुमा बल लगाउँदा उत्पन्न हुने चाप उक्त तरलभरि लम्ब रूपले सबैतिर प्रसारण हुन्छ।



चित्र 8.10 पास्कलको नियमको प्रमाणीकरण

पास्कलको नियमको प्रमाणीकरणका लागि चित्र 8.10 a मा देखाइए जस्तै एउटा चारओटा पिस्टन क्रमशः A, B, C र D जोडिएको गोलाकार भाँडो लिन सकिन्छ। मानौँ चारओटा पिस्टनको क्रस सेक्सनल क्षेत्रफल (cross-sectional area) क्रमशः a_1, a_2, a_3 र a_4 छ। उक्त भाँडालाई तरलले भरी पिस्टन A मा F_1 बल लगाएर भित्रतिर धकेल्दा पिस्टनको क्रस सेक्सनमा उत्पन्न हुने चाप हुन्छ। उक्त चापले गर्दा बाँकी तीनओटा पिस्टन बाहिरतिर सर्छन्। अर्थात् पिस्टन A मा उत्पन्न चाप तरल भरी लम्ब रूपले प्रसारण हुन्छ। यदि बाहिरतिर सर्दै गरेका पिस्टनलाई सर्नबाट रोक्न तिनमा भित्रतिर लगाइएको बल क्रमशः F_2, F_3 र F_4 भएमा तलको नतिजा प्राप्त हुन्छ।

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \frac{F_4}{a_4}$$

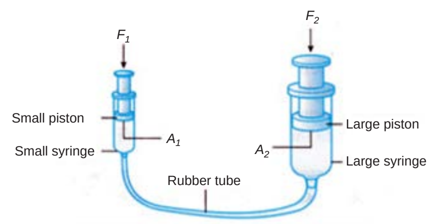
तसर्थ बन्द भाँडामा राखिएको तरलको एक ठाउँमा उत्पन्न चाप सबैतिर समान रूपले प्रसारण हुन्छ।

पास्कलको नियमका उपयोगिता (Applications of Pascal's law)

पास्कलको नियममा आधारित भएर विभिन्न किसिमका हाइड्रोलिक मेसिन जस्तै हाइड्रोलिक ब्रेक (hydraulic brake), हाइड्रोलिक लिफ्ट (hydraulic lift), हाइड्रोलिक प्रेस (hydraulic press) आदि निर्माण गरिन्छन्।

हाइड्रोलिक मेसिन (Hydraulic machine)

क्रियाकलाप 8.3 हाइड्रोलिक मेसिन (Hydraulic machine) को नमुना निर्माण



चित्र 8.11 हाइड्रोलिक मेसिनको नमुना निर्माण

दुईओटा फरक फरक मोटाइ भएका सिरन्ज, स्लाइन पाइप र पानी लिनुहोस् । चित्र 8.11 मा देखाइए जस्तै दुबै सिरिन्जका मुख स्लाइन पाइपले जोड्नुहोस् । एउटा सिरिन्जको पिस्टनलाई बाहिर झिकेर त्यसमा पानी भर्नुहोस् । पानी भर्दा सिरिन्जको ब्यारलमा पिस्टनलाई बाहिरतिर सर्ने खाली ठाउँ राखी आधाभन्दा केही बढी भर्नुपर्छ । सानो पिस्टनको माथि केही तौल राखी अर्कोपट्टिको पिस्टनमा त्योभन्दा केही बढी तौल भएको वस्तु राख्दा के उक्त बढी तौल भएको वस्तु उचालिन्छ ? ठुलो पिस्टन माथि राखिएको तौललाई बढाउँदै जाँदा उक्त तौल सानो पिस्टनमा राखेको तौलले उचाल्न सकिने अधिकतम तौल बराबर पुगेमा दुबै पिस्टन सन्तुलित अवस्थामा रहन्छन् । यस क्रियाकलापमा उक्त तौल कति हुन्छ ? तलको जस्तै तालिका बनाएर तथ्याङ्क सङ्कलन गर्न सकिन्छ ।

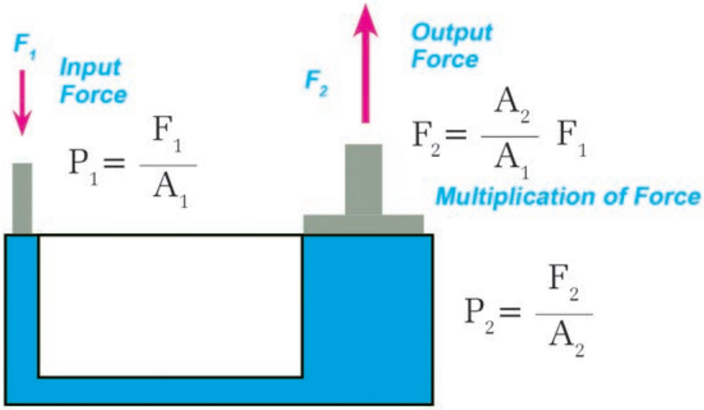
सानो पिस्टनमाथि राखिएको तौल (F_1)	**ठुलो पिस्टनमाथि राखिएको तौल** (F_2)	**नतिजा**
		सानो पिस्टनमा लाग्ने बल ...... गुणा वृद्धि हुन्छ ।

हाइड्रोलिक मेसिन पास्कलको नियममा आधारित बल वृद्धि गर्ने उपकरण हो । चित्र 8.12 मा देखाइएको एक्सकभेटर (excavator) वा ब्याकहो (backhoe) खन्नका लागि प्रयोग हुने भाग हाइड्रोलिक मेसिनको उदाहरण हो । उक्त भागलाई चालमा ल्याउन हाइड्रोलिक सिलिन्डर र पिस्टनको प्रयोग गरिएको छ । यसले जमिनमा खन्दा मेसिनको खन्ने भागसँगैको माथिल्लो भाग जमिनतिर झुक्नुपर्छ र खन्ने भाग जमिनभित्र गाडिनुपर्छ । त्यसका लागि माथिका क्रियाकलाप 8.3 मा जस्तै चित्रमा देखाइएका काला रङका मसिना लचकदार पाइपमा भरिएको तरल पदार्थलाई पिस्टनमार्फत धकेलिन्छ । यसले गर्दा चालकले सानो पिस्टनबाट लगाउने बल वृद्धि भई जमिन खनिन्छ ।

चित्र 8.12

हाइड्रोलिक मेसिनको निर्माण र कार्यविधि (Construction and working mechanism of hydraulic machine)

हाइड्रोलिक मेसिन निर्माणका लागि चित्र 8.13 मा देखाइए जस्तै फरक फरक क्रससेक्सनल क्षेत्रफल (cross-sectional area) भएका कम्तीमा दुईओटा सिलिन्डरलाई एकअर्कासँग जडान गरिएको हुन्छ । ती सिलिन्डरभित्रको तरल नचुहिने गरी प्रत्येकको छेउमा पिस्टन जडान गरिन्छ । चित्रमा देखाइएको हाइड्रोलिक मेसिनको सानो पिस्टन र ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल (cross-sectional area) क्रमशः A_1 र A_2 छ । त्यस्तै सानो पिस्टनमा भित्रतिर लगाइएको बल (F_1) ले गर्दा ठुलो पिस्टनमा बाहिरतिर लाग्ने बल F_2 छ ।



चित्र 8.13 हाइड्रोलिक मेसिनको संरचना र कार्यविधि

हाइड्रोलिक मेसिनमा पास्कलको नियम लागु हुने आधार निर्धारण गरिएको हुन्छ । अर्थात् मेसिनको सानो पिस्टनबाट बल लगाउँदा सिलिन्डरमा भरिएको तरल खाँदिँदैन र उक्त पिस्टनको सतहमा उत्पन्न हुने चाप ($P_1 = \frac{F_1}{A_1}$) सबै दिशामा लम्ब तथा समान रूपले प्रसारित हुन्छ । पास्कलको नियमअनुसार,

सानो पिस्टनको सतहमा उत्पन्न चाप (P_1) = ठुलो पिस्टनको सतहमा उत्पन्न चाप (P_2)

Or $$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = A_2 \left(\frac{F_1}{A_1}\right) \quad \text{...(i)}$$

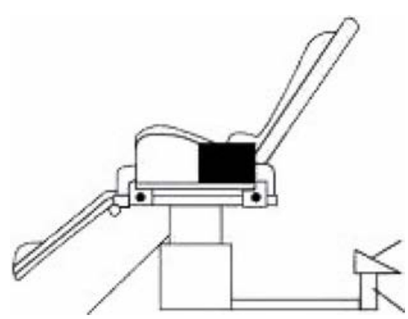
समीकरण (i) बाट ठुलो पिस्टनमा लाग्ने बल (F_2), ठुलो पिस्टन र सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफलको अनुपात ($\frac{A_2}{A_1}$) को F_1 गुणा हुन्छ । उक्त समीकरणको गुणाङ्क

(factor), $\left(\frac{A_2}{A_1}\right)$ मा ठुलो सङ्ख्यालाई सानो सङ्ख्याले भाग गरिएको हुनाले भागफल जहिले पनि 1 भन्दा ठुलो हुन्छ । यसले गर्दा F_2 पनि F_1 भन्दा ठुलो हुन्छ । उदाहरणका लागि यदि ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफलको दुई गुणा छ भने उक्त मेसिनको सानो पिस्टनमा लगाइएको बल ठुलो पिस्टनको सतहसम्म स्थानान्तरण हुँदा दुई गुणा वृद्धि हुन्छ ।

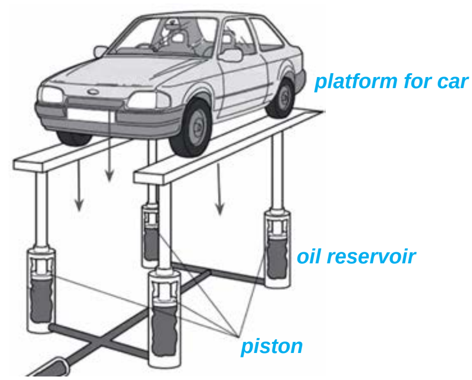
हाइड्रोलिक मेसिनका केही उदाहरण (Some examples of hydraulic machine)

हाइड्रोलिक मेसिन प्रयोजनअनुसार विभिन्न डिजाइन, साइज तथा आकारमा निर्माण गरिएका हुन्छन् । यसका केही उदाहरण तल प्रस्तुत गरिएका छन् :

(अ) हाइड्रोलिक लिफ्ट (hydraulic lift)



चित्र 8.14 पास्कलको नियमका आधारमा निर्माण भएको हाइड्रोलिक लिफ्ट



चित्र 8.15 हाइड्रोलिक कार लिफ्ट

चित्र 8.14 मा दन्त चिकित्सक (dentist) ले उपचारका क्रममा कुर्सीमा रहको बिरामीको उचाइ आवश्यकताअनुसार मिलाउन प्रयोग गरिने हाइड्रोलिक लिफ्ट देखाइएको छ । उक्त कुर्सीको पेडल जडित सानो पिस्टनमा लाग्ने बल वृद्धि भई ठुलो पिस्टनको सतहमा बढी बल लाग्छ र बिरामी माथितिर उचालिन्छ । त्यस्तै चित्र 8.15 मा कार उचाल्न प्रयोग हुने हाइड्रोलिक कार लिफ्ट देखाइएको छ । उक्त लिफ्टको सानो सिलिन्डरमा भएको तेललाई भित्रतिर धकेलिन्छ र अर्कोतिरको ठुलो पिस्टनमा राखिएको कार उचालिन्छ । हाइड्रोलिक लिफ्टलाई भारी वस्तु सहज रूपले उचाल्न प्रयोग गरिन्छ ।

उदाहरण 8.1 एउटा हाइड्रोलिक लिफ्टमा सानो पिस्टन र ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल क्रमश: $0.25\ m^2$ र $5\ m^2$ रहेको छ । उक्त लिफ्टको प्रयोग गरी 1200 kg को कारलाई उचाल्न आवश्यक बल हिसाब गर्नुहोस् ।

समाधान : प्रश्नमा दिइएअनुसार,

सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल $= 0.25\ m^2$

ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल $= 5\ m^2$

ठुलो पिस्टनमा माथितिर बल लगाएर उचालिएको कारको पिण्ड (m) =1200 kg

अर्थात् ठुलो पिस्टनमा माथितिर लाग्ने बल (F_2) = कारको तौल

(W) $= mg = 1200 \times 9.8 = 11760$ N

सानो पिस्टनमा लगाइएको बल (F_1)

पास्कलको नियमअनुसार,

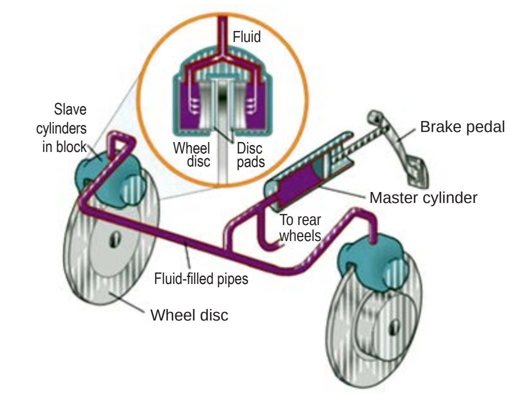
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Or $\quad F_1 = F_2 \times \frac{A_1}{A_2} = 11760 \times \frac{0.25}{5}$

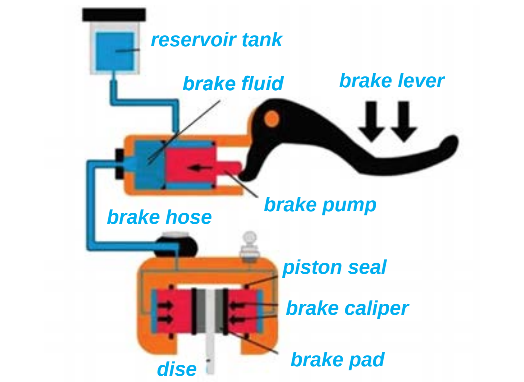
$$F_1 = 588\ N$$

दिइएको लिफ्टको प्रयोग गरी 1200 kg को कारलाई उचाल्न 588 N बल आवश्यक पर्छ ।

(आ) हाइड्रोलिक ब्रेक (hydraulic brake)



a. चार पाङ्ग्रे सवारी साधनमा प्रयोग हुने



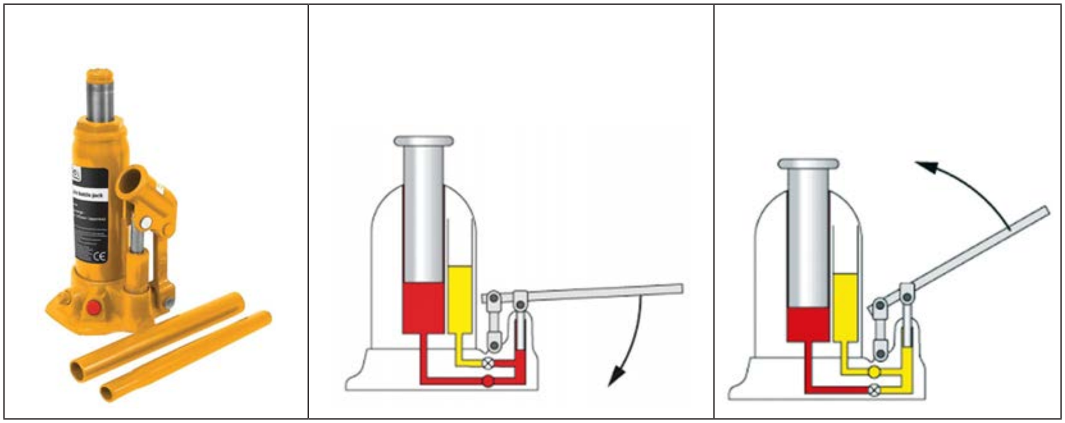
b. दुई पाङ्ग्रे सवारी साधनमा प्रयोग हुने

चित्र 8.16 हाइड्रोलिक ब्रेक प्रणाली

हाइड्रोलिक ब्रेक प्रणालीमा मास्टर सिलिन्डर (master cylinder) र ब्रेक सिलिन्डर (brake cylinder) जोडिएको पाइपमा एक विशेष किसिमको ब्रेक तेल (brake oil) भरिएको हुन्छ । ती दुबै सिलिन्डरमा हावा नछिर्ने (airtight) गरी पिस्टन जडान गरिन्छ । चित्र 8.16a मा देखाइए जस्तै चार पाङ्ग्रे सवारी साधनमा मास्टर सिलिन्डरको पिस्टनलाई चालकको खुट्टा रहने भागमा अवस्थित ब्रेक पेडलसँग लिभर (lever) द्वारा जडान गरिएको हुन्छ । त्यस्तै 8.16b मा देखाइए जस्तै दुई पाङ्ग्रे सवारी साधनमा मास्टर सिलिन्डरको पिस्टनलाई चालकको हात रहने स्थानमा ब्रेक लिभर (lever) सँग जडान गरिएको हुन्छ ।

ब्रेक सिलिन्डर सवारी साधनको पाङ्ग्रामा अवस्थित हुन्छ । ब्रेक सिलिन्डरको पिस्टनलाई ब्रेक सु (brake shoe) वा ब्रेक प्याड (brake pad) सँग जोडिएको हुन्छ । मास्टर सिलिन्डरको सानो पिस्टनमा थोरै बल लगाएर त्यसभित्रको तरल पदार्थमा धकेल्दा उत्पन्न हुने चाप प्रसारण भई ब्रेक सिलिन्डरमा जडान गरिएको ठुलो पिस्टनमा धेरै बल लाग्छ । जसले गर्दा तीव्र गतिमा गुडिरहेको सवारी साधनलाई हाइड्रोलिक ब्रेकको प्रयोगले एक छिनमै रोक्न सकिन्छ ।

(इ) हाइड्रोलिक ज्याक (Hydraulic jack)



चित्र 8.17 हाइड्रोलिक ज्याक

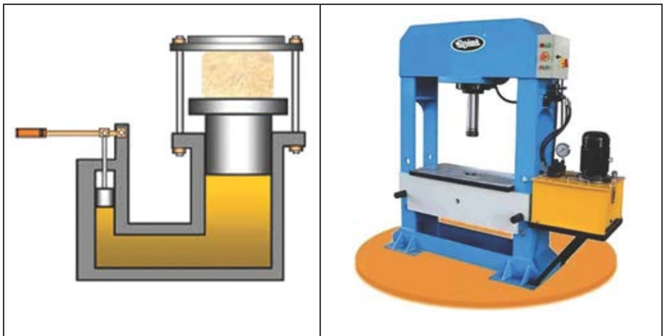
हाइड्रोलिक ज्याकको प्रयोगले ट्रक, बस, कार आदिलाई जमिनबाट केही माथि उचालिन्छ । चित्र 8.17 मा देखाइए जस्तै यसमा सानो क्रससेक्सनल क्षेत्रफल भएको पम्पिङ पिस्टन (pumping piston) र ठुलो क्रससेक्सनल क्षेत्रफल भएको लिफ्टिङ पिस्टन (lifting piston) जडान गरिएको हुन्छ । यी दुबै पिस्टनका बिचमा भरिने तेलको केबल दायाँबाट बायाँ एकतर्फी बहाब (one way flow) का लागि तल्लो भल्भ (bottom valve) राखिएको

हुन्छ । त्यस्तै तेलको भण्डार (oil reservoir) बाट पम्पिङ पिस्टनतिर अर्थात् बायाँबाट दायाँ एकतर्फी रूपमा तेलको बहावका लागि माथिल्लो भल्भ (top valve) राखिएको हुन्छ ।

हाइड्रोलिक ज्याकमा रिलिजिङ भल्भ (releasing valve) लाई कसेर लिभर तल धकेल्दा माथिल्लो भल्ब बन्द हुन्छ र तल्लो भल्भ खुल्छ । यसले गर्दा उक्त ज्याकको पम्पिङ पिस्टनमा लगाएको बल वृद्धि भई लिफ्टिङ पिस्टन माथिको लोड केहीमाथि धकेलिन्छ । त्यसपछि लिभरलाई माथि तान्दा उच्च चापले तल्लो भल्भ बन्द हुन्छ र माथिल्लो भल्भ खुल्छ । यसकारण तेल भण्डारबाट प्रवाह भएको तेल पम्पिङ पिस्टनको सिलिन्डरमा भरिन्छ । यसरी अर्को चरणको पम्पिङमा पुनः लोड केही माथि धकेलिन्छ र पटक पटक लिभरलाई तल धकेल्ने र माथि तान्ने क्रियाले लोडलाई हाइड्रोलिक ज्याकको प्रयोग गरी आवश्यक उचाइसम्म धकेल्न सकिन्छ ।

(ई) हाइड्रोलिक प्रेस (Hydraulic press)

हाइड्रोलिक प्रेसको सानो पिस्टनमा थोरै बल लगाउँदा वृद्धि हुने बलद्वारा विभिन्न वस्तुलाई थिच्न सकिन्छ । चित्र 8.18 a मा थिच्नुपर्ने वस्तुलाई ठुलो पिस्टन र उक्त पिस्टन माथिको कडा आड (rigid support) का बिचमा च्यापिएको छ । हाइड्रोलिक प्रेसको प्रयोगले सवारी साधनका मेकानिकल पार्ट्स फिट गर्ने, धातुका पाता बङ्ग्याउने तथा तिनमा प्वाल पार्ने, धातुका टुक्राटुक्री खाँद्ने, कागज, कपास तथा पराललाई खाँदेर प्याक (pack) गर्ने जस्ता कार्य गरिन्छ ।



a. खाँद्ने प्रेस *b. वर्कसप (workshop) प्रेस*

चित्र 8.18 हाइड्रोलिक प्रेस

उर्ध्वचाप (Upthrust)

क्रियाकलाप 8.2 उर्ध्वचापको अवलोकन

एउटा खाली प्लास्टिक बोतल र बाल्टिनमा पानी लिनुहोस् । बोतलको बिर्कोलाई हावा नछिर्ने गरी कस्नुहोस् । यसलाई पानीले भरिएको बाल्टिनमा राख्नुहोस् । बोतल पानीमा

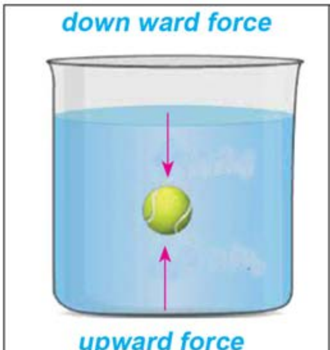
तैरिन्छ । बोतललाई पानीभित्र धकेल्नुहोस् । अवलोकन तथा छलफलबाट तलका प्रश्न समाधान गर्नुहोस् :

(अ) के बोतललाई पानीभित्र धकेल्दा उक्त बोतल माथितिर धकेलिएको अनुभव हुन्छ ?

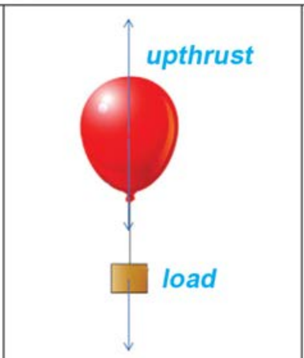
(आ) प्लास्टिक बोतललाई हावामा छोड्दा गुरुत्वबलका कारणले तलतिर खस्छ तर पानीको सतहमा राख्दा किन नडुबेको होला, के पानीमा राख्दा बोतलमा गुरुत्वबल लाग्दैन ?

चित्र 8.19 पानीमा खाली प्लास्टिक बोतललाई डुबाउँदा उक्त बोतलमा माथितिर लाग्ने बल

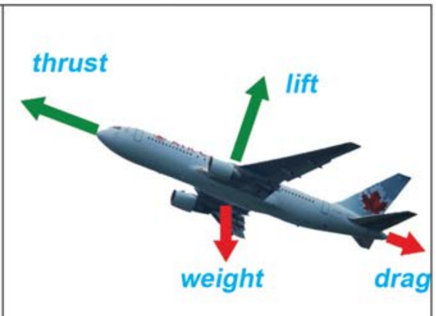
प्लास्टिक बोतललाई पानीभित्र धकेल्दै जाँदा गाह्रो हुनुको अर्थ उक्त बोतलमा पानीले माथितिर धकेलिराखेको छ भन्ने हुन्छ । बोतल पूर्ण रूपले नडुबेसम्म तलतिर गहिराइमा धकेल्दा पानीले माथितिर लगाउने बल बढ्दै जान्छ । बोतललाई छोड्दा यो पुनः पानीको सतहमा फर्किन्छ । वस्तुलाई पानीमा राख्दा पानीले त्यो वस्तुलाई माथितिर धकेल्ने बललाई उर्ध्वचाप (upthrust) भनिन्छ । हावा, पानीलगायतका सबै फ्लुडले उर्ध्वचाप उत्पन्न हुन्छ तर उर्ध्वचापको मात्रा भने फ्लुडको घनत्वअनुसार फरक फरक हुन्छ ।



चित्र 8.20



चित्र 8.21



चित्र 8.22

चित्र 8.20 र चित्र 8.21 मा देखाइए जस्तै कुनै वस्तुलाई हावा वा पानीमा राख्दा गुरुत्वबलले गर्दा हुने तौल र उर्ध्वचाप गरी दुईओटा बल लाग्छन् । यी दुबै बल एकअर्काको विपरीत दिशामा हुने भएकाले उर्ध्वचापले तौलको मात्रालाई घटाउने वा निष्क्रिय गर्ने गर्छ । उदाहरणका लागि माथिको क्रियाकलाप 8.2 मा हावाले प्लास्टिक बोतलमा लगाउने उर्ध्वचाप (U) भन्दा गुरुत्वबल अर्थात् बोतलको तौल (W) बढी हुन्छ । गुरुत्वबलले तलतिर लाग्ने बललाई उर्ध्वचापले निष्क्रिय गर्न सक्दैन र बोतल हावामा डुब्छ वा तलतिर खस्छ । यसको ठिक विपरीत बोतललाई पानीमा जबरजस्ती डुबाउँदा बोतलमा लाग्ने उर्ध्वचाप बोतलको तौलभन्दा बढी हुन्छ । गुरुत्वबललाई उर्ध्वचापले निष्क्रिय गर्छ र पानीभित्र डुबाइएको बोतल बाहिर निस्किन्छ । बोतलको तौल र उर्ध्वचाप बराबर भएपछि बोतल पानीमा तैरिन्छ । तसर्थ कुनै वस्तु ग्यास वा तरल (फ्लुड) मा आंशिक वा पूर्ण रूपले डुब्दा उक्त वस्तुमा माथितिर लाग्ने परिमाणात्मक बल (resultant force) लाई उर्ध्वचाप भनिन्छ । यसको SI एकाइ न्युटन (N) हो ।

विचारणीय प्रश्न

(अ) माथिको क्रियाकलाप 8.2 मा प्रयोग भएको बोतलमा पानी भरेर पुनः बाल्टिनको पानीमा राख्दा के हुन्छ ?

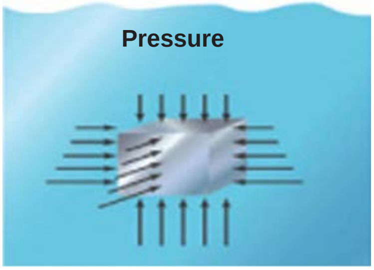
(आ) पानीमा डुबेको बाल्टिनलाई डोरीले पानीबाट बाहिर झिक्ने क्रममा पानीभित्र रहेको अवस्थामा लगाउनुपर्ने बल र पानीबाट बाहिर हावामा आइसकेपछि उक्त बाल्टिनलाई माथि तान्न लगाउनुपर्ने बलमा कस्तो अन्तर पाइन्छ ?

एउटा इनारमा बाल्टिन खसाल्दा सुरुमा केही समय तैरिन्छ तर त्यसमा पानी भरिएपछि पानीसहित त्यसको तौल बढ्छ । उक्त अवस्थामा गुरुत्वबलले बाल्टिनमा तलतिर लाग्ने बललाई पानीको उर्ध्वचापले निष्क्रिय गर्न सक्दैन र बाल्टिन पानीमा डुब्छ । पानीभित्र डुबेको बाल्टिनमा लाग्ने उर्ध्वचापले उक्त बाल्टिनको पानीभित्र हुने तौललाई घटाउँछ । उक्त अवस्थामा बाल्टिनको तौल वास्तविक तौलभन्दा कम हुन्छ । यसले गर्दा पानीभित्र डुबेको बाल्टिनलाई डोरीले माथि तान्दा त्यसको वास्तविक तौलभन्दा कम बल लगाउनुपर्छ । बाल्टिनलाई पानीबाट बाहिर तान्ने क्रममा जब हावामा प्रवेश गर्छ तब त्यसमा हावाले गर्दा लाग्ने उर्ध्वचाप पानीको उर्ध्वचापको तुलनामा नगन्य हुन्छ । उक्त अवस्थामा बाल्टिन तान्न लाग्ने बल बढ्छ । तसर्थ इनारको पानीभित्र हुँदा पानीले भरिएको बाल्टिन तान्न सजिलो हुन्छ ।

सबै अवस्थामा हावाको उर्ध्वचाप नगन्य हुँदैन । प्लास्टिक बोतल, बाल्टिन आदिले हावामा थोरै स्थान ओगट्छ र तिनमा लाग्ने उर्ध्वचाप निकै कम हुन्छ । तर हवाईजहाजमा उर्ध्वचाप बढी लाग्छ ।

उर्ध्वचापको कारण (Cause of upthrust)

चित्र 8.23 मा पानीभित्र डुबेको घनाकार वस्तुको सतहमा पानीको चापले गर्दा लाग्ने बललाई वाण चिह्नद्वारा देखाइएको छ । उक्त घनाकार वस्तुको माथिल्लो र तल्लो सतहमा लाग्ने बलबाहेक अन्य सतहमा लाग्ने बल र तिनको विपरीत सतहमा लाग्ने बल बराबर र विपरीत दिशामा छ । यसले गर्दा दायाँ सतहमा लाग्ने बललाई बायाँ सतहमा लाग्ने बलले र अगाडिको सतहमा लाग्ने बललाई पछाडिको सतहमा लाग्ने बलले रद्द (cancel) गर्छ ।

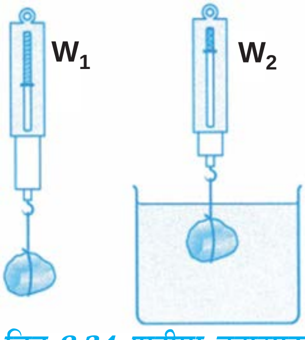


चित्र 8.23 उर्ध्वचापको दिशा

तरलले यसभित्र डुबेका वस्तुमा सबैतिरबाट लम्ब रूपमा चाप दिइरहेको हुन्छ । उक्त चाप वस्तुको गहिराइ बढ्दा बढ्छ । तसर्थ पानीभित्रको घनाकार वस्तुको तल्लो सतह बढी गहिराइमा रहेकाले उक्त सतहमा लाग्ने चापसँगै बल पनि माथिल्लो सतहमा लाग्ने चाप तथा बलभन्दा बढी हुन्छ । यसले गर्दा घनाकार वस्तुको माथिल्लो सतहमा लाग्ने बललाई तल्ला सतहमा लाग्न बलबाट घटाउँदा आउने परिमाणात्मक बल (resultant force) को दिशा माथितिर हुन्छ । यसैलाई उर्ध्वचाप भनिन्छ । उक्त वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचापको दिशा माथितिर हुन्छ ।

क्रियाकलाप 8.3 पानीमा डुबाइएको ढुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचापको हिसाब

एउटा सानो आकारको ढुङ्गा, आधाभन्दा बढी पानी भरिएको बिकर, स्प्रिङ ब्यालेन्स र धागाको टुक्रा लिनुहोस् । चित्र 8.24 मा देखाइए जस्तै ढुङ्गालाई धागाले बाँधेर स्प्रिङ ब्यालेन्समा झुन्ड्याउनुहोस् । उक्त ढुङ्गालाई हावामा जोख्दा हुने तौल र पानीमा डुबाएर जोख्दा हुने तौल मापन गर्नुहोस् । के हावामा हुने तौल र पानीमा हुने तौल बराबर हुन्छ ?



चित्र 8.24 पानीमा डुबाइएको ढुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचाप

कुनै वस्तुलाई तरल पदार्थमा डुबाउँदा उक्त वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचापले तौल घटेको पाइन्छ । हावामा मापन गरिने वस्तुको तौललाई वास्तविक तौल (W_1) र तरल पदार्थभित्र रहेको

वस्तुको मापन गरिने तौललाई अवास्तविक तौल (W_2) भनिन्छ । तसर्थ वस्तुलाई तरल पदार्थमा डुबाउँदा लाग्ने उर्ध्वचापलाई सूत्रका रूपमा निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

उर्ध्वचाप (U) = वास्तविक तौल (W_1) – अवास्तविक तौल (W_2)

उर्ध्वचापलाई असर गर्ने तत्त्वहरू (Factors affecting upthrust)

(अ) तरलको घनत्व (Density of a liquid)

क्रियाकलाप 8.4 विभिन्न माध्यममा हुने ढुङ्गाको तौल अवलोकन

पूर्वानुमान : पानी, ग्लिसिरिन र खानेतेलमध्ये कुन पदार्थमा ढुङ्गालाई जोख्दा सबैभन्दा कम तौल हुन्छ ?

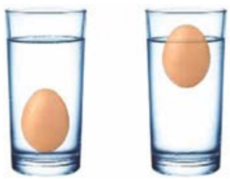
तीनओटा बिकरमा क्रमशः पानी र खानेतेल लिनुहोस् । स्पिङ ब्यालेन्समा ढुङ्गालाई झुन्ड्याएर पालैपालो तीनओटै तरलमा उक्त ढुङ्गाको तौल मापन गर्नुहोस् ।

पानीमा हुने तौल	खाने तेलमा हुने तौल	नतिजा
....	....	....

खानेतेल र पानीको घनत्व क्रमशः 0.90 g/cm^3 र 1 g/cm^3 हुन्छ । माथिको क्रियाकलापमा खानेतेलमा भन्दा पानीमा ढुङ्गाको तौल कम हुन्छ । खानेतेलको भन्दा पानीको घनत्व बढी हुने भएकाले पानीले दिने उर्ध्वचाप पनि तेलको भन्दा बढी हुन्छ । तसर्थ कुनै वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप उक्त वस्तुद्वारा विस्थापित तरल पदार्थको घनत्वसँग समानुपातिक हुन्छ । अर्थात् कुनै वस्तुलाई क्रमशः पहिले कम घनत्व भएको तरल पदार्थ र त्यसपछि बढी घनत्व भएको तरल पदार्थमा डुबाउँदा बढी घनत्व भएको तरल पदार्थले दिने उर्ध्वचाप बढी हुन्छ ।

उर्ध्वचाप (upthrust) $\propto$ तरल पदार्थको घनत्व (density of a liquid)

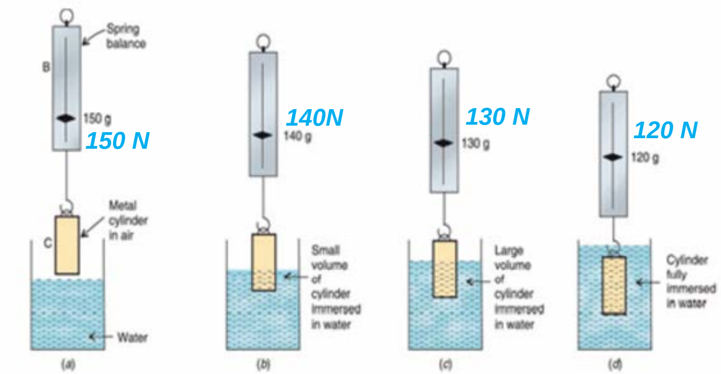
उर्ध्वचाप घनत्वसँग समानुपातिक हुने भएकाले फलामको गोला पानीमा डुब्छ तर उच्च घनत्व भएको पारोमा भने उक्त फलामको गोला तैरिन्छ । त्यस्तै चित्र 8.25 मा देखाइए जस्तै एउटा आधाभन्दा बढी धाराको पानी भरिएको काँचको गिलासमा अन्डा राख्दा डुब्छ तर उक्त पानीमा खाने नुन घोल्दै जाँदा अन्डा तैरिन थाल्छ । नुनपानीको घनत्व धाराको पानीभन्दा बढी हुन्छ । त्यसकारण



चित्र 8.25 धाराको पानी र नुनपानीमा राखिएको अण्डा

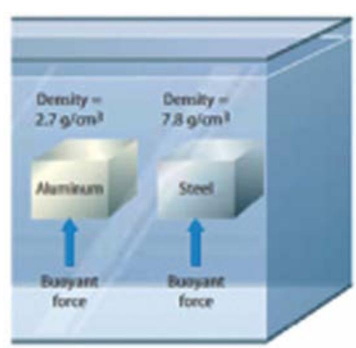
अन्डामा नुनपानीले धाराको पानीको तुलनामा बढी उर्ध्वचाप दिन्छ । यसले गर्दा अन्डा धाराको पानीमा डुब्छ तर नुनपानीमा तैरिन्छ । यही कारणले गर्दा समुद्रको पानीमा पौडी खेल्न सजिलो हुन्छ । त्यस्तै नदीको पानीमा भन्दा समुद्रको पानीमा पानीजहाज कम डुब्छ ।

(आ) विस्थापित तरल पदार्थको आयतन (Volume of the displaced liquid)



चित्र 8.26 : उर्ध्वचाप र विस्थापित तरलको आयतन

माथिको चित्र 8.26 मा एउटा ठोस बेलनाकार वस्तु हावाबाट पानीभित्र डुब्ने क्रममा पूर्ण रूपले नडुबुन्जेलसम्म विभिन्न अवस्थामा हुने त्यसको तौल देखाइएको छ । ठोस वस्तु डुब्ने क्रममा उक्त वस्तुको पानीभित्र डुब्ने आयतन बढ्दै जाँदा स्प्रिङ ब्यालेन्सको रिडिङ घट्दै गएको देखाइएको छ । उक्त ठोस वस्तु जति जतिभित्र डुब्दै जान्छ त्यति नै विस्थापित पानीको आयतन पनि बढ्छ । पानीभित्र पूर्ण रूपले डुबिसकेपछि भने स्प्रिङब्यालेन्सको रिडिङ स्थिर रहन्छ ।



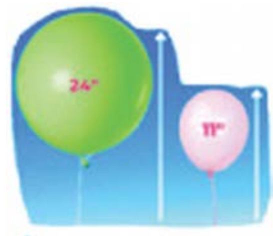
चित्र 8.27 : समान आयतन भएका घनाकार वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप

तरल पदार्थभित्र डुब्ने क्रममा ठोस वस्तुको तरलभित्रको आयतन बढ्दै जाँदा त्यसमा लाग्ने 'उर्ध्वचाप' पनि बढ्दै जान्छ र वस्तु पूर्णतया तरलमा डुबेको अवस्थामा उर्ध्वचाप अधिकतम हुन्छ । वस्तु तरलमा डुबिसकेपछि उक्त वस्तुको गहिराइ बढे पनि उर्ध्वचाप भने स्थिर रहन्छ । उदाहरणका लागि चित्र 8.27 मा देखाइए जस्तै दुईओटा फरक फरक तौल भएका तर बराबर आयतन भएका घनाकार ठोसलाई तरल पदार्थमा पूर्ण रूपले डुबाउँदा तिनमा समान उर्ध्वचाप लाग्छ । तसर्थ कनै वस्तुलाई आंशिक वा पूर्ण रूपले तरल पदार्थमा डुबाउँदा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप विस्थापित तरलको आयतनसँग समानुपातिक

हुन्छ । अर्थात् तरल पदार्थमा डुबेको वस्तुको आयतन बढ्दा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि बढ्छ ।

उर्ध्वचाप ∝ विस्थापित तरल पदार्थको आयतन

हावा नछिर्ने गरी बिर्को लगाइएको ठुलो प्लास्टिकको बोतल र साना प्लास्टिक बोतललाई पानीमा डुबाउन खोज्दा ठुला बोतलले सानोको भन्दा धेरै मात्रामा पानी विस्थापित गर्छ । यसले गर्दा ठुलो प्लास्टिकको बोतलमा बढी उर्ध्वचाप लाग्छ । त्यसैले ठुलो प्लास्टिकको बोतललाई पानीमा डुबाउन सानो बोतलमा भन्दा बढी बल लगाउनुपर्छ । यस्तै असर हिलियम ग्यास भरिएको ठुलो र सानो बेलुनमा पनि लागु हुन्छ । ठुलो बेलुनले सानो बेलुनको भन्दा बढी हावाको आयतनलाई विस्थापित गर्ने भएकाले त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि बढी हुन्छ ।



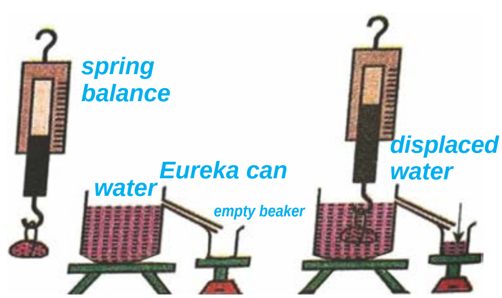
चित्र 8.28 ठुलो र सानो बेलुनमा लाग्ने उर्ध्वचाप

कुनै वस्तुलाई फ्लुड (fluid) मा राख्दा उक्त वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप र विस्थापित हुने फ्लुडको तौलबिचको सम्बन्ध आर्किमिडिजको सिद्धान्तले दिन्छ ।

आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' principle)

क्रियाकलाप 8.5 आर्किमिडिजका सिद्धान्तको प्रमाणीकरण

एउटा स्प्रिङ ब्यालेन्स, युरेका क्यान (विस्थापित पानी सङ्कलन गर्न सकिने बिकर), बिकर, सानो ढुङ्गा र मगमा पानी लिनुहोस् । चित्र 8.29 मा देखाइए जस्तै स्प्रिङ ब्यालेन्समा ढुङ्गालाई झुन्ड्याएर पहिले हावामा र त्यसपछि युरेका क्यानमा भएको पानीमा डुबाएर जोख्नुहोस् । ढुङ्गाको पानीमा हुने तौल जोख्दा विस्थापित हुने पानीको तौल पनि जोख्नुहोस् । यसका लागि पहिल खाली बिकरका ताल जोखेर उक्त तौललाई विस्थापित पानीसहितको बिकरको तौलबाट घटाउनुपर्छ ।

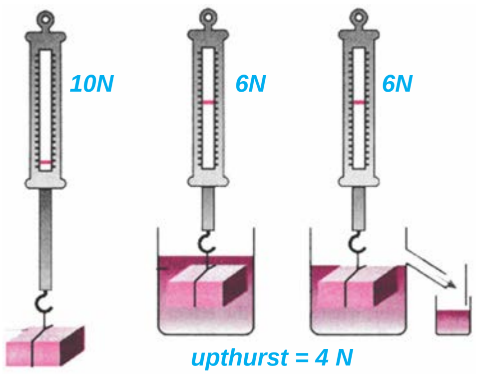


चित्र 8.29: आर्किमिडिजको सिद्धान्तको प्रमाणीकरण

यस क्रियाकलापमा आवश्यक तथ्याङ्कलाई दिइएको जस्तै तालिकामा सङ्कलन गर्न सकिन्छ :

हावामा ढुङ्गाको तौल (W_1)	पानीमा ढुङ्गाको तौल (W_2)	उर्ध्वचाप (U) = W_1-W_2	खाली बिकरको तौल (W_3)	विस्थापित पानी र बिकरको तौल (W_4)	विस्थापित पानीको तौल (W3)	नतिजा
					U = ...	

यस क्रियाकलापमा ढुङ्गालाई पानीमा डुबाउँदा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप र विस्थापित पानीको तौल बराबर हुन्छ । यसले आर्किमिडिजको सिद्धान्तलाई प्रमाणित गर्छ । उदाहरणका लागि चित्र 8.30 मा ठोस वस्तुलाई पानीमा डुबाउँदा लाग्ने 4 N उर्ध्वचाप बराबरको पानी पनि विस्थापित भएको देखाइएको छ ।



चित्र 8.30 उर्ध्वचाप र विस्थापित तरलको तौल

आर्किमिडिज इसापूर्व 287 मा जन्मेका ग्रिक गणितज्ञ हुन् । आर्किमिडिजको सिद्धान्तअनुसार कुनै वस्तुलाई आंशिक वा पूर्ण रूपले तरल पदार्थमा डुबाउँदा लाग्ने उर्ध्वचाप उक्त वस्तुले विस्थापित गर्ने तरलको तौलसँग बराबर हुन्छ । यो सिद्धान्त केवल तरलका लागि मात्र सत्य हुने नभई सबै फ्लुडमा लागु हुन्छ ।

गणितीय रूपमा,

उर्ध्वचाप (U) = विस्थापित तरलको तौल (W)

$$U=mg=V\rho g \text{ किनकि, तरलको घनत्व } (\rho) = \frac{\text{पिण्ड (m)}}{\text{आयतन (V)}}$$

माथिको समीकरणमा 'V' ले विस्थापित तरलको आयतन, 'ρ' ले घनत्व र 'g' ले गुरुत्व प्रवेगलाई जनाउँछन् ।

तरलमा राखेको वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप उक्त वस्तुले विस्थापित गर्ने तरलको आयतनमा निर्भर हुन्छ । त्यस्तै आर्किमिडिजको सिद्धान्तअनुसार वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप विस्थापित तरलको तौल बराबर हुन्छ । तसर्थ कुनै वस्तुलाई तरलमा राख्दा उक्त वस्तुको तौल र त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचापका आधारमा वस्तु तैरिनु (float) वा डुब्नु (sink) पनि विस्थापित तरलमा भर पर्छ ।

तैरिने अवस्था (Floatation)

विचारणीय प्रश्न

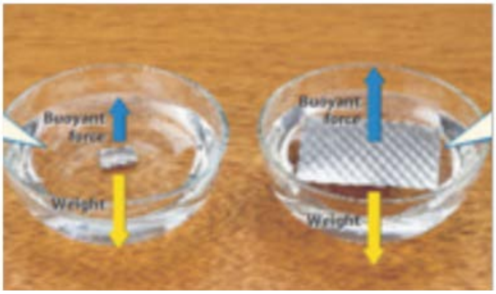
(अ) कस्तो अवस्थामाा वस्तुहरू डुब्छन् वा तैरिन्छन् ?

(आ) पानीभन्दा कम घनत्व भएको तेल पानीको सतहमा तैरिन्छ । के पानीभन्दा बढी घनत्व भएको फलामबाट बनेको वस्तु पनि पानीमा तैरिन सक्छ ?

वस्तुको घनत्व तरल पदार्थको घनत्वभन्दा कम भएमा उक्त वस्तु तरल पदार्थमा तैरिन्छ । केवल पदार्थको घनत्वलाई तरलको घनत्वसँग तुलना गरेर वस्तु तैरिने वा डुब्ने निश्चित हुँदैन । उक्त तथ्यलाई दिइएको क्रियाकलापद्वारा पुष्टि गर्न सकिन्छ :

क्रियाकलाप 8.6 डुब्ने र तैरिने अवस्थाको अवलोकन

दुईओटा समान क्षेत्रफल भएका आल्मिनियम फोइलका टुक्रा र एउटा बिकरमा आधाभन्दा बढी पानी लिनुहोस् । चित्र 8.31 मा देखाइए जस्तै पालैपालो एउटा टुक्रालाई डल्लो र अर्को टुक्रालाई पाताका रूपमा पानीमाथि राख्नुहोस् । कुन तैरिन्छ र कुन डुब्छ, अवलोकन गर्नुहोस् ।



चित्र 8.31 पानीमा राखिएको आल्मिनियम फोइल

यदि आल्मिनियम फोइल (foil) डल्लो पारिएको छ भने यसको सतहको क्षेत्रफल कम हुन्छ । त्यसले विस्थापित गर्ने पानीको आयतन पनि कम हुने भएकाले उर्ध्वचाप पनि कम लाग्छ । उर्ध्वचाप फोइलको तौलभन्दा कम हुँदा पानीमा डुब्छ । यदि आल्मिनियम फोइल (foil) डल्लो नपारी सिधा पाताका रूपमा पानीमा राखिएको छ भने त्यसको सतहको क्षेत्रफलसँगै पानीले लगाउने उर्ध्वचाप पनि बढ्छ । फोइलको तौल र उर्ध्वचाप बराबर भएको अवस्थामा उक्त फोइल तैरिन्छ ।

आल्मोनियम (aluminium) को घनत्व 2700 kg/m^3 हुन्छ । यो पानीको भन्दा 2.7 गुणा बढी हो । यसरी घनत्वका आधारमा आल्मिनियम पानीमा डुब्ने निष्कर्ष निस्किन्छ तर क्रियाकलाप 8.8 को नतिजाअनुसार पाताका रूपमा राखिएको आल्मोनियम फोइल भने पानीमा तैरिन्छ । तसर्थ कुन वस्तु तरलमा तैरिनु वा डुब्नु केवल पदार्थको घनत्वमा मात्र नभई उक्त वस्तुका आकार अर्थात् उक्त वस्तुलाई तरल पदार्थमा राख्दा लाग्ने परिमाणात्मक बलमा पनि निर्भर हुन्छ । तरल पदार्थमा राखिएका वस्तुमा लाग्ने तौल र उर्ध्वचाप ठिक

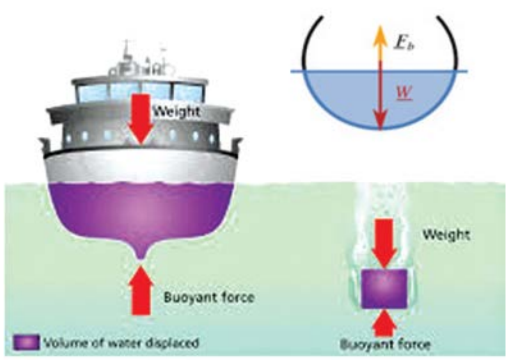
एकअर्काको विपरीत दिशामा लाग्ने बल हुन् । यदि उर्ध्वचापले वस्तुको तौललाई रद्ध (cancel) गर्न सके परिमाणात्मक बल शून्य हुन गई उक्त वस्तु तरलमा तैरिन्छ ।

तरलमा तैरिरहेको वस्तु आंशिक वा पूर्ण रूपले तरलको सतहभित्र हुन सक्छ । आंशिक रूपले तैरिरहेको अवस्थामा तरल पदार्थभित्र डुबेको भागले मात्र तरल पदार्थ विस्थापित गर्छ । कुनै वस्तु तरल पदार्थमा तैरिन उक्त वस्तुको तौल विस्थापित तरल पदार्थको तौलसँग बराबर हुनुपर्छ । अर्थात् वस्तु तरलमा तैरिनका लागि,

वस्तुको तौल = विस्थापित तरल पदार्थको तौल

यो तथ्य हाम्रो दैनिक जीवन तथा हाम्रो वरिपरि तरल तथा हावामा घट्ने विभिन्न घटनामा लागु भएको हुन्छ । यससम्बन्धी केही उदाहरण तल प्रस्तुत गरिएका छन् :

(अ) तरलमा तैरिनु (floatation in liquids)



चित्र 8.32 पानीमा फलामको ढिक्का, कचौरा र फलामको प्रयोगबाट बनेको पानी जहाज

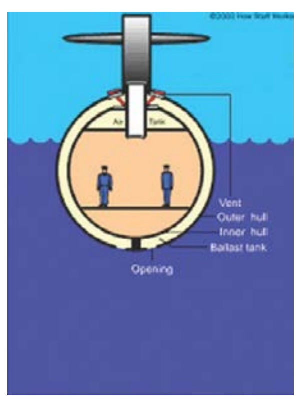
चित्र 8.33 खाली डुङ्गा र यात्रु बोक्दै गरेको डुङ्गा

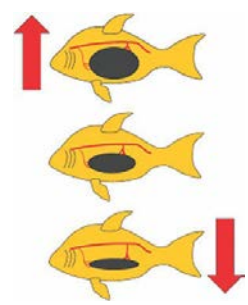
चित्र 8.32 मा देखाइए जस्तै एउटा फलामको ढिक्कालाई पानीमा राख्दा त्यसले आफ्नो तौल बराबरको पानीलाई विस्थापित गर्न सक्दैन र पानीमा डुब्छ । यदि उक्त फलामको ढिक्कालाई कचौराको आकार दिएमा कचौराले आफ्नो तौल बराबरको तौल हुने गरी पानी विस्थापित गर्न सक्छ । त्यस्तै पानीजहाजमा पनि यसको हल (hull) निर्माण गर्दा पर्याप्त चौडा, लामो र गहिरो बनाउनुपर्छ । यसले गर्दा जहाजले आफ्नो तौलसँग बराबर हुने गरी

पानी विस्थापित गर्न सक्छ । उदाहरणका लागि 50,000 टन तौल भएको पानीजहाजलाई डुब्नबाट जोगाउन यसको आकार 50,000 टन तौलको पानी विस्थापित गर्न सक्ने हुनुपर्छ । तसर्थ फलाम पानीमा डुब्छ तर फलामको प्रयोगबाट निर्माण हुने पानीजहाज भने पानीमा तैरिन्छ ।

पानीजहाज जस्तै डुङ्गा तैरिँदा यसको तौलसँग विस्थापित पानीको तौल बराबर हुन्छ । डुङ्गाको तल्लो भाग बिस्तारै पानीमा डुब्दै जाँदा यसले विस्थापित गर्ने पानीको आयतन तथा तौल पनि बढ्छ । आर्किमिडिजको सिद्धान्तअनुसार डुङ्गाले विस्थापित गर्ने पानीको तौल उक्त डुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचापसँग बराबर हुन्छ । चित्र 8.33 मा देखाइए जस्तै जति धेरै मानिस डुङ्गामा चढ्छन्, डुङ्गा पानीमा तल तल डुब्दै जान्छ । डुङ्गाले थप पानीलाई विस्थापित गर्छ । विस्थापित पानीको तौल बढ्दै जाँदा डुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि बढ्छ र उक्त डुङ्गाले थपिएका मानिसले गर्दा बढ्ने तौललाई धान्छ । यदि पानीको तह डुङ्गाको माथिल्लो भागमा पुग्यो भने थप पानी विस्थापित हुन सक्दैन र उर्ध्वचाप पनि बढ्दैन । उक्त अवस्थामा डुङ्गामाथिको तौल बढेमा डुङ्गा डुब्छ । तैरिरहेको डुङ्गाको पिँधमा प्वाल परयो भने डुङ्गा डुब्छ, किन ? यो अवधारणा पनडुब्बी (submarine) मा पनि लागु हुन्छ ।

पनडुब्बी पानीको सतहमा देखिने गरी तथा पानीभित्र तैरिन सक्ने गरी निर्माण गरिएको हुन्छ । यसका ब्लास्ट ट्याङ्की (blast tank) मा पानी भरिँदा तौल बढेर पनडुब्बी गहिराइमा जान्छ र खाँदिएका हावाले ट्याङ्कीबाट पानी बाहिर निकाल्दा तौल घटेर पुनः सतहतिर तैरिन्छ । पनडुब्बी जस्तै माछाले पनि आर्किमिडिजको सिद्धान्तलाई पानीमा तैरिन र डुब्न प्रयोग गर्छन् । माछाको स्विम ब्ल्याडर (swim bladder) अर्थात् हावाका थैली (air sacs) मा हावा भरिँदा शरीरको आयतन बढ्छ र उर्ध्वचाप पनि बढ्छ । माछा पानीको सतहतिर तैरिन्छ । यसको ठिक विपरीत पानीको गहिराइमा जानका लागि माछाले ब्लाडर खाली गर्छन् र शरीरको आयतनसँगै आफ्नो शरीरमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि घटाउँछन् ।





चित्र 8.34

हाइड्रोमिटर तरल पदार्थको सापेक्षिक घनत्व मापन गर्न प्रयोग गरिने उपकरण हो । गह्रौं धातु (heavy metal) राखिएको काँचको फराकिलो बल्बसँगै स्केल निर्धारण गरिएको मसिनो नली जोडिएको हुन्छ । यसको भारी बल्बले विस्थापित गर्ने तरलले गर्दा यसमा आवश्यक उर्ध्वचाप लाग्छ र तरलमा ठाडो भएर तैरिन्छ । घनत्व बढी भएको तरल पदार्थमा उर्ध्वचाप बढी लाग्ने भएकाले हाइड्रोमिटर बढी तैरिन्छ । यसको ठिक विपरीत पदार्थको घनत्व कम भएमा हाइड्रोमिटर बढी डुब्छ । ल्याक्टोमिटर (lactometer) दुधमा पानीको मिसावट परीक्षण गर्न प्रयोग गरिने एक प्रकारको हाइड्रोमिटर हो ।

चित्र 8.35 ल्याक्टोमिटरको प्रयोग

(आ) वायुमण्डलमा तैरिनु (Floatation in atmosphere)

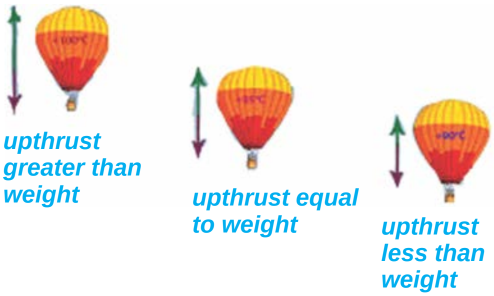
पानीमा जस्तै हावामा पनि उर्ध्वचाप लाग्छ । तर पानीको तुलनामा हावाको घनत्व निकै कम हुने भएकाले कुनै वस्तुमा पानीले दिने उर्ध्वचापभन्दा हावाले दिने उर्ध्वचाप निकै कम हुन्छ ।

चित्र 8.36 हिलियम बेलुन

विचारणीय प्रश्न

हाइड्रोजन भरिएको बेलुन किन हावामा तैरिन्छ ?

तरलमा जस्तै वस्तु ग्यासमा पनि तैरिन सक्छन् । हावाको चापद्वारा उत्पादित उर्ध्वचापका कारण वस्तु हावामा तैरिन्छन् वा उड्छन् । चित्र 8.36 मा हाइड्रोजन ग्यास भरिएका बेलुन हावामा उड्दै गरेको देखाइएको छ । हावा हाइड्रोजनभन्दा बढी घनत्व भएको हुन्छ । हाइड्रोजन भरिएको बेलुनले विस्थापित गर्ने हावाको तौल अर्थात् त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप बेलुनको तौलभन्दा बढी भएमा बेलुन माथितिर उड्छ । उचाइ बढ्दै जाँदा हावाको घनत्व घट्दै जान्छ जसले गर्दा बेलुनमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि घट्छ । निश्चित उचाइमा पुग्दा बेलुनको तौल उर्ध्वचापसँग बराबर हुन्छ । यसले गर्दा बेलुन उड्न छोडेर तैरिन थाल्छ । निश्चित उचाइमा पुगेर बेलुनभित्र र बाहिरको चाप असन्तुलन हुँदा बेलुनको आयतन बढ्दै जान्छ र अन्त्यमा बेलुन फुट्छ ।



चित्र 8.37 हावामा तातो हावा भरिएको बेलुन

हाइड्रोजन बेलुन जस्तै तातो हावा भरिएको बेलुन (hot air balloon) पनि हावामा उड्छ । हट एयर बेलुनभित्रको घनत्व वरपरको हावाको घनत्वभन्दा कम हुन्छ । यस्तो बेलुनले ठुलो मात्रामा हावालाई विस्थापित गर्ने भएकाले बेलुनमा लाग्ने उर्ध्वचाप यसको तौलभन्दा बढी हुन्छ । यसले गर्दा बेलुन हावामा माथितिर उड्छ । बेलुन उच्च उचाइमा पुग्दा विस्थापित हावाको तौल अर्थात् उर्ध्वचापले बेलुनको तौललाई सन्तुलन गर्छ । त्यसपछि बेलुन हावामा तैरिन्छ ।

तातो हावा भरिएको बेलुन हावामा उडेर माथि जाने वा तलतिर डुब्ने अवस्थालाई यसमा हुने बर्नरद्वार भित्रको हावाको तापक्रम परिवर्तन गरेर नियन्त्रण गरिन्छ । बर्नरको ज्वालाले बेलुनमा हावा तताउँदा हावाको घनत्व घट्छ । जसले गर्दा बेलुन माथितिर उड्छ । यसको विपरीत बर्नर बन्द हुँदा बेलुनमा हावा चिसो हुन्छ र यसको घनत्व बढ्छ । बेलुनमा हावा पर्याप्त चिसो हुँदा बेलुनको तौल यसमा लाग्ने उर्ध्वचापभन्दा बढी हुन्छ र बेलुन हावामा तलतिर डुब्छ अर्थात् जमिनमा ओर्लिन्छ ।

परियोजना कार्य

स्थानीय रूपमा उपलब्ध प्लाइउड, कार्डबोर्ड, सिरिन्ज, सलाइन, पाइप आदिको प्रयोग गरेर चित्रमा देखाइए जस्तै पास्कलको नियममा आधारित उपकरण, जस्तै : हाइड्रोलिक पुल, हाइड्रोलिक लिफ्ट, हाइड्रोलिक ढोका, डोजर आदिका नमुना तयार पार्नुहोस् र कक्षामा प्रदर्शन गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) ल्याक्टोमिटर कुन नियम/सिद्धान्तमा आधारित हुन्छ ?

(अ) पास्कलको नियम (आ) आर्किमिडिजको सिद्धान्त

(इ) गुरुत्वाकर्षणको नियम (ई) न्युटनको नियम

(ख) हाइड्रोजन बेलुन हावामा माथितिर जाने अवस्था कुन हो ?

(अ) बेलुनको तौल = विस्थापित हावाको तौल

(आ) बेलुनको तौल > विस्थापित हावाको तौल

(इ) बेलुनको तौल = विस्थापित हावाको आयतन

(ई) बेलुनको तौल < विस्थापित हावाको तौल

(ग) हाइड्रोलिक मेसिनमा सानो पिस्टनभन्दा ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल दुई गुणा छ भने उक्त मेसिनलाई सन्तुलित अवस्थामा राख्न सानो पिस्टनमा राखिएको तौल (W_1) र ठुलो पिस्टनमा राखिएको तौल (W_2) को सही समूह कुन हो ?

(अ) $W_1 = 4$ N, $W_2 = 2$ N

(आ) $W_1 = 5$ N, $W_2 = 10$ N

(इ) $W_1 = 2$ N, $W_2 = 1$ N

(ई) $W_1 = 3$ N, $W_2 = 1.5$ N

(घ) कुनै एउटा वस्तुलाई स्प्रिङ ब्यालेन्सले हावा, पानी र ग्लिसिरिनमा जोख्दा हुने तौल क्रमशः $W_1, W_2,$ र W_3 छ । बढ्दो तौलका आधारमा सही क्रम कुन हो ?

(अ) $W_1 < W_2 < W_3$ (आ) $W_2 < W_1 < W_3$

(इ) $W_3 < W_1 < W_2$ (ई) $W_3 < W_2 < W_1$

(ङ) पानीजहाज समुद्रबाट नदीको पानीमा प्रवेश गर्दा पहिलेको भन्दा बढी डुबेको पाइयो । यसको कारण कुन हो ?

(अ) समुद्रको पानीको तापक्रम नदीको पानीको भन्दा बढी हुन्छ ।

(आ) समुद्रको पानीको घनत्व नदीको पानीको भन्दा बढी हुन्छ ।

(इ) समुद्रको पानीको तापक्रम नदीको पानीको भन्दा कम हुन्छ ।

(ई) समुद्रको पानीको घनत्व नदीको पानीको भन्दा कम हुन्छ ।

(च) चित्रमा देखाइएको हातले पानीभित्र धकेल्दै गरेको कर्कका लागि तलका मध्ये कुन सही हुन्छ ?

(अ) बलको पानीमुनिको सबै भागमा समान चाप लाग्छ ।

(आ) बललाई जति पानीको सतहबाट भित्र धकेल्यो त्यति न उर्ध्वचाप बढ्छ ।

(इ) बलमा लाग्ने पानीको चाप केवल माथितिर लाग्छ ।

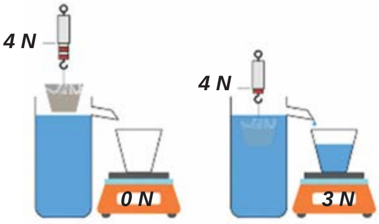
(ई) बल पानीको सतहभित्र पूर्ण रूपले नडुबुन्जेलसम्म यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप बढ्छ ।

(छ) दुईओटा फरक फरक पदार्थबाट बनेको घनाकार बक्सलाई पानीमा राख्दा तिनमा समान उर्ध्वचाप लाग्छ भने ती दुबैमा तलका मध्ये कुन परिमाण बराबर हुन्छ ?

(अ) घनत्व (आ) तौल

(इ) आयतन (ई) पिण्ड

(ज) चित्रमा देखाइएको कर्कलाई तरलमा राख्दा लाग्ने उर्ध्वचाप कति हुन्छ ?



(अ) 3 N (आ) 4 N

(इ) 5 N (ई) 1 N

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) चाप र उर्ध्वचाप

(ख) पानीमा स्टिलको पिन डुब्ने क्रिया र पानीमा स्टिलको प्लेट तैरिने क्रिया

(ग) हावामा तातो हावा भरिएको बेलुन डुब्ने क्रिया र हावामा तातो हावा भरिएको बेलुन उड्ने क्रिया

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) हाइड्रोलिक ब्रेकमा एक विशेष किसिमको तेलको प्रयोग गरिन्छ ।

(ख) काठको कर्कलाई औँलाले बल प्रयोग गरेर पानीको सतहमुनि डुबाएर छोड्दा उक्त कर्क तुरुन्तै सतहमा तैरिन्छ ।

(ग) पानीमा तैरिदा हाम्रो जिउ हलुको भएको अनुभव हुन्छ ।

(घ) बाल्टिनमा डुबिरहेको पानीले भरिएको मगलाई पानीभित्रबाट माथि उठाउँदा हलुको हुन्छ तर पानीबाट बाहिर निकाल्नेबित्तिकै मग भारी भएको महसुस हुन्छ ।

(ङ) मृत सागर (dead sea) को पानीको घनत्व 1240 kg/m^3 छ । स्विमिङ पुल (swimming pool) मा भन्दा मृत सागरको पानीमा तैरिन निकै सजिलो हुन्छ ।

(च) डुङ्गामा तैरिन सक्ने अधिकतम यात्रु सङ्ख्याभन्दा बढी यात्रु राख्दा उक्त डुङ्गा डुब्ने सम्भावना हुन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) पास्कलको नियम लेख्नुहोस् ।

(ख) दैनिक जीवनमा पास्कलको नियमका दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(ग) हाइड्रोलिक मेसिन भनेको के हो ?

(घ) आर्किमिडिजको सिद्धान्त लेख्नुहोस् ।

(ङ) उर्ध्वचाप भनेको के हो ?

(च) तैरिरहेको वस्तुमा लाग्ने बल दिशासहित उल्लेख गर्नुहोस् ।

(छ) फ्लटेसनको नियम लेख्नुहोस् ।

(ज) आर्किमिडिजको सिद्धान्तका कुनै दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(झ) उपलब्ध सामग्रीको प्रयोग गरेर तरल तथा ग्यासमा लाग्ने उर्ध्वचाप प्रदर्शन गर्ने एक एकओटा विधि उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ञ) वस्तुलाई तरलमा राख्दा उर्ध्वचाप लाग्नुको कारण चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ट) एउटा ढुङ्गा पानीमा खसाल्दा डुब्छ । के उक्त ढुङ्गामा उर्ध्वचाप नलागेर डुबेको हो, तर्कसहित लेख्नुहोस् ।

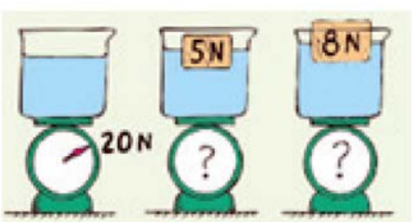
(ठ) एक जना मानिसले हाइड्रोलिक मेसिनको ठुलो पिस्टनबाट बल लगाएर सानो पिस्टनमा रहेको 500 N तौल उचाल्न खोज्दै छन् । ती मानिसका गल्ती सच्याएर उक्त मेसिनको प्रयोगले सहज रूपमा तौल उचाल्ने विधिबारे कसरी जानकारी गराउन सकिन्छ, हाइड्रोलिक मेसिनमा बल वृद्धि हुने क्रियाका आधारमा चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ड) तरलको घनत्वभन्दा बढी घनत्व भएका पदार्थ उक्त तरलमा डुब्छन् । के यो भनाइ पूर्ण रूपले सत्य हुन्छ, उदाहरणसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।

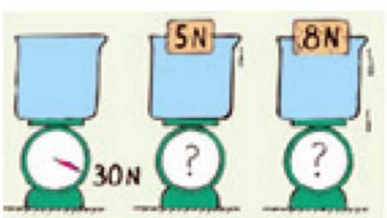
(ढ) दुईओटा एकनासे बेलुनमध्ये एउटामा हावा र अर्कोमा हाइड्रोजन राखेर समान रूपले भरिएको छ । ती दुबै बेलुनलाई हावामा छोड्दा के भिन्नता देखिन्छ, कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ण) एउटा वस्तु पानीको सतहको ठिकमुनि रहेर तैरिरहेको छ । यदि पानीमा नुन घुलाउँदै गयो भने उक्त वस्तुको अवस्थामा कस्तो परिवर्तन आउँछ, कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(त) चित्र (अ) र (आ) मा देखाइएका तौल नाप्ने काँटाको सुईले देखाउने अङ्क कति कति हुन्छन्, कारणसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।



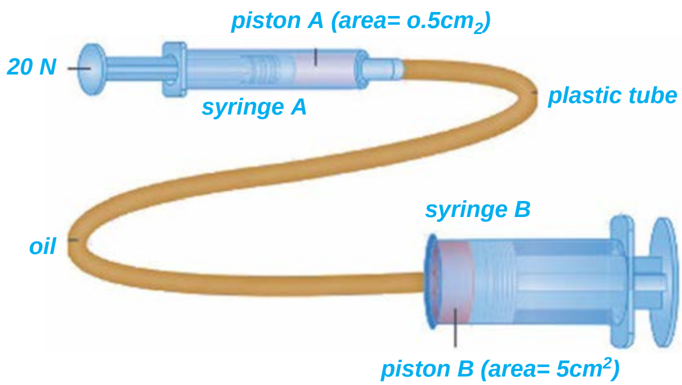
(अ)



(आ)

(थ) एक जना मानिसले ल्याक्टोमिटरलाई दुधमा राख्दा त्यसको मसिनो डन्डी (narrow stem) को भाग पूरै दुधभित्र डुब्यो । यसबाट के निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ ?

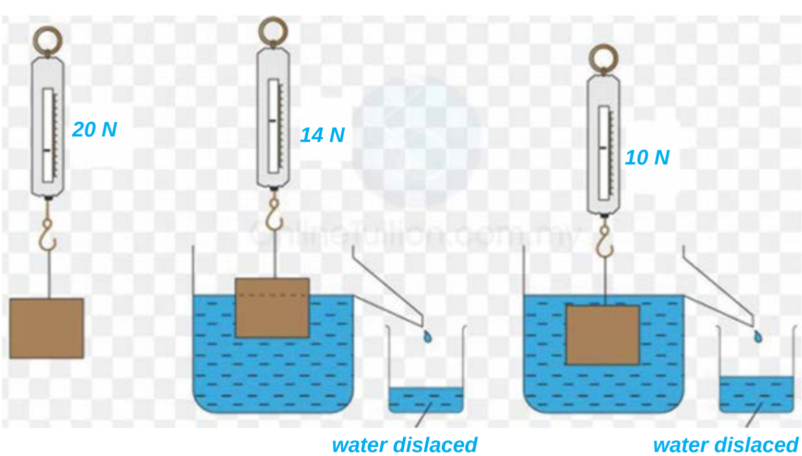
5. गणितीय समस्या समाधान गर्नुहोस् :



(क) चित्रमा देखाइएको सिरिन्जबाट निर्मित हाइड्रोलिक मेसिनको नमुनामा सिरिन्ज A बाट लगाइएको बललाई सन्तुलन गर्न सिरिन्ज B मा कति बल लगाउनुपर्छ ?

(ख) एउटा हाइड्रोलिक लिफ्टको भित्र रहेको तरलमा 30,000 Pa चाप उत्पन्न गराइएको छ । यदि तौल उचाल्न प्रयोग गरिने पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल 0.1 m^2 भए, उक्त लिफ्टले कति तौल उचाल्न सक्छ ?

(ग) चित्रमा देखाइएका b र c अवस्थामा वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप हिसाब गर्नुहोस् । ती दुई अवस्थामा उर्ध्वचापमा भिन्नता आउनुको कारण उल्लेख गर्नुहोस् ।

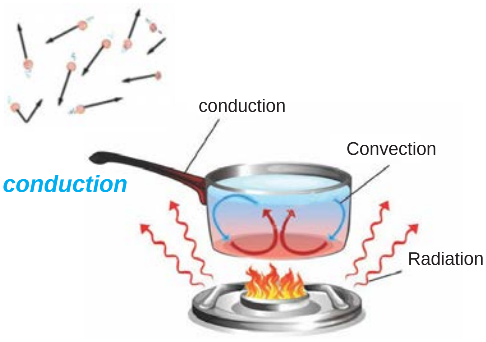


a b c

9

ताप
(Heat)

चित्रमा लेखिएका सावधानीसँग सम्बन्धित वैज्ञानिक कारणबारे छलफल गर्नुहोस् :



उम्लिरहेको पानीमाथि हात राख्नुहुँदैन ।

चिसो मौसममा उम्लँदै गरेको पानी बाक्लो काँचको गिलासमा खन्याउनुहुँदैन ।

डिप फ्रिजरमा पानी भरी काँचको बोतल राख्नुहुँदैन ।

पाक्दै गरेको खानालाई ढाकेको स्टिलको प्लेट नाङ्गो हातले झिक्नुहुँदैन ।

चित्र 9.1 दैनिक जीवनमा अपनाउनु पर्ने केही सावधानी

चित्र 9.1 मा पानीको बाफमा हुने अणुहरूको तीव्र चाललाई लामो वाण चिह्नले प्रदर्शन गरिएको छ । तीव्र चालका कारण अणुहरूको गति शक्ति पनि बढी हुन्छ । हाम्रो शरीरको छाला बाफको सम्पर्कमा आउँदा त्यसका अणुहरूले सजिलै छालालाई छेड्छन् र छालाको भित्री भागसम्म जल्न गई दुखाइ बढी हुन्छ ।

बाक्लो काँचको गिलासमा एक्कासि उम्लेको पानी खन्याउँदा यसको भित्री भागबाट ताप बाहिर सर्न नपाउँदै गिलासको भित्री भागको आयतन बढ्छ र बाहिरी भागमा चाप सिर्जना गर्छ अनि गिलास नै चर्किन्छ ।

भरी पानी भएको काँचको बोतललाई रेफ्रिजरेटरको डिप फ्रिजमा राख्दा पानी बरफ बनेर आयतन वृद्धि भई बोतल चर्किन्छ । त्यस्तै विभिन्न वस्तुलाई तताउँदा सबैमा एकनासले तापक्रम बढ्दैन । स्टिलको गिलास र काँचको गिलासमा उम्लिरहेको पानी राख्दा स्टिलको तापक्रम एकैछिनमा बढ्छ र हातले समात्दा पोल्छ ।

थर्मल शक्ति, ताप र तापक्रम (Thermal energy, heat and temperature)

क्रियाकलाप 9.1

(क) तीनओटा विकर सङ्कलन गर्नुहोस् । तिनीहरूमा उम्लिरहेको पानी, धाराको पानी र रेफ्रिजेरेटर (refrigerator) बाट निकालिएको चिसोपानी छुट्टाछुट्टै राख्नुहोस् । प्रत्येकमा समान मात्रामा खाद्य रङ (food colour) वा अबिर राख्नुहोस् र रङ मिसिँदै गरेको अवस्था अवलोकन गर्नुहोस् । यदि रङका कणहरूको चाललाई पानीका अणुको चाल समान मान्ने हो भने कुनमा अणुको चाल सबैभन्दा तीव्र हुन्छ ? किन होला ?

(ख) तीनओटा विकर सङ्कलन गर्नुहोस् । तिनीहरूमा मनतातो पानी, धाराको पानी र रेफ्रिजेरेटर (refrigerator) बाट निकालिएको चिसोपानी छुटटाछुट्टै राख्नुहोस् । एक हातका औँला मनतातो पानीमा र अर्को हातका औँला चिसोपानीमा डुबाउनुहोस् । एक मिनेटपछि दुवै औँला धाराको पानी भरिएको बिकरमा राख्नुहोस् । तपाईंको अवलोकनसम्बन्धी छलफल गर्नुहोस् ।

पदार्थमा थुप्रै परमाणु वा अणु रहेका हुन्छन् । यी सधैँ चाल अवस्थामा रहेका हुन्छन् । मनतातो पानीमा भएका अणुको गति शक्ति चिसोपानीमा भएका अणुको गति शक्तिभन्दा बढी हुन्छ । तातोपानीमा हुने अणुको गति मनतातो पानीको भन्दा झनै बढी हुन्छ । अणुको गति शक्तिको योग थर्मल शक्ति हो । तातोपानी, धाराको पानी तथा चिसोपानीको पिण्ड समान भएको अवस्थामा तातोपानीमा हुने थर्मल शक्ति सबैभन्दा बढी हुन्छ र चिसोपानीमा सबैभन्दा कम हुन्छ ।

> निरपेक्ष शून्य तापक्रम (absolute zero temperature) : यो एक सैद्धान्तिक रूपमा मानिएको शून्य थर्मल शक्तिको अवस्था हो । यसको तापक्रम 0 K अर्थात् -273.15 °C हुन्छ ।

पानी उमाल्दा बाहिरबाट दिइने शक्तिले यसमा भएका अणुको गति शक्ति बढ्छ । कुनै पनि बेला पदार्थका सबै परमाणु वा अणुको गति शक्ति बराबर हुँदैन । त्यसैले तिनीहरूको औसत गति शक्ति महत्त्वपूर्ण हुन्छ । पदार्थका परमाणु वा अणुको औसत गति शक्तिले उक्त पदार्थको तापक्रम निर्धारण गर्छ । वास्तवमा तापक्रम वस्तुमा भएका अणुमा भएको औसत गति शक्तिको सूचकाङ्क हो । तापक्रमको एस.आई. एकाइ (SI unit) केल्भिन (K) हो । यसलाई थर्मोमिटरको प्रयोग गरी मापन गरिन्छ ।

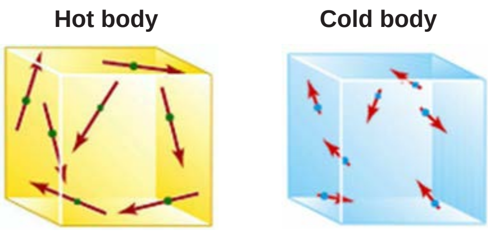
एउटा ताप्केमा उम्लिरहेको पानीको तापक्रम 100 °C र बाल्टिनमा राखिएको मन तातोपानीको तापक्रम 30 °C भन्नाले ताप्केमा उम्लिरहेको पानीका अणुको औसत गति शक्ति बाल्टिनमा राखिएको मनतातो पानीका अणुको औसत गति शक्तिभन्दा निकै बढी छ भन्ने जनाउँछ । तर ताप्केको पानीमा भएका अणुको सङ्ख्या बाल्टिनमा भएको मन तातोपानीका अणुभन्दा निकै कम हुन्छ । त्यसैले अणुको गतिशक्तिको औसत ताप्केको पानीका लागि बढी भए तापनि यी दुबैमध्ये अणुको गति शक्तिको योग भने मनतातो पानीमा बढी हुन्छ किनकि यसमा अणुको सङ्ख्या ताप्केमा भएका अणुको सङ्ख्याभन्दा निकै धेरै हुन्छ । तसर्थ ताप्केमा उम्लिरहेको पानीको भन्दा बाल्टिनमा भएको मनतातो पानीमा थर्मल शक्ति बढी हुन्छ । पदार्थको थर्मल शक्ति यसको पिण्ड र अणुको औसत गति (तापक्रम) मा निर्भर गर्छ ।

ताप्केमा उम्लिरहेको तातोपानी र बाल्टिनको मनतातो पानीलाई मिसाउँदा थर्मल शक्ति तातोपानीबाट मन तातोपानीमा सर्छ । यसरी तापक्रमको भिन्नताले एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा प्रसारण हुने थर्मल शक्तिको परिमाणलाई ताप (heat) भनिन्छ । अन्य शक्तिको जस्तै तापको एस आई एकाइ पनि जुल (J) हो । यसलाई क्यालोरिमिटर (Calorimeter) को प्रयोग गरी मापन गरिन्छ ।

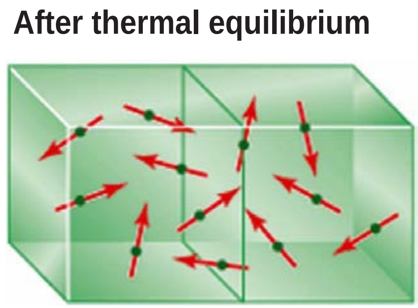
ताप कुनै वस्तुमा सञ्चित हुँदैन । यो एक वस्तुबाट अर्को वस्तुमा सर्ने थर्मल शक्तिको परिमाण मात्र हो । ताप प्रसारण हुँदा एउटा वस्तुको थर्मल शक्ति घट्छ र अर्को वस्तुको थर्मल शक्ति बढ्छ । त्यसैले ताप प्रसारण हुँदा एउटा वस्तुको तापक्रम घट्छ भने अर्काको बढ्छ ।

ताप सञ्चालन, संवाहन र विकिरण विधिद्वारा प्रसारण हुन्छ । हामीले कुनै वस्तुलाई समात्दा ताप शरीरमा प्रवेश गरेमा तातो अनुभव हुन्छ र ताप शरीरबाट बाहिरिएमा चिसो अनुभव हुन्छ । ताप बढी तापक्रम भएका वस्तुबाट कम तापक्रम भएका वस्तुमा तबसम्म प्रसारण हुन्छ जबसम्म दुबैमा समान तापक्रम हुँदैन ।

चित्र : 9.2 तातो वस्तुमा परमाणु/अणुको औसत गति तथा तिनमा हुने गति शक्ति चिसो वस्तुमा हुनेभन्दा बढी हुन्छ ।



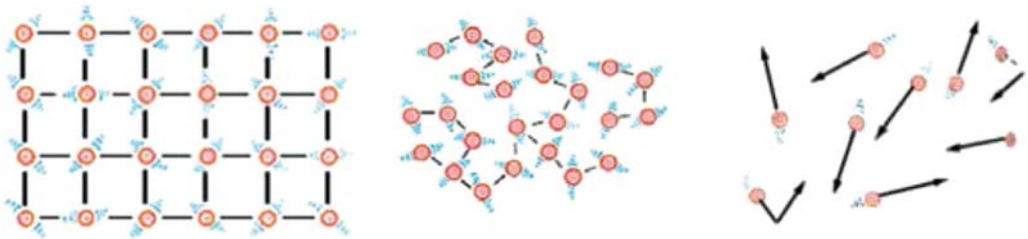
चित्र : 9.2 तातो वस्तुमा परमाणु/अणुको औसत गति तथा तिनमा हुने गति शक्ति चिसो वस्तुमा हुनेभन्दा बढी हुन्छ ।



चित्र: 9.3 तापक्रम सन्तुलन नहुँदासम्म ताप तातो वस्तुबाट चिसो वस्तुमा सर्छ ।

तापले आयतनमा पार्ने असर (Effect of heat on volume)

तलका चित्रमा ठोस, तरल र ग्यास पदार्थमा तुलनात्मक रूपले तिनका परमाणु/अणुबिचको दुरी फरक फरक हुने तथ्यलाई प्रदर्शन गरिएको छ ।



चित्र 9.4 ठोस, तरल र ग्यासमा परमाणु/अणुको अवस्था

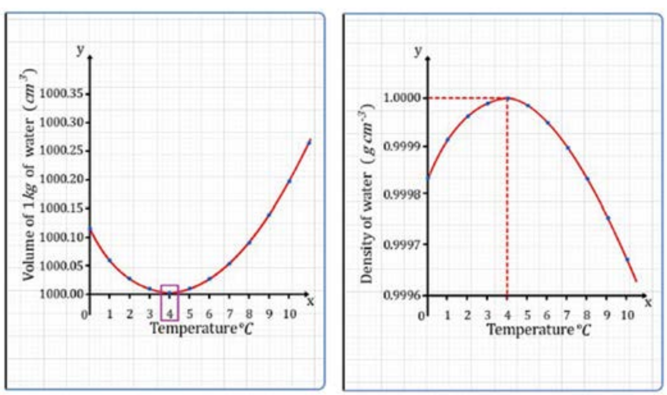
ठोस पदार्थका अणुहरू उनीहरूबिचको आकर्षण बलका कारण निश्चित क्रममा बाँधिएर रहेका हुन्छन् । तर पनि तिनीहरू स्थिर नभई निरन्तर कम्पनमा हुन्छन् । कुनै ठोस पदार्थलाई तताउँदा यसमा भएका परमाणु/अणुले थप शक्ति प्राप्त गर्छन् र तिनीहरूको कम्पन बढ्छ । ताप निरन्तर दिँदा परमाणु/अणुहरू द्रुत रूपमा कम्पन हुन्छन् । यसले गर्दा तिनीहरूबिचको आकर्षण बल कमजोर हुन्छ र एकअर्काबाट टाढा जान्छन्, अर्थात् आयतन बढछ । यसको ठिक विपरीत वस्तुको थर्मल शक्ति बाहिर जाँदा अणुको औसत गति शक्ति घट्ने भएकाले तापक्रम घट्छ र वस्तु खुम्चिन्छ । यसरी अधिकांश पदार्थ तापक्रम वृद्धि हुँदा फुक्छन् (आयतन बढ्छ) र तापक्रम घट्दा खुम्चिन्छन् (आयतन घट्छ) ।

क्रियाकलाप 9.2

एउटा फलामको झुन्ड्याउन मिल्ने डल्लो र सोही साइजको डल्लो ठिक्कले छिर्ने रिङ लिनुहोस् । फलामको डल्लालाई केही समय तताउनुहोस् र रिङबाट छिराउने कोसिस गर्नुहोस् । केही समयपछि डल्लो सेलाउन दिनुहोस् र पुनः डल्लालाई छिराउने प्रयास गर्नुहोस् । थर्मल शक्ति वा तापको परिभाषाका आधारमा तपाईंको अवलोकन र त्यसको कारणबारे छलफल गरी निष्कर्ष लेख्नुहोस् ।

अवलोकन	अवलोकन	व्याख्या	
	रिङबाट छिराउन खोज्दा	डल्लामा भएका अणुको गति शक्ति	डल्लामा भएका अणुबिचको दुरी
फलामको डल्लो तताउँदा	....	बढ्छ/घट्छ	बढ्छ/घट्छ ....
फलामको डल्लो सेलाउँदा	....	....	....

पानीको असाधारण प्रसार (Anomalous expansion of water)



चित्र 9.4 पानीको आयतन र घनत्व तथा घनत्व र तापक्रमबिचको सम्बन्ध

अधिकांश पदार्थलाई तताउँदा तिनीहरूको आयतन बढ्छ । तर पानीले भने केही फरक प्रकृति देखाउँछ । साधारणतया पानीलाई तताउँदा यसको आयतन बढ्ने भए तापनि 0°C देखि 4°C सम्म तताउँदा यसको आयतन बढ्नुको सट्टा घट्छ । पानीलाई चिस्याउँदा पनि 4°C सम्म आयतन घट्छ भने 4°C बाट 0°C सम्म चिस्याउँदा यसको आयतन बढ्छ ।

त्यसैले 4°C मा पानीको आयतन न्यूनतम र घनत्व अधिकतम हुन्छ । पानीको यो अनौठो गुणलाई असाधारण प्रसार (Anomalous expansion) भनिन्छ ।

चित्र 9.4 को ग्राफले पानीको आयतन र घनत्वबिचको सम्बन्ध देखाउँछन् । 4°C तापक्रमको पानीलाई तताए वा चिसो पारे पनि यसको आयतन बढ्छ र घनत्व घट्छ ।

पानीको असाधारण प्रसारका असरहरू (Effects of anomalous expansion of water)

चित्र 9.5 बरफमुनि जीवित जलीय जीव

धेरै चिसो हुने स्थानमा जाडोयाममा वातावरणको तापक्रम 0°C भन्दा तल झर्छ । वातावरणसँगै पानीको तापक्रम पनि घट्दै जादा 4°C हुनेबित्तिकै यसको घनत्व अधिकतम हुने भएकाले गह्रौं हुन्छ र पिँधमा जान्छ । त्यसको माथि क्रमशः 3°C, 2°C, 1°C र 0°C का तह रहेका हुन्छन् । सतहको पानी 0°C मा परिणत हुँदा बरफ बन्छ र पानीको सतहमा तैरिन्छ । तसर्थ माछा र अन्य जलीय प्राणीहरू बरफमुनिको पानीमा जीवित रहन सक्छन् ।

हिउँदयाममा वा धेरै चिसो हुने स्थानमा वातावरणको तापक्रम 4°C बाट क्रमशः घट्दै जाँदा पाइपभित्रको पानीको आयतन बढ्दै जान्छ र यसले पाइपलाई दबाब दिन्छ । पानी जमेर बरफ बन्दा चाप अत्यधिक भई पाइप फुट्न सक्छ । पानी भरिएको बोतललाई रेफ्रिजेरेटरको डिप फ्रिजमा राख्दा फुट्नुको कारण पनि यही हो ।

विशिष्ट तापधारण क्षमता (Specific heat capacity)

तल चित्रमा देखाइएका सामग्री वा पदार्थका समूहहरू अवलोकन गर्नुहोस् :

चित्र 9.6 स्टिल प्लेट र सेरामिक्स प्लेट

चित्र 9.7 काठको कुर्ची र प्लास्टिक कुर्ची

चित्र 9.8 बालुवा र माटो

चित्र 9.9 स्टिलको गिलास र काँचको गिलास

माथिका सामग्री वा पदार्थमा १५-२० मिनेट जति दिउँसोको घाममा राख्दा के सबै एकनासले तात्छन् ? कुन कुन समूहमा तापको असर कस्तो हुन्छ, छलफल गर्नुहोस् ।

फरक फरक बनावट भएका तथा एउटै पदार्थले बनेका वस्तुहरू भए तापनि अवस्थाअनुसार ताप शोषण दर र मात्रा फरक हुन्छ ।

पदार्थले गर्ने ताप शोषणलाई प्रभाव पार्ने तत्त्व

पदार्थको बनावटअनुसार ताप शोषण क्षमता फरक फरक हुन्छ । एउटै पदार्थले शोषण गर्ने ताप पनि अवस्थाअनुसार फरक फरक हुन सक्छ ।

क्रियाकलाप 9.3 ताप, तापक्रम परिवर्तन र पदार्थको पिण्डबिचको सम्बन्ध

दुईओटा बिकर लिनुहोस् । एउटा बिकरमा 200 g र अर्को बिकरमा 400 g समान तापक्रम भएको पानी लिनुहोस् र बिस्तारै तताउनुहोस् । दुबै बिकरमा राखिएको पानीको तापक्रम 10 °C ले परिवर्तन हुँदा कुन विकरमा राखिएको पानीमा बढी ताप शोषण भयो ? फेरि 400 g पिण्ड पानी भएको बिकरलाई मात्र बिस्तारै तताउनुहोस् र पानीको तापक्रम 10°C ले परिवर्तन हुँदा र 20°C ले परिवर्तन हुँदा कुन अवस्थामा बढी ताप शोषण भयो ? माथिको क्रियाकलापको दुबै अवस्थालाई तुलना गरेर निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

पदार्थको पिण्ड र पदार्थले शोषण गर्ने ताप उक्त पदार्थको पिण्डसँग समानुपातिक हुन्छ ।
$Q \propto m$......................i [तापक्रम परिवर्तनलाई स्थिर (constant) राख्दा]

पदार्थमा हुने तापक्रम वृद्धि त्यसमा हुने ताप शोषणसँग समानुपातिक हुन्छ ।

$Q \propto (T_2 - T_1)$...................ii [पदार्थको पिण्ड (m) लाई स्थिर (constant) राख्दा]

सम्बन्ध (i) र (ii) लाई मिलाउँदा,

$Q \propto m (T_2 - T_1)$

$Q = ms (T_2 - T_1)$ ....(iii)

जहाँ s अचर राशि हो र यसले पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमतालाई जनाउँछ ।

वस्तुको तापक्रम परिवर्तन हुँदा वस्तुले शोषण गर्ने ताप तथा वस्तुबाट जाने ताप उक्त वस्तुको पिण्ड (m), विशिष्ट तापधारण क्षमता (s) र तापक्रममा हुने परिवर्तन $(T_2 - T_1)$ को गुणनफलको मान बराबर हुन्छ । अर्थात् यसलाई ताप समीकरण भनिन्छ । ताप समीकरण (iii) बाट $s = Q/m (T_2 - T_1)$ हुन्छ ।

यदि पदार्थको पिण्ड m= 1 kg, उक्त पदार्थमा दिइएको ताप वा उक्त पदार्थले छोड्ने तापले गर्दा हुने तापक्रम परिवर्तन 1 °C हुँदा माथिको सूत्रअनुसार s = Q हुन्छ ।

तसर्थ कुनै 1 kg पिण्ड भएको पदार्थको तापक्रम 1 °C ले परिवर्तन गर्न आवश्यक तापलाई उक्त वस्तुको विशिष्ट तापधारण क्षमता भनिन्छ । यसको एकाइ जुल प्रतिकेजी प्रतिडिग्री सेल्सियस (J/ kg °C) हुन्छ । विशिष्ट तापधारण क्षमता पदार्थको प्रकृतिअनुसार फरक फरक हुन्छ । केही पदार्थ र तिनको विशिष्ट तापधारण क्षमतालाई तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ :

पदार्थ	विशिष्ट तापधारण क्षमता J/ kg °C	पदार्थ	विशिष्ट तापधारण क्षमता J/ kg °C
पानी	4200	आल्मिनियम	887
इथाइल अल्कोहल	2400	फलाम	460
मटितेल	2100	तामा	385
बरफ	2100	चाँदी	236
पारो (mercury)	126	सुन	130

माथिको तालिकामा दिइएका विशिष्ट तापधारण क्षमताको अध्ययन गर्दा प्रति 1 kg पानीको तापक्रम 1 °C ले परिवर्तन गर्न 4200 J ताप आवश्यक पर्छ । त्यस्तै प्रति 1 kg बरफको तापक्रम 1 °C ले परिवर्तन गर्न 2100 J ताप आवश्यक पर्छ । यहाँ बरफ र पानी एउटै पदार्थका दुई अवस्था भए तापनि विशिष्ट तापधारण क्षमता फरक फरक हुन्छ ।

उदाहरण 3.1

एउटा विद्युत् कित्लीमा 10 ° C तापक्रम भएको 5 kg पानीलाई 100 °C सम्म तताउँदा खपत हुने ताप शक्ति हिसाब गर्नुहोस् ।

(पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता = 4200 J kg^{-1} $°C^{-1}$)

हल : प्रश्नमा दिइएअनुसार, पानीको पिण्ड (m) = 5 kg

पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता (s) = 4200 J kg^{-1} $°C^{-1}$

पानीको सुरुको तापक्रम (T_1) = 10 °C

पानीको अन्तिम तापक्रम (T_2) = 100 °C

पानीको तापक्रममा हुने परिवर्तन = $T_2 - T_1$= 100°C - 10°C =90° C

ताप समीकरणअनुसार, $Q = m\, s\, (T_2 - T_1)$

Or $Q = 5 \times 4200 \times 90$

$\therefore Q = 1890000\ J = 1.89 \times 10^6\ J$

10°C तापक्रम भएको 5 kg पानीलाई 100°C सम्म तताउँदा 1.89×10^6 J ताप खपत हुन्छ ।

उदाहरण 3.2

जाडोयाममा नुहाउनका लागि 100°C तापक्रको 5 kg पानीलाई 15°C तापक्रमको 15 kg पानीमा मिसाउँदा हुने तापक्रम हिसाब गर्नुहोस् । (यसमा पानीलाई मिसाउँदा बाहिरी वातावरणमा हुने ताप प्रसारणलाई नगन्य मानिएको छ ।)

प्रश्नमा दिइएअनुसार,

चिसोपानीका लागि	**तातोपानीका लागि**
चिसोपानीको पिण्ड (m_1) =15 kg	तातोपानीको पिण्ड (m_2) = 5 kg
चिसोपानीको तापक्रम (T_1)=15°C	तातोपानीको तापक्रम (T_2)=100°C

चिसोपानी र तातोपानीका लागि विशिष्ट तापधारण

क्षमता $s_1 = s_2 = s = 4200\ J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$

मानौँ पानीको अन्तिम तापक्रम $= T$

बाहिरी वातावरणमा ताप नाश नभएको अवस्थामा,

तातोपानीले छोड्ने ताप = चिसोपानीले लिने ताप

or, $m_1\ s\ (T - T_1) = m_2\ s\ (T_2 - T)$

or, $15 \times (T - 15) = 5 \times (100 - T)$

or, $3 \times (T - 15) = (100 - T)$

or, $3T - 45 = 100 - T$

or, $4T = 145$

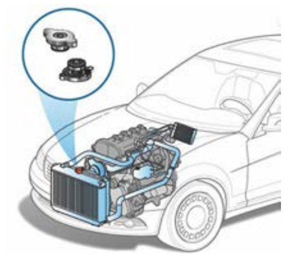
$\therefore$ $T = 36.25\ °C$

यसर्थ 100 °C तापक्रमको 5 kg पानीलाई 15 °C तापक्रमको 15 kg पानीमा मिसाउँदा पानीको अन्तिम तापक्रम 36.25°C हुन्छ ।

पानीको उच्च विशिष्ट तापधारण क्षमताको उपयोगिता

पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता एकदमै उच्च हुन्छ । प्रत्येक 1 किलोग्राम पानीको तापक्रम 1 °C परिवर्तन हुँदा 4200 J ताप शोषण गर्छ वा छोड्छ । यो गुणले गर्दा पानीलाई तातो वस्तु चिस्याउने प्रभावकारी कुलेन्टका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । उदाहरणका रूपमा तातो इन्जिनलाई चिस्याउन कारको रेडिएटरमा पानीलाई कुलेन्टका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । उक्त पानीले कारको इन्जिनबाट ठुलो मात्रामा ताप शोषण गर्छ तर पानीका तापक्रममा भने धेरै वृद्धि हुँदैन । यही कारणले गर्दा विद्युत् उत्पादनका लागि प्रयोग हुने थर्मल पावर स्टेसनमा पनि पानीलाई कुलेन्टका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । पानीको यही गुणले गर्दा हट वाटर ब्यागमा तातोपानीले लामो समयसम्म ताप दिन्छ । त्यसैले यसलाई सेक्नका लागि

प्रयोग गरिन्छ । यसैगरी प्राकृतिक रूपमा जीवको शरीरमा हुने 70 % देखि 90 % पानीले शरीरको तापक्रम नियन्त्रण गर्न मदत गर्छ ।

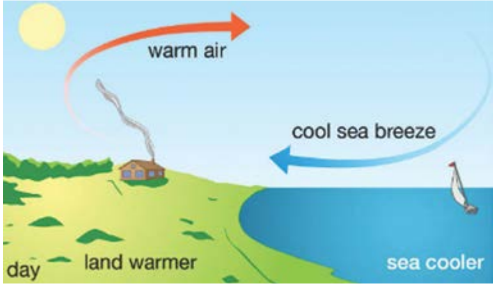


चित्र 9.10 कारको रेडिएटरमा कुलेन्टका रूपमा पानीको प्रयोग

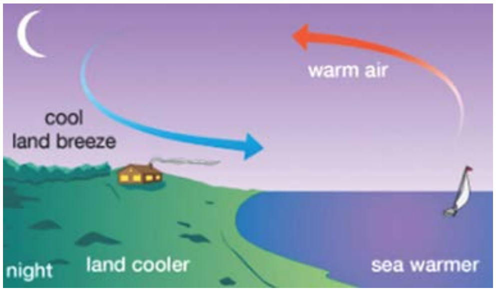
चित्र 9.11 ज्वरो आएको व्यक्तिको निधारमा पानी पट्टी

चित्र 9.12 सेक्ने प्रयोजनका लागि हट वाटर ब्याग

तटीय क्षेत्रमा पानी र जमिनको विशिष्ट तापधारण क्षमताको अन्तरले गर्दा समुद्री सतह माथिको हावा र जमिन माथिको हावा ओहोरदोहोर भइरहन्छ । दिउँसोको समय जमिन र समुद्रमा समान रूपले सूर्यको ताप पर्ने गर्छ । जमिनको विशिष्ट तापधारण क्षमता पानीको तुलनामा करिब पाँच गुणा कम हुने भएकाले समुद्रको तुलनामा जमिनको तापक्रम तीव्र गतिमा बढ्छ । यसरी जमिन माथिको हावा तातो र हलुका भई माथि उठ्दा जमिनमाथि न्यून चापीय क्षेत्र सिर्जना हुन्छ । यसले गर्दा समुद्रमाथिको उच्च चापीय क्षेत्रमा रहेको चिसो हावा जमिनतर्फ बहन थाल्छ । यसलाई सी ब्रिज भनिन्छ ।



चित्र 9.13 सी ब्रिज



चित्र 9.14 लेन्ड ब्रिज

रातको समयमा जमिन र समुद्रले विकिरणका माध्यमबाट ताप छोड्छन् र तिनको तापक्रम घट्छ । समुद्रको पानीको तुलनामा जमिनको तापक्रम तीव्र रूपले घट्छ । समुद्रको पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता बढी हुने भएकाले रातमा समुद्री पानीको तापक्रम जमिनभन्दा बढी हुन्छ । यसले गर्दा समुद्रको पानी माथिको हावा न्यानो भई माथि उठ्दा समुद्री सतह माथिको हावाको चाप घट्छ र जमिनबाट चिसो हावा समुद्रतिर बहन्छ । यसलाई ल्यान्ड

ब्रिज भनिन्छ । यसरी तटीय क्षेत्रहरू नजिक दिनको समयमा समुद्रबाट जमिनतिर बहने हावा र रातिको समय जमिनबाट समुद्रतिर बहने हावाले गर्दा दिन र रातको समयमा हुने तापक्रमबिच धेरै भिन्नता पाइँदैन ।

तापक्रमको मापन

विभिन्न प्रकारका थर्मोमिटर र तिनको कार्य सिद्धान्त

(अ) तरलयुक्त थर्मोमिटर (Liquid in glass thermometer)

तरलयुक्त थर्मोमिटरमा एक ताप संवेदनशील बल्बभित्र थर्मोमेट्रिक तरल राखिएको हुन्छ । पारो एक तापको सुचालक र बढी घनत्व भएको थर्मोमेट्रिक तरल हो । जब थर्मोमिटरको बल्बलाई तातो वस्तुको सम्पर्कमा ल्याइन्छ, वस्तुबाट पारोमा ताप प्रसारण हुन्छ र पारो प्रसार हुन्छ । प्रसार भएको पारो बल्बसँगै जोडिएको केशनली (capillary tube) हुँदै अगाडि सर्छ । नलीमा पारो सर्ने क्रममा जुन ठाउँमा गएर सर्न छोड्छ, उक्त विन्दुले वस्तुको तापक्रमलाई जनाउँछ । तरलयुक्त थर्मोमिटरमा बाहिरबाट उल्लेख गरिएको स्केलको अङ्क पढेर तापक्रम मापन गरिन्छ ।

(आ) डिजिटल थर्मोमिटर (Digital thermometer)

यो विद्युत् परिपथमा जडित ताप संवेदनशील थर्मिस्टर (thermistor) को प्रयोगबाट वस्तुको ताप मापन गर्ने उपकरण हो । यसको प्रयोग गर्दा थर्मोमिटर अन गरी थर्मिस्टर भएको छेउको भाग (tip) लाई शरीरको सम्पर्कमा राखिन्छ । शरीरबाट प्रसारण हुने तापले गर्दा थर्मोमिटरको परिपथमा हुने अवरोधसँगै विद्युत् धारामा परिवर्तन आउँछ । उक्त परिवर्तनका आधारमा थर्मोमिटरको डिस्प्ले स्क्रिनमा मापन भएको तापक्रम अङ्कका रूपमा प्रदर्शन हुन्छ ।

(इ) रेडिएसन थर्मोमिटर (Radiation thermometer)

यो वस्तुसँगको सम्पर्कविना त्यसबाट उत्पन्न इन्फ्रारेड विकिरण (infrared radiation) का आधारमा तापक्रम मापन गर्ने उपकरण हो । यसको प्रयोगका लागि थर्मोमिटरको सेन्सर (sensor) भएको भागलाई वस्तुतर्फ फर्काइन्छ । थर्मोमिटरमा प्रयोग भएको लेन्सले वस्तुबाट आएका इन्फ्रारेड विकिरणलाई सेन्सरमा केन्द्रित गर्छ । विकिरणले बोकेको तापका आधारमा विद्युत् सङ्केत उत्पन्न हुन्छ र वस्तुको तापक्रम डिस्प्ले स्क्रिनमा प्रदर्शन हुन्छ । यस किसिमको थर्मोमिटरले तापक्रम मापन गर्न निकै छिटो र सहज हुन्छ ।

थर्मोमिटरको क्यालिब्रेसन (Calibration of a thermometer)

थर्मोमिटरमा स्केल निर्धारण गर्ने प्रक्रिया क्यालिब्रेसन हो । क्यालिब्रेसन गर्न सुरुमा दुई निश्चित विन्दुहरू (तल्लो स्थिर विन्दु र माथिल्लो स्थिर विन्दु) निर्धारण गरिन्छ र ती दुई विन्दुबिचको दुरीलाई चाहेको सङ्ख्यामा बराबर खण्डमा विभाजन गरिन्छ । थर्मोमिटरको क्यालिब्रेसनका लागि पग्लिरहेको बरफको तापक्रमलाई न्यूनतम विन्दु (0°C) र एक एटमसफेरिक वायुमण्डलीय चाप भएको ठाउँमा उम्लिरहेको पानीको सतहमाथिको बाफको तापक्रम (100°C) लाई उच्चतम विन्दु मानिन्छ यी दुई विन्दुबिचको दुरीलाई 100 ओटा बराबर खण्डमा विभाजन गरिन्छ । प्रत्येक खण्डले 1°C जनाउँछ ।

क्रियाकलाप 9.4

1. एउटा प्रयोगशाला थर्मोमिटर लिनुहोस् ।
2. यसमा भएको स्केलमाथि कागज टाँसेर ढाक्नुहोस् ।
3. एउटा बिकरमा बरफ लिनुहोस् ।
4. पानी उमाल्नका लागि आवश्यक बिकर, बर्नर, स्ट्यान्ड आदिको व्यवस्था गर्नुहोस् ।
5. थर्मोमिटरको बल्बलाई बरफभित्र राखेर यसको स्टेमलाई स्ट्यान्डमा अड्याउनुहोस् । थर्मोमिटरको केशनलीमा पारो झर्दै गरेको अवलोकन गर्नुहोस् । जुन विन्दुमा पारो स्थिर रहन्छ उक्त विन्दुलाई छुट्याउन कागजमा चिह्न लगाउनुहोस् र 0 °C लेख्नुहोस् ।
6. थर्मोमिटरको बल्बलाई उम्लिरहेको पानीबाट निस्केको बाफमाथि रहने गरी अड्याउनुहोस् । थर्मोमिटरको केशनलीमा पारो चढ्दै गरेको अवलोकन गर्नुहोस् । जुन विन्दुमा पारो स्थिर रहन्छ । उक्त विन्दुलाई छुट्याउन कागजमा चिह्न लगाउनुहोस् र 100°C लेख्नुहोस् ।
7. माथिल्लो स्थिर विन्दु र तल्लो स्थिर विन्दुबिचको दुरीलाई प्रतिखण्ड 10°C हुने गरी कागजमाथि बराबर दुरीमा 9 ओटा रेखा खिच्नुहोस् र थर्मोमिटरमा सेल्सियस स्केल तयार पार्नुहोस् । यो थर्मोमिटर प्रयोग गरी धाराको पानीको तापक्रम नाप्नुहोस् ।

विभिन्न प्रकारका स्केलहरूका लागि स्थिर विन्दुहरूको मान फरक फरक लिइन्छ । सेल्सियस स्केल (Celsius scale) का लागि दुई स्थिर विन्दु 0 °C र 100 °C हुन् । फरेनहाइट स्केलका लागि तल्लो स्थिर विन्दुलाई 32 °F र माथिल्लो स्थिर विन्दुलाई 212 °F मानिन्छ । केल्भिन स्केलमा तल्लो स्थिर विन्दु 273 K र माथिल्लो स्थिर विन्दु 373 K निर्धारण गरिएको हुन्छ ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छान्नुहोस् :

(क) कुन विवरणले तापलाई जनाउँछ ?

(अ) अणुहरूको कुल गति शक्ति

(आ) अणुहरूको औसत गति शक्ति

(इ) अणुहरूको गति शक्ति र स्थिति शक्तिको योग

(ई) अणुहरूको औसत गति शक्तिको अन्तरले प्रसारण हुने शक्ति

(ख) वस्तुलाई तताउँदा त्यसको आयतन बढ्नुलाई कुन आधारमा व्याख्या गर्न सकिन्छ ?

क्रम	अणु/परमाणुका गतिशक्ति	अणु/परमाणुका बिचको आकर्षण	अणु/परमाणुको बिचको दुरी
(अ)	बढ्छ	घट्छ	घट्छ
(आ)	बढ्छ	बढ्छ	घट्छ
(इ)	बढ्छ	बढ्छ	घट्छ
(ई)	बढ्छ	घट्छ	बढ्छ

(ग) पदार्थको विशिष्ट ताप धारण क्षमता तलका मध्ये कुनमा निर्भर गर्छ ?

(अ) पदार्थको पिण्ड (आ) पदार्थको आयतन

(इ) पदार्थको तापक्रम (ई) पदार्थको प्रकृति

(घ) पानीको उच्च विशिष्ट ताप धारण क्षमताको असर कुन हो ?

(अ) तटीय क्षेत्रमा दिउँसोको समय समुद्रको पानी जमिनभन्दा चाँडो तात्छ ।

(आ) तटीय क्षेत्रमा रातिको समय समुद्रको पानी जमिनभन्दा चाँडो चिसिन्छ ।

(इ) तटीय क्षेत्रमा दिउँसोको समय जमिन समुद्रको पानीभन्दा ढिलो तात्छ ।

(ई) तटीय क्षेत्रमा रातिको समय जमिन समुद्रको पानीभन्दा चाँडो चिसिन्छ ।

(ङ) मोटो पाइपलाई साँघुरो पाइपमा छिराउनका लागि तलका मध्ये कुनै उपाय सबैभन्दा उपयुक्त हुन्छ ?

(अ) दुबैलाई पाइपलाई तताउने

(आ) दुबैलाई पाइपलाई चिस्याउने

(इ) मोटोलाई तताउने साँघुरोलाई चिस्याउने

(ई) मोटोलाई चिस्याउने साँघुरोलाई तताउने

(च) सेल्सियस, फरेनहाइट र क्याल्भिन स्केलमा थर्मोमिटरको तल्लो स्थिर विन्दु कति हुन्छ ?

(अ) 0 °C, 0 °F, 0 K (आ) 0 °C, 32 °F, 273 K

(इ) 0 °C, 180 °F, 373 K (ई) 0 °C, 212 °F, 373 K

2. फरक लेख्नुहोस् :

(अ) थर्मल शक्ति र ताप

(आ) ताप र तापक्रम

(ई) थर्मोमिटरको तल्लो अचल विन्दु र थर्मोमिटरको माथिल्लो अचल विन्दु

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) हथौडाले केही समय लगातार हिर्काउँदा फलामको काँटी तात्छ ।

(ख) खुला छोडेको कपको तातो चिया केही समयपछि चिसो हुन्छ तर चिया चिसो हुने क्रम केही समयपछि रोकिन्छ ।

(ग) जाडोयाममा अत्यधिक चिसो हुने स्थानमा पानीका पाइप चर्किन्छन् ।

(घ) कारको इन्जिन चिस्याउन यसको रेडिएटरमा पानी राखिन्छ ।

(ङ) सेक्नका लागि हट वाटर ब्याग प्रयोग गरिन्छ ।

(च) तटीय क्षेत्रमा दिउँसो र रातिको समयमा हुने तापक्रमबिच एकदमै ठुलो भिन्नता पाइँदैन ।

(छ) मरुभूमिमा दिनको तापक्रम र रातिको तापक्रमबिच उच्च भिन्नता रहेको हुन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) एक जना मानिसको बुझाइमा एउटा ठुलो ट्याङ्की भरीको चिसोपानीमा भन्दा एउटा बाल्टिनमा रहेको मनतातो पानीमा ताप बढी हुन्छ भन्ने बुझाइ रहेको छ । उक्त बुझाइलाई थर्मल शक्ति, ताप र तापक्रमको परिभाषाका आधारमा सच्याउनुहोस् ।

(ख) तातो चियाको कपलाई छुँदा तातो र बरफको ढिक्का छुँदा चिसो अनुभव हुन्छ । यसलाई अणुको चालका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ग) सिसाको बोतलको बिर्को नखुलेमा तापको असरसम्बन्धी ज्ञानको प्रयोग गरी उक्त बिर्को खोल्नका लागि कस्तो उपाय अपनाउन सकिन्छ, अणुहरूको गति शक्तिका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस् ।

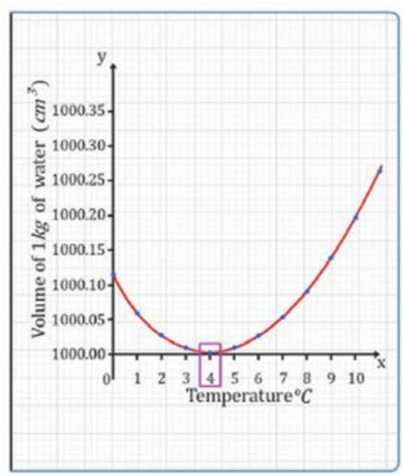
(घ) सँगैको ग्राफमा देखाइएको पानीको आयतन र तापक्रमको सम्बन्ध अध्ययन गर्नुहोस् र तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(अ) ग्राफमा देखाइएको पानीको विशेष गुणलाई के भनिन्छ ।

(आ) पानीलाई 0°C बाट 10 °C सम्म तताउँदा आयतनमा देखिने परिवर्तन उल्लेख गर्नुहोस् ।

(इ) ग्राफमा देखाइएको पानीको गुण अन्य तरलको भन्दा कसरी भिन्न छ ?

(ई) विन्दु 4°C मा पानीको घनत्व अधिकतम हुन्छ कि न्यूनतम, किन ?



(उ) दैनिक जीवनमा यसबारे हुनुपर्ने ज्ञानको महत्त्व लेख्नुहोस् ।

(ऊ) ग्राफमा देखाइएको सम्बन्धका आधारमा पानीको घनत्व र तापक्रमबिच सम्बन्ध देखाउन एक नमुना ग्राफ खिच्नुहोस् ।

(ङ) समिरले जाडोयाममा स्टिलको गिलासमा पिउन भनी टेबुलमा राखेको पानी केही समयपछि पिउँदै जाँदा गिलासको पिँधतिरको पानी तुलनात्मक रूपमा कम चिसो अनुभव गरे । उनको अनुभवलाई वैज्ञानिक तथ्यका आधारमा पुष्टि गर्नुहोस् ।

(च) आयतन र घनत्वका आधारमा पानी र घिउ जम्ने क्रियामा के भिन्नता पाइन्छ ?

(छ) समान आकारका बरफका दुईओटा टुक्रामध्ये एउटालाई आल्मिनियको बट्टामा र अर्कोलाई काठको बट्टामा राख्दा कुन पहिले पग्लन्छ, पग्लने क्रियाका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ज) विशिष्ट तापधारण क्षमता भनेको के हो ? यसको एस. आई. एकाइ पनि लेख्नुहोस् ।

(झ) ताप समीकरण लेख्नुहोस् ।

(ञ) पानीको उच्च विशिष्ट तापधारण क्षमताका कुनै दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(ट) 100°C भन्दा कम तापक्रममा पानी उमाल्न सक्ने अवस्थाको वर्णन गर्नुहोस् ।

(ठ) दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने थर्मोमिटरका किसिम लेख्नुहोस् । तिनको कार्य सिद्धान्त पनि उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ड) थर्मोमिटर क्यालिब्रेसन भनेको के हो, उक्त विधि लेख्नुहोस् ।

5. तल दिइएका गणितीय समस्या समाधान गर्नुहोस् :

(क) 500 g पानीलाई तताएर यसको तापक्रम 15 ° C बाट 85°C सम्म पुऱ्याउन आवश्यक पर्ने तापको हिसाब गर्नुहोस् । (147 kJ)

(ख) फलामको विशिष्ट तापधारण क्षमता 460 J/kg °C हुन्छ । 5 kg को फलामका डल्लालाई 430 °C बाट 30 °C सम्म चिस्याउँदा उक्त डल्लाले छोड्ने ताप हिसाब गर्नुहोस् । (920 kJ)

(ग) 2 kg प्याराफिनको तापक्रम 10°C ले वृद्धि गर्न 42000 J तापको आवश्यकता पर्छ भने 4 kg प्याराफिनको तापक्रम 20°C बाट 40°C सम्म पुऱ्याउन आवश्यक ताप हिसाब गर्नुहोस् । (1.6 × 105 J)

(घ) एउटा 500 g पिण्ड भएको पदार्थलाई 100°C बाट 226°C सम्म तताउन 7938 J ताप आवश्यक पर्छ भने उक्त पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमता हिसाब गर्नुहोस् । (126 J/kg °C)

(ङ) एउटा बाल्टिनमा 25°C तापक्रम भएको 16 kg पानी छ । उक्त पानीमा 80°C तापक्रम भएको 4 kg पानी मिसाउँदा हुने पानीको तापक्रम हिसाब गर्नुहोस् । (यहाँ तातोपानी र चिसोपानी मिसाउँदा बाहिरी वातावरणमा प्रसारण हुने तापलाई नगन्य मानिएको छ ।) (36°C)

10

तरङ्ग
(Wave)

चित्र 10.1

चित्र 10.2

चित्र 10.3

चित्र 10.4 इन्द्रेणी परेको

चित्र 10.1 मा पानीमा आधा डुबाइएको पेन्सिललाई पानी र हावा छुट्याउने तहबाट बाङ्गिएको देखाइएको छ । यो घटना हावा भएर आउने प्रकाश तरङ्ग र पानी भएर आउने प्रकाश तरङ्गको वेगसँग सम्बन्धित छ ।

चित्र 10.2 मा ऐनाको सतहबाट प्रकाश परावर्तन हुँदा यसको सतह टल्के जस्तै पानीभित्रका हावाका फोका टल्केको देखाइएको छ । यस घटनामा पानी भएर जाने प्रकाश हावाका फोकाभित्र प्रवेश नगरी त्यसको सतहबाट नै फर्किएको छ । यसरी एक जोडी माध्यममध्ये एउटा माध्यम भएर गएको प्रकाश पुनः त्यही माध्यममा परावर्तन हुने सिद्धान्तमा आधारित भएर अप्टिकल फाइबर निर्माण गरिन्छ ।

चित्र 10.3 मा किताबका अक्षरबाट आउने प्रकाश हाते लेन्स (hand lens) को काँच भएर आउँदा ठुलो भएको देखाइएको छ । हाते लेन्समा प्रयोग भएको काँचको विशेष किसिमको बनावटले गर्दा यसबाट हेर्दा किताबका अक्षर ठुला देखिन्छन् ।

चित्र 10.4 मा इन्द्रेणी परेको देखाइएको छ । इन्द्रेणी पर्दा सूर्यको प्रकाश सात रङका तरङ्गमा छुट्टिन्छ । इन्द्रेणीका सात रङ अवलोकनका लागि हाम्रो आँखाको सबैभन्दा भित्री घेरामा रहेका कोन कोष (cone cell) को महत्त्वपूर्ण भूमिका हुन्छ । इन्द्रेणी हाम्रा लागि एक टाढाको वस्तु जस्तै हो । हाम्रो आँखामा हुने हाते लेन्स जस्तै आकार भएको प्राकृतिक लेन्सले टाढा तथा नजिकका सबै वस्तुको अवलोकन गर्न सम्भव हुन्छ । कहिलेकाहीँ

केही मानिसमा उक्त लेन्स धमिलो हुने, आवश्यकताअनुसार बाक्लो वा पातलो नहुने जस्ता समस्या देखिन्छन् । केही मानिसमा टाढा वा नजिकका वस्तु स्पष्टसँग नदेख्ने, रङ छुट्याउन नसक्ने जस्ता समस्या हुन्छन् । टाढा वा नजिकको नदेख्ने समस्या भएका मानिसले आँखाको जाँच गरी उपयुक्त चस्मा प्रयोग गरेमा उक्त समस्या समाधान हुन्छ ।

हामीले प्रकाशको मदतले अवलोकन गर्ने घटनामा हावा भएर आएको प्रकाश विभिन्न प्राकृतिक वा कृत्रिम पारदर्शी माध्यम भएर प्रसारण हुन्छ । ती माध्यममा प्रकाशको वेग फरक फरक हुन्छ । कुनै माध्यममा हुने वेगलाई अर्को माध्यममा हुने वेगसँग तुलना गरी ती दुई माध्यमलाई सघन माध्यम र विरल माध्यमका रूपमा छुट्याउन सकिन्छ ।

सघन र विरल माध्यम (Denser and rarer medium)

प्रकाश प्रसारण हुने पदार्थ माध्यम हो । हावा, पानी, काँच आदि फरक फरक माध्यम हुन् । तल तालिकामा विभिन्न माध्यममा हुने प्रकाशको वेग दिइएको छ :

माध्यम	प्रकाशको वेग (m/s)	माध्यम	प्रकाशको वेग (m/s)
हावा	3.00×10^8	मटितेल	2.08×10^8
पानी	2.25×10^8	काँच	2.00×10^8
अल्कोहल	2.21×10^8	हिरा	1.24×10^8

दिइएका विभिन्न माध्यममा हुने प्रकाशको वेग अध्ययन गर्दा हावामा सबैभन्दा बढी वेग छ । त्यस्तै हिरामा सबैभन्दा कम वेग रहेको छ । कुनै दुईओटा माध्यममध्ये प्रकाशको वेग तुलनात्मक रूपमा कम हुने माध्यम सघन माध्यम हो । त्यसै गरी दुईओटा माध्यममध्ये प्रकाशको वेग तुलनात्मक रूपमा बढी हुने माध्यम विरल माध्यम हो । उदाहरणका लागि काँच र हावाको तुलना गर्दा काँचमा हावाको वेग कम र हावामा प्रकाशको वेग बढी हुन्छ । यहाँ काँच सघन माध्यम हो र हावा विरल माध्यम हो ।

विचारणीय प्रश्न

माथिको तालिकामा पानी र मटितेलमा हुने प्रकाशको वेगबिच तुलना गर्नुहोस् । के सघन माध्यम भन्नाले घनत्व बढी भएको माध्यम भन्ने बुझिन्छ ?

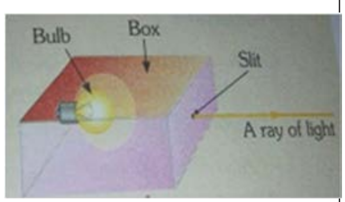
पानीमा मटितेल तैरिन्छ । अर्थात् पानीभन्दा मटितेलको घनत्व कम हुन्छ । यी दुई माध्यममा प्रकाशको वेगको तुलना गर्दा पानीमा भन्दा मटितेलमा प्रकाशको वेग कम हुन्छ । अर्थात् पानी विरल माध्यम र मटितेल सघन माध्यम हो । तसर्थ प्रकाशको सघन माध्यम भन्नाले तुलनात्मक रूपले घनत्व बढी भएको माध्यम भन्ने बुझिँदैन । कुनै दुईओटा माध्यम भएर जाने गरी पठाइएको प्रकाशको प्रसारणका क्रममा माध्यम परिवर्तनसँगै हुने दिशा परिवर्तन अर्थात् आवर्तनका आधारमा सघन र विरल माध्यम छुट्याउन सकिन्छ ।

प्रकाशको आवर्तन (Refraction of light)

क्रियाकलाप 10.1

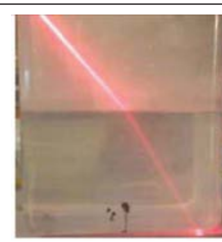
चित्र 10.5 मा देखाइए जस्तै एउटा लेजर बिम प्वोइन्टर (LASER beam pointer) र आधाभन्दा बढी पानी भरिएको बिकर लिनुहोस् । बिकरको पानीमा डेटोल वा दुधका केही थोपा राखी धमिलो बनाउनुहोस्, पानीको सतहमाथि बल्दै गरेको सिन्केधुप राखेर धुवाँ बनाई बिकरको मुखलाई कागजले छोप्नुहोस् ।

चित्र 10.5 लेजर बिम पोइन्टर



चित्र 10.6 साधारण रे बक्स

चित्र 10.7 हावाबाट पानीमा प्रकाश प्रसारण



चित्र 10.8 पानीबाट हावामा प्रकाश प्रसारण

पहिलो पटक चित्र 10.7 मा देखाइए जस्तै लेजर बिमलाई बिकरको माथिबाट छड्के रूपमा पानीको सतहभित्र पठाई पानीमा प्रसारण हुने बिमको दिशा अवलोकन गर्नुहोस् । दोस्रो पटक चित्र 10.8 मा देखाइए जस्तै लेजर बिमलाई बिकरको तलबाट छड्के रूपमा पानीको सतहभित्र पठाई हावामा प्रसारण हुने बिमको दिशा अवलोकन गर्नुहोस् ।

के लेजर बिम हावाबाट पानीमा र पानीबाट हावामा प्रवेश गर्दा यसको प्रसारणको दिशा परिवर्तन भयो ?

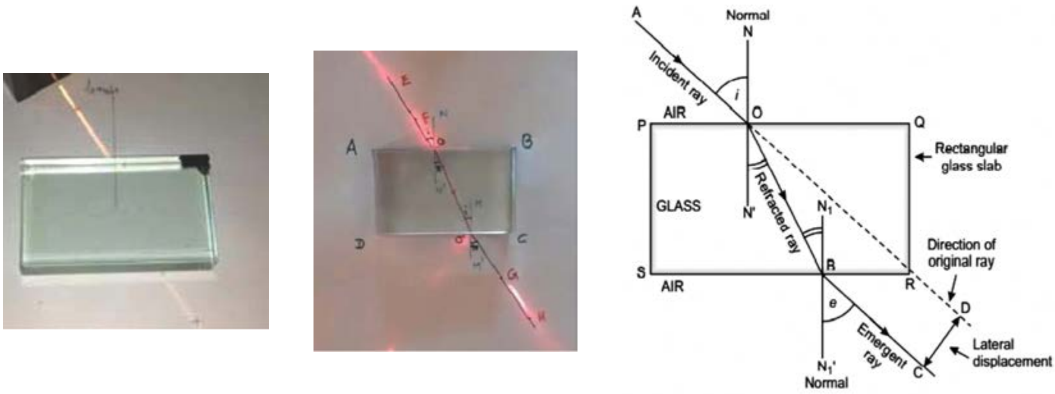
हावा र पानीमा प्रकाशको वेग क्रमशः 3.00×10^8 र 2.25×10^8 m/s हुन्छ । प्रकाश हावाबाट पानीमा प्रवेश गर्दा वेग घट्छ । यसले गर्दा चित्र 10.7 मा देखाइए जस्तै लेजर बिम हावाबाट पानीमा प्रवेश गरेको स्थानमा बन्ने काल्पनिक लम्ब रेखा अर्थात् नर्मल (normal) तिर बाङ्गिन्छ । पानीमा लेजर बिम प्रसारण हुँदा लम्बतिर बाङ्गिएकाले यसलाई सघन माध्यमका रूपमा छुट्याउन सकिन्छ । प्रकाश पानीबाट हावामा प्रवेश गर्दा वेग बढ्छ । यसले गर्दा चित्र 10.8 मा देखाइए जस्तै लेजर बिम नर्मलबाट टाढा बाङ्गिन्छ । हावामा लेजर बिम प्रसारण हुँदा नर्मलबाट टाढा बाङ्गिएकाले यसलाई विरल माध्यमका रूपमा छुट्याउन सकिन्छ ।

यस क्रियाकलापमा प्रकाश एक माध्यमबाट अर्को माध्यममा प्रसारण हुँदा यसको वेग परिवर्तन भई नर्मलतिर वा नर्मलबाट टाढा बाङ्गिएर प्रसारण हुने प्रकाश आवर्तित प्रकाश (refracted light) हो । प्रकाशको किरण एक माध्यमबाट अर्को माध्यममा जाँदा बाङ्गिने वा दिशा परिवर्तन हुने प्रक्रियालाई प्रकाशको आवर्तन (refraction of light) भनिन्छ । प्रकाश विरल माध्यमबाट सघन माध्यममा जाँदा वेग घट्नु वा यसको ठिक विपरीत प्रकाश सघन माध्यमबाट विरल माध्यममा जाँदा वेग बढ्नु नै प्रकाश आवर्तनको कारण हो । प्रकाशले माध्यम परिवर्तन गर्दा जति धेरै यसको वेगमा परिवर्तन आउँछ त्यति नै बढी प्रकाश तरङ्ग बाङ्गिन्छ अर्थात् आवर्तित हुन्छ । वास्तवमा माध्यम परिवर्तन हुँदा प्रकाश मात्र नभई सबै प्रकारका तरङ्गको आवर्तन हुन्छ ।

क्रियाकलाप 10.2 काँचको स्ल्याबबाट हुने प्रकाशको आवर्तन

रे बक्स (ray box) वा लेजर बिम पोइन्टर (LASER beam pointer), आयताकार काँचको स्ल्याब, सादा पाना, पेन्सिल, स्केल आदि लिनुहोस् । एउटा सादा पानामा काँचको स्ल्याब राख्नुहोस् । उक्त स्ल्याबको वरिपरि पेन्सिलले घेरा हाल्नुहोस् र चित्र 10.9 मा देखाइए जस्तै PQRS नामकरण गर्नुहोस् । सतह PQ मा एउटा विन्दु O छान्नुहोस् । उक्त विन्दुमा लम्ब रेखा NN' र उक्त लम्ब सँग तपाईंको इच्छाअनुरूपको 'i' कोण बनाउने रेखा AO कोर्नुहोस् । पुनः स्ल्याबलाई पहिले कोरेको घेरामाथि राख्नुहोस् । रे बक्सलाई स्ल्याबको सतह PQ पट्टि फर्काएर प्रकाश किरण रेखा AO माथि पर्ने गरी स्ल्याबको सतहमा पार्नुहोस् । उक्त किरण स्ल्याबभित्र प्रसारण भएर अर्को सतह RS बाट बाहिर निस्कन्छ । पेन्सिलले स्ल्याबको सतहबाट किरण बाहिर निस्केको स्थानमा विन्दु B र बाहिर निस्केको किरणमा कुनै विन्दु C छान्नुहोस् । अब स्ल्याबलाई पानीबाट हटाएर विन्दु B मा लम्ब N_1N_1' खिच्नुहोस् र BC तथा OB जोड्नुहोस् ।

प्रकाशको किरण हावाबाट काँचभित्र प्रवेश गर्दा र काँचबाट बाहिर पुनः हावामा प्रवेश गर्दा कुन दिशामा बाङ्गिएको छ, अवलोकन गर्नुहोस् ।



चित्र 10.9 काँचको स्ल्याबबाट प्रकाशको आवर्तन

चित्र 10.9 मा देखाइएको किरण चित्र (ray diagram) अनुसार प्रकाशको आवर्तनसँग सम्बन्धित शब्दावली (terminologies related with refraction of light) निम्नानुसार छन् :

(अ) नर्मल (normal)

दुई माध्यमबिचको सतहमा लम्ब हुने काल्पनिक रेखा नर्मल हो । NN' र N_1N_1' दुईओटा नर्मल हुन् ।

(आ) आपतित किरण (incident ray)

प्रकाशको स्रोतबाट आउने किरण AO आपतित किरण हो ।

(इ) आपतित कोण (angle of incidence)

आपतित किरण AO ले नर्मल NN' सँग बनाउने कोण ($\angle$AON) आपतित कोण हो ।

(ई) आवर्तित किरण (refracted ray)

प्रकाश एक माध्यमबाट अर्को माध्यममा प्रवेश गर्दा बाङ्गिएर गएको किरण OR आवर्तित किरण हो ।

(उ) आवर्तित कोण (Angle of refraction)

आवर्तित किरण OB ले नर्मल NN' सँग बनाउने कोण ($\angle$BON') आवर्तित कोण हो ।

(ऊ) इमरर्जेन्ट किरण (Emergent ray)

प्रकाशको आवर्तनपश्चात् पुनः पहिलेकै माध्यममा प्रसारण हुने प्रकाश किरण BC, इमरर्जेन्ट किरण हो ।

(ऋ) इमर्जेन्ट कोण (Angle of emergence)

इमर्जेन्ट किरण BC ले नर्मल N_1N_1' सँग बनाउने कोण $\angle$CBN' इमर्जेन्ट कोण हो ।

(ए) लेटरल सिफ्ट (lateral shift)

सघन माध्यम (काँचको स्ल्याब) बाट प्रकाश आवर्तन भई पुनः हावामा प्रसारण हुँदा इमर्जेन्ट किरण आपतित किरणको दिशामा केही पर सर्ने दुरी CD लाई लेटरल सिफ्ट भनिन्छ । यस क्रियाकलापमा प्रकाश हावा (बिरल माध्यम) बाट काँचको स्ल्याब (सघन माध्यम) मा प्रवेश गर्दा नर्मलतिर बाङ्गिन्छ । यसको ठिक विपरीत प्रकाश काँचको स्ल्याबबाट बाहिर पुनः हावामा प्रसारण हुँदा प्रकाशको किरण नर्मलबाट टाढा बाँङ्गिन्छ ।

चित्र 10.9 मा देखाइएको किरण चित्र जस्तै तपाईंले कोरेको किरण चित्रमा आपतित कोण ($\angle$AON), आवर्तित कोण ($\angle$BON') र इमर्जेन्ट कोण ($\angle$CBN1') नाप्नुहोस् । लेटरल सिफ्ट (CD) कति हुन्छ ?

$\angle$AON=i	$\angle$BON'=r	$\angle CBN_1'=e$	**नतिजा**
30^o	....	....	.... $\angle$ .... , ... = ...

पुनः माथिको क्रियाकलाप 10.2 मा आपतित कोणको मान घटबढ हुने गरी प्रकाश पठाउँदाको नतिजा कस्तो हुन्छ ?

चित्र 10.9 मा हावा काँचबिचको तह (air-glass interface) 'PQ' मा हावाबाट काँचमा प्रसारण हुने प्रकाश किरणका लागि आवर्तित कोण (r) सधैँ आपतित कोण (i) भन्दा सानो हुन्छ । काँच हावाबिचको तह (glass-air interface) RS मा काँचबाट पुनः हावामा प्रसारण हुने प्रकाश किरणका लागि वेग बढ्दा नर्मलबाट टाढा बाङ्गिन्छ । यसले गर्दा इमर्जेन्ट कोण (e) र आपतित कोण (i) बराबर हुन्छन् । अर्थात् प्रकाश किरण काँचबाट

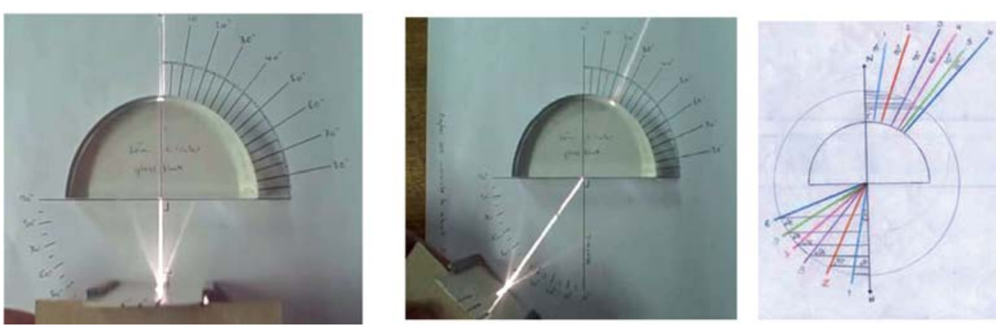
पुनः हावामा प्रवेश गर्दा आपतित किरण 'AO' को दिशामा प्रसारण हुन्छ तर काँचको स्ल्याबबाट हुने आवर्तनले गर्दा दुरी 'CD' ले लेटरल सिफ्ट हुन्छ ।

प्रकाशको किरण हावाबाट पारदर्शी माध्यममा जाँदा बन्ने आवर्तित कोण (r) को मान माध्यम र आपतित कोण (i) मा निर्भर गर्छ । आपतित कोण (i) बढाउँदा वा घटाउँदा आवर्तित कोण (r) पनि क्रमशः बढ्छ वा घट्छ । प्रकाशको आवर्तनको नियमका आधारमा कुनै आपतित कोणका लागि हुने आवर्तित कोण पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

प्रकाश आवर्तनका नियम (Laws of refraction)

क्रियाकलाप 10.3 प्रकाश आवर्तनका नियमको प्रमाणीकरण

एउटा अर्धवृत्ताकार काँचको स्ल्याब (semicircular glass slab), रे बक्स वा लेजर बिम पोइन्टर, स्केल, प्रोट्याक्टर, पेन्सिल, सादा पाना आदि लिनुहोस् । चित्र 10.10 मा देखाइए जस्तै सादा पानामा ग्राफमा दुई अक्ष कोरे जस्तै अक्षहरू कोरेर चारओटा चतुर्थांश छुट्याउनुहोस् । पहिलो चतुर्थांश र तेस्रो चतुर्थांशमा प्रोट्याक्टरका सहायताले डिग्री स्केल निर्धारण गर्नुहोस् । दुबै अक्ष काटिएको विन्दुमा अर्धवृत्ताकार स्ल्याबको मध्य भाग पर्ने गरी यसको समतल भागलाई x-अक्ष माथि राख्नुहोस् । रे बक्सबाट प्रकाश किरणलाई स्ल्याबको समतल भागमा विभिन्न कोण बनाएर पठाउनुहोस् । यस क्रममा अक्षसँग आपतित किरण तथा आवर्तित किरणले बनाउने कोण मापन गरी तल दिइए जस्तै तालिकामा भर्नुहोस् र आवश्यक हिसाब गरी नतिजा तथा निष्कर्ष पत्ता लगाउनुहोस् ।



चित्र 10.10 अर्धवृत्ताकार काँचको स्ल्याबबाट प्रकाशको आवर्तन

चित्र 10.10 मा देखाइए जस्तै अर्धवृत्ताकार स्ल्याबको समतल भागमा लम्ब रूपले प्रकाश पर्दा नबाङ्गिएर सिधा काँचभित्र प्रसारण हुन्छ । त्यसपछि प्रकाश किरणले नर्मलसँग बनाउने कोण (i) बढाउँदै जाँदा आवर्तित कोण (r) पनि क्रमशः बढ्दै जान्छ ।

हावा र काँचमा हुने प्रकाशको वेगको अनुपात	**आपतित कोण** (∠i)	**आवर्तित कोण** (∠r)	sin i	sin r	$\frac{\sin i}{\sin r}$	**नतिजा**
$\frac{\text{हावामा प्रकाशको वेग}}{\text{माध्यममा प्रकाशको}} = \frac{(3\times10^8)}{(2\times10^8)} = 1.5$	15	10	....	....	1.49	μ =1.49
	....	....	.....	.....	....	....
निष्कर्ष :						

प्रकाश आवर्तनका नियमलाई बुँदागत रूपमा तल प्रस्तुत गरिएको छ :

a. एक माध्यमबाट अर्को माध्यममा प्रकाशको प्रसारण हुँदा आपतित किरण (incident ray), नर्मल (normal) र आवर्तित किरण (refracted ray) सबै एउटै समतलमा हुन्छन् ।

b. कुनै एक जोडा माध्यमका लागि आपतित कोणको साइन (sine of angle of incidence) र आवर्तित कोणको साइन (sine of angle of refraction) को अनुपात स्थिर हुन्छ । उक्त स्थिर मानलाई μ ले जनाइन्छ ।

अर्थात्, $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{constant } (\mu)$ ....(i)

यस अनुपातको स्थिर मानलाई रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स (refractive index) भनिन्छ । यसलाई पत्ता लगाउने गणितज्ञ विलबोर्ड स्नेल (Willebrord Snell) को नामका आधारमा स्नेलको नियम (Snell's law) नामकरण गरिएको हो ।

हावाबाट काँचमा प्रवेश गर्ने प्रकाशका लागि sin i र sin r को अनुपातको स्थिर मान (μ) हावामा हुने प्रकाशको वेग (c) र काँचमा हुने प्रकाशको वेग (v) को अनुपातसँग बराबर हुन्छ । तसर्थ शून्य ठाउँ वा हावामा हुने प्रकाशको वेग र कुनै माध्यममा हुने प्रकाशको वेगको अनुपातले उक्त माध्यमको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्सको मान दिन्छ ।

अर्थात् $\mu = \frac{\text{हावामा वा शून्यमा प्रकाशको वेग (c)}}{\text{कुनै माध्यममा प्रकाशको वेग (v)}}$

तलका तालिकामा केही माध्यममा हुन प्रकाशका वेग र तिनका रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स दिइएको छ । तालिकामा दिइएका विभिन्न माध्यमका रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्सहरूको बढ्दो क्रम र सम्बन्धित माध्यममा हुने प्रकाशको वेगको घट्दो क्रमको अध्ययनबाट के निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ ?

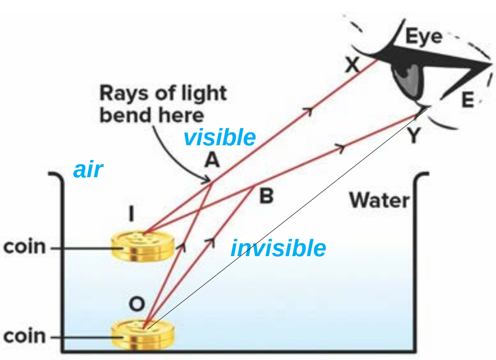
माध्यम	रिफ्रयाक्टिभ इन्डेक्स	प्रकाशको वेग (m/s)	माध्यम	रिफ्रयाक्टिभ इन्डेक्स	प्रकाशको वेग (m/s)
पानी	1.33	2.25×10^8	ग्लिसिरिन	1.47	2.04×10^8
अल्कोहल	1.36	2.19×10^8	काँच	1.50	2.00×10^8
मटितेल	1.44	2.08×10^8	हिरा	2.42	1.24×10^8

माथिको तालिकामा रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स बढी भएको माध्यममा प्रकाशको वेग कम हुने तथ्याङ्क प्रस्तुत गरिएको छ । उक्त तलिकाको अध्ययनबाट रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स ठुलो भएका माध्यम रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्सको मान सानो भएका मध्यमको तुलनामा सघन माध्यम हुन्छन् भन्ने निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ ।

प्रकाश आवर्तनका परिणामहरू (Consequences of refraction of light)

क्रियाकलाप 10.4 दृष्टि रेखा (line of sight) भन्दा मुनि गिलासको पिँधमा रहेको सिक्का अवलोकन

एउटा स्टिलको गिलास, सिक्का र पानी लिनुहोस् । गिलासलाई टेबुलमा राखी यसको पिँधमा एउटा सिक्का राख्नुहोस् । सिक्का हेर्दै उक्त सिक्का दृष्टि रेखाबाट नहटुन्जेलसम्म आफ्नो टाउको पछाडि सार्नुहोस् । सिक्का देखिन छोडेको स्थानमा टाउकोलाई अडिग राख्नुहोस् । त्यसपछि कसैलाई सिक्का नचल्ने गरी बिस्तारै गिलासमा पानी खन्याउन भन्नुहोस् । के गिलासमा पानी भरिँदै जाँदा सिक्का पुनः देखिन्छ ?



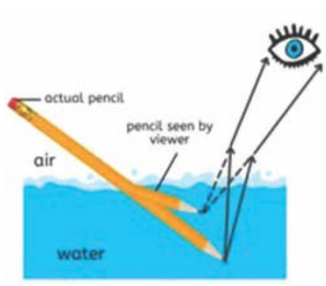
चित्र 10.11

यस क्रियाकलापमा गिलासमा पानी खन्याएपछि यसको पिँधमा रहेको सिक्काको सतहबाट परावर्तित प्रकाशका किरण पानी हुँदै हावामा प्रवेश गर्छन् । चित्र 10.11 मा देखाइए जस्तै पानी (सघन माध्यम) बाट हावा (बिरल माध्यम) मा जाँदा प्रकाशका किरण पानी र हावा छुट्याउने तहमा बन्ने नर्मलबाट टाढा बाङ्गिन्छन् । ती आवर्तित किरण अवलोकनकर्ताको आँखामा प्रवेश गर्दा स्थान 'I' मा रहेको सिक्काबाट सिधा बाटामा प्रसारण भएर आएको

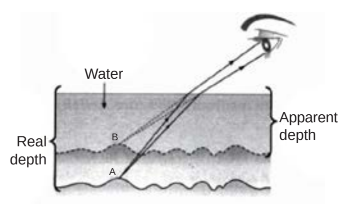
भान हुन्छ तर वास्तावमा सिक्का स्थान O मा रहेको हुन्छ । यसरी पानीभित्रको सिक्काबाट हावामा आवर्तित प्रकाशका कारण सिक्का देखिन थाल्छ ।

दैनिक जीवनमा प्रकाश आवर्तनका कारण सिर्जना हुने थुपै अवस्था हुन्छन् । क्रियाकलाप 10.4 मा उल्लेख भए जस्तै प्रकाशको आवर्तनका केही परिणाम तलका उदाहरणमा प्रस्तुत गरिएका छन् ।

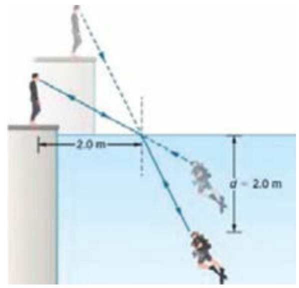
(अ) पानी र हावाबिचको तह (water-air interface) मा हुने प्रकाशको आवर्तनका परिणामहरू



चित्र 10.12



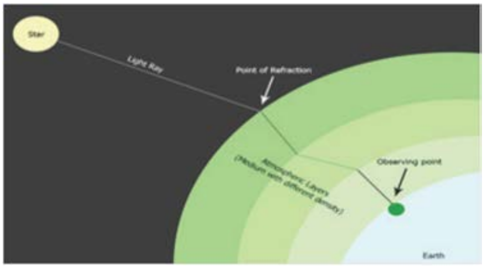
चित्र 10.13



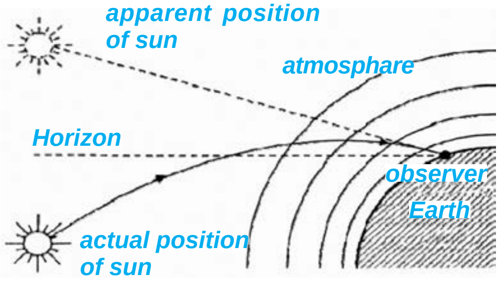
चित्र 10.14

माथिका चित्रले प्रकाशको आवर्तनका कारणले पानीमा आधा डुबेको वस्तु बाङ्गो देखिनु र पानीभित्रका वस्तुको गहिराइ वास्तविकभन्दा कम देखिनु जस्ता तथ्य प्रस्तुत गरेका छन् ।

(आ) वायुमण्डलीय आवर्तनका परिणामहरू



चित्र 10.15 ताराको प्रकाशको वायुमण्डलीय आवर्तन



चित्र 10.16 सूर्यका किरणको वायुमण्डलीय आवर्तन

हामील ताराका अवलोकन गदा बाहिरी अन्तरिक्षबाट आउन प्रकाश वायमण्डलीय तहहरूमा आवर्तन भएर आउँछ । वायुमण्डलभित्र फरक फरक रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स भएका तहहरू

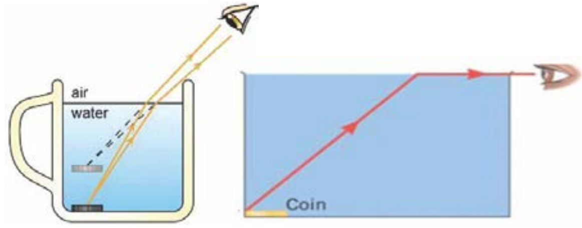
निरन्तर स्थान परिवर्तन गरिरहेका हुन्छन् । यसले गर्दा वायुमण्डलको एउटै स्थानमा पनि ताराबाट आउने प्रकाश घरी नर्मलतिर त घरी नर्मलबाट टाढा बाङ्गिने गर्छ । यसले गर्दा ताराहरूको स्थान दायाँबायाँ सर्ने तथा तिनीहरू घरी चम्किला र घरी मधुरा देखिने हुन्छन् । यसरी हुने ताराहरूको प्रकाशको वायुमण्डलीय आवर्तनका कारण तिनीहरू चम्किरहेका देखिन्छन् । तर पृथ्वीबाट नजिक रहेका ग्रह तथा उपग्रह ठुलो देखिने भएकाले वायुमण्डलीय आवर्तनले गर्दा हुने तिनको स्थान परिवर्तन भएको ठम्याउन सकिँदैन । त्यसैले तिनीहरू चम्किएका देखिँदैनन् ।

प्रश्न : चित्र 10.16 मा देखाइएको क्षितिजभन्दा तलको सूर्यलाई क्रियाकलाप 10.4 मा स्टिलको गिलासभित्रको सिक्कासँग तुलना गर्नुहोस् । जसरी खाली गिलासको पिँधमा रहेको सिक्का देखिँदैन तर गिलासमा पानी राख्दा आवर्तनका कारण देखिन्छ, त्यसरी नै के क्षितिजमुनिको सूर्य पनि वायुमण्डलीय आवर्तनले क्षितिजमाथि देखिन्छ ?

चित्र 10.16 मा देखाइए जस्तै सूर्यका किरण बाहिरी अन्तरिक्षबाट वायुमण्डलमा प्रवेश गर्दा बिरल माध्यमबाट सघन माध्यममा प्रवेश गर्ने भएकाले नर्मलतिर बाङ्गिन्छन् । पृथ्वीको सतहबाट बढ्दो उचाइअनुसार वायुमण्डलका तहको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स परिवर्तन हुन्छ । ती तहबाट क्रमिक रूपले आवर्तन भई आएका क्षितिजभन्दा तलको सूर्यका किरण पृथ्वीको सतहमा रहेको अवलोकनकर्ताको आँखामा पुग्दा क्षितिजभन्दा माथिको स्थानबाट सिधा बाटो भएर आए जस्ता देखिन्छन् । त्यसकारण सूर्यका किरणको वायुमण्डलीय आवर्तनका कारण बिहानको समय वास्तविक सूर्योदयभन्दा लगभग 2 मिनेट पहिले र सूर्यास्तको बेला वास्तविक सूर्यास्तभन्दा लगभग 2 मिनेट पछिसम्म सूर्यलाई क्षितिजमाथि देख्न सकिन्छ ।

प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total Internal Reflection of light)

क्रियाकलाप 10.4 मा अवलोकन गरे झैँ चित्र 10.17 मा गिलासभित्रको सिक्का अवलोकन गर्दा पानी (सघन माध्यम) बाट आएका प्रकाशका किरण नर्मलबाट



चित्र 10.17 फरक फरक कोणमा पानीभित्रको सिक्का अवलोकन

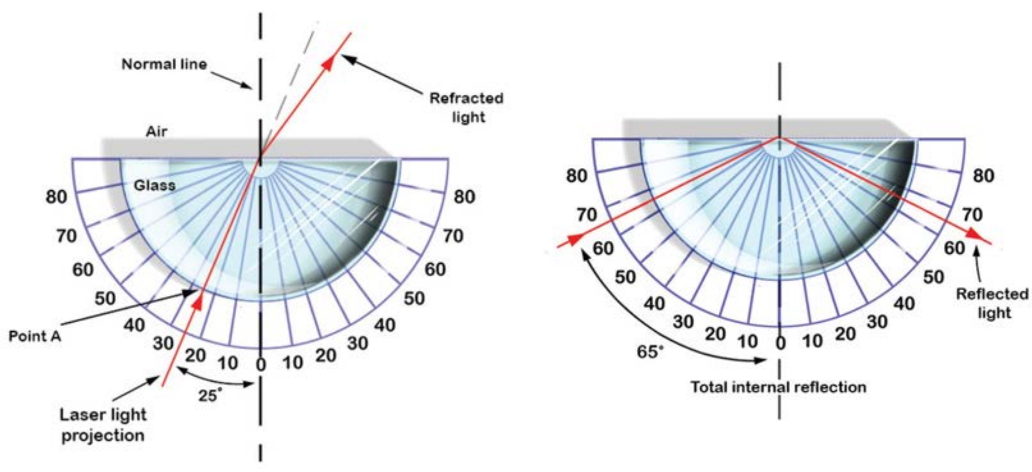
टाढा बाङ्गिएको देखाइएको छ । उक्त अवस्थामा आवर्तित कोण (angle of refraction) 'r', आपतित कोण (angle of incidence) 'i', भन्दा ठुलो (अर्थात्, $r > i$) छ । यदि आपतित कोण 'i' बढ्छ भने, आवर्तित कोण 'r' पनि बढ्छ ।

प्रश्न : सघन माध्यममा आपतित कोण (i) लाई बढाउँदै जाँदा विरल माध्यममा आवर्तित कोण (r) को मान पनि बढेर अधिकतम कतिसम्म पुग्न सक्छ होला ?

चित्र 10.17 को दोस्रो चित्रमा हावा र पानी छुट्याउने तहसँग समानान्तर हुने गरी अवलोकन गर्दा पानभित्रको सिक्का देखिन्छ । उक्त अवस्थामा आवर्तित प्रकाशले नर्मलसँग बनाएको कोण 90° छ । यही नै प्रकाश सघन माध्यमबाट बिरल माध्यममा जाँदा बन्ने आवर्तित कोण (r) को अधिकतम मान हो । उक्त अवस्थामा पानीभित्र नर्मलसँग बनेको आपतित कोण (i) चरम कोण (critical angle) हो ।

चरम कोण (Critical angle)

क्रियाकलाप 10.5 विभिन्न कोण बनाएर प्रकाश सघन माध्यमबाट बिरल माध्यममा प्रवेश गर्दा हुने आवर्तन क्रियाचित्रमा देखाइए जस्तै अर्धगोलाकार काँचको स्ल्याब, लेजर बिम पोइन्टर (Laser beam pointer) वा रे बक्स, प्रोट्याक्टर आदि लिनुहोस् । एउटा सादा पानामा ग्राफका दुई अक्ष काटिए जस्तै गरी रेखा खिच्नुहोस् । चित्रमा देखाइए जस्तै प्रोट्याक्टरको केन्द्र (center) लाई उद्गम विन्दु (O) र सन्दर्भ रेखा (reference line) लाई x (अक्षमा समानान्तर हुने गरी कोणको नापका लागि स्केल तयार पार्नुहोस् । अब काँचको अर्धगोलाकार स्ल्याब लिनुहोस् र त्यसको केन्द्रविन्दु O मा पर्ने गरी सिधा भाग x-अक्षमा समानान्तर हुने गरी पाना माथि राख्नुहोस् । काँचको स्ल्याबको अर्धगोलाकार भागतिरको सतहमा लम्ब हुने गरी लेजर बिमलाई काँचभित्र पठाउनुहोस् । आपतित कोण (i) र आवर्तित कोण (r) मापन गरी तलको जस्तै तालिकामा भन्नुहोस् ।



चित्र 10.18

आपतित कोणको मान क्रमशः बढाउँदै जानुहोस् । कुन अवस्थामा आवर्तित किरण काँच हावा छुट्याउने तह (glass-air interface) सँग समानान्तर भएर नर्मलसँग 90° को कोण बनाएर जान्छ, अवलोकन गरी टिपोट गर्नुहोस् । आवर्तित कोणको मान 90° भइसकेपछि पनि आपतित कोणको मान बढाउँदै गर्दा प्रकाश कुन माध्यममा प्रसारण हुन्छ, हावा कि काँच ?

आपतित कोण	आवर्तित कोण/परावर्तन कोण	नतिजा : प्रकाशको आवर्तन/परावर्तन
30°	....	प्रकाशको आवर्तन
35°	....	....
.....	90°	प्रकाशको आवर्तन
50°	....	....

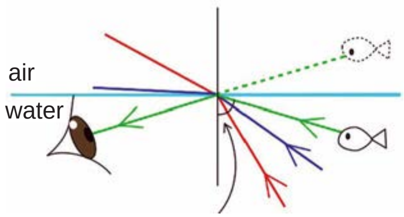
चित्रमा देखाइए जस्तै सघन माध्यममा आपतित कोणको मान बढाउँदै जाँदा एक विशेष मानका लागि आवर्तित किरण दुई माध्यम (काँच र हावा) लाई छुट्याउने तहको समानान्तर भएर जान्छ र आवर्तित कोणको मान 90° हुन्छ । प्रकाश सघन माध्यमबाट विरल माध्यममा प्रवेश गर्दा आवर्तित कोणको मान 90° भएको अवस्थाको आपतित कोणलाई चरम कोण भनिन्छ ।

चरम कोणको मान दुईओटा माध्यमका रूपमा रहेका पदार्थमा भर पर्छ । हावाका सापेक्षमा केही माध्यमका लागि हुने चरम कोणको मान तलको तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ :

माध्यम	चरम कोण	माध्यम	चरम कोण
पानी	49°	ग्लिसिरिन	43°
अल्कोहल	48°	काँच	42°
मटितेल	44°	हिरा	24°

माथिका क्रियाकलाप 10.5 मा आपतित कोणको मान चरम कोणभन्दा ठुलो पार्दा प्रकाश आवर्तनको सट्टा उही माध्यममा परावर्तित हुन्छ । अर्थात् काँचको स्ल्याबको अर्धगोलाकार भागको सतहबाट छिरेको प्रकाश परावर्तित भई काँचमै फर्किन्छ । प्रकाश सघन माध्यमबाट विरल माध्यमतिर प्रसारण हुँदा आपतित कोणको मान चरम कोणको मानभन्दा बढी भएको अवस्थामा प्रकाशका किरण सघन माध्यममा नै परावर्तित हुने प्रक्रिया पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हो । यस प्रक्रियामा प्रकाशका परावर्तनका नियम लागु हुन्छन् ।

चित्र 10.19 मा देखाइएको एक्वेरियमभित्रको माछालाई बाहिरबाट विशेष कोणमा अवलोकन गर्दा माछाको शरीरबाट आएका प्रकाशका किरण पानी र हावा छुट्याउने तहबाट पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भई अवलोकनकर्ताको आँखासम्म पुग्छन् । अवलाकनकर्ताले पानी हावा छुट्याउने तह (ऐना जस्तै) का अगाडि रहेको माछा र उक्त तहभित्र माछाको आकृति देख्छन् ।



चित्र 10.19 एक्वेरियम (aquarium)

साधारण अवस्थामा जब प्रकाश कुनै दुई पारदर्शी माध्यमको सिमानामा पुग्छ तब केही खण्ड परावर्तित हुन्छ भने केही खण्ड आवर्तित भई दोस्रो माध्यममा जान्छ । तर पूर्ण आन्तरिक परावर्तनमा प्रकाशको पूरै खण्ड परावर्तित हुने भएकाले यस प्रक्रियामा 'पूर्ण' शब्दको प्रयोग गरिन्छ । प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुनका लागि चाहिने आधार निम्नानुसार छन् :

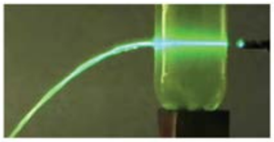
(अ) प्रकाशका किरण सघन माध्यम भएर विरल माध्यमतिर प्रसारण भएको हुनुपर्छ ।

(आ) आपतित कोण चरम कोणभन्दा ठुलो हुनुपर्छ ।

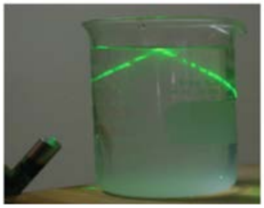
क्रियाकलाप 10.6 विभिन्न माध्यममा हुने प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

(अ) पानीमा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

चित्र 10.20 मा देखाइए जस्तै एउटा प्लास्टिकको बोतल र लेजर बिम पोइन्टर (Laser beam pointer) लिनुहोस् । बोतलमा पानी भरेर एकदुई थोपा दुध वा डिटोल मिसाएर हल्का धमिलो बनाउनुहोस् । अब बोतलको पिँधभन्दा केही माथिको सतहमा प्वाल पार्नुहोस् । उक्त प्वालबाट पानी बहिरहेको धारमा पर्ने गरी बोतलको विपरीत सतहबाट लेजर बिम पठाउनुहोस् । के उक्त लेजर बिम पानीको बहाबसँगै प्रसारण हुन्छ ?

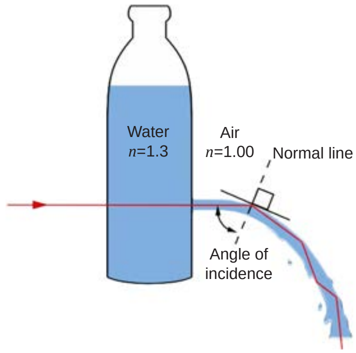

चित्र 10.20

चित्र 10.21 मा देखाइए जस्तै लेजर बिम पोइन्टरलाई पानीले भरिएको बिकरको बाहिरी सतहबाट छड्के रूपमा माथितिर फर्काएर पानीको सतहमा लेजर बिम पार्नुहोस् । उक्त लेजर बिम पोइन्टरलाई ढल्काएर आपतित कोणको मान परिवर्तन गर्नुहोस् । के कुनै निश्चित कोणमा लेजर बिम पानीको सतहबाट पूर्ण रूपमा पानीमा परावर्तन हुन्छ ?


चित्र 10.21

यस क्रियाकलापमा पानीमा केही थोपा दुध राख्दा लेजर बिम छरिन्छ र पानीमा हुने परावर्तन अवलोकन गर्न सहज हुन्छ ।

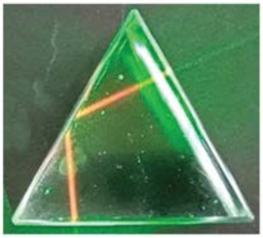
किरण चित्र 10.22 मा बोतलको पानी यसको सतहको प्वालबाट बहँदै गरेको देखाइएको छ । बोतलको प्वालमा लम्ब हुने गरी विपरीत सतहबाट पठाइएको लेजर बिम पानी तल झर्दै गर्दा बन्ने धारको माथिल्लो वक्र सतहमा पर्छ । उक्त सतहमा पर्दा लेजर बिम सघन माध्यम (पानी) बाट बिरल माध्यम (हावा) तिर प्रसारण हुन्छ । आपतित कोणको मान पानीको चरम कोण (49°) भन्दा बढी हुन्छ । यसले गर्दा लेजर बिम पानीको सतहबाट बाहिर आवर्तन नभई पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भएर पानीमै फर्किन्छ । त्यसपछि उक्त परावर्तित बिम पानीको बहाबको क्रममा बन्ने धारको सतहको तल्लो भागमा पर्छ । उक्त सतहमा पनि पुनः पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भएर लेजर बिम पानीमै फर्किन्छ । यसरी क्रमिक रूपले पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुँदै लेजर बिम पानीको धारसँगै तलतिर प्रसारण हुन्छ ।



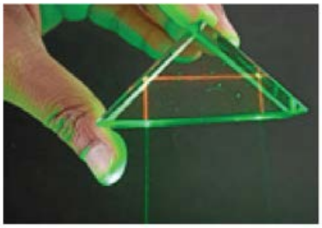
चित्र 10.22

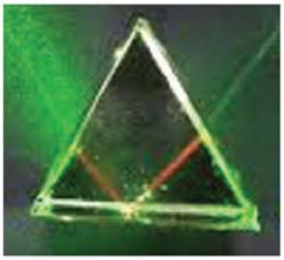
(आ) प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

चित्र 10.23 र चित्र 10.24 मा देखाइए जस्तै समबाहु त्रिकोणीय प्रिज्म र समकोणी त्रिकोणीय प्रिज्मका विभिन्न सतहमा लेजर बिम लम्ब रूपले पर्ने गरी लेजर लाइट पोइन्टर ढल्काउनुहोस् । कुन कुन अवस्थामा प्रिज्मका सतहबाट लेजर बिमको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ, अवलोकन गर्नुहोस् ।



चित्र 10.23 समबाहु त्रिभुजीय प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

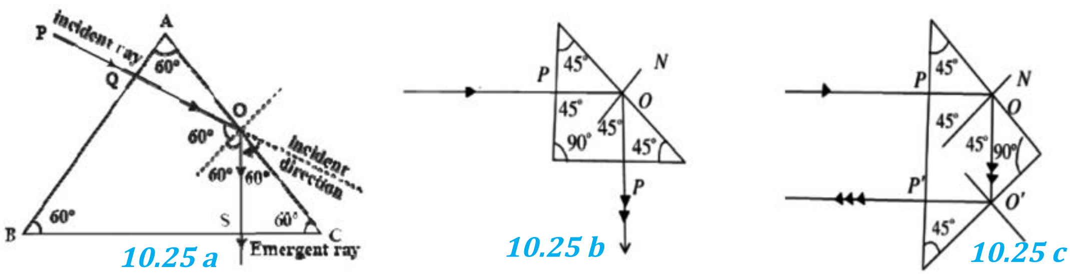




चित्र 10.24 समकोण त्रिभुजीय प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

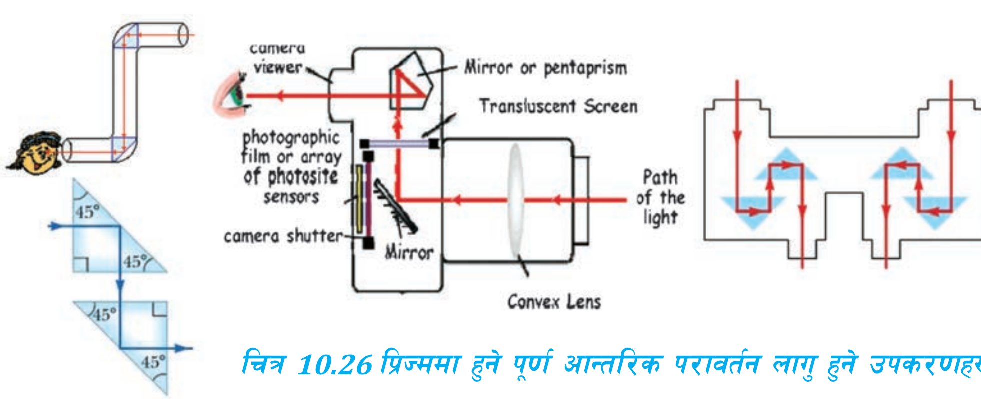
प्रिज्म एक त्रिआयामिक (three dimensional) आकार हो । यो तीनओटा आयताकार सतह र दुईओटा त्रिभुजाकार सतहले बाँधिएको हुन्छ । समभुज त्रिभुजीय प्रिज्म (equilateral

triangular prism) मा आधार समभुज त्रिभुजका रूपमा हुन्छन् । त्यस्तै समकोण त्रिभुजीय प्रिज्म (right angled triangular prism) मा आधार समकोणी त्रिभुजको रूपमा हुन्छन् । चित्र 10.25 a मा देखाइए जस्तै प्रकाश किरण PQ, समभुज त्रिभुजीय प्रिज्मको भुजामा लम्ब रूपले पर्दा कुनै पनि दिशामा नबाङ्गिएर सिधा काँचभित्र आवर्तन हुन्छ । उक्त किरण प्रिज्मको सतहमा पर्दा नर्मलसँग 60° को कोण बनाउँछ । यहाँ प्रकाश सघन माध्यम (काँच) बाट बिरल माध्यम (हावा) मा प्रसारण हुँदा आपतित कोण काँचको चरम कोण 42° भन्दा ठुलो हुन्छ । यसले गर्दा प्रकाशको किरण पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भई सतह BC मा लम्ब रूपले पर्छ र आवर्तन भई बाहिर हावामा प्रसारण हुन्छ ।



चित्र 10.25 प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तनका किरण चित्र

चित्र 10.25 a मा जस्तै चित्र 10.25 b र चित्र 10.25 c मा पनि प्रिज्मभित्र क्रमशः एक पटक र दुई पटक प्रकाशको किरणको पूर्ण आन्तरिक परावर्तनपश्चात् अन्तमा प्रकाशको किरणको आवर्तन भई प्रिज्मबाहिर हावामा प्रसारण हुन्छ । समकोण त्रिभुजीय प्रिज्मबाट प्रकाशको किरणलाई 90° मा मोड्न सकिने भएकाले चित्र 10.26 मा देखाइए जस्तै पेरिस्कोप, single lens reflex (SLR camera) र दुर्बिनमा प्रयोग भएका प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन देखाइएको छ । यसरी पूर्ण आन्तरिक परावर्तनबाट प्रकाशको दिशा परिवर्तन गर्दा तरङ्गको शक्ति ह्रास हुन पाउँदैन र वस्तुहरू स्पष्ट रूपले अवलोकन गर्न सकिन्छ ।



चित्र 10.26 प्रिज्ममा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन लागु हुने उपकरणहरू

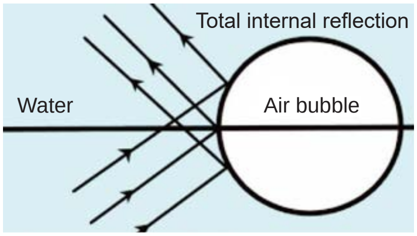
पूर्ण आन्तरिक परावर्तनका परिणामहरू (Consequences of total internal reflection)

(अ) हिराको चमक (Sparkling diamond)

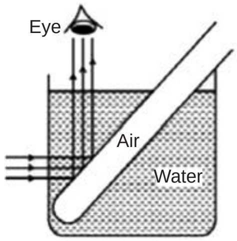
उच्च रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्सका कारण हिराको चरम कोणको मान 24° हुन्छ । हिरा भएर प्रसारण हुने प्रकाशका किरण हिरा र हावा छुट्याउने तह (diamond-air interface) मा पुग्दा आपतित कोण (angle of incidence) चरम कोण (critical angle) भन्दा ठुलो हुन्छ । यसले गर्दा हिरामा प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ ।

हिराको आकार धेरै भुजा हुने गरी निर्धारण गरिन्छ । यसका भुजाहरू यसरी काटिएका हुन्छन् कि यसभित्र प्रवेश गर्ने प्रकाशका अधिकांश किरणको एकभन्दा बढी पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ । राम्रोसँग काटिएको हिराको माथिबाट प्रवेश गर्ने धेरैजसो किरणहरूको धेरै पटक पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ । यसले गर्दा हिराबाट बाहिर निस्कन खोज्ने प्रकाशका किरणहरू यसभित्र अल्झिए जस्तो हुने भएकाले यो चम्किरहेको देखिन्छ । यदि काँचको ब्लकलाई हिरा जस्तै भुजा हुने गरी काटिएमा यो हिरा जस्तो चम्किरहको देखिँदैन । काँचको चरम कोणको मान 42° हुने भएकाले यसभित्र प्रवेश गर्ने प्रकाश किरण आवर्तनका कारण विपरीत भुजाबाट बाहिर निस्किन्छन् ।

(आ) सतह टल्किनु (Shining of a surface)



चित्र 10.27 पानीभित्रको हावाका फोका



चित्र 10.28 पानीभित्रको खाली टेस्टट्युबको सतह

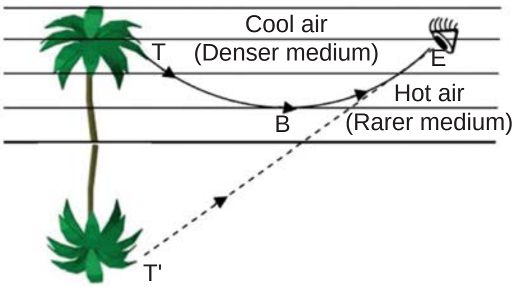
वस्तुको चिल्लो सतहबाट हुने प्रकाशको परावर्तनले उक्त सतह टल्केको देखिन्छ । पानी हावा छुट्याउने तह (water-air interface) वा काँच हावा छुट्याउने तह (water-air interface) बाट हुने प्रकाशको परावर्तनले ती सतह टल्केका देखिन्छन् । चित्र 10.37 मा देखाइए जस्तै प्रकाशका किरण पानी (सघन माध्यम) भएर हावा (विरल माध्यम) तिर जाँदा पानी र हावा छुट्याउने तहमा आपतित कोण (angle of incidence) चरम कोण

(critical angle) भन्दा ठुलो बन्छ । यसले गर्दा प्रकाशका किरण पानीभित्रका हावाका फोकाको घेराबाट परावर्तित हुन्छन् । पानी बाहिरबाट अवलोकन गर्दा उक्त फोका टल्किन्छ । चित्र 10.28 मा पनि प्रकाशका किरण पानी (सघन माध्यम) बाट छड्के हुने गरी आधा डुबाइएको खाली टेस्टट्युबभित्रको हावा (विरल माध्यम) तिर जाँदा पातलो काँचको तहबाट नै पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भएको देखाइएको छ । बाहिरबाट हेर्दा टेस्टट्युबको पानीभित्र डुबेको भाग टल्केको देखिन्छ ।

(इ) मिराज (Mirage)

प्रश्न : के तपाइँले गर्मीयाममा पिच बाटामा दिउँसोको समय यात्रा गर्दा चित्र 10.29 मा देखाइए जस्तै पानी जमेको जस्तो भ्रमात्मक दृश्य देख्नुभएको छ ?

चित्र 10.29 पिचरोडमा मिराज



चित्र 10.30 मिराज बन्दा हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

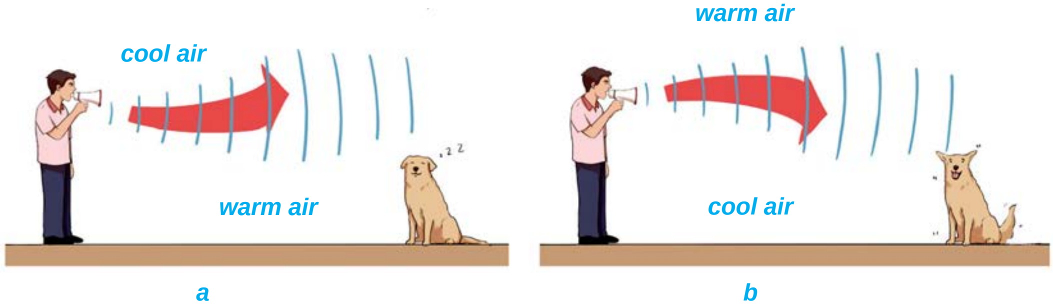
चित्र 10.29 मा देखाइए जस्तै प्रायः गर्मीयाममा वा चर्को घाम लागेका दिनमा पिचरोड (pitched road) मा यात्रा गर्दा अगाडि पानी जमेको जस्तो दृष्टिभ्रम सिर्जना हुन्छ । यात्रा गर्दै उक्त स्थानमा पुग्दा सडक सुक्खा रहेको पाइन्छ । सूर्यको तापले पृथ्वीको सतह तात्दा उक्त स्थानमा पानी जमेको जस्तो देखिने दृष्टिभ्रम मिराज हो ।

मिराज प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तनका कारण हुन्छ । चर्को घाम लागेको दिनमा जमिनको सम्पर्कमा रहने हावा तुलनात्मक रूपमा जमिनभन्दा माथिको हावाको तहहरूभन्दा बढी तात्छ । जमिनको सतहको सम्पर्कमा रहेको हावाको घनत्व माथिल्लो तहको भन्दा कम हुन्छ । यसले गर्दा हावाको कुनै एउटा माथिल्लो तहको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स उक्त तहसँगैको तल्लो तहको भन्दा ठुलो हुन्छ । त्यस्ता स्थान वरिपरिका वस्तु तथा बोटबिरुवा जस्तै रुखबाट आउन प्रकाशका किरण सघन माध्यमबाट विरल माध्यममा प्रसारण हुन्छन् । चित्र 10.30 मा देखाइए जस्तै प्रकाशका किरण हावाको माथिल्लो तहबाट तल्लो तहमा आवर्तन हुँदा नर्मलबाट टाढा बाङ्गिन्छन् । यसरी किरणहरू आवर्तन हुँदै जाँदा एक अवस्थामा दुई

तहबिच बन्ने आपतित कोण (angle of incidence) चरम कोण (critical angle) भन्दा ठुलो बन्छ र प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ । ती परावर्तित किरण केही टाढा रहेको अवलोकनकर्ताको आँखामा प्रवेश गर्दा जमिनमा वस्तुको उल्टो आकृति देखिन्छ । हावाका तहहरूको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स (refractive index) निरन्तर परिवर्तन भइरहने भएकाले उक्त आकृति सतह चल्दै गरेको जमेको पानीमा चलिरहेको जस्तो भान हुन्छ ।

विचारणीय प्रश्न

मिराज बन्दा हुने प्रकाश तरङ्गहरूको आवर्तन जस्तै ध्वनि तरङ्ग पनि आवर्तन हुँदा ध्वनि प्रसारणमा त्यसको असर कस्तो पर्छ होला ?



चित्र 10.31 ध्वनि तरङ्गको आवर्तन

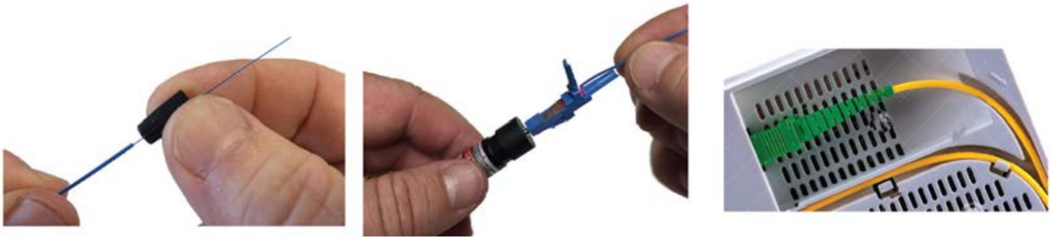
चित्र 10.31 a मा देखाइए जस्तै दिउँसो ध्वनि तरङ्गहरूले क्रमिक रूपमा हावाको माथिल्लो तह पार गर्दा नर्मलतिर बाङ्गिन्छन् र ध्वनि जमिनका सतहबाट माथितिर प्रसारण हुन्छ । यसले गर्दा दिउँसो ध्वनि स्रोतबाट केही टाढा जमिनमा रहेका स्रोताले उक्त ध्वनि स्पष्ट सुन्दैनन् । त्यस्तै चित्र 10.31 b मा देखाइए जस्तै राति स्रोतबाट प्रसारण हुने तरङ्गहरू क्रमिक रूपले माथिल्ला तहहरूमा आवर्तन हुँदा नर्मलबाट टाढा बाङ्गिन्छन् र अन्त्यमा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भई जमिनतिर नै प्रसारण हुन्छन् । यसले गर्दा राति ध्वनि स्रोतबाट केही टाढा जमिनमा रहेका स्रोताले उक्त ध्वनि स्पष्ट सुन्छन् ।

पूर्ण आन्तरिक परावर्तनका उपयोगिता (Application of total internal reflection)

अप्टिकल फाइबर (optical fibre)

क्रियाकलाप 10.7 फाइबर अप्टिक्समा आधारित इन्टरनेट केबलको अवलोकन

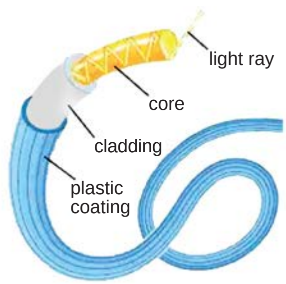
एउटा फाइबर अप्टिक्समा आधारित इन्टरनेट केबुलको टुक्रा लिनुहोस् । उक्त केबुल बाहिरको प्लास्टिकको आवरण तथा भित्री तहहरू क्रमशः खुर्कर अवलोकन गर्नुहोस् ।



चित्र 10.32 राउटरमा अप्टिकल फाइबर कनेक्टरको जडान

हामील प्रयोग गर्न तार जडित इन्टरनेटका लागि इन्टरनेट सेवाप्रदायक कम्पनीले हाम्रो घरसम्म एउटा केबुल वितरण गरेका हुन्छन् । उदाहरणका लागि इन्टरनेट जडान गर्दा चित्र 10.32 मा देखाइए जस्तै एउटा केबुल खुर्केर त्यसको सबैभन्दा भित्रको रौँ जस्तै मसिनो काँचको फाइबरलाई कनेक्टरको मदतले राउटरसँग जडान गरिन्छ । यस किसिमको इन्टरनेट सेवामा प्रयोग गरिने केबुलभित्रको मसिनो फाइबरले तीव्र सञ्चार सुविधा प्रदान गर्छ । प्रकाश प्रसारणका लागि प्रयोग हुने मसिनो पारदर्शी माध्यम अप्टिकल फाइबर हो ।

चित्र 10.33 राउटर कनेक्टर



चित्र 10.34 अप्टिकल फाइवरमा प्रकाशको प्रसारण

चित्र 10.33 र 10.34 मा देखाइए जस्तै अप्टिकल फाइबर केबुलको भित्री भागमा कोर (core) का रूपमा मसिनो पारदर्शी माध्यम जस्तै काँचको फाइबर रहेको हुन्छ । त्यसको वरिपरि कोरको भन्दा कम रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स भएको क्लेडिङ (cladding) राखेर पूर्ण आन्तरिक परावर्तनको आधार तयार पारिन्छ । प्रकाशलाई फाइबरभित्र पठाउँदा उक्त फाइबर र क्लेडिङको तहमा बन्ने आपतित कोण चरमकोणभन्दा ठुलो हुने गरी पठाइन्छ । त्यसपछि क्रमिक रूपमा काँचभित्र हुने पूर्ण आन्तरिक परावर्तनले प्रकाश तीव्र वेगमा अगाडि प्रसारण हुन्छ । अप्टिकल फाइबर सिधा वा मोडिएको जस्तोसुकै अवस्थामा भए तापनि एक छेउबाट प्रवेश गरेका प्रकाशका किरण अर्को छेउबाट बाहिर निस्किन्छन् ।

सुरुमा अप्टिकल फाइबरको प्रयोग चिकित्सा क्षेत्रमा शरीरका भित्री भागसम्म प्रकाश प्रसारण गरी तिनको अवलोकन गर्ने प्रयोजनका लागि गरियो । त्यसपछि अप्टिकल फाइबरमार्फत प्रकाशको वेगमा सञ्चार सङ्केत प्रसारण गर्न प्रयोग गरियो । वर्तमान समयमा फाइबर अप्टिक्सको प्रयोग चेकजाँच, सजावट सामग्री निर्माण जस्ता विभिन्न क्षेत्रमा भए तापनि फाइबर अप्टिक्सको व्यापक प्रयोग सञ्चार क्षेत्रमा भएका छ ।

(अ) दूरसञ्चारमा अप्टिकल फाइबरको प्रयोग (Use of optical fibre in telecommunication)

दूरसञ्चार प्रविधिमा अप्टिकल फाइबर सञ्चारको सङ्केत अर्थात् डाटालाई प्रकाशका रूपमा पूर्ण आन्तरिक परावर्तनबाट तीव्र वेगले प्रसारण गर्ने माध्यम हो । यसका लागि सञ्चार सङ्केतलाई अप्टिकल फाइबरमार्फत प्रसारण गर्नुपूर्व प्रकाशमा रूपान्तरण गरिन्छ । अप्टिकल फाइबरबाट प्रकाशका रूपमा सञ्चार सङ्केत पठाउँदा डाटा प्रसारण तीव्र मात्र नभई अन्य प्रविधि जस्तै तारविहीन (wireless) तथा तामाको तारबाट प्रसारण गरिने प्रविधिको तुलनामा ठुलो भोलुमको डाटा सुरक्षित रूपमा टाढासम्म प्रसारण हुन्छ । उदाहरणका लागि अप्टिकल फाइबरबाट 1 गिगाबाइट प्रतिसेकेन्ड (1 Gbps) का दरले डाटा प्रसारण गर्न सकिन्छ । एउटा अप्टिकल फाइबरले एकै पटक हजारौँ टेलिफोन कलको डाटा प्रसारण गर्न सक्छ । अप्टिकल फाइबरको यही विशेषताले गर्दा वर्तमान समयमा मानिसले इन्टरनेटको प्रयोगबाट हाइडेफिनेसन (HD) भिडियो हेर्ने, ठुलो भोलुममा डाटा भएका फाइल इन्टरनेटमा अपलोड गर्ने तथा डाउनलोड गर्ने जस्ता कार्यसम्भव भएका छन् ।

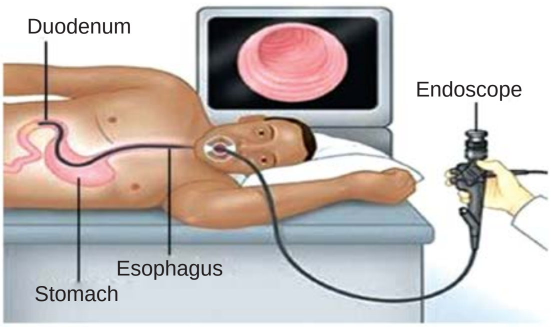
चित्र 10.35 मा देखाइए जस्तै अप्टिकल फाइबरको प्रयोगका लागि फाइबर केबुललाई बन्डलका रूपमा जमिनमा बिच्छ्याएर वितरण गरिन्छ । हामो देशको पूर्वपश्चिम राजमार्ग छेउ, मध्य पहाडी लोकमार्ग छेउ तथा अन्य विभिन्न राजमार्ग छेउको जमिनमा अप्टिकल फाइबर बिच्छ्याएर सञ्जाल तयार पारिएको छ । उक्त सञ्जाललाई भारत र चीनको सञ्जालमार्फत अन्तर्राष्ट्रिय सञ्जालमा जडान गरिएको छ । जमिनमा मात्र नभई समुद्रभित्रबाट पनि अप्टिकल फाइबर केबुलका बन्डलहरू बिच्छ्याएर दूरसञ्चारका लागि अप्टिकल फाइबरको अन्तर्राष्ट्रिय सञ्जाल बनाइएको हुन्छ ।

(आ) चिकित्सा क्षेत्रमा अप्टिकल फाइबरको प्रयोग (Use of optical fibre in medical field)

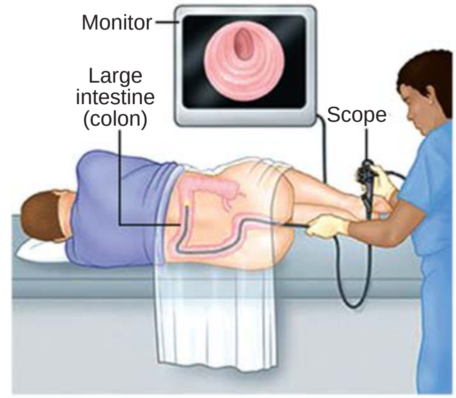
इन्डोस्कोपी र कोलनस्कोपी (Endoscopy and colonscopy)

इन्डोस्कोपी एक विनाचिरफार (nonsurgical) विधिबाट शरीरका भित्री अङ्गको जाँच गर्ने

प्रविधि हो । यस प्रविधिमा क्यामेरासँगै अप्टिकल फाइबर भएको इन्डोस्कोप (endoscope) को प्रयोग गरी मानिसको पाचन प्रणालीअन्तर्गतका अन्ननली, आमाशय र सानो आन्द्राको जाँच गरिन्छ । उदाहरणका लागि इन्डोस्कोपको प्रयोगबाट आमाशयको अल्सर जाँच गर्न सकिन्छ । त्यसका लागि इन्डोस्कोपलाई बिरामीको घाँटीबाट छिराएर अन्ननली हुँदै आमाशयतिर पठाइन्छ ।



चित्र 10.35 इन्डोस्कोपीको प्रयोग



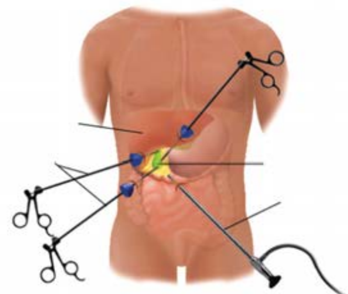
चित्र 10.36 कोलनस्कोपीको प्रयोग

इन्डोस्कोपमा अप्टिकल फाइबरका दुई बन्डललाई एकअर्कासँग समानान्तर हुने गरी राखिएको हुन्छ । एउटा बन्डलबाट प्रकाशलाई शरीरका भित्री अङ्गहरूमा पर्ने गरी पठाइन्छ । अर्को बन्डलले भित्री अङ्गको सतहबाट परावर्तित प्रकाश बाहिर फर्काउँछ । भित्री अङ्गको आकृतिलाई परावर्तित प्रकाशको मदतले प्रत्यक्ष वा क्यामेरासँग जडान गरिएको भिडियो डिस्प्लेमार्फत अवलोकन गर्न सकिन्छ । कोलोनोस्कोपी एक प्रकारको इन्डोस्कोपी हो । यसमा मलद्वारबाट कोलनोस्कोप (colonoscope) भित्र पठाएर मलाशय (rectum) र ठुलो आन्द्राको जाँच गरिन्छ ।

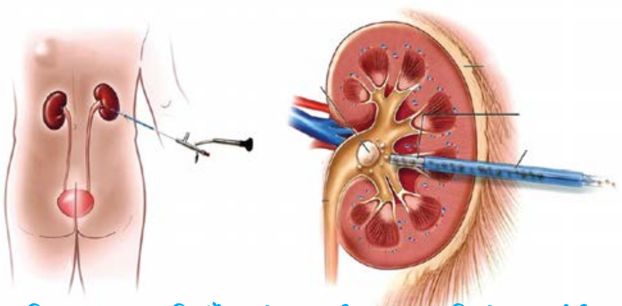
किहोल सर्जरी (keyhole surgery)

किहोल सर्जरी शल्यचिकित्सक (surgeon) ले छालामा पारिने सानो चिरामार्फत शरीर भित्र अपरेसन (operation) गर्ने प्रविधि हो । यस प्रविधिमा शरीरभित्रका अङ्गको आकृति देखाउने ल्याप्रोस्कोप (laparoscope) को प्रयोग गरिने भएकाले किहोल सर्जरीलाई ल्याप्रोस्कोपिक शल्यक्रिया (laproscopic surgery) पनि भनिन्छ । ल्याप्रोस्कोपमा शरीरभित्र प्रकाश पठाउने अप्टिकल फाइबरको बन्डल र क्यामेरा समावेश गरिएको हुन्छ । यसमा प्रयोग गरिएको क्यामेराले शरीरभित्रका अङ्गहरूको आकृतिलाई मनिटरमा डिस्प्ले गराउँछ । किहोल सर्जरीमा शल्यचिकित्सकहरूले ल्याप्रोस्कोपसँगै अन्य सर्जिकल उपकरणहरू पनि

प्रयोग गरेर अपरेसन गर्छन् । क्षतिग्रस्त वा रोगग्रस्त अङ्ग हटाउन, परीक्षणका लागि टिस्यु नमुना झिक्न (बायोप्सी), पत्थरी भएको पित्तथैली (gallbladder) झिक्न, मिर्गौलाको पत्थरी हटाउन आदिका लागि किहोल सर्जरी गरिन्छ ।



चित्र 10.37 किहोल सर्जरी



चित्र 10.38 मिर्गौलाको पत्थरी हटाउन किहोल सर्जरी

प्रकाशको विच्छेदन (Dispersion of light)

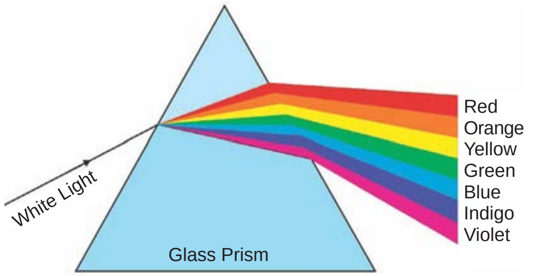
चित्र 10.39 मा निलो रङको प्रकाश स्रोत र चित्र 10.40 मा पहेँलो रङको प्रकाश स्रोत देखाइएको छ । हामीले दैनिक देख्ने सूर्यको प्रकाशमा पनि यीलगायत रातो, सुन्तला, हरियो, निर तथा बैजनी गरी सात रङका किरण मिसिएका भए तापनि छुट्टाछुट्टै नदेखिएर समग्रमा सेतो प्रकाश देखिन्छ । सूर्यको प्रकाशका सात रङलाई कुनै विशेष आकार भएको माध्यमबाट पठाएर छुट्याउन सकिन्छ ।

चित्र 10.39 प्राकृतिक ग्यास जलाउँदा निस्कने प्रकाशको रङ

चित्र 10.40 सोडियम भेपर सडक बत्ती बाल्दा निस्कने प्रकाशको रङ

प्रिज्मद्वारा प्रकाशको विच्छेदन (Dispersion of light by Prism)

क्रियाकलाप 10.8 प्रिज्मबाट हुने प्रकाशको विच्छेदन अवलोकन



चित्र 10.39 प्रिज्मबाट प्रकाशको विच्छेदन

एउटा रे बक्स र प्रिज्म लिनुहोस् । रे बक्सबाट प्रकाशको साँगुरो बिम (narrow beam of light) अथवा सूर्यको प्रकाशलाई प्रिज्मको आयताकार सतहमा पठाउनुहोस् । के चित्र 10.41 a मा देखाइए जस्तै प्रिज्म भएर गएको प्रकाशलाई कक्षाकोठाको भित्ता वा अन्य कुनै पर्दामा अवलोकन गर्नुभयो ? त्यसपछि भित्ता वा पर्दामा सातओटा रङको ब्यान्ड (band) सिर्जना नहुन्जेलसम्म प्रिज्मलाई घुमाउनुहोस् ।

प्रिज्म वा प्रिज्माकार सतह भएको माध्यममा परेको प्रकाश उक्त माध्यम भएर प्रसारण हुँदा सात रङका किरण क्रमशः रातो (Red), सुन्तला (Orange), पहेँलो (Yellow), हरियो (Green), निलो (Blue), निर (Indigo) र बैजनी (Violet) मा छुट्टिने प्रक्रियालाई प्रकाशको विच्छेदन भनिन्छ । यी सात रङका किरणहरूको तरङ्ग लम्बाई फरक फरक हुन्छ, जुन सँगैको तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ :

प्रकाशको रङ	**तरङ्ग लम्बाइको सीमा (in metres)**
रातो (Red)	6.2×10^{-7} देखि 7.8×10^{-7}
सुन्तला (Orange)	5.9×10^{-7} देखि 6.2×10^{-7}
पहेँलो (Yellow)	5.8×10^{-7} देखि 5.9×10^{-7}
हरियो (Green)	5.0×10^{-7} देखि 5.8×10^{-7}
निलो (Blue)	4.6×10^{-7} देखि 5.0×10^{-7}
निर (Indigo)	4.4×10^{-7} देखि 4.6×10^{-7}
बैजनी (Violet)	3.8×10^{-7} देखि 4.4×10^{-7}

घट्दो तरङ्ग लम्बाइका क्रममा रहेका उल्लिखित सात रङका किरणहरूको ब्यान्डलाई भिजिबल स्पेक्ट्रम (visible spectrum) भनिन्छ । भिजिबल स्पेक्ट्रमका सात रङलाई भिबग्योर (VIBGYOR) का रूपमा स्मरण गर्न सकिन्छ ।

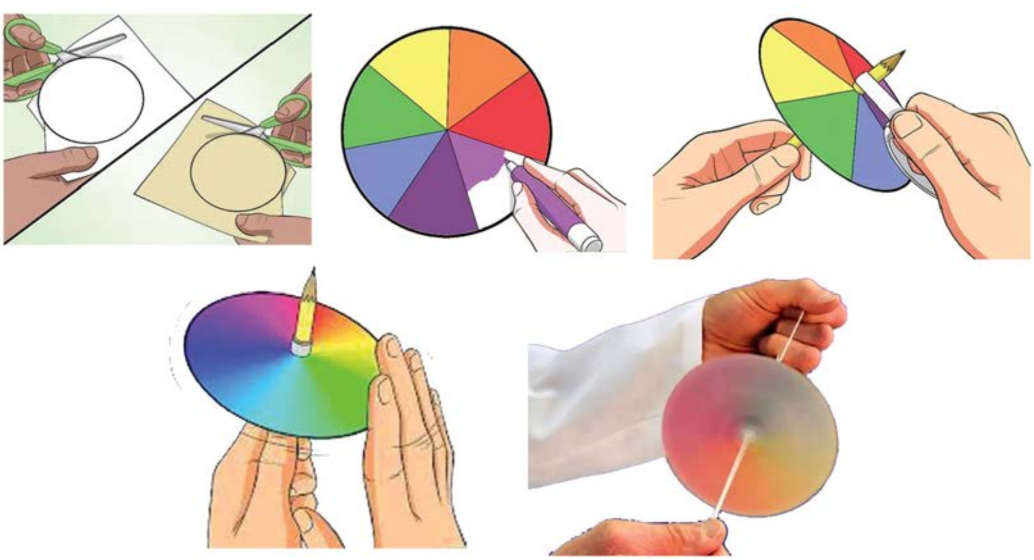
प्रकाश विच्छेदनका कारण (Cause of dispersion of light)

शून्य स्थानमा सबै विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गको वेग समान हुन्छ तर माध्यममा तरङ्ग लम्बाइअनुसार वेग फरक हुन्छ । प्रिज्ममा भिजिबल स्पेक्ट्रमका सातओटा रङका प्रकाश तरङ्गहरूको वेग फरक फरक हुन्छ । सबैभन्दा लामो तरङ्ग लम्बाइ भएको रातो रङको प्रकाश तरङ्गको वेग तुलनात्मक रूपले अरू रङका प्रकाश तरङ्गको भन्दा बढी हुन्छ । बैजनी रङका किरणको तरङ्ग लम्बाइ तथा वेग सबैभन्दा कम हुन्छ ।

चित्र 10.41 b मा देखाइए जस्तै प्रकाशका किरण प्रिज्ममा प्रवेश गर्ने क्रममा र प्रिज्म छोडेर जाने क्रममा गरी दुई पटक आवर्तित हुन्छन् । यसले गर्दा प्रिज्मभित्र फरक फरक वेगले छुट्टिएका किरणहरू प्रिज्म बाहिर निस्कँदा यसको आधारतिर बाङ्गिएर पर्दाको फरक फरक स्थानमा पर्छन् । यस प्रक्रियामा लामो तरङ्ग लम्बाइ र सबैभन्दा बढी वेग भएका रातो रङका किरणहरू सबैभन्दा कम बाङ्गिएर पर्दाको माथिल्लो भागमा देखिन्छन् । यसको ठिक विपरीत सबैभन्दा छोटो तरङ्ग लम्बाइ र सबैभन्दा कम वेग भएका बैजनी रङका किरणहरू सबैभन्दा बढी बाङ्गिएर पर्दाको तल्लो भागमा देखिन्छन् ।

सात रङका तरङ्गको समूहका रूपमा प्रकाश (Light as a group of seven colour waves)

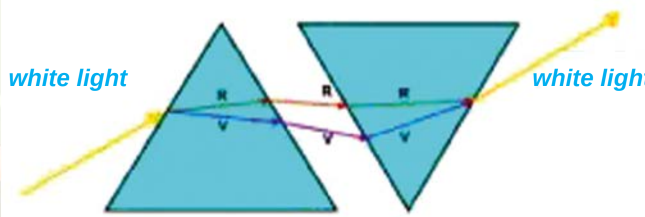
क्रियाकलाप 10.9 न्युटनको चक्का (Newton's disc) निर्माण



चित्र 10.42 न्युटनको चक्का (Newton's disc) निर्माण

एउटा कार्डबोर्ड, सेतो प्रिन्ट पेपर, प्रकाशको विच्छेदन हुँदा देखिने सात रङ, कैँची, धागो आदि लिनुहोस् । चित्र 10.42 मा देखाइए जस्तै कार्डबोर्ड र प्रिन्ट पेपरलाई बराबर साइजमा वृत्ताकार हुने गरी काट्नुहोस् । वृत्ताकार प्रिन्ट पेपरमा सातओटा बराबर खण्ड छुट्याएर ती खण्डमा VIBGYOR को क्रम मिलाएर सातओटा रङ भर्नुहोस् । उक्त पेपरलाई कार्डबोर्डमा टाँसेर न्युटनको चक्का तयार पार्नुहोस् । चक्काको बिच भागमा केही दुरी रहने गरी दुईओटा मसिना प्वाल पार्नुहोस् । ती दुई प्वालबाट 60 cm जति लामो बलियो धागोका दुई छेउहरू छिराउनुहोस् र अर्को पट्टिबाट गाँठो पार्नुहोस् । उक्त चक्कालाई तीव्र वेगले घुमाउन एक हातले चक्काको एकातिरको डोरी समात्नुहोस् र अर्को हातले डोरीसँगै चक्कालाई घुमाउनुहोस् । यसरी घुमाउँदा डोरी बटारिन्छ । डोरी राम्रोसँग बटारिएपछि पहिले दुबै हातले डोरीलाई बाहिरतिर लगी तन्काउने र त्यसपछि दुबै हातभित्र तिर ल्याएर डोरी खुम्च्याउने गर्नुहोस् । यसरी डोरी तन्काउने र खुम्च्याउने गर्दा चक्का घुम्छ । चक्का जोडले घुम्दा त्यसको सतहमा भरिएका सातओटा रङहरू अवलोकन गर्नुहोस् । के सातओटा रङहरू विलय भएर सेतो रङ बन्छ ?

चित्र 10.43 न्युटनको चक्का



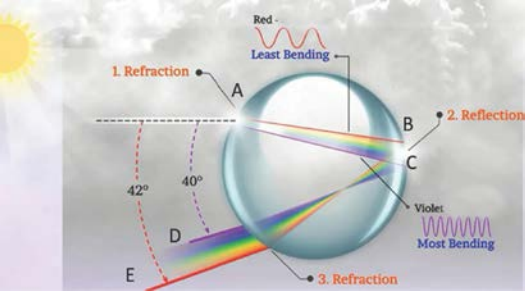
चित्र 10.44 प्रकाशका सातओटा रङको पुनःसंयोजन

न्युटनको चक्का प्रकाशका अवयव रङलाई समान अनुपातमा पेन्ट गरेर तयार पारिएको चक्का हो । चित्र 10.43 मा देखाइए जस्तै उक्त चक्कालाई तीव्र वेगमा घुमाउँदा प्रकाशका सातओटै रङबाट परावर्तित तरङ्गहरू मिश्रित हुँदा सेतो रङ देखिन्छ ।

चित्र 10.44 मा दुईओटा हुबहु एकनासै प्रिज्ममध्ये पहिलोलाई सुल्टो र दोस्रोलाई पहिलोको नजिकै उल्ट्याएर राखेको देखाइएको छ । यी दुई प्रिज्ममध्ये पहिलो प्रिज्मबाट विच्छेदन भएको प्रकाशका सातओटा रङका किरणहरू दोस्रो प्रिज्ममा प्रवेश गर्दा तिनको पुनःसंयोजन हुन्छ । दोस्रो प्रिज्मबाट बाहिर निस्कने प्रकाश पहिलो प्रिज्मबाट भित्र प्रवेश गर्ने प्रकाशको दिशासँग समानान्तर हुन्छ ।

इन्द्रेणी (Rainbow)

हावामा रहेका पानीका थोपा र ती थोपाको दिशामा हेरिरहेको मानिसको पछाडिपट्टि सूर्य हुँदा आकाशमा बन्ने सात रङको वृत्ताकार चाप (circular arc) इन्द्रेणी हो । प्रिज्मबाट प्रकाशको विच्छेदन भए जस्तै वर्षाका कारण हावामा तैरिरहेका पानीका थोपाद्वारा हुने प्रकाशको विच्छेदनले इन्द्रेणी बन्छ । यस प्रक्रियामा प्रिज्मको जस्तो भूमिका पानीको थोपाको हुन्छ ।



चित्र 10.45 पानीका थोपाबाट हुने प्रकाशको विच्छेदन

चित्र 10.46 आकाशबाट अवलोकन हुने पूर्णवृत्ताकार इन्द्रेणी

इन्द्रेणी पर्ने क्रममा चित्र 10.45 मा देखाइए जस्तै सूर्यको प्रकाशको किरण पानीको गोलाकार थोपाको सतहको कुनै विन्दु A मा ठोकिएर त्यसभित्र प्रवेश गर्छ । पहिलो चरणमा पानीका थोपाभित्र प्रकाशको आवर्तनसँगै सात रङका किरण छुट्टिन्छन् । दोस्रो चरणमा पानीका थोपाभित्र प्रकाश प्रवेश गरेको सतहको विपरीत सातहबाट प्रकाशका सातओटा किरण परावर्तित हुन्छन् । चित्रमा सबैभन्दा कम बाङ्गिएको रातो प्रकाश किरण विन्दु B बाट र सबैभन्दा बढी बाङ्गिएको बैजनी प्रकाश किरण विन्दु C बाट परावर्तन भएको देखाइएको छ । तेस्रो चरणमा प्रकाशका किरणको आवर्तन भएर थोपाबाट बाहिर निस्किन्छन् । हाम्रा आँखाको दृष्टिकोणका कारण जमिनबाट अवलोकन गर्दा इन्द्रेणी अर्ध वृत्ताकार देखिन्छ भने आकाशबाट हेर्दा पूर्ण वृत्ताकार देखिन सक्छ ।

लेन्स (Lens)

चित्र 10.47 मा एउटा चस्मा देखाइएको छ । यसमा प्रयोग भएको काँचका गोलाकार (spherical) सतहहरू छन् । हाते लेन्स (hand lens) मा प्रयोग हुने काँच वा प्लास्टिकका सतहहरू पनि गोलाकार नै हुन्छन् । यस किसिमको बनावट

चित्र 10.47

भएका माध्यमबाट हुने प्रकाशको आवर्तनले किरण एक ठाउँमा केन्द्रित (converge) हुने वा एकै ठाउँबाट विकेन्द्रित (diverge) भएको हुन्छ ।

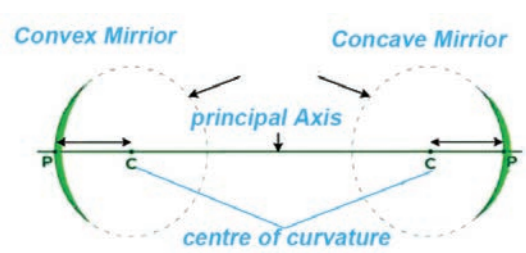
क्रियाकलाप 10.10 हाते लेन्स निर्माण

चित्र 10.48 हाते लेन्स निर्माण

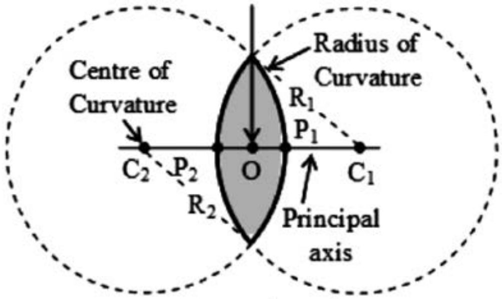
चित्र 10.48 मा देखाइए जस्तै प्लास्टिक बोतल, कैँची, हट ग्लु गन (hot glue gun), सिरिन्ज, पानी आदि लिनुहोस् । एउटा प्लास्टिक बोतललाई काटेर दुईओटा गोलाकार टुक्रा तयार पार्नुहोस् । दुबै टुक्राका उठेका भाग बाहिर पर्ने गरी खप्टाउनुहोस् र हट ग्लुले टाँस्नुहोस् । दुबै टुक्रालाई टाँसेको स्थानबाट सिरिन्जले मसिनो प्वाल पारी भित्र पानी भर्नुहोस् । के यसरी तयार पारिएको लेन्सबाट किताबका साना अक्षरलाई ठुलो देखिने गरी पढ्न वा अन्य कुनै सानो वस्तुलाई ठुलो पारी हेर्न सकिन्छ ?

प्लास्टिकका दुई गोलाकार सतहका बिचमा पानी भरेर बनाइएको लेन्सबाट प्रकाशका किरण आवर्तित हुन्छन् । प्रकाशको आवर्तनले गर्दा यसबाट अवलोकन गरिने वस्तुको आकृति वस्तुभन्दा ठुलो देखिएको हो । यहाँ निर्माण गरिएको लेन्स र गोलाकार ऐना (spherical mirror) का केही विशेषता मिल्छन् ।

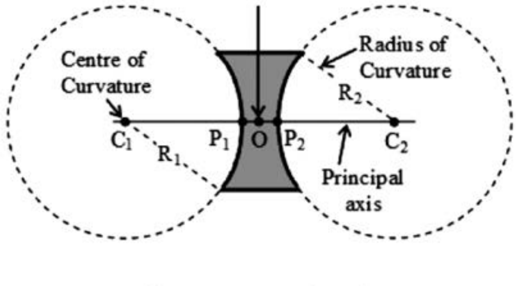
चित्र 10.49 मा एउटा खोक्रो गोला (hollow sphere) को गोलाकार सतहबाट कन्भेक्स ऐना र कन्केभ ऐना निर्माण हुने देखाइएको छ । त्यस्तै माथिको क्रियाकलाप 10.10 मा दुईओटा गोलाकार सतहका बिचमा पानी भर्दा लेन्सको नमुना तयार हुन्छ । दुईमध्ये एउटा प्लास्टिकको गोलाकार भागमा पानी राख्दा पनि लेन्सको जस्तै प्रकाश आवर्तन हुन्छ । उक्त लेन्स चित्र 10.50 मा देखाइए जस्तै दुईओटा ठोस गोला (solid sphere) का गोलाकार सतहबाट बनेको जस्तो देखिन्छ । तसर्थ लेन्स कम्तीमा एउटा गोलकार सतह भएको पारदर्शी माध्यम हो ।



चित्र 10.49 गोलाकार ऐना



चित्र 10.50 कन्भेक्स लेन्स



चित्र 10.51 कन्केभ लेन्स

लेन्सका किसिम (Types of a lens)

लेन्स कन्भेक्स र कन्केभ गरी मुख्य दुई किसिमका हुन्छन् । चित्र 10.50 मा देखाइए जस्तै किनारमा भन्दा बिचमा बाक्लो भाग भएको लेन्स कन्भेक्स लेन्स हो । दूरबिन, क्यामेरा, माइक्रोस्कोप, प्रोजेक्टर आदिमा कन्भेक्स लेन्सको प्रयोग गरिन्छ । हाम्रो आँखामा पनि प्राकृतिक कन्भेक्स लेन्स हुन्छ ।

चित्र 10.51 मा देखाइए जस्तै किनारमा भन्दा बिचमा पातलो भाग भएको लेन्स कनभेक्स लेन्स हो । प्रकाशका किरण केन्द्रित गर्ने गुण भएका कन्भेक्स लेन्सलाई कर्न्भजिङ लेन्स (converging lens) र प्रकाशका किरण विकेन्द्रित गर्ने गुण भएका कन्केभ लेन्सलाई डाइभर्जिङ लेन्स (diverging lens) का रूपमा वर्गीकरण गरिन्छ ।

a.biconvex	b. planoconvex	c. concavo convex	a. biconcave	b. plano concave	c. convexo concave
चित्र 10.52 कन्भर्जिङ् लेन्सहरू (converging lenses)			चित्र 10.53 डाइभर्जिङ् लेन्सहरू (diverging lenses)		

लेन्ससँग सम्बन्धित शब्दावली (Terminologies related with lens)

(अ) वक्रताको केन्द्र (centre of curvature)

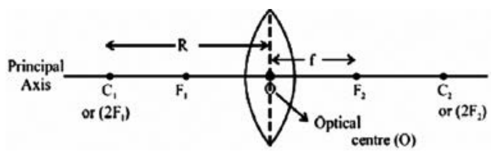
वक्रताको केन्द्र लेन्सका गोलाकार भाग बनाउने गोलाको केन्द्र हो । प्रायः लेन्सहरू दुईओटा गोलाका गोलाकार भागबाट बन्ने भएकाले तिनीहरूमा दुईओटा वक्रताका केन्द्र हुन्छन् । सामान्यतया वक्रताको एउटा केन्द्रलाई C_1 द्वारा र दोस्रोलाई C_2 द्वारा जनाइन्छ ।

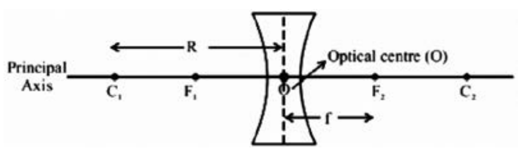
(आ) वक्रताको अर्धव्यास (radius of curvature)

लेन्सका गोलाकार भाग बनाउने गोलाको अर्धव्यास नै वक्रताको अर्धव्यास हो । किरण चित्रमा यसलाई 'R' ले जनाइन्छ ।

(इ) अप्टिकल केन्द्र (optical centre)

अप्टिकल केन्द्र लेन्सको ज्यामितीय केन्द्र (geometrical centre) अर्थात् प्रमुख अक्षमा रहेको लेन्सका सतहबिचको मध्यविन्दु हो । किरण चित्रमा यसलाई 'O' ले जनाइन्छ ।





चित्र 10.54 लेन्ससँग सम्बन्धित शब्दावलीहरू

(ई) प्रमुख अक्ष (principal axis)

लेन्सको तलमाथि बराबर हुने गरी विभाजन गर्ने र अप्टिकल केन्द्र (O) भएर जाने रेखा प्रमुख अक्ष हो । यसले लेन्सका दुबै वक्रताका केन्द्र जोड्छ ।

(उ) केन्द्रीकरण विन्दु (focus)

क्रियाकलाप 10.11 : कन्भेक्स लेन्सबाट हुने प्रकाशका किरणको कन्भर्जिङ क्रिया (converging action) र कन्केभ लेन्सबाट हुने डाइभर्जिङ क्रिया (diverging action) को अवलोकन

एउटा तीनओटा स्लिट भएको रे बक्स, बाक्ला कन्भेक्स लेन्स र कन्केभ लेन्स लिनुहोस् । चित्र 10.55 मा देखाइए जस्तै रे बक्सका अगाडि क्रमश: कन्भेक्स लेन्स र कन्केभ लेन्स राख्नुहोस् ।

a.

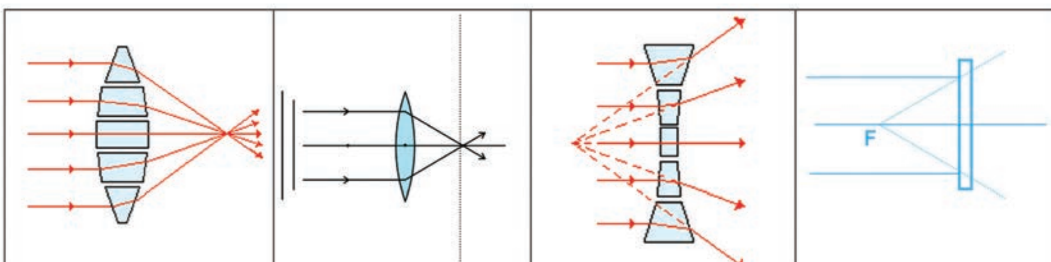
b.

चित्र 10.55 कन्भर्जिङ क्रिया र डाइभर्जिङ क्रियाको अवलोकन

रे बक्सबाट आएका किरण कसरी बाङ्गिन्छन्, अवलोकन गर्नुहोस् र तल प्रस्तुत गरिएका दुरीहरू मापन गर्नुहोस् :

कन्भेक्स लेन्स	**लेन्सको मध्य भागबाट किरणहरू केन्द्रित भएको विन्दुसम्मको दुरी**	....
कन्केभ लेन्स	लेन्सको मध्य भागबाट विकेन्द्रित किरणलाई पछाडितिर बढाउँदा तिनीहरू काटिने विन्दुसम्मको दुरी	....

कन्भेक्स लेन्सलाई प्रिज्मको संयोजनबाट बनेको मान्न सकिन्छ । चित्र 10.56 मा देखाइए जस्तै कन्भेक्स लेन्सको माथिल्लो आधा भागमा प्रिज्मका आधार तलतिर हुन्छन् र तल्लो आधा भागमा प्रिज्मका आधार माथितिर हुन्छन् । प्रिज्मबाट आउने इमर्जेन्ट किरणहरू जहिले पनि प्रिज्मको आधारतिर बाङ्गिन्छन् । लेन्सको मध्य भागतिरका प्रिज्महरूभन्दा छेऊतिरका प्रिज्मबाट प्रकाशका किरणहरू बढी आवर्तित हुन्छन् र प्रमुख अक्ष भएर जाने किरणहरू नबाङ्गिएर सिधा प्रसारण हुन्छन् । यसले गर्दा चित्र 10.57 मा देखाइए जस्तै प्रमुख अक्षसँग समानान्तर भई कन्भेक्स लेन्सको सतहमा पर्ने किरणको आवर्तनपश्चात् प्रमुख अक्षको एउटा विन्दुमा केन्द्रित हुन्छन् । उक्त विन्दुलाई कन्भेक्स लेन्सको केन्द्रीकरण विन्दु (principal focus) भनिन्छ । किरण चित्रमा उक्त विन्दुलाई 'F' ले जनाइन्छ ।



चित्र 10.56 कन्भेक्स लेन्सको कन्भर्जिङ क्रिया | चित्र 10.57 कन्भेक्स लेन्सको केन्द्रीकरण बिन्दु | चित्र 10.58 कन्केभ लेन्सको डाइभर्जिङ क्रिया | चित्र 10.59 कन्केभ लेन्सको केन्द्रीकरण बिन्दु

कन्केभ लेन्सलाई पनि प्रिज्मको संयोजनका रूपमा मान्न सकिन्छ । चित्र 10.58 मा देखाइए जस्तै यसको माथिल्लो आधा भागमा प्रिज्महरूका आधार माथितिर हुन्छन् र तल्लो आधा भागका प्रिज्महरूका आधार तलतिर हुन्छन् । कन्भेक्स लेन्स जस्तै कन्केभ लेन्समा पनि मध्य भागतिरका प्रिज्मभन्दा छेउतिरका प्रिज्मबाट प्रकाशका किरणहरू बढी आवर्तित भएर एकअर्काबाट टाढा बाङ्गिन्छन् र प्रमुख अक्ष भएर जाने किरण नबाङ्गी सिधा प्रसारण हुन्छन् । यसले गर्दा चित्र 10.56 मा देखाइए जस्तै कन्केभ लेन्सबाट विकेन्द्रित (diverged)

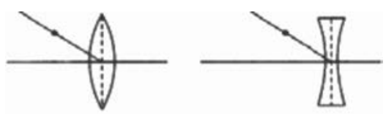
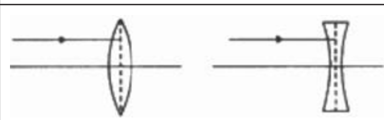
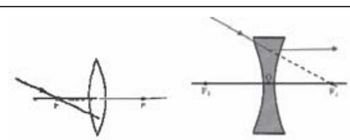
किरणहरू काटिँदैनन् । ती किरण पछाडिको कुनै एक विन्दुबाट विकेन्द्रित भएर आएको जस्तो देखिन्छ । उक्त विन्दुलाई कन्केभ लेन्सको केन्द्रीकरण विन्दु (focus) भनिन्छ ।

(ऊ) केन्द्रीकरण दुरी (focal length)

अप्टिकल केन्द्र (O) र केन्द्रीकरण विन्दु (F) बिचको दुरी केन्द्रीकरण दुरी हो । यसलाई 'f ' ले जनाइन्छ । केन्द्रीकरण दुरी वक्रताको अर्धव्यासको आधा हुन्छ ।

लेन्सले बनाउने आकृतिको किरण चित्र खिच्नका लागि नियम (Rules to draw image formed by a convex lens)

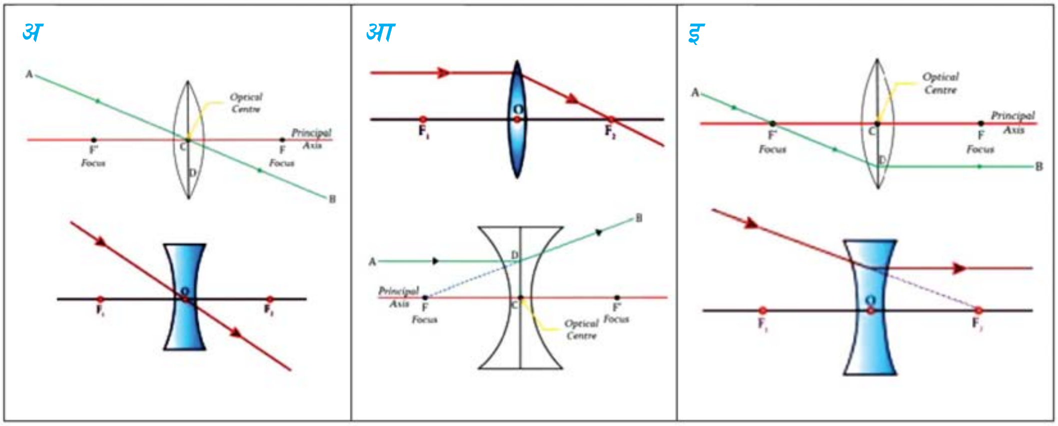
क्रियाकलाप 10.12 क्रियाकलाप 10.11 केन्द्रीकरण दुरी मापन गरिएका लेन्समध्ये एक एकओटा कन्केभ र कन्भेक्स लेन्स लिनुहोस् । ती लेन्सहरूमा तल देखाइएका किरण चित्रमा जस्तै लेजर बिम पठाउनुहोस् र नतिजा टिपोट गर्नुहोस् ।

लेजर बिम पठाइएको दिशा	किरण चित्र	नतिजा (इमर्जेन्ट किरणको दिशा)
अप्टिकल केन्द्र (O) भएर		....
प्रमुख अक्षसँग समानान्तर		....
केन्द्रीकरण विन्दु (F) भएर		....

लेन्सबाट बन्ने आकृतिको किरण चित्र उक्त लेन्सको आकारमा निर्भर गर्छ । कन्भेक्स लेन्सबाट केन्द्रित हुने प्रकाश किरण र कन्केभ लेन्सबाट विकेन्द्रित हुने किरणहरू चित्रमा प्रस्तुत गर्दा तलका नियमहरू लागु हुन्छन् :

(अ) लेन्सको अप्टिकल केन्द्रबाट जाने प्रकाशको किरण आवर्तित हुँदैन । उक्त किरण नबाङ्गिएर सिधा अगाडि बढ्छ ।

(आ) कन्भेक्स लेन्समा प्रिन्सिपल अक्षको समानान्तर भएर आउने प्रकाश किरण आवर्तनपछि केन्द्रीकरण विन्दु (focus) भएर जान्छ भने कन्केभ लेन्समा त्यस्तो किरण विकेन्द्रित हुँदा केन्द्रीकरण विन्दुबाट आएको जस्तो देखिन्छ ।



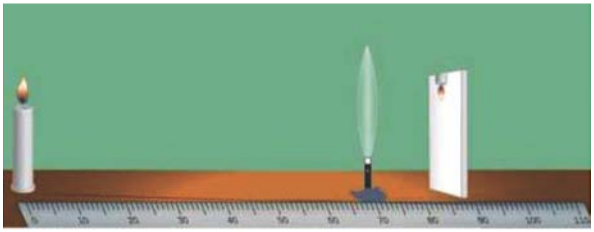
चित्र 10.60 लेन्सले बनाउने किरण चित्र खिच्नका लागि नियमहरू

(इ) लेन्समा केन्द्रीकरण विन्दु (focus) भएर आउने प्रकाश किरण उक्त लेन्सका माध्यमबाट आवर्तनपछि प्रमुख अक्षसँग समानान्तर भएर जान्छ ।

कन्भेक्स लेन्सले बनाउने आकृति (Image formed by a convex lens)

क्रियाकलाप 10.13 कन्भेक्स लेन्सले बनाउने मैनबत्तीको आकृति अवलोकन

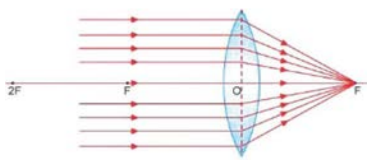
क्रियाकलाप 10.11 मा केन्द्रीकरण दुरी मापन गरिएको एउटा कन्भेक्स लेन्स, मैनबत्ती, काठको सानो आयताकार टुक्रामा कार्डबोर्ड टाँसेर बनाइएको स्क्रिन, 1 मिटरको रुलर वा फिता (measuring tape) आदि लिनुहोस् ।

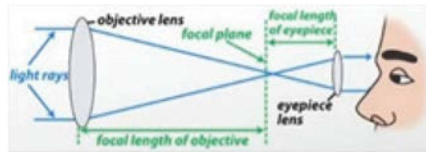


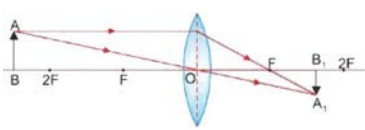
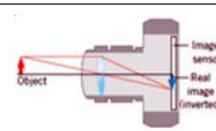
चित्र 10.61 कन्भेक्स लेन्सले बनाउने आकृति

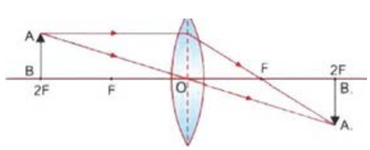
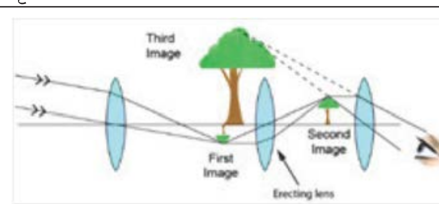
चित्र 10.61 मा देखाइए जस्तै टेबुलमा स्केल वा फिता राख्नुहोस् । उक्त स्केलमा दायाँबायाँ लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी (f) को दुई गुणाभन्दा बढी दुरी रहने गरी बिचमा उक्त लेन्सको स्थान निधार्रण गर्नुहोस् । अब लेन्सको एकातिर विभिन्न दुरीमा मैन बत्ती राख्ने र अर्कोतिर स्क्रिनलाई अगाडि पछाडि सारेर मैन बत्तीको स्पष्ट आकृति बन्ने स्थान एवम् विशेषता अवलोकन गर्नुहोस् ।

कन्भेक्स लेन्सले बनाउने आकृतिका विशेषता लेन्सको अप्टिकल केन्द्र (O) बाट वस्तुसम्मको दुरीमा निर्भर गर्छ । कन्भेक्स लेन्सका अगाडि विभिन्न स्थानमा वस्तुलाई राख्दा बन्ने आकृतिको किरण चित्र र उक्त आकृतिका विशेषता तल प्रस्तुत गरिएका छन् :

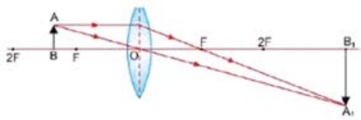
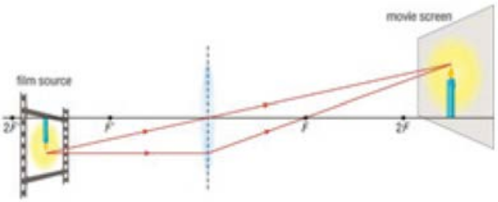
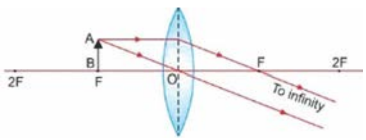
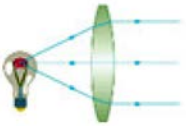
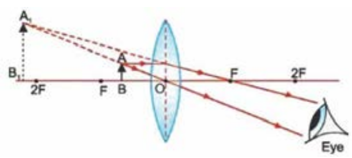
<table>
<tr><th>वस्तुको स्थान</th><th>किरण चित्र</th><th>आकृतिको स्थान, विशेषता र प्रयोग</th></tr>
<tr><td rowspan="2">अनन्तमा</td><td rowspan="2">

</td><td>

आकृति केन्द्रीकरण विन्दु (F) मा बन्छ । यो वास्तविक, उल्टिएको र वस्तुभन्दा निकै सानो हुन्छ । यस किसिमको आकृति टेलिस्कोपमा अब्जेक्टिभ लेन्सले बनाउँछ ।</td></tr>
<tr><td>सँगैको चित्रमा दिउँसोको चम्किलो घाममा हाते लेन्सले एउटा कागजमा चम्किलो विन्दु बन्ने गरी सूर्यका समानान्तर किरण केन्द्रित गरिएको छ । लेन्सलाई केही समय स्थिर राखी थर्मल शक्ति बढाएर उक्त कागज जलाउन सकिन्छ ।</td></tr>
<tr><td>2F भन्दा पर</td><td>
</td><td>

आकृति F र 2F को बिचमा बन्छ । यो वास्तविक, उल्टिएको र वस्तुभन्दा सानो हुन्छ । यस किसिमको आकृति क्यामेरामा बन्छ ।</td></tr>
<tr><td>2 F मा</td><td>
</td><td>

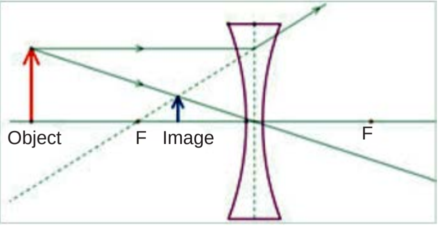
आकृति 2F मा बन्छ । यो वास्तविक, उल्टिएको र वस्तुकै साइजको हुन्छ । यस किसिमको आकृति टेरेस्टेरियल टेलिस्कोपको इरेक्टिङ लेन्सले बनाउँछ ।</td></tr>
</table>

F र 2F को बिचमा		 आकृति 2F भन्दा पर बन्छ । यो वास्तविक, उल्टिएको र वस्तुभन्दा ठुलो हुन्छ । यस किसिमको आकृति प्रोजेक्टरमा बन्छ ।
F मा		आकृति अनन्तमा बन्छ । यो वास्तविक, उल्टिएको र वस्तुभन्दा निकै ठुलो हुन्छ । लेन्सको यस किसिमका  प्रयोगले फ्ल्यासलाइट (flashlight) हरूबाट प्रकाश टाढा पठाइन्छ ।
F र O को बिचमा		आकृति वस्तु भएकै दिशातिर बन्छ । यो अवास्तविक (virtual), सुल्टो र वस्तुभन्दा ठुलो छ । यस किसिमको आकृति हाते लेन्सबाट वस्तुलाई ठुलो देखिने गरी हेर्दा बन्छ ।

कन्भेक्स लेन्सद्वारा आकृति बन्ने क्रममा वस्तु केन्द्रीकरण विन्दु नजिक आउँदा आकृतिको साइज क्रमशः ठुलो बन्छ । वस्तु लेन्सबाट टाढा जाँदा आकृतिको साइज क्रमशः सानो बन्दै जान्छ ।

कन्केभ लेन्सले बनाउने आकृति (Image formed by a concave lens)

चित्र 10.62



कन्केभ लेन्सबाट जाने प्रकाश किरणहरू आवर्तित भई प्रमुख अक्षबाट टाढा जान्छन् । आवर्तित किरणहरू एकअर्कासँग कहिल्यै काटिँदैनन् । चित्र 10.62 मा देखाइए जस्तै वस्तुबाट आएका आवर्तित किरणलाई त्यही दिशामा पछाडि बढाउँदा काटिन्छन् र अवास्तविक आकृति बन्छ । त्यसैले कन्केभ लेन्सको अगाडि वस्तु जुनसुकै विन्दुमा हुँदा बन्ने आकृति सधैँ अवास्तविक (virtual), सुल्टो (erect) र वस्तुभन्दा सानो (diminished) हुन्छ । यस किसिमको आकृति ढोकाबाट चियाउने प्वाल (peephole) मा राखिने लेन्सद्वारा बन्छ ।

लेन्सको सामर्थ्य (Power of a lens)

क्रियाकलाप 10.14 क्रियाकलाप 10.11 मा जस्तै तीनओटा स्लिट भएको रे बक्स, विभिन्न मोटाइका तीन तीनओटा कन्केभ तथा कन्भेक्स लेन्स लिनुहोस् । त्यसपछि तल दिइएका क्रियाकलाप गर्नुहोस् :

(अ) चस्मा प्रयोग गर्ने साथी वा आफन्तहरू भएमा उनीहरूको चस्माको लेन्सलाई रे बक्सबाट आएका प्रकाश किरणका अगाडि राखी कुन लेन्सबाट किरणहरू बढी आवर्तित र कुनबाट एकदमै कम आवर्तित हुन्छन्, अवलोकन गर्नुहोस् । त्यसपछि चस्मा लगाउने व्यक्तिलाई सोधेर उक्त चस्मामा प्रयोग भएको लेन्सको सामर्थ्य जस्तै - 4 dioptre (D), + 2 dioptre (D) आदि सोध्नुहोस् । यहाँ धनात्मक सामर्थ्यका लेन्स कन्भेक्स लेन्स हुन् र ऋणात्मक सामर्थ्य भएका लेन्सहरू कन्केभ लेन्स हुन् । दुई वा दुईभन्दा बढी लेन्सहरूको मोटाइ र ती लेन्सबाट हुने आवर्तनबिच सम्बन्ध पत्ता लगाउनुहोस् । उदाहरणका लागि तलको तालिकामा एउटा सम्भावित अवलोकन दिइएको छ :

लेन्सको मोटाइको क्रम	प्रकाश विकेन्द्रित गर्न सक्ने क्षमता	चस्मामा प्रयोग भएको लेन्सको सामर्थ्य
सबैभन्दा बाक्लो लेन्स	प्रकाशका किरण सबैभन्दा बढी विकेन्द्रित	+4 D डायोप्टर (dioptre)
....	....	

नतिजा : ....

(आ) तपाईँले सङ्कलन गरेका कन्केभ तथा कन्भेक्स लेन्सलाई मोटाइको बढ्दो क्रममा मिलाइएर राख्नुहोस् । त्यसपछि क्रियाकलाप 10.11 मा जस्तै लेन्सहरूको केन्द्रीकरण दुरी (f) मापन गर्नुहोस् । उक्त दुरी मापन गर्दा कन्भेक्स लेन्समा आवर्तित किरण

वास्तविक रूपमा काटिएर बन्ने वास्तविक केन्द्रीकरण विन्दुसम्मको दुरी (f) लाई धनात्मक लेखिन्छ । त्यस्तै कन्केभ लेन्समा आवर्तित किरण वास्तविक रूपमा नकाटिएर आवर्तित किरणकै दिशामा तिनलाई पछाडि बढाउँदा बन्ने अवास्तविक केन्द्रीकरण विन्दुसम्मको दुरी (f) लाई ऋणात्मक लेखिन्छ । ती दुरीहरूबाट तल तालिकामा दिइएको सूत्र प्रयोग गरी सामर्थ्य हिसाब गर्न सकिन्छ :

कन्भेक्स लेन्सका लागि

लेन्सको मोटाइको क्रम	केन्द्रीकरण दुरी	सामर्थ्य $P = \frac{1}{f\,(\text{in metre})}$	नतिजा (केन्द्रीकरण दुरी र प्रकाशका किरणहरू आवर्तन गर्ने क्षमताबिच सम्बन्ध)
सबैभन्दा पातलो	$+40cm = +\frac{40}{100}m = +0.4m$	$\frac{1}{(+0.4\ m} = +2.5\ D$	....
....	....	....	
सबैभन्दा बाक्लो			

माथिका क्रियाकलापमा लेन्स भएर जाने प्रकाशका किरणको आवर्तन हुँदा सतहको वक्रता कम भएका अर्थात् मोटाइ कम भएका लेन्समा भन्दा मोटाइ बढी भएका लेन्समा बढी भएको देखिन्छ । ती किरण कत्तिको दिशा परिवर्तन गरी केन्द्रित वा विकेन्द्रित हुन्छन् भनी जान्न लेन्सको सामर्थ्य मापन गरिन्छ । लेन्सले प्रकाशका किरणलाई केन्द्रित वा विकेन्द्रित गर्ने क्षमताको मापन उक्त लेन्सको सामर्थ्य हो ।

यदि कुनै गोलाकार सतहहरू (spherical surfaces) को वक्रता बढी भएको बाक्लो कन्भेक्स लेन्सले प्रकाशका समानान्तर किरणलाई यसको अप्टिकल केन्द्र (O) को नजिकै केन्द्रित गर्छ भने उक्त लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी छोटो हुन्छ । तर प्रकाशका किरणहरूलाई केन्द्रित गर्ने क्षमता भने उच्च हुन्छ । यसरी नै कन्केभ लेन्सका लागि पनि केन्द्रीकरण दुरी छोटो हुँदा उक्त लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई विकेन्द्रित गर्ने क्षमता बढी हुन्छ । तसर्थ लेन्सको सामर्थ्य यसको केन्द्रीकरण दुरी (f) मा निर्भर हन्छ । गणितीय रूपमा लेन्सको सामर्थ्यलाई केन्द्रीकरण दुरी (f) को व्युत्क्रम (reciprocal) का रूपमा परिभाषित गरिन्छ ।

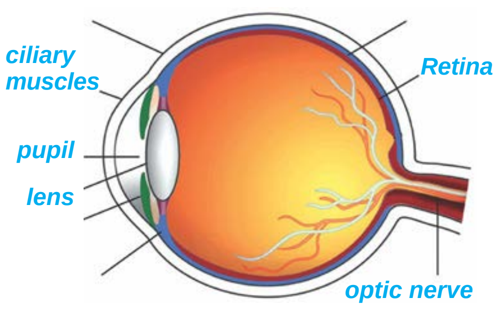
अर्थात्, सामर्थ्य $P = \dfrac{1}{f(\text{in metre})}$

लेन्सको सामर्थ्यको SI एकाइ डाइओप्टर (dioptre) हो । यसलाई D ले जनाइन्छ । धनात्मक केन्द्रीकरण दुरी हुने कन्भेक्स लेन्सको सामर्थ्य पनि धनात्मक हुन्छ । त्यस्तै ऋणात्मक केन्द्रीकरण दुरी हुने कन्केभ लेन्सको सामर्थ्य ऋणात्मक हुन्छ ।

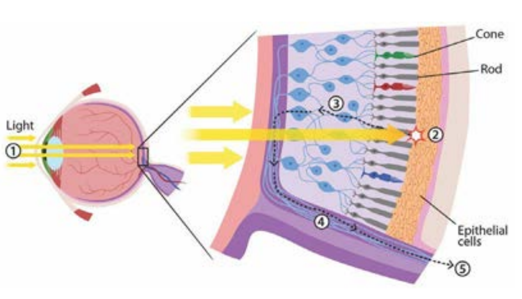
काँचका लेन्सहरूको सतहको वक्रता स्थिर हुन्छ । यिनीहरूको सतहको वक्रता आफैं परिवर्तन हुन सक्दैन । तर हामीले टाढा तथा नजिकको वस्तु अवलोकन गर्दा हाम्रो आँखाको लेन्सको सतहको वक्रतामा आउने परिवर्तनसँगै लेन्सको सामर्थ्य पनि परिवर्तन हुन्छ ।

मानव आँखा (Human Eye)

मानव आँखा कन्भेक्स लेन्समार्फत हुने प्रकाशको आवर्तनको सिद्धान्तअनुसार प्राकृतिक रूपमा वस्तुहरूको आकृति बनाउने अप्टिकल उपकरण (optical instrument) हो । चित्र 10.63 मा देखाइए जस्तै आँखाका तीनओटा तहभित्रका एक्वास ह्युमर (aqueous humor) तथा भिट्रियस ह्युमर (vitreous humor) ले यसलाई गोलो आकार दिएका हुन्छन् । मानव आँखाका केही महत्त्वपूर्ण भागबारे तल चर्चा गरिएको छ :



चित्र 10.63 आँखाका भागहरू



चित्र 10.64 रेटिनामा हुने रड कोष र कोन कोष

(अ) कोर्निया (Cornea)

कोर्निया आँखाको अगाडिको प्रकाश प्रवेश गर्ने पारदर्शी आवरण हो । यसले प्रकाशलाई रेटिनामा केन्द्रित गर्न मदत गर्छ । वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरण हावा भएर आँखाको कोर्निया, एक्वास ह्युमर, लेन्स र भिट्रियस ह्युमर हुँदै रेटिनासम्म पुग्ने क्रममा ती किरणलाई सबैभन्दा बढी कोर्नियाले बङ्ग्याउँछ । यसले आँखामा एक मुख्य लेन्सको कार्य गर्छ ।

(आ) आँखाको नानी (Pupil)

आँखाका बिचमा रहेको कालो भाग यसको नानी हो । यसबाट प्रकाश आँखाको भित्र प्रवेश गर्छ । यसको साइज प्रकाशको चम्किलोपनाअनुसार घटबढ हुन्छ । आँखाको नानी वरिपरिको रङ्गीन मांसपेशीको घेरा अर्थात् आइरिसले यसको आकार नियन्त्रण गर्छ । चम्किलो प्रकाशमा आँखाको आइरिस मांसपेशीहरू तन्किदा नानी साँघुरो बन्छ । यसको ठिक विपरीत मधुरो प्रकाशमा आइरिस मांसपेशी खुम्चिँदा नानीको साइज फराकिलो बन्छ । यसले गर्दा धेरै चम्किलो तथा मधुरो प्रकाश भएका स्थानमा नियन्त्रित रूपले प्रकाश आँखामा प्रवेश गर्छ ।

(इ) आँखाको लेन्स (Eye lens)

मानव आँखाको कन्भेक्स लेन्स प्राकृतिक रूपमा क्रिस्टलिन (crystallin) नामक प्रोटिनबाट बनेको पारदर्शी भाग हो । आँखाको कोर्नियाबाट आवर्तित प्रकाशका किरण लेन्सको सतहमा पर्दा पुनः आवर्तित भई रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् ।

(ई) सिलियरी मांसपेशी (Ciliary muscle)

सिलियरी मांसपेशी आँखाको लेन्सलाई पातलो वा बाक्लो बनाउने लचकदार मांसपेशी हो । प्रकाशका किरण रेटिनामा केन्द्रित गर्नमा आँखाको लेन्ससँग जोडिएका सिलियरी मांसपेशीको महत्त्वपूर्ण भूमिका हुन्छ । सिलियरी मांसपेशी खुम्चिँदा तथा तन्किदा लेन्सको वक्रतासँगै केन्द्रीकरण दुरीमा परिवर्तन आउँछ ।

(उ) रेटिना (Retina)

रेटिना लेन्सको पछाडिपट्टि रहेको प्रकाशको रङ तथा चम्किलोपना छुट्याउन सक्ने कोषको तह हो । आँखाको रेटिनामा प्रकाशका किरणहरू केन्द्रित हुँदा आँखा अगाडिको वस्तुको आकृति बन्छ । रेटिनामा रड कोष (rod cell) र कोन कोष (cone cell) हुन्छन् । कोन कोषले रङ पहिचान गर्न मदत गर्छन् र रड कोषले प्रकाशलाई विद्युतीय सङ्केतमा परिवर्तन गर्छ तसर्थ यसले प्रकाशको उज्यालोपना छुट्याउँछ ।

(ऊ) अप्टिक नर्भ (Optic nerve)

अप्टिक नर्भ रेटिनामा हुने प्रकाश संवेदनशील (light-sensitive) कोषहरूद्वारा विद्युतीय सङ्केतमा रूपान्तरित आकृतिलाई मस्तिष्कसम्म पठाउने स्नायु कोषको समूह हो । आँखाको

कन्भेक्स लेन्सले रेटिनामा बन्ने आकृति उल्टो हुने भए तापनि हाम्रो मस्तिष्कले त्यसलाई सुल्टो रूपमा प्रस्तुत गर्छ ।

मानव आँखाको जटिल संरचनाअन्तर्गत उल्लिखित विभिन्न भागका कार्यले आकृति बन्ने प्रक्रिया सम्भव हुन्छ । यसरी आकृति बन्ने क्रममा स्पष्ट आकृति बन्नका लागि टाढा तथा नजिकका वस्तुबाट आउने प्रकाश किरण आवर्तित भई सधैँ रेटिनामा केन्द्रित हुनुपर्छ ।

आँखाको अकोमोडेसन (Accommodation of eye)

विचारणीय प्रश्न

तपाईंले हातमा लिनुभएको पाठ्यपुस्तकका अक्षरबाट आँखा हटाएर झ्यालबाट बाहिर टाढाको कुनै वस्तु जस्तै आकाशको बादल हेर्दा वस्तुको दुरीमा आएको परिवर्तनबिच तुलना गर्नुहोस् । त्यस्तै दुबै अवस्थामा आँखाको लेन्स र रेटिनाबिचको दुरी (लेन्सले बनाउने आकृतिको दुरी) बिच पनि तुलना गर्नुहोस् ।

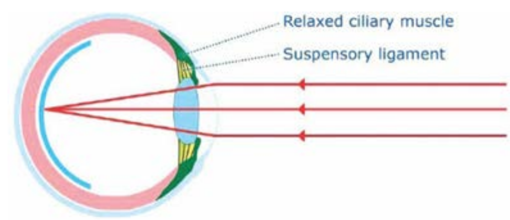
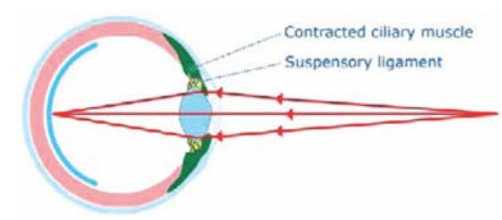
(अ) के कन्भेक्स लेन्सको आकृति बन्ने प्रक्रियामा लेन्सबाट वस्तुको दुरी परिवर्तन हुँदा आकृतिको दुरी पनि परिवर्तन हुने क्रिया आँखाको लेन्सका लागि पनि सम्भव हुन्छ ?

(आ) आँखाको लेन्सका लागि आकृति दुरी स्थिर भएको अवस्थामा टाढाको वस्तु तथा नजिकको वस्तुबाट आउने प्रकाशका किरणलाई सधैँ रेटिनामा केन्द्रित गर्न अवस्थाअनुसार लेन्सको वक्रतामा कस्तो परिवर्तन आउनुपर्छ ?

हामीले हातमा लिएको किताबका अक्षरमा हेर्दा वस्तुको दुरी छोटो हुन्छ भने आकाशको बादल हेर्दा वस्तुको दुरी लामो हुन्छ । तर आँखा अगाडि विभिन्न दुरीमा रहेका वस्तुको आकृति रेटिनामा बन्ने भएकाले लेन्सबाट रेटिनाको दुरी अर्थात् आकृति दुरी भने स्थिर रहन्छ । यस्तो अवस्थामा स्पष्ट आकृति बन्नका लागि लेन्सको मोटाइमा परिवर्तन भई प्रकाशका किरण क्रमशः धेरै बाङ्गिने र कम बाङ्गिने हुनुपर्छ । यसका लागि सिलियरी मांसपेशीले आँखाको लेन्सको मोटाइलाई बाक्लो र पातलो पार्न सक्छ ।

चित्र 10.65 मा देखाइए जस्तै हामीले टाढाका वस्तुमा हेर्दा सिलियरी मांसपेशीहरू तन्किएका (relaxed) हुन्छन् । उक्त अवस्थामा लेन्स पातलो हुन गई यसको वक्रता घट्छ र केन्द्रीकरण दुरी बढ्छ । यसले गर्दा टाढाका वस्तुबाट आउने किरण रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् र हामीले उक्त वस्तुलाई स्पष्ट रूपमा देख्छौँ । त्यस्तै हामीले नजिकको दुरीमा रहेका वस्तु हेर्दा सिलियरी मांसपेशीहरू खुम्चिएका (contracted) हुन्छन् । उक्त अवस्थामा आँखाको

लेन्सको सतहको वक्रता बढ्छ अर्थात् लेन्स बाक्लो बन्छ र यसको केन्द्रीकरण दुरी घट्छ । यसले गर्दा नजिकको वस्तुबाट आएका किरण बढी बाङ्गिएर रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् । यसरी आखाँबाट वस्तुको दुरीअनुसार सिलियरी मांसपेशीको तन्कन र खुम्चन क्रियाबाट केन्द्रीकरण दुरी समायोजन भई रेटिनामा वस्तुको स्पष्ट आकृति बन्ने प्रक्रियालाई आँखाको अकोमोडेसन भनिन्छ ।

	
a आँखाको टाढाको विन्दु (Far point of eye) lens refraction	*b. आँखाको नजिकको विन्दु (Near point of eye)*

चित्र 10.65 आँखाको अकोमोडेसन (eye accommodation)

मानव आँखाको टाढाको विन्दु र नजिकको विन्दु (Far point and near point of human eye)

वस्तु स्पष्टसँग देख्न सकिने आँखाबाट सबैभन्दा टाढाको दुरीको विन्दु आँखाको टाढाको विन्दु (far point) हो । सामान्य आँखाका लागि टाढाको विन्दु अनन्तमा हुन्छ । चित्र 10.65 a मा देखाइए जस्तै टाढाको विन्दुमा रहेका वस्तु हेर्दा आँखाको लेन्स सबैभन्दा पातलो र अधिकतम केन्द्रीकरण दुरी भएको अवस्थामा हुन्छ । त्यस्तै चित्र 10.65 b मा देखाइए जस्तै कुनै वस्तुलाई टाढाबाट आँखाको नजिक सार्दै गर्दा एक निश्चित विन्दुमा सिलियरी मांसपेशीहरू तिनको अधिकतम खुम्चन सक्ने सीमामा पुग्छन् । यदि वस्तुलाई अझै नजिक सारिएमा सिलियरी मांसपेशीहरू खुम्चिँदैनन् र रेटिनामा वस्तुको स्पष्ट आकृति बन्दैन ।

आँखाअगाडि स्पष्ट देख्न सकिने गरी सबैभन्दा नजिकको दुरीमा वस्तुलाई राखिएको विन्दु आँखाको नजिकको विन्दु (near point) हो । सामान्य आँखाका लागि नजिकको विन्दु आँखाबाट 25 cm को दुरीमा हुन्छ । यस दुरीलाई स्पष्ट दृष्टिका लागि न्यूनतम दुरी (least distance of distinct vision) पनि भनिन्छ । नजिकको विन्दुमा भएको वस्तु हेर्दा आँखाको लेन्सको वक्रता अर्थात् मोटाइ अधिकतम र केन्द्रीकरण दुरी न्यूनतम हुन्छ ।

आँखाको नजिकको विन्दुमा व्यक्ति तथा उमेरअनुसार फरक पर्न सक्छ । कुनै प्रकारको दृष्टिदोष (defect of vision) नरहेको मानव आँखाको दृष्टिको दायरा (Range of vision) 25 cm देखि अनन्त (∞) सम्म हुन्छ । दृष्टिदोष रहेको मानव आँखाका लागि नजिकको विन्दु र टाढाको विन्दु सामान्य आँखाको भन्दा फरक हुन्छ ।

दृष्टिदोष (Defect of vision)

किताबलाई आँखाबाट सामान्य दुरीमा राखे अक्षर धमिलो देखिने भएपछि किताबलाई आँखाको एकदमै नजिक सार्नुपर्छ । किताबलाई आँखाबाट सामान्य दुरीमा राखे अक्षर धमिलो देखिने भएपछि किताबलाई आँखाबाट टाढा सार्नुपर्छ ।

एक सामान्य आँखाका लागि चित्र 10.66 मा देखाइए जस्तै टाढाका वस्तु तथा नजिकका वस्तु स्पष्ट देख्न ती वस्तुबाट आउने प्रकाश किरण ठिक रेटिनामा केन्द्रित भई स्पष्ट आकृति बन्नुपर्छ । अन्यथा वस्तु धमिलो देखिने हुन्छ । मानव आँखाका लागि नजिक वा टाढाका वस्तुमा हेर्दा धमिलो देखिनु अर्थात् ती वस्तुको स्पष्ट आकृति रेटिनामा नबन्नु दृष्टिदोष (defect of vision) हो ।

दृष्टिदोषका किसिम (Types of defects of vision)

मावन आँखामा अदूरदृष्टि (short sightedness) र दूरदृष्टि (long sightedness) गरी दुई किसिमका दृष्टिदोष हुन्छन् ।

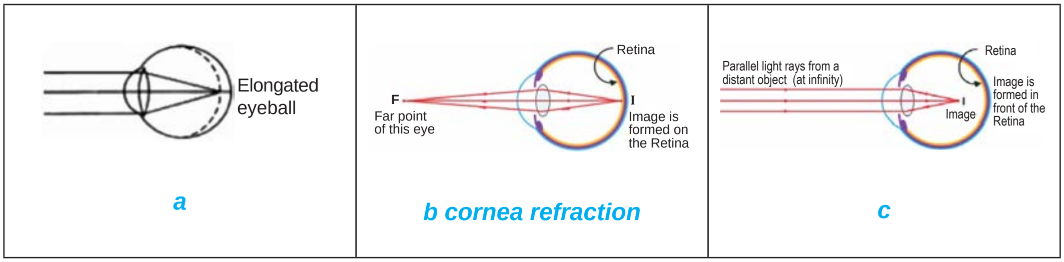
अदूरदृष्टि वा मायोपिया (shortsightedness or myopia)

अदूरदृष्टिको समस्या भएको आँखाका लागि चित्र 10.66 a र 10.66 b मा देखाइए जस्तै टाढाका वस्तुबाट आउने प्रकाशका किरण रेटिनाको अगाडि केन्द्रित हुने भएकाले टाढाका वस्तु धमिलो देखिन्छन् तर नजिकका वस्तुका लागि भने रेटिनामा स्पष्ट आकृति बन्छ । मानिसले नजिकका वस्तु हेर्दा स्पष्ट देखिने तर टाढाका वस्तु हेर्दा धमिलो देखिने समस्या अदूरदृष्टि हो । यो मुख्यतया दुई कारणले उत्पन्न हुन्छ ।

(अ) केही व्यक्तिहरूमा आँखाको डल्लो (eye ball) लाम्चो हुँदा लेन्सबाट रेटिनाको दूरी बढ्छ । यसले गर्दा टाढाको वस्तुबाट आएका किरण रेटिना अगाडि नै केन्द्रित हुन्छन् ।

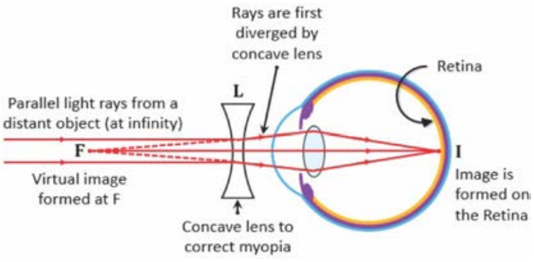
(आ) टाढाको वस्तुमा हेर्दा सिलियरी मांसपेशीहरू पर्याप्त मात्रामा तन्किन नसके लेन्सको वक्रता घटेर पातलो हुन सक्दैन । यसले गर्दा लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी

घट्छ र टाढाका वस्तुबाट आएका प्रकाशका समानान्तर किरण रेटिनाभन्दा अगाडि नै केन्द्रित हुन्छन् । कहिलेकाहीँ केवल लेन्सको वक्रता मात्र नभई कोर्नियाको वक्रताका कारण पनि अदूरदृष्टि हुन्छ । चित्र 10.66 c मा देखाइए जस्तै अदूरदृष्टि भएको आँखाका लागि टाढाको विन्दु अनन्तमा नभई आँखाबाट केही दुरीमा हुन्छ ।



चित्र 10.66 अदूरदृष्टिका कारण

अदूरदृष्टिको समाधान (Correction of shortsightedness)



चित्र 10.67 अदूरदृष्टिको समाधान

अदूरदृष्टिको समस्या भएका आँखाका लागि टाढाको वस्तुबाट आउने प्रकाश किरणलाई केही विकेन्द्रित (diverge) गरी आँखामा पठाउन सके उक्त समस्या समाधान हुन्छ । त्यसका लागि चित्र 10.67 मा देखाइए जस्तै आँखाको अगाडि एक डाइभर्जिङ लेन्स (diverging lens) अर्थात् कन्केभ लेन्स राख्नुपर्छ । यसले गर्दा टाढाका वस्तुबाट आएका समानान्तर किरण आँखामा प्रवेश गर्नुपूर्व उक्त लेन्सबाट केही विकेन्द्रित हुन्छन् । ती विकेन्द्रित किरण आँखाको कोर्निया तथा लेन्सबाट आवर्तित भई रेटिनामा केन्द्रित हुँदा वस्तु स्पष्ट देखिन थाल्छ ।

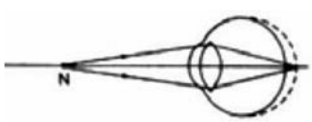
चस्माको प्रयोगबाट अदूरदृष्टि समाधानका लागि छनोट गरिने कन्केभ लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी यसरी छनोट गरिन्छ कि उक्त लेन्सले विकेन्द्रित गरेका किरण आँखामा प्रवेश गर्दा रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् र ती किरण अदूरदृष्टि भएको आँखाको टाढाको विन्दु अर्थात् 'F' बाट आएका जस्ता देखिन्छन् ।

दूरदृष्टि वा हाइपरमेट्रोपिया (Longsightedness or hypermetropia)

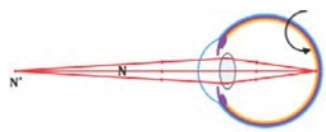
दूरदृष्टिको समस्या भएका आँखाका लागि चित्र 10.68 a र 10.68 b मा देखाइए जस्तै नजिकका वस्तुबाट आउने प्रकाशका किरण रेटिनाभन्दा पछाडि केन्द्रित हुने भएकाले नजिकका वस्तु धमिलो देखिन्छन् तर टाढाका वस्तुका लागि भने रेटिनामा स्पष्ट आकृति बन्छ । मानिसले टाढाका वस्तु हेर्दा स्पष्ट देखिने तर नजिकका वस्तु हेर्दा धमिलो देखिने समस्या दूरदृष्टि हो । यो मुख्यतया दुई कारणले उत्पन्न हुन्छ ।

(अ) केही व्यक्तिमा आँखाको डल्ला (eye ball) बाटुलो हुँदा लेन्सबाट रेटिनाको दुरी घट्छ । यसले गर्दा नजिकका वस्तुबाट आएका किरण रेटिना पछाडि केन्द्रित हुन्छन् ।

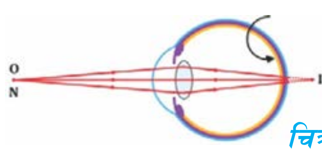
(आ) नजिकको वस्तुमा हेर्दा सिलियरी मांसपेशीहरू पर्याप्त मात्रामा खुम्चिन नसके लेन्सको वक्रता बढेर बाक्लो हुन सक्दैन । यसले गर्दा लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी बढ्छ र नजिकका वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरण रेटिनाभन्दा पछाडि केन्द्रित हुन्छन् । चित्र 10.68 c मा देखाइए जस्तै दूरदृष्टि भएको आँखाका लागि नजिकको विन्दु 25 cm मा नभई त्यसभन्दा टाढा हुन्छ । प्रायः वयस्क अवस्थामा यो समस्या देखिन्छ ।



चित्र 10.68 a



चित्र 10.68 c

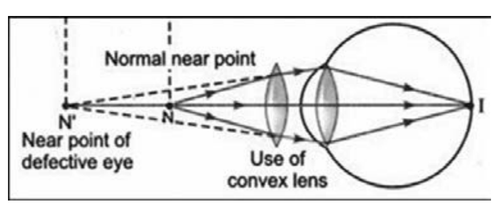


चित्र 10.68 b

चित्र 10.68 दूरदृष्टिका कारण

दूरदृष्टिको समाधान (Correction of longsightedness)

दूरदृष्टिको समस्या भएको आँखाका लागि नजिकको वस्तुबाट आउने प्रकाश किरणलाई केही केन्द्रित (converge) गरी आँखामा पठाउन सके उक्त समस्या समाधान हुन्छ । त्यसका लागि चित्र 10.69 मा देखाइए जस्तै आँखाको अगाडि एक कन्भर्जिङ लेन्स (converging lens) अर्थात् कन्भेक्स लेन्स राख्नुपर्छ । यसले गर्दा नजिकको वस्तुबाट आएका किरण आँखामा प्रवेश



चित्र 10.69 अदूरदृष्टिको समाधान

गर्नुपूर्व उक्त लेन्सबाट केही केन्द्रित हुन्छन् । ती किरण आँखाको कोर्निया तथा लेन्सबाट आवर्तित भई रेटिनामा केन्द्रित हुँदा वस्तु स्पष्ट देखिन थाल्छ ।

चस्माको प्रयोगबाट दूरदृष्टि समाधानका लागि छनोट गरिने कन्भेक्स लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी यसरी छनोट गरिन्छ कि उक्त लेन्सले केन्द्रित गरेका किरण आँखामा प्रवेश गर्दा रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् र ती किरण दूरदृष्टि भएको आँखाको नजिकको विन्दु अर्थात् 'N'' बाट आएका जस्ता देखिन्छन् ।

चस्माको प्रयोगबाहेक दृष्टिदोष समाधानका अन्य उपायहरू (Other ways for correction of defect of vision apart from using spectacles)

(अ) कन्ट्याक्ट लेन्स (Contact lens)

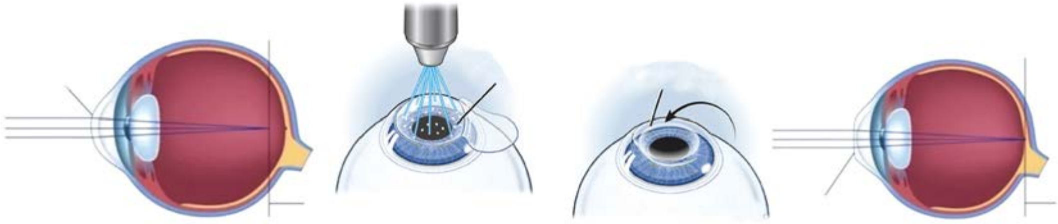
चित्र 10.70 मा देखाइए जस्तै कन्ट्याक्ट लेन्स दृष्टिदोष सुधार्न आँखाको सतहमा लगाइने पातलो कृत्रिम लेन्स हो । यसले कोर्नियामा आँसुको पातलो तह (thin film) माथि रहेर आँखाको आइरिस र नानीको भागलाई ढाक्छ । यसले प्रकाश कोर्नियामा पुग्नु अगावै आवश्यक मात्रामा आवर्तन गर्छ । चस्मा प्रयोग गर्न नचाहने, चस्माको प्रयोग गर्न नमिल्ने खेलकुद खेल्ने, पावररहित सनग्लास (sunglasses) प्रयोग गर्नुपर्ने जस्ता अवस्थामा कन्ट्याक्ट लेन्स उपयोगी हुन्छ ।

चित्र 10.70
कन्ट्याक्ट लेन्स

चस्माको प्रयोग र कन्ट्याक्ट लेन्सको प्रयोगका आआफ्नै छुट्टै फाइदा तथा बेफाइदा रहेका छन् । चस्मा प्रयोग गर्न धेरै सहज छ । यसमा प्रयोग हुने लेन्स उच्च गुणस्तर तथा विभिन्न आकारमा उपलब्ध हुन्छन् । उच्च पावरको लेन्सयुक्त चस्मा बाक्लो हुने र यसबाट दायाँबायाँ हेर्दा परिधीय दृश्य विकृत (distorted) हुन्छ । तर कन्ट्याक्ट लेन्स कर्नियासँगै सर्ने भएकाले यस्तो समस्या आउँदैन । कन्ट्याक्ट लेन्स आँखाको एकदमै नजिक हुने भएकाले चस्माको बाक्लो लेन्सको सट्टा कम पावरको कन्ट्याक्ट लेन्स प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

कन्ट्याक्ट लेन्सलाई चस्माभन्दा बढी हेरचाह चाहिन्छ । यसलाई तोकिएको तरिकाअनुसार राख्ने र सफा गर्ने गर्नुपर्छ । लेन्सको पुनः प्रयोग गर्नुअगि तिनको सफाइ र निसङ्क्रमण गर्नुपर्छ । सङ्क्रमणको रोकथामका लागि सधैँ कन्ट्याक्ट लेन्सलाई आँखामा राख्नु र झिक्नुअगि हात धुनुपर्छ । कन्ट्याक्ट लेन्स लगाएर रातभर सुत्नुहुँदैन । कन्ट्याक्ट लेन्सको अनुचित प्रयोगले कोर्नियालाई असर गर्न सक्छ ।

(आ) आँखाको लेजर सर्जरी (Laser eye surgery)



अदूरदृष्टि समाधानपूर्व *कोर्नियामा केन्द्रित लेजर बिम* *अदूरदृष्टि समाधानपश्चात्*

चित्र 10.71 अदूरदृष्टि समाधानका लागि आँखाको लेजर सर्जरी

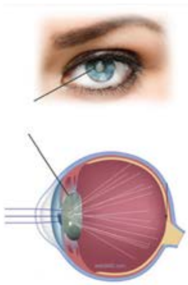
चित्र 10.71 मा अदूरदृष्टि भएका आँखाको कोर्नियाको मध्य भागमा लेजर बिम केन्द्रित गरी उक्त भागलाई केही चेप्टो पारेको देखाइएको छ । उक्त कोर्नियाबाट प्रकाशका किरण पहिलेको भन्दा केही कम आवर्तित हुन्छन् र रेटिनामा केन्द्रित हुँदा अदूरदृष्टि समस्या समाधान हुन्छ । यसको ठिक विपरीत लेजर बिम केन्द्रित गरी कोर्नियाको छेउतिरको भागलाई चेप्टो र बिचको भागलाई केही माथि उठेको अवस्थामा राख्दा दूरदृष्टिको समस्या समाधान हुन्छ । यसरी एक प्रकारको अल्ट्राभायलेट लेजर अर्थात् एक्सिमर लेजर (excimer laser) प्रयोग गरेर कोर्नियालाई पुनः आकार दिई दृष्टिदोष हटाउने प्रक्रिया आँखाको लेजर सर्जरी हो ।

आँखाको लेजर सर्जरी यसको सबैभन्दा बाहिरी भागको कोर्नियामा गरिन्छ । लेजिक लेजर असिस्टेड इन सिचु केराटोमिलियस (LASIK– laser-assisted in situ keratomileusis) आँखाको लेजर शल्यक्रियाका प्रविधिमध्ये प्रचलित प्रविधि हो । यसमा कोर्नियामा केन्द्रित गरिएको लेजर बिमले फ्ल्याप (flap) काटिन्छ । उक्त फ्ल्यापलाई पल्टाएर लेजर बिमद्वारा कोर्नियालाई पुनः आकार दिइन्छ ।

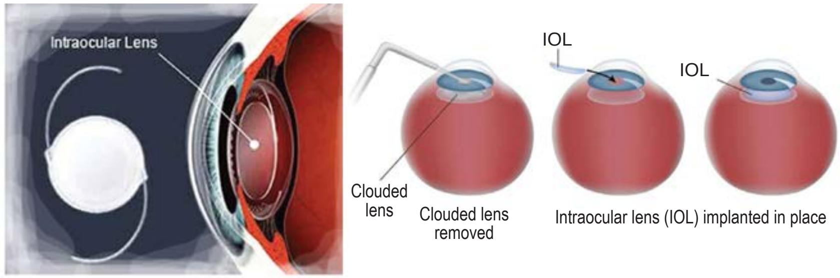
दृष्टिदोषबाहेक आँखासँग सम्बन्धित अन्य समस्याहरू (Other problems related to eyes apart from defect of vision)

(अ) मोतीविन्दु (Cataract)

मानिसमा उमेर बढ्दै जाँदा लेन्सका क्रिस्टलिन प्रोटिन एक साथ जम्मा भएर लेन्स धमिलो बन्छ । यसले गर्दा वस्तुबाट आएका किरण ठिक रेटिनामा नपुग्नाले ती वस्तु धमिला देखिन्छन् । लेन्सको धमिलोपना बढ्दै गएर अन्त्यमा लेन्सको पारदर्शी गुण हराउँछ र पूर्ण रूपले अन्धोपन हुन्छ । लेन्सको धमिलोपनले आँखाको नानीमा देखिने खरानी रङको धब्बा (gray spot) लाई मोतीविन्दु भनिन्छ । मोतीविन्दु प्रायः वृद्ध मानिसमा देखिन्छ ।



चित्र 10.72 : मोतीविन्दु



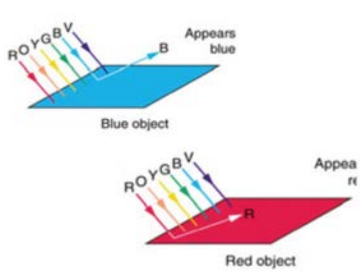
चित्र 10.73 मोतीविन्दु इन्ट्राउकुलर लेन्स

केही मानिसमा सूर्यबाट आउने पराबैजनी किरण (ultraviolet radiations) धूमपान, उच्च मधुमेह आदिले वृद्ध अवस्थाभन्दा पहिले नै मोतीविन्दु देखिने सम्भावना हुन्छ । शल्यक्रिया विधिबाट मोतीविन्दुको उपचार गरिन्छ ।

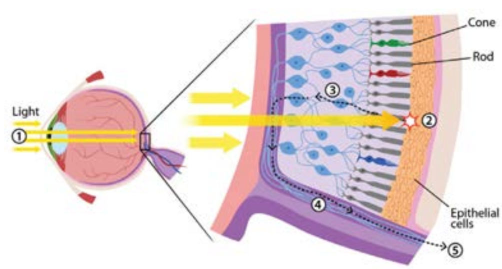
चित्र 10.74 आँखा शिविरमा डा. सन्दुक रुइत

मोतीविन्दुको शल्यक्रियाका लागि कोर्नियाको छेउबाट मसिनो प्वाल पारिन्छ । उक्त प्वालबाट अल्ट्रासाउन्ड निकाल्ने उपकरणलाई पठाएर धमिलो लेन्स टुक्र्याइन्छ र भ्याकुम ट्युबको सहायताले ती टुक्राहरू बाहिर निकालिन्छ । आँखाको प्राकृतिक धमिलो लेन्सको स्थानमा कृत्रिम रूपले सिलिकन वा एक्रेलिकबाट बनाइएको इन्ट्राउकुलर लेन्स (Intraocular lens) प्रतिस्थापन गरिन्छ । नेपाली नेत्ररोग विशेषज्ञ (eye disease specialist) डा. सन्दुक रुइतले सन् 1995 मा एकदमै सस्तो इन्ट्राउकुलर लेन्स विकास गरेपछि मोतीविन्दुको उपचार पनि सस्तो भएको छ ।

(आ) कलर ब्लाइन्डनेस (Colour blindness)

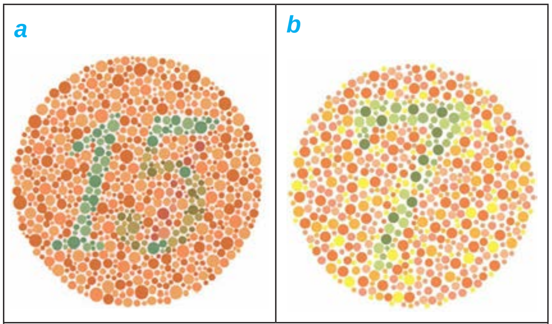


चित्र 10.75 रङको परावर्तन



चित्र 10.76 रेटिनामा हुने कोन कोषहरू

हामीले अवलोकन गर्ने रङ उक्त रङको प्रकाश तरङ्ग र रेटिनामा हुने रङ छुट्याउने कोषमा निर्भर हुन्छ । चित्र 10.75 मा देखाइए जस्तै निलो रङ भएको वस्तुमा हेर्दा उक्त वस्तुको सतहबाट परावर्तन हुने प्रकाश तरङ्ग आँखाको रेटिनाको निलो कोन कोष (blue cone cell) मा अवशोषित हुन्छ । अवलोकनकर्ताको मस्तिष्कमा निलो रङ अवलोकन भएको सन्देश प्रवाह हुन्छ । रेटिनामा निलो कोन कोष, रातो कोन कोष र हरियो कोन कोष गरी तीन किसिमका कोष करोडौँको सङ्ख्यामा रहेका हुन्छन् । यी कोषले रङ छुट्याउँछन् । रेटिनाका कोन कोषले कार्य गर्न छोडेमा हामीले रङ छुट्याउन सक्दैनौँ । रातो हरियो कलर ब्लाइन्डनेस (deuteranopia) भएका मानिसले रातो र हरियो रङ छुट्याउन सक्दैनन् । यसरी रेटिनाका कोन कोषहरूमा त्रुटि भएर आँखाले रङ छुट्याउन नसक्नु कलर ब्लाइन्डनेस हो । यसको मुख्य कारण वंशाणुक्रम हो । यसका अतिरिक्त उत्परिवर्तन (mutation), हानिकारक किरणले कोन कोष नस्ट गर्दा पनि कलर ब्लाइन्डनेस हुन्छ । के तपाइँ माथिका गोला (10.77) भित्रका अङ्क देख्न सक्नुहुन्छ ?



चित्र 10.77 इसिहारा टेस्ट स्लाइड

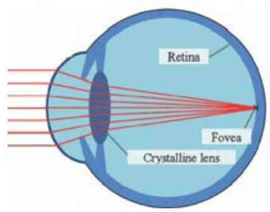
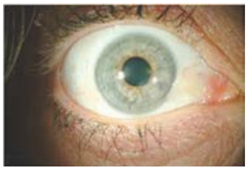
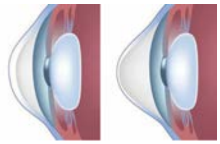
(इ) रतन्धो (Night blindness)

रेटिनामा भएका रड कोषले हामीलाई मधुरो प्रकाशमा वस्तु अवलोकन गर्न सम्भव बनाएका हुन्छन् । उदाहरणका लागि दिउँसोको समय झ्यालढोका बन्द रहेका कोठामा प्रकाश निकै मधुरो हुँदा पनि उक्त कोठामा रहेका फर्निचरहरूको स्थान ठम्याउन सकिन्छ । कहिलेकाहीँ कुनै रोग, चोटपटक, पौष्टिक तत्त्वको कमी वा अन्य कारणले गर्दा रड कोषले राम्रोसँग काम नगरे एकदमै मधुरो प्रकाश भएका स्थानका वस्तु देखिँदैनन् । राति वा कम उज्यालो भएका स्थानमा राम्रोसँग देख्न नसक्नु रतन्धो (night blindness) अर्थात् निक्टलोपिया (nyctalopia) हो । यो आँखाको रेटिनाको समस्या हो । रेटिनाका रड कोषमा हुने रोडप्सिन पिग्मेन्ट एक प्रकारको प्रोटिन र भिटमिन A बाट बन्ने भएकाले शरीरमा भिटामिन A को कमी हुँदा उक्त पिग्मेन्टको कमी हुन्छ । तसर्थ शरीरमा भिटामिन A को कमी हुनु रतन्धोका प्रमुख कारणमध्ये एक हो । यो रोग वंशाणुगत पनि हुन सक्छ ।

कोर्नियामा लाग्ने चोटबाट दृष्टिमा पर्ने असरहरू (Effects of corneal injury on vision)

विचारणीय प्रश्न

कहिलेकाहीँ हावाहुरी चलेको वेला आँखामा धुलो वा बालुवा पस्दा के गर्नुहुन्छ ? यस्तो अवस्थामा लगातार आँखा माँड्नुको असर के हुन्छ ?

			
कोर्नियामा हुने आवर्तन	*कोर्नियल अल्सर*	*कोर्नियल इडिमा*	*केराटोकोनस*

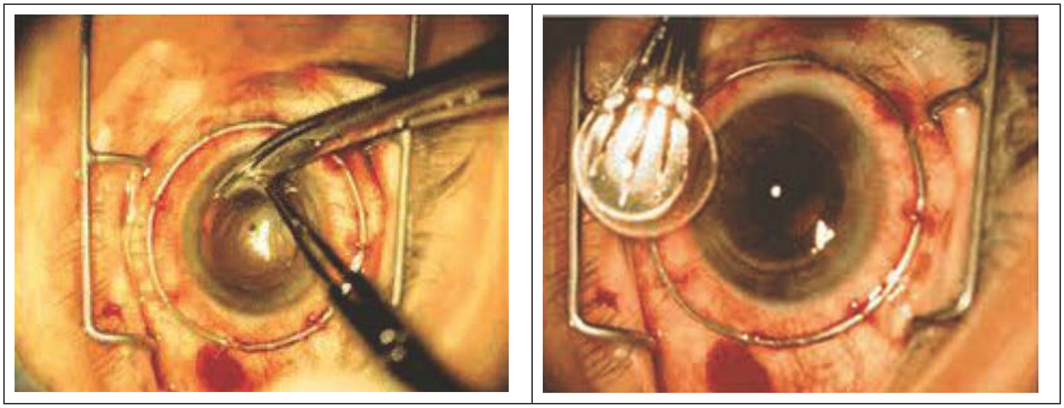
चित्र 10.78 कोर्नियामा लाग्ने चोटबाट दृष्टिमा पर्ने असर

आँखामा हुने प्रकाशको आवर्तनमा कोर्नियाको मुख्य भूमिका हुन्छ । आँखामा प्रवेश गर्ने प्रकाशको आवर्तन सबैभन्दा धेरै कोर्नियामा हुन्छ । कोर्नियाको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स 1.376 र आवर्तन सामर्थ्य लगभग 43 dioptre हुन्छ । यसले आँखाको प्रकाश आवर्तन सामर्थ्यको सबैभन्दा बढी दुईतिहाइ भागलाई प्रतिनिधित्व गर्छ ।

आँखाको कोर्नियालाई कोतारिन (scratch), घाउ हुन तथा चोटपटक लाग्नबाट जोगाउनुपर्छ । कहिलेकाहीँ हावाहुरीले धुलो वा बालुवा आँखामा परेको अवस्थामा लगातार आँखा माड्दा कोर्निया कोतारिन्छ । त्यस्तै ढुङ्गा, धातुको टुक्रा, दुर्घटना आदिले कोर्नियामा चोट लाग्ने सम्भावना हुन्छ । कन्ट्याक्ट लेन्सको लगातार प्रयोग तथा उचित सरसफाइविना यसको प्रयोग गर्नाले कोर्नियामा इन्फेक्सन हुन्छ । कोर्नियामा हने ब्याक्टेरियल, भाइरल वा फङ्गल सङ्क्रमण (bacterial, viral, or fungal infection) तथा चोटपटकले कोर्नियासम्बन्धी रोग लाग्ने र दृष्टि समस्या आउने हुन्छ । कोर्नियाको इन्फेक्सनले कोर्नियल अल्सर (corneal ulcer) अर्थात् केराटाइटिस (keratitis) हुन्छ । समयमै कोर्नियल अल्सरको उपचार नभए यसले मानिसलाई दृष्टिविहीन बनाउँछ । कोर्नियामा चोटपटक लागि यसका तहहरूबिच तरल जम्दा हुने कोर्नियल इडिमा (corneal edema) ले दृष्टि धमिलो हुन्छ । त्यस्तै कोर्नियाको सतह सोली (cone) आकारमा परिवर्तन हुँदा हुने केराटोकोनस (Keratoconus) ले सुरुमा अदूरदृष्टि (short sightedness) र पछि आँखाले नदेखिने हुन्छ ।

सामान्य अवस्थाको कोर्नियाको समस्यालाई उपचारद्वारा निको पार्न सकिन्छ । कोर्नियालाई उपचारबाट निको पार्न नसिने अवस्थामा यसको प्रत्यारोपण गर्न सकिन्छ ।

कोर्निया प्रत्यारोपण (Corneal transplantation)



चित्र 10.79 कोर्निया प्रत्यारोपण

हाम्रो देशमा दृष्टिविहीनताका कारणमध्ये मोतीविन्दु (cataract) पछिको दोस्रो मुख्य कारण कोर्निया बिग्रेर हो । जन्मजात आँखामा फुलो परेका तथा विभिन्न सङ्क्रमण, चोटपटक आदिको समयमै उपचार नभएर कोर्निया बिग्रेका मानिसको कोर्निया फेर्न सकिन्छ । चित्र 10.79 मा देखाइए जस्तै आँखाको सर्जरी (surgery) बाट बिग्रेको कोर्नियाका ठाउँमा सही कोर्निया राख्ने प्रक्रिया कोनिया प्रत्यारोपण (cornea transplantation) हो ।

कोर्निया प्रत्यारोपणका लागि निरोगी आँखाको कोर्निया आवश्यक पर्छ । यसका लागि केही मानिसले आफ्नो मृत्युपश्चात् आँखाको कोर्निया अन्य मानिसले प्रयोग गर्न सकुन् भनी आँखा बैङ्क (eye bank) मा आँखा दान (eye donation) गरेका हुन्छन् । आँखा दान गरेका मानिसको मृत्युपश्चात् पूरै आँखा नभई आँखाको कोर्नियाको भाग मात्र झिकिन्छ र सुरक्षित रूपमा भण्डारण गरिन्छ । दानकर्ताको मृत्युपश्चात् कोर्नियालाई प्रत्यक्ष घामबाट जोगाउन आँखा राम्ररी बन्द गरिन्छ र 8 देखि 12 घण्टाभित्र आँखाबाट कोर्निया झिकिन्छ । मृत्युपश्चात् चाँडो कोर्निया झिक्दा त्यसको गुणस्तर राम्रो हुन्छ । हाम्रो देशमा कोर्निया सङ्कलन, भण्डारण र वितरणका लागि तिलगङ्गा आँखा प्रतिष्ठानअन्तर्गत नेपाल आँखा बैङ्क (Nepal eye bank) स्थापना गरिएको छ ।

परियोजना कार्य

(अ) आफ्नो घर वरिपरिका विभिन्न उमेर समूहका मानिसलाई सम्पर्क गरी उनीहरूले भोगेका आँखासम्बन्धी समस्या, ती समस्या समाधानका लागि अपनाएको उपाय, आँखा दानबारे जानकारी रहे नरहेको आदिबारे तथ्याङ्क सङ्कलन गर्नुहोस् । तथ्याङ्क सङ्कलनका लागि तलको जस्तै तालिका तयार पार्न सकिन्छ :

क्र.स.	व्यक्तिको नाम	उमेर	आँखासम्बन्धी समस्या	समस्या समाधानका लागि अपनाएको उपाय	आँखा दानबारे जानकारी
....	....	...	....	....	रहेको / नरहेको

उक्त सर्वेक्षणबाट प्राप्त तथ्याङ्कलाई विश्लेषण गरी कुनै उमेर समूहअनुसार बढी देखिएको समस्या, आँखा दान बारेको चेतना आदि समेटेर एक प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

(आ) आँखाको कोर्निया प्रत्यारोपण गरेका वा मोतीविन्दुको उपचार गरेका व्यक्तिसँग सम्पर्क गरी उहाँहरूको अनुभवबारे सोधखोज गरी एक प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) प्रकाश आवर्तनका क्रममा तलका मध्ये कुन नियम लागु हुन्छ ?

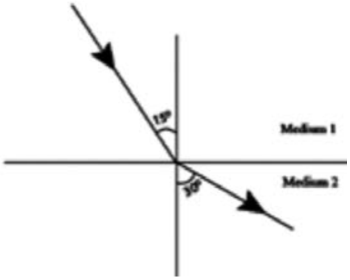
(अ) प्रकाश बिरल माध्यमबाट सघन माध्यममा जाँदा नर्मलबाट पर बाङ्गिन्छ ।

(आ) प्रकाश सघन माध्यमबाट बिरल माध्यममा जाँदा नर्मलतिर बाङ्गिन्छ ।

(इ) प्रकाश बिरल माध्यमबाट सघन माध्यममा जाँदा आपतित कोण आवर्तित कोणभन्दा सानो हुन्छ ।

(ई) प्रकाश सघन माध्यमबाट बिरल माध्यममा जाँदा आवर्तित कोण आपतित कोणभन्दा ठुलो हुन्छ ।

(ख) दिइएको किरणचित्रको अध्ययन गर्नुहोस् र सही कथन छुट्याउनुहोस् :



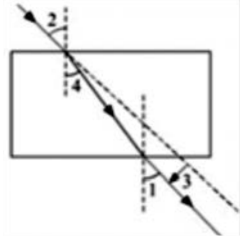
(अ) माध्यम 2 सघन माध्यम र माध्यम 1 विरल माध्यम हुन् ।

(आ) माध्यम 2 मा प्रकाशको वेग माध्यम 1 मा भन्दा कम हुन्छ ।

(इ) माध्यम 2 मा भन्दा माध्यम 1 मा प्रकाशको वेग दुई गुणा हुन्छ ।

(ई) माध्यम 1 सघन माध्यम र माध्यम 2 विरल माध्यम हुन् ।

(ग) चित्रमा देखाइएको काँचको स्ल्याबबाट हुने प्रकाश आवर्तनमा देखाइएका अङ्कको स्थानमा हुनुपर्ने सही नामाङ्कन छुट्याउनुहोस् : आपतित कोण, आवर्तित कोण, इमर्जेन्ट कोण, लेटरल सिफ्ट



(अ) 1- आपतित कोण, 2- आवर्तित कोण, 3- लेटरल सिफ्ट, 4- इमर्जेन्ट कोण

(आ) 1- इमर्जेन्ट कोण, 2- आपतित कोण, 3- लेटरल सिफ्ट, 4- आवर्तित कोण

(इ) 1- आवर्तित कोण, 2- इमर्जेन्ट कोण, 3- लेटरल सिफ्ट, 4- आपतित कोण

(ई) 1- लेटरल सिफ्ट, 2- आवर्तित कोण, 3- आपतित कोण, 4- इमर्जेन्ट कोण

(घ) काँचको स्ल्याबबाट प्रकाशको आवर्तन अवलोकन गर्दा प्राप्त हुने निष्कर्ष कुन हो ?

(अ) $\angle i = \angle e < \angle r$ (आ) $\angle i > \angle r = \angle e$

(इ) $\angle i < \angle e = \angle r$ (ई) $\angle i = \angle e > \angle r$

(ङ) काँचको चरम कोणको मान कति हुन्छ ?

(अ) 42° (आ) 49°

(इ) 24° (ई) 48°

(च) इन्डोस्कोप, चस्मा, मिराज, प्रकाशका विच्छेदन, इन्द्रेणी, अप्टिकल फाइबर र हाते लेन्स जस्ता उपकरण तथा प्रक्रियामध्ये कुन कुनमा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुन्छ ?

(अ) इन्डोस्कोप, चस्मा, मिराज

(आ) प्रकाशको विच्छेदन, इन्द्रेणी, हाते लेन्स

(इ) इन्द्रेणी, अप्टिकल फाइबर, मिराज

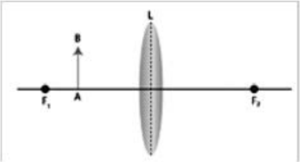
(ई) इन्डोस्कोप, चस्मा, अप्टिकल फाइबर

(छ) प्रिज्मबाट हुने प्रकाशको विच्छेदनका क्रममा देखिने हरियो, बैजनी र रातो रङ्का प्रकाश किरणको प्रिज्मभित्रको वेगलाई क्रमशः v_g, v_v, v_r ले जनाइएको छ । ती वेगका लागि कुन क्रम सही हुन्छ ?

(अ) $v_g > v_v > v_r$ (आ) $v_r > v_g > v_v$

(इ) $v_g < v_r < v_v$ (ई) $v_g > v_r < v_v$

(ज) सँगैको चित्रमा देखाइएको लेन्स अगाडिको वस्तु AB को बन्ने आकृतिका विशेषता छुट्याउनुहोस् ।



(अ) अवास्तविक, सुल्टो, वस्तुभन्दा ठुलो

(आ) वास्तविक, उल्टिएको, वस्तुभन्दा सानो

(इ) वास्तविक, सुल्टो, वस्तुभन्दा ठुलो

(ई) अवास्तविक, उल्टिएको, वस्तुभन्दा सानो

(झ) कन्केभ र कन्भेक्स लेन्सले सधैँ बनाउने आकृतिका गुणका आधारमा सही कथन छुट्याउनुहोस् ।

(अ) कन्भेक्स लेन्सले वास्तविक, उल्टो र वस्तुभन्दा सानो आकृति बनाउँछ ।

(आ) कन्केभ लेन्सले अवास्तविक, सुल्टो र वस्तुभन्दा सानो आकृति बनाउँछ ।

(इ) कन्भेक्स लेन्सले वास्तविक, उल्टो र वस्तुभन्दा ठुलो आकृति बनाउँछ ।

(ई) कन्केभ लेन्सले अवास्तविक, सुल्टो र वस्तुभन्दा ठुलो आकृति बनाउँछ ।

(ञ) आँखाको समस्या र सम्बन्धित कारणबारेको सही बुझाइ कुन हो ?

(अ) आँखाको लेन्स धमिलो हुँदा कलर ब्लाइन्डनेस (colour blindness) हुन्छ ।

(आ) आँखाको लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी बढ्दा अदूरदृष्टि (short sightedness) हुन्छ ।

(इ) कोर्नियाको सतहको आकार परिवर्तन हुँदा दृष्टिदोष (defect of vision) देखिन्छ ।

(ई) रेटिनामा हुने कोन कोष (cone cell) को कमजोरीले रतन्धो हुन्छ ।

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) प्रकाशको परावर्तन र प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

(ख) कन्केभ लेन्स र कन्भेक्स लेन्स

(ग) आँखाको नजिकको विन्दु र आँखाको टाढाको विन्दु

(घ) अदूरदृष्टि र दूरदृष्टि

(ङ) कलर ब्लाइन्डनेस (colour blindness) र नाइट ब्लाइन्डनेस (night blindness)

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) काँच र पानीमध्ये काँचलाई सघन र पानीलाई बिरल माध्यम भनिन्छ ।

(ख) सिक्कालाई पानी भएको गिलासमा राख्दा वास्तविक गहिराइभन्दा केही माथि उठेको देखिन्छ ।

(ग) कागजमा लेखेका अक्षरलाई काँचको स्ल्याबले ढाकी माथिबाट अवलोकन गर्दा उक्त अक्षर केही उठेको देखिन्छ ।

(घ) ताराहरू चम्किरहेका देखिन्छन् ।

(ङ) सूर्य वास्तविक रूपमा उदाउनुभन्दा लगभग दुई मिनेट पहिले नै क्षितिजमा देखिन्छ ।

(च) हिरा चम्किरहेको देखिन्छ तर त्यही आकारमा काटिएको काँचको टुक्रा चम्किदैन ।

(छ) सूर्यको प्रकाशलाई प्रिज्मबाट पठाउँदा विच्छेदन हुन्छ ।

(ज) कन्भेक्स लेन्सले प्रकाशका किरणलाई केन्द्रित गर्छ ।

(झ) कन्केभ लेन्सले प्रकाशका किरणलाई विकेन्द्रित गर्छ ।

(ञ) शरीरमा भिटामिन A को कमी हुनु रतन्धोको प्रमुख कारणमध्ये एक हो ।

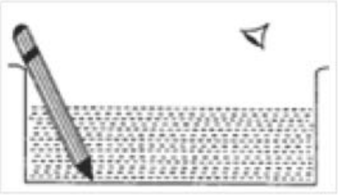
(ट) रेटिनाका कोन कोषले कार्य गर्न छोडेमा कलर ब्लाइन्डनेस देखिन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) प्रकाशको आवर्तन भनेको के हो ?

(ख) प्रकाश आवर्तनका नियम लेख्नुहोस् ।

(ग) चित्रमा अवलोकनकर्ताले पानीमा आधा डुबाइएको पेन्सिलका आकारमा के परिवर्तन भएको अवलोकन गर्छ ? किरण चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् । उक्त अवलोकनसँग सम्बन्धित प्रक्रियाको नाम लेख्नुहोस् ।



(घ) प्रकाशको किरण पानीबाट बाहिर हावामा जाँदा पानी र हावा छुट्याउने तहमा बन्ने आपतित कोण (angle of incidence) र आवर्तित कोण (angle of refraction) क्रमशः 40.5° र 60° छन् । उक्त आवर्तन देखाउने किरण चित्र कोरी पानीभित्रबाट बाहिर अवलोकन गर्दा बाहिरको वस्तु वास्तविक स्थानभन्दा टाढा देखिनुको कारण लेख्नुहोस् ।

(ङ) चरम कोण भनेको के हो ?

(च) प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन भनेको के हो ?

(छ) प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हुनका लागि दुईओटा अवस्था लेख्नुहोस् ।

(ज) वर्तमान समयमा फाइबर इन्टरनेटबाट एकदमै तीव्र दरमा डाटा प्रसारण गर्न सकिन्छ । उक्त सुविधामा प्रकाशको पूर्ण आन्तरिक परावर्तनको भूमिका उल्लेख गर्नुहोस् ।

(झ) इन्डोस्कोपी, कोलनोस्कोपी तथा किहोल सर्जरीमा चिरफारविना मानिसको शरीरका भित्री अङ्गहरूसम्म प्रकाश पठाउन प्रयोग गरिने उपकरणहरूमा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कसरी लागु भएको हुन्छ ?

(ञ) प्रकाशको विच्छेदन भनेको के हो ?

(ट) प्रकाश विच्छेदन हुनुको कारण उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ठ) निम्नलिखित प्रक्रिया देखाउने किरणचित्र कोर्नुहोस् :

(अ) काँचको स्ल्याबबाट हुने प्रकाशको आवर्तन

(आ) प्रिज्मबाट हुने प्रकाशको विच्छेदन

(ड) एक जना मानिसलाई इन्द्रेणी सधैँ अर्धवृत्ताकार र एउटै मोटाइको देख्दा अनौठो लागेको छ । इन्द्रेणी पर्नुमा सूर्यको स्थान, हावामा रहेका पानीका थोपाको स्थान र प्रकाशको विच्छेदन प्रक्रिया समेटी बुँदागत रूपमा उक्त मानिसको जिज्ञासाको समाधान लेख्नुहोस् ।

(ढ) लेन्ससँग सम्बन्धित तलका शब्दावली परिभाषित गर्नुहोस् :

(अ) वक्रताको केन्द्र　　(आ) अप्टिकल केन्द्र

(इ) प्रमुख अक्ष　　(ई) केन्द्रीकरण विन्दु

(ण) लेन्सको सामर्थ्य भनेको के हो ?

(त) दुईओटा कन्भेक्स लेन्सको सामर्थ्य क्रमशः +2 D र +4 D छ ।

(अ) तीमध्ये कुनको मोटाइ बढी हुन्छ, कारणसहित लेख्नुहोस् ।

(आ) ती दुबै लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी हिसाब गर्नुहोस् ।

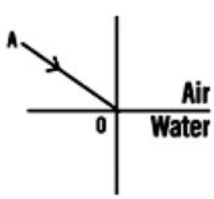
(थ) कुन अवस्थामा कन्भेक्स लेन्सले बनाउने आकृति वास्तविक र वस्तुकै साइजको हुन्छ, किरण चित्रसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।

(द) के चित्रमा देखाइएको मानिसले बाहिरबाट तीव्र गतिमा हानेका भालाले पानीभित्रका माछालाई घोप्छ ? पानीभित्रको माछाको वास्तविक गहिराइका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस् ।

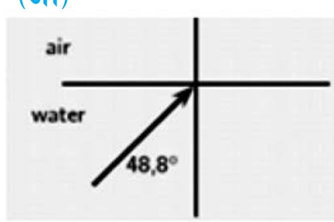
(ध) किरण चित्रमा कुन प्रक्रिया देखाउन खोजिएको छ, उक्त प्रक्रियामा आधारित कुनै दुईओटा उपकरणको नाम लेख्नुहोस् ।

(न) दिइएका चित्र उत्तरपुस्तिकामा सारेर किरण चित्र पूरा गर्नुहोस् :

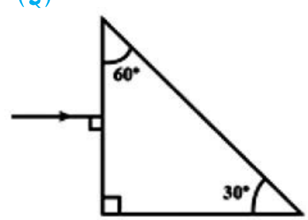
(अ)



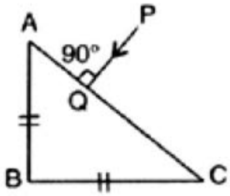
(आ)



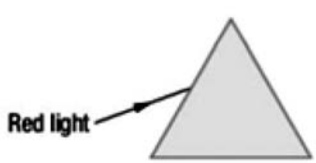
(इ)



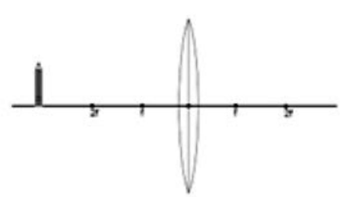
(ई)



(उ)

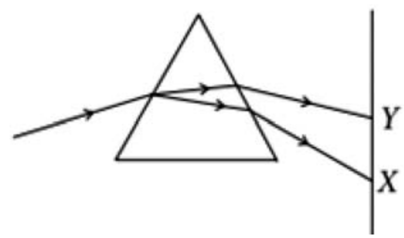


(ऊ)



(प) चित्रमा देखाइएका लेन्सका प्रयोगमा लागु हुने तथ्य किरण चित्रसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।

(फ) दिइएको चित्रमा एउटा त्रिभुजीय प्रिज्ममा प्रकाश किरणको विच्छेदन देखाइएको छ । उक्त किरण चित्रका आधारमा सोधिएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :



(अ) X र Y ले कुन कुन रङ्का प्रकाश तरङ्गलाई जनाउँछन् ।

(आ) प्रकाश किरणहरू प्रिज्मबाट बाहिर आउँदा X बढी बाङ्गिनु र Y कम बाङ्गिनुको कारण लेख्नुहोस् ।

(ब) प्रिज्मबाट विच्छेदन भएको प्रकाशलाई पुनः सेतो प्रकाशमा कसरी रूपान्तरण गर्न सकिन्छ ?

(भ) दुईओटा लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी क्रमशः +20 cm र -20 cm छ । ती दुई लेन्सको किसिम उल्लेख गर्नुहोस् । तीमध्ये कुन लेन्सले वस्तुलाई उक्त लेन्सबाट 16 cm मा राख्दा अवास्तविक र वस्तुभन्दा ठुलो आकृति बनाउँछ, उपयुक्त स्केल निर्धारण गरी किरण चित्र कोरेर व्याख्या गर्नुहोस् ।

(म) आँखाका निम्नलिखित भागका कार्य लेख्नुहोस् :

(अ) सिलियरी मांसपेशी

(आ) कोर्निया

(इ) लेन्स

(ई) आइरिस

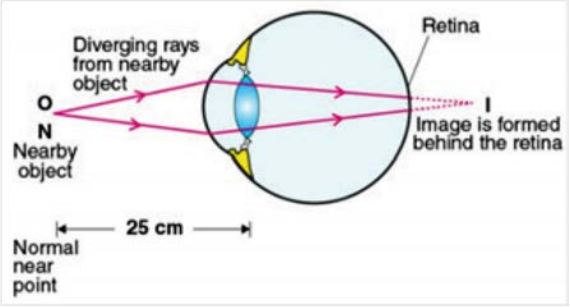
(उ) नानी (Pupil)

(ऊ) रेटिना

(य) कोर्नियामा चोटपटक लाग्दा देखिन सक्ने कुनै दुईओटा समस्याबारे लेख्नुहोस् ।

(र) एउटा कक्षामा बसेर शैक्षणिक पाटीमा लेखिएका अक्षर अवलोकन गर्दै गरेका विद्यार्थीले कक्षाको झ्यालबाट टाढाको वस्तु अवलोकन गर्दा आँखाको लेन्सको आकार तथा केन्द्रीकरण दुरीमा आउने परिवर्तनमा सिलियरी मासंपेशीको भूमिका व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ल) दिइएको किरण चित्रले जनाउने दृष्टिदोषका किसिम छुट्याउनुहोस् । उक्त दृष्टिदोषका दुईओटा कारणसहित समाधानको उपाय लेख्नुहोस् ।



(व) कक्षाको एक जना विद्यार्थीलाई अगाडिको बेन्चमा बस्दा शैक्षणिक पाटीमा लेखिएका अक्षरहरू स्पष्ट देख्ने र अन्तिम बेन्चमा बस्दा धमिलो दख्ने समस्या छ । उक्त समस्याका आधारमा तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(अ) यो कस्तो किसिमको दृष्टिदोष हो ?

(आ) यस किसिमको समस्या देखाउने किरण चित्र कोर्नुहोस् ।

(इ) यसका दुईओटा कारण लेख्नुहोस् ।

(ई) यो समस्या समाधानका लागि प्रयोग हुने लेन्सको उक्त समस्या समाधानमा रहने भूमिका किरण चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(श) आँखाको दूरदृष्टि समस्या समाधानका लागि प्रयोग हुने लेन्सको उक्त समस्या समाधानमा रहने भूमिका किरण चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ष) एक जना विद्यार्थीको बुझाइमा बाक्लो लेन्स भएको चस्मा लगाउने मानिसमा दृष्टिदोषको असर पातलो लेन्स भएको चस्मा लगाउने मानिसको भन्दा बढी हुन्छ भन्ने रहेको छ । के उक्त बुझाइ सही रहेको छ, उपयुक्त तर्कसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।

(स) दृष्टिदोष समाधानका लागि चस्माको प्रयोग र कन्ट्याक्ट लेन्सको प्रयोगबिच तुलना गर्नुहोस् ।

(ह) आँखाको दृष्टिसम्बन्धी समस्याको समाधानका लागि गरिने लेजर सर्जरी विधिबारे व्याख्या गर्नुहोस् ।

(क्ष) मोतीविन्दु (cataract) के हो ? मोतीविन्दुको उपचारमा नेपालका नेत्ररोग विशेषज्ञ डा. सन्दुक रुइतले विकास गर्नु भएको इन्ट्राउकुलर लेन्सको भूमिका लेख्नुहोस् ।

5. गणितीय समस्या समाधान गर्नुहोस् :

(क) हावा र काँचमा प्रकाशको वेग क्रमशः 3×10^8 m/s / 2×10^8 m/s हुन्छ भने काँचको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स हिसाब गर्नुहोस् । (Ans: 1.5)

(ख) हिराको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स 2.42 हुन्छ । हावामा प्रकाशको वेग 3×10^8 m/s हुन्छ भने हिरामा हुने प्रकाशको वेग हिसाब गर्नुहोस् । (Ans: 1.24×10^8)

(ग) प्रकाशको किरण प्लास्टिक ब्लकमा पर्दा उक्त किरणले नर्मलसँग बनाउने कोण 45° 5 र आवर्तित कोण 33° छ । उक्त प्लास्टिकको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स हिसाब गर्नुहोस् । (Ans: 1.3)

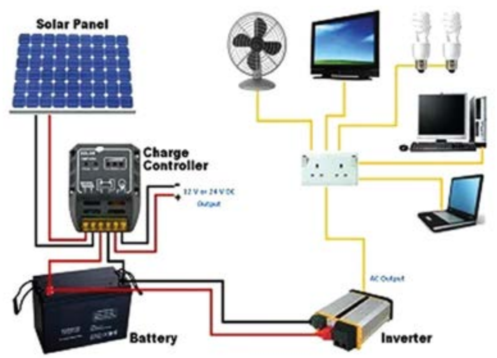
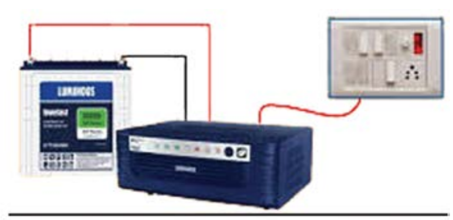
(घ) सँगैको चित्रमा देखाइएको माध्यम B को रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स हिसाब गर्नुहोस् । (Ans: 1.33)

(ङ) 25 cm केन्द्रीकरण दुरी भएको कन्भेक्स लेन्सको सामर्थ्य हिसाब गर्नुहोस् । (Ans: +4 D)

(च) एक जना विद्यार्थीले लगाएको चस्मामा प्रयोग भएको लेन्सको सामर्थ्य -6 D छ । उक्त लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी हिसाब गर्नुहोस् । लेन्सको किसिम पनि उल्लेख गर्नुहोस् । (Ans: 16.67 cm)

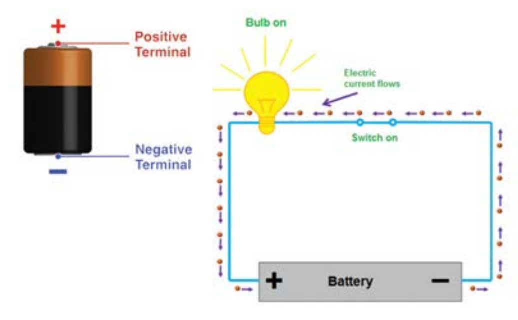
11 विद्युत् र चुम्बकत्व
(Electricity and Magnetism)

दिइएका चित्रसँगै नेपालमा मानिसले मेनलाइनबाट विद्युत् आपूर्ति नहुँदा अपनाएका उपायबारे उल्लेख गरिएको छ :

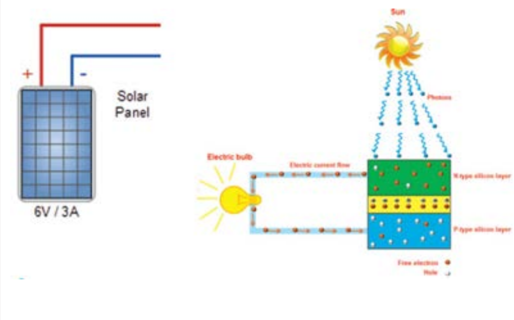
मानिसल विद्युत् प्रवाह भएका बेला चार्ज गर्न मिल्ने इमर्जेन्सी लाइटको प्रयोग गर्छन् । यस्ता लाइटमा भएको ब्याट्रीलाई मेनलाइन विद्युत् प्रवाह भएको बेला चार्ज गरिन्छ ।	 *मानिसले सौर्य पाता प्रयोग गर्छन् । यसबाट इन्भर्टर प्रयोग गरी विभिन्न विद्युतीय उपकरण चलाइन्छ ।*
 *मेनलाइनमा विद्युत् प्रवाह भएका बेला ब्याट्री चार्ज गर्न र पछि इन्भर्टर प्रयोग गरी विद्युतीय उपकरण चलाउन सकिन्छ ।*	*विद्युत् आवश्यक पर्ने अवस्थामा डिजेल/पेट्रोलबाट चल्ने ठुला साना जेनेरटर प्रयोग गरी विद्युत् उत्पादन गर्न सकिन्छ ।*

माथि उल्लेख भएका विभिन्न जानकारीसँग सम्बन्धित विषयवस्तु यस एकाइमा समावेश गरिएका छन् । करेन्टका किसिम, विद्युत् जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मरको बनोट तथा तिनीहरूका कार्यसिद्धान्त आदिबारे यहाँ अध्ययन गरिने छ ।

डाइरेक्ट करेन्ट र अल्टरनेटिङ करेन्ट (Direct current and alternating current)



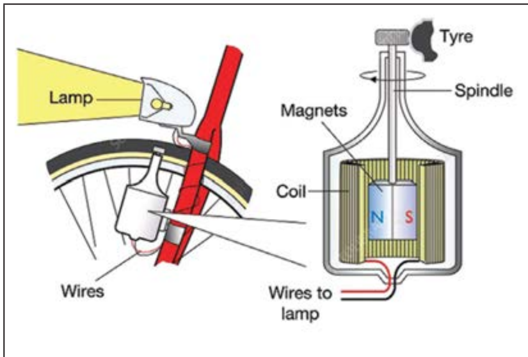
चित्र 11.1 ड्राइ सेलबाट प्राप्त हुने डाइरेक्ट करेन्ट



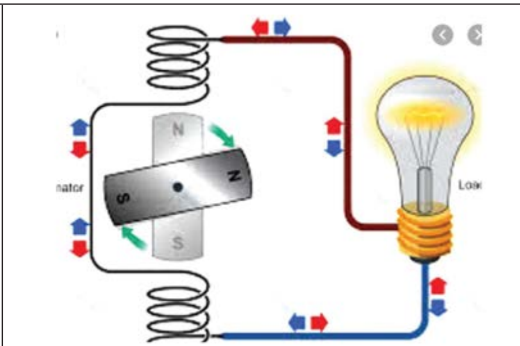
चित्र 11.2 सोलारबाट प्राप्त हुने डाइरेक्ट करेन्ट

चित्र 11.1 मा ड्राइ सेलका दुईओटा ध्रुव देखाइएका छन् । उक्त सेललाई विद्युत् परिपथमा जडान गरी बत्ती बाल्दा सुचालक तारमा एक निश्चित दिशामा (सेलको पोजेटिभ ध्रुवबाट नेगेटिभ ध्रुवतिर) करेन्ट बहँदै गरेको देखाइएको छ ।

त्यस्तै चित्र 11.2 मा सोलार पेनलबाट उत्पादन हुने विद्युत्बाट बत्ती बाल्दा पनि सुचालक तारमा कुनै एउटा निश्चित दिशामा करेन्ट बहेको देखाइएको छ । यसरी एक निश्चित दिशामा बहने विद्युत् करेन्टलाई डाइरेक्ट करेन्ट (d.c.) भनिन्छ । ड्राइ सेल, फोटोसेल (सोलार पेनल), ब्याट्री आदि d.c. का स्रोत हुन् ।



चित्र 11.3 अल्टरनेटिङ करेन्टका स्रोत



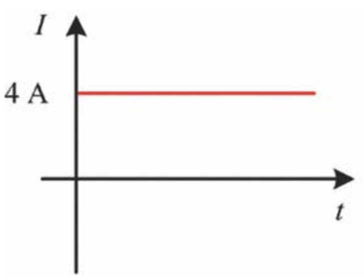
चित्र 11.4 डाइनमोभित्र चुम्बक घुम्दा उत्पादन हुने करेन्टको दिशा

चित्र 11.3 मा डाइनामो (dynamo) बाट उत्पादन हुने विद्युत्बाट बल्ब बलेको देखाइएको छ । यहाँ माथिका चित्रमा ड्राइ सेल र सोलार पेनलका ध्रुव छुट्याए जसरी पोजेटिभ ध्रुव र नेगेटिभ ध्रुव छुट्याइएको छैन । चित्र 11.4 मा डाइनामोभित्र क्वाइलका बिचमा चुम्बकलाई घुमाउँदा उत्पादन हुने विद्युत्को दिशालाई सरलीकृत रूपमा प्रस्तुत गरिएको छ । उक्त चित्रमा निलो वाण चिह्नले सुचालक तारमा करेन्ट घडी घुम्ने दिशामा बढेको र रातो

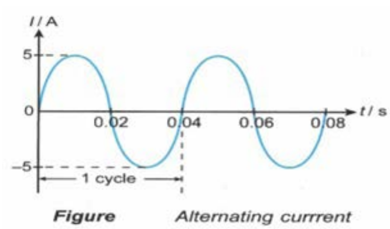
वाण चिह्नले एकछिन पछि सोही करेन्ट पुनः विपरीत दिशामा आएको देखाउन खोजिएको छ । यस किसिमको करेन्टको निश्चित समय अन्तरालमा दिशा परिवर्तन हुन्छ । यसैगरी करेन्टको मान पनि क्रमशः न्यूनतमदेखि अधिकतमका बिचमा परिवर्तन भइरहन्छ । यसरी करेन्टको परिमाण र दिशा निश्चित समयको अन्तरालमा परिवर्तन भइरहने करेन्टलाई अल्टरनेटिङ करेन्ट (a.c.) भनिन्छ । डाइनामो, जेनेरेटर आदि a.c. का स्रोत हुन् ।

करेन्ट–समय ग्राफ (Current-time graph)

डाइरेक्ट करेन्टमा समय बढ्दै जाँदा करेन्टको मान स्थिर रहने तथ्यलाई चित्र 11.5 मा देखाइएको जस्तै समय करेन्ट ग्राफमा प्रदर्शन गर्न सकिन्छ । त्यस्तै अल्टरनेटिङ करेन्टका लागि पनि समय बढ्दै जाँदा परिवर्तन हुने करेन्टको मान र दिशालाई चित्र 11.6 मा देखाइएको जस्तै ग्राफमा प्रदर्शन गर्न सकिन्छ ।



चित्र 11.5 डाइरेक्ट करेन्टको समय करेन्ट ग्राफ



चित्र 11.6 अल्टरनेटिङ करेन्टको समय करेन्ट ग्राफ

डाइरेक्ट करेन्टको करेन्ट समय ग्राफमा समय बढ्दै गए पनि करेन्टको मात्रा निरन्तर 4 A रहेको देखाइएको छ । त्यस्तै अल्टरनेटिङ करेन्टको करेन्ट-समय ग्राफमा सुरुको अवस्थाको शून्य करेन्ट बढ्दै गएर 5 A भएको र त्यसपछि करेन्टको मान घट्दै गएर पुनः शून्य भएको देखाइएको छ । केही समयपछि करेन्टको मान पहिलेको भन्दा ठिक विपरीत दिशामा पुनः बढ्दै गएर -5 A हुँदै पुनः घटेर शून्य हुन्छ । यसरी एउटा चक्र पूरा हुन्छ । a.c. का लागि एक सेकेन्डमा जतिओटा चक्र पूरा हुन्छन् त्यसलाई a.c. को आवृत्ति (frequency) भनिन्छ । यदि एक सेकेन्डमा a.c. को एक चक्र पूरा भएमा उक्त a.c. को आवृत्ति 1 hertz (1 Hz) हुन्छ । हाम्रो देशमा प्रयोग हुने a.c. को आवृत्ति 50Hz छ र औसत भोल्टेज 220 V देखि 240 V सम्म हुन्छ । यसको अर्थ हाम्रो देशमा प्रयोग हुने a.c. को दिशा प्रत्येक सेकेन्डमा 50 पटक परिवर्तन हुन्छ । d.c. मा करेन्टको दिशा निश्चित समयको अन्तरालमा परिवर्तन नहुने भएकाले आवृत्ति हुँदैन ।

हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोग गरिने विभिन्न विद्युतीय उपकरणमध्ये केही a.c. बाट चल्ने, केही d.c. बाट चल्ने र केही दुबै a.c. तथा d.c. बाट चल्ने हुन्छन् । पङ्खा, मोटर, रेफ्रिजरेटर आदि a.c. बाट सञ्चालन हुन्छन् । इलेक्ट्रोनिक उपकरण जस्तै मोबाइल, कम्प्युटर आदिका भित्र हुने परिपथमा d.c. प्रवाह हुन्छ । इलेक्ट्रिक हिटर, फिलामेन्ट बत्ती जस्ता उपकरण a.c. र d.c. दुबैमा कार्य गर्छन् । रेक्टिफायर प्रयोग गरेर अल्टरनेटिङ करेन्टलाई डाइरेक्ट करेन्टमा रूपान्तरण गर्न सकिन्छ ।

चित्र 11.7 रेक्टिफायर ब्लक रेखाचित्र

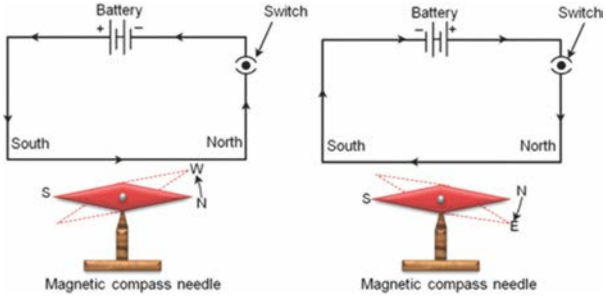
क्रियाकलाप 11.1

अल्टरनेटिङ करेन्ट र डाइरेक्ट करेन्टबिच भिन्नता दिइएको तालिकामा भर्नुहोस् :

डाइरेक्ट करेन्ट (d.c.)	अल्टरनेटिङ करेन्ट (a.c.)

विद्युत् धाराको चुम्बकीय असर (Magnetic effect of electric current)

सन् 1820 मा डेनिस भौतिकशास्त्री तथा विज्ञान शिक्षक Hans Christian Oersted ले विद्युत् र चुम्बकत्व एकअर्कासँग सम्बन्धित रहेको तथ्य पत्ता लगाए । उनले विद्युत् करेन्टसँग सम्बन्धित क्रियाकलाप प्रदर्शन गर्दा विद्युत् परिपथ नजिकै रहेको चुम्बकीय कम्पासको निडिल चलेको देखे । त्यसपछि थप अध्ययनबाट करेन्टको दिशासँगै चुम्बकीय निडिलको घुमाइको दिशा पनि परिवर्तन भएको पाए । Oersted ले कम्पासको निडिलले देखाएको चाल र उक्त चालको दिशा विद्युत् करेन्ट प्रवाहबाट सिर्जना हुने चुम्बकको असरले गर्दा भएको निष्कर्ष निकाले ।



चित्र 11.8 विद्युत् करेन्टको दिशासँगै चुम्बकीय कम्पासको निडिलले देखाउने चालको दिशा

कुनै पनि तारमा विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा उक्त तारको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र बन्नु विद्युत्को चुम्बकीय असर हो । यसरी बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा तारमा प्रवाह हुने विद्युत् करेन्टको दिशामा निर्भर गर्छ ।

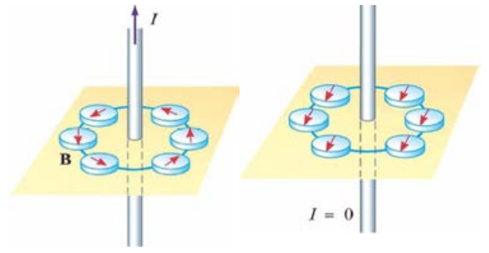
विद्युत् बहिरहेको सिधा तारको वरिपरि बन्ने चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field around a current carrying straight wire)

क्रियाकलाप 11. 2

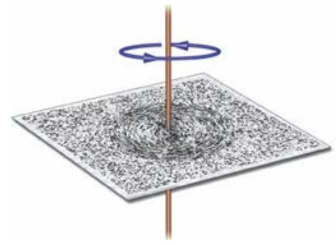
(अ) चित्र 11.9 मा देखाइए जस्तै एउटा कार्डबोर्डको वर्गाकार टुक्रालाई सिधा सुचालक तारको टुक्राले छेडेर ड्राइसेल तथा स्विच भएको विद्युत् परिपथमा जडान गर्नुहोस् । कार्डबोर्ड माथि तारको वरिपरि चुम्बकीय बलरेखा कोर्न प्रयोग गरिने सानो आकारको कम्पासलाई चित्रमा देखाइए जस्तै गरी राख्नुहोस् । परिपथको स्विच अन गरी विद्युत् प्रवाह गर्नुहोस् र ती कम्पासका निडिलको अवलोकन गर्नुहोस् ।

स्विच अन गरेको अवस्थामा तारको वरिपरि रहेका चुम्बकीय कम्पासका निडिल कुनै निश्चित दिशामा घुमेको वा नघुमेको अवलोकन गर्नुहोस् । यो क्रियाकलाप गर्दा परिपथमा कुनै लोडको जडान नगरी स्विच अन गरेर राख्दा तार तात्ने भएकाले आवश्यक अवलोकन लगत्तै स्विच अफ गर्नुपर्छ । यसै क्रियाकलापमा अर्को पटक सेलका ध्रुव परिवर्तन गरी पुनः स्विच अन गर्नुहोस् र चुम्बकीय कम्पासको निडिलको दिशा पहिलेको भन्दा ठिक विपरीत भए नभएको अवलोकन गर्नुहोस् ।

(आ) माथि उल्लेख गरिए जस्तै एउटा सिधा तारले कार्डबोर्डलाई छेडेर विद्युत् परिपथमा जडान गर्नुहोस् । चित्र 11. 10 मा देखाइए जस्तै कार्डबोर्ड माथि फलामको एकदमै मसिनो धुलो छर्किनुहोस् । त्यसपछि परिपथको स्विच अन गर्नुहोस् र कार्डबोर्डलाई हातका औँलाले बिस्तारै टकटकाउनुहोस् । फलामको धुलो कुनै ज्यामितीय आकारमा घेरा बनाएर बसेको वा नबसेको अवलोकन गर्नुहोस् ।



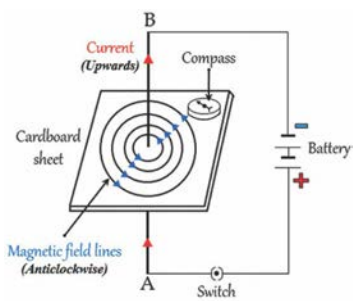
चित्र 11.9 सिधा तारमा विद्युत् प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि चुम्बकीय कम्पासले देखाउने वृत्ताकार चुम्कीय क्षेत्र



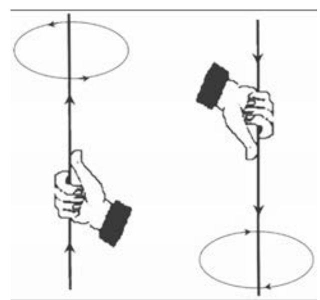
चित्र 11.10 सिधा तारमा करेन्ट प्रवाह हुँदा फलामका धुलाले देखाउने वृत्ताकार चुम्बकीय क्षेत्र

विद्युत् करेन्टको प्रवाहका कारण सिधा तारको वरिपरि बन्ने चुम्बकीय क्षेत्र चुम्बकीय बल रेखा कोरेर अवलोकन गर्न सकिन्छ ।

माथिका क्रियाकलापमा तारको वरिपरि चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा ती कम्पासका निडिलले कुनै निश्चित दिशा देखाएर एउटा वृत्ताकार घेराको सङ्केत गर्छन् । उक्त असरचित्र 11.11 मा देखाइए जस्तै सिधा तारबाट विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि वृत्ताकार घेरामा बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रले गर्दा भएको हो । यसरी बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा तारमा प्रवाह हुने विद्युत् करेन्टको दिशामा निर्भर गर्छ । चित्र 11.12 मा देखाइए जस्तै यदि तारबाट विद्युत् करेन्ट माथितिर गइरहेको अवस्थामा चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा घडीको सुई घुम्ने दिशाको उल्टो दिशामा हन्छ । यसका ठिक विपरीत यदि तारबाट तलतिर विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा घडीको सुई घुम्ने दिशामा हुन्छ । माथिको क्रियाकलापमा पनि चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा कम्पासको निडिल पोइन्टर फर्केको दिशाबाट अवलोकन गर्न सकिन्छ ।



चित्र 11.11 सिधा तारबाट विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि वृत्ताकार घेरामा बन्ने चुम्बकीय क्षेत्र



चित्र 11.12 सिधा तारबाट विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा देखाउन म्याक्सवेलको दायाँ हातको बुढीऔँलाको नियम

म्याक्सवेलले प्रतिपादन गरेको नियमअनुसार यदि विद्युत् करेन्ट प्रवाह भइरहेको तारलाई चित्र 11.12 मा देखाइए जस्तै बुढीऔँलाले करेन्ट प्रवाहको दिशा देखाउने गरी दायाँ हातले मुठी बाँधेर समातेको परिकल्पना गर्दा उक्त हातका औँलाले चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा सङ्केत गर्छन् । तसर्थ सिधा तारमा गोलाकार चुम्बकीय क्षेत्र हुन्छ र चुम्बकीय बलरेखाको दिशा विद्युत् धाराको दिशामा निर्भर रहन्छ ।

सोलेनोइडको वरिपरि बन्ने चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field around a solenoid)

क्रियाकलाप : 11.3 सोलेनोइडका चुम्बकीय ध्रुवको पहिचान

चित्र 11.13 मा देखाइए जस्तै तामाको इन्सुलेटेड तार, चुम्बकीय कम्पास, 9 V ब्याट्री र ब्याट्री

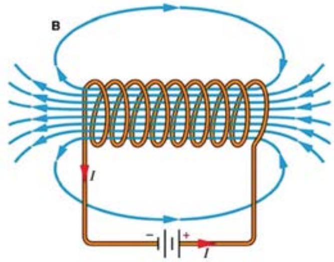
कनेक्टर लिनुहोस् । उक्त तारलाई बेलनाकार वस्तु, जस्तै : मसिनो पाइप/मार्कर वरिपरि थुप्रै फन्का हुने गरी बेर्नुहोस् र अन्त्यमा बेलनाकार वस्तु झिकेर एक लाम्चो स्प्रिङ आकारको क्वाइल तयार पार्नुहोस् । उक्त क्वाइलका दुई छेउलाई खुर्केर वा जलेको मैन बत्तीमा तताएर इन्सुलेटरको तह हटाउनुहोस् । ती दुई छेउलाई ब्याट्रीसँग जोड्नुपूर्व क्वाइलको नजिकै चुम्बकीय कम्पासलाई राख्नुहोस् । क्वाइलमा विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा चुम्बकीय कम्पासको निडिलको कुन ध्रुव आकर्षित हुन्छ, अवलोकन गरी तलको जस्तै तालिकामा भर्नुहोस् । अब क्वाइलसँग जोडिएका ब्याट्रीका ध्रुव परिवर्तन गर्नुहोस् । यस पटक कम्पासको निडिलको कुन ध्रुव आकर्षित हुन्छ, अवलोकन गरी तालिकामा भर्नुहोस् ।

चित्र 11.13 सोलेनोइड र चुम्बकीय कम्पास र 9 V ब्याट्री

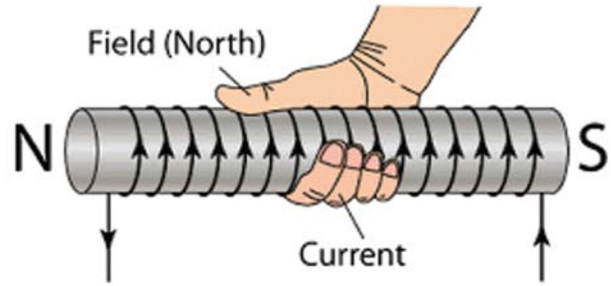
क्वाइलसँग जोडिएका ब्याट्रीका ध्रुव परिवर्तन गर्नुपूर्व		क्वाइलसँग जोडिएका ब्याट्रिका ध्रुव परिवर्तन गरेपछि	
क्वाइलको दायाँतिर चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा आकर्षित ध्रुव	क्वाइलको बायाँतिर चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा आकर्षित ध्रुव	क्वाइलको दायाँतिर चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा आकर्षित ध्रुव	क्वाइलको बायाँतिर चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा आकर्षित ध्रुव
.... ध्रुव	.... ध्रुव	.... ध्रुव	.... ध्रुव
नतिजा : दायाँतिर चुम्बकीय कम्पासलाई राख्दा ...... ध्रुव आकर्षित भएकाले क्वाइलमा उक्त ध्रुवको ठिक विपरीत अर्थात् .... ध्रुव सिर्जना भएको हुनुपर्छ ।		....	

सोलेनोइड चित्र 11.14 मा देखाइए जस्तै कुचालक लेपन गरिएको अर्थात् इन्सुलेटेड तारलाई स्प्रिङको आकारमा बेरेर बनाइएको लाम्चो क्वाइल हो । सामान्यतया सोलेनोइड तयार पार्न बेलनाकार वस्तुको वरिपरि इन्सुलेटेड तार बेरेर तयार पारिन्छ । सोलेनोइड तयार पार्न प्रयोग भएको तारका दुई छेउलाई कुचालकको लेपन हटाई ब्याट्रीसँग जोड्दा तारमा करेन्ट बहन्छ र सोलेनोइडको भित्र तथा वरिपरि एक चुम्बकीय क्षेत्र सिर्जना हुन्छ । उक्त सोलेनोइडको वरिपरि हुने चुम्बकीय क्षेत्र छड चुम्बकको जस्तै हुन्छ । अर्थात् दुबै छेउतिर बलियो र मध्य भागतिर कमजोर हुन्छ । सोलेनोइडको भित्र भने एकनासको चुम्बकीय क्षेत्र हुन्छ । समग्रमा सोलेनोइडमा विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा यसको एक छेउमा

उत्तरी ध्रुव र अर्को छेउमा दक्षिण चुम्बकीय ध्रुव उत्पन्न हुन्छ । यदि विद्युत् करेन्ट विपरीत दिशामा बहेमा चुम्बकीय क्षेत्रका ध्रुवहरू पनि उल्टिन्छन् ।



चित्र 11.14 सोलेनोइड वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्र



चित्र 11.15 म्याक्सवेलको दायाँ हातको ग्रिप नियम (Max- well's Right hand grip rule)

विद्युत् करेन्ट बहँदै गरेको सोलेनोइड वरिपरि बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशालाई म्याक्सवेलले प्रतिपादन गरेको दाहिने हातको ग्रिप नियमद्वारा पत्ता लगाउन सकिन्छ । उक्त नियमअनुसार यदि दाहिने हातका औँलालाई सोलेनोइडमा विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुने दिशातिर पारी मुठी बटारेमा बुढीऔँलाले सोलेनोइड वरिपरि बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको उत्तरी ध्रुव देखाउँछ । सोलेनोइडको चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति निम्नलिखित तत्त्वमा निर्भर गर्छ :

(अ) सोलेनोइडमा प्रवाह हुने विद्युत् करेन्टको परिमाण

(आ) सोलेनोइडको क्वाइलमा भएका फन्काको सङ्ख्या

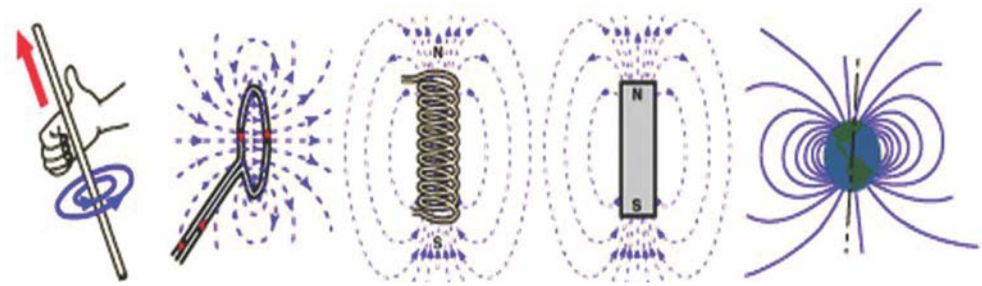
(इ) सोलेनोइडभित्र राखिएको पदार्थ (कोर) जस्तै नरम फलामको बेलनालाई सोलेनोइडभित्र राख्दा चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति बढ्छ ।

सोलेनोइडद्वारा निर्मित चुम्बकीय क्षेत्र अस्थायी हुने भएकाले यसलाई विद्युत् चुम्बक बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

चुम्बकीय प्रवाह (Magnetic Flux)

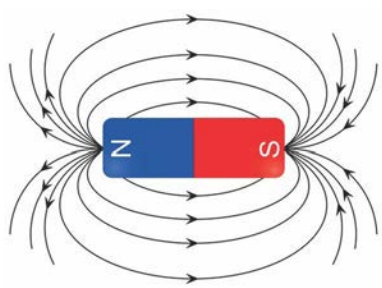
चित्र 11.16 मा करेन्ट प्रवाह भइरहेको सिधा तार, तारको लुप, सोलेनोइड तथा छड चुम्बक र पृथ्वी चुम्बक वरिपरिका चुम्बकीय बलरेखा देखाइएको छ । चुम्बकीय क्षेत्रको स्रोतअनुसार चुम्बकीय बलरेखाले बनाउने आकार फरक फरक हुन्छ । चित्र 11.17 मा देखाइए जस्तै चुम्बकीय क्षेत्रभित्र राखिएको वस्तुमा पुनः चुम्बकीय बलरेखाका सङ्ख्या

स्थानअनुसार फरक पर्छ । चुम्बकीय क्षेत्रभित्रका विभिन्न स्थानमा चुम्बकको असरबारे जानकारीका लागि वस्तुको सतहमा पर्ने चुम्बकीय बलरेखाको सङ्ख्यासँग तुलना गर्न सकिन्छ । चुम्बकीय क्षेत्रभित्रका सतहका क्षेत्रफल भएर जान चुम्बकीय बलरेखाको कुल सङ्ख्याले चुम्बकीय प्रवाहलाई जनाउँछ । चुम्बकीय प्रवाह कुनै चुम्बकीय क्षेत्रभित्र पर्ने सतहको क्षेत्रफल भएर जाने चुम्बकीय क्षेत्रको मापन हो । चुम्बकीय प्रवाहलाई ग्रिक भाषाको अक्षर फाई (Ø) ले जनाइन्छ । चुम्बकीय प्रवाहको एकाइ वेबर (weber) लाई Wb ले सङ्केत गर्छ । उक्त एकाइ जर्मन भौतिकशास्त्री विल्हेम एड्वार्ड वेबर (Wilhelm Eduard Weber) को थरबाट दिइएको हो ।



चित्र 11.16: विभिन्न किसिमका चुम्बकीय क्षेत्र तथा चुम्बकीय बलरेखा

चुम्बकीय क्षेत्रको चित्र बनाउँदा चुम्बकीय बलरेखाको घनत्वले चुम्बकीय प्रवाहको मात्रा जनाउँछ । बलरेखा घना भएको ठाउँमा शक्तिशाली चुम्बकीय प्रवाह भएको बुझिन्छ भने बलरेखाहरू पातलो भएको ठाउँमा कमजोर चुम्बकीय प्रवाह भएको बुझिन्छ । चित्र 11.17 मा बलरेखाको घनत्व हेर्दा छड चुम्बकमा चुम्बकीय प्रवाह ध्रुवको नजिक शक्तिशाली हुने र मध्यभागतिर कमजोर हुने बुझिन्छ ।



चित्र 11.17 : छडको चुम्बकीय बल रेखा

मोटर असर (Motor effect)

क्रियाकलाप 11.4

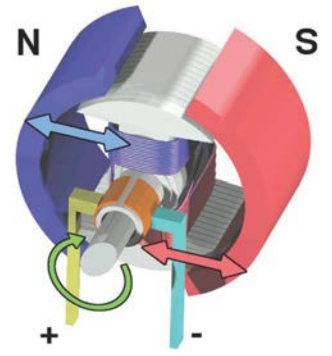
एउटा शक्तिशाली U आकारको चुम्बक, लचकदार सुचालक तार, 6 V को d.c. सप्लाइ वा 9 V को ब्याट्री, धागो आदि सङ्कलन गर्नुहोस् । सुचालक तारलाई स्वतन्त्र रूपले चल्न सक्ने गरी धागामा बाँधेर चुम्बकका दुई ध्रुवका बिचमा झुन्ड्याउनुहोस् । उक्त तारका दुई

छेउलाई स्विच राखेर ब्याट्रीसँग जडान गर्नुहोस् । एक छिनका लागि स्विच अन गरेर तार अवलोकन गर्नुहोस् । के तारमा कुनै दिशातिर चाल उत्पन्न भएको पाइयो, अवलोकनका आधारमा तलको जस्तै तालिका प्रस्तुत गर्नुहोस् :

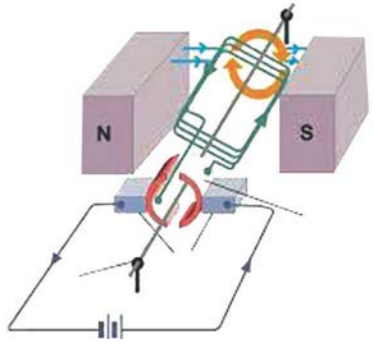
ब्याट्रीका ध्रुव परिवर्तन गर्नुपूर्व तारको चालको दिशा	ब्याट्रीका ध्रुव परिवर्तन गरिसकेपछि तारको चालको दिशा
दायाँ / बायाँ / अगाडि / पछाडि.........	दायाँ / बायाँ / अगाडि / पछाडि....
नतिजा :	

चुम्बकीय क्षेत्रमा स्वतन्त्र रूपले चल्न सक्ने गरी झुन्ड्याइएको तारमा विद्युत् प्रवाह गर्दा उक्त तारमा चाल उत्पन्न हुनु मोटर असर हो । पङ्खा, पानी तान्ने मोटर, मिक्सर ग्राइन्डर आदि उपकरण मोटर असरमा आधारित भएर कार्य गर्छन् ।

विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा तारको वरिपरि बन्ने वृत्ताकार चुम्बकीय क्षेत्र र छड चुम्बकको चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा देखाइएको छ । ती दुई चुम्बकीय क्षेत्रबिच हुने आकर्षण र विकर्षण क्रियाले तारमा चाल उत्पन्न हुन्छ ।



चित्र 11.18: डिसी मोटर रोटर र स्थाइ चुम्बक



चित्र 11.19: डिसी मोटर क्वाइलमा लाग्ने बल

एउटा कोरमा इन्सुलेटेड तार बेरेर मोटरको क्वाइल बनाइन्छ । उक्त क्वाइललाई चित्र 11.17 मा देखाइए जस्तै दुई विपरीत चुम्बकीय ध्रुवका बिचमा राखिन्छ । त्यसपछि क्वाइलमा अल्टरनेटिङ करेन्ट प्रवाह गरिन्छ । क्वाइलमा विद्युत् प्रवाह हुँदा चुम्बकत्व उत्पन्न हुन जान्छ । अल्टरनेटिङ करेन्टका कारण क्वाइलको चुम्बकत्वको दिशा निरन्तर परिवर्तन भइरहन्छन् । क्वाइलका चुम्बकत्व र यसको वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्रबीच अन्तरक्रियाको

कारण क्वाइल घुम्छ र यसमा जोडिएका वस्तुलाई घुमाउँछ । मोटरको क्वाइल घुमाउने बल वृद्धि गर्न शक्तिशाली चुम्बकको प्रयोग, क्वाइलमा तारका फन्काको सङ्ख्या वृद्धि, क्वाइलको सतहको क्षेत्रफल वृद्धि, नरम फलामको कोरको प्रयोग जस्ता उपाय अपनाउन सकिन्छ ।

विचारणीय प्रश्न

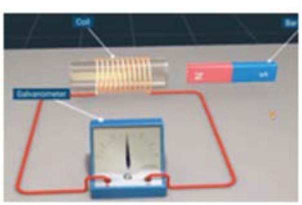
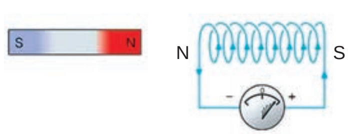
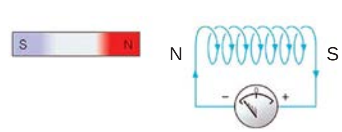
तारबाट विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र बने जस्तै के चुम्बकीय क्षेत्रमा अवस्थित सुचालक तारबाट विद्युत् करेन्ट उत्पादन गर्न सकिन्छ होला त ?

विद्युत् चुम्बकीय उपपादन (Electromagnetic induction)

उन्नाइसौं शताब्दीको सुरुवात (1800 AD) तिर धारा विद्युत्को प्रमुख स्रोतका रूपमा भोल्टाइक सेल (Voltaic Cell) को प्रयोग गरिन्थ्यो । सन् 1831 मा चुम्बकीय बलरेखालाई सुचालक तारले लम्ब रूपमा काट्दा उक्त सुचालक तारमा भोल्टेज उत्पन्न हुने र तारका दुई छेउलाई परिपथमा जडान गर्दा विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुनेबारे माइकल फाराडे (Michael Faraday) को आविष्कारले विद्युत् स्रोतका क्षेत्रमा ठुलो परिवर्तन ल्यायो ।

क्रियाकलाप 11.4

चित्र 11.20 मा देखाइए जस्तै सोलेन्वोइका दुई छेउलाई एउटा ग्याल्भानोमिटरसँग जडान गर्नुहोस् ।

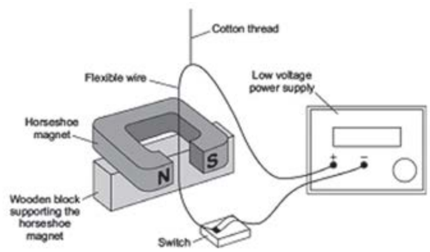
		
चित्र 11.20: छड चुम्बक स्थिर अवस्थामा	*चित्र 11.21: छड चुम्बकका उत्तरी ध्रुव क्वाइलमा प्रवेश गर्दा*	*चित्र 11.22: छड चुम्बकको उत्तरी ध्रुव क्वाइलबाट बाहिर निस्किँदा*

अब खोक्रो भागमा छड चुम्बकलाई पसाउने र झिक्ने गर्नुहोस् । चित्र 11.21 र चित्र 11.22 देखाइए जस्तै छड चुम्बकलाई खोक्रो भागका अगाडि स्थिर राख्दा, भित्र छड चुम्बकको उत्तरी ध्रुव प्रवेश गर्दा र भित्र छड चुम्बकको दक्षिणी ध्रुव प्रवेश गर्दा ग्याल्भानो मिटरको निडिलको अवस्था अवलोकन गर्नुहोस् र तालिकामा टिपोट गर्नुहोस् ।

छड चुम्बकको ध्रुव	क्वाइलभित्र प्रवेश गर्ने वा क्वाइलबाट निस्कने क्रिया	ग्याल्भानोमिटरको सुईको चालको दिशा
उत्तरी ध्रुव	भित्र प्रवेश	दायाँ/बायाँ
दक्षिणी ध्रुव	बाहिर निस्कने	

छड चुम्बकलाई चाँडो चाँडो भित्रबाहिर गर्दा पहिलेको अवलोकनभन्दा नयाँ अवलोकनमा के भिन्नता पाइन्छ ?

माथिको क्रियाकलाप 11.4 मा छड चुम्बकलाई सुचालक तारका क्वाइलका भित्र र बाहिर गरी चलाउँदा यसको सतहमा पर्ने चुम्बकीय बलरेखाको सङ्ख्या अर्थात् चुम्बकीय प्रवाह निरन्तर परिवर्तन हुन्छ । यसले गर्दा क्वाइलमा भोल्टेज उपपादित हुन्छ । यसका विपरीत सुचालक तारका क्वाइललाई चुम्बकीय क्षेत्रमा घुमाएर उक्त क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह निरन्तर परिवर्तन गराउँदा पनि क्वाइलमा भोल्टेज उपपादित हुन्छ । दुबै अवस्थामा क्वाइल वा चुम्बकको गति परिवर्तन गर्दा गरिने कार्य अर्थात् यान्त्रिक शक्ति विद्युत् शक्तिमा रूपान्तरण हुन्छ ।



चित्र 11.23: मोटर असर प्रदर्शन

यसरी सुचालकसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह परिवर्तन हुँदा उक्त सुचालकमा इलेक्ट्रोमोटिभ फोर्स (electromotive force) अर्थात् भोल्टेज उपपादन हुने क्रिया विद्युत् चुम्बकीय उपपादन (electromagnetic induction) हो ।

विद्युत् चुम्बकीय उपपादनसम्बन्धी फाराडेको नियम (Faradays' law of electromagnetic induction)

विद्युत् चुम्बकीय उपपादनमा उपपादित भोल्टेज चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति (Strength of magnetic field) र क्वाइलका फन्काको सङ्ख्या (Number of turns in the coil) मा निर्भर गर्छ । चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति तथा क्वाइलको फन्काको सङ्ख्या जति बढी हुन्छ उपपादित भोल्टेज पनि त्यति नै बढी हुन्छ । उपपादित भोल्टेजका परिमाण चुम्बकीय बलरेखा कति चाँडो चाँडो वा ढिलो ढिलो गरी क्वाइलमा प्रवेश गर्ने तथा छोड्ने गर्छन् भन्नेमा पनि निर्भर गर्छ । धेरै ढिलो गतिले चुम्बकलाई क्वाइलको भित्र बाहिर गरी चलाउँदा नगन्य भोल्टेज उपपादित हुन्छ । चुम्बकलाई तीव्र गतिले भित्रबाहिर गरी चलाउँदा बढी भोल्टेज उपपादित हुन्छ ।

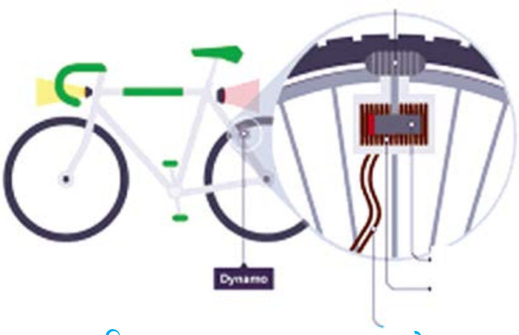
विद्युत् चुम्बकीय उपपादनमा उपपादित e.m.f. को परिमाण समावेश हुने गरी दिइएको फाराडेको नियमलाई निम्नानुसार प्रस्तुत गरिन्छ :

सुचालक र चुम्बकबिच सापेक्षिक चाल हुँदा सुचालकमा e.m.f. उपपादित हुन्छ र उक्त e.m.f. परिमाण सुचालकसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाहको परिवर्तनको दरसँग समानुपातिक हुन्छ ।

फाराडेको यो नियमअनुसार एउटा सुचालक क्वाइललाई चुम्वकीय क्षेत्रमा घुमाउँदा योसँग सम्बन्धित चुम्बकीय क्षेत्र परिवर्तन भई क्वाइलमा e.m.f. उपपादन हुन्छ । यो नै जेनेरेटरको कार्य सिद्धान्त हो । क्वाइलमा तबसम्म e.m.f. उपपादित भइरहन्छ जबसम्म क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह (magnetic flux) परिवर्तन भइरहन्छ वा क्वाइल घुमिरहन्छ । क्वाइलको सङ्ख्या बढाउँदा, चुम्बकको क्षमता बढाउँदा वा क्वाइलको घुम्ने गति बढाउँदा क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्वकीय क्षेत्रको परिवर्तन दर बढ्छ र e.m.f. बढ्छ ।

डाइनामो र एसी जेनेरेटर (Dynamo and a.c. generator)

साइकल, मोटरसाइकल आदिमा डाइनमोको प्रयोगबाट विद्युत् उत्पादन गरिन्छ । त्यस्तै हामीले दैनिक जीवनमा ग्राहस्थ विद्युत् परिपथमा प्रयोग गर्ने विद्युत् a.c. जेनेरेटरबाट उत्पादन गरिन्छ । डाइनामोको प्रयोग थोरै परिमाणमा विद्युत् उपपादनका लागि गरिन्छ भने जेनेरेटरको प्रयोगबाट ठुलो परिमाणमा विद्युत् उपपादन गरिन्छ ।



चित्र 11.24: साइकल डाइनमो

चित्र 11.24 मा देखाइए जस्तै साइकल डाइनामोमा चुम्बक घुमाइन्छ । चुम्बकीय बलरेखालाई काट्ने गरी नजिकैको क्वाइल राखिएको हुन्छ । क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह परिवर्तन गराउन डाइनामोको क्यापलाई साइकलको टायरसँग घर्षण गराएर चुम्बक चलाइन्छ । यसरी डाइनामोको क्वाइलमा उपपादित भोल्टेजले गर्दा प्रवाह हुने विद्युत् करेन्टको मात्रा क्वाइलमा भएका फन्काको सङ्ख्या, चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति, चुम्बकको चालको गति अर्थात् चुम्बकीय प्रवाह परिवर्तनको दर आदिमा भर पर्छ ।

विद्युत्का ठुला स्रोतहरू (Large scale electricity sources)

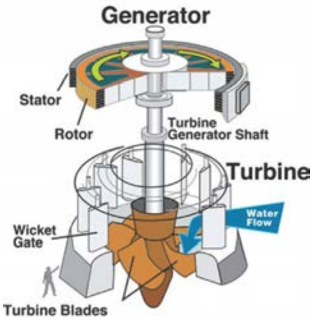
जेनेरेटरबाट ठुलो परिमाणमा विद्युत् उपपादन गरिन्छ । यसका लागि शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्रमा राखिएको क्वाइललाई एकदमै तीव्र गतिमा घुमाइन्छ । चित्र 11.25 मा देखाइए

जस्तै जलविद्युत् गृह (hydropower station) मा जेनेरेटरबाट ठुलो परिमाणमा विद्युत् उत्पादन गर्न ड्याममा जम्मा गरिएको पानीलाई उच्च चापका साथ टनेलबाट टर्बाइनमा खसाली जेनेरेटरलाई एकदमै तीव्र गतिमा घुमाइन्छ । त्यस्तै थर्मल प्लान्ट (thermal plant) बाट जीवावषेश इन्धन, जस्तै : कोइला, डिजेल आदि प्रयोग गरी विद्युत् उत्पादन गरिन्छ । कोइलायुक्त थर्मल प्लान्टमा ठुलो मात्रामा कोइला जलाउँदा उत्पन्न हुने तापबाट पानी उमालेर बाफ जम्मा गरिन्छ । उक्त उच्च चापमा खाँदिएको बाफबाट जनेरेटरसित जडित टर्बाइनहरू घुमाएर विद्युत् उत्पादन गरिन्छ । डिजेल पावर प्लान्टमा भने डिजेन इन्जिनले टर्बाइन घुमाइन्छ । उल्लिखित स्रोतका अतिरिक्त वायु ऊर्जाका रूपमा विन्ड मिल (wind mill) हरूमा हावाको बहावबाट जेनेरेटरसित जडित टर्बाइन घुमाएर विद्युत् उत्पादन गरिन्छ ।

कोइलायुक्त थर्मल प्लान्टको कार्यविधि न्युक्लियर पावर प्लान्ट (nuclear power plant) मा पनि लागु हुन्छ । यसमा कोइलाको प्रयोग नगरी रेडियोधर्मी तत्त्व (radioactive element) जस्तै युरेनियमलाई नियन्त्रित रूपमा टुक्र्याउँदा पानी उमाल्न आवश्यक ताप प्राप्त हन्छ । हाम्रो देशमा विद्युत् उत्पादनका लागि यस प्रविधिको प्रयोग भएको छैन । नेपाल विद्युत् प्राधिकरणद्वारा सन् 2022 मा प्रकाशित तथ्याङ्कअनुसार हाम्रो देशमा उत्पादित जलविद्युत् क्षमता लगभग 2200 मेगावाट रहेको छ । यसका अतिरिक्त दुहवी थर्मल प्लान्ट र हेटौँडा थर्मल प्लान्ट बाट 53 MW विद्युत् उत्पादन गरिन्छ । माथि उल्लिखित प्रतिवेदनअनुसार करिब 487 MW क्षमताका जलविद्युत् आयोजनाहरू निर्माणाधीन अवस्थामा रहेका छन् । त्यस्तै माथिल्लो अरुण आयोजना, उत्तरगङ्गा एवम् दुधकोशी जलाशययुक्त जलविद्युत् आयोजना तथा अन्य आयोजनाहरूबाट निकट भविष्यमै थप 3219 MW विद्युत् उत्पादन गर्न सकिने प्रस्तावना पेस गरिएको छ ।

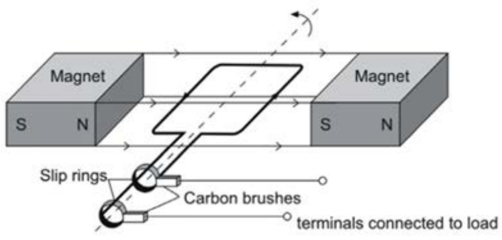
अल्टरनेटिङ करेन्ट जेनेरेटर (Alternating current generator)

चित्र 11.25: दोलखा जिल्लामा अवस्थित माथिल्लो तामाकोशी जलविद्युत् गृहको ड्याममा जम्मा गरिएको पानी

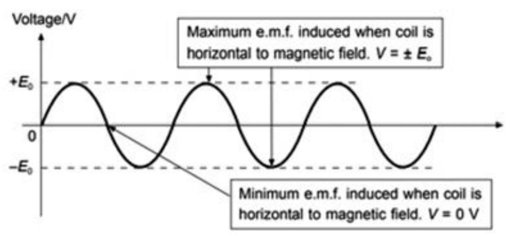


चित्र 11.26 : जेनेरेटरलाई तीव्र गतिमा घुमाउन प्रयोग हुने टर्बाइन

चित्र 11.26 मा a.c. जेनेरेटरको चुम्बकीय क्षेत्रमा राखिएको सुचालक तारको आयताकार क्वाइल देखाइएको छ । क्वाइललाई घुमाउँदा यसले चुम्बकीय क्षेत्र काट्छ र क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह परिवर्तन हुन्छ । यसले गर्दा क्वाइलमा इलेक्ट्रोमोटिभ फोर्स (e.m.f.) उपपादित हुन्छ जुन चुम्बकीय प्रवाह परिवर्तनको दरसँग समानुपातिक हुन्छ ।



चित्र 11.27: a.c. जेनेरेटरको क्वाइल



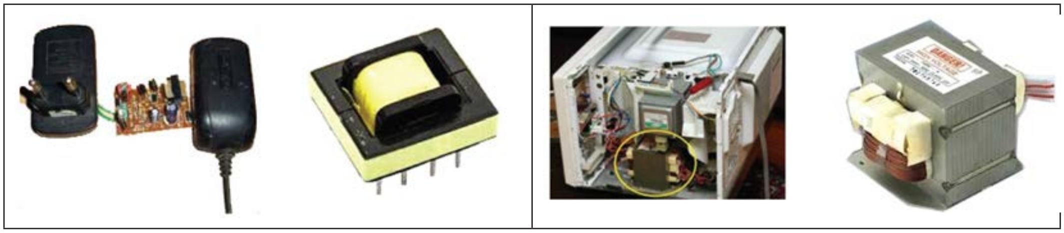
चित्र 11.28: a.c. जेनेरेटरको क्वाइलमा उपपादित भोल्टेज

व्यावसायिक जेनेरेटरमा भने विद्युत् चुम्बक प्रयोग गरी क्वाइलको सट्टा चुम्बक घुमाइन्छ ।

ट्रान्सफर्मर (Transformer)

चित्र 11.29 मा एउटा मोबाइल चार्जरमा उल्लेख गरिएको आउटपुट भोल्टेज रेटिङ (5.3 V) देखाइएको छ । हामीले मोबाइल चार्जरलाई 220 V को अल्टरनेटिङ करेन्ट (a.c.) भएको विद्युत् परिपथमा जडान गरिएको प्लगमा राख्छौँ । यहाँ चार्जरभित्र जडान गरिएको उपकरणले 220 V को a.c. लाई घटाएर मोबाइल चार्ज गर्न आवश्यक पर्ने 5.3 V को a.c. मा रूपान्तरण गर्छ । त्यस्तै माइक्रोवेभ ओभनमा माइक्रोवेभ उत्पन्न गराउन करिब 2100 V को आवश्यक पर्छ । यसका लागि उक्त ओभनभित्र जडान गरिने ट्रान्सफर्मरले 220 V को a.c. लाई 2100 V को a.c. मा रूपान्तरण गर्छ । यसरी अल्टरनेटिङ करेन्टको भोल्टेज घटाउन तथा बढाउन प्रयोग गरिने उपकरणलाई ट्रान्सफर्मर भनिन्छ ।

चित्र 11.29: मोबाइल चार्जरमा उल्लेख गरिएको भोल्टेज रेटिङ

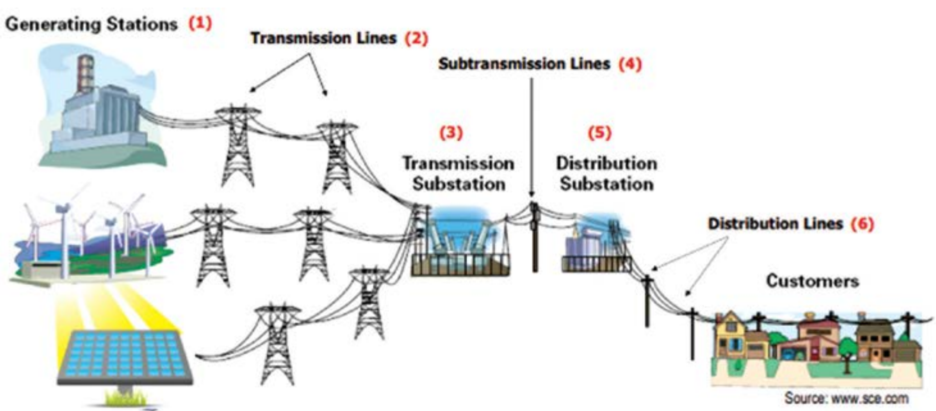


चित्र 11.30: चार्जरमा ट्रान्सफर्मरको प्रयोग

क्रियाकलाप 11.5: ट्रान्सफर्मर प्रयोग हुने उपकरणको भोल्टेज रेटिङ सङ्कलन

मोबाइल जस्तै अन्य कुन कुन उपकरण सञ्चालन गर्न ट्रान्सफर्मरको आवश्यकता पर्छ, तल दिइए जस्तै तालिका बनाएर तिनीहरूको भोल्टेज रेटिङ सङ्कलन गर्नुहोस् :

उपकरण	इनपुट भोल्टेज रेटिङ	आउटपुट भोल्टेज रेटिङ
राउटर एडेप्टर	....	....
ल्यापटप एडेप्टर	....	....



चित्र 11.31 : विद्युत् उत्पादन, प्रसारण र वितरण

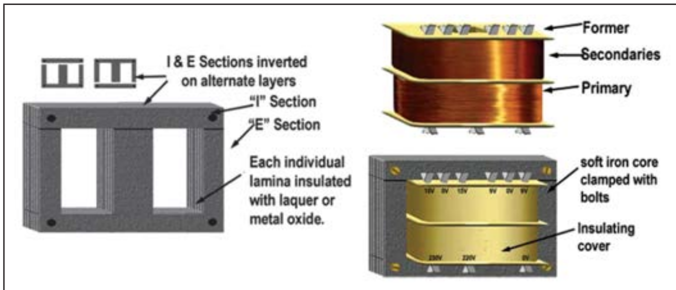
चित्र 11.32: धनुषा, ढल्केवरमा अवस्थित 400 kV सब स्टेसन

A.C. विद्युत्को उपयोगका लागि यसको उत्पादन, प्रसारण र वितरण गरी मुख्य तीन खण्डको अवश्यकता पर्छ । जेनेरेटरबाट विद्युत् गृहमा उत्पादित विद्युत्लाई उच्च भोल्टेज (उदाहरणका लागि 132 kV) मा रूपान्तरण गरी प्रसारण लाइनबाट प्रसारण गरिन्छ । यसरी

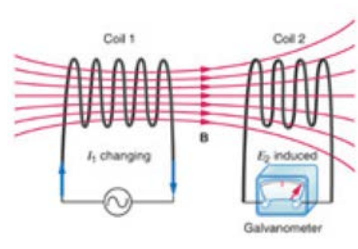
प्रसारण गरिएका विद्युत्लाई प्रयोग गर्न वितरण गर्नुपूर्व भार सम्प्रेषण केन्द्र (substation) मा विद्युत्लाई कम भोल्टेज (उदाहरणका लागि 220 V) मा रूपान्तरण गरिन्छ । विद्युत्गृह तथा भार सम्प्रेषण केन्द्रमा आवश्यकताअनुसार भोल्टेज परिवर्तन गराउन ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरिन्छ । हाम्रो देशका विभिन्न विद्युत् गृहबाट उत्पादित विद्युत्लाई उच्च भोल्टेजमा प्रसारण लाइनमार्फत देशभित्र वा बाहिर प्रसारण गर्न सकिन्छ । उदाहरणका लागि धनुषाको ढल्केवर भार सम्प्रेषण केन्द्रले 400 kV मा विद्युत् प्रसारण गर्छ ।

ट्रान्सफर्मरको बनोट र कार्यसिद्धान्त (Construction and working principle of transformer)

विद्युत् उपकरणमा प्रयोग हुने ट्रान्सफर्मर र विद्युत्गृहबाट उत्पादित विद्युत् प्रसारण तथा वितरणका लागि प्रयोग गरिने ट्रान्सफर्मरको बनोटमा केही भिन्नता रहे पनि कार्य सिद्धान्त एउटै हुन्छ । यिनीहरूमा कुचालकको लेपन भएको मसिनो तामाको तारको फन्को बेरेर बनाइएका दुईओटा क्वाइल राखिएका हुन्छन् । चित्र 11.33 मा देखाइए जस्तै विद्युत् उपकरणमा प्रयोग गरिने ट्रान्सफर्मरमा दुईओटा क्वाइल हुन्छन् । ती दुबै क्वाइल एकअर्कासँग जोडिएका हुँदैनन् । एउटा क्वाइलबाट अल्टरनेटिङ करेन्ट पठाउँदा यसको वरिपरि आफैँ पेरियोडिक रूपमा परिवर्तन भइरहने चुम्बकीय क्षेत्र सिर्जना हुन्छ । यसले गर्दा नजिकैको क्वाइलसँग सम्बन्धित चुम्बकीय प्रवाह लिङ्केज (magnetic flux linkage) स्वतः परिवर्तन हुँदा क्वाइलमा e.m.f. उत्पादन हुन्छ । उक्त क्वाइलका दुई छेउबाट आउटपुट करेन्ट निकालिन्छ । यसरी एउटा क्वाइलबाट a.c. पठाएर नजिकैको अर्को क्वाइलबाट a.c. उपपादन हुनुलाई म्युच्युअल इन्डक्सनको सिद्धान्त भनिन्छ । ट्रान्सफर्मर म्युच्युअल इन्डक्सनको सिद्धान्तमा आधारित हुन्छ । अल्टरनेटिङ करेन्टको सट्टा क्वाइलमा डाइरेक्ट करेन्ट प्रवाह गर्दा म्युच्युअल इन्डक्सन नहुने भएकाले ट्रान्सफर्मरको प्रयोगबाट डिसी (d.c.) भोल्टेज परिवर्तन गर्न सकिँदैन ।



चित्र 11.33: ट्रान्सफर्मर कोर लेमिनेसन चित्र



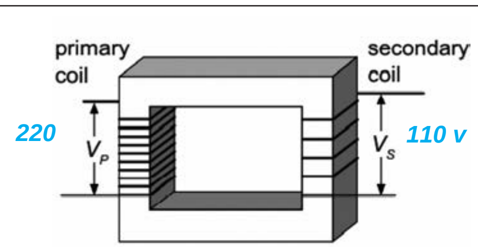
11.34: म्युच्युअल इन्डक्सन

ट्रान्सफर्मरका क्वाइललाई छुट्टाछुट्टै राख्नका लागि कुचालक पेन्टले लेपन गरिएका E, U, I आकारका फलामका थुप्रै पातालाई एउटै ढिक्का जस्तो हुने गरी नटबोल्टको सहायताले कसेर कोर निर्माण गरिन्छ । यस प्रक्रियालाई कोरको लेमिनेसन भनिन्छ । ट्रान्सफर्मरको कोरको लेमिनेसन गर्नाले यसका क्वाइलमा अल्टरनेटिङ करेन्ट प्रवाह हुँदा सिर्जना हुने चुम्बकीय तीव्रता लिङ्केज परिवर्तन भई कोरको सतहमा करेन्ट उत्पन्न हुने र कोर अत्यधिक रूपले तात्ने असर नियन्त्रण हुन्छ ।

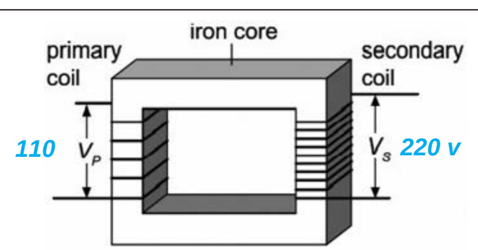
ट्रान्सफर्मरका दुईओटा क्वाइलमध्ये अल्टरनेटिङ करेन्ट प्रवाह गर्न प्रयोग हुने क्वाइल (इनपुट क्वाइल) लाई प्राइमरी क्वाइल र परिवर्तित करेन्ट प्राप्त हुने क्वाइल (आउटपुट क्वाइल) लाई सेकेन्डरी क्वाइल भनिन्छ । प्राइमरी क्वाइलमा बेरिने तारका फन्काको सङ्ख्यालाई प्राइमरी फन्का (N_p) र सेकेन्डरी क्वाइलमा बेरिने तारका फन्काको सङ्ख्यालाई सेकेन्डरी फन्का (N_s) भनिन्छ । ट्रान्सफर्मरमा अल्टरनेटिङ करेन्टको भोल्टेज परिवर्तन गराउन प्राइमरी फन्का र सेकेन्डरी फन्काको सङ्ख्या फरक फरक राखिएको हुन्छ । ट्रान्सफर्मरको प्राइमरी क्वाइलमा पठाइने एसीको भोल्टेजलाई इन्पुट भोल्टेज वा प्राइमरी भोल्टेज (V_p) र सेकेन्डरी क्वाइलबाट प्राप्त हुने एसीको भोल्टेजलाई आउटपुट भोल्टेज वा सेकेन्डरी भोल्टेज (V_s) भनिन्छ ।

ट्रान्सफर्मरका किसिम (Types of transformer)

ट्रान्सफर्मरमा भएका क्वाइलका फन्काको सङ्ख्याका आधारमा उक्त ट्रान्सफर्मरले इनपुट भोल्टेज बढाउन वा घटाउन निर्धारण हुन्छ । चित्र 11.35 मा देखाइएका ट्रान्सफर्मरका ब्लक रेखाचित्रका लागि प्राइमरी फन्काको सङ्ख्या र सेकेन्डरी फन्काको सङ्ख्याको अनुपात, 2:1 छ । यदि उक्त ट्रान्सफर्मरमा इनपुट भोल्टेज 220 V छ भने आउटपुट भोल्टेज इन्पुट भोल्टेजको ठिक आधा अर्थात् 110V हुन्छ । सेकेन्डरी क्वाइलका फन्काको सङ्ख्या प्राइमरी क्वाइलका फन्काभन्दा कम भएको ट्रान्सफर्मरले भोल्टेज घटाउँछ । यस किसिमको अल्टरनेटिङ करेन्टको भोल्टेज घटाउने ट्रान्सफर्मरलाई स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मर भनिन्छ ।



चित्र 11.35: स्टेप डाउन ट्रान्सफमर ब्लक रेखाचित्र



चित्र 11.37: स्टेप अप ट्रान्सफर्मर ब्लक रेखाचित्र

चित्र 11.36 मा देखाइएको ट्रान्सफर्मरको ब्लक रेखाचित्र लागि प्राइमरी फन्काको सङ्ख्या र सेकेन्डरी फन्काको सङ्ख्याको अनुपात, 1:2 छ । यदि उक्त ट्रान्सफर्मरमा इनपुट भोल्टेज 110 V छ भने आउटपुट भोल्टेज इन्पुट भोल्टेजको ठिक दुई गुणा अर्थात् 220V हुन्छ । सेकेन्डरी क्वाइलका फन्काको सङ्ख्या प्राइमरी क्वाइलको फन्काभन्दा बढी भएको ट्रान्सफर्मरले भोल्टेज बढाउँछ । यस किसिमको अल्टरनेटिङ करेन्टको भोल्टेज बढाउने ट्रान्सफर्मरलाई स्टेप अप ट्रान्सफर्मर भनिन्छ ।

ट्रान्सफर्मरका प्राइमरी क्वाइलका फन्काको सङ्ख्या र सेकेन्डरी क्वाइलका फन्काको सङ्ख्याको अनुपात प्राइमरी भोल्टेज र सेकेन्डरी भोल्टेजको अनुपातसँग बराबर हुन्छ । यसलाई ट्रान्सफर्मर सूत्रका रूपमा निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

$$\frac{\text{प्राइमरी फन्का } (N_p)}{\text{सेकेन्डरी फन्का " } (N_s)} = \frac{\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_p)}{\text{सेकेन्डरी भोल्टेज" } (V_s)}$$

उदाहरण 11.1

सँगैको चित्रमा 220 V को पावर सप्लाइमा जडान गरिने राउटर देखाइएको छ । उक्त राउटरको एडेप्टरमा उल्लेख गरिएको भोल्टेज रेटिङ अवलोकन गर्नुहोस् । यदि उक्त एडेप्टरभित्रको ट्रान्सफर्मरमा प्राइमरी फन्काको सङ्ख्या 500 भएमा सेकेन्डरी फन्का हिसाब गर्नुहोस् ।

समाधान : प्रश्नमा दिइएअनुसार,

प्राइमरी भोल्टेज $(V_p) = 220$ V

सेकेन्डरी भोल्टेज $(V_s) = 12$ V (चित्रमा उल्लेख भएको भोल्टेज रेटिङअनुसार)

प्राइमरी फन्का $(N_p) = 500$

सेकेन्डरी फन्का $(N_s) =$ हिसाब गर्नुपर्ने

ट्रान्सफर्मर सूत्रअनुसार,

$$\frac{\text{प्राइमरी फन्का } (N_p)}{\text{सेकेन्डरी फन्का " } (N_s)} = \frac{\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_p)}{\text{सेकेन्डरी भोल्टेज" } (V_s)}$$

सम्बन्धित मान सूत्रमा प्रतिस्थापन गर्दा,

$$\frac{500}{N_s} = \frac{220}{12}$$

Or $$\frac{N_s}{50} = \frac{12}{22}$$

Or $$N_s = \frac{6 \times 50}{11} = \frac{300}{11}$$

$$\therefore \quad N_s = 27.27 \cong 28$$

प्रश्नमा उल्लेख भएअनुसारको ट्रान्सफर्मरमा सेकेन्डरी फन्का 28 हुन्छ ।

उदाहरण 11.2

एउटा ट्रान्सफर्मरमा भएका प्राइमरी फन्का र सेकेन्डरी फन्काको अनुपात 1:10 छ । उक्त ट्रान्सफर्मरलाई 220V को पावर सप्लाइमा जडान गर्दा प्राप्त हुने सेकेन्डरी भोल्टेज हिसाब गर्नुहोस् ।

समाधानः प्रश्नमा दिइएअनुसार,

प्राइमरी भोल्टेज (V_p) = 220 V

प्राइमरी फन्का (N_p) र सेकेन्डरी फन्का (N_s) को अनुपात= 1: 10

सेकेन्डरी भोल्टेज (V_s) =हिसाब गर्नुपर्ने

ट्रान्सफर्मर सूत्रअनुसार,

$$\frac{\text{प्राइमरी फन्का } (N_p)}{\text{सेकेन्डरी फन्का " } (N_s)} = \frac{\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_p)}{\text{सेकेन्डरी भोल्टेज" } (V_s)}$$

सम्बन्धित मान सूत्रमा प्रतिस्थापन गर्दा,

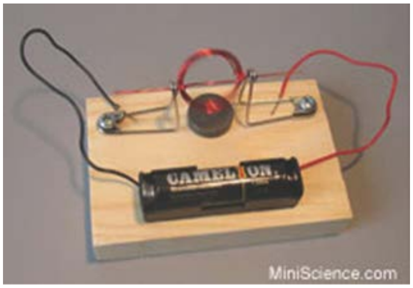
$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{220}{V_s}$$

or $$\frac{1}{10} = \frac{220}{V_s}$$

$$\therefore \quad V_s = 2200 \text{ V}$$

प्रश्नमा उल्लेख भएअनुसारको ट्रान्सफर्मरबाट प्राप्त हुने सेकेन्डरी भोल्टेज 2200 V हुन्छ ।

परियोजना कार्य



(अ) a.c. जेनरेटर/डाइनामोको कार्यप्रक्रिया प्रदर्शन गर्न स्थानीय रूपले उपलब्ध सामग्री प्रयोग गरी एक मोडेल तयार पार्नुहोस् ।

(आ) चित्रमा देखाइए जस्तै क्वाइल, चुम्बक, ड्राइसेल, पिन, सुचालक तार आदि जडान गरी एउटा मोटरको नमुना तयार पार्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) तलका मध्ये कुन a.c. को स्रोत हो ?

(अ) ड्राइसेल　　(आ) सोलार प्यानल

(इ) डाइनामो　　(ई) भोल्टाइक सेल

(ख) विद्युत् धाराको चुम्बकीय असर कुन वैज्ञानिकले पत्ता लगाएका हुन् ?

(अ) माइकल फाराडे　　(आ) हान्स क्रिस्चियन ओरस्टेड

(इ) जोन एम्ब्रोस फ्लेमिङ　　(ई) जेम्स क्लर्क म्याक्सवेल

(ग) सुचालक सिधा तारबाट विद्युत् करेन्ट माथितिर गइरहेको अवस्थामा चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा कुन हो ?

(अ) घडीको सुई घुम्ने दिशाको उल्टो दिशामा हुन्छ ।

(आ) घडीको सुई घुम्ने दिशामा हुन्छ ।

(इ) विद्युत् करेन्टको लम्ब दिशामा हुन्छ ।

(ई) विद्युत् करेन्टको विपरीत दिशामा हुन्छ ।

(घ) चित्रमा देखाइएका विद्युत् स्रोतका लागि तलका मध्ये कुन भनाइ सही छ ?

A

B

(अ) A बाट उत्पादित हुने विद्युत् करेन्टको मान स्थिर हुन्छ ।

(आ) B बाट उत्पादन हुने विद्युत् करेन्टको आवृत्ति हुन्छ ।

(इ) A बाट उत्पादन हुने विद्युत् करेन्टबाट बत्ती बाल्दा उज्यालो घटबढ हुन्छ ।

(ई) B बाट उत्पादन हुने विद्युत् करेन्टको दिशा निरन्तर परिवर्तन हुन्छ ।

(ङ) ट्रान्सफर्मर कुन सिद्धान्तमा आधारित हुन्छ ?

(अ) इलेक्ट्रोम्याग्नेटिक इन्डक्सन (आ) म्युच्यअल इन्डक्सन

(इ) मोटर असर (ई) विद्युत् चम्बकीय असर

(च) ट्रान्सफर्मर सूत्र कुन हो ?

(अ) $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_s}{N_p}$ (आ) $\frac{V_s}{N_p} = \frac{N_s}{V_p}$

(इ) $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_p}{N_s}$ (ई) $\frac{V_s}{N_s} = \frac{V_p}{N_p}$

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) a.c. र d.c. (ख) डाइनामो र जेनेरेटर

(ग) मोटर र जेनेरेटर (घ) स्टेप अप ट्रान्सफर्मर र स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मर

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) सोलर प्यानलबाट निकालिएको विद्युत् परिपथमा सिलिङपङ्खा जडान गर्दा उक्त पङ्खा घुम्दैन ।

(ख) विद्युत् करेन्ट प्रवाह भइरहेको परिपथ नजिकै चुम्बकीय कम्पास राख्दा यसको निडिल चल्छ ।

(ग) विद्युत् घन्टीमा विद्युत् चुम्बकको प्रयोग गरिन्छ ।

(घ) ट्रान्सफर्मरका प्राइमरी फन्को र सेकेन्डरी फन्काको सङ्ख्या समान हुँदैन ।

(ङ) ट्रान्सफर्मरको कोर लेमिनेसन गरिएको हुन्छ ।

(च) मोबाइल चार्जरमा ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरिएको हुन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) हाम्रो देशमा प्रयोग हुने a.c. को आवृत्ति 50Hz हुन्छ भन्नुको अर्थ लेख्नुहोस् ।

(ख) डाइरेक्ट र अल्टरनेटिङ करेन्टको समय ग्राफ कोर्नुहोस् ।

(ग) धारा विद्युत् बहिरहेको सिधा तारको वरिपरिको र सोलेन्वाइडको वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्रको रेखाचित्र कोर्नुहोस् ।

(घ) निम्नलिखित नियमको व्याख्या गर्नुहोस् :

(अ) सिधा तारबाट विद्युत् करेन्ट प्रवाह हुँदा बन्ने चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा देखाउन म्याक्सवेलको दायाँ हातको बुढीऔँलाको नियम

(आ) सोलेन्वाइडको वरिपरिको चुम्बकीय बल रेखाको दिशा पत्ता लगाउने म्याक्सवेलको दायाँ हातको ग्रिप नियम (Maxwell's Right hand grip rule)

(ङ) धारा विद्युत्को चुम्बकीय असर भनेको के हो ?

(च) चुम्बकीय प्रवाहको परिभाषा लेख्नुहोस् ।

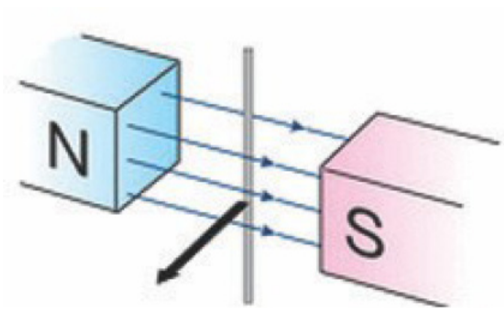
(छ) फलामको धुलो, कार्डबोर्ड, सुचालक सिधा तारको प्रयोगबाट धारा विद्युत् बहिरहेको सिधा तारको वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्र कसरी प्रदर्शन गर्न सकिन्छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ज) धारा विद्युत् बहिरहेको सिधा तारको वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्रको चित्र कोर्नुहोस् ।

(झ) सोलेन्वाइड भनेको के हो ? सोलेन्वाइडको वरिपरिको चुम्बकीय क्षेत्रको चित्र कोर्नुहोस् ।

(ञ) सोलेन्वाइडका दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(ट) दिइएको चित्रमा कुन असर प्रदर्शन गरिएको छ ?



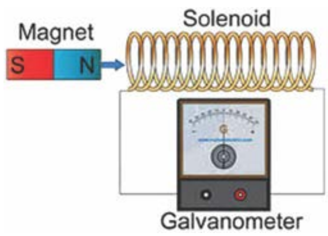
(ठ) विद्युत् चुम्बकीय उपपादन भनेको के हो ?

(ड) दिइएको चित्रको अध्ययन गर्नुहोस् र तल दिइएका अवस्थामा के हुन्छ, लेख्नुहोस् :

(अ) छड चुम्बकलाई बिस्तारै सोलेन्वाइडभित्र प्रवेश गराउँदा

(आ) छड चुम्बकलाई तीव्र गतिमा स्वलेन्वाइडभित्र प्रवेश गराउँदा

(इ) छड चुम्बकलाई सोलेन्वाइडभित्र स्थिर राख्दा



(ई) छड चुम्बकलाई सोलेन्वाइड बाहिर तीव्ररूपले तान्दा

(ढ) विद्युत् चुम्बकीय उपपादनसम्बन्धी फाराडेको नियम लेख्नुहोस् ।

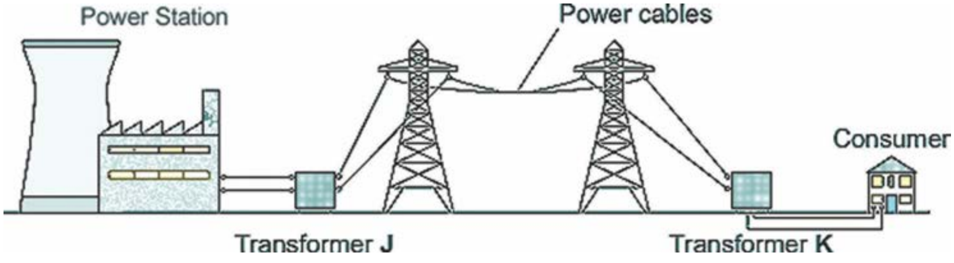
(ण) एउटा साइकलमा जडान गरेको डाइनामो जडान गरिएको बल्ब एकनासको चम्किलोपनाले नबली कुनै बेला चम्किलो त कुनै बेला मधुरो बल्ने र साइकल स्थिर अवस्थामा आउँदा बल्ब निभेको पाइयो । डाइनामोका कार्यप्रक्रियाका आधारमा यस किसिमको अवलोकनको कारण उल्लेख गर्नुहोस् ।

(त) के गर्दा डाइनामोबाट उत्पादन हुने विद्युत्को मात्रा बढाउन सकिन्छ, कुनै दुईओटा उपाय लेख्नुहोस् ।

(थ) नेपालका विद्युत् उत्पादनका कुनै दुई ठुला स्रोतहरू (जलविद्यत् गृह, सोलार पावर प्लान्ट) का बारेमा खोजी गरी तिनको क्षमता, त्यसबाट उत्पादन हुन विद्युत्का किसिम, प्रसारण आदि समेटेर खोजमूलक प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

(द) ट्रान्सफर्मर भनेको के हो ?

(ध) चित्रमा देखाइएका ट्रान्सफर्मर J र K को किसिम लेख्नुहोस् ।



(न) स्टेप अप ट्रान्सफर्मर र स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मरका ब्लक रेखाचित्र कोरी प्रत्येकका उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

5. गणितीय समस्या

(क) 220 V को पावर सप्लाइबाट ल्यापटप चार्ज गर्न आवश्यक पर्ने चार्जरमा ट्रान्सफर्मरको प्राइमरी फन्काको सङ्ख्या 550 भए सेकेन्डरी फन्काको हिसाब गर्नुहोस् जहाँ सकेन्डरी भोल्टेजको मान 20 V छ । (50)

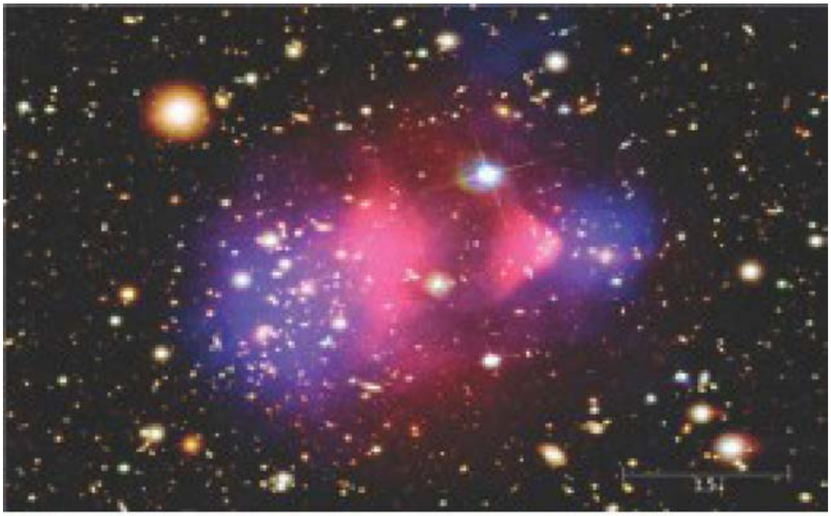
(ख) एउटा माइक्रोवेभ ओभनमा प्रयोग गरिएको ट्रान्सफर्मरको सेकेन्डरी क्वाइलको फन्को प्राइमरी क्वाइलको फन्काको 10 गुणा रहेको छ । उक्त माइक्रोवेभ ओभनलाई 230 V पोटेन्सियल फरक भएको परिपथमा जडान गर्दा सेकेन्डरी भोल्टेज कति हुन्छ ?(2300 V)

(ग) एउटा ट्रान्सफर्मरका प्राइमरी फन्का र सेकेन्डरी फन्काको अनुपात 22:1 छ भने उक्त ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरिएको एडेप्टरलाई 220 V पोटेन्सियल फरक भएको परिपथमा जडान गर्दा प्राप्त हुने आउटपुट भोल्टेज हिसाब गर्नुहोस् । (10 V)

12

ब्रह्माण्ड
(Universe)

चित्रको अवलोकन गरी आफूले दैनिक रूपमा अवलोकन तथा अनुभव गरेका आधारमा दिइएका प्रश्नमा छलफल गरी निष्कर्ष प्रस्तुत गर्नुहोस् :



चित्र 12.1 ब्रह्माण्डमा भएका आकाशीय पिण्ड

(अ) अन्तरिक्षमा कस्ता कस्ता आकाशीय पिण्ड अवस्थित छन् ?

(आ) यी सबै आकाशीय पिण्डहरू अन्तरिक्षमा कसरी अडिएका होलान् ?

(इ) यी सबै आकाशीय पिण्ड रहेको ब्रह्माण्डको उत्पत्ति कसरी भयो होला ?

(ई) ब्रह्माण्डमा रहेका सबै आकाशीय पिण्ड चालमा हुन्छन् होला त ?

हामीले अगिल्लो कक्षामा पनि विभिन्न आकाशीय पिण्डका बारेमा छलफल गरिसकेका छौँ । हाम्रो वरपर रहेको विशाल क्षेत्रलाई ब्रह्माण्ड भनिन्छ । यस ब्रह्माण्डमा ग्रह, तारा, पुच्छ्रेतारा, उपग्रह, उल्का, उल्कापिण्ड, शिशु ग्रहलगायत धेरै आकाशीय पिण्ड छन् । धेरै ताराको विशाल समूह मिलेर तारापुञ्ज बनेको हुन्छ । सौर्यमण्डल र आकाशगङ्गा तारापुञ्जमा पर्छ । ब्रह्माण्ड एउटा ठुलो क्षेत्र हो । ब्रह्माण्डको आकार साइज, उत्पत्ति र फैलावटका

बारेमा अहिलेसम्म ठोस जानकारी विज्ञानले पनि प्राप्त गर्न सकेको छैन । ब्रह्माण्डमा केही धेरै ठुला आकाशीय पिण्ड छन् । तिनीहरूको पिण्ड पनि धेरै हुन्छ । कुनै आकाशीय पिण्ड साना पनि हुन्छन् । तिनीहरूको पिण्ड पनि थोरै हुन्छ । कुनै ग्यासीय अवस्थामा हुन्छन् भने कुनै ठोस अवस्थामा हुन्छन् । आकाशीय पिण्डलाई तारा, ग्रह, उपग्रह, शिशु ग्रह, पुच्छ्रेतारा, उल्का, उल्का पिण्ड आदि नामकरण गरिएको छ । गुरुत्वबलका कारणले गर्दा हरेक ग्रह, उपग्रह, तारा तारापुञ्जलगायत अन्य सबै आकाशीय पिण्डहरू अन्तरिक्षमा आआफ्नो स्थानमा अवस्थित रहन्छन् । यी सबै आकाशीय पिण्डको समष्टिगत रूपलाई ब्रह्माण्ड नाम दिइएको छ । ब्रह्माण्डको उत्पत्तिका बारेमा विभिन्न समयमा खगोलशास्त्रीले विभिन्न किसिमका सिद्धान्त प्रतिपादन गरेका छन् । तीमध्ये बिग ब्याङ सिद्धान्त (Big bang theory) सबैभन्दा विश्वसनीय मानिन्छ । यस सिद्धान्तअनुसार ब्रह्माण्डमा रहेका सबै आकाशीय पिण्ड चलायमान छन् । यी आकाशीय पिण्डहरूको चालसम्बन्धी हब्बल नामक वैज्ञानिकको अध्ययन महत्त्वपूर्ण मानिन्छ । यी चलायमान आकाशीय पिण्डहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल र तिनीहरूको गतिका आधारमा ब्रह्माण्डको भविष्यबारे विभिन्न अवधारणा विकास भएका छन्, जस्तै : खुला ब्रह्माण्ड, बन्द ब्रह्माण्ड र समतल ब्रह्माण्ड ।

क्रियाकलाप 12.1

कक्षामा भएका विद्यार्थी चार समूहमा विभाजन हुनुहोस् । माथि दिइएका विषयवस्तुलाई अध्ययन गरी थप जानकारीका लागि इन्टरनेटमा समेत खोजी गर्नुहोस् । यसका आधारमा ब्रह्माण्डमा भएका ग्रह, तारा, पुच्छ्रेतारा, उपग्रह, उल्का, उल्कापिण्ड, शिशु ग्रहलगायतका आकाशीय पिण्डहरू झल्काउने कोलाज बनाउनुहोस् र कक्षामा चारओटै समूहले तयार गरेको कोलाज प्रदर्शन गरी अन्तर्क्रिया गर्नुहोस् ।

12.1 ब्रह्माण्डमा गुरुत्वाकर्षण बलको महत्त्व (Importance of gravitational force in universe)

पृथ्वी एउटा ग्रह हो, यसको आफ्नै पिण्ड छ । त्यसकै कारणले यसमा आकर्षण बल उत्पन्न हुन्छ । सूर्य, पृथ्वी र चन्द्रमाको आफ्नै गुरुत्वबल हुन्छ । माथिको चित्रमा देखाएजस्तै तिनीहरूबिच पारस्परिक आकर्षण (mutual force of attraction) बल हुन्छ जसमा विपरीत दिशामा सूर्यले पृथ्वीलाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गरिरहेको हुन्छ भने पृथ्वीले पनि सूर्यलाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गरिरहेको हुन्छ । त्यसैगरी पृथ्वीले चन्द्रमालाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गर्छ भने चन्द्रमाले पनि पृथ्वीलाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गरिरहेको हुन्छ । यसका साथै विपरीत दिशामा नै सूर्यले

चन्द्रमालाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गरिरहेको हुन्छ भने चन्द्रमाले सूर्यलाई पनि आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गरिरहेको हुन्छ । यसरी नै अन्तरिक्षमा रहेका हरेक आकाशीय पिण्डहरूबिच एकआपसमा आकर्षण बल हुन्छ उक्त पारस्परिक आकर्षण बललाई गुरुत्वाकर्षण बल (gravitation) भनिन्छ । यही गुरुत्वाकर्षण बलका कारणले पृथ्वीले आफ्नो अक्षमा परिक्रमण (rotation) गर्नुको साथै आफ्नो कक्षमा परिभ्रमण (revolution) गर्छ । चन्द्रमाले पनि पृथ्वीको परिभ्रमण गर्छ । त्यसै गरी सौर्यमण्डलमा रहेका हरेक आकाशीय पिण्डहरू सूर्यको वरिपरि परिभ्रमण गर्छन् । सूर्यको वरिपरि परिभ्रमण गर्न र ग्रहको पङ्क्तिबद्धता कायम गर्न गुरुत्वाकर्षण बलको महत्त्वपूर्ण भूमिका हुन्छ ।

12.2 ब्रह्माण्डको अध्ययन (Study of universe)

के तपाईंहरूले कहिल्यै सोच्नुभएको छ, ब्रह्माण्डका उत्पत्ति कसरी भयो होला ? ब्रह्माण्डको आकार कस्तो छ होला ?

यस्तै जिज्ञासाका साथ विभिन्न समयमा वैज्ञानिकले यसका बारेमा विभिन्न खोज अनुसन्धान गरेका छन् । ब्रह्माण्डको इतिहास, भविष्यलगायत ब्रह्माण्डको विभिन्न तथ्यको अध्ययन गर्ने विज्ञानको शाखा ब्रह्माण्ड विज्ञान (universe science) हो । यसको एउटा शाखा भौतिक ब्रह्माण्ड विज्ञान (astrophysics) ले ब्रह्माण्डको उत्पत्ति, संरचना र भविष्यको अध्ययन गर्छ ।

बिग ब्याङ्ग सिद्धान्त (Big-bang theory)

क्रियाकलाप 12.2

कक्षाका विद्यार्थी आवश्यकताअनुसार विभिन्न समूहमा विभाजन भई बिग ब्याङ्ग सिद्धान्तको बारेमा खोजी गर्नुहोस् । उक्त सिद्धान्तका आधारमा ब्रह्माण्डको उत्पत्ति सम्बन्धमा जानकारी सङ्कलन गरी पावरपोइन्ट स्लाइडमार्फत समूहगत रूपमा कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

हाम्रो सौर्यमण्डल करिब 100,000 प्रकाशवर्ष व्यास (diameter) भएको आकाशगङ्गा (The Milky way) नामक स्पाइरल (spiral) तारापुञ्जको केन्द्रदेखि लगभग 30,000 प्रकाशवर्षको दुरीमा पर्छ । यस तारापुञ्जमा मात्रै करिब 150 करोड ताराहरू रहेको गणितीय अनुमान छ । ब्रह्माण्डको उत्पत्तिसम्बन्धी धेरै सिद्धान्त प्रतिपादित भएका छन् तीमध्ये सबैभन्दा विश्वसनीय सिद्धान्त बिग ब्याङ सिद्धान्तलाई मानिन्छ ।

चित्र 12.3 परमाणुको महाविस्फोटन

आकाशगङ्गा तारापुञ्जलगायत सबै तारापुञ्ज ठुलो गतिमा एकअर्काबाट टाढा जाँदै गरेको अवलोकनबाट यो सिद्धान्तको जन्म भएको मानिन्छ । यस सिद्धान्तअनुसार ब्रह्माण्डको उत्पत्ति एउटै सूक्ष्म पिण्डको महाविस्फोटनबाट भएको मानिएको छ ।

विस्फोटनपूर्व ब्रह्माण्डमा रहेका चार आधारभूत बल : गुरुत्वाकर्षण बल (gravitational force), विद्युत् चुम्बकत्व (electromagnetic force), बलियो आणविक बल (strong nuclear force) र कमजोर आणविक बल (weak nuclear force) हरू एकीकृत रूपमा एकल बलका रूपमा रहेको मानिन्छ । त्यसैले अस्तित्वको पहिलो चरणमा ब्रह्माण्ड एकदमै सङ्कुचित अवस्थामा रहेको मानिन्छ । त्यस समयमा ब्रह्माण्ड सानो एकल परमाणुको आकारमा एकदमै ऊर्जावान् अवस्थामा रहेको मानिन्छ ।

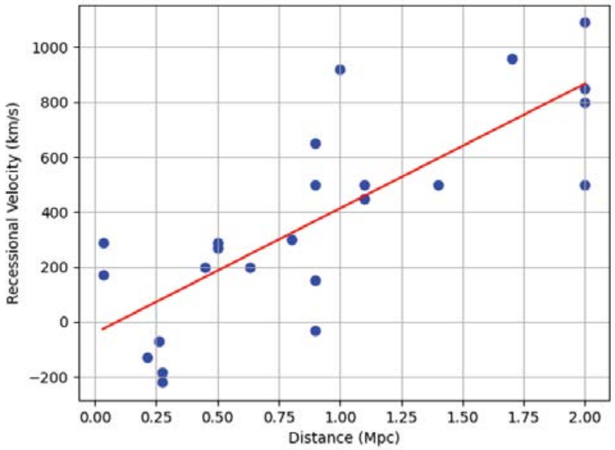
बिग ब्याङ सिद्धान्तअनुसार अत्यधिक शक्ति र चापका कारण उक्त परमाणुको महाविस्फोटन भयो र ब्रह्माण्डको उत्पत्ति भएको मानिन्छ । यस विस्फोटनबाट ब्रह्माण्डमा रहेका सम्पूर्ण आकाशीय पिण्डहरूको उत्पत्ति भएको मानिन्छ । जसरी एउटा पटका पड्कँदा त्यसमा रहेको पिण्डहरू चारैतिर छरिन्छन् र एकअर्काबाट टाढा टाढा उछिट्टिन्छन् त्यसरी नै उक्त महाविस्फोटनपश्चात् सबै आकाशीय पिण्ड एकअर्काबाट टाढा टाढा गइरहेका छन् । त्यसैले ब्रह्माण्डको आकार पनि दिनानुदिन बढ्दै गइरहेको छ । यसको विस्तार निरन्तर र मन्द गतिमा भइरहेको छ । तर यिनीहरूको गति भने गुरुत्वबलको कारण घट्दो क्रममा छ । यिनीहरूको गति शुन्य हुँदा गुरुत्वबल पनि शुन्य हुनका लागि आवश्यक पर्ने ब्रह्माण्डको घनत्वलाई चरम घनत्व (critical density) भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 12.3

एउटा बेलुन लिनुहोस् । त्यसमा अलिकति हावा भर्नुहोस् । त्यसपछि हावा ननिस्कने गरी औँलाले बेलुनको मुख च्याप्नुहोस् र बेलुनको सतहमा विभिन्न रङका साइनपेनले थोप्लाहरू बनाउनुहोस् । अब बेलुनलाई फुलाउँदै जानुहोस् र थोप्लाबिचको दुरी अवलोकन गर्नुहोस् । बेलुनको आयतन बढ्दा प्रत्येक थोप्लाबिचको दुरी बढ्छ, घट्छ वा उही रहन्छ ?

हब्बलको अध्ययन (Hubble's study)

अन्तरिक्षमा रहेका तारापुञ्जहरू एकअर्काबाट टाढा गइरहेका छन् भन्ने तथ्य पत्ता लागेको छ । सन् 1929 मा अमेरिकन खगोलशास्त्री एडविन हब्बलल माउन्ट विल्सनमा रहेको 100 इन्चको हुकर टेलिस्कोपको प्रयोग गरेर विभिन्न तारापुञ्जको वेग पत्ता लगाउने प्रयास गरे । अनुसन्धानका क्रममा प्रत्येक तारापुञ्ज एकआपसबाट टाढा सर्दै छन् भन्ने तथ्य पत्ता लगाए । उनले साना देखिने आकाशीय पिण्डहरू पृथ्वीबाट धेरै नै टाढा रहेको र तिनीहरूको गति पनि धेरै भएको अनुमान लगाए । त्यसपछि उनले तारापुञ्जका गतिलाई तिनीहरूबिचको आपसी दुरीसँग ग्राफमा प्लटिङ गरी तारापुञ्जको गति र तिनीहरूबिचको दुरीको सम्बन्धबारे व्याख्या गरे ।



चित्र 12.4 हब्बलको गति र दुरीबिचको सम्बन्ध

यो सम्बन्धलाई v = Hd समीकरणले जनाइन्छ र यसैलाई हब्बलको नियम भनिन्छ । यहाँ v को अर्थ तारापुञ्जको एकआपसबाट टाढिने गति, d को अर्थ ती दुई आकाशीय पिण्डको आपसी दुरी र H को अर्थ हब्बलको स्थिराङ्क (Hubble's constant) हो । यसको मान 73km/s/ Mpc (kilometer per second per Mega parsec) हुन्छ । यसको अर्थ यदि कुनै दुई तारापुञ्ज आपसमा एक मेगापारसेकको दुरीमा रहेका छन् भने तिनीहरू प्रतिसेकेन्ड 73 km का दरले एकआपसबाट अझै टाढा गइरहेका छन् भन्ने हुन्छ ।

कुनै दुई तारापुञ्जबिचको दुरीलाई मेगापारसेकमा उल्लेख गरी हब्बलको स्थिराङ्कले गुणा गर्ने हो भने ती तारापुञ्ज कुन वेगमा एकआपसमा टाढिँदै छन् भन्ने हिसाब निकाल्न

सकिन्छ । यसरी हिसाब गरी हेर्दा तारापुञ्जहरू तीव्रगतिमा एकआपसबाट झन् टाढा हुँदै गइरहेको तथ्य थाहा हुन आएको छ ।

हब्बलको यो निष्कर्षबाट जसरी हावा भरिँदै गरेको बेलुनको आकार बढ्दै जान्छ र त्यसमा छापिएका बुट्टाका प्रत्येक विन्दु एकआपसमा टाढिँदै जान्छन् त्यसरी नै सिङ्गो ब्रह्माण्डले ओगटेको क्षेत्रको आकार बढ्दै गइरहेको छ । यसमा भएका तारापुञ्ज पनि एकआपसमा टाढिँदै गइरहेका छन् भन्ने कुरा प्रस्ट हुन्छ । त्यसैले विगतमा यिनीहरू एकआपसमा नजिक थिए र धेरै समय अगाडि सबै एउटै विन्दुमा थिए भन्ने कुरा अनुमान लगाउन सकिन्छ । यसरी हब्बलको अध्ययनले बिग ब्याङ्गको सिद्धान्तलाई पुष्टि गर्न मदत गर्छ ।

विचारणीय प्रश्न : ब्रह्माण्डमा रहेका तारापुञ्ज दिनप्रतिदिन किन टाढिँदै गएका होलान् ?

12.3 ब्रह्माण्डको भविष्य (Future of universe)

क्रियाकलाप 12.4

पृथ्वीबाट रकेट प्रक्षेपण गरेपछि त्यसको सुरुको गतिको कारणले पृथ्वीदेखि रकेटको दुरी बढ्दै जान्छ तर गुरुत्वबलको कारणले रकेटको गति घट्दै जान्छ । दुरी बढ्दै जाँदा गुरुत्वबल पनि घट्दै जान्छ ।

(अ) यदि रकेटको गति शून्य हुनुभन्दा पहिले नै गुरुत्वबलको प्रभाव शून्य भयो भने रकेटको अवस्था के होला ?

(आ) यदि गुरुत्वबल शून्य हुनुभन्दा पहिले रकेटको गति शून्य भयो भने रकेटको अवस्था के होला ?

(इ) यदि रकेटको गति शून्य हुँदा गुरुत्वबलको असर पनि शून्य भयो भने के होला ?

माथि छलफल गरिएअनुसार ब्रह्माण्डका सबै तारापुञ्ज निश्चित वेगमा एकअर्काबाट टाढा गइरहेका छन् र ब्रह्माण्डको साइज बढिरहेको छ तर ब्रह्माण्डमा भएका पिण्डको गुरुत्वाकर्षणका कारणले सबै तारापुञ्जको टाढा जाने गति घटिरहेको छ । पिण्डबिचको दुरी बढ्दै जाँदा गुरुत्वाकर्षण प्रभाव पनि घट्दै गइरहेको छ । अब प्रश्न रहन्छ गुरुत्व प्रभावभन्दा वेग पहिला शून्य हुन्छ वा वेगभन्दा गुरुत्व प्रभाव पहिला शून्य हुन्छ वा दुबै एकैपटक शून्य हुन्छन् ? यसले ब्रह्माण्डको भविष्य निर्धारण गर्छ ।

(क) खुला ब्रह्माण्ड (Open universe)

यदि गुरुत्व प्रभाव शून्य हुँदा पनि पिण्डको गति बाँकी रह्यो भने ती पिण्ड सधैँभरि एकअर्कोबाट टाढा गइरहन्छन् र ब्रह्माण्डको साइज निरन्तर बढिरहन्छ । यस्तो अवस्थालाई खुला ब्रह्माण्ड (open universe) मानिन्छ । यदि ब्रह्माण्डको औसत घनत्व चरम घनत्व (critical density) भन्दा कम रहेछ भने यसमा भएका पिण्डको आपसी गुरुत्वाकर्षण बलले फैलिने क्रमलाई थेग्न सक्दैन र अहिले लगातार फैलिँदै गरेको ब्रह्माण्ड भविष्यमा पनि लगातार फैलिनै रहने छ ।

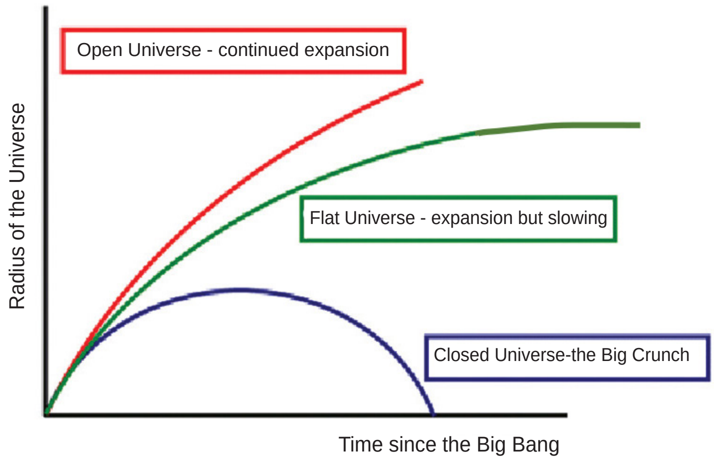
(ख) समतल ब्रह्माण्ड (Flat universe)

गुरुत्व प्रभाव र पिण्डको गति एकै समयमा शून्य भएको अवस्थामा उक्त पिण्ड जुन स्थानमा छ सोही स्थानमा रहन्छ र ब्रह्माण्ड स्थिर रहन्छ । यस्तो अवस्थालाई समतल ब्रह्माण्ड भनिन्छ । यदि ब्रह्माण्डको औसत घनत्व चरम घनत्वसित बराबर रहेछ भने लगातार फैलिँदै गरेको ब्रह्माण्डको फैलिने क्रम क्रमशः घट्दै जाने छ र अन्ततः रोकिने छ । त्यतिन्जेलसम्म हरेक आकाशीय पिण्डका बिचमा असीमित दुरी पैदा भइसक्ने छ जसले गर्दा तिनीहरूमा आपसी गुरुत्वाकर्षणको प्रभाव पर्ने छैन । यदि ब्रह्माण्डको अन्त्य यसरी हुने हो भने ब्रह्माण्डको अहिलेको आकार समतल (flat) रहेको छ भन्ने बुझिन्छ ।

(ग) बन्द ब्रह्माण्ड (Closed universe)

यदि गति शून्य हुँदा गुरुत्व प्रभाव बाँकी रह्यो भने ती पिण्ड एकअर्कामा नजिक आउन थाल्छन् र ब्रह्माण्डको साइज निरन्तर खुम्चिन थाल्छ र भविष्यमा गएर एउटै विन्दुमा रूपान्तरित हुने छ । असीमित पिण्ड र शक्तिले भरिएको विशाल ब्रह्माण्ड खुम्चिएर पुनः विन्दुजत्रै बन्ने परिघटनालाई महासङ्कुचन (The Big Crunch) नाम दिइएको छ । यदि यस्तो हुने हो भने विन्दु विस्फोट भई बनेको ब्रह्माण्ड विन्दुमै विलय भएर सकिन्छ र पुनः विष्फोट भई अहिलेको जस्तै तर नयाँ ब्रह्माण्ड बन्छ । यसको अर्थ, ताराको जीवनचक्र जस्तै ब्रह्माण्डको आयु पनि निश्चित हुन्छ र यसको पनि जीवनचक्र हुन्छ । ब्रह्माण्डको जीवनचक्र चल्नका लागि महाविस्फोटन र महासङ्कुचनको (Big Bang and Big Crunch) को यस्तो चक्र पनि निरन्तर चलिरहन्छ । यदि ब्रह्माण्डको औसत घनत्व चरम घनत्वभन्दा धेरै रहेछ भने ब्रह्माण्डको फैलिने गति क्रमशः घट्दै जाने छ ।

यी तथ्यहरूलाई ग्राफमा प्रस्तुत गर्न सकिन्छ । ग्राफको प्रकृतिअनुसार खुला, समतल र बन्द ब्रह्माण्ड नामकरण गरिएको हो । ब्रह्माण्डको भविष्य निर्धारण गर्ने प्रमुख कारक तत्त्व गुरुत्व बल हो । गुरुत्वबलको मात्रा ब्रह्माण्डको पिण्ड र साइज अर्थात् घनत्वमा भरपर्छ । अन्तरिक्षमा देखिने पिण्डका आधारमा ब्रह्माण्डको घनत्व कति छ भन्ने अनुमान गरिन्छ ।



चित्र 12.5 ब्रह्माण्डका प्रकार

विचारणीय प्रश्न

के ब्रह्माण्डको वास्तविक घनत्व कुनै दिन निर्धारण गर्न सकिएला, तर्क दिनुहोस् ।

परियोजना कार्य

इन्टरनेटको प्रयोग गरी वा अन्य कुनै माध्यमद्वारा खुला, बन्द र समतल ब्रह्माण्डका बारेमा खोज गर्नुहोस् । तिनीहरूको मोडेल बनाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् र छलफल गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) ब्रह्माण्डमा रहेका आकाशीय पिण्ड कुन बलका कारणले आफ्नो स्थानमा रहेका होलान् ?

(अ) न्युक्लियर आकर्षण बल (आ) गुरुत्वाकर्षण बल

(इ) चुम्बकीय बल (ई) विद्युत् चुम्बकीय बल

(ख) ब्रह्माण्डको उत्पत्तिबारे सबैभन्दा तथ्यपरक सिद्धान्त कुनलाई मानिन्छ ?

(अ) हेलियोसेन्ट्रिक सिद्धान्त (आ) जियोसेन्ट्रिक सिद्धान्त

(इ) बिग ब्याङग सिद्धान्त (ई) न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी सिद्धान्त

(ग) बिग ब्याङ सिद्धान्तअनुसार ब्रह्माण्डको उत्पत्ति कसरी भएको थियो ?

(अ) एउटा परमाणु आकारको शक्तिशाली वस्तु विस्फोटनबाट

(आ) आकाशीय पिण्डहरू एकआपसमा ठोक्किएर

(इ) ताराको विस्फोटनबाट

(ई) नेबुलाहरूको समायोजनबाट

(घ) हब्बलको सिद्धान्तअनुसार तलका मध्ये कुन तथ्य सही छ ?

(अ) तारापुञ्जहरू जति टाढा छन् तिनीहरूको गति त्यति नै बढी छ ।

(आ) तारापुञ्ज जति टाढा छन् तिनीहरूको गति त्यति नै कम छ ।

(इ) तारापुञ्जको गति र दुरीमा कुनै सम्बन्ध छैन ।

(ई) तारापुञ्जहरूको आकर्षण बलले तिनीहरूको गतिमा कुनै प्रभाव पार्दैन ।

(ङ) कुन अवस्थामा खुला ब्रह्माण्डको परिकल्पना गर्न सकिन्छ ?

(अ) औसत घनत्व चरम घनत्वभन्दा बढी भएको अवस्थामा

(आ) औसत घनत्व चरम घनत्वभन्दा कम भएको अवस्थामा

(इ) औसत घनत्व र चरम घनत्व बराबर भएको अवस्थामा

(ई) औसत घनत्व र चरम घनत्व तुलना गर्न नसकिने अवस्थामा

(च) हब्बलको सिद्धान्त $v = H\,d$ मा H को अर्थ के हो ?

(अ) उचाइ (आ) हब्बल स्थिराङ्क

(इ) गुरुत्वाकर्षण स्थिराङ्क (ई) दुरी

2. फरक छुट्याउनुहोस् :

(क) बन्द ब्रह्माण्ड र खुला ब्रह्माण्ड

(ख) समतल ब्रह्माण्ड र बन्द ब्रह्माण्ड

3. कारण दिनुहोस् :

(क) आकाशीय पिण्डबिचको दुरी जति बढ्दै जान्छ त्यति तिनीहरूको वेग बढ्दै जान्छ ।

(ख) आकाशीय पिण्डहरू ब्रह्माण्डमा आफ्नो यथास्थानमा रहिरहन्छन् ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) ब्रह्माण्ड भनेको के हो ?

(ख) बिग ब्याङ्गको सिद्धान्त लेख्नुहोस् ।

(ग) हब्बलको अध्ययनको निष्कर्ष लेख्नुहोस् ।

(घ) बिग ब्याङ्गको सिद्धान्तअनुसार ब्रह्माण्ड लगातार फैलिरहेको छ। के ब्रह्माण्डको फैलावटको कुनै सीमा नै छैन होला त, आफ्नो तर्क प्रस्तुत गर्दै कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ङ) ब्रह्माण्डमा आकाशीय पिण्डको अवस्थितिमा गुरुत्वाकर्षण बलको महत्त्व लेख्नुहोस् ।

(च) पृथ्वी सूर्यको वरिपरि घुम्छ, चन्द्रमा पृथ्वीको वरिपरि घुम्छ । तिनीहरूको आफ्नै गुरुत्वबल हुन्छ साथै तिनीहरूबिच गुरुत्वाकर्षण बल पनि हुन्छ तर तिनीहरू कहिल्यै एकआपसमा ठोक्किँदैनन्, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

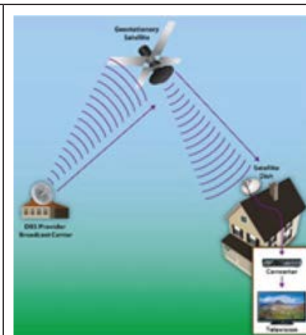
(छ) ब्रह्माण्डको भविष्यको अवधारणामा आधारित भएर समतल ब्रह्माण्डको अवधारणा स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ज) ब्रह्माण्डको भविष्यको अवधारणाका अध्ययनको आधारमा ब्रह्माण्ड कस्तो होला : खुला, समतल वा बन्द, तर्कसहित आफ्नो अवधारणा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

13 सूचना तथा सञ्चार प्रविधि (Information and Communication Technology)

चित्र 13.1 एन्टिना जडित टिभी

चित्र 13.2 केबुल जडित टिभी



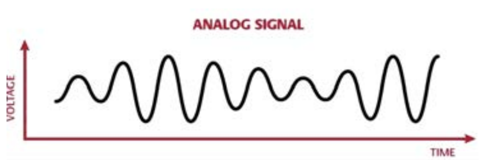
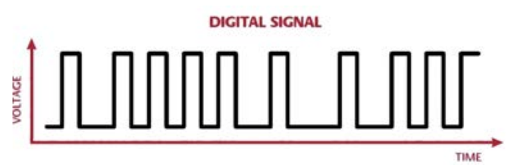
चित्र 13.3 डिस (dish) टिभी

चित्र 13.1 मा देखाइएको एन्टिना जडित टेलिभिजन वर्तमान समयमा इन्टरनेट टिभी (Internet TV) तथा चित्र 13.3 मा देखाइएको डिस टिभी (Dish TV) द्वारा विस्थापित भएका छन् । डिस टिभीको प्रयोग बढ्नुपूर्व चित्र 13.2 मा देखाइए जस्तै केबल टिभी (Cable TV) अत्यधिक हेरिन्थ्यो । उल्लिखित तीनओटा मध्ये एन्टिना जडित टिभीको श्रव्यदृश्य क्वालिटी अन्यको तुलनामा कमजोर हुन्छ । यस किसिमको प्रसारणका लागि ट्रान्समिटरबाट छोडिने तरङ्ग माध्यम (हावा) भएर प्रयोगकर्ताको घरसम्म पुग्ने क्रममा ऊर्जा घटेर त्यसले एन्टिनामा सिर्जना गर्ने पोटेन्सियल फरक पनि घट्छ । यसले गर्दा एन्टिनासँग जडित तारमा उत्पन्न हुने विद्युत् करेन्ट पनि कम हुन्छ र टिभीमा उत्पादन हुने श्रव्यदृश्यको गुणस्तर कम हुन्छ ।

चित्र 13.4 मा देखाइए जस्तै तार भएर प्रसारण हुने सङ्केतलाई टिभीभित्रको परिपथले छुट्टै डिजिटल सङ्केत (digital signal) मा रूपान्तरण गर्छ र प्राप्त सङ्केतबाट श्रव्यदृश्य सामग्री प्रसारित हुन्छ । त्यस्तै केबुल टिभीमा पनि तार भएर विद्युतीय सङ्केत प्रसारण हुन्छ । डिस टिभी (dish TV) ले भने स्याटेलाइटबाट प्राप्त हुने विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गले ल्याएको सङ्केत प्रयोग गर्छ ।

पहिले पहिले दूरसञ्चारका लागि निरन्तर रूपमा परिवर्तन भइरहने सङ्केत (Analogue Signal) प्रयोग गरिन्थ्यो तर हिजोआज खण्ड खण्ड रूपमा परिवर्तन हुने सङ्केत प्रयोग गरिन्छ । समयसँगै परिवर्तन हुने भौतिक परिमाणलाई सिग्नल भनिन्छ । सिग्नल दुई प्रकारका हुन्छन् : एनालग र डिजिटल । यिनीहरूको भिन्नता निम्नअनुसार छ :

डिजिटल सिग्नल र एनालग सिग्नलबिच भिन्नता

एनालग सिग्नल	डिजिटल सिग्नल
एनालग सिग्नल निरन्तर रूपले परिवर्तन भइरहने भौतिक परिमाणलाई जनाउने सङ्केत हो ।	डिजिटल सिग्नल खण्ड खण्ड रूपमा परिवर्तन भइरहने भौतिक परिमाणलाई जनाउने सङ्केत हो ।
	
एनालग सिग्नललाई sine wave ले जनाइन्छ ।	डिजिटल सङ्केतलाई square wave ले जनाइन्छ ।

भोल्टेज बिस्तारै घटबढ गर्दा बत्तीको चहकिलोपनामा निरन्तर परिवर्तन आउँछ । यसलाई एनालग सिग्नल भन्न सकिन्छ । बत्ती निभाउनु र बाल्नुलाई डिजिटल सिग्नलको उदाहरण मान्न सकिन्छ ।

डिजिटल सङ्केतलाई बाइनरी प्रणालीमा प्रयोग गरिने केवल दुई अङ्क (0, 1) बाट जनाइन्छ । यी दुई बाइनरी अङ्कको संयोजनले डिजिटल सङ्केतको प्रतिनिधित्व गर्छन् । उदाहरणका लागि तालिका 1 मा देखाइएअनुसार एउटा बाइनरी अङ्कमा मात्र दुईओटा सम्भावित संयोजन 0 वा 1 हुन्छन् । दुईओटा बाइनरी अङ्कको समूहका लागि चारओटा सम्भावित संयोजन हुन्छन् । त्यस्तै तीनओटा बाइनरी अङ्कबाट सम्भावित संयोजन आठ हुन्छ ।

Table 1	
Number of binary digits	**Possible combination**
1	0, 1
2	00, 01, 10, 11
3	000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111

Table 2	
Numbers	**Binary Number**
0	00
1	01
2	10
3	11

माथिको तालिका 2 मा देखाइएका 0 र 1 का फरक फरक संयोजनले फरक फरक अङ्कलाई जनाउँछन् । यस किसिमको संयोजनलाई डाटा भनिन्छ । डाटालाई कम्प्युटरको मेमोरीमा भण्डार गरिन्छ । कम्प्युटरमा प्रयोगकर्ताको आवश्यकताअनुसार भण्डारण क्षमता (memory) निर्धारण गरिएको हुन्छ । यसले स्थायी रूपमा ठुलो मात्रामा डाटा भण्डारण गर्न सक्छ । प्रयोगकर्ताले कुनै पनि प्रकारको डाटा, जस्तै : अडियो, भिडियो, चित्र, पाठ्यपुस्तकका फाइल र अन्य कागजात सजिलै भण्डारण गर्न सक्छ ।

कम्प्युटर मेमोरी Bit, Byte, kiloByte (kB), MegaByte (MB), GigaByte (GB), TeraByte (TB) आदि एकाइमा मापन गरिन्छ । यी एकाइबिचको सम्बन्ध तलको तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ ।

1 Binary Digit	1 Bit
4 Bits	1 Nibble
8 Bits or 2 Nibble	1 Byte
1024 Bytes	1 kilobyte (kB)
1024 kB	1 megabyte (MB)
2024 MB	1 gegabyte (GB)
2024 GB	1 terabyte (TB)

जानी राखौँ

Bit : A bit is a smallest form of data on a computer. It is short form of binary digit and it can be either 0 or 1.

Byte : A group of eight bits which works as a single unit of data in computer.

सिग्नल प्रसारण (Signal transmission)

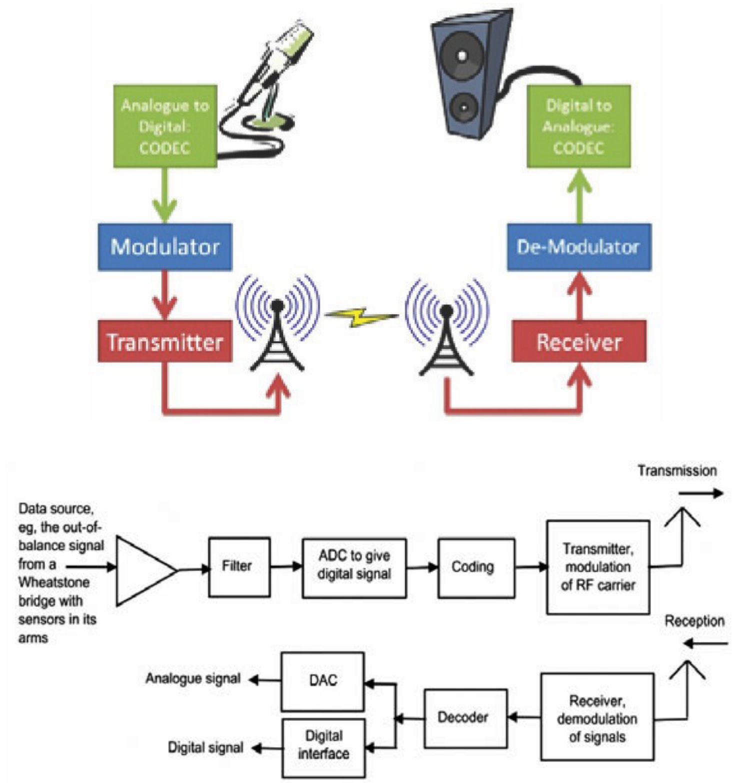
कुनै प्रसारण माध्यम वा च्यानलबाट सिग्नल स्थानान्तरण हुने क्रिया सिग्नल प्रसारण हो । हाम्रो दैनिक जीवनमा ध्वनिका माध्यमबाट सञ्चार गरिन्छ । यो एक प्रकारको एनालग सिग्नल हो । ध्वनि हावाबाट प्रसारण हुन्छ ।

ल्यान्डलाइन फोनमा सञ्चारको एनालग सिग्नललाई प्रभावकारी रूपमा प्रसारण गर्न तारमार्फत पठाइन्छ । त्यस्तै अन्य पोटेन्सियल फरक, विद्युत् चुम्बकीय तरङ्ग आदिका रूपमा सिर्जना गरिएका सिग्नल प्रसारणबाट पनि सञ्चार गरिन्छ ।

लामो दुरीको सञ्चारका लागि आवाजद्वारा सूचना पठाउन सकिँदैन । यसका लागि विद्युत् चुम्बकीय सिग्नल प्रयोग गरिन्छ । सञ्चारको परम्परागत विधिमा लामो दुरीको सञ्चारका लागि विद्युत् चुम्बकीय एनालग सिग्नल प्रयोग गरिन्थ्यो । उदाहरणका लागि मिडियम वेब (medium wave) तथा सर्ट वेब (short wave) को प्रयोगबाट गरिने रेडियो प्रसारण एनालग सिग्नल प्रसारण हो । यस किसिमको प्रसारणमा बाह्य प्रभाव जस्तै अन्य तरङ्गको मिसावट, वायुमण्डलीय प्रभाव आदिले प्रसारित सिग्नल अस्पष्ट सुनिने हुन्छ । त्यस्तै एनालग सिग्नलका रूपमा प्रसारित टेलिफोन कुराकानीलाई जासुसी गरी रेकर्ड गर्ने समस्या देखिन्छ । तसर्थ सिग्नल बिग्रने, सिग्नल सुरक्षा जस्ता समस्या हटाउनाका लागि एनालग सिग्नललाई विभिन्न प्रविधि प्रयोग गरेर डिजिटाइज (digitize) गरिन्छ । डिजिटाइज्ड सिग्नल (digitized signal) ले डाटामा असर नगरी सिग्नललाई अधिक स्पष्ट र सटिक बनाउँछ । यस प्रणालीमा डाटा प्रशोधन कार्य सरल हुन्छ र प्रशोधनका क्रममा त्रुटिको सम्भावना एकदमै कम हुन्छ ।

डिजिटल सञ्चार प्रणालीका अवयव
(Components of digital communication system)

डिजिटल सञ्चारका अवयवबारे ब्लक चित्र (block diagram) सहित तल प्रस्तुत गरिएको छ :



चित्र 13.4 डिजिटल सिग्नल प्रसारण प्रक्रिया तथा ब्लक चित्र

(अ) स्रोत (Source)

सिग्नल प्रसारणका लागि आवश्यक स्रोत एनालग सिग्नल, जस्तै : ध्वनि तरङ्ग आवश्यक हुन्छ ।

(आ) इनपुट ट्रान्सड्युसर (Input Transducer)

इनपुट ट्रान्सड्युसरले प्राप्त इनपुट सिग्नललाई विद्युतीय सिग्नलमा रूपान्तरण गर्छ । उदाहरणका लागि माइक्रोफोनले ध्वनिलाई विद्युत्‌मा रूपान्तरण गर्छ ।

(इ) इन्कोडर (Encoder)

इन्कोडरले विद्युतीय सिग्नललाई न्यूनतम बिट सङ्ख्या हुने गरी 0 र 1 को संयोजन परिवर्तन गरी डिजिटल डाटामा परिवर्तन गर्छ । साथै, डाटामा विशेष कोड पनि राख्छ ताकि सम्बन्धित मेसिन वा मानिसले मात्र त्यो पढ्न र बुझ्न सकून् ।

(ई) मोड्युलेटर (Modulator)

मोड्युलेटरले क्यारियर तरङ्ग (carrier wave) लाई प्रसारण गर्नुपर्ने डाटाअनुसार मोड्युलेट गरी सिग्नल तयार गर्छ र प्रसारणका लागि च्यानलमा पठाउँछ ।

(उ) च्यानल (Channel)

च्यानल वा माध्यमले मोड्युलेट भएको सिग्नललाई ट्रान्समिटरदेखि रिसिभरसम्म प्रसारणका लागि बाटो प्रदान गर्छ ।

(ऊ) डिमोड्युलेटर (Demodulator)

यो सिग्नल रिसिभर पट्टि हुने पहिलो चरण हो । यसमा प्राप्त सिग्नललाई डिमोड्युलेट गरिन्छ अर्थात् मोड्युलेट भएको क्यारियर तरङ्गलाई पढेर पुनः कोडसहितको विद्युतीय डिजिटल सिग्नल उत्पादन गर्छ ।

(ऋ) डिकोडर (Decoder)

यसले प्राप्त सिग्नलबाट कोड हटाएर शुद्ध सिग्नल उत्पादन गर्छ ।

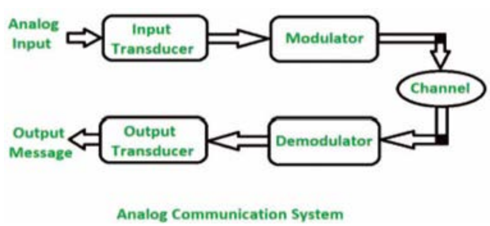
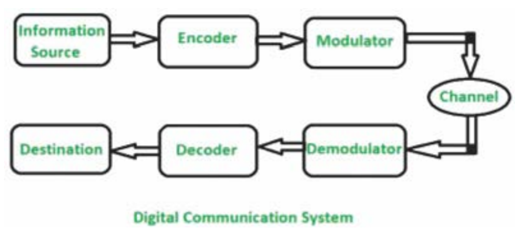
(ए) आउटपुट ट्रान्सड्युसर (Output transducer)

यसले उपकरण हेरी सिग्नलअनुरूपको आउटपुट दिन्छ । कम्प्युटरजस्तो डिजिटल उपकरण भए डिजिटल विद्युतीय सिग्नल नै दिन्छ भने लाउड स्पिकर वा टिभी जस्ता उपकरण भए डिजिटल सिग्नललाई एनालग सिग्नलमा परिवर्तन गरेर विद्युतीय सिग्नल दिन्छ ।

(ऐ) आउटपुट सिग्नल (Output Signal)

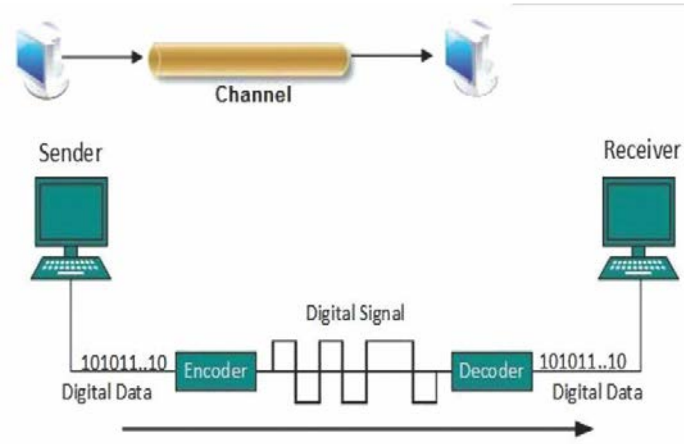
यो समग्र सिग्नल प्रसारण प्रक्रियाको अन्त्यमा प्राप्त हुने नतिजा हो । विद्युतीय सिग्नल प्राप्त गर्ने उपकरणले उत्पादन गर्ने सिग्नल नै आउटपुट सिग्नल हो । उदाहरणका लागि रेडियोले विद्युतीय सिग्नललाई ध्वनिमा परिवर्तन गर्छ । उक्त ध्वनि नै आउटपुट सिग्नल हो ।

एनालग सञ्चार (analogue communication) र डिजिटल सञ्चार (digital communication) बिच भिन्नता

एनालग सञ्चार	डिजिटल सञ्चार
 प्राप्त एनालग सिग्नललाई मोड्युलेट गरेर एनालग सिग्नलकै रूपमा ट्रान्समिटरबाट रिसिभरसम्म प्रसारण गरिन्छ ।	 प्राप्त एनालग सिग्नललाई डिजिटल सिग्नलमा रूपान्तरण गरी पुनः आउटपुटका रूपमा एनालग सिग्नल प्राप्त हुन्छ ।
यसमा च्यानल भएर प्रसारण हुने सिग्नल बाह्य प्रभावबाट अत्यधिक प्रभावित हुन्छ ।	यसमा च्यानल भएर प्रसारण हुने सिग्नल बाह्य प्रभावबाट कम प्रभावित हुन्छ ।
यसमा कोडिङ सम्भव हुँदैन ।	यसमा कोडिङ सम्भव हुन्छ ।
यस किसिमको प्रसारणका लागि ब्यान्डविड्थ कम चाहिन्छ ।	यस किसिमको प्रसारणका लागि बढी ब्यान्डविड्थ आवश्यक पर्छ ।

डिजिटल सञ्चारमा दुई प्रकारका प्रसारण प्रयोग गरिन्छ : बेसब्यान्ड प्रसारण र ब्रोडबेन्ड प्रसारण (Baseband transmission and broadband transmission)

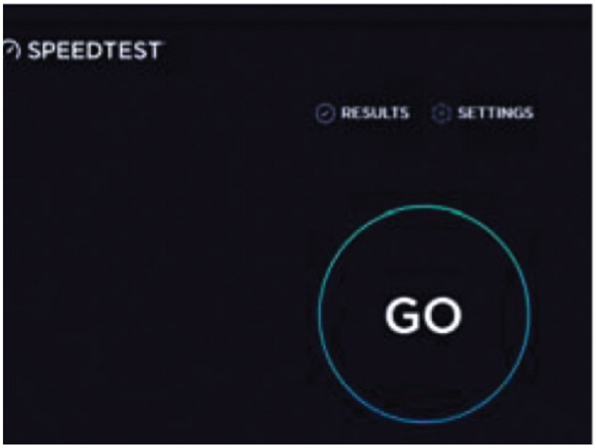
बेसब्यान्ड प्रसारण (baseband transmission) भनेको डिजिटल सिग्नललाई एनालग सिग्नलमा परिवर्तन नगरी च्यानलमा पठाउनु हो । यस किमिमको प्रसारणमा सिग्नल पठाउने र प्राप्त गर्ने कार्य एउटै च्यानलमा पालैपालो भइरहेको हुन्छ । यस किसिमको प्रसारण छोटो दुरीका लागि गरिन्छ । उदाहरणका लागि केबलद्वारा दुईओटा कम्प्युटर जडान गरी एउटा कम्प्युटरको डाटा अर्को कम्प्युटरमा पठाउनु बेस ब्यान्ड प्रसारण हो ।



चित्र 13.5 बेसबेन्ड प्रसारण च्यानल

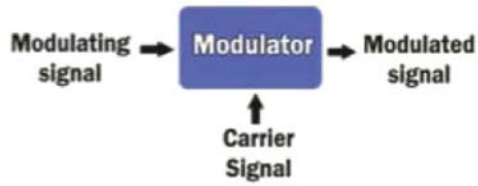
क्रियाकलाप 13.2

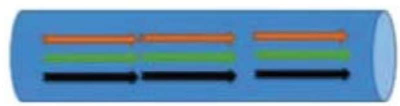
तपाईंसँग उपलब्ध इन्टरनेट जडित उपकरण (स्मार्टफोन वा ल्यापटप) मा इन्टरनेट बाउजर खोली www.speedtest.net वेबसाइट खोल्नुहोस् । चित्र 13.6 मा देखाइए जस्तै उक्त वेबसाइट खोल्दा देखिने **GO** मा क्लिक गरी तपाईंले प्रयोग गर्नुभएको इन्टरनेटको स्पिड पत्ता लगाउनुहोस् ।



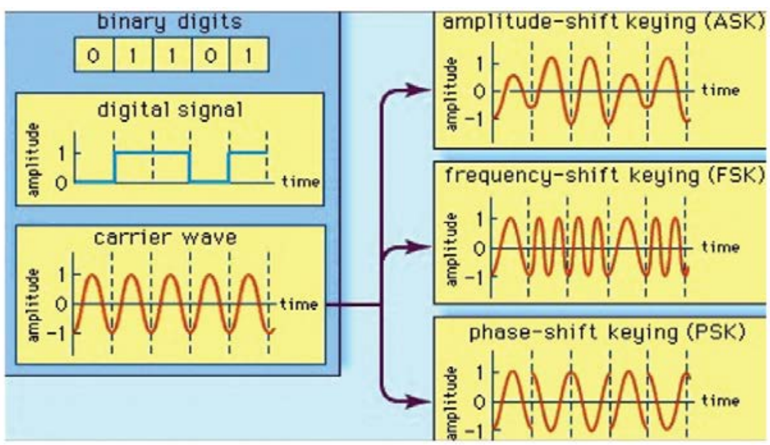
चित्र 13.6 ब्रोडबेन्ड इन्टरनेट स्पिड टेस्ट

इन्टरनेट सेवा प्रदायक	स्पिड
नेपाल टेलिकम (4G wireless home broadband)	....
....	....





चित्र 13.7 ब्रोडबेन्ड प्रसारण च्यानल



चित्र 13.8 डिजिटल सिग्नल मोड्युलेसन

ब्रोडबेन्ड प्रसारण भनेको त्यस्तो प्रसारण हो जसमा धेरैओटा सिग्नललाई एउटै च्यानलबाट एकै पटक पठाइन्छ । उदाहरणका लागि इन्टरनेटका विभिन्न सूचनालाई फरक फरक आवृत्तिका तरङ्ग प्रयोग गरी एकै पटक प्रसारण गर्न सकिन्छ । त्यस्तै टिभीको सिग्नल पठाउँदा आवाज र चित्रसम्बन्धी सिग्नललाई दुई फरक आवृत्तिका तरङ्ग प्रयोग गरी एकै पटक प्रसारण एउटै च्यानलबाट पठाइन्छ। ब्रोडबेन्ड प्रसारणमा मोड्युलेसन आवश्यक हुन्छ।

डिजिटल प्रसारणका फाइदा (Advantages of digital transmission)

डिजिटल प्रसारणका मुख्य फाइदा यसप्रकार रहेका छन् :

(अ) डिजिटल सिग्नलमा विकृति, बाह्य मिसावट (noise) को प्रभाव धेरै कम हुन्छ ।

(आ) डिजिटल सिग्नल प्रसारणका लागि प्रयोग हुने सर्किट अधिक विश्वसनीय छन् ।

(इ) डिजिटल प्रसारणमा सिग्नल ओभरल्याप तथा क्रस टकको सम्भावना निकै कम हुन्छ ।

(ई) डिजिटल सर्किटमा इन्कोडिङ र कम्प्रेसनद्वारा सूचनाको गोप्यता कायम राख्न सकिन्छ ।

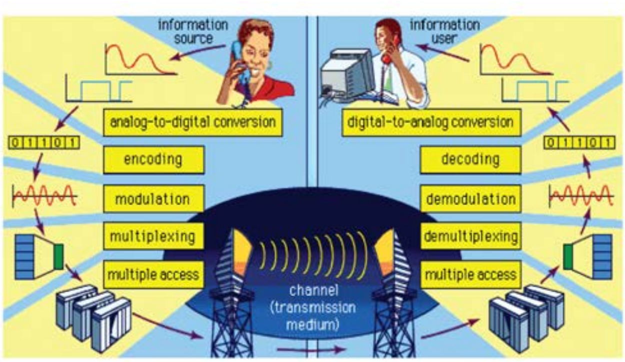
(उ) सिग्नलमा त्रुटि पत्ता लगाउने र त्रुटि सच्याउने कोड प्रयोग गरिने भएकाले त्रुटि हुने सम्भावना कम हुन्छ ।

सूचना तथा सञ्चार प्रविधिको विकासमा डिजिटल प्रविधिको प्रभाव

डिजिटल प्रविधिको विकासले सूचना तथा सञ्चारको प्रविधिको गुणस्तर वृद्धिसँगै यसको प्रयोगमा पनि व्यापकता आएको छ । टेलिकम्युनिकेसन, इन्टरनेट सुविधा, डिजिटल मिडिया, डिजिटल टिभी आदिको आधुनिकीकरण डिजिटल प्रविधिको विकासले सम्भव भएको हो ।

(अ) डिजिटल टेलिकम्युनिकेसन (digital telecommunication)

डिजिटल टेलिकम्युनिकेसनले तीव्र सञ्चार सम्भव भएको छ । त्यस्तै एउटै च्यानल वा ब्यान्डविड्थबाट एकैसाथ थुपै टेलिफोन कल प्रसारण गर्न सकिने भएको छ । यसले टेलिफोन सेवा सस्तो बनाएको छ ।



चित्र 13.9 डिजिटल टेलिकम्युनिकेसन ब्लक चित्र

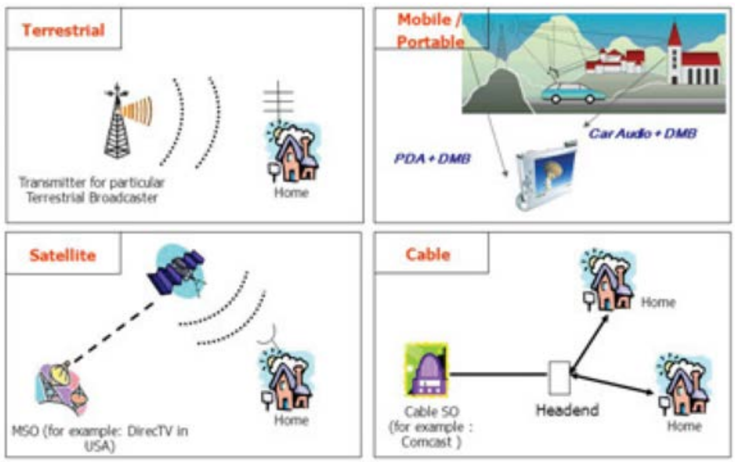
चित्र 13.10 डिजिटल मिडिया

(आ) डिजिटल मिडिया (Digital media)

वर्तमान समयमा चित्र 13.10 मा देखाइए जस्तै सूचना तथा सञ्चारका लागि विभिन्न माध्यम उपलब्ध छन् । सञ्चारका लागि इलेक्ट्रोनिक उपकरण प्रयोग हुने माध्यम डिजिटल मिडिया हुन् । इलेक्ट्रोनिक उपकरणमार्फत नयाँ डिजिटल मिडियाको सिर्जना गर्ने, समाचार हेर्ने, अनलाइन सूचना प्रसारण जस्ता कार्य गर्न सकिन्छ ।

(इ) डिजिटल टिभी (Digital TV)

चित्र 13.11 मा देखाइए जस्तै डिजिटल टिभी विभिन्न आकार तथा आफ्नै विशेषता भएका छन् । हाइ डेफिनेसन टिभी वर्तमान समयको डिजिटल प्रविधिबाट निर्माण गरिएका हुन्छन् ।



चित्र 13.11 विभिन्न प्रकारका डिजिटल टिभी

दैनिक जीवनमा प्रयोग गरिने डिजिटल प्रविधि (Digital technologies used in daily life)

इन्फ्रारेड र डिजिटल थर्मोमिटर	*क्याल्कुलेटर*	*अनलाइन पत्रपत्रिका*	*डिजिटल वालेट*

अनलाइन पुस्तकालय | स्पिडोमिटर | डिजिटल क्यामरा | स्मार्ट घडी | क्यालेन्डर

चित्र 13.12

डिजिटल प्रविधिको विकाससँगै निर्माण गरिएका डिजिटल उपकरणले मानव क्रियाकलापलाई निकै सहज तुल्याएका छन् । माथिका चित्रमा देखाइए जस्तै डिजिटल प्रविधिका उपकरण शिक्षा, स्वास्थ्य, मनोरञ्जन, आर्थिक जस्ता विभिन्न क्षेत्रमा लागु हुने गरी उपलब्ध छन् । डिजिटल प्रविधिको प्रयोगले मानव जीवन सहज बनाउने भए तापनि ती प्रविधिको अव्यवस्थित प्रयोगले समस्या पनि सिर्जना हुन सक्छ ।

दैनिक जीवनमा डिजिटल प्रविधिका सकारात्मक र नकारात्मक प्रभाव

डिजिटल प्रविधिको निरन्तर विकाससँगै तिनको प्रयोगकर्ता पनि बढ्छन् । तीमध्ये केहीले जीवनशैलीमा नै परिवर्तन ल्याउन सक्छन् । डिजिटल प्रविधिका सकारात्मक प्रभाव निम्नानुसार छन् :

(अ) **डिजिटल पुस्तकालय :** डिजिटल पुस्तकालयमा पाठ्यपुस्तक तथा अन्य पठन सामग्री राखिएका हुन्छन् । यसले मानिसमा पुस्तक पढ्ने बानी विकास हुन्छ । उदाहरणका लागि CDC library मा विभिन्न पाठ्यपुस्तक तथा अन्य सन्दर्भ सामग्री राखिएका छन् ।

(आ) **अनलाइन पत्रपत्रिका :** इन्टरनेट र स्मार्टफोन उपलब्ध भएको अवस्थामा विभिन्न अनलाइन पत्रपत्रिका खोलेर पढ्न सकिन्छ । यस किसिमको बानीले मानिसलाई चेतनशील बनाउँछ । उदाहरणका लागि www.gorkhapatraonline.com अनलाइन समाचार पोर्टल हो ।

(इ) **डिजिटल भुक्तानी :** डिजिटल भुक्तानीले मानिसलाई किनमेलका लागि धेरै पैसा बोकेर जानुपर्ने समस्या समाधान हुन्छ । चित्र 13.13 मा देखाइए जस्तै QR कोड स्क्यान गरी विक्रेताको बैङ्क खातामा पैसा पठाउन सकिन्छ । डिजिटल भुक्तानीबाट राजस्व बुझाउने, बस तथा हवाईजहाजका टिकट काट्ने आदि पनि गर्न सकिन्छ ।

चित्र 13.13 बजारमा राखिएको QR कोड

(ई) **अनलाइन व्यापार :** इन्टरनेटका माध्यमबाट व्यापार सामग्रीको प्रचारप्रसार तथा तिनको किनमेल गर्न सकिन्छ ।

(उ) **सामाजिक सञ्जाल :** सामाजिक सञ्जालले मानिसलाई सबै सामु आफ्नो धारणा राख्न अवसर प्रदान गरेको छ । यसले मानिसलाई भौतिक रूपमा टाढा भए तापनि डिजिटल प्रविधिको माध्यमबाट जोडेर राखेको हुन्छ ।

(ऊ) **मनोरञ्जन :** डिजिटल प्रविधिको विकासले मानिसको मनोरञ्जनका लागि विभिन्न गेम, गीतसङ्गीतका एप्लिकेसन उपलब्ध छन् ।

डिजिटल मिडियाले हाम्रो जीवनशैलीमा प्रत्यक्ष रूपमा प्रभाव पारेको हुन्छ । डिजिटल प्रविधिका नकारात्मक प्रभाव निम्नानुसार छन् :

(अ) एकोहोरो रूपमा अनलाइनमा व्यस्त हुने व्यक्तिका लागि दैनिक रूपमा एकअर्कासँग अन्तरक्रिया गर्ने शैलीमा परिवर्तन आउँछ ।

(आ) सामाजिक सञ्जालबाट हुन सक्ने अपराधले मानिसको व्यक्तिगत, पारिवारिक तथा सामाजिक जीवनमा असर पर्छ । यसले व्यक्तिको प्रतिष्ठामा आँच आउँदा मानसिक तनाव सिर्जना हुन्छ ।

(इ) बालबालिकामा शारीरिक व्यायामको कमीले शरीर कमजोर हुने, अनावश्यक मोटोपना हुने जस्ता समस्या देखिन्छन् ।

(ई) हत्या, हिंसा समावेश भएका डिजिटल गेम (digital game) हरूले व्यक्तिको मानसिक स्वास्थ्यमा असर पार्नेलगायत समाजमा विकृति फैलाउने सम्भावना हुन्छ ।

(उ) डिजिटल प्रविधिको दुरुपयोग गर्दा साइबर अपराध जस्ता क्रियाकलापले अन्य मानिसलाई हानि पुग्छ ।

माथि उल्लेख भएका डिजिटल प्रविधिका सकारात्मक र नकारात्मक प्रभावमा इन्टनेटको प्रयोग महत्त्वपूर्ण भूमिका रहेको हुन्छ । विश्वभरी इन्टरनेटका प्रयोगकर्ता विभिन्न कार्यमा संलग्न रही लामो समय व्यतित गर्ने भएकाले त्यस्ता व्यक्तिलाई नेटिजन (Netizen) भनिन्छ ।

डिजिटल सिटिजनसिप (Digital citizenship)

वर्तमान इन्टरनेटको युगमा विश्वका सबै मानिसलाई इन्टरनेटको प्रयोग तथा यसमा सक्रिय सहभागिताको समान अधिकार हुने भएकाले सबैलाई सिटिजन अफ द नेट (citizen of the net) का रूपमा परिचय दिन सकिन्छ । सक्रिय रूपमा इन्टरनेटको प्रयोग गर्ने र यसमा संलग्न रहने व्यक्ति नेटिजन (netizen) का रूपमा चिनिन्छ । नेटिजेन शब्दले इन्टरनेटको नागरिक (citizen) लाई बुझाउँछ । तसर्थ नेटिजेन विश्वव्यापी रूपमा जडान भएको इन्टरनेटको नागरिक हो । त्यस्तै डिजिटल सिटिजनसिप भनेको इन्टरनेट वा भर्चुअल संसारमा आबद्ध नेटिजनको नागरिकता हो । डिजिटल सिटिजनसिप अवधारणाले समग्र इन्टरनेटको संसारलाई राम्रो बनाउन मदत गर्छ । डिजिटल प्रविधिको विकासले विश्वका विभिन्न स्थानका नागरिकलाई विभिन्न किसिमका सञ्चारका माध्यम जस्तै टेलिफोन, इन्टरनेट फोन कल, सामाजिक सञ्जाल सञ्चार आदिबाट जोड्न सम्भव भएको छ । यसले गर्दा ग्लोबल भिलेज (global village) को अवधारणा विकास भएको हो ।

छलफलका लागि प्रश्न

कुनै राज्यको असल नागरिकका विशेषता जस्तै असल डिजिटल नागरिकका के कस्ता विशेषता हुनुपर्छ, चार्टपेपरमा सूची तयार गरी कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

असल नेटिजनका विशेषता (Characteristics of a good netizen)

डिजिटल सिटिजनसिपसँग असल नेटिजनका कर्तव्य तथा इन्टरनट शिष्टाचार पनि जोडिएका हुन्छन् । नेटिजनले अनलाइनमा प्रदर्शन गर्ने व्यवहार सामाजिक रूपमा स्वीकृत हुनुपर्छ । अनलाइन संवाद तथा इमेलबाट गरिने सञ्चार, सामाजिक सञ्जालमा सार्वजनिक गरिने धारणा आदिमा सभ्य तथा शिष्ट भाषाको प्रयोग गर्नुपर्छ । अनलाइनमा गरिने व्यवहारले व्यक्तिगत सम्मान र अरूलाई आदर हुने व्यवहार प्रदर्शन गर्नुपर्छ । व्यक्तिगत रूपमा नदेखे पनि सबैलाई आदरपूर्वक व्यवहार गर्नुपर्छ । अनलाइनमा पोस्ट गरेको जुनसुकै कुरा स्थायी हुन्छन् । इन्टरनेटमा राखिएका बौद्धिक सम्पत्ति कुनै अरूका उत्पादन हुन् । ती सामग्रीको अनधिकृत रूपमा प्रयोग गर्नुहुँदैन । यदि ती सामग्री प्रयोग गर्नुपरेमा स्रोत उद्धृत गर्नुपर्छ ।

अनलाइन रेपुटेसन (Online reputation)

मानिसको व्यावहारिक जीवनसँग जोडिने प्रतिष्ठा जस्तै इन्टरनेटको संसार आबद्ध नेटिजनका लागि प्रतिष्ठा व्यवस्थापन आवश्यक हुन्छ । अनलाइनमा सिर्जना गरिने प्रोफाइलहरूमा

व्यक्तिको वास्तविक नाम, तस्बिर तथा अन्य सार्वजनिक गर्न मिल्ने विवरण राख्नुपर्छ । यसले व्यक्तिको प्रोफाइलको वास्तविकता र विश्वसनीयता बढाउँछ । त्यस्तै सबै सामाजिक सञ्जाल प्रोफाइलका लागि समान प्रयोगकर्ता नाम प्रयोग गर्नुपर्छ । अनलाइन प्रतिष्ठाका लागि वास्तविक तथा भर्चुअल संसारमा एउटै व्यक्ति हुनुपर्छ । व्यक्तिले सामाजिक सञ्जालमा गर्ने पोस्ट, कमेन्ट, सेयर आदिले उक्त व्यक्तिको बौद्धिकता तथा विभिन्न क्षेत्रको ज्ञान, विशेषज्ञता आदि प्रदर्शन गर्ने भएकाले ती कार्य गर्दा अनलाइन रेपुटेसनलाई ध्यान दिनुपर्छ । अनलाइन रेपुटेसन व्यवस्थापनका लागि व्यक्तिले प्रयोग गर्ने इन्टरनेट सुरक्षाबारे सावधान रहनुपर्छ । सामाजिक सञ्जालमा कमजोर गोपनीयता सेटिङले पासवर्ड चोरी हुने र प्रतिष्ठामा आँच आउने सामग्री पोस्ट हुने सम्भावना रहन्छ ।

अनलाइन प्रतिष्ठा केवल व्यक्तिगत मात्र नभई कुनै सङ्घसंस्थासँग पनि जोडिएको हुन्छ । कुनै सङ्घसंस्थाको वेबसाइटबाट प्रकाशित हुने सूचना र तिनको सामाजिक सञ्जाल पेजबाट पोस्ट हुने स्टेटसहरू आधिकारिक हुन्छन् । ती पेजका फलोअर (follower) को सङ्ख्याले उक्त संस्थाप्रतिको विश्वसनीयतालाई जनाउँछ । त्यस्तै संस्थागत रूपमा डिजिटल रेपटेसनका लागि सबै प्रमुख साइट तथा सामाजिक सञ्जालमा उपस्थिति आवश्यक पर्छ । संस्थागत रूपमा खोलिने वेबसाइट तथा पेजमा गरिने कमेन्ट तथा गुनासाको समयमै गरिने समाधानले अनलाइन प्रतिष्ठा व्यवस्थापन गर्न सकिन्छ ।

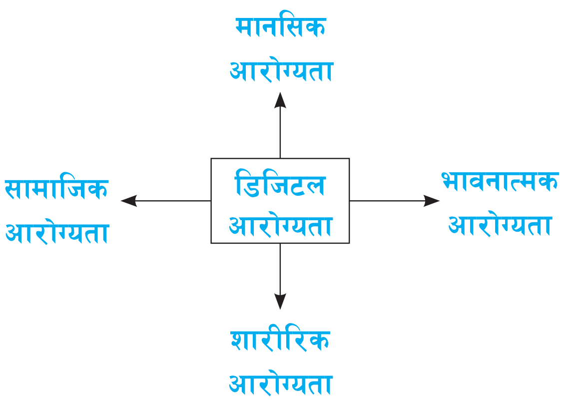
डिजिटल आरोग्यता (Digital wellbeing)

चित्र 13.14 डिजिटल आरोग्यता

चित्र 13.14 मा देखाइए जस्तै आरोग्यताका लागि आवश्यक सन्तुलन बेवास्ता गरी अत्यधिक अनलाइन बस्नु स्वास्थ्यका लागि हानिकारक हुन सक्छ । यसले मोटोपना, अनिद्रा, दृष्टि समस्या र मानसिक तनाव सिर्जना हुने जस्ता समस्या निम्त्याउन सक्छ । त्यस्तै अव्यवस्थित रूपमा इन्टरनेटको प्रयोगले डिप्रेसन, चिन्ता, बेइमानी, आत्मसम्मानमा कमी, सामाजिक रूपमा टाढिएर एक्लोपना हुने, आक्रामक स्वभाव हुने आदि समस्या देखा

पर्न सक्छन् । यस्ता समस्या सिर्जना हुने भएकाले हाम्रो अनलाइन जीवनमा डिजिटल आरोग्यताको अवधारण लागु हुन्छ । मानिसले अनलाइन र अफलाइन रहने समयबिच सन्तुलन राखी समग्रमा मानसिक, शारीरिक, सामाजिक र भावनात्मक रूपले स्वस्थ रहनु डिजिटल आरोग्यता हो । अनलाइन प्रविधिको प्रयोग गर्दा डिजिटल आरोग्यता ख्याल राखी हाम्रो समग्र स्वास्थमा असर नपर्ने गरी प्रयोग गर्नुपर्छ ।

चित्र 13.15 आरोग्यताका लागि सन्तुलन



चित्र 13.16

डिजिटल आरोग्यताका लागि सजगता (Cautions for digital wellbeing)

क्रियाकलाप 13.3

तपाईंको घरका सदस्यले औसत रूपमा दैनिक कति समय डिजिटल उपकरण चलाउने गर्छन् । डिजिटल उपकरणको लामो समय निरन्तर प्रयोगका असरबारे छलफल गरी सम्भावित असर टिपोट गर्नुहोस् ।

डिजिटल प्रविधिको लतले हाम्रो जीवनशैलीलाई अव्यवस्थित बनाउँछ । त्यसैले डिजिटल प्रविधिको अनावश्यक प्रयोगका सम्भावित असरबारे बेलैमा जानकार बनी सजगता अपनाउन डिजिटल आरोग्यता सिप आवश्यक पर्छन् । स्क्रिन समय (screen time) छुट्याउने, सामाजिक सञ्जालको प्रयोग गर्न उमेर सीमा छुट्याउने, कार्यरत स्थलमा मोबाइल नोटिफिकेसन अफ गर्ने जस्ता अभ्यासले डिजिटल आरोग्यता प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

स्मार्टफोनमा डिजिटल आरोग्यता एप्लिकेसन इनिस्टल (install) गरी डिजिटल आरोग्यताका लागि सजगता अपनाउन सकिन्छ । उदाहरणका लागि प्लेस्टोरबाट Digital Wellbeing (Beta), ActionDash, DigitalDetox, Microsoft Launcher आदि एप्लिकेसनको

प्रयोग गर्न सकिन्छ । यस्ता एप्लिकेसन स्मार्टफोन प्रयोगकर्ताको स्क्रिन समय (screen time) घटाउनमा सहयोगी हुन्छन् ।

क्रियाकलाप 13.4 डिजिटल आरोग्यता एप्लिकेसनको प्रयोग

गुगल प्लेस्टोरबाट चित्र 13.17 मा देखाइएको आइकन (icon) भएको Digital Wellbeing (Beta), एप्लिकेसन डाउनलोड गर्नुहोस् । उक्त एप्लिकेसन खोल्दा चित्र 13.18 मा देखाइए जस्तै स्मार्टफोन प्रयोगकर्ताले दैनिक रूपमा कति समय कुन कुन एप्लिकेसन प्रयोग गरे भन्ने अवलोकन गर्न सकिन्छ । यस्ता एप्लिकेसनको प्रयोगबाट नोटिफिकेसन बन्द गर्ने, एप्लिकेसनलाई निश्चित समय छुट्याउने जस्ता कार्य गर्न सकिन्छ । त्यसैले सिकाइका क्रममा तपाईँले इन्स्टल गर्नुभएको एप्लिकेसनको प्रयोगबाट जानकारीमा आउने अन्य विशेषता पनि उल्लेख गर्नुहोस् ।

चित्र 13.17

चित्र 13.18

इन्टरनेटको प्रयोगबाट सिकाइसम्बन्धी सामग्री खोजी गर्न सकिन्छ । ती सामग्रीको खोजी तथा अवलोकन गर्दा डिजिटल आरोग्यताका लागि सजगता अपनाउनुपर्छ । उदाहरणका लागि https://www.youtube.com/c/NCEDVirtual वेबसाइट खोलर विभिन्न विषयसँग सम्बन्धित श्रव्यदृश्य सामग्री प्राप्त गर्न सकिन्छ । यस्तै थप श्रव्यदृश्य सामग्री रेकर्डिङ गरी निर्माण पनि गर्न सकिन्छ ।

श्रव्य तथा श्रव्यदृश्य सामग्री निर्माण (Making audio and audio-video materials)

कम्प्युटर तथा स्मार्टफोनको माइक्रोफोनद्वारा आवाज रेकर्ड गरी श्रव्य सामग्री निर्माण गर्न सकिन्छ । त्यस्तै क्यामरा रेकर्डिङबाट श्रव्यदृश्य सामग्री निर्माण गर्न सकिन्छ । यसका लागि स्मार्टफोन क्यामरा वा डिजिटल क्यामरा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

क्रियाकलाप 13.5

भिडियो रेकर्डिङ

एउटा स्मार्टफोन, स्प्रिङ तराजु र स्प्रिङ तराजुमा झुन्ड्याउन मिल्ने गरी करिब 500 g जति पिण्ड भएको वस्तु लिनुहोस् । स्प्रिङ ब्यालेन्समा लोड झुन्ड्याइएको अवस्थामा हातबाट

स्प्रिङ ब्यालेन्स खसाल्नुहोस् र साथीलाई स्मार्टफोनको क्यामरा स्लो मोसन मोडमा राखी स्प्रिङ ब्यालेन्सको पोइन्टरको अवस्था देखिने गरी भिडियो रेकर्ड गर्न लगाउनुहोस् । के भिडियोमा खस्दै गरेको स्प्रिङ तराजुको पोइन्टर शून्यमा फर्केको देखिन्छ ?

यस क्रियाकलापमा रेकर्ड गर्नुभएको भिडियो फाइलको नामसँगै भिडियो फाइल इक्सटेन्सन (video file extension) पनि जोडिएको हुन्छ, जस्तै : class 10 ICT.MP4 भिडियो फाइल हो । त्यस्तै .3GP, .SVI, .MOV आदि पनि भिडियो फाइल फर्मेट हुन् । यहाँ रेकर्ड गरी तयार पारेको श्रव्यदृश्य सामग्रीको कुनै ठाउँमा अनावश्यक रूपमा रेकर्डिङ भएको छ भने उक्त खण्डलाई भिडियोबाट काटेर हटाउन सकिन्छ । त्यस्तै दुई वा दुईभन्दा बढी भिडियो फाइल क्लिपहरूलाई जोडेर एउटा सिङ्गो भिडियो फाइल पनि बनाउन सकिन्छ । यस किसिमको कार्य भिडियो सम्पादनअन्तर्गत पर्छ ।

भिडियो सम्पादन (Video editing)

क्यामराबाट रेकर्डिङ गरेको भिडियो सम्पादनका लागि मोबाइल एप्लिकेसन वा कम्प्युटर सफ्टवेयर (software) को आवश्यकता पर्छ । उदाहरणका लागि एडोब प्रिमियर प्रो (adobe premiere pro), फिल्मोरा (filmora) जस्ता कम्प्युटर सफ्टवेयरको प्रयोग गरी भिडियो सम्पादन गर्न सकिन्छ । त्यस्तै सिस्टम सफ्टवेयर (system software) सँगै कम्प्युटरमा हुने विन्डोज भिडियो इडिटर (video editor) सफ्टवेयरबाट पनि भिडियो सम्पादन गर्न सकिन्छ ।

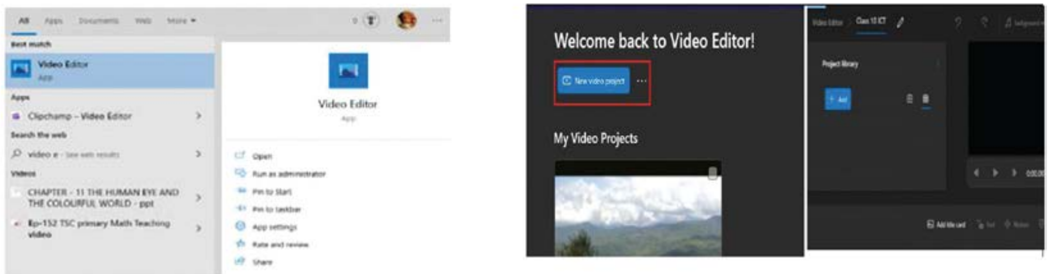
क्रियाकलाप 13.6: भिडियो सम्पादन

क्रियाकलाप 13.5 मा रेकर्डिङ गरेको भिडियोलाई सम्पादन गर्न कम्प्युटरमा कपी (copy) गर्नुहोस् । उक्त भिडियोमा रहेको अनावश्यक खण्डलाई हटाउनुहोस् । त्यस्तै खण्ड खण्ड पारेका क्लिपलाई जोडेर एउटा सिङ्गो फाइल तयार पार्नुहोस् । यसका लागि तल प्रस्तुत भएका चरण अवलम्बन गर्नुहोस् :

(अ) भिडियो कटिङ (Video cutting)

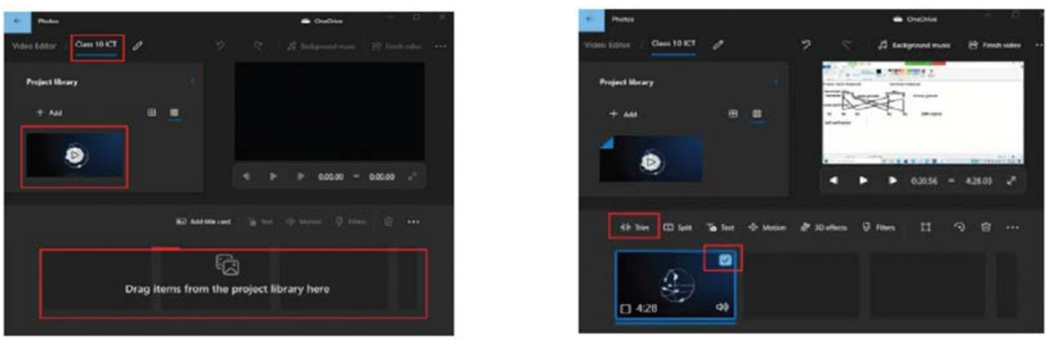
रेकर्ड गरेको भिडियोलाई cut गरी छोटो क्लिप तयार पार्नुहोस् । यसका लागि निम्नानुसारका चरण अवलम्बन गर्नुहोस् :

सर्वप्रथम चित्र 13.19 मा देखाइए जस्तै सर्च बारमा क्लिक गरी भिडियो इडिटर खोल्नुहोस् । New video project मा क्लिक गरी उक्त प्रोजेक्टको नाम टाइप गर्नुहोस् । उदाहरणका लागि Class 10 ICT टाइप गरी OK मा क्लिक गर्नुहोस् ।



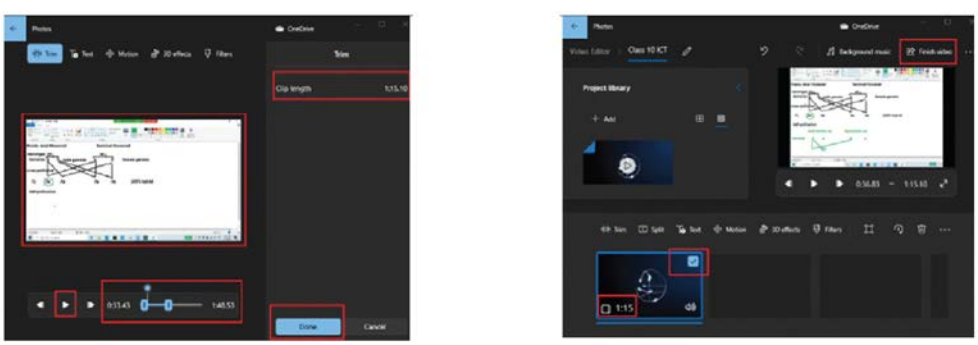
चित्र 13.19

कम्प्युटरको मेमोरीबाट छानेर प्रोजेक्ट लाइब्रेरीमा एड (add) गर्नुभएको भिडियोलाई चित्र 13.20 मा देखाइए जस्तै ड्र्याग गरी इडिटिङ प्यानलमा लैजानुहोस् । उक्त भिडियो कटिङ (cutting) का लागि भिडियो select गरेर trim मा क्लिक गर्नुहोस् ।

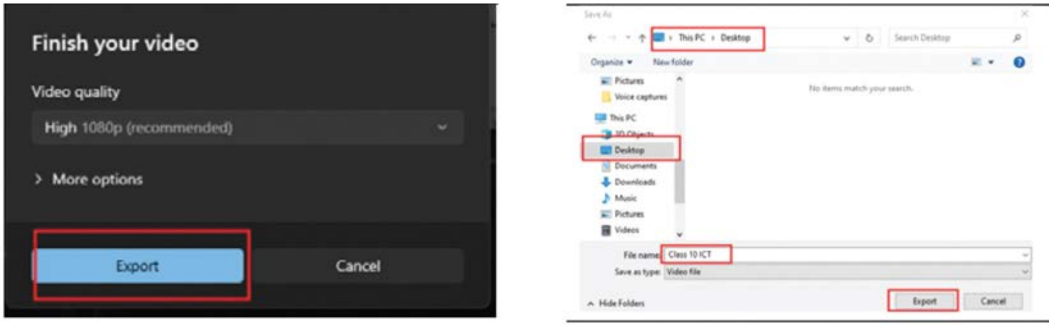


चित्र 13.20

भिडियो कटिङ गर्नुपर्ने स्थान छान्नका लागि उक्त भिडियोलाई प्ले गरी start time र end time चित्र 13.21 मा देखाइए जस्तै दुईओटा निला ड्र्यागबारले छुट्याउनुहोस् । अन्त्यमा आवश्यक clip length जाँच गरी done मा क्लिक गर्नुहोस् ।



चित्र 13.21

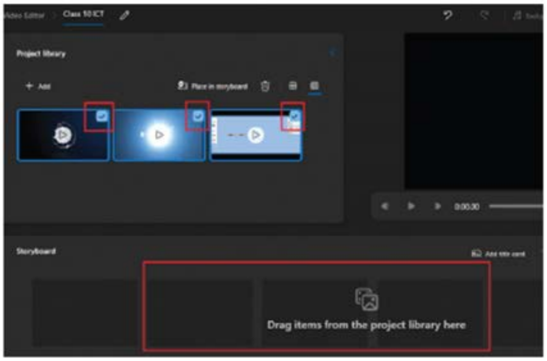


चित्र 13.22

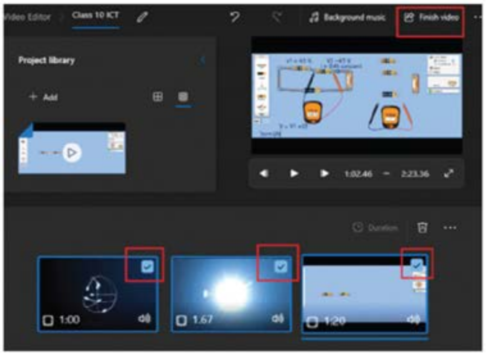
इडिटिङ प्यानलमा रहेको कटिङ गरेको क्लिपलाई select गरी अन्त्यमा finish video मा क्लिक गर्नुहोस् । त्यसपछि देखिने window को export मा क्लिक गर्नुहोस् । अन्त्यमा कम्प्युटरको कुन स्थानमा भिडियो क्लिपलाई save गर्ने भनी स्थान छान्नुहोस् । चित्र 13.22 मा desktop मा भिडियो फाइल save गरेको देखाइएको छ ।

(आ) भिडियो ज्वइनिङ (Video joining)

साथीहरूले cut गरेर तयार पारेका क्लिपहरू कम्प्युटरको एउटै स्थानमा वा एउटै folder भित्र copy गर्नुहोस् । Join गर्नुपर्ने भिडियो क्लिप वा फाइललाई एक ठाउँमा कपी गरेर राख्नुहोस् । त्यसपछि पहिले cutting मा गर्नुभए जस्तै भिडियो इडिटिङ सफ्टवेयर खोलेर आवश्यक फाइल कम्प्युटरको मेमोरीबाट छानेर प्रोजेक्ट लाइब्रेरीमा एड (add) गर्नुहोस् । ती भिडियोलाई select गरेर ड्र्याग गरी इडिटिङ प्यानलमा लैजानुहोस् । चित्र 13.23 मा देखाइए जस्तै इडिटिङ प्यानलका join गर्नुपर्ने सम्पूर्ण फाइल select गर्नुहोस् र Finish video मा क्लिक गर्नुहोस् ।



चित्र 13.23



चित्र 13.24

finish video मा क्लिक गर्दा कम्प्युटरमा फाइल save गर्ने स्थान छान्नुपर्ने हुन्छ । यसका लागि पहिले भिडियो cutting मा desktop छानेर फाइल save गरे जस्तै क्लिपहरू join गरेर तयार पारेको भिडियोलाई पनि डेस्कटपमा save गर्न सकिन्छ ।

भिडियो सम्पादन कार्य कम्प्युटर तथा स्मार्टफोन दुबैमा गर्न सकिन्छ । स्मार्टफोनमा भिडियो सम्पादनका लागि छुट्टै स्मार्टफोन एप्लिकेसन हुन्छ । सम्पादन गर्नका लागि स्मार्टफोनको क्यामराबाट रेकर्ड गरिएको भिडियोलाई मोबाइल gallery बाट खोल्न सकिन्छ । उक्त भिडियोमा क्लिक गर्दा चित्र 13.23 मा देखाइए जस्तै एउटा edit icon देखिन्छ । उक्त icon मा क्लिक गर्दा चित्र 13.24 मा जस्तै cut र crop icon देखिन्छन् । तिनमा क्लिक गरी भिडियो cutting वा crop गर्न सकिन्छ ।

स्मार्ट फोनमा भिडियो इडिटिङ एप्लिकेसन नभएमा प्लेस्टोर (playstore) बाट आवश्यक एप्लिकेसन डाउनलोड गर्न सकिन्छ । उदाहरणका लागि प्लेस्टोरबाट video cutter एप्लिकेसन डाउनलोड गर्न सकिन्छ । उक्त एप्लिकेसन फाइल डाउनलोड भएको स्थानमा गएर क्लिक गरी मोबाइलमा इन्स्टल (install) गर्न सकिन्छ ।

कम्प्युटर सफ्टवेयरबाट भिडियो सम्पादन गरे जस्तै अडियो फाइल पनि सम्पादन गर्न सकिन्छ । अडियो फाइलको फाइल एक्सटेन्सन (file extension) .MP3, .WAV, .WMA, आदि हुन्छ । अडियो सम्पादनका लागि आवश्यक सफ्टवेयर वा एप्लिकेसन स्मार्टफोन वा कम्प्युटरमा इनिस्टल नभएमा windows store, app store आदिबाट डाउनलोड गरी इन्स्टल गर्न सकिन्छ । उदाहरणका लागि अडियो फाइल सम्पादनका लागि www.audacityteam.org बाट audacity डाउनलोड गर्न सकिन्छ । त्यस्तै गुगल सर्च (google search) गरी कुनै आधिकारिक स्रोतबाट mp3 cutter सफ्टवेयर डाउनलोड गर्न सकिन्छ ।

परियोजना कार्य

डिजिटल प्रविधिको प्रयोगले समाजमा सकारात्मक प्रभाव परेको छ भन्ने पक्ष र डिजिटल प्रविधिको प्रयोगले समाजमा नकारात्मक प्रभाव परेको छ भन्ने विपक्षमा कक्षाका साथीहरूबिच शीर्षक बाँडेर वादविवादको तयारी गर्नुहोस् र उपयुक्त समयमा उक्त कार्यक्रम सञ्चालन गर्नुहोस् । कार्यक्रमको भिडियो खिचेर आवश्यकताअनुसार सम्पादन गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. सही उत्तर छान्नुहोस् :

(क) तलका मध्ये कुनले एनालग सिग्नलको प्रतिनिधित्व गर्छ ?

(अ) इन्फ्रारेड रे थर्मोमिटर (आ) कम्प्युटर

(इ) स्मार्ट घडी (ई) मिडियम वेब रेडियो

(ख) तलका मध्ये कुनले 1 byte मेमोरी जनाउँछ ?

(अ) 0000 (आ) 00000000

(इ) 100000 (ई) 000001

(ग) तलका मध्ये डिजिटल सिग्नल प्रसारणका चरणमध्ये सही क्रममा रहेका चरणको समूह कुन हो ?

(अ) स्रोत, इनपुट ट्रान्सड्युसर, डिकोडर, मोड्युलेटर, च्यानल, डिमोड्युलेटर, इन्कोडर, आउटपुट ट्रान्सड्युसर

(आ) स्रोत, इनपुट ट्रान्सड्युसर, इन्कोडर, डिमोड्युलेटर, च्यानल, मोड्युलेटर, डिकोडर, आउटपुट ट्रान्सड्युसर

(इ) स्रोत, इनपुट ट्रान्सड्युसर, इन्कोडर, मोड्युलेटर, च्यानल, डिमोड्युलेटर, डिकोडर, आउटपुट ट्रान्सड्युसर

(ई) स्रोत, इन्कोडर, इनपुट ट्रान्सड्युसर, मोड्युलेटर, च्यानल, डिकोडर, डिमोड्युलेटर, आउटपुट ट्रान्सड्युसर

(घ) तलका मध्ये अडियो फाइल फर्मेट कुन हो ?

(अ) .SVI (आ) .MP3

(इ) .MP4 (ई) .3GP

(ङ) सामाजिक सञ्जालमा समय समयमा नयाँ वैज्ञानिक खोजसम्बन्धी जानकारी पोस्ट गर्ने व्यवहारले के जनाउँछ ?

(अ) सामाजिक सञ्जालको अव्यवस्थित प्रयोग

(आ) डिजिटल आरोग्यता सिप

(इ) डिजिटल आरोग्यताका लागि सजगता

(ई) डिजिटल प्रतिष्ठा व्यवस्थापन

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) एनालग सिग्नल र डिजिटल सिग्नल

(ख) एनालग सिग्नल प्रसारण र डिजिटल सिग्नल प्रसारण

(ग) डिजिटल आरोग्यता र डिजिटल रेपुटेसन

3. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) कम्प्युटर मेमोरीमा प्रयोग हुने विट (bit) र बाइट (byte) परिभाषित गर्नुहोस् ।

(ख) वर्तमान समयमा प्रयोग हुने हाइ स्पिड इन्टरनेटलाई ब्रोडबेन्ड प्रसारणका रूपमा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ग) डिजिटल प्रसारणका चारओटा फाइदा लेख्नुहोस् ।

(घ) कुनै दुईओटा उदाहरण प्रस्तुत गरी सूचना तथा सञ्चार प्रविधिको विकासमा डिजिटल प्रविधिको प्रभाव प्रस्ट पार्नुहोस् ।

(ङ) दैनिक जीवनमा प्रयोग गरिने डिजिटल प्रविधिका कुनै चारओटा उदाहरण प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(च) दैनिक जीवनमा डिजिटल प्रविधिका दुई दुईओटा सकारात्मक र नकारात्मक प्रभाव लेख्नुहोस् ।

(छ) डिजिटल सिटिजनसिप परिभाषित गर्नुहोस् ।

(ज) असल नेटिजनका चारओटा विशेषता लेख्नुहोस् ।

(झ) अनलाइन रेपुटेसन भनेको के हो, उदाहरणसहित लेख्नुहोस् ।

(ञ) डिजिटल आरोग्यता भनेको के हो ?

(ट) डिजिटल आरोग्यताका फाइदा लेख्नुहोस् ।

(ठ) डिजिटल आरोग्यताका लागि आवश्यक कुनै चारओटा सजगताबारे लेख्नुहोस् ।

(ड) डिजिटल प्रतिष्ठा व्यवस्थापन भनेको के हो ?

(ढ) डिजिटल प्रतिष्ठा व्यवस्थापनका दुईओटा उदाहरण प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ण) डिजिटल प्रतिष्ठा व्यवस्थापनका चारओटा महत्त्व उल्लेख गर्नुहोस् ।

(त) सामाजिक सञ्जालको प्रयोग तथा उपयोगिताका आधारमा दुईओटा सकारात्मक प्रभाव लेख्नुहोस् ।

(थ) सामाजिक सञ्जालको प्रयोगबाट सम्भावित दुईओटा नकारात्मक असर लेख्नुहोस् ।

(द) कक्षा 10 को विज्ञान तथा प्रविधिअन्तर्गत कुनै एउटा एकाइमा समावेश विषयवस्तु समेटेर 5 मिनेटको श्रव्यदृश्य सामग्री बनाउन तपाईंको योजना लेख्नुहोस् । उक्त श्रव्यदृश्य साम्रग्रीलाई 3 मिनेटको बनाउन के गर्न सकिन्छ, आवश्यक चरण समावेश गरी लेख्नुहोस् ।

14

तत्वको वर्गीकरण
(Classification of Elements)

हाम्रो वरपर शुद्ध र अशुद्ध प्रकृतिका पदार्थ पाइन्छन् । तिनीहरू तत्त्व, यौगिक र मिश्रणका रूपमा रहेका हुन्छन् । हालसम्म 92 ओटा प्राकृतिक र 26 ओटा कृत्रिम गरी जम्मा 118 ओटा तत्त्वहरू पत्ता लागेका छन् ।

के यी सबै तत्त्वहरू एकै प्रकारका परमाणुबाट बनेका हुन्छन् ? के कुनै तत्त्वका भौतिक तथा रासायनिक गुणहरू अर्को तत्त्वसँग मिल्दाजुल्दा हुन्छन् ? यसले तत्त्वको अध्ययनमा कसरी सजिलो पारेको छ ? तत्त्वहरूको वर्गीकरण भनेको के हो ? तत्त्वहरूको वर्गीकरण गर्नुको कारण के हो ? तत्त्वको वर्गीकरणका आधार के के हुन् ? आदि विषयमा छलफल गर्नुहोस् । वर्गीकरण गर्दा समान गुण भएका तत्त्वलाई एकै समूह र असमान गुण भएका तत्त्वलाई फरक फरक समूहमा राख्ने गरिन्छ ।

क्रियाकलाप 14.1

दैनिक जीवनमा प्रयोगमा आइरहने तत्त्वहरू अक्सिजन, फलाम, चाँदी, सोडियम, क्लोरिन, आल्मिनियम, कार्बन, सल्फर र नाइट्रोजनलाई धातु र अधातु समूहमा वर्गीकरण गरेर तालिकामा भर्नुहोस् ।

धातु	अधातु

के सबै धातुका गुण एकआपसमा मिल्ने हुन्छन् ? तत्त्वका गुणहरू मिल्दाजुल्दा हुने वा फरक हुने भन्ने कुरासँग तिनीहरूका पारमाणविक संरचनाको कुनै सम्बन्ध हुन्छ होला, विचार गर्नुहोस् ।

पेरियोडिक तालिका (Periodic table)

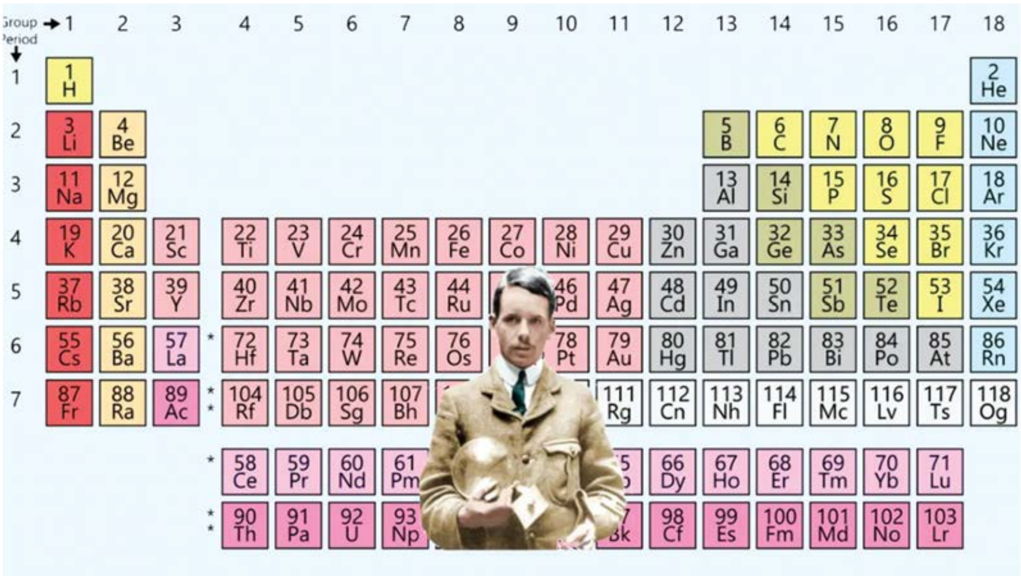
समान गुण भएका तत्त्वलाई एउटै समूहमा र फरक गुण भएका तत्त्वलाई भिन्न समूहमा राखेर अध्ययन गर्नका लागि बनाइएको तालिकालाई पेरियोडिक तालिका भनिन्छ ।

रसियन वैज्ञानिक दिमित्री मेन्डेलिभ (Dmitri Mendeleev) ले पारमाणविक भारका आधारमा तत्त्वहरूको व्यवस्थित अध्ययन गरी पेरियोडिक तालिका निर्माण गरेका थिए । उनले आफ्नो अध्ययनका आधारमा तत्त्वहरूको वर्गीकरणसम्बन्धी नियम प्रतिपादन गरेका छन्, जसलाई मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम भनिन्छ । मेन्डेलिभका पेरियोडिक नियमअनुसार "तत्त्वका भौतिक र रासायनिक गुण तिनीहरूको पारमाणविक भारको पेरियोडिक कार्यस्वरूप हुन्छन्" (The physical and chemical properties of the elements are the periodic functions of their atomic weight)।

यसको अर्थ यदि तत्त्वहरूलाई पारमाणविक भारको बढ्दो क्रममा राख्दै जाने हो भने निश्चित अन्तरालमा भौतिक र रासायनिक गुण समान भएका तत्त्वहरू दोहोरिँदै जान्छन् । यस क्रममा गुणहरू समान भएका तत्त्वहरू एउटै ठाडो महल (column) मा पर्दै जान्छन् र गुणहरू एकपछि अर्को पटक दोहोरिने अन्तरालसम्मका तत्त्वहरू तेर्सो लहर (row) मा पर्छन् । यसरी तत्त्वहरूको वर्गीकरण तालिका तयार हुन्छ, जसलाई पेरियोडिक तालिका भनिन्छ । पेरियोडिक तालिकाको ठाडो महललाई समूह (group) र तेर्सो लहरलाई पिरियड (period) भनिन्छ ।

आधुनिक पेरियोडिक तालिका (Modern periodic table)

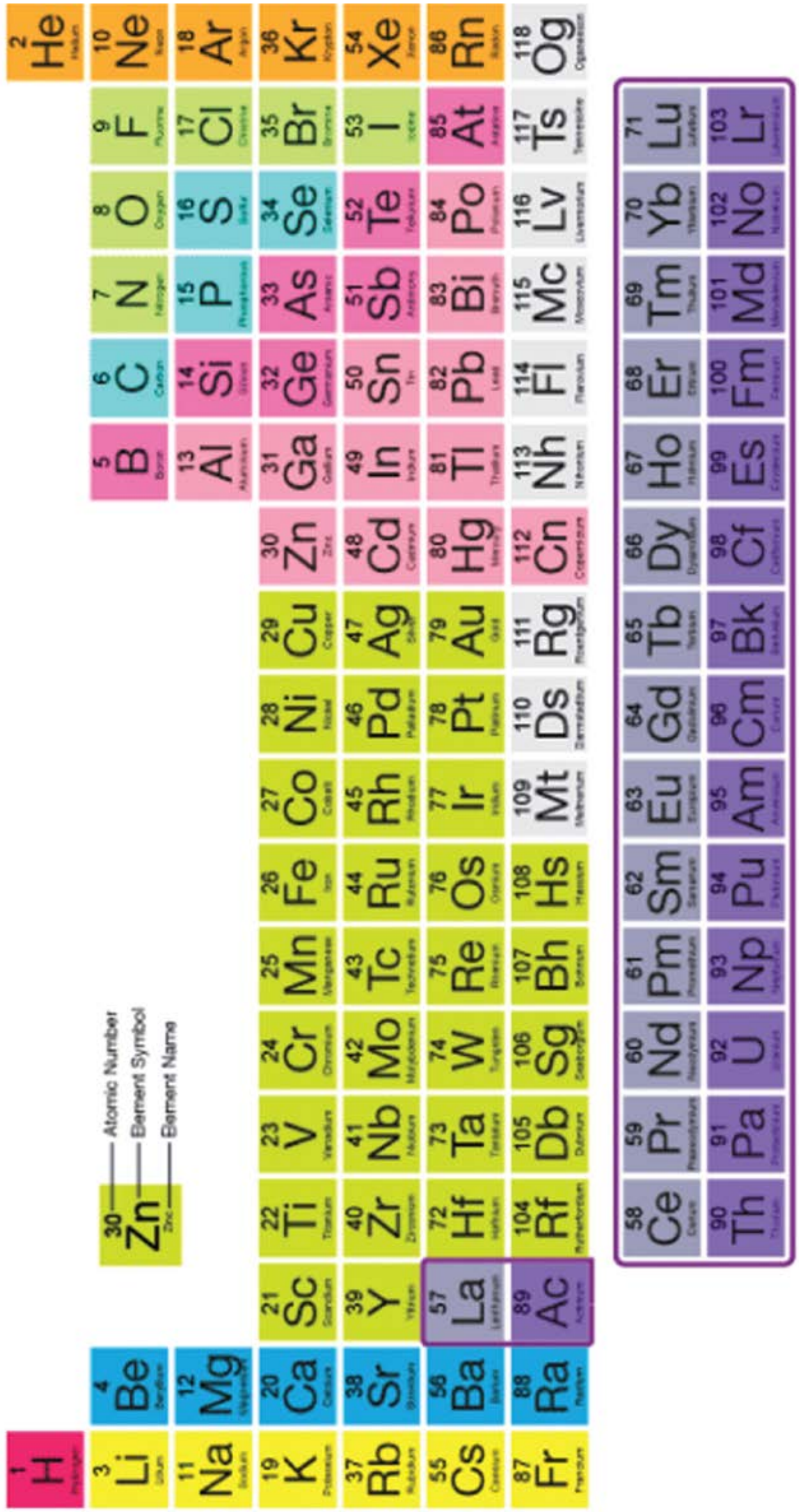
मेन्डेलिभले तत्त्वहरूको पारमाणविक भारलाई आधारभूत गुण मानेका थिए । पारमाणविक भारका आधारमा पेरियोडिक तालिका तयार गर्दा धेरै जटिलता देखा पऱ्यो । केही तत्त्वहरूका पारमाणविक भार एकभन्दा बढी हुन्छन्, जस्तै : C-12, C-13 र C-14 कार्बनका रूपहरू वा आइसोटप हुन् । यिनीहरूको पारमाणविक भार क्रमशः 12, 13 र 14 हुन्छ । एउटै तत्त्वका फरक फरक पारमाणविक भार भएका परमाणुलाई आइसोटप्स भनिन्छ । कुनै तत्त्वमा प्रोटोनको सङ्ख्या सधैँ समान हुन्छ तर न्युट्रोनका सङ्ख्या कहिलेकाहीँ फरक हन सक्छ । त्यस्तो अवस्थामा आइसोटोप बन्छन् । मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम पारमाणविक भारमा आधारित भएको हुनाले एउटै तत्त्वका विभिन्न आइसोटोपलाई छुट्टाछुट्टै स्थान हुनुपर्ने हो तर उनको तालिकामा एउटा तत्त्वलाई एउटै मात्र स्थान रहेको छ । यसका साथै उनको पेरियोडक नियमले तत्त्वहरूको अन्य केही गुणहरू पनि व्याख्या गर्न सकेको पाइएन । यसका विस्तृत अध्ययन गर्दै जाँदा वैज्ञानिकले तत्त्वहरूको पारमाणविक भार आधारभूत गुण नभएको कुरा पुष्टि गर्दै गए र पेरियोडिक तालिकाको नयाँ नियम खोजी गर्दै गए ।



बेलायती वैज्ञानिक हेन्री मोज्ले

यसै क्रममा सन् 1913 मा बेलायती वैज्ञानिक हेन्री मोज्ले (Henry Moseley) ले तत्त्वहरूको गुण पारमाणविक भारमा नभई पारमाणविक सङ्ख्यामा भर पर्ने तथ्य पत्ता लगाए । यसै तथ्यका आधारमा उनले आधुनिक पेरियोडिक नियम प्रतिपादन गरे । आधुनिक पेरियोडिक नियमलाई यसप्रकार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ, "तत्त्वहरूका भौतिक र रासायनिक गुण तिनीहरूका पारमाणविक सङ्ख्याको पेरियोडिक कार्यस्वरूप हुन्छन् ।" (The physical and chemical properties of the elements are periodic function of their atomic number.)

उक्त पेरियोडिक नियमका आधारमा उनले आधुनिक पेरियोडिक तालिका निर्माण गरेका छन्, यसलाई आधुनिक पेरियोडिक तालिका वा लामो रूपको पेरियोडिक तालिका भनिन्छ । यस तालिकामा तत्त्वहरूलाई पारमाणविक सङ्ख्याको बढ्दो क्रममा राखिएको छ । आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा पनि उस्तै गुण भएका तत्त्वहरूलाई एउटै ठाडो महल (vertical column) मा राखिन्छ, जसलाई ग्रुप (group) भनिन्छ । त्यसैगरी तत्त्वको पारमाणविक सङ्ख्याको बढ्दो क्रममा तेर्सो लहर (horizontal row) मा मिलाएर राखिन्छ । यसलाई पिरियड (period) भनिन्छ ।



Elements of the modern periodic table

आधुनिक पेरियोडिक तालिका

आधुनिक पेरियोडिक तालिकाका विशेषता (Characteristics of modern periodic table)

आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा 7 ओटा पिरियड रहेका छन् । एउटै पिरियडमा पर्ने तत्त्वहरूको पारमाणविक संरचनामा संयुज्यता सूचक सेल (valence shell) उही हुन्छ । आधुनिक पेरियोडिक तालिकाका विशेषतालाई निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

1. आधुनिक पेरियोडिक तालिका पारमाणविक सङ्ख्याको बढ्दो क्रममा राखिएको छ ।

2. आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा 7 ओटा पिरियड र 18 ओटा ग्रुप रहेका छन् ।

पिरियड	पहिलो	दोस्रो	तेस्रो	चौथो	पाँचौँ	छैटौँ	सातौँ
तत्त्वको सङ्ख्या	2	8	8	18	18	32	32
पिरियडको स्वरूप	धेरै छोटो	छोटो	छोटो	लामो	लामो	धेरै लामो	धेरै लामो

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	AS	Se	Be	Kr

3. IUPAC प्रणालीअनुसार आधुनिक पेरियोडिक तालिकालाई ग्रुप 1 देखि 18 सम्म विभाजन गरिएको छ ।

4. पेरियोडिक तालिकाको बायाँपट्टि धातु, दायाँपट्टि अधातु र बिचमा अर्धधातु राखिएको छ ।

5. IUPAC प्रणालीअनुसार अल्काली धातुलाई ग्रुप 1 मा, अल्कलाइन अर्थ धातुलाई ग्रुप 2 मा, सङ्क्रमण धातुलाई ग्रुप 3 देखि 12 मा, हेलोजन तत्त्वलाई ग्रुप 17 मा र निष्क्रिय ग्यासलाई ग्रुप 18 मा राखिएको छ ।

6. पारमाणविक सङ्ख्या 57 लान्थानियम (La) देखि पारमाणविक सङ्ख्या 71 भएको लुटेटियम (Lu) सम्मका 15 तत्त्वको समूहलाई लान्थानाइड्स (lanthanides) भनिन्छ । त्यसैगरी पारमाणविक सङ्ख्या 89 एक्टिनियम (Ac) देखि पारमाणविक सङ्ख्या 103 भएको लरेन्सियम (Lr) सम्मका 15 तत्त्वलाई एक्टिनाइड्स (actinides) भनिन्छ । लान्थानाइड्स र एक्टिनाइड्सलाई पेरियोडिक तालिकाको तल छुट्टै राखिएको छ ।

7. ग्रुप 3 देखि 12 सम्मका 10 ओटा समूहमा रहेका तत्त्वलाई सक्रिय धातु र अधातुका बिचमा राखिएको छ । यिनीहरूलाई सङ्क्रमण धातु (transition metal) भनिन्छ ।

8. उपसेलको इलेक्ट्रोनिक विन्यासका आधारमा तत्त्वलाई s, p, d र f ब्लकमा वर्गीकरण गरिएको छ ।

क्रियाकलाप 14.2

आधुनिक पेरियोडिक तालिका अध्ययन गर्नुहोस् । कार्डबोर्ड पेपर वा फोटोकपी पेपरमा उक्त तालिका तयार गर्नुहोस् । तालिकामा अल्काली धातु, अल्कलाइन अर्थ धातु, हेलोजन, निष्क्रिय ग्यासलगायतका तत्त्वहरूको ग्रुपमा छुट्टाछुट्टै रङ लगाउनुहोस् । तयार भएको तालिकाका बारेमा छलफल गर्नुहोस् ।

क्रियाकलाप 14.3

तल दिइएको जस्तै तालिकामा परमाणविक सङ्ख्या 1 देखि 20 सम्मका तत्त्वलाई राखेर एउटा पेरियोडिक तालिका निर्माण गर्नुहोस् । उक्त तालिकामा अल्काली धातु, अल्कलाइन अर्थ धातु, हेलोजन तत्त्व र निष्क्रिय ग्यासलाई फरक फरक रङबाट देखाउनुहोस् ।

1	2	13	14	15	16	17	18

उपसेलका आधारमा तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोनिक विन्यास (Electronic configuration of elements based on sub shells)

कुनै पनि परमाणुमा न्युक्लियसको वरिपरि इलेक्ट्रोनहरू घुम्ने बाटोलाई सेल वा अर्बिट भनिन्छ । प्रत्येक सेलमा एक वा धेरै सबसेल रहेका हुन्छन् । प्रत्येक सबसेलमा एक वा एकभन्दा धेरै अर्बिटल (Orbital) हरू रहेका हुन्छन् । अर्बिटलमा नै इलेक्ट्रोन रहेका हुन्छन् ।

सेलका आधारमा गरिने इलेक्ट्रोन विन्यासले तत्त्वहरूका सबै विशेषता व्याख्या गर्न नसकेपछि वैज्ञानिकले गहन अध्ययन गरी उपसेलका आधारमा तत्त्वहरूका परमाणुको इलेक्ट्रोनिक विन्यास गर्न थालेका हुन्। K, L, M र N सेलहरूमा क्रमशः 1, 2, 3 र 4 सङ्ख्यामा उपसेलहरू रहेका हुन्छन्। K सेलमा हुने उपसेललाई 1s, L सेलमा हुने उपसेललाई 2s र 2p, M सेलमा हुने उपसेललाई 3s, 3p र 3d र N सेलमा हुने उपसेललाई 4s, 4p, 4d र 4f ले जनाइन्छ। s, p, d र f उपसेलमा क्रमशः 2, 6, 10 र 14 इलेक्ट्रोन रहन सक्ने क्षमता रहेको हुन्छ।

तालिका 14.4 a

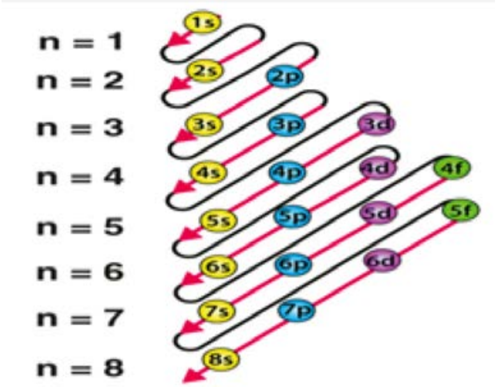
उपसेल	सेल	उपसेल	सेलमा हुने जम्मा इलेक्ट्रोन
1	K	$1s^2$	2
2	L	$2s^2, 2p^6$	8
3	M	$2s^2, 2p^6, 3d^{10}$	18
4	N	$4s^2, 4p^6, 4d^{10}, 4f^{14}$	32

तालिका 14.4 b सेल र सबसेलका आधारमा तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोन विन्यास :

पारमाणविक सङ्ख्या	तत्त्वको नाम	सङ्केत	इलेक्ट्रोनिक विन्यास				
			सेलका आधारमा				सबसेलका आधारमा
			K	L	M	N	
1	हाइड्रोजन	**H**	1				$1s^1$
2	हिलियम	**He**	2				$1s^2$
3	लिथियम	**Li**	2	1			$1s^2, 2s^1$
4	बेरिलियम	**Be**	2	2			$1s^2, 2s^2$
5	बोरोन	**B**	2	3			$1s^2, 2s^2 2p^1$
6	कार्बन	**C**	2	4			$1s^2, 2s^2 2p^2$
7	नाइट्रोजन	**N**	2	5			$1s^2, 2s^2 2p^3$
8	अक्सिजन	**O**	2	6			$1s^2, 2s^2 2p^4$
9	फ्लोरिन	**F**	2	7			$1s^2, 2s^2 2p^5$
10	नियोन	**Ne**	2	8			$1s^2, 2s^2 2p^6$

11	सोडियम	**Na**	2	8	1		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^1$
12	म्याग्नेसियम	**Mg**	2	8	2		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$
13	आल्मिनियम	**Al**	2	8	3		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^1$
14	सिलिकन	**Si**	2	8	4		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^2$
15	फस्फोरस	**P**	2	8	5		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^3$
16	सल्फर	**S**	2	8	6		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^4$
17	क्लोरिन	**Cl**	2	8	7		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^5$
18	आर्गन	**Ar**	2	8	8		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6$
19	पोटासियम	**K**	2	8	8	1	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^1$
20	क्याल्सियम	**Ca**	2	8	8	2	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2$

सबसेलका आधारमा इलेक्ट्रोन विन्यास गर्ने प्रक्रियालाई Aufbau को सिद्धान्तले निर्देश गर्छ । Aufbau को सिद्धान्तअनुसार धेरै शक्ति भएका सबसेलभन्दा पहिले न्यून शक्ति भएका सबसेलहरूमा इलेक्ट्रोन भरिन्छ । उनका अनुसार सबसेलमा इलेक्ट्रोन भरिने क्रम देहाएअनुसार रहेको छ :



न्यून शक्तिदेखि धेरै शक्ति भएका सबसेलको क्रम निम्नअनुसार छ :

1s, 2s 2p, 3s 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p........

s, p, d र f सबसेलमा अट्न सक्ने अधिकतम इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या क्रमशः 2, 6, 10 र 14 हुन्छ । 1s सबसेल पूर्ण नभई 2s मा इलेक्ट्रोन भर्न सकिँदैन । त्यस्तै क्रमशः 1s, 2s 2p, 3s 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p....मा इलेक्ट्रोन भर्नुपर्छ ।

क्रियाकलाप 14.4

तालिका अध्ययन गरी पूरा गर्नुहोस् :

सेल	सबसेल	सबसेलमा रहने अधिकतम इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	सेलमा रहने अधिकतम इलेक्ट्रोन सङ्ख्या
K	1s	2	2
L	2s		$2 + 6 = 8$
	2p	6	
M	3s		
	3p		
	3d	10	
N	4s		
	4p		
	4d		
	4f	14	

तपाईंले तयार गर्नुभएको तालिका अध्ययन गरी सेलमा हुने इलेक्ट्रोन विन्यास र उपसेलमा हुने इलेक्ट्रोन विन्यासको सम्बन्ध व्याख्या गर्नुहोस् ।

आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा तत्त्वहरूको वर्गीकरण (Classification of elements in modern periodic table)

आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा तत्त्वलाई तिनीहरूको गुणका आधारमा विभिन्न ग्रुपमा वर्गीकरण गरिएको छ :

क्रियाकलाप 14.5

(क) हाइड्रोजन, अल्काली धातु र हेलोजन तत्त्वको इलेक्ट्रोनिक विन्यास लेख्नुहोस् ।

(ख) हाइड्रोजन, हेलोजन र अल्काली धातुको इलेक्ट्रोनिक विन्यासका बिचमा के के समानता देखिन्छन्, लेख्नुहोस् ।

(ग) त्यस्तै हाइड्रोजन, हेलोजन र अल्काली धातुका बिचमा के के भिन्नता देखिन्छन्, लेख्नुहोस् ।

(घ) यसका आधारमा हाइड्रोजनलाई कुन समूहमा राख्दा उपयुक्त हुन्छ, छलफलबाट तार्किक निष्कर्ष निकालेर प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

धातु, अधातु र अर्धधातु (Metals, non-metals and metalloids)

धात्विक गुणका आधारमा तत्त्वलाई धातु, अर्धधातु र अधातु गरी तीन समूहमा वर्गीकरण गरिएको छ ।

धातु (Metal)

पेरियोडिक तालिकामा धातुहरू बायाँतिर छन् । ग्रुप 1 देखि 13 (बोरोनबाहेक) का तत्त्वहरू धातु हुन् । ग्रुप 2 र 3 का धातुहरू अल्काली धातुभन्दा केही कम सक्रिय हुन्छन् । ग्रुप 3 देखि 12 सम्मका तत्त्वहरू कम सक्रिय सङ्क्रमण धातु हुन्, जस्तै : Fe, Co, Ni, Ag, Au, Hg, Zn आदि । यिनीहरूको गुण सक्रिय धातु र अधातुका बिचमा पर्ने भएकाले सङ्क्रमण धातु (transitional metal) भनिएको हो । धातुहरू विद्युत् र तापका सुचालक हुन्छन् ।

सेलका आधारमा इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा परमाणुको बाहिरी सेलमा एउटा इलेक्ट्रोन हुने तत्त्वहरू ग्रुप 1 मा पर्छन् । यस ग्रुपमा Li, Na, K लगायतका तत्त्वहरू पर्छन् । यी तत्त्वहरू सक्रिय धातु हुन् । पानीसँग प्रतिक्रिया गरी कडा अल्काली बनाउने भएकाले यी धातहुरूलाई अल्काली धातु पनि भनिन्छ । यी तत्त्वहरूका बाहिरी सेल (valence shell) को इलेक्ट्रोन विन्यासलाई ns^1 ले जनाउने गरिन्छ जहाँ n ले सेललाई जनाउँछ । उदाहरणका लागि सोडियम (Na) को इलेक्ट्रोन विन्यास $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^1$ हुन्छ । यस समूहका तत्त्वहरू नरम र कम घनत्वका हुन्छन् ।

सेलका आधारमा इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा परमाणुको बाहिरी सेलमा दुईओटा इलेक्ट्रोन हुने तत्त्वहरू ग्रुप 2 मा पर्छन् । यस ग्रुपमा Mg, Ca लगायतका तत्त्वहरू पर्छन् । यी तत्त्वहरूको भ्यालेन्स सेल (valence shell) को इलेक्ट्रोन विन्यासलाई ns^2 ले जनाउने गरिन्छ । उदाहरणका लागि म्याग्नेसियम (Mg) को इलेक्ट्रोन विन्यास $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$ हुन्छ । यस समूहको तत्त्वहरूलाई अल्कलाइन अर्थ धातु (Alkaline earth metal) पनि भनिन्छ किनकि यी धातुका हाइड्रोअक्साइड पानीमा घुलनशील हुन्छन् र यी धातुहरू पृथ्वीको सतहमा पाइन्छन् ।

अधातु (Non-metal)

पेरियोडिक तालिकाको दायाँतिर अधातुहरू राखिएको छ । यसैगरी ग्रुप 15, 16, 17 र 18 समूहमा रहेका तत्त्वहरू अधातु हुन् । अधातुहरू विद्युत् र तापका कुचालक हुन्छन् ।

सेलका आधारमा इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा परमाणुको बाहिरी सेलमा सातओटा इलेक्ट्रोन हुने तत्त्वहरू ग्रुप 17 मा पर्छन् । यस ग्रुपमा F, Cl, Br, I लगायतका तत्त्वहरू पर्छन् । यस ग्रुपका तत्त्वहरू सक्रिय अधातु हुन् । यिनीहरूको बाहिरी सेलमा अक्टेट पूरा हुन एउटा मात्र इलेक्ट्रोन आवश्यक पर्ने भएकाले यिनीहरूले अन्य तत्त्वको परमाणुबाट इलेक्ट्रोन लिई रासायनिक प्रतिक्रियामा सक्रिय रूपमा भाग लिन सक्छन् । यी तत्त्वहरूको बाहिरी सेल (valence shell) को इलेक्ट्रोन विन्यासलाई ns^2np^5 ले जनाउने गरिन्छ । उदाहरणका लागि क्लोरिन (Cl) को इलेक्ट्रोन विन्यास $1s^2, 2s^22p^6, 3s^23p^5$ हुन्छ । यस समूहका तत्त्वहरू (F, Cl, Br, I) लाई हेलोजन पनि भनिन्छ । यस समूहका तत्त्वहरू नरम र कम घनत्वका हुन्छन् । यी अधातुहरू अति सक्रिय हुन्छन् ।

सेलका आधारमा इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा परमाणुको बाहिरी सेलमा आठओटा इलेक्ट्रोन हुने तत्त्वहरू ग्रुप 18 मा पर्छन् । He को पहिलो सेल नै अन्तिम सेल भएको हुँदा दुईओटा इलेक्ट्रोन भए पनि सेल पूर्ण भएकाले यसलाई ग्रुप 18 मा नै राखिन्छ । यस ग्रुपमा He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn लगायतका तत्त्वहरू पर्छन् । यी तत्त्वहरूको भ्यालेन्स सेल (valence shell) को इलेक्ट्रोन विन्यासलाई ns^2np^6 ले जनाउने गरिन्छ । उदाहरणका लागि आर्गन (Ar) को इलेक्ट्रोन विन्यास $1s^2, 2s^22p^6, 3s^23p^6$ हुन्छ । यस समूहका तत्त्वलाई नोबल ग्यास वा निष्क्रिय ग्यास (Inert gas) भनिन्छ । यी तत्त्वहरूका बाहिरी सेल अक्टेट अवस्थामा भएको हुनाले अन्य पदार्थसँग रासायनिक प्रतिक्रिया गर्दैनन् त्यसैले यिनीहरूलाई निष्क्रिय ग्यास भनिएको हो ।

अर्धधातु (Metalloid)

पेरियोडिक तालिकामा धातु र अधातुका बिच भागमा रहेका तर केही गुण धातुको जस्तो र केही अन्य गुण अधातुको जस्तो देखाउने तत्त्वलाई अर्धधातु भनिन्छ । यिनीहरूले आंशिक रूपमा विद्युत् प्रवाह गर्छन् । यिनीहरूको सुचालन क्षमता धातुको भन्दा कम र अधातुको भन्दा बढी हुन्छ । सिलिकन (Si), जर्मेनियम (Ge), विस्मथ (Bi) आदि अर्धधातु हुन् ।

क्रियाकलाप 14.6

आधुनिक पेरियोडिक तालिका अध्ययन गर्नुहोस् । चार्टपेपर वा फोटोकपी पेपरमा समूह IA देखि 0 समूह सम्मका पारमाणविक सङ्ख्या 20 सम्मका तत्त्वहरू भएको तालिका बनाई सबै तत्त्वहरू भर्नुहोस् । यसरी भर्दा धातु, अधातु र अर्ध धातुको नाम फरक फरक रङका साइनपेनले लेख्नुहोस् । तपाईँले बनाएको पेरियोडिक तालिकाको नमुना कक्षाकोठामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

पेरियाडिक तालिकामा रहका पिरियड र ग्रुपका विशेषता (Characteristics of period and group in periodic table)

तत्त्वका विशेषता उक्त तत्त्व रहेको पेरियोडिक तालिकाको ग्रुप र पिरियडमा निर्भर रहन्छ । वास्तवमा यही कारणले नै तत्त्वहरूको अध्ययन गर्न पेरियोडिक तालिका महत्त्वपूर्ण भएको हो । पेरियोडिक तालिकामा रहेको पिरियड र ग्रुपका छुट्टै विशेषता हुन्छन् ।

(क) संयुज्यता (Valency)

परमाणुको सबैभन्दा बाहिरी सेललाई भ्यालेन्स सेल भनिन्छ । भ्यालेन्स सेलमा भएका इलेक्ट्रोनलाई भ्यालेन्स इलेक्ट्रोन भनिन्छ । पिरियडको बायाँबाट दायाँ जाँदा तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोन विन्यासमा परिवर्तन हुँदै जान्छ । सेलहरूको सङ्ख्या उही भए पनि बाहिरी सेलमा इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या थपिँदै जान्छ जसले गर्दा एउटै पिरियडमा रहेका तत्त्वहरूको संयुज्यता फरक फरक हुन्छ । त्यसैले कुनै पनि पिरियडको ग्रुप IA देखि VIIA वा 0 ग्रुपसम्म जाँदा तत्त्वको संयुज्यता क्रमशः 1, 2, 3, 4, 3, 2, 1 र 0 हुन्छ ।

कुनै तत्त्वको संयुज्यता भ्यालेन्स इलेक्ट्रोनको सङ्ख्याले निर्धारण गर्छ । एउटै ग्रुपमा पर्ने सबै तत्त्वहरूको संयुज्यता एउटै हुन्छ । ग्रुप IA र VIIA का तत्त्वको संयुज्यता 1, ग्रुप IIA र VIA का तत्त्वहरूका संयुज्यता 2 हुन्छ । त्यसैगरी ग्रुप IIIA र VA का तत्त्वहरूका संयुज्यता सामान्यतः 3 हुन्छ ।

क्रियाकलाप 14.7

आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा समूह IA र 3rd पेरियोडमा पर्ने तत्त्वहरूको नाम पेरियोडिक तालिकामा लेखिए जस्तै ठाडो महल र तेर्सो लहरमा लेख्नुहोस् । उक्त तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोनिक विन्यास लेख्नुहोस् । सेलको सङ्ख्या र संयुज्यताका आधारमा यी तत्त्वका बिचमा समानता र असमानता लेख्नुहोस् ।

यसका आधारमा पेरियोडिक तालिकामा ग्रुपमा माथिबाट तल जाँदा र पेरियोडमा बायाँबाट दायाँतर्फ जाँदा संयुज्यतामा के परिवर्तन आउँछ, निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

(ख) पारमाणविक साइज (Atomic size)

कुनै पनि पिरियडको बायाँबाट दायाँ जाँदा तत्त्वहरूको पारमाणविक आकार (atomic size) घट्दै जान्छ । पारमाणविक सङ्ख्या बढ्दै जाँदा तत्त्वको प्रोटोन, न्युट्रोन र इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या त बढ्दै जान्छ तर सेलको सङ्ख्या भने नबढ्ने भएकाले बढेको इलेक्ट्रोन सोही सेलमा थपिँदै जान्छ । त्यस्तै प्रोटोन र न्युट्रोनको सङ्ख्या बढेसँगै न्युक्लियसको धनात्मक सङ्ख्या बढ्छ र आफ्नो वरिपरिका सेललाई बढी आकर्षण शक्तिले तान्न थाल्छ । फलस्वरूप परमाणुहरू खुम्चिन थाल्छन् । त्यसैले ग्रुप 1 देखि 18 सम्म जाँदा तत्त्वका परमाणुको आकार घट्दै जान्छ ।

परमाणुको न्युक्लियसदेखि भ्यालेन्स सेलसम्मको दुरीले पारमाणविक साइज निर्धारण गर्छ, जस्तै : लिथियममा K र L दुईओटा मात्र सेल हुन्छ भने सोडियममा K, L र M गरी तीनओटा सेलहरू हुने भएकाले पहिलो ग्रुपमा पर्ने लिथियमको भन्दा सोडियमको साइज ठुलो हुन्छ ।

क्रियाकलाप 14.8

1. Li, Be, B, N र C तत्त्वहरूका पारमाणविक संरचनाको चित्र बनाउनुहोस् ।
2. उक्त तत्त्वहरूलाई बढ्दो पारमाणविक साइजको क्रममा राख्नुहोस् ।
3. K, Li र Na को पारमाणविक संरचनाको चित्र बनाउनुहोस् ।
4. यिनीहरूलाई पनि बढ्दो पारमाणविक साइजका क्रममा लेख्नुहोस् ।
5. यसका आधारमा पेरियोडिक तालिकाको ग्रुपमा माथिबाट तल जाँदा र पेरियोडमा बायाँबाट दायाँतर्फ जाँदा पारमाणविक साइजमा के परिवर्तन आउँछ, निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

(ग) इलेक्ट्रोपोजेटिभिटी र इलेक्ट्रोनेगेटिभिटी (Electropositiviy and electronegativity

तत्त्वहरूको भ्यालेन्स सेलबाट इलेक्ट्रोन छोडेर धनात्मक आयोन बनाउन सक्ने गुणलाई इलेक्ट्रोपोजेटिभिटी भनिन्छ । तत्त्वहरूको भ्यालेन्स सेलमा इलेक्ट्रोन प्राप्त गरेर ऋणात्मक आयोन बनाउन सक्ने गुणलाई इलेक्ट्रोनेगेटिभिटी भनिन्छ । कुनै पनि पिरियडको बायाँबाट

दायाँ जाँदा तत्त्वको परमाणुको आकार घट्दै जाने भएकाले इलेक्ट्रोन दिन सक्ने क्षमतामा कमी हुँदै जान्छ भने इलेक्ट्रोन लिन सक्ने क्षमतामा वृद्धि हुँदै जान्छ । यसले गर्दा कुनै पनि पिरियडको ग्रुप 1 देखि 18 सम्म जाँदा तत्त्वको इलेक्ट्रोपोजिटिभिटी वा धातुको गुण घट्दै जान्छ भने इलेक्ट्रोनेगेटिभिटी वा अधातुको गुण बढ्दै जान्छ ।

पेरियोडिक तालिकाको ग्रुपमा माथिबाट तलतिर जाँदा परमाणुको साइज बढ्दै जाने भएकाले तत्त्वहरूले इलेक्ट्रोन छोड्न सक्ने क्षमता पनि बढ्दै जान्छ र इलेक्ट्रोपोजेटिभिटी गुण पनि बढ्दै जान्छ । तर पारमाणविक साइज बढ्दा न्युक्लियसबाट भ्यालेन्स सेलको दुरी बढ्दै जाने र इलेक्ट्रोन प्राप्त गर्ने क्षमता कम हुँदै जाने भएकाले तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोनेगेटिभिटी कम हुँदै जान्छ ।

क्रियाकलाप 14.9

1. i. Na, Mg, Al, Si, P, S र Cl तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोनिक विन्यास लेख्नुहोस् ।
   ii. उक्त तत्त्वहरूलाई बढ्दो इलेक्ट्रोनेगेटिभिटिका क्रममा लेख्नुहोस् ।
   iii. त्यस्तै यी तत्त्वहरूलाई बढ्दो इलेक्ट्रोपोजिटिभिटीका क्रममा लेख्नुहोस् ।
2. i. त्यस्तै Be, Mg, Ca को इलेक्ट्रोनिक विन्यास लेख्नुहोस् ।
   ii. उक्त तत्त्वहरूलाई बढ्दो इलेक्ट्रोपोजिटिभिटीका क्रममा लेख्नुहोस् ।

पेरियोडिक तालिकाको समेत अवलोकन र अध्ययन गरी यो क्रियाकलापको निष्कर्ष लेखेर कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(घ) रासायनिक सक्रियता (Chemical reactivity)

पेरियोडिक तालिकाको पिरियडमा बायाँबाट दायाँतिर जाँदा धातुहरूको रासायनिक सक्रियता घट्दै जान्छ भने अधातुहरूको रासायनिक सक्रियता बढ्दै जान्छ । तर पिरियडको सबैभन्दा दायाँको तत्त्व भने निष्क्रिय हुन्छ । उदाहरणका लागि आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको तेस्रो पिरियडको अध्ययन गरौं :

पारमाणविक सङ्ख्या	11	12	13	14	15	16	17	18
तत्त्व	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
भ्यालेन्स इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	1	2	3	4	5	6	7	8
भ्यालेन्सी	1	2	3	4	3	2	1	0

तेस्रो पिरियडको बायाँबाट दायाँ जाँदा तत्त्वहरूको पारमाणविक सङ्ख्या बढ्दै गएको देख्न सक्छौँ । साथै तत्त्वको प्रोटोन, न्युट्रोन र इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या पनि बढ्दै जान्छ । तर सेलको सङ्ख्या भने बढेको छैन । बढेको इलेक्ट्रोनहरू सोही सेलमा थपिँदै गएको छ । न्युक्लियसभित्र प्रोटोनको सङ्ख्या बढ्छ जसले गर्दा न्युक्लियसको आकर्षण शक्ति बढ्दै जान्छ र आफ्नो वरिपरिका सेलमा भएको इलेक्ट्रोनलाई बढी आकर्षण शक्तिले तान्न थाल्छ । परमाणुहरू खुम्चिन थाल्छन् । त्यसैले माथि देखाइएको तेस्रो पिरियडको सबैभन्दा ठुलो साइज भएको तत्त्व सोडियम हो । त्यसैले तेस्रो पिरियडको सबैभन्दा इलेक्ट्रोपोजिटिभ वा अति सक्रिय धातु सोडियम हो भने सबैभन्दा सानो आर्गन हो तर आर्गन निष्क्रिय ग्यास भएकाले सबैभन्दा इलेक्ट्रोनेगेटिभ वा अति सक्रिय अधातु क्लोरिन हो ।

पेरियोडिक तालिकाको ग्रुपमा माथिबाट तलतिर जाँदा धातुको रासायनिक सक्रियता बढ्दै जान्छ भने अधातुको रासायनिक सक्रियता घट्दै जान्छ । तालिकामा माथिबाट तलतिर जाँदा धातुका पारमाणविक साइज बढ्दै जाने र इलेक्ट्रोन सजिलै छोड्न सक्ने भएकाले रासायनिक सक्रियता बढ्दै गएको हो । उदाहरणका लागि ग्रुप 2 का तत्त्वहरूको रासायनिक सक्रियताको क्रम $Be<Mg<Ca$ हुन्छ । अधातुहरूका पारमाणविक साइज बढ्दा इलेक्ट्रोन प्राप्त गर्न गाह्रो हुने भएकाले अधातुहरूको रासायनिक सक्रियता तालिकाको माथिबाट तलतिर जाँदा घट्दै जान्छ । उदाहरणका लागि ग्रुप 16 का तत्त्वहरूको रासायनिक सक्रियताको क्रम $O>S>Se$ हुन्छ ।

परियोजना कार्य

1. माटो वा कागज वा अन्य उपयुक्त सामग्री प्रयोग गरी लिथियम, सोडियम, पोटासियमका पारमाणविक नमुना तयार गर्नुहोस् । यसरी नमुना तयार गर्दा लिथियमभन्दा सोडियम र सोडियमभन्दा पोटासियमको साइज ठुलो बनाउनुहोस् । ती नमुनाका अवलोकन गरी पेरियोडिक तालिकाको 1 समूहका विशेषता छलफल गर्नुहोस् ।

2. माटो वा कागज वा अन्य उपयुक्त सामग्री प्रयोग गरी लिथियम, बेरिलियम, बोरोन, कार्बन, नाइट्रोजनलगायत दोस्रो पिरियडका तत्त्वहरूका पारमाणविक संरचनाको नमुना तयार गर्नुहोस् । नमुनाका आधारमा दोस्रो पिरियडका विशेषता छलफल गर्नुहोस् । साथै निर्माण गरिएको सामग्री कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) इलेक्ट्रोनिक विन्यास $1s^2, 2s^2 2p^3$ भएको तत्त्व आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुन ग्रुपमा पर्छ ?

(अ) 13 (आ) 3

(इ) 15 (ई) 5

(ख) आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको ग्रुप 2 र 13 बिचमा रहेका तत्त्वलाई के भनिन्छ ?

(अ) अल्काली धातु (आ) सङ्क्रमण धातु

(इ) अल्कलाइन अर्थ धातु (ई) रेयर अर्थ धातु

(ग) तलका मध्ये सबैभन्दा क्रियाशील अधातु कुन हो ?

(अ) फ्लोरिन (आ) क्लोरिन

(इ) ब्रोमिन (ई) आयोडिन

(घ) तलका मध्ये सबैभन्दा क्रियाशील धातु कुन हो ?

(अ) लिथियम (आ) सोडियम

(इ) पोटासियम (ई) सिजियम

(ङ) आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा निष्क्रिय ग्यास (inert gas) कुन ग्रुपमा पर्छन् ?

(अ) 18 (आ) 1

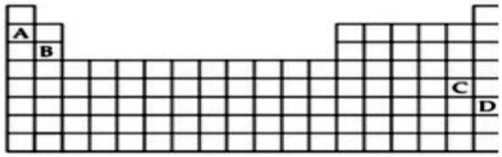
(इ) 7 (ई) 17

(च) तलका मध्ये कुन समूहले तत्त्वको धातु गुण बढ्दै जाने उचित क्रम सङ्केत गर्छ ?

(अ) $Be < Mg < Ca$ (आ) $Na < Li < K$

(इ) $Mg < Al < Si$ (ई) $C < O < N$

(छ) तालिकामा तत्त्वहरू A, B, C र D का स्थानहरू देखाइएको छ । कुन तत्त्वले अम्लीय अक्साइड बनाउन सक्छ ?



(अ) A (आ) B
(इ) C (ई) D

2. कारण दिनुहोस् :

(क) तत्त्वहरूको वर्गीकरण गर्न आवश्यक छ ।

(ख) आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुनै पनि ग्रुपमा माथिबाट तल जाँदा तत्त्वहरूको आकार बढ्छ ।

(ग) आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुनै पनि पिरियडमा बायाँबाट दायाँ जाँदा तत्त्वहरूको आकार घट्छ ।

(घ) आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा हाइड्रोजन अधातु हो तर पनि यसलाई धातुको समूहमा राखिएको छ ।

(ङ) सोडियमभन्दा पोटासियम बढी क्रियाशील हुन्छ ।

(च) क्लोरिनभन्दा फ्लोरिन बढी क्रियाशील हुन्छ ।

(छ) आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुनै पनि पिरियडमा बायाँबाट दायाँ जाँदा तत्त्वहरूका धातुको गुण घट्दै र अधातुको गुण बढ्दै जान्छ ।

(ज) निष्क्रिय ग्यासलाई ग्रुप शून्यमा राखिएको छ ।

(झ) चित्रमा पेरियोडिक तालिकाको कुनै एउटा खण्ड देखाइएको छ ? यसमा बायाँबाट दायाँतिर जाँदा क्रमशः परमाणुको आकारमा के फरक पर्छ, कारण लेख्नुहोस् ।

1	2	13	14	15	16	17	18
Li	**Be**	**B**	**C**	**N**	**O**	**F**	**Ne**

3. फरक लेख्नुहोस् :

(क) ग्रुप र पिरियड

(ख) क्लोरिन र सोडियम

(ग) ग्रुप 1 र ग्रुप 17 का तत्त्वहरू

(घ) इलेक्ट्रोनेगेटिभिटी र इलेक्ट्रोपोजिटिभिटी

4. तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(क) आधुनिक पेरियोडिक नियम लेख्नुहोस् ।

(ख) आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा कतिओटा ग्रुप र पिरियड छन् ?

(ग) आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा सोडियमको स्थान लेख्नुहोस् । यसलाई अल्काली धातु भनिनुको कारण के हो ?

(घ) दिइएका तत्त्वहरूको आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा स्थान लेख्नुहोस् : अल्काली धातु, अल्कलाइन अर्थ धातु, निष्क्रिय ग्यास, सङ्क्रमण धातु, ल्यान्थेनाइडस, एक्टिनाइडस

(ङ) सल्फरको इलेक्ट्रोनिक विन्यास लेखी आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान लेख्नुहोस् ।

(च) आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा मुख्यतयाः केका आधारमा ग्रुप र पेरियोड छुट्याइएको हुन्छ ?

(छ) फ्लोरिन, क्लोरिन र ब्रोमिन पेरियोडिक तालिकाको कुन समूहमा पर्छन् ? यीमध्ये कुन तत्त्व सबैभन्दा सक्रिय हुन्छ, किन ?

(ज) तपाईँलाई आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा केही सुधार गर्ने मौका दिइयो भने के कुरा सुधार गर्नुहुन्छ, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

15 रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical Reaction)

हामीले अगिल्लो कक्षामा भौतिक र रासायनिक परिवर्तनबारे अध्ययन गरिसकेका छौँ । भौतिक परिवर्तन के हो ? रासायनिक परिवर्तन के हो ? भौतिक र रासायनिक परिवर्तनका बिचमा के फरक छ ? फलाममा खिया लाग्नु, दुधबाट दही बन्नु, चामलबाट भात बन्नु, दाउरा जलेर खरानी बन्नु, सलाईको काटी बल्नु, प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया आदि कुन कुन प्रकारका परिवर्तन हुन् ? रासायनिक परिवर्तन के हो ? प्रतिक्रियारत र उत्पादित पदार्थ के के हुन् ? रासायनिक प्रतिक्रियाका प्रकार के के हुन् ? यस विषयमा छलफल गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् । साथै चित्रको अवलोकन गर्दै यिनीहरूमा कस्ता रासायनिक परिवर्तन हुन्छन्, छलफल गर्नुहोस् ।

क्रियाकलाप 15.1 रासायनिक प्रतिक्रियाको अवलोकन

उद्देश्य : रासायनिक प्रतिक्रियाको अवलोकन गर्नु

सामग्री : परीक्षण नली, ड्रपर, फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, सोडियम हाइड्रोअक्साइड

विधि

1. प्रयोगशालामा एउटा परीक्षण नली लिनुहोस् ।
2. शिक्षकको सहयोगमा उक्त परीक्षण नलीमा ड्रपरको सहायताले 10 थोपा जति फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल राख्नुहोस् ।

3. उक्त अम्लमा करिब 10 थोपा फिक्का सोडियम हाइड्रोअक्साइड मिसाउनुहोस् ।

4. अब परीक्षण नलीमा भएको परिवर्तन अवलोकन गरी प्राप्त निष्कर्षलाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष : .... ।

रासायनिक समीकरण (Chemical equation)

रासायनिक परिवर्तन हुँदा प्रतिक्रियारत पदार्थ (reactants) हरूका परमाणु र अणुहरूबिच इलेक्ट्रोनको साटफेर, सङ्गठन वा विघटन भई नयाँ उत्पादित पदार्थ (products) बन्छ । यस्तो प्रक्रियालाई रासायनिक प्रतिक्रिया (chemical reaction) भनिन्छ । रासायनिक प्रतिक्रियामा संलग्न (प्रतिक्रियारत) र उत्पादित पदार्थलाई शब्द, सङ्केत तथा सूत्रहरूद्वारा लेखिएको समीकरणलाई रासायनिक समीकरण (chemical equation) भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 15.2

दिइएको सन्तुलित रासायनिक समीकरण अध्ययन गर्नुहोस् । यसका आधारमा निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गरी छलफलको निष्कर्ष कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् :

$$2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$$

(क) प्रतिक्रियारत पदार्थ र उत्पादित पदार्थ के के हुन् ?

(ख) प्रतिक्रियारत पदार्थ र उत्पादित पदार्थमा प्रत्येक तत्त्वका कति कतिओटा परमाणु रहेका छन् ?

रासायनिक प्रतिक्रियाका किसिम (Types of chemical reaction)

प्रतिक्रियारत पदार्थ र उत्पादित पदार्थका प्रकारका आधारमा रासायनिक प्रतिक्रियालाई निम्नप्रकारमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ :

1. संयोजन प्रतिक्रिया (Combination reaction)

दुई वा दुईभन्दा बढी प्रतिक्रियारत पदार्थ (reactant) मिली एउटा मात्र उत्पादित पदार्थ (product) बन्ने रासायनिक प्रतिक्रियालाई संयोजन प्रतिक्रिया (combination reaction) भनिन्छ ।

संयोजन प्रतिक्रियाका केही उदाहरण

1.	$2Na$	+	Cl_2	→	$2NaCl$
	सोडियम		क्लोरिन		सोडियम क्लोराइड
2.	C	+	O_2	→	CO_2
	कार्बन		अक्सिजन		कार्बन डाइअक्साइड
3.	N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
	नाइट्रोजन		हाइड्रोजन		एमोनिया
4.	$2Mg$	+	O_2	→	$2MgO$
	म्याग्नेसियम		अक्सिजन		म्याग्नेसियम अक्साइड
5.	$4Fe$	+	$3O_2$	→	$2Fe_2O_3$
	आइरन (फलाम)		अक्सिजन		फेरिक अक्साइड

2. विच्छेदन प्रतिक्रिया (Decomposition reaction)

विच्छेदन प्रतिक्रियामा एउटा प्रतिक्रियारत पदार्थ विभाजन भई दुई वा दुईभन्दा बढी उत्पादित पदार्थ बन्छन् । ताप, चाप र अन्य कारणले प्रतिक्रियारत पदार्थ विच्छेदन हुन्छन्, जस्तै : दिइएका केही रासायनिक प्रतिक्रियाका समीकरण हेरौँ :

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

$$2NaOH(s) \rightarrow Na_2O(s) + H_2O(l)$$

$$H_2CO_3(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$

क्रियाकलाप 15.3

माथि दिइएको चित्र अध्ययन गर्नुहोस् र तलका प्रश्नका सम्बन्धमा छलफल गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् :

(क) माथि दिइएको रासायनिक समीकरणमा प्रतिक्रियारत पदार्थ र उत्पादित पदार्थ के के हुन् ?

(ख) यो रासायनिक समीकरण कुन प्रकारको रासायनिक प्रतिक्रिया हो ?

(ग) रासायनिक समीकरणको सन्तुलित समीकरण लेख्नुहोस् ।

3. विस्थापन प्रतिक्रिया (Displacement reaction)

रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा एउटा प्रतिक्रियारत पदार्थको परमाणु वा रेडिकललाई अर्को प्रतिक्रियारत पदार्थको परमाणु वा रेडिकलले विस्थापन गरी नयाँ उत्पादित पदार्थ बन्ने प्रतिक्रियालाई विस्थापन प्रतिक्रिया (displacement reaction) भनिन्छ । विस्थापन प्रतिक्रिया दुई प्रकारका हुन्छन् ।

(क) एकल विस्थापन प्रतिक्रिया (Single displacement reaction)

एकल विस्थापन प्रतिक्रियामा एक तत्त्व वा आयोनले यौगिकको अर्को तत्त्व वा आयोनलाई प्रतिस्थापन गर्छ ।

$Zn(s) + H_2SO_4\,(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$

$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow 2\ Ag + Cu(NO_3)_2$

$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

$Br_2 + 2KI \rightarrow 2 KBr + I_2$

क्रियाकलाप 15.4

उद्देश्य : फलामको किलामा तामाको लेपन गर्नु

सामग्री : बिकर, कपरसल्फेटको घोल, फलामको किला, धागो

विधि

एउटा बिकरमा आधाजति कपरसल्फेटको घोल लिनुहोस् ।

बिकरमा फलामको किला डुबाएर रातभरि छोडी दिनुहोस् ।

त्यसपछि अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

(क) यसमा कस्तो परिवर्तन देख्नुभयो ?

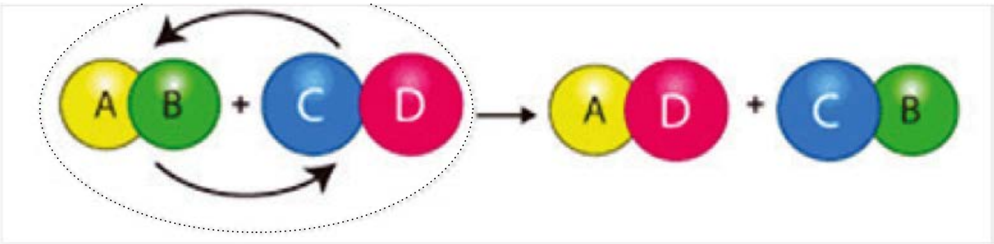
(ख) प्रतिक्रियारत पदार्थ र उत्पादित पदार्थ के के हुन् ?

(ग) दिइएको रासायनिक प्रतिक्रिया कुन प्रकारको रासायनिक प्रतिक्रिया हो ?

(घ) यसको सन्तुलित रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।

(ख) दोहोरो विस्थापन प्रतिक्रिया (Double displacement reaction)

दुई यौगिकमा रहेका आयोनहरूको आदानप्रदानद्वारा दुई नयाँ यौगिकहरू बन्ने रासायनिक प्रतिक्रियालाई दोहोरो विस्थापन प्रतिक्रिया भनिन्छ ।



$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO$

$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$

$Pb(NO_3)_2 + 2\,KI \rightarrow 2\,KNO_3 + PbI_2$

4. अम्ल क्षार प्रतिक्रिया (Acid base reaction)

क्रियाकलाप 15.5

एउटा बिकरमा आधाजति भिनेगर राख्नुहोस् । त्यसमा चुनपानी राख्नुहोस् । के परिवर्तन आयो, अवलोकन गर्नुहोस् । यसका बारेमा छलफल गरी निष्कर्ष कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अम्ल र क्षारबिच रासायनिक प्रतिक्रिया भई लवण र पानी उत्पादन हुने प्रतिक्रियालाई अम्ल क्षार प्रतिक्रिया र विस्थापन प्रतिक्रिया भनिन्छ । यो पनि एक प्रकारको दोहोरो विस्थापन प्रतिक्रिया हो । अम्ल क्षार प्रतिक्रियाका क्रममा अम्लको अम्लीयपना र क्षारको क्षारीयपना हट्न गई तटस्थ पदार्थ बन्छन् । त्यसैले यसप्रकारको प्रतिक्रियालाई निराकरण प्रतिक्रिया (neutralization reaction) भनिएको हो ।

Acid	+	Base	→	Salt	+	Water
अम्ल		क्षार		लवण		पानी
HCl (अम्ल)	+	NaOH (क्षार)	→	NaCl (लवण)	+	H_2O (पानी)
H_2SO_4 (अम्ल)	+	2NaOH (क्षार)	→	$Na_2\,SO_4$ (लवण)	+	H_2O (पानी)
KOH (क्षार)	+	HNO_3 (अम्ल)	→	KNO_3 (लवण)	+	H_2O (पानी)
CaO (क्षार)	+	2HCl (अम्ल)	→	$CaCl_2$ (लवण)	+	H_2O (पानी)

रासायनिक प्रतिक्रियाको दर (Rate of chemical reaction)

विभिन्न रासायनिक प्रतिक्रियाको गति फरक फरक हुन्छ । केही प्रतिक्रिया द्रुत गतिमा हुन्छन् भने केही बिस्तारै हुन्छन् । उदाहरणका लागि अम्ल र क्षारको रासायनिक प्रतिक्रिया द्रुत गतिमा हुन्छ भने फलाममा खिया लाग्ने रासायनिक प्रतिक्रियाको गति ढिलो हुन्छ । अतः एकाइ समयमा प्रतिक्रियारत पदार्थ उत्पादित पदार्थमा परिवर्तन हुने गतिलाई रासायनिक प्रतिक्रियाको दर भनिन्छ । रासायनिक प्रतिक्रिया सुरु हुनुअगि प्रतिक्रियारत पदार्थको कनसन्ट्रेसन (concentration) अधिकतम हुन्छ र उत्पादित पदार्थको कन्सन्ट्रेसन शून्य हुन्छ किनकि सुरुमा कुनै उत्पादन हुँदैन । जब प्रतिक्रिया सुरु हुन्छ, प्रतिक्रियारत पदार्थको कन्सन्ट्रेसन घट्न थाल्छ भने उत्पादित पदार्थको कन्सन्ट्रेसन उत्पादन हुन थालेपछि बढ्न थाल्छ । तसर्थ प्रतिक्रियाका साथसाथै प्रतिक्रियारत र उत्पादित पदार्थको कनसन्ट्रेसन परिवर्तन हुन्छ ।

क्रियाकलाप 15.6

उद्देश्य : रासायनिक प्रतिक्रियाको दर अवलोकन गर्नु

सामग्री : बिकर, कागतीको रस, बेकिङ सोडा

विधि

1. एउटा बिकरमा 100 ml कागतीको रस लिनुहोस् ।
2. त्यसमा एक ग्राम बेकिङ सोडा राखेर अवलोकन गर्नुहोस् ।
3. बेकिङ सोडा ($NaHCO_3$) क्षार हो र कागतीको रसमा एसिड पाइन्छ ।
4. अब बेकिङ सोडा गायब हुने समयको गणना गर्नुहोस् ।
5. बेकिङ सोडा र कागतीको रसबिचको प्रतिक्रियाको दरका बारेमा आफ्नो निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

निष्कर्ष :..।

रासायनिक प्रतिक्रियाको दरमा प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू (Factors affecting rate of chemical reaction)

(क) उत्प्रेरक (Catalyst)

क्रियाकलाप 15.7

उद्देश्य : रासायनिक प्रतिक्रियामा उत्प्रेरकको प्रभाव अवलोकन गर्नु

सामग्री : परीक्षण नली, हाइड्रोजन पेरोअक्साइड, MnO_2 (Manganese dioxide)

विधि

1. दुईओटा परीक्षण नली लिनुहोस् ।
2. शिक्षकको सहयोगमा दुबै परीक्षण नलीमा पाँच पाँच मिलिलिटर हाइड्रोजन पेरोअक्साइड राख्नुहोस् ।
3. यीमध्ये एउटा परीक्षण नलीमा MnO_2 (Manganese dioxide) राख्नुहोस् ।
4. कुन परीक्षण नलीमा छिटो रासायनिक प्रतिक्रिया सम्पन्न हुन्छ, अवलोकन गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

निष्कर्ष : ....।

रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने वा घटाउने रासायनिक पदार्थलाई उत्प्रेरक भनिन्छ । यी पदार्थले रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने वा घटाउने काम मात्र गर्छन् तर रासायनिक प्रतिक्रियामा आफू परिवर्तन हुँदैनन् । रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने उत्प्रेरक पदार्थलाई सकारात्मक उत्प्रेरक (positive catalyst) भनिन्छ, जस्तै : MnO_2 (Manganese dioxide), Fe आदि सकारात्मक उत्प्रेरक (positive catalyst) का उदाहरण हुन् । त्यसैगरी रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई घटाउने पदार्थलाई नकारात्मक उत्प्रेरक (negative catalyst) भनिन्छ, जस्तै : H_3PO_4 (Phosphoric acid) आदि नकारात्मक उत्प्रेरकका उदाहरण हुन् ।

$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2KCl + 3O_2$$

यहाँ MnO_2 सकारात्मक उत्प्रेरक हो ।

$$2H_2O_2 \xrightarrow{H_3PO_4} 2H_2O + O_2$$

यहाँ H_3PO_4 नकारात्मक उत्प्रेरक हो ।

(ख) ताप (Heat)

क्रियाकलाप 15.8

उद्देश्य : रासायनिक प्रतिक्रियाको दरमा तापको प्रभाव अवलोकन गर्नु

सामग्री : दुईओटा गिलास, तातोपानी र चिसो पानी, भिटामिन C को चक्की

विधि

(क) दुईओटा गिलास लिनुहोस् ।

(ख) एउटा गिलासमा तातोपानी र अर्को गिलासमा चिसोपानी राख्नुहोस् ।

(ग) दुबै गिलासमा एउटा एउटा भिटामिन C को चक्की एकै समयमा राख्नुहोस् ।

(घ) कुन गिलासमा छिटो रासायनिक प्रतिक्रिया सम्पन्न हुन्छ, अवलोकन गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

निष्कर्ष : ....।

सामान्यतया प्रतिक्रियारत पदार्थको तापक्रम वृद्धि गर्दा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर बढ्छ भने तापक्रम घटाएमा रासायनिक प्रतिक्रयाको दर पनि घट्छ ।

$$2KClO_3 \xrightarrow{Heat} 2KCl + 3O_2$$

(ग) चाप (Pressure)

ग्याससहरूबिचको रासायनिक प्रतिक्रिया प्रतिक्रियारत अवस्थाको चापमा निर्भर गर्छ । सामान्यतया ग्यासको चाप वृद्धि हुँदा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि क्रमशः बढ्दै जान्छ । बढी चाप भएको अवस्थामा रासायनिक प्रतिक्रिया छिटो हुन्छ ।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{200\text{-}900atm} 2NH_3(g)$$

(घ) सतहको क्षेत्रफल (Surface area)

रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा प्रतिक्रियारत पदार्थको एकआपसमा सम्पर्कमा आउने सतहको क्षेत्रफल कम भए रासायनिक प्रतिक्रिया ढिलो हुन्छ । तर सतहको क्षेत्रफल बढी भएमा रासायनिक प्रतिक्रिया पनि छिटो हुन्छ ।

क्रियाकलाप 15.9

उद्देश्य : रासायिनक प्रतिक्रियाको दरमा सतहको क्षेत्रफलको प्रभाव अवलोकन गर्नु

सामग्री : दुईओटा बिकर, पानी, भिटामिन C को चक्की र धुलो

विधि

(क) दुईओटा बिकर लिनुहोस् ।

(ख) दुबै बिकरमा पानी भर्नुहोस् ।

(ग) एउटा बिकरमा भिटामिन C को एउटा चक्की र अर्को गिलासमा एउटा चक्कीको धुलो एकै समयमा राख्नुहोस् ।

(घ) कुन बिकरमा छिटो रासायनिक प्रतिक्रिया सम्पन्न हुन्छ, अवलोकन गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

निष्कर्ष : ....।

(ङ) प्रकाश (Light)

क्रियाकलाप 15.7

उद्देश्य : रासायनिक प्रतिक्रियाको दरमा प्रकाशको प्रभाव अवलोकन गर्नु

सामग्री : एउटा बिकर, हाइड्रोजन पेरोअक्साइड

विधि

(क) एउटा बिकरमा केहीमा मात्रामा हाइड्रोजन पेरोअक्साइड लिनुहोस् ।

(ख) त्यसलाई केहीबेर घाममा राखेर यसमा आएको परिवर्तन अवलोकन गर्नुहोस् ।

(ग) यसका कारणबारे छलफल गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

निष्कर्ष : .... ।

कुनै कुनै रासायनिक प्रतिक्रिया हुन प्रकाशको आवश्यकता पर्छ । प्रकाशको उपस्थितिमा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर बढ्न जान्छ ।

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{प्रकाश र chlorophyll}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

कार्बनडाइअक्साइड पानी ग्लुकोज अक्सिजन

$$2AgNO_3 \xrightarrow{\text{Light}} 2NO_2 + O_2 + 2Ag$$

सिल्भर नाइट्रेट नाइट्रोजनडाइअक्साइड अक्सिजन सिल्भर

अभ्यास

1. **तलका प्रश्नको सही विकल्पमा ठिक चिह्न (√) लगाउनुहोस् :**

(क) सोडियम क्लोराइड र सिल्भर नाइट्रेटबिच हुने रासायनिक प्रतिक्रिया कुन हो ?

(अ) संयोजन प्रतिक्रिया (आ) विभाजन प्रतिक्रिया

(इ) एकल विस्थापन प्रतिक्रिया (ई) दोहोरो विस्थापन प्रतिक्रिया

(ख) $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$, कस्तो प्रकारको रासायनिक प्रतिक्रिया हो ?

(अ) संयोजन प्रतिक्रिया (आ) विभाजन प्रतिक्रिया

(इ) अम्ल क्षार प्रतिक्रिया (ई) विस्थापन प्रतिक्रिया

(ग) दिइएको रासायनिक प्रतिक्रियामा प्रतिक्रियारत पदार्थ X कुन हो ?

$HCl + X \rightarrow NaCl + H_2O$

(अ) NaOH (आ) Na

(इ) NaH (ई) $Na + H_2O$

(घ) क्याल्सियम कार्बोनेटलाई तताउँदा हुने रासायनिक प्रतिक्रिया कुन प्रकारको हो ?

(अ) संयोजन प्रतिक्रिया (आ) विभाजन प्रतिक्रिया

(इ) अम्ल क्षार प्रतिक्रिया (ई) विस्थापन प्रतिक्रिया

2. **कारण दिनुहोस् :**

(क) हाइड्रोजन पेरोअक्साइडलाई पारदर्शी भाँडामा राखिँदैन ।

(ख) अम्ल क्षार प्रतिक्रियालाई निराकरण प्रतिक्रिया भनिन्छ ।

(ग) रासायनिक प्रतिक्रियाको गति प्रतिक्रियाअनुसार फरक हुन्छ ।

3. **फरक लेख्नुहोस् :**

(क) एकल र दोहोरो विस्थापन रासायनिक प्रतिक्रिया

(ख) संयोजन र विच्छेदन प्रतिक्रिया

4. दिइएका रासायनिक समीकरणलाई सन्तुलन गरी प्रकार लेख्नुहोस् :

(क) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

(ख) $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

(ग) $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

(घ) $Zn + H_2SO_4 \rightarrow Zn\ SO_4 + H_2$

(ङ) $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2\ (SO_4)_3 + H_2$

5. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

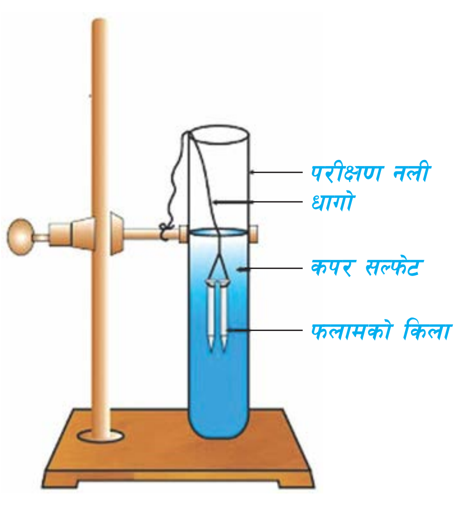
(क) रासायनिक समीकरण भनेको के हो, कुनै एउटा उदाहरणबाट प्रस्ट पार्नुहोस् ।

(ख) रासायनिक प्रतिक्रियाको दर भनेको के हो, रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई असर पार्ने कुनै चार तत्त्व उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ग) विस्थापन प्रतिक्रिया भनेको के हो, यसका कुनै दुईओटा उदाहरण सन्तुलित रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् ।

(घ) विभाजन प्रतिक्रियाका कुनै दुईओटा उदाहरण सन्तुलित रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् ।

(ङ) तल दिइएको चित्रमा कुन प्रकारको रासायनिक प्रतिक्रिया हुन्छ ? उक्त प्रतिक्रियाको सन्तुलित रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।



(च) चार जना विद्यार्थी A, B,C, D लाई विज्ञान प्रयोगशालामा विच्छेदन प्रतिक्रिया गर्न लगाइन्छ । प्रत्येक विद्यार्थीले तल दिएअनुसार फरक फरक विधि अपनाए :

(अ) विद्यार्थी A ले Mg को रिबन बालेछन् ।

(आ) विद्यार्थी B ले Zn लाई $FeSO_4$ को घोलमा मिसाएछन् ।

(इ) विद्यार्थी C ले $KClO_3$ लाई परीक्षण नलीमा तताएछन् ।

(ई) विद्यार्थी D ले Zn लाई HCl को घोलमा मिसाएछन् ।

कुन विद्यार्थीले सही विधि अपनाएछन्, उक्त विच्छेदन प्रतिक्रियाको सन्तुलित रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।

(छ) समिरले एउटा म्याग्नेसियम रिबन जलाउँछन्, जुन रिबन वा सानो फित्ता जस्तो हुन्छ । जल्दा उक्त तत्त्वले उज्यालो प्रकाश दिएर सेतो धुलो A बन्छ । अब A के हो पत्ता लगाउनुहोस् । उक्त प्रतिक्रियाको सन्तुलित रासायनिक समीकरण पनि लेख्नुहोस् ।

16

ग्यास
(Gases)

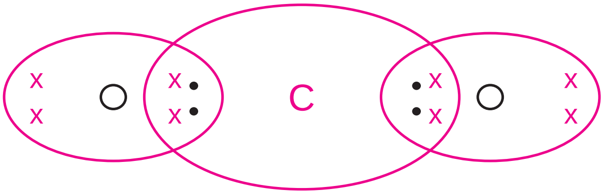
कहिलेकाहीँ इनार सफा गर्दा निस्सासिएर मानिस मरेको समाचार सुन्नुभएको होला । त्यस्तै गुफामा गएपछि उकुसमुकुस भएको अनुभव गर्नुभएको होला । यस्तो इनारभित्र जाँदा मानिस निस्सासिनुको कारण के होला ? त्यसैगरी गुफामा गएपछि उकुसमुकुस हुनुको कारण के हुनसक्ला ? रेफ्रिजेरेटरमा प्रयोग गरिने ग्यास कुन होला ? यसको प्रयोग किन गरिन्छ होला ? यी प्रश्नको उत्तर के हुन सक्छ होला, केहीबेर विचार गरौँ त ! यस एकाइमा हामी माथिका प्रश्नसँग सम्बन्धित केही ग्यासअन्तर्गत कार्बनडाइअक्साइड र एमोनिया ग्यासका बारेमा छलफल गर्ने छौँ ।

16.1 कार्बनडाइअक्साइड ग्यास (Carbon dioxide gas)

कार्बनडाइअक्साइड ग्यास कोइला, काठ, मटितेल, तेल, बोसो, मैन इत्यादि बल्दा निस्किएर हावामा मिसिन्छ । बिरुवा तथा जनावरले श्वासप्रश्वास गर्दा, ज्वालामुखी विस्फोटन हुँदा, सडेगलेका वा कुहिएका जैविक फोहोर आदिबाट पनि यो ग्यास हावामा मिसिएको हुन्छ । पृथ्वीको वायुमण्डलमा रहेको हावाको संरचनामा करिब 0.03 प्रतिशत कार्बनडाइअक्साइड ग्यास प्राकृतिक स्रोतका रूपमा रहेको हुन्छ । वनविनाश र इन्धनको दहनबाट उत्पन्न भएको ग्यास कार्बनडाइअक्साइड ग्यासका कृतिम स्रोत हुन् । सन् 1630 मा भान हेल्मोन्ट (Van Helmont) ले काठलाई बालेर कार्बनडाइअक्साइड ग्यास पत्ता लगाएका थिए । त्यसैगरी सन् 1755 मा जोसेफ ब्ल्याक (Joseph Black) ले म्याग्नेसियम कार्बोनेटलाई बालेर यो ग्यास तयार गरेका थिए । पछि सन् 1783 मा लाभोइजिएर (Lavoisier) ले यस ग्यासलाई कार्बन र अक्सिजनको यौगिक भनी प्रमाणित गरेका थिए ।

कार्बनडाइअक्साइड ग्यासबारे केही तथ्यहरू

अणु सूत्र	आणविक भार
CO_2	44



चित्र 16.1

प्रयोगशालामा कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बनाउने तरिका (Laboratory preparation of carbon dioxide gas)

प्रयोगशालामा चुनढुङ्गा ($CaCO_3$) का टुक्रालाई फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (dil. HCl) सँग रासायनिक प्रतिक्रिया गरी कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बनाइन्छ ।

क्याल्सियम कार्बोनेट + फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल → क्याल्सियम क्लोराइड + पानी + कार्बनडाइअक्साइड

$$CaCO_3\,(S) + 2HCl\,(aq) \rightarrow CaCl_2\,(aq) + H_2O\,(l) + CO_2\,(g)$$

आवश्यक उपकरण

उल्फ बोतल, ग्यासजार, थिसल फनेल, डेलिभरी ट्युब, रबर कर्क तथा केही परीक्षण नलीहरू

आवश्यक रसायन

चुनढुङ्गा वा मार्बलका टुक्रा अथवा क्याल्सियम कार्बोनेटको पाउडर वा अन्डाका बोक्रा वा खरीढुङ्गा, फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, फेनोल्फथालिन, चुन पानीको घोल, फिका सोडियम हाइड्रोअक्साइड, निलो लिटम पेपर

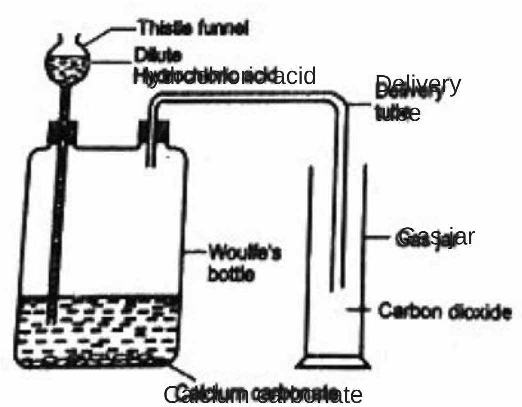
विधि (Method)

प्रयोगात्मक क्रियाकलाप : 1

(क) ग्यास तयार पार्नका लागि आवश्यक पर्ने उपकरण र रसायन जम्मा पार्नुहोस् ।

(ख) एउटा उल्फ बोटलमा त्यसको एउटा प्वालबाट केही चुनढुङ्गाका टुक्रा राख्नुहोस् ।

(ग) चित्रमा देखाइए जस्तै कर्कको प्रयोग गरी उल्फ बोटलको अर्को प्वालमा थिसल फनेल र डेलिभरी ट्युब हावा ननिस्कने गरी जडान गर्नुहोस् ।



चित्र 16.2

(घ) थिसल फनेलको सहायताबाट चुन ढुङ्गा छोपिने गरी फिका हाइड्रोक्लोरिक एसिड बिस्तारै उल्फ बोटलमा खन्याउनुहोस् ।

(ङ) डेलिभरी ट्युबको अर्को छेउ माथितिर मुख फर्काएर राखिएको ग्यासजारमा पठाउनुहोस् ।

(च) चुनढुङ्गाका टुक्रा र अम्लबिच हुने प्रतिक्रिया अवलोकन गर्नुहोस् ।

(छ) प्रतिक्रियापश्चात् कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बन्छ । यसरी बनेको ग्यास उल्फ बोटलबाट डेलिभरी ट्युब हुँदै ग्यासजारमा जम्मा हुन्छ । यो ग्यास हावाभन्दा गह्रौँ भएकाले खुला ग्यासजारमा हावालाई माथितिर विस्थापित गर्दै जम्मा हुन्छ ।

सावधानी (Precautions)

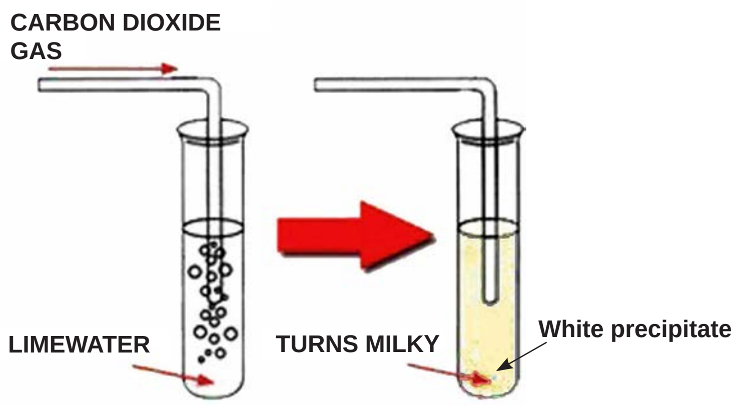
1. उल्फ बोतलभित्र रहेको डेलिभरी ट्युबको टुप्पो अम्लमा डुब्ने गरी राख्नुहुँदैन ।
2. थिसल फनेलको टुप्पो अम्लमा डुब्ने गरी राख्नुपर्छ ।

परीक्षण (Test)

1. कार्बनडाइअक्साइड ग्यासको परीक्षणका लागि बलिरहेको सलाईको काटी ग्यासजारको मुखमा लैजाँदा निभ्छ किनकि कार्बनडाइअक्साइड ग्यासले वस्तुलाई न त बाल्न सहयोग गर्छ न आफैँ बल्छ ।
2. कार्बनडाइअक्साइड जम्मा पारिएको ग्यासजारमा भिजेको निलो लिट्मस कागजलाई डुबाउँदा रातो रङमा परिवर्तन हुन्छ । त्यस्तै उक्त ग्यासजारमा फेनोफ्थालिनको घोल राख्दा रङहीन देखिन्छ । यसबाट ग्यासजारमा कार्बनडाइअक्साइड ग्यास नै जम्मा भएको छ भन्ने थाहा हुन्छ ।
3. एउटा परीक्षण नलीमा केही चुनपानी राखेर त्यसमा केहीबेर कार्बनडाइअक्साइड ग्यास पठाउँदा चुनपानी दुधिलो सेतो रङको (milky) हुन्छ । चुनपानीमा भएको क्याल्सियम हाइड्रोअक्साइडसँग कार्बनडाइअक्साइडले प्रतिक्रिया गर्दा अघुलनशील क्याल्सियम कार्बोनेट बनेका कारण यो दुधिलो भएको हो । फेरि त्यो घोलमा निरन्तर केहीबेर कार्बनडाइअक्साइड पठाउँदा दुधिलो रङ हराउँछ र क्याल्सियम बाइकार्बोनेटको रङहीन घोल बन्छ ।

$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ (milky) $+ H_2O(l)$

$CaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$ (Colourless)



चित्र 16.3

कार्बनडाइअक्साइड ग्यासका गुणहरू (Properties of carbon dioxide gas)

भौतिक गुणहरू (Physical properties)

1. रङहीन, गन्धहीन र अधातु अक्साइड हो ।
2. यो ग्यास पानीमा घुल्दा कार्बनिक अम्ल बन्ने भएकाले अमिलो स्वाद हुन्छ ।
3. यो ग्यास पानीमा कम मात्रामा घुलनशील हुन्छ ।
4. यो ग्यास हावाभन्दा गह्रौं हुन्छ ।
5. यसले अम्लीय गुण देखाउँछ र भिजेको निलो लिट्मस पेपरलाई रातो बनाउँछ ।
6. यो ग्यास विषालु हुँदैन तर अक्सिजनको अभावमा यो ग्यास भएका ठाउँमा सजीव प्राणी निस्सासिएर मर्छन् ।
7. उच्च चाप र न्यून तापक्रममा यसलाई तरलमा परिवर्तन गर्न सकिन्छ ।
8. यो ग्यासलाई -78 °C मा चिस्याउँदा ठोस बरफ बन्छ जसलाई ड्राइआइस भनिन्छ ।
9. यो आफू पनि बल्दैन र अरूलाई पनि बल्न मदत गर्दैन ।

रासायनिक गुणहरू (Chemical properties)

1. कार्बनडाइअक्साइड न त आफू बल्छ न त अरूलाई बाल्न मदत गर्छ। यसले बलिरहेको वस्तुलाई निभाउँछ। तर बलिरहेको म्याग्नेसियम रिबनलाई यो ग्यास भएको जारमा राखेमा तेजिलो बल्छ र प्रतिक्रिया भई सेतो पाउडर म्याग्नेसियम अक्साइड (MgO) र कार्बनको धुलो बन्छ।

   $$2Mg\ (s) + CO_2\ (g) \rightarrow 2MgO\ (s) + C\ (s)$$

2. कार्बनडाइअक्साइड ग्यास पानीमा घुलेर कार्बोनिक अम्ल (H_2CO_3) बन्छ। पेय पदार्थमा उच्च चापमा यो ग्यास राखी पेय पदार्थ अमिलो स्वादको बनाउन प्रयोग गरिन्छ।

   $$CO_2\ (g) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_2CO_3\ (aq)$$

3. कार्बनडाइअक्साइड ग्यासलाई सफा चुनपानीमा केहीबेर पठाएमा रासायनिक प्रतिक्रिया भई सेतो अघुलनशील क्याल्सियम कार्बोनेट बन्ने हुनाले चुनपानी दुधिलो देखिन्छ।

   $$Ca(OH)_2\ (aq) + CO_2\ (g) \rightarrow CaCO_3\ (s) + H_2O\ (l)$$

   कार्बनडाइअक्साइड ग्यासलाई धेरै समयसम्म चुनपानीमा पठाएमा घुलनशील क्याल्सियम हाइड्रोजन कार्बोनेट $Ca(HCO_3)_2$ बन्छ र क्याल्सियम कार्बोनेटको दुधिलोपना हराएर जान्छ।

   $$CaCO_3\ (s) + H_2O\ (l) + CO_2\ (g) \rightarrow Ca\ (HCO_3)_2\ (aq)$$

4. हरिया बिरुवाले पातमा भएको क्लोरोफिल र प्रकाश शक्तिको उपस्थितिमा वायुमण्डलबाट सोसेर लिएको कार्बनडाइअक्साइड र पानीबिच प्रतिक्रिया गरी कार्बोहाइड्रेट बनाउँछन्।

   $$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{Solar energy}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

5. कार्बनडाइअक्साइडलाई 900°C मा red hot coke सँग रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा कार्बन मोनोअक्साइड (CO) बन्छ।

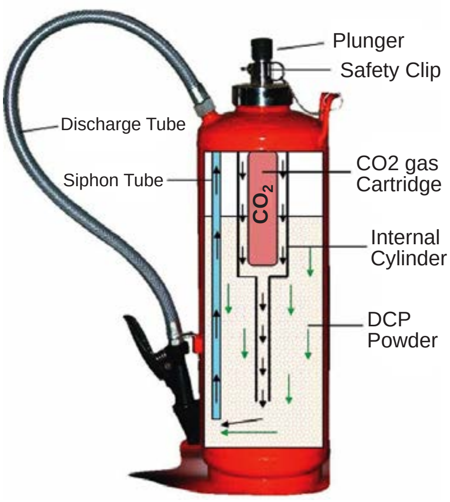
   $$CO_2 + C \rightarrow 2CO$$

कार्बनडाइअक्साइड ग्यासका उपयोगिता (Uses of carbon dioxide gas)

1. नरम पेय पदार्थमा उच्च चापमा कार्बनडाइअक्साइड ग्यास राखिएको हुन्छ ।

2. बिरुवाले खाना बनाउने प्रक्रियामा कच्चा पदार्थका रूपमा यो ग्यासको प्रयोग गर्छन् ।

3. यो ग्यास आगो निभाउन प्रयोग गरिन्छ । आगो निभाउनका लागि प्रयोग गरिने यन्त्रलाई fire extinguisher भनिन्छ । प्राय:जसो आगो निभाउने यन्त्रमा सिलिन्डरभित्र गाढा सोडियम बाइकार्बोनेट घोल र भाँडाको मुखनिर प्लङ्गरसँगै जोडिएको सानो काँचको भाँडोभित्र कडा सल्फ्युरिक अम्ल राखिएको हुन्छ । आगलागीको समयमा प्लङ्गरलाई झट्का दिँदा काँचको भाँडो फुटेर सोडियम बाइकार्बोनेटसँग कडा सल्फ्युरिक अम्ल मिसिएर प्रतिक्रिया हुँदा प्रशस्त कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बन्छ । उक्त ग्यास तीव्र गतिका साथ बाहिर निस्किएर आगोलाई छोप्छ जसले गर्दा उक्त ठाउँमा अक्सिजनको अभाव हुन गई आगो निभ्छ ।



चित्र 16.4

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$$

4. फलफूल, तरकारी, माछामासु आदिलाई न्यून तापक्रममा सुरक्षित राख्न चाहिने सुक्खा बरफ (dry ice) बनाउन कार्बनडाइअक्साइड प्रयोग गरिन्छ ।

5. तरल कार्बनडाइअक्साइड चिनी मिलमा कार्बोनेसन प्रक्रियामार्फत (चिनी प्रशोधन) का लागि प्रयोग गरिन्छ ।

6. यसलाई युरिया मल (NH_2CONH_2), वासिङ सोडा (Na_2CO_3) र वेकिङ सोडाको उत्पादन गर्न पनि प्रयोग गरिन्छ ।

7. यो कार्बोजेन (Carbogen) बनाउन उपयोग गरिन्छ । कार्बोजेन निमोनियाबाट ग्रस्त बिरामीलाई कृत्रिम श्वासप्रश्वासका लागि प्रयोग गरिन्छ ।

8. वनस्पतिले प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियामा कार्बनडाइअक्साइड ग्यास प्रयोग गर्ने गर्छन् ।

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{Solar energy}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

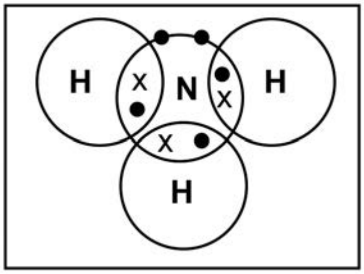
9. बेकरी प्रोडक्टलाई फुलाउन कार्बनडाइअक्साइड ग्यासको प्रयोग गरिएको हुन्छ ।

16.2 एमोनिया (Ammonia)

प्रकृतिमा एमोनिया स्वतन्त्र र मिश्रणका रूपमा पाइन्छ । नाइट्रोजन भएका पदार्थ अक्सिजन नभएको अवस्थामा कुहिँदा यस प्रकारको ग्यास उत्पन्न हुन्छ । त्यस्तै एमोनिया ग्यास मिश्रणका रूपमा एमोनियम क्लोराइड र एमोनियम सल्फेटमा पाइन्छ । लाभोइजिएर (Lavoisier) ले यस ग्यासलाई एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडको मिश्रणलाई तताई बनाएका थिए ।

एमोनियाका बारेमा केही महत्त्वपूर्ण तथ्यहरू

अणु सूत्र	आणविक भार
NH_3	17



चित्र 16.5

एमोनियाको आणविक भार 17 हुन्छ । अक्सिजनको आणविक भार 32, नाइट्रोजनको 28 र कार्बनडाइअक्साइडको 44 हुने भएकाले एमोनिया ग्यास हावाभन्दा हलुका हुन्छ ।

प्रयोगशालामा एमोनिया ग्यास बनाउने तरिका (Laboratory preparation of ammonia gas)

एमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड $Ca(OH)_2$ लाई 2:1 को अनुपातमा मिश्रण बनाएर हार्ड ग्लास टेस्टट्युबमा राखी बिस्तारै तताएर प्रयोगशालामा एमोनिया ग्यास बनाइन्छ ।

एमोनियम क्लोराइड + क्याल्सियम हाइड्रोअक्साइ → क्याल्सियम क्लोराइड + पानी + एमोनिया

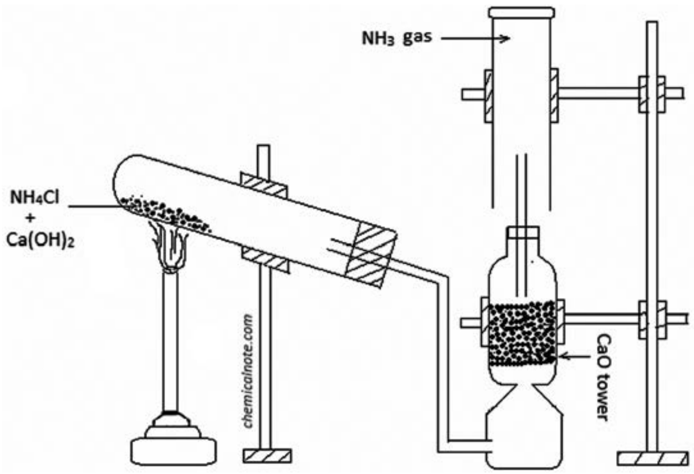
$$2NH_4Cl\,(s) + Ca(OH)_2\,(s) \rightarrow CaCl_2\,(s) + 2H_2O\,(l) + 2NH_3\,(g)$$

आवश्यक उपकरण : हार्डग्लास टेस्टट्युब, तापको स्रोत, ग्यासजार, स्ट्यान्ड, लाइमटावर, डेलिभरी ट्युब आदि ।

आवश्यक रसायनहरू : एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड

विधि (Method)

1. एमोनिया ग्यास तयार पार्नका लागि आवश्यक पर्ने उपकरण र रसायनहरू जम्मा पार्नुहोस् ।



चित्र 16.6

2. एमोनियम क्लोराइड र क्लाल्सियम हाइड्रोअक्साइडलाई 2 : 1 को अनुपातमा मिश्रण बनाई हार्डग्लास टेस्टट्युबमा राख्नुहोस् ।
3. चित्रमा देखाए जस्तै गरी हार्डग्लास टेस्टट्युबको मुखमा कर्कसहित डेलिभरी नली जोड्नुहोस् । अलिकति ढल्के पर्ने गरी टेस्टट्युबलाई स्ट्यान्डमा जोड्नुहोस् र डेलिभरी ट्युबको अर्को छेउलाई लाइमटावरमा जडान गर्नुहोस् ।
4. अब हार्डग्लास टेस्टट्युबलाई बिस्तारै तताउनुहोस् र रासायनिक प्रतिक्रिया भएर तयार भएको एमोनिया ग्यास अवलोकन गर्नुहोस् ।
5. यो ग्यासलाई सुख्खा रूपमा प्राप्त गर्न क्याल्सियम अक्साइड राखिएको लाइम टावर (Lime tower) को प्रयोग गरिन्छ । एमोनिया पानीमा अत्यन्त घुलनशील हुने भएकाले यसलाई पानीको विस्थापन विधिमार्फत जम्मा गरिँदैन । यो ग्यास हावाभन्दा हलुको हुनाले हावालाई तलतिर विस्थापन गरी ग्यासजारमा जम्मा गरिन्छ ।

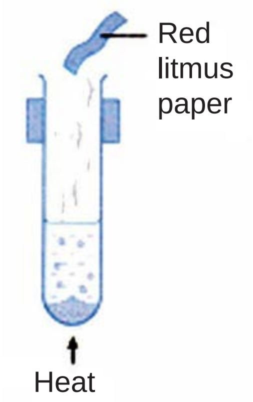
सावधानी (Precautions)

> **तपाईँलाई थाहा छ ?**
>
> क्याल्सियम अक्साइडले एमोनियामा भएको ओसिलोपनलाई सोसेर लिन्छ । त्यसैले लाइम टावरबाट यसलाई पठाउँदा शुद्ध एमोनिया बन्छ ।

1. हार्ड ग्लास टेस्टट्युबको मुख अलिकति ढल्काएर राख्नुपर्छ जसले गर्दा एमोनिया ग्यासको उत्पादनसँगै उत्पादन भएको पानीको बाफ लाइम टावरतर्फ जान्छ र टेस्टट्युब फुट्नबाट जोगिन्छ ।
2. हार्डग्लास टेस्टट्युबको मुख हावा नछिर्ने गरी कर्कले बन्द गर्नुपर्छ ।
3. एमोनिया ग्यासलाई सुक्खा र शुद्ध बनाउन क्याल्सियम अक्साइड भरिएको लाइम टावरमा पठाउनुपर्छ । यो ग्यास पानीमा अत्यधिक घुलनशील भएकाले विस्थापन विधिद्वारा जम्मा गर्नुहुँदैन ।

परीक्षण (Test)

1. यो ग्यास क्षारीय भएकाले भिजेको रातो लिट्मस पेपरलाई ग्यासजारभित्र घुसाउँदा निलो रङमा बदलिन्छ ।
2. एउटा काँचको रडलाई गाढा हाइड्रोक्लोरिक अम्लमा डुबाएर ग्यासजारको मुख नजिकै ठाडो पारेर राख्दा रडबाट नमिठो गन्ध (Pungent smell) भएको सेतो धुवाँ निस्कन्छ । यो धुवाँ Ammonium chloride हो ।



चित्र 16.7

एमोनियाका गुणहरू

भौतिक गुणहरू

1. यो रङहीन ग्यास हो । यसको कडा र पिरो गन्ध हुन्छ ।
2. यो हावाभन्दा हलुको हुन्छ ।
3. यो पानीमा अत्यन्तै घुलनशील छ ।
4. यो क्षारीय ग्यास हो । त्यसैले यसले भिजेको रातो लिट्मस पेपरलाई निलो रङमा बल्छ ।
5. एमोनिया -33.4°C मा तरल बन्छ र –78°C मा ठोस बन्छ ।

रासायनिक गुणहरू

1. यो ग्यास पानीमा घुलनशील छ । यसले पानीमा घुलेर एमोनियम हाइड्रोक्साइड बनाउँछ ।

   $NH_3 (g) + H_2O (l) \rightarrow NH_4OH (aq)$

2. एमोनिया ग्याससले एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी एमोनियम लवण (ammonium salt) बनाउँछ ।

   $NH_3 (g) + HCl (aq) \rightarrow NH_4Cl (aq)$

   एमोनियम क्लोराइड

   $2NH_3(g) + H_2SO_4 (aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4 (aq)$

   एमोनियम सल्फेट

3. पानीमा घोलिएको एमोनिया (NH_4OH) ले एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउँछ ।

   $2NH_4OH (aq) + H_2SO_4 (aq) \rightarrow (NH_4)_2 SO_4 (aq) + 2H_2O (l)$

   $NH_4OH (aq) + HCl (aq) \rightarrow NH_4Cl (aq) + H_2O (l)$

4. करिब 1500°C तापक्रम र उच्च चापमा एमोनिया र कार्बनडाइअक्साइडबिच रासायनिक प्रतिक्रिया भई युरिया बन्छ ।

   $NH_3 (g) + CO_2 (g) \xrightarrow[150 \text{ atm}]{150\text{-}200°C} NH_2 - CO - NH_2 (s) + H_2O (l)$

   (युरिया)

   युरिया एक महत्त्वपूर्ण रासायनिक मल हो ।

5. एमोनिया र अक्सिजन वायुमण्डलमा बल्दा पानी र नाइट्रोजन ग्यास बन्छ ।

   $4NH_3 (g) + 3O_2 (g) \rightarrow 6H_2O (l) + 2N_2 (g)$

6. एमोनिया र अक्सिजनको मिश्रणलाई करिब 800°C तापक्रममा प्लेटिनम गजमा पठाउँदा नाइट्रिक अक्साइड बन्छ ।

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \xrightarrow[pt]{800°C} 6H_2O(l) + 2NO(g)$$

एमोनियाको उपयोगिता

1. यो ग्यास एमोनियम सल्फेट, एमोनियम नाइट्रेट, युरिया, एमोनियम फोस्फेट आदि जस्ता रासायनिक मल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
2. नाइट्रिक एसिड, प्लास्टिक आदि उत्पादन गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।
3. लुगा धुने सोडा बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
4. एमोनियम लवणयुक्त औषधी बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
5. ब्लु प्रिन्ट (Blue Print) निकाल्न प्रयोग गरिन्छ ।
6. चिस्याउने पदार्थ (Cooling agent) का रूपमा फ्रिजमा प्रयोग गरिन्छ ।
7. यो ग्यास फोहोरमैला हटाउने पदार्थ (Cleansing agent) का रूपमा तेल, ग्रिज आदि हटाउन प्रयोग गरिन्छ ।

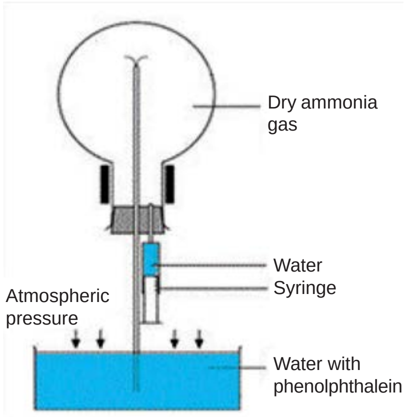
क्रियाकलाप 16.1 फाउन्टेन निर्माण

आवश्यक उपकरण र रसायनहरू : स्टयान्ड, ड्रपर, रबर कर्क, राउन्ड बटम फ्लास्क, नली, ड्राइ एमोनिया, फेनोल्फथालिन आदि ।

प्रयोग विधि

1. आवश्यक उपकरण र रसायन जम्मा गर्नुहोस् ।
2. चित्रमा जस्तै उपकरण सेट गर्नुहोस् ।
3. राउन्ड बटम फ्लास्कमा ड्राइ एमोनिया राखेर त्यसमा हावा नछिर्ने बनाउनुहोस् ।

4. ड्रपर वा सिरिन्जको सहायताले एक थोपा जति पानी राख्नुहोस् । यसरी पानी राख्दा राउन्ड बटम फ्लास्कभित्रको एमोनिया पानीमा घुलेर त्यो भित्र भ्याकुम निर्माण हुन्छ ।



चित्र 16.8

5. राउन्ड बटम फ्लास्कभित्रको हावाको चाप कम भएर फनोल्फ्थालिनको घोल राउन्ड बटम फ्लास्कभित्र प्रवेश गर्छ र एमोनियासित मिसिएर राउन्ड बटम फ्लास्कभित्र गुलाफी रङमा परिवर्तन हुन्छ ।

6. यो प्रयोगबाट एमोनिया ग्यास पानीमा उच्च घुलनशील हुन्छ भनेर प्रमाणित गर्न सकिन्छ ।

हरितगृह प्रभाव (Greenhouse effect)

तपाईंले खुला आकाश भएका बेलामा भन्दा बादल लागेका बेलामा तातो महसुस गर्नुभएको छ होला ? यसको कारण के होला ? यसै गरी तपाईंले पार्क, बोटानिकल गार्डेन, कृषि फार्म आदिमा प्लास्टिकको टनेल वा काँचको घर पनि देख्नुभएको छ होला ? यी हरितगृहका उदाहरण हुन् । पारदर्शक प्लास्टिक वा काँच जस्ता पारदर्शक वस्तुबाट बनेको घर जसले सौर्य विकिरणबाट प्राप्त तापलाई सञ्चित गरी बोटबिरुवाको हरियोपनलाई कायम राख्न सघाउँछ, त्यसलाई हरितगृह भनिन्छ । त्यसैले सौर्य विकिरणबाट प्राप्त तापलाई सञ्चित गर्नुलाई हरितगृह प्रभाव भनिन्छ । हरितगृह प्राकृतिक र कृत्रिम दुई प्रकारका हुन्छन् । यसअन्तर्गत पृथ्वी पनि एउटा प्राकृतिक हरितगृह हो भने पारदर्शक प्लास्टिकको टनेल वा काँचको घर कृत्रिम हरितगृह हो । हाम्रो दैनिक जीवनमा हरितगृहको के महत्त्व छ ? यो नभएमा के हुन्छ ? यसका फाइदा के के हुन्छन् ? आदिबारे एकछिन विचार गरौँ त ।

पृथ्वीको सतह तात्ने प्रक्रियालाई प्राकृतिक हरितगृह प्रभाव भनिन्छ । सूर्यबाट आउने विकिरण पृथ्वीमा आउँदा पृथ्वीको सतहमा केही विकिरण परावर्तन हुन्छन् भने केही विकिरण पृथ्वीले सोस्ने गर्छ । वायुमण्डलमा हरितगृह ग्यास, जस्तै : कार्बनडाइअक्साइड (CO_2), मिथेन (CH_4), नाइट्रस अक्साइड (N_2O), क्लोरोफ्लोरो कार्बन (CFCs), ओजोन (O_3) आदिको पत्र बनेको हुन्छ । वातावरणमा रहेको हरितगृह ग्यासको पत्रले पृथ्वीबाट परावर्तन भएका केही विकिरणलाई फेरि पृथ्वीमै फर्काइदिन्छ भने केही अन्तरिक्षमा जान दिन्छ ।

चित्र 16.9

विचारणीय प्रश्न

वायुमण्डलमा कार्बनडाइअक्साइड कुन कुन स्रोतबाट आएको होला ?

मानवीय क्रियाकलाप, औद्योगिक विकास र प्रदूषणका कारण हरितगृह ग्यासको पत्र बाक्लो हुँदै जान्छ । यसकारण यो पत्रले अझ धेरै विकिरणलाई परावर्तन गरेर पृथ्वीतिर फर्काइदिन्छ र अन्तरिक्षमा झन् थोरै मात्रामा विकिरण जान दिन्छ । त्यसैले मानवीय क्रियाकलापले हरितगृह प्रभावलाई झन बढाइदिने गरेको हुन्छ । वातावरणमा प्राकृतिक हरितगृह ग्यासको पत्र हुनु आवश्यक छ । यो नभएको भए पृथ्वीको तापक्रम अत्यन्तै न्यून हुने थियो । यसमा जीवहरूको उपस्थिति असम्भव हुन्छ । हरितगृह ग्यासको पत्र प्राकृतिक रूपमा भन्दा अनावश्यक रूपमा बाक्लो हुँदा यसले पृथ्वीको तापक्रम असामान्य रूपले निरन्तर बढाउँदै गइरहेको छ । त्यसबाट जलवायुमा परिवर्तन भई थुप्रै नकारात्मक असर पार्दै गइरहेको छ ।

हरितगृह प्रभावका असर

(क) तापक्रममा वृद्धि गराउँछ ।

(ख) जलचक्रमा परिवर्तन ल्याउँछ ।

(ग) मानव स्वास्थ्यमा नराम्रो असर पार्छ ।

(घ) कृषि उत्पादन तथा उत्पादकत्वमा कमी ल्याउँछ ।

(ङ) हिमनदी वा हिम शृङ्खलाहरू पग्लने तथा हिमालमा हिउँको मात्रा घट्दै जान्छ ।

(च) समुद्री सतह बढ्न गई किनाराका बस्तीमा डुबानको समस्या आउन सक्छ ।

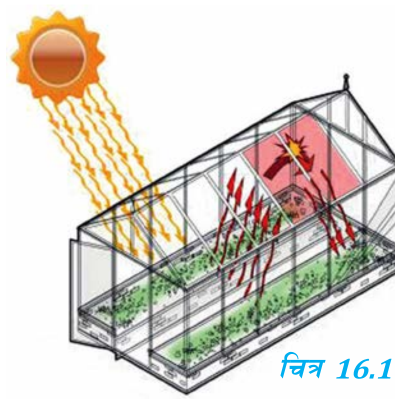
(छ) जैविक विविधतामा ह्रास ल्याउँछ ।

(ज) मरुभूमीकरण गराउँछ ।

(झ) पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन पैदा गर्छ ।

कृत्रिम हरितगृह (Artificial greenhouse)

कृत्रिम हरितगृह काँच वा प्रकाश छिर्ने पारदर्शी प्लास्टिकबाट बनाइएको हुन्छ । यसलाई तातो घर पनि भनिन्छ । काँच वा प्रकाश छिर्ने पारदर्शी प्लास्टिकबाट बनाइएका बिरुवा राख्ने घरलाई हरित गृह (green house) भनिन्छ । सूर्यबाट उत्सर्जित लघु तरङ्ग लम्बाइ (short wavelength) भएका विकिरण हरितगृहमा राखिएका सिसाबाट भित्र छिर्छन् । भित्र छिरिसकेपछि तिनीहरूको केही ऊर्जा हरितगृहले सोसेर लिने गर्छ । यसले गर्दा ती विकिरण दीर्घ तरङ्ग लम्बाइ (long wavelength) भएका विकिरणमा परिणत हुन्छन् । यी दीर्घ तरङ्ग लम्बाइ भएका तरङ्गहरू हरितगृहबाट बाहिर निस्किन सक्दैनन् ।



चित्र 16.10

चित्र 16.11

ती विकिरणहरू ताप शक्तिमा परिणत हुँदा हरितगृहमा ताप शक्ति सञ्चय हुन्छ यसको फलस्वरूप कृत्रिम हरितगृहभित्र तापक्रम वृद्धि हुन्छ । यसलाई नै कृत्रिम हरितगृह प्रभाव (artificial greenhouse effect) भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 16.2

उद्देश्य : कृत्रिम हरितगृहको भित्र र बाहिर तापक्रमको अन्तर अवलोकन गर्नु

सामग्री : पारदर्शक प्लास्टिकको बाकस, थर्मोमिटर

विधि

1. एउटा पारदर्शक प्लास्टिकको बाकस लिनुहोस् ।
2. बाकसलाई एक घण्टा घाममा राख्नुहोस् ।
3. त्यसपछि थर्मोमिटरको सहायताले बाकसभित्र र बाहिरको तापक्रम मापन गरी एउटा तालिकामा टिपोट गर्नुहोस् । यसका आधारमा तलका प्रश्नमा छलफल गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् :

   (क) बाकसभित्र र बाहिरको तापक्रममा के फरक देखियो ?

   (ख) तापक्रममा फरक देखिनुको कारण के होला ?

कृत्रिम हरितगृहको महत्त्व र उपयोगिता (Importance and utility of artificial greenhouse)

कृत्रिम हरितगृहमा तापक्रममा वृद्धि हुने हुनाले बेमौसमी तरकारी लगाउन सकिन्छ । बेमौसमी तरकारीबाट प्रशस्त मात्रामा आयआर्जन गर्न सकिन्छ । यसबाट कतिपय चिसो तापक्रममा आफ्नो अस्तित्व गुमाउन पुगेका बिरुवालाई जोगाउन सकिन्छ । यसका साथै अति चिसो ठाउँमा हुर्कने बिरुवालाई जोगाउन सकिन्छ । हरितगृहको महत्त्व र उपयोगितालाई बुँदागत रूपमा निम्नानुसार उल्लेख गरिएको छ :

(क) निश्चित प्रकारका बिरुवालाई वर्षभरि नै उत्पादन गर्न उपयोगी हुन्छ ।

(ख) चिसो हावापानी भएका ठाउँमा खाद्यपदार्थ उत्पादन गर्न सहयोग गर्छ ।

(ग) फूल, सागपात, फलफूल र विभिन्न बिरुवाको उत्पादन गर्न उपयोगी हुन्छ ।

(घ) हरितगृहभित्रका बिरुवाले वातावरण प्रदूषणलाई नियन्त्रण गर्न सहयोग गर्छ ।

(ङ) हिउँदको समयमा पनि गर्मीमा हुने बोटबिरुवा उमार्न सकिन्छ ।

(च) गर्मी ठाउँमा हुर्कने बिरुवालाई चिसो ठाउँमा समेत उमार्न सकिन्छ ।

पृथ्वी एउटा प्राकृतिक हरितगृह हो, कसरी ?

वायुमण्डलमा रहेका कार्बनडाइअक्साइड, ओजोन, जलवाष्प आदिले पृथ्वीलाई चारैतिरबाट ढाकेको हुन्छ । सूर्यबाट आएको विकिरणलाई पृथ्वीको सतहसम्म आइपुग्न दिन्छ तर पृथ्वीबाट परावर्तन भएको विकिरणलाई फर्केर जान दिँदैन र वायुमण्डलमा नै रोक्छ, यसको फलस्वरूप तापक्रम वृद्धि हुन्छ । यसरी हरितगृह ग्यासले पृथ्वीको सतहको तापक्रम वृद्धि

गराउँछ । यसले कृत्रिम हरितगृहमा राखिएको काँचको जस्तै भूमिका खेल्छ । त्यसैले पृथ्वी पनि एक प्राकृतिक हरितगृह हो भन्न सकिन्छ ।

पृथ्वीमा हरितगृह प्रभाव घटाउने मुख्य उपायहरू

हरितगृह प्रभाव घटाउनका लागि हरितगृह ग्यासको उत्पादन तथा प्रयोगमा नियन्त्रण गर्नुपर्छ । यसका लागि निम्नलिखित उपायहरू अपनाउन सकिन्छ :

1. क्लोरोफ्लोकार्बनको उत्पादन र प्रयोग पूर्ण रूपमा बन्द गर्ने
2. पेट्रोलियम पदार्थ एवम् कोइलाको प्रयोग कम गर्दै वैकल्पिक ऊर्जाका स्रोतको प्रयोग बढाउने
3. जलविद्युत्, वायुऊर्जा जस्ता वैकल्पिक ऊर्जाको प्रयोग बढाउने
4. वृक्षरोपण गर्ने
5. कार्बनडाइअक्साइडको उत्पादन कम गर्ने

अम्लीय वर्षा (Acid rain)

एसिड वा अम्ल कुनै वनस्पतिको पातमा पर्दा के हुन्छ होला ? त्यस्तै चित्रमा दिइएको संरचना निरन्तर खिइँदै गइरहेको छ । यसको कारण के होला ? किन यस्तो भएको होला ? यस्तो हुनबाट जोगाउन के गर्नुपर्ला ? आदि बारेमा एकछिन विचार गरौँ ।

क्रियाकलाप

एउटा काँचको बोतलमा आधाजति फिका हाइड्रोक्लोरिक अम्ल राख्नुहोस् । उक्त हाइड्रोक्लोरिक अम्लमा खसी वा राँगाको हड्डी एक दिनसम्म राख्नुहोस् । एक दिनपछि सावधानीका साथ उक्त हड्डी बाहिर निकाल्नुहोस् । यसलाई अवलोकन गर्दा कस्तो देखियो छलफल गर्नुहोस् र निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।

चित्र 16.12

सन् 1960 मा पहिलो पटक अम्लीय वर्ष पुष्टि भएको पाइन्छ । विभिन्न उद्योग कलकारखानामा माटर गाडी आदिबाट निस्कन सल्फर डाइअक्साइड, कार्बनडाइअक्साइड, नाइट्रस अक्साइड, क्लोरिन जस्ता ग्यासले आकाशमा पानीको बाफसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फ्युरिक अम्ल, कार्बोनिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि

बनाउँछन् र वर्षाको पानीसँगै मिसिएर तल झर्छन् । यसैलाई नै अम्ल वर्षा भनिन्छ । सामान्यतया बर्सातको पानी अम्लीय हुन्छ । यसको pH 6 हुन्छ । अम्लीय वर्षाको pH 3 देखि 5 सम्म हुन्छ ।

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

अम्लीय वर्षाले पृथ्वीमा पार्ने असर

1. अम्लीय वर्षाले मार्बलबाट बनेका मन्दिर, भवन, मूर्ति शिलालेख आदिलाई खियाउँछ ।

   $CaCO_3 (s) + H_2SO_4 (aq) \rightarrow CaSO_4 (s) + CO_2 (g) + H_2O (l)$

2. माटाको अम्लीयपना बढाई उत्पादन क्षमतामा कमी ल्याउँछ ।
3. अम्लीय वर्षाले पानीका स्रोतमा मिसिएर जलचरलाई असर पुऱ्याउँछ ।
4. मानिसमा छालासम्बन्धी रोग ल्याउँछ ।
5. मानव स्वास्थ्यमा असर पर्छ ।

यसलाई रोक्ने तरिका

1. नाइट्रोजन अक्साइड र सल्फर अक्साइडको उत्पादन कम गर्नुपर्छ ।
2. नवीकरणीय ऊर्जाका स्रोतको प्रयोग गर्नुपर्छ ।
3. अम्ल वर्षाका कारण र असरका बारेमा जनचेतना फैलाउनुपर्छ ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्पमा ठिक चिह्न लगाउनुहोस् :

(क) चुनढुङ्गालाई भट्टीमा उच्च तापक्रममा कोइलासँग तताउँदा बन्ने उत्पादन के के हुन् ?

(अ) मिथन र चन (आ) चुन र कार्बनडाइअक्साइड

(इ) एसिटिलिन र कार्बनडाइअक्साइड (ई) एमोनिया र चुन

(ख) तलका मध्ये कुन भनाइ ठिक हो ?

(अ) कार्बनडाइअक्साइड हावालाई माथितिर विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा गरिन्छ ।

(आ) कार्बनडाइअक्साइड हावालाई तलतिर विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा गरिन्छ ।

(इ) कार्बनडाइअक्साइड पानीलाई माथितिर विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा गरिन्छ ।

(ई) कार्बनडाइअक्साइड पानीलाई तलतिर विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा गरिन्छ ।

(ग) कार्बनडाइअक्साइड ग्यासलाई सफा चुनपानीमा केहीछिन पठाएमा रासायनिक प्रतिक्रिया भई बन्ने यौगिक तलका मध्ये कुन हो ?

(अ) क्याल्सियम बाइसल्फेट (आ) क्याल्सियम बाइकार्बोनेट

(इ) क्याल्सियम सल्फेट (ई) क्याल्सियम कार्बोनेट

(घ) प्रयोगशालामा एमोनिया उत्पादन गर्न एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडलाई कुन अनुपातमा मिसाइन्छ ?

(अ) 3:1 (आ) 2:3

(इ) 2:1 (ई) 1:2

2. कारण दिनुहोस् :

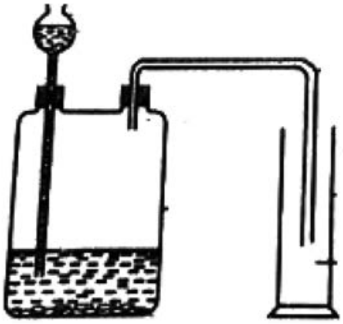
(क) कार्बनडाइअक्साइड ग्यासलाई खुला ग्यासजारमा जम्मा गर्न सकिन्छ ।

(ख) तरल एमोनियाको बोतल खोल्नु पहिले केहीबेर चिसो पानीमा राख्नुपर्छ ।

3. तल दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस :

(क) प्रयोगशालामा कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बनाउने विधि सचित्र वर्णन गर्नुहोस् ।

(ख) चित्र अध्ययन गरी प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :



(अ) ग्यासजारमा कुन ग्यास जम्मा भइरहेको छ ?

(आ) यो ग्यास बनाउने प्रतिक्रियाको रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।

(इ) कस्तो रङको लिट्मस पेपरको प्रयोगबाट यसरी तयार गरिने ग्यासको पहिचान गर्न सकिन्छ ?

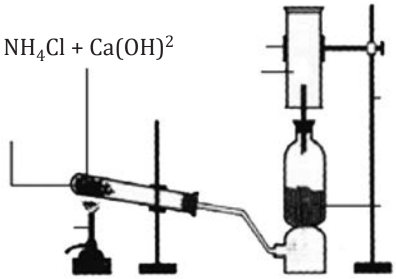
(ई) किन यो ग्यासलाई सुल्टो पारिएको खाली ग्यासजारमा जम्मा गरिएको होला ?

(घ) कार्बनडाइअक्साइड ग्यासका कुनै तीनओटा रासायनिक गुण लेख्नुहोस् ।

(ङ) कार्बनडाइअक्साइड ग्यासका कुनै चारओटा उपयोगिता उल्लेख गर्नुहोस् ।

(च) प्रयोगशालामा एमोनिया ग्यास बनाउने तरिका सचित्र वर्णन गर्नुहोस् ।

(छ) चित्र अध्ययन गरी प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :



(अ) ग्यासजारमा कुन ग्यास जम्मा भइरहेको छ ?

(आ) यो ग्यास बनाउने प्रतिक्रियाको रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।

(इ) कस्तो रङको लिट्मस पेपरको प्रयोगबाट यो ग्यासको पहिचान गर्न सकिन्छ ?

(ई) हार्डग्लास टेस्टट्युबलाई किन अलिकति छड्के पारेर राखिन्छ ?

(उ) लाइम टावरको एउटा उपयोगिता के हो ?

(ज) एमोनिया ग्यासका कुनै चारओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(झ) के हुन्छ, सन्तुलित रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् :

(अ) कार्बनडाइअक्साइडलाई चुनपानीमा एकछिनका लागि पठाउँदा

(आ) कार्बनडाइअक्साइडलाई चुनपानीमा धेरैबेरसम्म पठाउँदा

(इ) बलिरहेको म्यागनेसियमको फित्ता कार्बनडाइअक्साइडयुक्त जारमा घुसाउँदा

(ई) सोडियम हाइड्रोक्साइड र एमोनियम सल्फेटको मिश्रणलाई तताउँदा

(उ) एमोनियालाई पानीमा मिसाउँदा

(ऊ) एमोनिया र हाइडोक्लोरिक अम्लबिच प्रतिक्रिया हुँदा

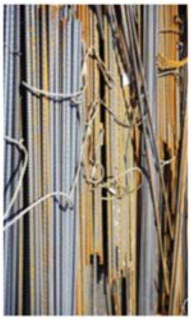
(ञ) पृथ्वीमा हरितगृह प्रभावका कुनै दुईओटा असर लेख्नुहोस् । यिनीहरूलाई कम गर्न तपाईंले कस्तो भूमिका खेल्न सक्नुहुन्छ ?

17

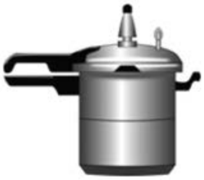
धातु र अधातु
(Metal and Non-metal)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

स्टिलको जग



फलामका डन्डी



प्रेसर कुकर

सिक्का

सुनका गहना

प्लास्टिकको बाल्टिन

सेरामिक्सको कप

चित्र 17.1 धातु र अधातु

(अ) चित्रमा देखिने वस्तुहरूमध्ये कुन कुन धातु र कुन कुन अधातु हुन् ?

(आ) यी वस्तुहरू के के पदार्थले बनेका होलान् ?

(इ) यी वस्तुहरू बनाउने पदार्थकाबिच के के समानता र असमानता हुन्छन् ?

(ई) माथिका वस्तु बनाउन चाहिने कच्चा पदार्थ कहाँबाट र कसरी प्राप्त भए होलान् ?

हामीले दैनिक जीवनमा विभिन्न प्रकारका पदार्थको प्रयोग गर्छौं । ती पदार्थलाई शुद्ध र अशुद्ध गरी दुई वर्गमा वर्गीकरण गरिएको छ । शुद्ध पदार्थअन्तर्गत तत्त्व र यौगिक पर्छन् भने

अशुद्ध पदार्थअन्तर्गत मिश्रण पर्छन् । हालसम्म वैज्ञानिकले 118 ओटा तत्त्व पत्ता लगाएका छन् । ती तत्त्वलाई गुणका आधारमा धातु, अधातु र अर्धधातुमा वर्गीकरण गरिएको छ । पेरियोडिक तालिकामा भएका 118 तत्त्वमध्ये अधिकांश तत्त्व धातु, केही तत्त्व अधातु र थोरै तत्त्व अर्धधातु हुन् । धातु, अधातु र अर्धधातुका गुण, स्रोत र महत्त्वका बारेमा हामीले अगिल्ला कक्षामा पढिसकेका छौँ । यस एकाइमा हामी ती धातु कहाँ र कुन रूपमा पाइन्छन्, तिनीहरूलाई कसरी शुद्ध रूपमा प्राप्त गर्न सकिन्छ भन्नेबारे छलफल गर्ने छौँ ।

खनिज (Minerals)

चित्र 17.2: पोटासियम, सोडियम र क्याल्सियम चट्टान

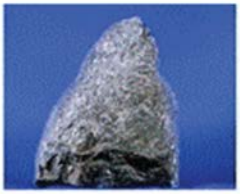
केही धातुबाहेक प्रायःजसो धातुहरू पृथ्वीको क्रस्टमा यौगिकका रूपमा पाइन्छन् । प्राकृतिक रूपमा पाइने यी तत्त्व वा यौगिकलाई खनिज भनिन्छ । धातुको स्रोत खनिज हो । पृथ्वीको क्रस्टमा भएका चट्टान मूलतः धातु र अधातुजन्य पदार्थ मिलेर बनेका हुन्छन् । कुनै चट्टान एक वा एकभन्दा बढी खनिज पदार्थले बनेको हुन्छ । कम सक्रिय धातु जस्तै सुन, चाँदी शुद्ध अवस्थामा प्रकृतिमा पाइन्छन् भने बढी सक्रिय धातुहरू जस्तै पोटासियम, सोडियम, क्याल्सियम, फलाम आदि अन्य तत्त्वसँग मिली यौगिकका रूपमा पाइन्छन् । धेरैजसो खनिज पदार्थ अप्राङ्गारिक, शुद्ध, ठोस र दानेदार (crystalline) हुन्छन् । यसरी प्रकृतिमा शुद्ध, ठोस र मणिभ आकारमा पाइने यौगिकलाई खनिज भनिन्छ । यिनीहरूको निश्चित रासायनिक सूत्र हुन्छ । पृथ्वीको क्रस्ट करिब 90% सिलिकेट खानिजले बनेको छ । यसबाहेक यहाँ सल्फाइड, अक्साइड, कार्बोनेट, सल्फेट, फस्फेट आदि खनिज पनि पाइन्छन् । नेपालका विभिन्न ठाउँमा हेमाटाइट, क्युप्राइट, टाल्क, रातो माटो, ग्रेनाइट, कोइला आदि धेरै प्रकारका खनिज पाइन्छन् । दाङ, सल्यान, रोल्पा, गुल्मी, प्युठान, ललितपुर, पाल्पा, नवलपरासी आदि जिल्लामा धेरै खनिज पाइन्छन् ।

धाउ (Ore)

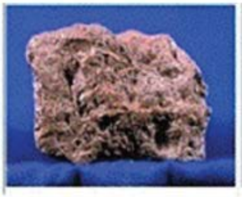
खानीबाट प्राप्त हुने धाउहरूमा प्रशस्त मात्रामा अशुद्धिहरू रहेका हुन्छन् । यी अशुद्धिलाई हटाएपछि मात्र धाउबाट धातु प्राप्त गर्न सम्भव हुन्छ । धाउबाट अशुद्धि हटाउने प्रक्रिया त्यसमा मिसिएका पदार्थको भौतिक र रासायनिक गुणमा निर्भर गर्छ ।

विभिन्न खनिज पदार्थमा पाइने धातुको मात्रा फरक फरक हुन्छ । कुनै खनिजमा धातुको मात्रा बढी हुन्छ । यसबाट धातु सजिलै र किफायती ढङ्गले निकाल्न सकिन्छ भने कुनै खनिजमा धातुको मात्रा थोरै हुन्छ र त्यसबाट धातु सजिलै र किफायती ढङ्गले निकाल्न सकिँदैन । अत्यधिक मात्रामा र नाफामूलक ढङ्गले धातु निकाल्न सकिने खनिजलाई त्यस धातुको धाउ भनिन्छ । जुन खनिजबाट धातु सजिलै र किफायती रूपले निकाल्न सकिँदैन, त्यसलाई धाउ भनिँदैन । यसरी सबै धाउ खनिज हुन् भने सबै खनिज धाउ होइनन् । हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने धातुहरू विभिन्न धाउबाट प्राप्त गरिन्छ ।

फलामका केही धाउहरू (Some ores of Iron)



Magnetitie



Hematitie

Limonite

Pyrite

Siderite

चित्र 17.3 फलामका धाउहरू

फलामका केही धाउका नाम निम्नानुसार छन् :

(अ) हेमाटाइट (Fe_2O_3)

(आ) साइड्राइट ($FeCO_3$)

(इ) म्याग्नेटाइट (Fe_3O_4)

(ई) लिमोनाइट ($2Fe_2O_3.3H_2O$)

(उ) आइरन पाइराइट (FeS_2)

यसमध्ये हेमाटाइट फलामको मुख्य धाउ हो । यस धाउमा फलामको मात्रा अधिकतम 75 प्रतिशत पाइन्छ ।

आल्मिनियमका केही धाउहरू (Some ores of Aluminium)

आल्मिनियमका केही धाउका नाम निम्नानुसार छन् :

(अ) बक्साइट ($Al_2O_3.2H_2O$)

(आ) क्रायोलाइट (Na_3AlF_6)

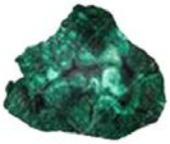
(इ) कोरन्डम (Al_2O_3)

यी धाउहरूमध्ये बक्साइट आल्मिनियमको मुख्य धाउ हो । यसमा करिब 40-60% आल्मिनियम पाइन्छ ।

तामाका केही धाउहरू (Some ores of Copper)

Cuprite

Chalcocite



Malachite

चित्र 17.5

Chalcopyrite

(अ) चाल्कोसाइट वा कपरग्लान्स (Cu_2S)

(आ) कपर पाइराइट्स ($CuFeS_2$)

(इ) क्युप्राइट (Cu_2O)

(ई) मालाचाइट ($CuCO_3.Cu(OH)_2$)

यी धाउहरूमध्ये कपरको मुख्य धाउ चाल्कोपाइराइट हो । यसमा करिब 34.5% कपर पाइन्छ ।

चाँदीका केही धाउहरू (Some ores of Silver)

(अ) अर्जेन्टाइट (Ag_2S)

(आ) हर्न सिल्भर ($AgCl$)

(इ) रुबी सिल्भर (Ag_3SbS_3)

(ई) सिल्भर कपर ग्लान्स ($Ag(Cu)_2S$)

चित्र 17.6 Argentite

यी धाउमध्ये अर्जेन्टाइट चाँदीको मुख्य धाउ हो । यसमा करिब 87% चाँदी पाइन्छ ।

सुन (Gold)

सुन प्रकृतिमा शुद्ध र धाउका रूपमा पनि पाइने गर्छ । सुन अत्यन्तै कम क्रियाशील धातु भएको हुनाले शुद्ध अवस्थामा पाइएको हो । यो प्रायः चट्टान र चट्टान खिइएर बनेको खोलाको बालुवामा पाइने गर्छ ।

क्रियाकलाप 17.1

फलाम, आल्मिनियम, तामा एवम् चाँदीका धाउको नाम तथा चित्र सङ्कलन गरी चार्टपेपरमा टाँस्नुहोस् र कक्षामा समूहगत रूपमा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

धातु विज्ञान (Metallurgy)

माइनिङ (Mining)

धातु प्राप्त गर्न सर्वप्रथम पृथ्वीको क्रस्ट खनेर सम्बन्धित धातुको खानीबाट चट्टानबाहिर निकालिन्छ । यसरी पृथ्वीको भौगर्भिक सतहभित्रबाट उपयोगी वस्तु र खनिज पदार्थ निकाल्ने प्रक्रियालाई माइनिङ (mining) भनिन्छ । कोइला, पेट्रोलियम पदार्थ, सुनलगायत विभिन्न धातुका धाउलाई निकाल्न माइनिङ गरिन्छ । यसपछि विभिन्न चरणमा धातुको प्रशोधन गर्ने कार्य गरिन्छ ।

धातुका गुण, तिनको उत्पादन र धातु शुद्धीकरण गर्ने विज्ञानको शाखालाई धातु विज्ञान भनिन्छ । धाउबाट धातु निकाल्ने क्रमबद्ध प्रक्रियासमेत धातु विज्ञानअन्तर्गत पर्छ । धाउबाट शुद्ध धातु प्राप्त गर्न सामान्यतया पाँच चरण अपनाइन्छ ।

धातु प्रशोधन गर्ने सामान्य विधि (General steps of metallurgy)

1. ग्राइन्डिङ (Grinding)

यो धातु प्रशोधनको प्रथम चरण हो । ठुला ठुला मेसिनभित्र रोलरको प्रयोग गरी धाउलाई पेलेर ससाना कणमा परिणत गर्ने प्रक्रियालाई ग्राइन्डिङ भनिन्छ ।

2. कन्सन्ट्रेसन (Concentration)

ग्राइन्डिङ गरी साना कणमा परिणत गरिसकेको धाउमा माटो, बालुवा, ढुङ्गालगायत अशुद्ध पदार्थ (gangue) हुने गर्छन् । सबैभन्दा पहिला यी अशुद्ध पदार्थ हटाउनुपर्छ । धाउमा मिसिएका अशुद्ध पदार्थ हटाउन कन्सन्ट्रेसन गरिन्छ । धाउबाट अशुद्ध पदार्थ हटाई शुद्ध पार्ने र धातुको प्रतिशत बढाउने प्रक्रिया नै कन्सन्ट्रेसन हो । धाउमा मिसिएका अशुद्ध पदार्थका गुणअनुसार तिनलाई हटाउन उपयुक्त विधिको प्रयोग गरिन्छ । उदाहरणका लागि धाउमा भएको धातु र मिसिएका अशुद्ध पदार्थको घनत्व फरक भएमा हाइड्रोलिक वा गुरुत्व (Hydraulic or gravity separation) विधि अपनाइन्छ । धातु वा अशुद्धिमध्ये एउटा चुम्बकीय र अर्को अचुम्बकीय पदार्थ भएमा चुम्बकीय विधि (magnetic separation) अपनाइन्छ । धाउमा भएको धातु र मिसिएका अशुद्ध पदार्थमध्ये एउटा पानीसित आकर्षित हुने (hydrophilic) र अर्को पानीभन्दा टाढा जान खोज्ने (hydrophobic) भएमा फ्रोथ फ्लोटेसन (Froth floatation) विधि अपनाइन्छ ।

क्रियाकलाप 17.2

चुम्बकीय र अचुम्बकीय वस्तुको मिश्रण छुट्याउन चुम्बकीय विधिको प्रयोग

आवश्यक सामग्री : फलामको धुलो, आल्मिनियमको धुलो, माटो, बालुवा र चुम्बक विधि

कुनै भाँडामा बालुवा, माटो, फलाम र आल्मिनियमको धुलो वा ससाना टुक्रा मिसाई मिश्रण तयार पार्नुहोस् । अब त्यस मिश्रणको नजिकै चुम्बक लानुहोस् ।

अवलोकन

तपाईँले के देख्नुभयो ? यस्तो किन भयो होला ?

यसरी मिश्रणको नजिकै चुम्बक लैजाँदा फलामको धुलो जस्तो चुम्बकीय वस्तु चुम्बकमा टाँसिन्छ भने माटो, बालुवा, आल्मिनियम जस्ता अचुम्बकीय वस्तु चुम्बकमा टाँसिँदैनन् र चुम्बकीय वस्तुबाट छुट्टिन्छन् ।

निष्कर्ष :..।

3. अक्सिडेसन (Oxidation)

धातुको अक्साइडबाट धातु निकाल्न सरल हुने हुनाले धाउको कन्सन्ट्रेसनपश्चात् यसलाई धातुको अक्साइडमा परिवर्तन गरिन्छ । धाउलाई अक्सिडेसन गर्ने दुईओटा विधि छन् ।

(अ) रोस्टिङ (Roasting)

धाउलाई भट्टीमा राखी प्रचुर मात्रामा हावाको प्रवाह गराई धाउमा भएका धातुलाई तताएर यसको अक्साइडमा परिवर्तन गर्ने विधिलाई रोस्टिङ भनिन्छ । अक्सिजन नभएका धाउमा यो विधि प्रयोग गरिन्छ । सामान्यतया सल्फाइड धाउलाई धातु अक्साइडमा परिवर्तन गर्न रोस्टिङ गरिन्छ, जस्तै : जिङ्क सल्फाइड (ZnS) लाई जिङ्क अक्साइडमा (ZnO) परिवर्तन गर्न यसको प्रयोग गरिन्छ ।

(आ) क्याल्सिनेसन (Calcination)

धाउलाई भट्टीमा राखी हावाको प्रवाहविना वा अक्सिजनको अनुपस्थितिमा तताई धातुको अक्साइडमा परिवर्तन गर्ने प्रक्रियालाई क्यल्सिनेसन भनिन्छ । कार्बोनेट धाउलाई धातु अक्साइडमा परिवर्तन गर्न क्यल्सिनेसन गरिन्छ, जस्तै : क्याल्सियम कार्बोनेटलाई क्याल्सियम अक्साइडमा परिवर्तन गर्न यो विधिको प्रयोग गरिन्छ ।

4. रिडक्सन (Reduction)

धातु अक्साइडबाट अक्सिजन हटाउने विधिलाई रिडक्सन भनिन्छ । धातु अक्साइड, जस्तै : कपर अक्साइड, लेड अक्साइड, आइरन अक्साइड आदिलाई कार्बन, कार्बन मोनोअक्साइड, हाइड्रोजन आदि रिड्युसिङ एजेन्ट प्रयोग गरेर धातु अक्साइडबाट अक्सिजन हटाइन्छ ।

तर जिङ्क अक्साइडलाई कार्बनले मात्र रिडक्सन गर्न सकिन्छ । सिल्भर अक्साइड र मर्करी अक्साइड धेरै अस्थिर हुने भएकाले यिनीहरूलाई तताउँदा मात्र पनि रिडक्सन गर्न सकिन्छ । सक्रिय धातु जस्तै सोडियम, पोटासियम, क्याल्सियम, म्याग्नेसियम, आल्मिनियम आदिका अक्साइड धेरै स्थिर हुने भएकाले यिनीहरूको रिडक्सन इलेक्ट्रोलाइसिस विधिबाट मात्र सम्भव हुन्छ ।

स्मेल्टिङ (Smelting)

अक्सिडेसनपछि धातुका अक्साइडलाई कार्बन, कोक, हाइड्रोजन जस्ता रिड्युसिङ एजेन्टसँग धातुको पग्लने तापक्रमभन्दा माथिको तापक्रममा प्रतिक्रिया गराइन्छ । उक्त प्रतिक्रियामा

धातुको अक्साइडबाट धातु पग्लिएको अवस्थामा छुट्टिन्छ र बाँकी रहेका अशुद्ध पदार्थलाई ग्यास वा स्लगका रूपमा बाहिर निकालिन्छ । यस विधिलाई स्मेल्टिङ भनिन्छ ।

5. रिफाइनिङ (Refining)

धाउको रिडक्सनबाट प्राप्त धातु अझै पनि केही मात्रामा अशुद्ध हुने हुनाले यसलाई शुद्ध बनाउन रिफाइनिङ गरिन्छ । धातुलाई विभिन्न प्रक्रियाबाट रिफाइनिङ गर्न सकिन्छ, जस्तै : डिस्टिलेसन, इलेक्ट्रोरिफाइनिङ आदि । आवश्यकताअनुसार उपयुक्त विधि अपनाई धातुलाई रिफाइनिङ गरिन्छ र धातुलाई शुद्ध पारिन्छ ।

(अ) डिस्टिलेसन (Distillation)

डिस्टिलेसन विधिको प्रयोग गरी धातुमा भएका अशुद्धिलाई उमालेर हटाइन्छ । तताउँदा यदि वाष्पीकरण भएर जाने धातु वा अशुद्धि भएको खण्डमा यो विधिको प्रयोग गरिन्छ, जस्तै : मर्करी तताउँदा वाष्पीकरण भएर जान्छ ।

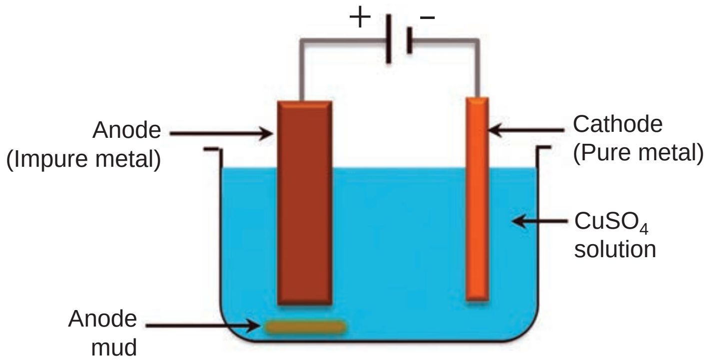
(आ) इलेक्ट्रोरिफाइनिङ (Electro-refining)

रिडक्सन प्रक्रियाबाट प्राप्त धातुलाई शुद्ध पार्नेमध्ये एउटा विधि इलेक्ट्रोरिफाइनिङ हो । इलेक्ट्रोरिफाइनिङ गर्न विद्युत् विच्छेदन (इलेक्ट्रोलाइसिस) विधि अपनाइन्छ । फलाम, चाँदी, तामा, सुनलगायत धेरै धातु शुद्ध रूपमा प्राप्त गर्न यो विधिको प्रयोग गरिन्छ । यसरी प्राप्त धातु करिब 99% शुद्ध हुन्छ । यस विधिमा एउटा भोल्टामिटरमा (विद्युत् विच्छेदन गर्ने भाँडो), अशुद्ध धातुलाई एनोडसँग (सेलको धनात्मक ध्रुव) जोडिन्छ भने शुद्ध धातुलाई क्याथोड (सेलको ऋणात्मक ध्रुव) सँग जोडिन्छ । यस विधिमा जुन धातुको इलेक्ट्रोरिफाइनिङ गर्नुपर्ने हो, त्यसैको लवणबाट बनेको इलेक्ट्रोलाइट प्रयोग गरिन्छ । उदाहरणका लागि अशुद्ध तामालाई इलेक्ट्रोरिफाइनिङ विधिबाट शुद्धीकरण गर्ने क्रियाकलाप गर्नुहोस् ।

क्रियाकलाप 17.3

अशुद्ध तामालाई इलेक्ट्रोरिफाइनिङ विधिबाट शुद्धीकरण गर्ने

आवश्यक सामग्री : भोल्टामिटर, अशुद्ध तामाको पाता, शुद्ध तामाको पाता, ब्याट्री, निलोतुथोको घोल



चित्र 17.7

विधि

एउटा भोल्टामिटरमा निलोतुथोको घोल राख्नुहोस् । अशुद्ध तामाको पातालाई ब्याट्रीको धनात्मक ध्रुव र शुद्ध तामाको पातालाई ब्याट्रीको ऋणात्मक ध्रुवसँग जोडी चित्रमा जस्तै क्रमशः एनोड् र क्याथोड बनाउनुहोस् । अब भोल्टामिटरमा विद्युत् प्रवाह गर्नुहोस् ।

अवलोकन

तपाईंले के देख्नुभयो ? यस्तो किन र कसरी भयो होला ?

एनोडमा भएको अशुद्ध तामाको पाता खिइँदै जान्छ र क्याथोडमा भएको शुद्ध तामाको पातामा शुद्ध तामा थपिँदै जान्छ ।

निष्कर्ष

यसरी विद्युत् विच्छेदन विधि प्रयोग गरी अशुद्ध तामाबाट शुद्ध तामा प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

क्रियाकलाप 17.4

मेटालर्जीका विभिन्न चरण झल्किने फ्लोचार्ट बनाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

परियोजना कार्य

इन्टरनेटमा धातु प्रशोधन गर्ने विधिबारे श्रव्यदृश्य सामग्री अवलोकन गरी धातु प्रशोधन विधिबारे प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) फलामको मुख्य धाउ कुन हो ?

(अ) बक्साइट (आ) हेमाटाइट

(इ) अर्जेन्टाइट (ई) पाइराइट

(ख) प्रकृतिमा शुद्ध अवस्थामा पाइने धातु कुन हो ?

(अ) आल्मिनियम (आ) फलाम

(इ) तामा (ई) सुन

(ग) प्रारम्भिक चरणमा धाउलाई शुद्ध पार्न अपनाइने प्रक्रिया कुन हो ?

(अ) स्मेल्टिङ (आ) कन्सन्ट्रेसन

(इ) रोस्टिङ (ई) ग्राइन्डिङ

(घ) दिइएका कुन धाउलाई अक्सिडाइज गर्न क्याल्सिनेसन गरिन्छ ?

(अ) हेमाटाइट (आ) बक्साइट

(इ) सिडेराइट (ई) क्युप्राइट

(ङ) स्मेल्टिङ कुन प्रक्रियाअन्तर्गत पर्छ ?

(अ) ग्राइन्डिङ (आ) रिफाइनिङ

(इ) अक्सिडेसन (ई) रिडक्सन

2. कारण दिनुहोस् :

(क) सबै धाउ खनिज हुन् तर सबै खनिज धाउ होइनन् ।

(ख) कन्सन्ट्रेसनपश्चात् धाउलाई अक्सिडेसन गरिन्छ ।

3. फरक लेख्नुहोस् :

(क) खनिज र धाउ

(ख) रोस्टिङ र क्याल्सिनेसन

(ग) अक्सिडेसन र रिडक्सन

4. तल प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(क) धातु प्राप्त गर्ने स्रोत के हो ?

(ख) फलाम, तामा, आल्मिनियम र चाँदीका धाउको सूची बनाउनुहोस् ।

(ग) मेटालर्जी एक चरणबद्ध प्रक्रिया हो, कसरी ? व्याख्या गर्नुहोस् ।

(घ) इलेक्ट्रोरिफाइनिङबाट कसरी शुद्ध धातु प्राप्त हुन्छ, एउटा क्रियाकलापको सहायताबाट व्याख्या गर्नुहोस् ।

18 हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू (Hydrocarbon and its Compounds)

हाम्रा वरपर विभिन्न प्रकारका यौगिक पाइन्छन् । ती यौगिकहरूलाई प्राङ्गारिक र अप्राङ्गारिक गरी दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ । खनिज पदार्थको स्रोतबाट प्राप्त यौगिकहरूलाई अकार्बनिक यौगिक भनिन्छ भने जनावर वा बोटबिरुवाबाट प्राप्त यौगिकलाई कार्बनिक यौगिक भनिन्छ । कार्बनका अक्साइड, कार्बोनेट, बाइकार्बोनेट र कार्बाइडहरूबाहेक कार्बनका सबै यौगिकलाई कार्बनिक यौगिक भनिन्छ । कार्बन र हाइड्रोजन मिलेर बनेका हुनाले कार्बनिक यौगिकलाई हाइड्रोकार्बन पनि भनिन्छ ।

हाइड्रोकार्बन (Hydrocarbon)

क्रियाकलाप 18.1

स्थानीय रूपमा सहजै प्राप्त गर्न सकिने सामग्री, जस्तै : काठका टुक्रा, चिनी, ढुङ्गा, पानी, खानेतेल, घिउ, धान, मकै, काँच, फलाम आदिका टुक्रा जम्मा पार्नुहोस् । नजिकैको खाली ठाउँमा काठका टुक्रा प्रयोग गरेर आगो बाल्नुहोस् । माथि दिइएका वस्तुलाई छुट्टाछुट्टै आगामा राखेर अवलोकन गर्नुहोस् । अवलोकनपश्चात् आगामा बल्ने र नबल्ने वस्तु दिइएको तालिकामा भर्नुहोस् :

क्र.स.	वस्तुको नाम	बल्ने	नबल्ने

निष्कर्ष : यसका आधारमा बल्ने सबै वस्तु प्राङ्गारिक र नबल्ने वस्तु अप्राङ्गारिक हुन् ।

सबै बल्ने वस्तुमा कार्बन तथा हाइड्रोजन पाइन्छ । कार्बन र हाइड्रोजनबाट बनेका यौगिकलाई हाइड्रोकार्बन भनिन्छ । बिजुली बत्ती नपुगेका ठाउँमा मटितेलको टुकी बालिन्छ । खाना पकाउन दाउराको प्रयोग गरिन्छ । प्रयोगशालामा ताप निकाल्न स्पिरिट बत्तीको प्रयोग गरिन्छ । धातु पगालेर भाँडाकुँडा बनाउन गोल प्रयोग गरिन्छ । यी सबै बल्ने वस्तुमा

कार्बन र हाइड्रोजन पाइन्छ । यिनीहरू जीवहरूबाट प्राप्त हुन्छन् । जीवहरूबाट प्राप्त हुने र बल्ने भएकाले यी सबै पदार्थ प्राङ्गारिक यौगिक हुन् । मानव शरीरमा पाइने प्रोटिन, हर्मोन, कार्बोहाइड्रेट, बोसो, इन्जाइम, प्रोटोप्लाज्म आदि सबै प्राङ्गारिक यौगिक हुन् ।

प्राङ्गारिक यौगिक (Organic compounds)

कार्बन भएका प्रायः कार्बनले कार्बनसँग वा हाइड्रोजनसँग कोभ्यालेन्ट बन्ड बनाउने यौगिकहरूलाई प्राङ्गारिक यौगिक भनिन्छ । प्राङ्गारिक यौगिकमा कार्बनले हाइड्रोजनबाहेक अरू तत्त्वहरू अक्सिजन, नाइट्रोजन, हेलोजन, सल्फर र फस्फोरससँग पनि कोभ्यालेट बन्ड बनाउँछ । अपवादका रूपमा CO_2, CO, HCO_3 , CO_3 आदिमा कार्बन भए पनि प्राङ्गारिक यौगिक होइनन् । प्रायः प्राङ्गारिक यौगिक कार्बन, हाइड्रोजन, अक्सिजन, नाइट्रोजन, हेलोजन, सल्फर र फस्फोरस जस्ता तत्त्वबाट बनेका हुन्छन् । कुनै कुनै प्राङ्गारिक यौगिकमा धातुहरू पनि बन्डिङ भएर बसेका हुन्छन् । प्राङ्गारिक यौगिकका उदाहरण मिथेन, इथेन, इथिन, एसिटिलिन, मिथानोल, क्लोरोफर्म, युरिया, इन्सुलिन, प्रोटिन, तेल आदि हुन् । यिनै यौगिकको अध्ययन गर्ने रसायन विज्ञानको शाखालाई प्राङ्गारिक वा कार्बनिक रसायनशास्त्र (Organic Chemistry) भनिन्छ ।

हाइड्रोकार्बनको प्रमुख स्रोत पेट्रोलियम पदार्थ हो । कार्बन र कार्बन परमाणुहरूका बिचमा रहेका बन्डहरूका प्रकारका आधारमा हाइड्रोकार्बनलाई सन्तृप्त र असन्तृप्त गरी दुई प्रकारमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ ।

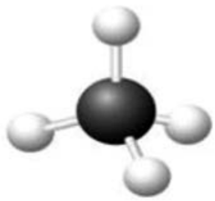
क्रियाकलाप 18.2: हाइड्रोकार्बनका अणुको नमुना

उद्देश्य : हाइड्रोकार्बनका अणुका नमुना तयार पार्नु

सामग्री : मुछेको माटो वा पिठो, रङ र सलाईको काँटी वा टुथ पिक

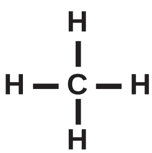
विधि

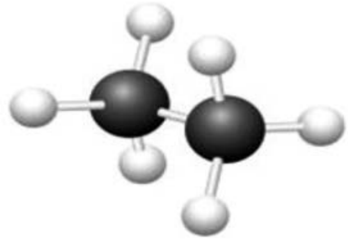
1. मुछेको माटो वा पिठोबाट केही ठुला र केही साना डल्ला बनाउनुहोस् ।
2. ठुला डल्लामा रातो रङ लगाएर तिनीहरूलाई कार्बनका रूपमा सम्झिने र साना डल्लामा सेतो रङ लगाई हाइड्रोजन भनी सम्झिनुहोस् ।
3. सलाईको काँटी वा टुथ पिक प्रयोग गरी यी डल्ला जोडेर चित्रमा जस्तै हाइड्रोकार्बनका मोडेल तयार पारी कक्षाकोठामा छलफल गर्नुहोस् ।



CH_4

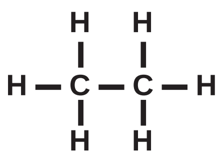
Methane





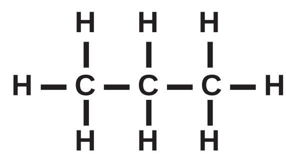
C_2H_6

Ethane



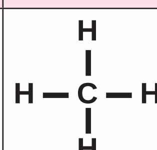
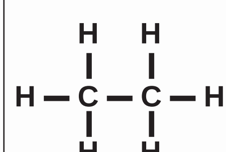
C_3H_8

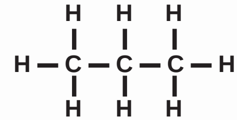
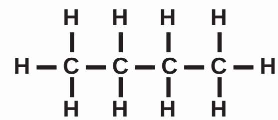
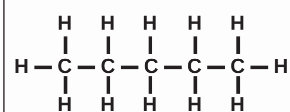
Propane



सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन (Saturated hydrocarbon)

दुईओटा कार्बनबिच एकल सहसंयोजक (single covalent) बन्ड रहेको हाइड्रोकार्बनलाई सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन (saturated hydrocarbon) भनिन्छ । यिनीहरू एकदमै स्थिर प्रकृतिका हुन्छन् । रासायनिक प्रतिक्रियामा कम सक्रिय हुने भएकाले यिनीहरूलाई पाराफिन्स (paraffins) भनिन्छ । यिनीहरूलाई अल्केन (alkane) पनि भनिन्छ । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई C_nH_{2n+2} ले जनाइन्छ । जहाँ n भनेको कार्बनको सङ्ख्या हो । यसलाई n = 1, 2, 3, ... ले जनाइन्छ ।

नाम (Name)	आणविक सूत्र (Molecular formula)	कन्डेन्सड सूत्र (Condensed formula)	संरचनात्मक सूत्र (Structural formula)
मिथेन (Methane)	CH_4	CH_4	
इथेन (Ethane)	C_2H_6	H_3CCH_3	

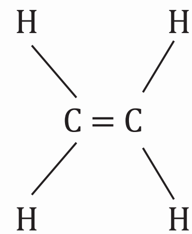
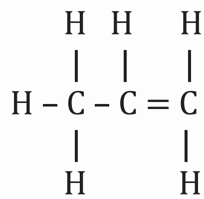
प्रोपेन (Propane)	C_3H_8	$H_3CCH_2CH_3$	
ब्युटेन (Butane)	C_4H_{10}	$H_3C(CH_2)_2CH_3$	
पेन्टेन (Pentane)	C_5H_{12}	$H_3C(CH_2)_3CH_3$	

असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन (Unsaturated hydrocarbon)

दुईओटा कार्बनहरूबिच डबल वा ट्रिपल सहसंयोजक (double or tirple covalent) बन्ड रहेको हाइड्रोकार्बनलाई असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन (unsaturated hydrocarbon) भनिन्छ । यिनीहरू एकदमै अस्थिर प्रकृतिका हुन्छन् । रासायनिक प्रतिक्रियामा सक्रिय हुने भएकाले यिनीहरूलाई ओलिफिन्स (olefins) भनिन्छ । यिनीहरूलाई अल्किन (alkene) र अल्काइन (alkyne) भनिन्छ ।

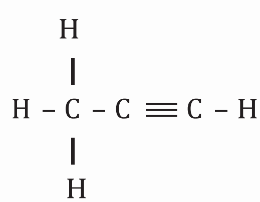
अल्किन (Alkene)

कार्बन र कार्बनका बिचमा डबल बन्ड भएमा यसलाई अल्किन (alkene) भनिन्छ । इथिन, प्रोपेन यसका उदाहरण हुन् । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई C_nH_{2n} ले जनाइन्छ जहाँ n भनेको कार्बनको सङ्ख्या हो ।

नाम	आणविक सूत्र	कन्डेन्सड सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
इथिन	C_2H_4	$H_2C = CH_2$	
प्रोपिन	C_3H_6	$H_3C\text{-}CH= CH_2$	

अल्काइन (Alkyne)

कार्बन र कार्बनका बिचमा ट्रिपलबन्ड भएको हाइड्रोकार्बनलाई अल्काइन (alkyne) भनिन्छ । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई C_nH_{2n-2} ले जनाइन्छ ।

नाम	आणविक सूत्र	कन्डेन्सड सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
इथाइन	C_2H_2	$HC \equiv CH$	$H - C \equiv C - H$
प्रोपाइन	C_3H_4	$H_3C\text{-} C \equiv CH$	

वनस्पति तेलबाट वनस्पति घिउ तयार पार्ने विधिलाई हाइड्रोजिनेसन भनिन्छ । हाइड्रोजिनेसन पद्धतिमा असंन्तृप्त फ्याटी अम्ल संन्तृप्त फ्याटी अम्लमा परिवर्तन हुन्छ ।

$$H_2C = CH_2 \quad + H_2 \quad \rightarrow \quad C_2H_6$$

Alkene Alkane

सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन र असन्तृप्त हाइड्रोकार्बनबिच भिन्नता

सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन	असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन
1. दुईओटा कार्बनका परमाणुबिच एकल सहसंयोजक बोन्ड भएको हाइड्रोकार्बन सन्तृप्त हाइड्रोजन हो ।	1. दुईओटा कार्बनका परमाणुबिच डबल वा ट्रिपल सहसंयोजक बोन्ड भएको हाइड्रोकार्बन असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन हो ।
2. यिनीहरू स्थिर प्रकृतिका हुन्छन् ।	2. यिनीहरू एकदमै अस्थिर प्रकतिका हुन्छन् । अर्थात् रासायनिक प्रतिक्रियामा बढी सक्रिय हुन्छन् ।
3. यिनीहरूलाई अल्केन (C_nH_{2n+2}) पनि भनिन्छ, जस्तै : CH_4, C_2H_6, C_3H_8	3. यिनीहरूलाई अल्किन (C_nH_{2n}) र अल्काइन (C_nH_{2n-2}) पनि भनिन्छ, जस्तै : C_2H_4, C_2H_2, C_3H_4

होमोलोगस शृङ्खला (Homologous series)

एउटै सूत्रमा बाँधिन सक्ने हाइड्रोकार्बनको समूहलाई होमोलोगस शृङ्खला (homologous series) भनिन्छ । यो शृङ्खलाका सदस्यलाई होमोलग (homologue) भनिन्छ । होमोलोगस शृङ्खलाका सबै सदस्यलाई एउटै सामान्य सूत्रबाट जनाइन्छ । एउटा होमोलोगी सदस्य र अर्को सदस्यबिचको अन्तर $-CH_2-$ हुन्छ । अथवा एउटा सदस्यबाट अका सदस्यबबिच पारमाणविक भार 14 ले फरक हन्छ ।

नाम	सूत्र
मिथानोल	CH_3OH
इथानोल	CH_3CH_2OH
प्रोपानोल	$CH_3CH_2CH_2OH$

अल्काइल रेडिकल (Alkyl radical)

अल्केन (alkane) बाट एउटा हाइड्रोजन परमाणु हटाउँदा बन्ने परमाणुहरूको समूहलाई अल्काइल रेडिकल (alkyl radical) भनिन्छ । रेडिकललाई सामान्य सूत्र C_nH_{2n-1} ले जनाइन्छ ।

फङ्सनल ग्रुप (Functional group)

कार्बनिक यौगिकको निश्चित समूहको संरचनालाई परिभाषित गर्ने एउटा परमाणु वा परमाणुको समूहलाई फङ्सनल ग्रुप (functional group) भनिन्छ। विभिन्न वर्गका कार्बनिक यौगिक बन्नका लागि अल्काइल रेडिकलहरू फङ्सनल ग्रुपसँग मिल्छन्।

फङ्सनल ग्रुपका केही उदाहरण : इथर (-O-), एल्डिहाइड (-CHO), कार्बोक्सिलिक अम्ल (COOH)

हाइड्रोकार्बनको नामकरण (Nomenclature of hydrocarbons)

IUPAC system लाई पूर्ण रूपमा लेख्दा International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) हुन्छ। यो कार्बनिक र अकार्बनिक यौगिकहरूका नाममा संसारभरि एकरूपता होस् भन्ने हेतुले वैज्ञानिकले स्थापना गरेको पद्धति हो। यस पद्धतिअनुसार एक यौगिकको एउटा मात्रै नाम हुन्छ। यसले गर्दा यौगिकलाई बुझ्ने क्रममा हुने गल्तीलाई हटाउँछ।

हाइड्रोकार्बनलाई नामकरण गर्ने सामान्य तरिका (Common system of nomenclature to hydrocarbons)

(i) हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बनको सङ्ख्याका आधारमा वर्डरुट (Word root) पत्ता लगाउने, जस्तै :

कार्बन परमाणुको सङ्ख्या	वर्डरुट	नोटेसन
C-1	Meth	C_1
C-2	Eth	C_2
C-3	Prop	C_3
C-4	But	C_4
C-5	Pent	C_5
C-6	Hex	C_6
C-7	Hept	C_7
C-8	Oct	C_8
C-9	Non	C_9
C-10	Dec	C_{10}

(ii) यसरी हाइड्रोकार्बनमा भएको वर्डरुट पत्ता लगाइसकेपछि यसमा ane, ene र yne थप्ने ।

जस्तै : $CH_3 - CH_3$

यसमा कार्बनको सङ्ख्या 2 छ ।

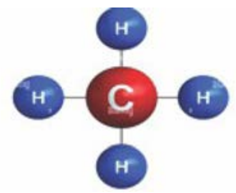
कार्बन कार्बनबिचमा हुने बन्ड एकल सहसंयोजक बन्ड भएकाले ane थप्ने

यसको नामकरण गर्दा eth + ane = ethane हुन्छ ।

हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू (Hydrocarbon and its compounds)

मिथेन (Methane)

यो ग्यास धापिलो क्षेत्र (marshy place) मा पाइने भएकाले यसलाई मार्स ग्यास (marsh gas) पनि भनिन्छ । यसको आणविक सूत्र CH_4 हो । यो ग्यास प्रायःजसो खनिज तेलको माथि पाइने गर्छ । गोबर ग्यास, बायो ग्यास र ढलको (sewage) ग्यासमा पनि मिथेन पाइन्छ । यो ग्यास रङहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ । यो ग्यास पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिक, जस्तै : इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।



Methane CH_4

मिथेनको उपयोगिता (Uses of methane)

1. मिथेन ग्यास गोबर ग्यास (बायो ग्यास) का रूपमा खाना पकाउन र उद्योगहरूमा इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. कार्बन ब्ल्याक उत्पादन गर्न यसलाई प्रयोग गरिन्छ, जसलाई मसी छाप्न, जुत्ताको पालिस र रङ बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
3. मिथेनलाई क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल अल्कोहल, फर्मािल्डहाइड आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
4. हाइड्रोजनको औद्योगिक उत्पादन गर्न पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

इथेन (Ethane)

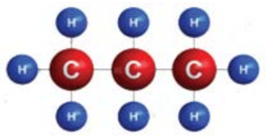
इथेन एक सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन हो । यसको एक अणुमा दुईओटा कार्बन परमाणु हुन्छन् । यसको आणविक सूत्र C_2H_6 हो । यो ग्यास मिथेनसँग प्राकृतिक ग्यास, कोल ग्यास र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्यास मिथेन जस्तै रङहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ । यो ग्यास पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिक, जस्तै : इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।

इथेनको उपयोगिता (Uses of ethane)

1. इथेन बल्दा ताप निस्किने भएकाले यसलाई इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. कार्बनिक यौगिक इथाइल क्लोराइड, नाइट्रोइथेन इत्यादि बनाउन पनि प्रयोग गरिन्छ ।

प्रोपेन (Propane)

प्रोपेन पनि एक सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन हो । यसको एक अणुमा तीनओटा कार्बन परमाणु रहेका हुन्छन् । यसको आणविक सूत्र C_3H_8 हो । यो ग्यास प्राकृतिक ग्यास र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्यास रङहीन र गन्धहीन हुन्छ । यो ग्यास पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिक इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।



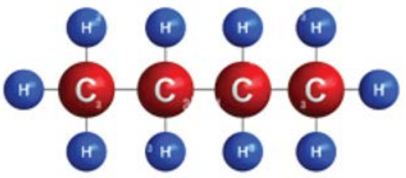
Propane C_3H_8

प्रोपनको उपयोगिता (Uses of propane)

1. यो ग्यास अत्यन्त प्रज्ज्वलनशील भएको हुनाले इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. यसलाई अरू कार्बनिक यौगिक बनाउन पनि प्रयोग गरिन्छ ।
3. पेट्रोलियम उद्योगमा चिस्याउने कार्यका लागि पनि यो ग्यास प्रयोग गरिन्छ ।

ब्युटेन (Butane)

ब्युटेन एक सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनको चौथो सदस्य हो । यसको एक अणुमा चारओटा कार्बन परमाणुहरू हुन्छन् । यसको आणविक सूत्र C_4H_{10} हो । यो ग्यास प्राकृतिक ग्यास र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्यास रङहीन र गन्धहीन हुन्छ । यो ग्यास पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिक, जस्तै : इथर, अल्कोहलमा घुल्छ ।



Butane C_4H_{10}

ब्युटेनको उपयोगिता (Uses of butane)

1. सिन्थेटिक रबर बनाउन कच्चा पदार्थका रूपमा यसको प्रयोग हुन्छ ।
2. यस ग्यासलाई मिथेनसँग मिसाई Liquefied Petroleum Gas (LPG) इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । चाप दिएमा यो ग्यास सजिलै तरल हुन्छ ।

अल्कोहल (Alcohol)

अल्कोहलका यौगिक अल्केनबाट उत्पादन गरिएका हुन्छन् । अल्केनमा रहेको एक वा एकभन्दा बढी हाइड्रोजन परमाणुलाई हाइड्रोक्सिल समूह (OH) ले प्रतिस्थापन गरेर बनेको यौगिक अल्कोहल हो ।

यसको सामान्य सूत्र $C_nH_{2n+1}OH$ हो । हाइड्रोक्सिल समूह अल्कोहलको फङ्सनल ग्रुप हो । हाइड्रोक्सिल समूह (OH) को सङ्ख्याका आधारमा एक हाइड्रोक्सिल समूह भएमा मोनोहाइड्रिक (monohydric), दुई भएमा डाइहाइड्रिक (dihydric) र तीन भएमा ट्राइहाइड्रिक (trihydric) गरी तीन भागमा वर्गीकरण गरिन्छ ।

अल्कोहलका यौगिकहरू (Alcoholic compounds)

मिथाइल अल्कोहल (Methyl alcohol)

यो एक मोनोहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसको IUPAC नाम मिथानोल (methanol) हो । मिथाइल अल्कोहलको आणविक सूत्र CH OH हो । यसको संरचनात्मक सूत्रलाई निम्नानुसार जनाइन्छ :

```
     H
     |
 H – C – OH
     |
     H
```

मिथाइल अल्कोहलको उपयोगिता (Uses of methyl alcohol)

1. मिथाइलेटेड स्पिरिट (methylated spirit) बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
2. रङ र भार्निसलाई घुलाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. परफ्युम, रङ, औषधी र सिन्थेटिक कपडा आदि बनाउन प्रयोग हुन्छ ।

4. फरमल्डहाइड (formaldehyde) निर्माण गर्न यसको प्रयोग गरिन्छ ।

5. यसको प्रयोग ड्राई क्लिनिङ (dry cleaning) मा पनि गरिन्छ ।

इथाइल अल्कोहल (Ethyl alcohol)

यो पनि मोनोहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसको IUPAC नाम इथानोल (ethanol) हो । इथाइल अल्कोहलको आणविक सूत्र C_2H_5OH हो । यसको संरचनात्मक सूत्र निम्नअनुसार छ :

```
     H   H
     |   |
 H – C – C – OH
     |   |
     H   H
```

इथाइल अल्कोहलको उपयोगिता (Uses of ethyl alcohol)

1. इथाइल अल्कोहललाई पेय मादक पदार्थ ह्विस्की (whisky), वाइन (wine), बियर (beer) आदिमा प्रयोग गरिन्छ ।

2. अस्पताल, स्वास्थ्यचौकी, नर्सिङ होममा घाउ, सिरिन्ज आदि सफा गर्न यसको प्रयोग हुन्छ ।

3. प्रयोगशालामा बायोलोजिकल स्पेसिमेन (biological specimen) लाई सुरक्षित राख्न यसको प्रयोग हुन्छ ।

4. तापमापक यन्त्रमा यसको प्रयोग हन्छ ।

5. पोलिथिन, टेरिलिन, साबुन, रङ, पेन्ट आदि उत्पादन गर्नमा यसको प्रयोग हुन्छ ।

6. यसलाई प्राङ्गारिक घोलकका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

क्रियाकलाप 18.3

स्थानीय रूपमा अल्कोहल बनाउने मानिसलाई भेटेर अल्कोहल बनाउने तरिकाबारेमा छलफल तथा अवलोकन गरी त्यसैका आधारमा रिपोर्ट तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

ग्लाइकोल (Glycol)

यो डाईहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसमा दुईओटा कार्बनसँग एउटा एउटा हाइड्रोअक्साइड (–OH) जोडिएको हुन्छ । विभिन्न प्रकारका ग्लाइकोललाई औद्योगिक र खाद्य क्षेत्रमा उपयोग गरिन्छ । यसको IUPAC नाम ethane-1,2-diol हो । ग्लाइकोलको आणविक सूत्र CH_2OHCH_2OH हो । यसको संरचनात्मक सूत्रलाई निम्नानुसार सङ्केतले जनाइन्छ :

```
     H    H
     |    |
H –  C –  C – H
     |    |
     OH   OH
```

ग्लिसेरोल (Glycerol)

प्रोपेन अणुका तीनओटा कार्बनबाट तीनओटा हाइड्रोजन हटाई तीनओटा हाइड्रोक्सिल (OH) समूह जोडेर बनेको यौगिकलाई ग्लिसेरोल भनिन्छ । ग्लिसेरोललाई ट्राइहाइड्रिक अल्कोहल र ग्लिसिरिन पनि भनिन्छ । यसको नाम ग्रिक भाषाको glyceros बाट ल्याइएको हो, जसको अर्थ गुलियो (sweet) हुन्छ । यो रङहीन र गुलियो स्वाद भएको बाक्लो तरल पदार्थ हो । यो पानी र अल्कोहलमा घुलनशील हुन्छ भने इथरमा अघुलनशील हुन्छ । यसको IUPAC नाम propane-1,2,3-triol हो । ग्लिसेरोलको आणविक सूत्र $C_3H_5(OH)_3$ हो । यसको संरचनात्मक सूत्र निम्नानुसार रहेको छ :

```
    H    H    H
    |    |    |
H – C –  C –  C – H
    |    |    |
    OH   OH   OH
```

ग्लिसेरोलका उपयोगिता (Uses or glycerol)

1. शरीरका ओठ, गालालगायत विभिन्न भागको छालालाई सुरक्षा गर्न यसको प्रयोग हुन्छ ।

2. मिठाइलाई गुलियो बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।

3. राम्रो गुण भएको साबुन, लोसन, कस्मेटिक र सेभिङ क्रिम बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।

4. सुर्तीलाई रसिलो बनाई राख्न, फलफूल तथा खाद्यपदार्थलाई सुक्खा हुनबाट बचाउन र सड्न नदिन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

क्रियाकलाप 18.4

तपाईंका घरमा प्रयोगमा ल्याइएका हाइड्रोकार्बन र तिनीहरूका यौगिकको सूची तयार गर्नुहोस् । सूचित गरेका यौगिकहरूको प्रयोग कसरी गरिएको छ, त्यसको विवरण तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) तलका मध्ये कुन चाहिँ हाइड्रोकार्बन अल्केन समूहअन्तर्गत पर्छ ?

(अ) मिथेन (आ) इथिन

(इ) एसिटिलिन (ई) प्रोपाइन

(ख) तलका मध्ये कुन चाहिँ ग्लिसेरोलको आणविक सूत्र हो ?

(अ) $C_3H_6(OH)_2$ (आ) $C_3H_5(OH)_2$

(इ)) $C_3H_4(OH)_4$ (ई) $C_3H_5(OH)_3$

(ग) तलका मध्ये कुन चाहिँ पेय पदार्थका रूपमा प्रयोग गरिने अल्कोहलको IUPAC नाम हो ?

(अ) मिथानोल (आ) प्रोपानोल

(इ) इथानोल (ई) ब्युटानोल

(घ) शरीरका ओठ, गालालगायत विभिन्न भागको छालालाई फुट्नबाट जोगाउन केको प्रयोग गरिन्छ ?

(अ) मिथाइल अल्कोहल (आ) इथाइल अल्कोहल

(इ) ग्लिसेरिन (ई) ग्लुकोज

(ङ) तलका मध्ये कुन हाइड्रोकार्बनबाट ग्लिसेरोल बनाइन्छ ?

(अ) मिथेन (आ) इथेन

(इ) प्रोपेन (ई) ग्लुकोज

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) सन्तृप्त र असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन

(ख) अल्केन र अल्किन

(ग) मोनोहाइड्रिक अल्कोहल र डाइहाइड्रिक अल्कोहल

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) इथेनलाई सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन भनिन्छ ।

(ख) ग्लिसेरोलाई ट्राइहाइड्रिक अल्कोहल भनिन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) हाइड्रोकार्बन केलाई भनिन्छ, यसका कुनै चारओटा उदाहरण उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ख) सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन भनेको के हो, उदाहरणसहित लेख्नुहोस् ।

(ग) मिथेन ग्यासको परिचय दिई यसका कुनै दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(घ) अल्कोहल भनेको के हो, हाइड्रोक्सिल समूहका आधारमा यसका प्रकार उल्लेख गरी तिनीहरूको आणविक र संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् ।

(ङ) तलका यौगिकको आणविक, कन्डेन्स्ड र संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् :

इथाइलिन, प्रोपिन, एसिटिलिन, इथाइल अल्कोहल, ग्लिसेरोल

(च) निम्नलिखित कार्यमा उपयोग गरिने अल्कोहलको नाम लेख्नुहोस् :

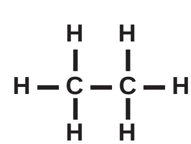
(अ) फर्मल्डिहाइड बनाउन (आ) थर्मोमिटरमा राख्न

(इ) एन्टिसेप्टिकका रूपमा (इ) मादक पदार्थ बनाउन

(छ) इथिलिनको संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् । यसमा हाइड्रोजन र कार्बनबिच कस्तो प्रकारको बोन्ड हुन्छ ? यसमा कार्बन कार्बनबिचको बोन्ड किन कमजोर हुन्छ ?

(ज) दिइएको संरचनात्मक सूत्र अध्ययन गरी निम्नलिखित प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(अ) यो यौगिकको नाम के हो, लेख्नुहोस् ।



(आ) के यो सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन हो, कारणसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।

(इ) उक्त सूत्रमा कुनै एउटा H को सट्टा OH भएको भए कुन यौगिकको अणुसूत्र बन्थ्यो होला, उल्लेख गर्नुहोस् ।

(झ) मिथेन ग्यासका कुनै तीनओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(ञ) इथेन र प्रोपेनका महत्त्वपूर्ण उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(ट) तलका शब्दावलीको परिभाषा लेख्नुहोस् :

(अ) सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन (आ) असतृप्त हाइड्रोकार्बन

(इ) अल्केन (ई) अल्किन

(उ) अल्काइन (ऊ) फङ्सनल ग्रुप

(ए) होमोलोगस शृङ्खला

(ठ) तल दिइएका यौगिकको अणुसूत्र लेख्नुहोस् :

ग्लिसेरोल, मिथेन, इथानोल, ब्युटेन, प्रोपेन, एसिटाइलिन, इथिन, इथेन, प्रोपाइन, मिथाइल अल्कोहल

(ड) स्प्रिट ल्याम्पमा प्रयोग हुने अल्कोहलको नाम र संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् ।

(ढ) कुन प्रकारको हाइड्रोकार्बनलाई प्याराफिन भनिन्छ ?

(ण) प्रोपेन अणुका तीनओटा कार्बनबाट तीनओटा हाइड्रोजन हटाई तीनओटा हाइड्रोक्सिल (-OH) समूह जोडेर बनेको यौगिकको साधारण नाम र IUPAC नाम लेख्नुहोस् । उक्त यौगिकको संरचनात्मक सूत्र र कुनै तीनओटा उपयोग लेख्नुहोस् ।

(त) रमाको हातखुट्टा र मुखको छाला सुक्खा भएर फुट्ने गरेको छ । उनको छालासम्बन्धी उक्त समस्या समाधान गर्न कुन रासायनिक यौगिक प्रयोग गर्नुपर्ला ? साथै उक्त यौगिकको रासायनिक नाम र संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् ।

19

दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने रसायनहरू (Chemicals used in Daily Life)

दैनिक जीवनमा धेरै प्रकारका रसायन प्रयोग गरिन्छन् । यीमध्ये कुनै प्राकृतिक त कुनै उद्योगमा उत्पादन गरिएका हुन्छन्, जस्तै : सरसफाइका लागि प्रयोग हुने रसायन, खाद्यान्नको सुरक्षाका लागि प्रयोग हुने रसायन, विषादी, फलफूल तथा तरकारीको सुरक्षाका लागि आवश्यक पर्ने रसायन, रासायनिक मल आदि पदार्थ दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने रसायन हुन् । यिनै मूलभूत विषयवस्तुको अध्ययन गर्ने रसायन विज्ञानको शाखालाई औद्योगिक रसायनशास्त्र भनिन्छ ।

डिटरजेन्ट

कीटनाशक विषादी

मुसा मार्ने विषादी

चिनी

साबुन

खाने नुन

चित्र 19.1 दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने केही रसायन

उल्लिखित रसायनमध्ये कुनै सरसफाइमा, कुनै विषादीका रूपमा, कुनै खाद्यपदार्थका रूपमा र कुनै खाद्य परिरक्षीका रूपमा प्रयोग गरिन्छन् । यीबाहेक हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने अन्य रसायनको सूची तयार गरी तलको तालिकामा भर्नुहोस् र कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

खाद्यपदार्थका रूपमा प्रयोग हुने रसायन	खाद्य परिरक्षीका रूपमा प्रयोग हुने रसायन	सरसफाइमा प्रयोग हुने रसायन	विषादीको रूपमा प्रयोग हुने रसायन
चिनी र नुन	नुन र चिनी	साबुन	मुसा मार्ने विषादी

खाद्य परिरक्षी (Food preservatives)

क्रियाकलाप 19.1

शीर्षक : अचारमा नुन तथा तेलको प्रयोग

उद्देश्य : अचारमा नुन तथा तेलको प्रभाव अवलोकन गर्नु

सामग्री : मौसमअनुसार उपलब्ध गाँजर, मुला, बन्दागोबी वा अन्य अचार बनाउन मिल्ने तरकारी र फलफूल, दुईओटा प्लास्टिक वा काँचको सिसी, तेल, नुन

विधि

(अ) मौसमअनुसारका उपलब्ध गाँजर, मुला आदि सामग्रीलाई मसिना टुक्रामा काट्नुहोस् ।

(आ) केही समय घाममा सुकाउनुहोस् ।

(इ) त्यसलाई दुई भाग लगाउनुहोस् ।

(ई) एक भागमा नुन तेल मिसाएर सिसीमा खाँदेर घाममा राख्नुहोस् । अर्को भाग त्यतिकै सिसीमा राख्नुहोस् ।

(उ) एक हप्तापछि दुबै सिसीमा राखिएका अचारको अवलोकन गर्नुहोस् ।

निष्कर्ष

तेल र नुन मोलेर बनाएको अचार सुरक्षित र नमिसाएको अचार सडेको रहन्छ । नुन र तेलले खाद्यान्न सड्न नदिने भएकाले यिनीहरूलाई खाद्य परिरक्षी भनिन्छ ।

खानामा ब्याक्टेरिया, यिस्ट, मोल्डस विकास हुँदा कुहिन थाल्छ । यसरी खाद्यपदार्थ सड्न, गल्न, बिग्रिन नपाउने गरी सुरक्षित राख्न प्रयोग गरिने पदार्थ खाद्य परिरक्षी हुन् । विभिन्न वनस्पतिजन्य खाद्यपदार्थ, अन्नपात र दलहन, फलफूल र तरकारी तथा जनावरजन्य पदार्थ मासु, दुध र यसका परिकारलाई लामो समयसम्म जोगाएर राख्नका लागि यिनीहरूको प्रयोग गरिन्छ । यी खाद्य परिरक्षीले खाद्यपदार्थमा ब्याक्टेरिया, यिस्ट, मोल्डस आदि विकास हुन दिँदैनन् ।

परिरक्षीलाई प्रथम श्रेणी र द्वितीय श्रेणीमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ ।

प्रथम श्रेणीका परिरक्षी : यस्ता परिरक्षीलाई खाद्यपदार्थमा आवश्यक मात्रामा प्रयोग गर्न सकिन्छ । खाने नुन, चिनी, काठको धुवाँ, मरमसला, भिनेगर, मह आदि यसका उदाहरण हुन् ।

द्वितीय श्रेणीका परिरक्षी : निश्चित तोकिएको मात्रामा मात्र प्रयोग गर्न सकिने परिरक्षी द्वितीय श्रेणीका परिरक्षी हुन्, जस्तै : सोडियम वा पोटासियम नाइट्रेट, बेन्जोइक एसिड र त्यसका लवण, सल्फर डाइअक्साइड आदि । कुनै पनि खाद्यपदार्थमा एकभन्दा बढी द्वितीय श्रेणीका परिरक्षी प्रयोग गर्नुहुदैन् ।

खाद्यपदार्थ दूषित हुन नदिनका लागि सुकाउने, फ्रिजमा राख्ने, नुन र चिनीको घोल प्रयोग गर्ने जस्ता विभिन्न परम्परागत र आधुनिक विधिको समेत प्रयोग गरिन्छ । त्यस्तै कतिपय परिस्थितिमा फलफूललाई पकाउन रासायनिक पदार्थको प्रयोग गरिन्छ । तर यसरी प्रयोग गरिने रसायनहरू मानव स्वास्थ्य तथा वातावरणका लागि निकै हानिकारक पनि हुन सक्छन् । यी रसायनको प्रयोग गर्दा हातमा पन्जा र मुखमा माक्स लगाउनुपर्छ । प्रयोगपछि साबुनपानीले हात धुनुपर्छ । यसको अत्याधिक प्रयोग गर्नुहुँदैन र सकेसम्म प्राकृतिक परिरक्षीको प्रयोग बढी गर्नुपर्छ ।

परम्परागत तथा आधुनिक रूपमा खाद्यपदार्थ संरक्षण गर्न के के तरिका अपनाएको छ, छलफल गर्नुहोस् ।

फलफूल, सागसब्जी, दुध, दही, माछामासुमा रहेका पोषक तत्त्वलाई सुरक्षित राख्न, खाद्यान्न बिग्रन र सड्नबाट जोगाउनका लागि फुड परिरक्षी प्रयोग गरिन्छ । रासायनिक, प्राकृतिक र कृत्रिम रूपमा फलफूल पकाउने गरी फुड परिरक्षीलाई तीन प्रकारमा विभाजन गर्न सकिन्छ, जुन निम्नानुसार छन् :

1. रासायनिक फुड परिरक्षी (Chemical food preservatives)

चित्र 19.2 a

चित्र 19.2 b

नुन र तेल रासायनिक पदार्थ हुन्, जसले सूक्ष्म कीटाणु र जीवाणुको वृद्धि विकासलाई नियन्त्रण गर्छन् । त्यस्तै sodium benzonate sorbate, sulphur dioxide, nitrates and nitrites, butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), calcium propionate, sodium metasulphite जस्ता औद्योगिक रसायनले पनि रासायनिक खाद्य परिरक्षीका रूपमा कार्य गर्छन् ।

2. प्राकृतिक फुड परिरक्षी (Natural food preservatives)

दैनिक जीवनका खाद्यपदार्थ निरन्तर र छोटो समयमा नै प्रयोग भइरहन्छन् । ती पदार्थलाई बिग्रनबाट जोगाइराख्न प्रयोग गरिने रसायन प्राकृतिक खाद्य परिरक्षी (natural food preservatives) हुन् । यसरी प्रयोग गरिने विधिलाई प्राकृतिक (natural) विधि भनिन्छ । तितेपातीको प्रयोग, निमको तेलको प्रयोग, चुक अमिलाको प्रयोग यसका उदाहरण हुन् । प्राचीन समयदेखि चलन चल्तीमा आइरहेका प्राकृतिक तरिका, जस्तै : घाममा सुकाउने, चिसो ठाउँ वा पानीमाथि राख्ने, खरानीको प्रयोग गर्ने, बेसार र तेल मोलेर खाने कुरा राख्ने आदि प्रक्रिया पनि प्राकृतिक सुरक्षाका उपायहरू हुन् । तर हिजोआज आधुनिक प्रविधि, जस्तै : pasturization, freezing, cold store को प्रयोग गरी खाद्यान्न तथा फलफूल र तरकारी राख्ने प्रविधिको विकास ग्रामीण तथा सहरिया जीवनशैलीमा आइसकेको छ । यी प्रविधिले सूक्ष्म जीवको वृद्धि विकासलाई आवश्यक पर्ने तत्त्वलाई नियन्त्रण गरी खाद्यपदार्थको सुरक्षा गर्छन् ।

3. कृत्रिम रूपमा फलफूल पकाउने खाद्य परिरक्षी (Induced rippening fruits food preservatives)

आँप, केरा जस्ता फलफूल छिप्पिसकेपछि वा परिपक्क भइसकेपछि पनि पाक्नका लागि लामो समय लाग्छ । तर छोटो र छिटो समयमा पकाउनका लागि विभिन्न रसायनको प्रयोग गरिन्छ । यसरी फलफूललाई पकाउनका लागि प्रयोग गरिने रसायनलाई rippening agent भनिन्छ । Calcium carbide, ethylene gas, ethephon आदि rippening agent हुन् ।

चित्र 19.3: आँप पकाउन राखिने औषधी

प्राचीन समयदेखि चल्दै आएका फलफूल पकाउने विभिन्न विधि पनि छन्, जस्तै : जुटको बोरामा बेरेर राख्ने, असुरोको पात प्रयोग गर्ने, खाल्डो खनेर खाल्डामा तातो बनाएर बोराले

बेरेर फलफूलभित्र राखी माटाले पुरी दिने, खोसेला वा सुकेको परालमा बाक्लो गरी बेरेर राख्ने जस्ता प्राचीन प्रविधिको प्रयोग गरिँदै आएको छ । तर पनि हिजोआज बजारमा सजिलो र सस्तो हिसाबले प्राप्त गर्न सकिने calcium carbide लाई फलफूल पकाउनका लागि अत्यधिक प्रयोग गरिएको पाइन्छ । यस प्रकारका रसायनको प्रयोग गर्दा र यसबाट पाकेका फलफूल खाँदा होसियारी अपनाउने गर्नुपर्छ नत्र भने यसको अत्यधिक प्रयोगले छाला चिलाउने, छाला पोल्ने, छालामा राता फोका आउने, यसरी पकाइएका फलफूलको सेवनबाट फोक्सोमा पानी जम्ने, आँखा चिलाउने र रातो हुने जस्ता असर देखिन्छन् । त्यसैले यसप्रकारका रसायनको अत्यधिक प्रयोग गर्नुहुँदैन ।

सरसफाइमा प्रयोग हुने रसायनको परिचय र प्रयोग (Introduction and use of chemicals used in cleansing)

सरसफाइमा प्रयोग हुने प्राकृतिक पदार्थ (Natural materials used in cleansing)

हामीले दैनिक जीवनमा विभिन्न किसिमका प्राकृतिक पदार्थ प्रयोग गर्छौं । रिट्ठा, खरानी, पिना, कागतीको रस, सजिवन आदि सरसफाइका लागि प्रयोग गरिने प्राकृतिक पदार्थका उदाहरण हुन् ।

चित्र 19.4: सरसफाइका प्राकृतिक पदार्थ

रिट्ठा

रिट्ठाका बोक्रामा सेपोनिन हुन्छ । या एक पूर्ण प्राकृतिक कोमल साबुन हो जुन शताब्दियौँदेखि छाला र लुगा सफा गर्न प्रयोग हुँदै आएको छ । यो एक परम्परागत जडीबुटी हो जसको रुख नेपाल, भारत र चीनमा पाइन्छ । रिट्ठो सामान्यतया आयुर्वेदिक औषधी बनाउन प्रयोग गरिन्छ । रिट्ठालाई साबुन पनि भनिन्छ । यसको सुकेको फलको धुलोलाई स्याम्पुमा फोमिङ एजेन्टका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

पिना

हाम्रो देशमा विगतदेखि नै कपालको सरसफाइ गर्न, कपाललाई नरम र बलियो बनाउन तोरीको पिना प्रयोग हुँदै आएको छ । तोरीको पिनामा फोलेट, नियासिन, थायामिन र

भिटामिन B6 जस्ता आवश्यक बी-कम्प्लेक्स भिटामिन हुन्छन्, जुन कपालको समग्र स्वास्थ्य, सरसफाइ र वृद्धिका लागि धेरै उपयोगी हुन्छन् । यसको प्रयोगले कपाल झर्न धेरै हदसम्म रोक्छ । यसले कपाललाई नरम र पोषणयुक्त बनाउँछ ।

खरानी

काठको खरानी पनि सरसफाइमा प्रयोग हुँदै आएको छ । यसलाई थोरै मात्रामा पानीमा मिसाएर पेस्ट बनाइन्छ । यो पेस्टलाई घर्षण गर्ने क्लिनरका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यसले धातुहरू चम्काउँछ, फोहोर भाँडाकुँडा सफा गर्छ र टाँसिएको फोहोर एवम् तेलयुक्त पदार्थलाई पनि हटाउँछ । काठको खरानी बोटबिरुवाका लागि पोटासियम, फस्फोरस र म्याग्नेसियमको राम्रो स्रोत पनि हो ।

सजिवन

सजिवन नेपालका विभिन्न भूभागमा प्राकृतिक रूपमा प्राचीन कालदेखि उत्पादन हुँदै आएको एक बहुउपयोगी वनस्पति हो । नेपालमा यसको विभिन्न किसिमले प्रयोग हुँदै आएको छ । यो वनस्पति घरपालुवा जनावरले नखाने भएकाले खेतबारीमा बार बनाउनका लागि प्रयोग हुने गरेको छ । यसको पात कम्पोस्ट मल बनाउन, यसको रस पोलेको घाउ निको पार्न, क्यान्सर रोगको प्रतिरोधक औषधीका रूपमा र सानो हाँगाको डाँठ दाँत सफा गर्न प्रयोग गरिन्छ । साथै यसको पिना अत्यन्त राम्रो किसिमको नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासयुक्त प्राङ्गारिक मलका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

सजिवनको महत्त्वबारे जानी राखौँ

सजिवनको पातको रस र बिउलाई पेलेर निकालिएको तेल दल्दा चौपायाका जुम्रा मार्न सकिन्छ । हातखुट्टा फुटेको, लुतो, दाद, पक्षघात, मांसपेशी र जोर्नीको दुखाइ आदिमा यसको तेल दल्दा फाइदा पुग्छ । यसको तेलबाट बत्ती बाल्न र साबुन बनाउन सकिन्छ । हाँगालाई दतिवनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । तेलबाट ग्लिसिरिन उत्पादन गर्न सकिन्छ । पातबाट सोत्तर र कम्पोस्ट मल बनाउन सकिन्छ । यसको पिनालाई खेतबारीमा मलका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । तेललाई प्रशोधनपश्चात् जैविक डिजेलका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

नेपालमा पाइने सजिवन (Jatropha curcas) विभिन्न देशका वैज्ञानिकले आर्थिक तथा व्यावसायिक दृष्टिकोणबाट बायोडिजल (Biodiesel) का लागि सबभन्दा उपयुक्त ठहर गरी सिफारिस गरेको छ । साधारणतया सजिवनको दानामा 30 देखि 48 प्रतिशतसम्म तेलको मात्रा हुन्छ । करिब 3 केजी बियाँबाट एक लिटर तेल निकाल्न सकिन्छ ।

कागतीको रस : कागतीको रसमा साइट्रिक एसिडको मात्र उच्च हुन्छ । यसको कम pH र एन्टिब्याक्टेरियल गुणका कारण उत्कृष्ट प्राकृतिक क्लिनरमध्ये एक हो । यसले प्राकृतिक ब्लिचका रूपमा पनि काम गर्छ । कागतीको गन्ध पनि राम्रो हुन्छ र कपडा, काठ जस्ता वस्तु सफा गर्दा क्षति पुग्ने सम्भावना हुँदैन । कागतीको रस एक प्राकृतिक क्लिनर हो । तामाको भाँडालाई कागतीले सफा गर्दा तामाका भाँडाको सतहमा विशेष चमक आउँछ । कागतीको रस दशकौँदेखि औषधीका रूपमा पनि प्रयोग हुँदै आएको छ ।

सरसफाइमा प्रयोग हुने रासायनिक पदार्थ (Chemicals used in cleansing)

साबुन (Soap)

उच्च फ्याटी अम्ल (higher fatty acid) को सोडियम वा पोटासियम लवणलाई साबुन भनिन्छ । सामान्यतया साबुन उत्पादनका लागि वनस्पतिको तेल वा जनावरको बोसो, सोडियम हाइड्रोक्साइड र सोडियम क्लोराइडलाई कच्चा पदार्थका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यसको उत्पादनका लागि वनस्पति तेल (ओलिभ, नरिवल र कपासको बिया) वा बोसोलाई सोडियम हाइड्रोक्साइड र सोडियम क्लोराइडसँग तताइन्छ । वनस्पतिको तेल वा जनावरको बोसोलाई अल्कालीसँग प्रतिक्रिया गराएर साबुन उत्पादन गर्ने प्रक्रियालाई सपोनिफिकेसन (saponification) भनिन्छ । कडा पानीमा साबुनको प्रयागले गर्दा स्कम (scum) नामक अघुलनशील खैरो पदार्थ बनाउने भएकाले कडा पानीमा सरसफाइका लागि साबुन त्यति उपयोगी हुँदैन । यसको जैविक विच्छेदन हुने भएकाले यसले रासायनिक प्रदूषण गर्दैन ।

क्रियाकलाप 19.2

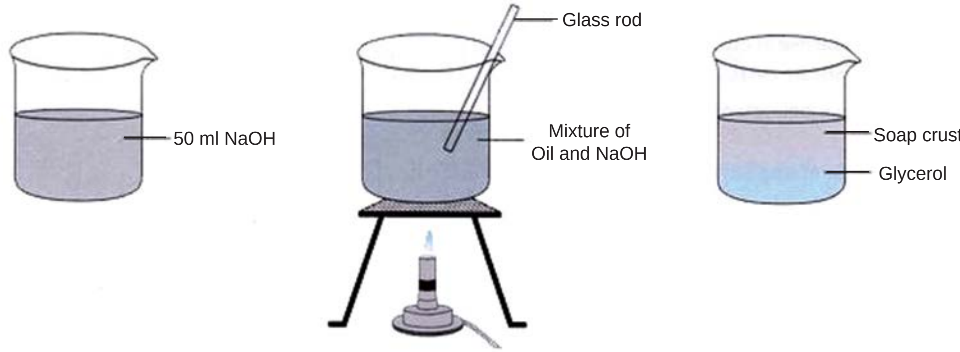
उद्देश्य : साबनुको निर्माण गर्नु

आवश्यक सामग्री : तेल वा बोसो, सोडियम हाइड्रोअक्साइडको घोल, खाने नुन, तताउन प्रयोग हुने भाँडो, सोली, फिल्टर पेपर, तापको स्रोत

विधि

(अ) एउटा बिकरमा 40 ml वनस्पति तेल लिनुहोस् ।

(आ) अर्को बिकरमा 15 gm सोडियम हाइड्रोअक्साइडलाई 50 ml जति पानीमा घोल बनाउनुहोस् ।



चित्र 19.5: आँप पकाउन राखिने औषधी

(इ) दुबैलाई मिसाई तताउँदै चलाउनुहोस् । यो बाक्लो पेस्ट बन्ने छ । त्यसमा अलिकति नुन र सोडा राखी चलाउनुहोस् । नुनले साबुनलाई मिश्रणबाट छुट्याउन सहज बनाउँछ ।

(ई) फिल्टर पेपरको सहायताबाट फिल्टर गर्दा फिल्टर पेपरमा बचेको ठोस पदार्थ नै साबुन हो । त्यसलाई जुन आकारको साबुन चाहिन्छ, त्यही आकारको भाँडो (साँचो) मा खन्याउनुहोस् ।

(उ) एक दिनसम्म राखेपछि चाहेको आकारको साबुन तयार हुन्छ । साबुन बनाई बाँकी रहेको झोल पदार्थबाट गिलसिरिन बनाउन सकिन्छ ।

डिटरजेन्ट (Detergent)

चित्र 19.6: डिटरजेन्ट

डिटरजेन्ट कपडा सफाइका लागि प्रयोग गरिने साबुनभन्दा बढी घुलनशील वस्तु हो । हाइड्रोकार्बनबाट प्राप्त हुने साबुनभन्दा बढी घुलनशील संश्लेषित पेट्रोलियम रसायनलाई डिटरजेन्ट भनिन्छ । यसलाई साबुन रहित साबुन (soapless soap) पनि भनिन्छ । साबुन जस्तै यिनीहरूले कपडा सफा गर्छन् । यसको रासायनिक प्रकृति भने साबुनभन्दा फरक छ । यसलाई कडा पानीमा पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । सोडियम लरिल सल्फेट (sodium lauryl sulphate), अल्काइल बेन्जिन सल्फोनेट (alkyl benzene

sulphonate), सोडियम पाइरो फोस्फेट (sodium pyrophosphate) इत्यादि यसका उदाहरण हुन् । रासायनिक प्रकृतिको भएकाले यसको जैविक विच्छेदन (biodegradable) हुँदैन । यसले गर्दा यसले रासायनिक प्रदूषण निम्त्याउँछ । यिनीहरू धुलो वा तरल रूपमा पाइन्छन् । बजारमा पाइने प्रायः सुगन्धित साबुन पनि प्राकृतिक तेलबाट नबनी डिटरजेन्ट जस्तै पेट्रोलियम पदार्थबाट बनेका हुन्छन् । डिटरजेन्टको प्रयोग गर्दा छाला चिलाउने, पोल्ने, फुट्ने आदि समस्या देखा पर्छन् । साथै यसको प्रयोगले पानी र माटाको प्रदूषण हुन्छ । लामो समय डिटरजेन्ट प्रयोग गरी कपडा धुँदा कपडाको रङ खुइलिँदै जान्छ ।

विषादीयुक्त रसायनहरू (Chemical pesticides)

क्रियाकलाप 19.3

तपाईँको वरपरको खेतबारी वा बगैँचामा लाग्ने हानिकारक किरा मार्न वा नियन्त्रण गर्न के कस्ता कीटनाशक विषादी प्रयोग भइरहेका छन्, अवलोकन, सोधखोज गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

(क) कीटनाशक विषादीको प्रयोगले हामीलाई के फाइदा होला ?

(ख) किरा नियन्त्रण गर्न कुन कुन घरेलु उपाय प्रयोग भएका रहेछन् ?

(ग) के कीटनाशक विषादीको प्रयोगका नकारात्मक असर पनि छन् ?

घटना अध्ययन गरौँ

चित्र 19.7: कृषि बालीमा विषादी छर्कदै

मिति २०७९ श्रावण १५ गते द काठमाडौँ पोस्टमा प्रकाशित समाचार अनुसार हरिपुर नगरपालिका निवासी एक किसानले विषादी छरिरहँदा विषादी बोकेको भाँडाबाट विषादी चुहिन गई उनको शरीरको पछाडिको भाग विषादीयुक्त रसायनले नराम्रोसँग जलेको थियो । त्यस्तै गरी अध्ययनबाट देखाइएअनुसार हरिवन नगरपालिकाको तरकारी उत्पादनको मुख्य क्षेत्र घुर्कौलीमा विगत पाँच वर्षमा 22 जना व्यक्तिको क्यान्सरका कारणले मृत्यु भएको थियो । उक्त क्षेत्रमा छाला तथा रगतको क्यान्सरबाट पीडितको सङ्ख्या पनि धेरै देखिएको छ । नेपालको सन्दर्भमा यी प्रतिनिधि घटना मात्र हुन् । यथार्थमा नेपालका विभिन्न क्षेत्रमा विशेष गरी तरकारी, बालीनाली तथा फलफूलमा अत्यधिक एवम् अवैज्ञानिक रूपमा विषादी प्रयोग हुन्छ ।

कक्षामा समूहगत रूपमा आफूले देखेका, अनुभव गरेका वा अध्ययन गरेका समाचारका आधारमा निम्नलिखित प्रश्नहरूमा छलफल गर्नुहोस् :

(अ) अत्यधिक तथा अवैज्ञानिक ढङगले विषादी प्रयोग गर्दा वातावरण तथा स्वास्थ्यमा पर्न जाने अन्य असर के के होलान् ?

(आ) तपाईंको घरपरिवार तथा छिमेकमा आवश्यकताभन्दा बढी विषादी प्रयोग गर्दा प्रत्यक्ष रूपमा भोगेका वा देखेका घटनाका बारेमा छलफल गर्नुहोस् ।

(इ) माथि चित्रमा देखाइए जस्तै गरी विषादी छर्किन उपयुक्त होला, आफ्ना तर्क कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

बिउ, बिरुवा, रुख, पशुपक्षी, मानव स्वास्थ्य, निर्माण क्षेत्र आदिमा लाग्ने शत्रुजीव (pest) हरूलाई रोक्ने, हटाउने, नियन्त्रण गर्ने, व्यवस्थापन गर्ने र नाश गर्ने लक्ष्य राखी प्रयोग गरिने विषालु पदार्थलाई विषादी भनिन्छ । जीवनाशक विषादी व्यवस्थापन ऐन, 2076 ले दिएको परिभाषाअनुसार "जीवनाशक विषादी" भन्नाले बोटबिरुवा, कृषिजन्य पदार्थ र वन तथा वन पैदावार, जीव, पशुपन्छी, मानव स्वास्थ्य, भण्डारण, प्याकेजिङ र निर्माण कार्यमा हानि पुऱ्याउने रोग, किरा, सुलसुले, निमाटोडस (nematodes), झारपात, शङखेकिरा, मुसा (rodents) लगायतबाट बचाउन प्रयोग गरिने प्राङ्गारिक, वनस्पति, जैविक तथा रासायनिक वस्तु बुझिन्छ ।

नेपालमा प्रथम पटक सन् 1952 मा औलो रोग नियन्त्रणका लागि डिडिटी आयात गरिएको थियो । हाल नेपालमा विषादीको औसत प्रयोग 396 ग्राम प्रतिहेक्टरका दरले प्रयोग भइरहेको छ । कुनै पनि बालीमा प्रयोग गरिएको करिब 80 प्रतिशत जीवनाशक विषादी साधारणतया माटामा टुङ्गिन पुग्छ । माटामा पुगेको विषादी निष्क्रिय हुन निकै समय लाग्छ । यसबाट माटामा रहेका सूक्ष्म जीवाणुलाई हानि पुग्न जानुका साथै भूमिगत जलस्रोत, खाल्डो र खोलामा विष प्रदूषण हुने खतरा बढ्न जान्छ ।

विषादीका किसिम (Types of pesticides)

विषादीबाट वातावरणमा पर्ने प्रभाव, लक्षित जीवमा प्रयोग, विषादीको असरको प्रकृति आदिका आधारमा विषादीलाई विभिन्न समूहमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ, जुन निम्नानुसार छन् :

1. वातावरणीय दृष्टिका आधारमा

वातावरणीय दृष्टिका आधारमा विषादी दुई किसिमका छन् :

(क) **वातावरणमा क्षय हुँदै जाने (Environmentally degradable or non-persistent) :** यस्ता विषादी वातावरणीय अवयव, जस्तै : पानी, हावा, प्रकाश, ताप आदिको सम्पर्कमा आइसकेपछि बिस्तारै क्षय हुँदै जान्छन् । उदाहरणका लागि डाइमेथोयट (नुगर, रोगर, डाइमेट), मालाथायन आदिलाई लिन सकिन्छ ।

(ख) **वातावरणमा थुप्रिँदै जाने (Environmentally non-degradable or persistent :** यस वर्गअन्तर्गत पर्ने विषादी वातावरणमा छिटै क्षय नहुने वा हाम्रो शरीरमा खाद्यशृङ्खलामार्फत बोसोको अंशमा मिसिएर रहिरहन्छन् । यस समूहका विषादी धेरैजसो मुलुकमा प्रतिबन्ध हुँदै गएका छन् । नेपालमा पनि यी विषादीलाई आयात, निर्यात, उत्पादन बेचबिखन तथा प्रयोगमा प्रतिबन्ध लगाइसकिएको छ ।

2. लक्षित जीवका आधारमा

(क) कीटनाशक विषादी (Insecticides)

किराहरू नियन्त्रण गर्न प्रयोग गरिने विषादी, जस्तै : मालाथियन, साइपरमेथ्रिन, फेनबालारेट, निटेनपाइराम आदि ।

(ख) ढुसीनाशक विषादी (Fungicides)

बोटबिरुवामा लाग्ने विभिन्न किसिमका ढुसीसम्बन्धी रोग विरुद्ध प्रयोग गरिने विषादी, जस्तै : डाइमेथोमर्फ, सेक्टिन, म्यान्कोजेव, कार्बेन्डाजिम आदि ।

(ग) झारपातनाशक विषादी (Herbicides)

बालीनालीलाई डस्ने विभिन्न किसिमका झारपात मार्न प्रयोग गरिने विषादी, जस्तै : ब्युटाक्लोर, आइसोप्रोटुरोन, एट्राजिन आदि ।

(घ) मुसानाशक विषादी (Rodenticides)

मुसा र मुसा वर्गमा पर्ने, जस्तै : दुम्सी, लोखर्के, खरायो आदि जनावर मार्न प्रयोग गरिने विषादी, जस्तै : जिन्क फोस्फाइड, ब्रोमाडियोलान, क्युमाटेट्रालिल आदि ।

(ङ) सुलसुलेनाशक विषादी (Miticides)

सुलसुले मार्न प्रयोग गरिने विषादी, जस्तै : वाइफेनाजेट, फेनाजाक्युन, प्रोपरजाइट, फेनपाइरोक्जिमेट आदि ।

3. कार्य प्रकृतिका आधारमा कीटनाशक विषादीको वर्गीकरण

(क) सम्पर्क विषादी (Contact pesticide)

नरम शरीर भएका किरा, जस्तै : लाही, झुस नभएका लार्भा, थ्रिप्स, सेतो झिँगा आदिको बाहिरी आवरणमा यी विषादी प्रत्यक्ष सम्पर्कमा आई यसको असरले किराहरू मर्छन् । मालाथिएन, क्लोरोपाइरिफस आदि यसअन्तर्गत पर्ने विषादी हुन् ।

(ख) आन्तरिक विषादी (Stomach pesticide)

विषादी लागेका बिरुवाका पात वा फलफूलाई किराले खाँदा उक्त विषको प्रभावले गर्दा किराहरू मर्छन् । यसअन्तर्गत मालाथिएन, साइपरमेथ्रिन, फेनभेलेरेट आदि विषादी पर्छन् ।

(ग) सिस्टेमिक विषादी (Systemic pesticide)

यस प्रक्रियामा बिरुवाका पात वा जराले विषादी सोस्छ फलस्वरूप विष सम्पूर्ण भागमा पुगी बिरुवा नै विषाक्त बन्छ । यसरी विषाक्त बिरुवाको रस चुस्दा किराहरू मर्छन्, जस्तै : फड्के, लाही, थ्रिप्स, सेतो झिँगा, लिफ माइनर, गबारो आदिलाई नियन्त्रणका लागि फोलिथियन, वायोमल्टिनिम, मल्टिनिम आदि विषादी प्रयोग गरिन्छ ।

(घ) धुवाउने विषादी (Fumigants pesticide)

यस्ता विषादीहरू हावाको सम्पर्कमा आएपछि विषालु ग्यास निस्किन्छ जसका कारणले किरा मर्छन् । यस्ता विषादी खास गरी भण्डारणमा लाग्ने किरा नियन्त्रण गर्न प्रयोग गरिन्छ, जस्तै : आल्मिनियम फस्फाइड, मिथाइल ब्रोमाइड आदि ।

क्रियाकलाप 19.4

तपाईंको घर तथा छरछिमेकमा शत्रुजीव (pest) नियन्त्रणका लागि अत्यधिक रासायनिक विषादीको प्रयोगको विकल्पका रूपमा अपनाइएका उपाय के के छन्, समूहगत रूपमा छलफल गर्नुहोस् । उक्त छलफलका आधारमा आफ्नो परिवार तथा समुदायमा दिन सकिने सुझावको सूची तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

विषादीको भण्डारण तथा प्रयोग गर्दा अपनाउनुपर्ने सावधानी (Safety precautions in the use and storage of the pesticides)

चित्र 19.8

रासायनिक विषादीको भण्डारण तथा प्रयोग गर्दा निम्नअनुसारका सावधानीहरू अनिवार्य रूपमा अपनाउन आवश्यक हुन्छ :

(क) जीवनाशक विषादी व्यवस्थापन ऐन, २०७६ र नियमावलीले व्यवस्था गरेअनुसार मात्र विषादीको आयात, उत्पादन, किनबेच र प्रयोग गर्नुपर्छ ।

(ख) कृषि प्राविधिकको परामर्शबमोजिम मात्र विषादी खरिद गर्नुपर्छ । साथै विषादी छर्दा बाँकी रहेको विषादीलाई सुरक्षित ठाउँमा भण्डारण वा व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।

(ग) विषादी राखेको भाँडामा स्पष्टसँग चिनिने गरी नाम लेखी राख्नुपर्छ ।

(घ) विषादीको भण्डारण गर्दा बालबालिकाको पहुँच हुने ठाउँ तथा खाद्यपदार्थको नजिक राख्नु हुँदैन ।

(ङ) विषादीलाई हावा नछिर्ने गरी एवम् नचुहिने भाँडामा राम्ररी बिर्को बन्द गरी राख्नुपर्छ ।

(च) विषादीको प्रयोग गर्दा प्रयोग कर्ताको सानो गल्तीले ठुलो दुर्घटना र हानि नोक्सानी हुन सक्ने भएकाले विषादीको लेबल (सूचक पत्र) मा लेखिएका निर्देशन राम्ररी पढेर मात्र प्रयोग गर्नुपर्छ ।

(छ) विषादीको प्रयोग गर्नै परेमा कम विषालु तर प्रभावकारी विषादीको मात्र प्रयोग गर्ने र विषादी प्रयोग गर्दा सुरक्षित पहिरन, जस्तै : नाक तथा मुख छोपिने मास्क, हातमा पन्जा, शरीर पूरै ढाकिने गरी सुरक्षा पोसाकका साथै आँखामा चस्माको अनिवार्य प्रयोग गर्नुपर्छ ।

(ज) विषादी छर्दा प्रयोग भएका उपकरणलाई तत्काल सफा गरी सुरक्षित ठाउँमा राख्नुपर्छ । तर यस्ता साधन सफा गर्दा पानीको मुहान नजिक भने गर्नुहुँदैन ।

(झ) विषादी छर्किएपछि अनिवार्य रूपमा नुहाउने तथा साबुन पानीले राम्ररी हात धुनुपर्छ ।

(ञ) रोग/किरा व्यवस्थापनमा सम्भव भएसम्म एकीकृत शत्रुजीव व्यवस्थापन (integrated pest management) विधिको प्रयोग गर्नुपर्छ ।

(ट) विषादी प्रयोग गर्नेबित्तिकै बालीनाली (तरकारी तथा फलफूल) को बेचबिखन तथा उपभोग गर्नुहुँदैन ।

(ठ) धेरै खतरनाक (group IB) अन्तर्गत पर्ने सूचीकृत विषादी सम्बन्धित बाली संरक्षण अधिकृतको सिफारिसमा मात्र खरिद/बिक्री गर्नुपर्छ ।

(ड) सबै किसिमका विषादी विष हुन, ती औषधी होइनन् भन्ने उद्गार कहिल्यै पनि बिर्सनु हुँदैन ।

परियोजना कार्य

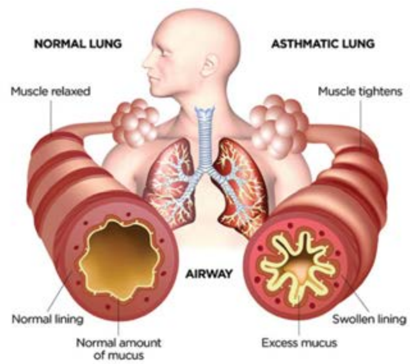
नेपालमा बालीनालीमा प्रयोग गर्न पाइने विषादी र उक्त विषादी छर्किएपछि पर्खनुपर्ने समय अवधिका बारेमा विज्ञहरूसँग सोधेर तथा खोजी गरेर प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र कक्षामा छलफलका लागि प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

रासायनिक प्रदूषण (Chemical pollution)

चित्र 19.9: उद्योगबाट निस्केका प्रदूषण

मानवलगायत सबै जीव जगत्लाई जीवन बिताउन कठिनाइ उत्पन्न गराउने समस्या वातावरणीय प्रदूषण हो । यसले गर्दा वातावरणका विभिन्न तत्त्वहरू हावा, पानी, माटो आदिका गुणस्तरमा ह्रास ल्याई पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन गराउँछ । फलस्वरूप विभिन्न जीवहरूमा नकारात्मक असर पर्छ । वायु प्रदूषण हुँदा वायुबाट विभिन्न रोगहरू सर्नु, जल प्रदूषण हुँदा जलबाट सर्ने रोग सर्नु र माटो प्रदूषित हुँदा माटोबाट रोग सर्नु आदि वातावरण प्रदूषणका नकारात्मक असर हुन् । वातावरण प्रदूषणको कारणले नै पृथ्वीको वायुमण्डलमा कार्बनडाइअक्साइडको मात्रा बढी हुन गई तापको मात्रामा वृद्धि भइरहेको छ । यसले गर्दा सम्पूर्ण सजीव जगत्मा प्रत्यक्ष प्रभाव परिरहेको छ ।

इन्सेक्ट, पेस्ट, रोडेन्ट आदि मार्नका लागि रासायनिक विषादीको प्रयोग गरिन्छ । यी रसायनमा थोरै वा धेरै मात्रामा विषादी हुन्छ । यी विषादीले हानिकारक किरा मात्र नभएर उपयोगी किरा पनि मार्ने गर्छन् । यसबाट कुनै ठाउँको पारिस्थितिक पद्धतिमा असन्तुलन आउँछ । Dichlorodiphenyl trichloroethane (DDT) पाउडरको प्रयोगले भौतिक र जैविक वातावरण प्रदूषित गराउँछ । प्रदूषित पानीले जलीय र स्थलीय जीवमा नराम्रो असर पर्छ । जीवको प्रजनन प्रणालीमा असर गर्छ । यसले श्वासप्रश्वाससम्बन्धी रोगहरू निम्त्याउँछ । चरा तथा माछाको वृद्धि र प्रजनन क्षमतामा असर गर्छ । चराले अन्डा कम पार्छन् । सबै अन्डा फर्टाइल (fertile) हुँदैनन् । कतिपय फर्टाइल अन्डाबाट पनि चल्ला निस्किँदैनन् किनकि यिनीहरूको बाहिरी भाग पातलो भएकाले माउ कोरल्न बस्दा नै अन्डा फुट्छन् । त्यसै गरी अन्य कीटनाशक विषादी, जस्तै : benzene hexachloride (BHC), मेथोक्सिक्लोराइड (methoxychloride), एल्ड्रिन (aldrin), डायल्ड्रिन (dialdrin) इत्यादिले पनि जीवमा त्यस्तै प्रकारका असर देखाउँछन् ।



चित्र 19.10

कृषिलाई आधुनिकीकरण गर्दै लैजाने क्रममा विभिन्न किसिमका कीटनाशक औषधी (DDT, BHC, Aldrin, Dialdrin) प्रयोग गरिएको पाइन्छ । रासायनिक मलको प्रयोग पनि अत्यधिक मात्रामा भइरहेको छ । वर्षाको पानीको बहाबका कारण वा अन्य मानवीय कारणले गर्दा यस्ता कीटनाशक औषधी र रासायनिक मल पानीका स्रोतमा पुगी पारिस्थितिक प्रणाली नै असन्तुलन हुन जान्छ । यसले गर्दा पानीमा बस्ने जीवहरू नष्ट हुन जान्छन् ।

खेतीपातीलाई विभिन्न हानिकारक जीवहरूले नस्ट गरिदिने गर्छन् । तसर्थ खेतीपातीलाई किराबाट बचाउनका लागि विभिन्न किसिमका कीटनाशक औषधीको प्रयोग गरिन्छ । यसले खेतीपातीलाई किराबाट बचाउने काम गरे तापनि माटालाई भने प्रदूषित बनाउने काम

गर्छ । Insecticides, fungicides, weedicides जस्ता कीटनाशक औषधीलाई प्रदूषक पदार्थको स्रोतका रूपमा लिइन्छ । खासगरी डिडिटी, डायल्डिन, एलडिन, पाराथाइओन जस्ता पदार्थले माटाको गुणस्तरमा ह्रास ल्याउने काम गर्छन् ।

जानी राखौँ

कीटनाशक विषादीमा एल्ड्रिन, डाइअल्ड्रिन, डिडिटि., बी.एच.सी., क्लोरेडेन, लिन्डेन, इन्डोसल्फान आदि पर्छन् । यी सबै हाल नेपालमा प्रतिबन्धित भइसकेका छन् । डाइक्लोरोभस कीटनाशक विषादीलाई नेपालमा आयात, निर्यात, उत्पादन, बेचबिखन र प्रयोगमा प्रतिबन्ध गरिसकेको छ ।

सिमेन्ट, सिसा, सेरामिक्स, प्लास्टिक, फाइबर, रासायनिक मल, साबुन, डिटरजेन्ट जस्ता औद्योगिक पदार्थको जथाभावी प्रयोग तथा विसर्जनबाट पनि वातावरणका विभिन्न तत्त्वहरू हावा, पानी, माटो आदिका गुणस्तरमा ह्रास आउँछ । यसले गर्दा पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन ल्याउँछ । त्यसैले यस्ता प्रदूषक पदार्थको उचित प्रयोग तथा व्यवस्थापन गर्नुपर्छ । यी प्रदूषक पदार्थलाई पानीका स्रोत, कृषि योग्य जमिन आदिमा विसर्जन गर्नुहुँदैन ।

चित्र 19.11: सिसडोल डम्पिङ साइटमा सिसा, प्लास्टिक, सेरामिक्स, फाइबर आदि

माथिको चित्र अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :

(क) यसरी जथाभावी विसर्जन गर्नाले वरपरको वातारणमा कस्तो असर पर्छ होला ?

(ख) तपाईंको विचारमा यस्ता किसिमका प्रदूषणलाई व्यवस्थापन गर्दा अपनाउनुपर्ने उपाय के के हुन सक्छन् ?

सिमेन्ट, सिसा, काँच, सेरामिक्स, प्लास्टिक, फाइबर, रासायनिक मल, साबुन, डिटरजेन्ट जस्ता औद्योगिक रसायनको उचित व्यवस्थापनका लागि निम्नअनुसारका उपाय अपनाउन सकिन्छ :

(क) सिसा, सेरामिक्स, प्लास्टिक, फाइबर आदिका टुक्रालाई जथाभावी नफ्याँकी उचित स्थानमा व्यवस्थापन गर्ने

(ख) सिमेन्टका बोराबाट सिमेन्टको धुलो उड्न नपाउने गरी बोरालाई बाँधेर वा राम्ररी ढाकेर राख्ने

(ग) रासायनिक मलको विकल्पका रूपमा जैविक मल प्रयोगलाई प्रवर्धन गर्ने

(घ) रासायनिक मल प्रयोग गर्नुपर्दा उचित रूपमा कृषि विज्ञको सल्लाहबमोजिम मात्र प्रयोग गर्ने

(ङ) साबुन तथा डिटरजेन्टको प्रयोग गर्दा निस्केको फोहोरलाई पानीको स्रोत तथा कृषियोग्य माटोमा मिसिन नदिने गरी अलग्गै ठाउँमा सङ्कलन गर्ने

परियोजना कार्य

कक्षामा रहेका विद्यार्थीमध्येबाट चारओटा समूह (क, ख, ग र घ) निर्माण गर्नुहोस् र चारै समूहलाई निम्नलिखित शीर्षकमा आधारित रहेर सम्बन्धित क्षेत्रको क्षेत्र भ्रमण गरी त्यसका आधारमा परियोजना कार्य गरेर कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् :

समूह (क) साबुन र डिटरजेन्टले गर्ने रासायनिक प्रदूषण र यसको असरबाट लाग्ने रोग

समूह (ख) कीटनाशक विषादीले गर्ने रासायनिक प्रदूषण र यसको असरबाट लाग्ने रोग

समूह (ग) रासायनिक मलबाट हुने असर तथा व्यवस्थापन गर्ने तरिका तथा विधि

समूह (घ) सिमेन्ट, काँच, सेरामिक्स, फाइबर, प्लास्टिक र रासायनिक मल आदिबाट हुने प्रदूषण, असर र व्यवस्थापन

कक्षामा प्रस्तुत गरिएको परियोजना कार्यमा प्राप्त सुझावका आधारमा परिमार्जन गरी सही निष्कर्ष र सुझावका साथ परियोजना प्रतिवेदन लेखी विषय शिक्षकलाई बुझाउनुहोस् ।

अभ्यास

1. तलका प्रश्नको सही विकल्प छनोट गर्नुहोस् :

(क) डिटरजेन्टलाई किन सोपलेस सोप भनिन्छ ?

(अ) साबुन जस्तै यसले पनि कडा पानीमा फिँज दिँदैन ।

(आ) साबुनको जस्तै यसको रासायनिक प्रकृति हुन्छ ।

(इ) साबुन जस्तै यसले सफा गर्छ र यसलाई कडा पानीमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

(ई) साबुन जस्तै सफा गर्छ तर यसको रासायनिक प्रकृति भने फरक हुन्छ ।

(ख) तलका मध्ये कुन कीटनाशकको समूह हो ?

(अ) पोटासियम क्लोराइड, एल्ड्रिन, बेन्जिन हेक्जा क्लोराइड

(आ) डिडिटी, सोडियम क्लोराइड, एल्ड्रिन

(इ) डायल्ड्रिन, डिडिटी, मेथोक्सि क्लोराइड

(ई) पोटासियम क्लोराइड, एल्ड्रिन, मालाथिन

(ग) Sodium stearate यौगिक दिइएका मध्ये कुनअन्तर्गत पर्छ ?

(अ) साबुन (आ) डिटरजेन्ट

(इ) कीटनाशक (ई) खाद्य परिरक्षी

(घ) डिटरजेन्टको मुख्य प्रयोग केका लागि गरिन्छ ?

(अ) हातखुट्टा सफा गर्नका लागि (आ) नुहाउनका लागि

(इ) लुगा धुनका लागि (ई) शौचालय सफाइ गर्नका लागि

(ङ) कुन यौगिक फलफूल पकाउनका लागि प्रयोग गरिन्छ ?

(अ) क्याल्सियम कार्बाइड (आ) क्याल्सियम कार्बोनेट

(इ) सोडियम सल्फेट (ई) सोडियम कार्बोनेट

2. फरक लेख्नुहोस् :

(क) रासायनिक कीटनाशक विषादी र जैविक कीटनाशक विषादी

(ख) रासायनिक खाद्य परिरक्षी र प्राकृतिक खाद्य परिरक्षी

(ग) साबुन र डिटरजेन्ट

3. कारण लेख्नुहोस् :

(क) DDT पाउडरको प्रयोगले पारिस्थितिक पद्धतिमा असन्तुलन ल्याउँछ ।

(ख) रासायनिक विषादीको प्रयोग घटाउँदै लैजानुपर्छ ।

(ग) साबुन बनाउँदा खाने नुनको प्रयोग गरिन्छ ।

(घ) अचार धेरै दिनसम्म राख्न सकिन्छ ।

4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) BHC र DDT को पूरा रूप लेख्नुहोस् ।

(ख) खाद्य परिरक्षी भनेको के हो ? यसको प्रयोग किन गरिन्छ ?

(ग) खाद्य परिरक्षीका रूपमा प्रयोग गरिने रसायन के के हुन् ?

(घ) प्राकृतिक रूपमा खाद्यान्नको पौष्टिक तत्त्व कायम राख्न प्रयोग गरिने उपाय के के हुन्, उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ङ) प्राकृतिक खाद्य परिरक्षी भनेको के हो ? रासायनिक खाद्य परिरक्षीको तुलनामा यसलाई किन राम्रो मानिन्छ, विश्लेषण गर्नुहोस् ।

(च) कृत्रिम रूपमा फलफूललाई कसरी पकाउन सकिन्छ, विधि तथा प्रक्रिया उल्लेख गर्नुहोस् ।

(छ) रासायनिक विषादीको प्रयोग गर्दा ध्यान दिनुपर्ने कुरा उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ज) तपाईंको घर वरपर सरसफाइका लागि के के सामग्री प्रयोग भइरहेका छन्, सूची तयार गर्नुहोस् । यी सामग्रीले वातावरणमा पार्ने असरका बारेमा प्रस्तुति दिनुहोस् ।

(झ) साबुन कसरी बनाउन सकिन्छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।

(ञ) डिटरजेन्ट भनेको के हो ? यसका कुनै दुई उदाहरण लेख्नुहोस् । डिटरजेन्टको प्रयोगबाट मानव स्वास्थ्य र वातावरणमा कस्तो असर पर्छ होला, तर्क प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ट) हरिको गाउँमा अत्यधिक मात्रामा रासायनिक कीटनाशक विषादीको प्रयोग भइरहेको छ । यसका कारणले मानव स्वास्थ्यमा जटिल समस्या देखा पर्न थालेका छन् । यस्ता किसिमका समस्या समाधानका लागि के कस्ता विकल्प हुन सक्छन्, सुझाव प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

(ठ) रासायनिक प्रदूषण भनेको के हो, यसका कारण र निराकरण गर्ने व्यावहारिक उपायहरू लेख्नुहोस् ।

(ड) तपाईंको वरपर सिमेन्ट, सिसा, सेरामिक्स, प्लास्टिक, फाइबर, रासायनिक मल, साबुन, डिटरजेन्ट जस्ता औद्योगिक पदार्थको कारणले उत्पन्न प्रदूषणका बारेमा उल्लेख गर्दै यसका कारण र उचित व्यवस्थापनका बारेमा सुझाव प्रस्तुत गर्नुहोस् ।