

# 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

© सर्वाधिकार पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

यस पाठ्यपुस्तकसम्बन्धी सम्पूर्ण अधिकार पाठ्यक्रम विकास केन्द्र सानोठिमी, भक्तपुरमा निहित रहेको छ। पाठ्यक्रम विकास केन्द्रको लिखित स्वीकृतिबिना व्यापारिक प्रयोजनका लागि यसको पुरै 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

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

## हाम्रो भनाइ

शिक्षालाई उद्देश्यमूलक, व्यावहारिक, समसामायिक र रोजगारमूलक बनाउन विभिन्न समयमा पाठ्यक्रम, पाठ्यपुस्तक विकास तथा परिमार्जन कार्यलाई निरन्तरता दिइदै आएको छ । विद्यार्थीमा ज्ञानको खोजी गरी सिकाइ र वास्तविक जीवनविच सम्बन्ध स्थापित गर्ने, सिद्धान्त र व्यवहारको समन्वय गर्ने, स्वपरिवर्तित 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 सदभावप्रति संवेदनशील हुने, पर्यावरणीय सन्तुलनप्रति संवेदनशील हुने, द्वन्द्व व्यवस्थापन गर्दै दिगो शान्तिका लागि प्रतिबद्ध रहने सक्षमताको विकास पनि माध्यमिक तहको शिक्षाबाट अपेक्षित छन । 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, उच्चमशील एवम् उच्च सोच र आदर्शमा आधारित व्यवहार गर्ने, समसामायिक 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 पूर्तिको 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 लेखन कार्य डा. इन्द्रराज उपाध्याय, श्री मिना श्रेष्ठ, श्री जनकराज पन्त, श्री युवराज अधिकारी र श्री लवदेव भट्टवाट भएको हो । पाठ्यपुस्तकलाई यस रूपमा ल्याउने कार्यमा केन्द्रका महानिर्देशक श्री वैकुण्ठप्रसाद अर्याल, 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 सुरजवावु घिमिरे, श्री सुरेन्द्रजड कार्की र श्री साञ्जवनी योजनलगायतका महानुभावको विशेष योगदान रहेको छ । यसको भाषा सम्पादन श्री चिन्तामारी तिरौलावाट भएको हो । यसको कला सम्पादन श्री श्रीहार श्रेष्ठवाट 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 अनुभवावच तादात्म्य कायम गर्दै यसको सहज प्रयोग गर्न शिक्षकले सहजकर्ता, उत्प्रेरक, प्रवर्धक र खोजकर्ताका रूपमा भूमिकाको अपेक्षा गरिएको छ । पाठ्यपुस्तकलाई अझै परिष्कृत पार्नका लागि शिक्षक, विद्यार्थी, अभिभावक, बुद्धिजीवी एवम् सम्पूर्ण पाठकको समेत महत्त्वपूर्ण भूमिका रहने हुँदा सम्वद्ध सबैको रचनात्मक सुझावका लागि पाठ्यक्रम विकास केन्द्र हार्दिक अनुरोध गर्छ ।

नेपाल सरकार

शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय  
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

वि. सं. २०८०

## विषयसूची

क्र.स.	विषयवस्तु	पृष्ठसङ्ख्या
१	वैज्ञानिक अध्ययन	1
२.	सजीवहरूको वर्गीकरण	15
३.	मौरी	29
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	263
१५.	रासायनिक प्रतिक्रिया	381
१६.	ग्याँस	395
१७.	धातु र अधातु	415
१८.	हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू	426
१९.	दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने रसायनहरू	442

## 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 गर्दछ । यसले वैज्ञानिक विधि, प्रायोगिक वा मापनयोग्य प्रमाणहरूमा आधारित घटनाहरूको अनुसन्धानसमेत तार्किक रूपले गर्दछ । प्रकृतिमा घटेका विभिन्न घटना तथा अन्वेषणमा विभिन्न कारक तत्वहरूको भूमिका रहेको हुन्छ । त्यसै गरी अनुसन्धान तथा प्रयोगात्मक कार्यमा चरहरूको महत्त्वपूर्ण भूमिका रहेको हुन्छ । प्रयोगात्मक कार्य गर्दा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष सम्बन्ध राख्ने तत्व, 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 तत्वहरू के के हुन् र तिनीहरूले कस्तो प्रभाव पारेका छन् भनी जान्न उत्सुक हुन्छौं । किनकि यस्ता उत्सुकताले हामीलाई कस्तो कार्य गर्दा नतिजा के हुन्छ भनी सही अनुमान गर्न सघाउँछ । उदाहरणका लागि गमला वा करेसावारीको कुनै विरुवा ओइलाएको देखियो भने हामी जान्न चाहन्छौं कि यो किन ओइलायो ? पानी कम भएर ? घाम बढी भएर वा अन्य कुनै कारणले ? उत्तर पत्ता लगाउन हामी त्यस विरुवालाई 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 विरुवालाई पानी दिन बिसिँएको खण्डमा वा चर्को घाम लागेका बेला विरुवाको अवस्था कस्तो होला भनी सही अनुमान गर्न सक्छौं र विरुवालाई बचाउने उपाय अपनाउन सक्छौं ।

हरेक घटना वा परिवर्तनका कारक तत्व र असर हुन्छन् । माथिको उदाहरणमा पानीको कमी वा घामको चर्कोपना कारक तत्व हुन सक्छ भने विरुवा ओइलाउनु त्यसको असर हो । कुनै घटनाको असरको मात्रा त्यसका कारक तत्वहरूको परिमाणमा भर पर्छ, जस्तै: विरुवाको डाँठको कडापना (rigidity) को मात्रा पानीको मात्रामा भर पर्छ । त्यसैले कुनै पनि सही अनुमानका लागि त्यसका कारक तत्वको मात्रा र असरको

मात्राविचको सम्बन्ध थाहा हुन आवश्यक हुन्छ । यो सम्बन्ध वैज्ञानिक प्रयोगवाट पत्ता लगाउन सकिन्छ । वास्तवमा एउटा वैज्ञानिकको काम नै प्रयोगद्वारा विभिन्न भौतिक परिमाणविचको सम्बन्ध स्थापना गरी प्रकृतिले कसरी काम गर्छ भनी पत्ता लगाउनु हो ।

### क्रियाकलाप 1.1

**शीर्षक :** रबर ब्यान्डको गुलेली

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

### विधि

1. कागजका टुकालाई बेरेर बेलनाकार बनाउनुहोस् र विचमा दोबानुहोस् । यसले गुलेलीमा गोलीको काम गर्छ ।
2. चित्रमा देखाए भैं रबर ब्यान्डमा आफ्नो एक हातको वुढीऔंला र चोर औंला छिराउनुहोस् ।
3. अब अर्को हातले अघि बेरेको कागजका टुकालाई रबर ब्यान्डको दुवै खण्डका विच भागमा अल्झाएर आफूतिर तान्नुहोस् र रबर ब्यान्डलाई तन्काउनुहोस् ।
4. साथीलाई तपाईंको रबर ब्यान्ड बेरिएको औंलादेखि कागजको गोलीसम्मको दुरी नाप्न लगाउनुहोस् । तन्काइलाई परिवर्तन गरेर औंला र गोलीको दुरी 4 से.मि. बनाउनुहोस् र गोलीलाई छोडिदिनुहोस् । कागजको गोली फालिन्छ ।
5. कागजको गोली तपाईंवाट कति टाढा पुग्यो, नाप्नुहोस् ।
6. रबर ब्यान्डको तन्काइ र गोलीले पार गरेको दुरी तलको तालिकामा भर्नुहोस् ।
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. तनकाएर फल्दा गोलीले पार गरेका दुरी नाप्नुहोस् ।



चित्र. 1.1

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

वैज्ञानिक अनुसन्धान गर्दा एउटा भौतिक परिमाणको मात्रा परिवर्तन गरिन्छ र त्यसको परिवर्तनले अर्को भौतिक परिमाणमा कस्तो परिवर्तन ल्यायो भनी हेरिन्छ, जस्तै: माथिको 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 दुवै 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 हुनसक्ने तत्त्वहरू (भौतिक परिमाणहरू) नै त्यस अनुसन्धानका चर हुन् । माथिको 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 विचको 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 आफै 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 : विरुवाको 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 अरु 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 विरुवाको वृद्धि विकासमा प्रकाशको मात्राले पार्ने प्रभाव हेर्नुपर्दा प्रकाशको मात्रा स्वतन्त्र चर हो भने विरुवाको 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 चरलाई नियन्त्रित चर (controlled variables) भनिन्छ ।

क्रियाकलाप 1.1 मा रबर ब्यान्डको मोटाइ तथा कागजको गोलीको साइज पुरै 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 विरुवामा प्रकाशको प्रभावबारे अध्ययन गर्दैछौं भने परीक्षणमा राखिएका सबै विरुवा सुरुमा एकनासे हुनपर्छ । अनुसन्धानको अवधिभर तिनीहरूले पाउने पानी, मल, हावा सबैमा एकरूपता कायम गर्नुपर्छ । त्यसैले विरुवाको सुरुको अवस्था र तिनीहरूलाई दिइने पानी, मल, हावा आदिको मात्रा नियन्त्रित चर हुन् ।

त्यस्तै यदि चुनढुङ्गाको सतहको क्षेत्रफल र अम्लविचको रासायनिक प्रतिक्रियाको दरको अध्ययन गर्दैछौं 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 हुनसक्छ ।

### 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)	प्रति मिनेटमा खसेको पानीको मात्रा (लिटरमा)	पानीको चाप

2.	सोलेनवाइड (solenoid) मा विद्युत् करेन्ट र चुम्बकत्वको सम्बन्ध	विद्युत् करेन्टको मात्रा (एम्पयरमा)	सोलेनवाइडले तानेका पिनहरूको सङ्ख्या	सोलेनवाइडमा तारको फन्काको सङ्ख्या, पिनको साइज
3.	चिनीको घोल्य मात्रामा तापको असर	पानीको तापक्रम (डिग्री सेल्सियसमा)	पानीमा पूर्णरूपमा घुल्न सक्ने चिनीको मात्रा (ग्राममा)	पानीको मात्रा (सधैं 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 दिनु पर्ने 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 चरवाहेकका चरलाई नियन्त्रण गर्नु पर्दछ ।
4. चरहरूको सम्बन्धलाई गणितीय समीकरणमा लेख्दा प्रायः आश्रित चरलाई समीकरणको बायाँपट्टि र स्वतन्त्र चरलाई दायाँपट्टि राखिन्छ । त्यसैले कहिलेकाहीं 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 सधैं y-axis वा

ठाडो अक्षमा र स्वतन्त्र चरलाई x-axis वा तेस्रो अक्षमा राखिन्छ। त्यसैले आश्रित चरलाई ठाडो चर र स्वतन्त्र चरलाई तेस्रो 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 गर्ने 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. ( $\text{kg/m}^3$ ) हो। यसमा दुईओटा आधारभूत एकाइ किलोग्राम ( $\text{kg}$ ) र मिटर ( $\text{m}$ ) समावेश छन्। यसरी नै बलको एकाइ  $\text{kgms}^{-2}$  हो, जसमा किलोग्राम ( $\text{kg}$ ), मिटर ( $\text{m}$ ) र सेकेन्ड ( $\text{s}$ ) गरी 3 ओटा आधारभूत एकाइ समावेश छन्। दैनिक प्रयोगमा  $\text{kgms}^{-2}$  भन्नु गार्हो हुने भएकाले यो मिश्रणलाई न्युटन ( $\text{N}$ ) नाम दिइएको छ। त्यसैले  $\text{N} = \text{kgms}^{-2}$  हुन्छ। त्यस्तै चापको एकाइ पास्कल ( $\text{Pa}$ ) हो र यो एकाइ बराबर  $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$  हुन्छ। यसरी थुप्रै तत्जन्य परिमाणका एकाइलाई विशिष्ट नाम दिइएको छ भने कतिपय परिमाणका हकमा आधारभूत एकाइको मिश्रणलाई नै प्रयोग गरिन्छ, जस्तै: घनत्वको एकाइ  $\text{kgm}^{-3}$  नै हो।

**तत्जन्य एकाइका केही उदाहरणलाई तालिकामा दिइएको छ :**

परिमाण (Quantity)	सूत्र (Formula)	सूत्रका आधारमा आधारभूत एकाइको संयोजन) (Combina- tion of base units according to the formula)	संलग्न आधार भूत एकाइ (Funda- mental Units involved)	तत्जन्य एकाइ (De- rived Unit)
क्षेत्रफल (area)	लम्बाइ (l) $\times$ चौडाइ (b)	meter $\times$ meter	$\text{m}^2$	$\text{m}^2$
आयतन (volume)	लम्बाइ (l) $\times$ चौडाइ (b) $\times$ उचाइ (h)	meter $\times$ meter $\times$ meter	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$
घनत्व (density)	$\frac{\text{पिण्ड (mass)}}{\text{आयतन (volume)}}$	$\frac{\text{kilogram}}{\text{meter}^3}$	$\text{kg/m}^3$	$\text{kg/m}^3$
गति (velocity)	$\frac{\text{स्थानान्तरण(displacement)}}{\text{समय (time)}}$	$\frac{\text{meter}}{\text{second}}$	$\text{m/s}$	$\text{m/s}$
प्रवेग (accelera- tion)	$\frac{\text{गति (velocity) मापरिवर्तन}}{\text{समय (time)}}$	$\frac{\text{meter}}{\text{second} \times \text{second}}$	$\text{m/s}^2$	$\text{m/s}^2$
बल (force)	पिण्ड (mass) $\times$ प्रवेग (acceleration)	$\frac{\text{k i l o g r a m} \times \text{meter}}{\text{second} \times \text{second}}$	$\text{kgm/s}^2$	Newton (N)

चाप (pressure)	बल (force) क्षेत्रफल (area)	$(\text{kgm/s}^2) / \text{meter}^2$	$\text{kg/ms}^2$	Pascal (Pa)
कार्य (work)	बल (force) × दूरी (distance)	$\text{kgm/s}^2 \times \text{meter}$	$\text{kgm}^2/\text{s}^2$	joule (J)
सामर्थ्य (power)	कार्य (work) समय (time)	$(\text{kgm}^2/\text{s}^2) / \text{second}$	$\text{kgm}^2/\text{s}^3$	w a t t (W)
मोमेन्ट (moment)	बल (force) × लम्ब दूरी (distance)	$(\text{kgm/s}^2) \times \text{meter}$	$\text{kgm}^2/\text{s}^2$	Nm
आवृत्ति (frequency)	$\frac{1}{\text{time}}$	$\frac{1}{\text{s}}$	$\text{s}^{-1}$	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

$$\begin{aligned} \text{क्षेत्रफल} &= \text{लम्बाइ} \times \text{चौडाइ} \\ &= \text{m} \times \text{m} \\ &= \text{m}^2 \end{aligned}$$

त्यसैले क्षेत्रफलको एकाइ  $\text{m}^2$  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  $\text{ms}^{-2}$  हुन्छ ।

त्यसैले बलको एकाइ (N) =  $\text{kgms}^{-2}$  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 उल्लेख गर्न सकिन्छ :

आधारभूत एकाइ	तत्जन्य एकाइ
(क) यो अरू एकाइमा भर पर्दैन ।	(क) यो आधारभूत एकाइमा भर पर्दछ ।
(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 दुवैपट्टिका 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 दावी 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  $v$  दुवैका आधारभूत एकाइ  $ms^{-1}$  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 आधारभूत 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 :

$$v^2 = u^2 + 2as$$

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

अब,

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

$$\text{अर्थात्,} \quad m^2 s^{-2} = m^2 s^{-2} + m^2 s^{-2} \quad [\text{अङ्क 2 को एकाइ हुँदैन}]$$

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

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

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

$$\text{वा,} \quad m = m + m^2 s^{-3}$$

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

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

## cEof;

### 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  $\text{ms}^{-1}$  हुन्छ ?

(अ) प्रवेग

(आ) गति

(इ) बल

(ई) घनत्व

(ग) तलका मध्ये कुन तत्जन्य एकाइ हो ?

(अ) क्यान्डेला

(आ) एम्पियर

(इ) जुल

(ई) केल्विन

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

(i)  $\text{kgms}^{-2}$

(ii)  $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$

(iii)  $\text{kgm}^{-2} \text{s}^{-2}$

(iv)  $\text{kgms}^{-1}$

### 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 तत्त्व 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 दावी गरिन् । एकाइको विश्लेषणबाट निभाले दिएको 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 विरुवाको वृद्धिमा के असर पार्छ भनी अनुसन्धान गर्न मन लाग्यो । उनले माटामा चुन, युरिया मल, खाने नुन र कम्पोस्ट मलको असर जाँच्ने निधो गरिन् । त्यसपछि वारीबाट 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 विउ रोपेर सबैलाई घरको

पेटीको घाम लाग्ने ठाउँमा राखिन् । प्रत्येक दिन सबै गमलामा पानी हालिन् र विरुवा उम्रेपछि, दैनिक प्रत्येक विरुवाको 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 ?

(अ) 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 गर्नु पर्ला, 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 सुधार गर्न सकिन्छन् ?

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

## जीवहरूको वर्गीकरण (Classification of Living Beings)

चित्र अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :



ब्याक्टेरिया



युग्लिना



च्याउ



उनिउँ



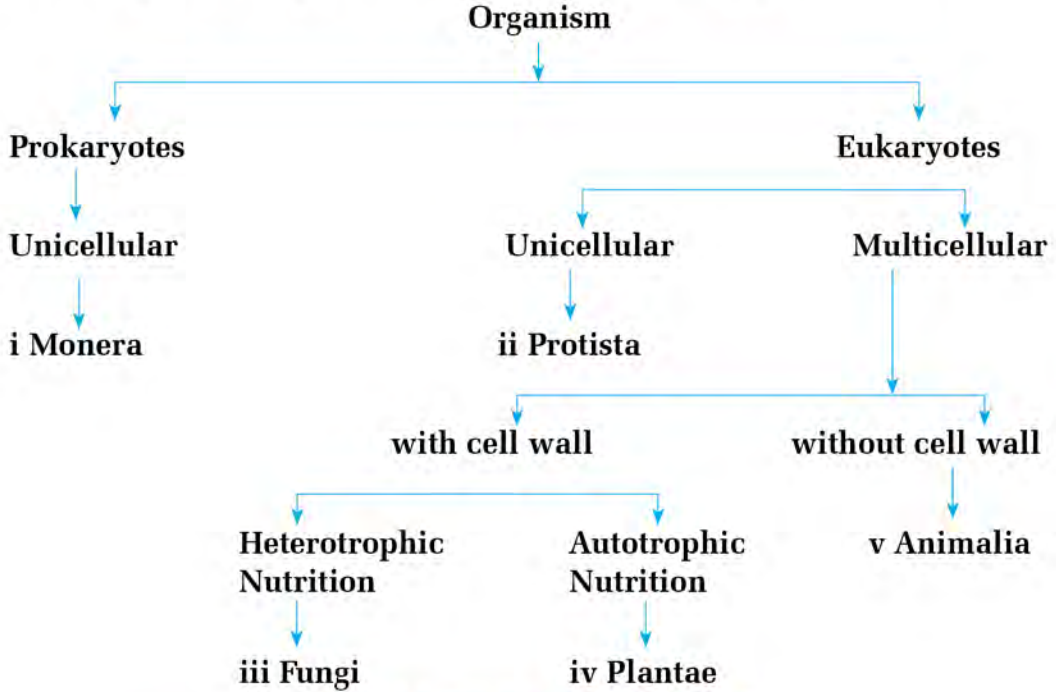
भ्यागुतो

चित्र 2.1

- पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार चित्रमा दिइएका जीव कुन कुन जगत्मा पर्छन् ?
- ब्याक्टेरिया र युग्लिना एकआपसमा कसरी भिन्न छन् ?
- च्याउ र उनिउँमा रहेका समानता र असमानता के के होलान् ?
- उनिउँ र च्याउलाई फरक फरक जगत्मा राख्नुको कारण के होला ?
- कुन आधारमा उनिउँ र भ्यागुतालाई क्रमशः वनस्पति जगत् र जन्तु जगत्मा राखिएको होला ?

वातावरणमा नाङ्गो आँखाले देख्न नसकिने सूक्ष्म जीवदेखि अति विशाल व्लुह्वेल, 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 जगत् मध्ये मोनेरा (monera), प्रोटिस्टा (protista) र फन्जाइ (fungi) जगत्का बारेमा कक्षा 9 मै छलफल गरिसकेका छौं । यी तीनओटा जगत्मा पर्ने जीवका प्रमुख विशेषता एक पटक यहाँ पुनःस्मरण गरौं :

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 विरुवाका 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 :



मस



उनिउँ

क्लामाइडोमोनस



केराउ



मकै



सल्लो

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 ?

क्लामाइडोमोनस, मस, उनिउँ सल्लो, केराउ, मकै हरितकणयुक्त हरिया विरुवा हुन् । यी जीवहरू वनस्पति जगत्अन्तर्गत पर्छन् । वनस्पति जगत्अन्तर्गत धेरै किसिमका विरुवा पर्छन् । यसअन्तर्गत एककोषीयदेखि बहुकोषीय, हरितकण (chlorophyll) भएका विरुवाहरू 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 विरुवामा फूल फुल्दैन । सल्लो, केराउ, मकै जस्ता विरुवाहरूमा फूल फुल्छ । वनावटका आधारमा वनस्पति जगतमा पर्ने विरुवाहरूलाई 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, डूपर, ग्लास स्लाइड, कभर स्लिप, सूक्ष्मदर्शक यन्त्र

#### विधि

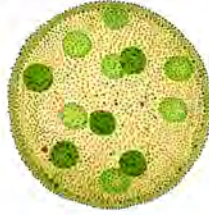
- (अ) नजिकैको पोखरी वा ओसिलो ठाउँबाट पानीसहितको अल्गी बोतलमा सङ्कलन गर्नुहोस् ।
- (आ) डूपरको सहायताले बोतलबाट एक थोपा पानीसहित अल्गीलाई स्लाइडमा राख्नुहोस् ।
- (इ) अल्गी राखेको भागलाई कभरस्लिपले छोप्नुहोस् ।
- (ई) सूक्ष्मदर्शक यन्त्रको सहायताले स्लाइडमा राखेको अल्गी अवलोकन गर्नुहोस् ।
- (उ) अवलोकनपछि उक्त अल्गीको वनावटको 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 विरुवाहरूमा जरा काण्ड र पात छुट्याउन सकिँदैन । यी विरुवाको शरीरलाई थालस (thallus) भनिन्छ । यी विरुवाको कोषमा कोषभित्ता र क्लोरोफिल हुन्छ । त्यसैले यी विरुवाहरू डिभिजन अलीअन्तर्गत पर्छन् । यस डिभिजनअन्तर्गत पर्ने विरुवाका विशेषता निम्नानुसार छन् :

- (क) यी वनस्पतिहरू एककोषीय तथा बहुकोषीय हुन्छन् ।
- (ख) यी विरुवामा 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 : क्लामाइडोमोनस (Chlamydomonas), भल्भक्स (Volvox), 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 विरुवा 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), रिसिया (Riccia) अल्गीभन्दा केही विकसित हुन्छन् । यी विरुवा हरिया हुन्छन् । मार्केन्सियाको शरीर थालस (thallus) हुन्छ, भने मसको राइज्वाइड, काण्ड र साधारण पात हुन्छ । यी विरुवा ओसिलो ठाउँमा पाइन्छन् । ब्रायोफाइटाअन्तर्गत पर्ने यी विरुवालाई मैथुनिक प्रजननको समयमा गर्भाधान हुन पानी नभइ 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 विरुवाको शरीर थालस हुन्छ, भने कुनै विरुवाको शरीर राइज्वाइड, काण्ड र साधारण पातमा विभाजित हुन्छ ।
- (घ) यिनीहरू ओसिलो, चिसो ठाउँमा पाइन्छन् ।

- (ड) ग्यामेटोफाइट अवस्थामा भाले र पोथी विरुवा छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । भाले विरुवाले एन्थेरिडियममा भाले ग्यामेट उत्पादन गर्छ । पोथी विरुवाले आर्किगोनियममा पोथी ग्यामेट उत्पादन गर्छ । त्यसैले यो अवस्थालाई ग्यामेटोफाइट भनिन्छ । एन्थेरिडियममा रहेको भाले ग्यामेट पानीका माध्यमद्वारा पोथी विरुवाको 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) एउटै विरुवामा स्पोरोफाइटिक (sporophytic) र ग्यामेटोफाइटिक (gametophytic) चरण एकपछि अर्को गरी पूरा हुने जीवनचक्रलाई अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन (alternation of generations) भनिन्छ । यिनीहरूको जीवनचक्रमा ग्यामेटोफाइटिक जेनेरेसन (gametophytic generation) लामो अवधिको अथवा प्रबल (dominant) र स्वतन्त्र (independent) हुन्छ ।
- (छ) यी विरुवामा भास्कूलर तन्तु (vascular tissue) हुँदैन । त्यसैले यिनीहरूले उचाइ लिन सक्दैनन् । यिनीहरू जमिनमा फैलिएका वा केही से.मी. सम्म मात्र अग्ला हुन्छन् ।

जस्तै : मार्केन्सिया (Marchantia), मस (moss), रिसिया (Riccia) आदि ।

### 3. ट्राकियोफाइट (Tracheophyta)

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



उनिउँ



साइकस



केरा



पिपल

चित्र 2.6

चित्रमा दिइएका विरुवा उनिउँ, साइकस, केरा, पिपल आदि जरा, काण्ड र पातमा विभाजन हुन्छन् । यी विरुवामा भास्कूलर तन्तु जाइलम (xylem) र फ्लोयम (phloem)



हुन्छन् जसले परिवहनको कार्य गर्छन् । त्यसैले यी विरुवा डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत पर्छन् । डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत फूल नफुल्ने उनिउँ, साना भारपात, बुट्यानदेखि अति ठुला र विकसित विरुवा पनि पर्छन् । विरुवाको बनावटका आधारमा डिभिजन ट्राकियोफाइटाअन्तर्गत पर्ने विरुवालाई टेरिडोफाइटा, जिम्नोस्पर्म र एन्जिओस्पर्म गरी तीनओटा सब डिभिजनमा विभाजन गरिएको छ जुन निम्नानुसार छन् :

### (क) टेरिडोफाइटा (Pteridophyta)

**क्रियाकलाप 2.3** उनिउँको अवलोकन

**उद्देश्य :** उनिउँको विरुवाको विशेषता पहिचान गर्नु

**आवश्यक सामग्री :** उनिउँको विरुवा, चार्टपेपर, गम आदि ।

**विधि**

- (अ) उनिउँका विरुवा 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  
चित्र 2.7



क्लब मस

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

- (क) यी विरुवा ओसिलो र छाया परेको ठाउँमा पाइन्छन् ।
- (ख) यी विरुवाको विउ 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 विरुवाको 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 र नहुने पातलाई ट्रोपोफिल भनिन्छ । स्पोर उत्पादन गर्ने भएकाले यी विरुवालाई स्पोरोफाइट भनिन्छ ।
- (ङ) बीजाणु (spore) जमिनमा भरेपछि अइकुरण भएर प्रोथ्यालस नाम गरेको ग्यामेटोफाइट बन्छ । ग्यामेटोफाइटले मैथुनिक प्रजननका लागि भाले र पोथी दुवै थरी ग्यामेट उत्पादन गर्छ ।
- (च) यिनीहरूको जीवनचक्रमा पनि अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन्स (alternation of generations) हुन्छ । यी विरुवाहरूमा स्पोरोफाइटिक चरण प्रबल र लामो समयको हुन्छ ।

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

## (ख) जिम्नोस्पर्म (Gymnosperm)

तल दिइएका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :



सल्लो



धुपी



साइकस

चित्र 2.8

- (अ) यी विरुवामा फूल फुल्छ कि फुल्दैन ?  
(आ) यी विरुवाको विउ कहाँ र कस्तो हुन्छ ?  
(इ) अरू विरुवाको भन्दा यिनीहरूको पात कसरी फरक हुन्छ ?

साइकस, धुपी, सल्लो आदि विरुवालाई फूल फुल्ने विरुवाअन्तर्गत नै राखिन्छ तर यिनीहरूमा वास्तविक फूलको सट्टा शङ्कु वा कोन (cone) हुन्छ। फलविनाको नाङ्गो विउ हुन्छ। त्यसैले यी विरुवाहरू सबडिभिजन जिम्नोस्पर्मअन्तर्गत पर्छन्। सबडिभिजन जिम्नोस्पर्मअन्तर्गत पर्ने विरुवाहरूका विशेषता निम्नानुसार छन् :

- (क) विरुवाको विकासक्रममा जिम्नोस्पर्म विउ उत्पादन गर्ने पहिलो विरुवा हो।  
(ख) यी विरुवामा 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 विउ फलभित्र नभई नाङ्गो (naked) हुन्छ।  
(घ) यिनीहरूको पात लाम्चो र सियो जस्तो तिखो हुन्छ।  
(ङ) काण्डलाई बाहिरबाट बाक्लो बोकाले छोपेको हुन्छ।  
(च) प्रायः विरुवाहरू घोट्टिएको सोली आकारका हुन्छन् त्यसैले यिनीहरूलाई कोणधारी विरुवा (coniferous plants) भनिन्छ।  
(छ) यी विरुवाहरूका जरा जमिनमा टाढासम्म फैलिएका हुन्छन्।

उदाहरण : साइकस (Cycas), सल्लो (Pinus), धुपी (Juniper), लौठ सल्लो (Himalayan yew), देवदार (Himalayan cedar)

### (ग) एन्जिओस्पर्म (Angiosperm)



बाँस



भटमास

चित्र 2.9

भटमास, बाँस जस्ता विरुवा वास्तविक फूल फुल्ने विरुवा हुन् । यिनीहरूको बिउ फलभित्र हुन्छ । त्यसैले यी विरुवाहरू सबडिभिजन एन्जिओस्पर्मअन्तर्गत पर्छन् । सब डिभिजन एन्जिओस्पर्मअन्तर्गत पर्ने विरुवाका सामान्य विशेषता निम्नअनुसार छन् :

- (क) यी विरुवाहरू वनस्पति जगत्का सबैभन्दा विकसित विरुवा हुन् ।
- (ख) यी विरुवाहरू पानी र जमिन सबैतिर पाइन्छन् ।
- (ग) यी विरुवाहरूमा विकसित जरा, काण्ड, पात, फूल, फल हुन्छन् ।
- (घ) यी विरुवाहरूमा वास्तविक फूल हुन्छन् । फूलमा ओभरी र ओभ्युल (ovule) दुवै हुन्छन् ।
- (ङ) कुनै विरुवा दुईलिङ्गी (bisexual) हुन्छन् भने कुनै एकलिङ्गी (unisexual) पनि हुन्छन् ।
- (च) परागसेचन हावा, पानी, किरा तथा जनावरका माध्यमबाट हुन्छ ।
- (छ) यी विरुवाहरूको 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 विरुवामा पर्ने विरुवाहरूका 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



धान



बाँस



बेसार



जौ



केरा

चित्र 2.10

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

- (क) यस वर्गअन्तर्गत पर्ने विरुवाका पातमा समानान्तर शिराक्रम (parallel venation) हुन्छ ।
- (ख) भुष्प परेका गुच्छे जरा (fibrous root) हुन्छन् ।
- (ग) काण्ड अक्सर खोक्रो हुन्छ । काण्डमा नियमित दुरीमा गाँठाहरू (nodes) स्पष्ट देखिन्छन् । गाँठाबाट हाँगा र पात निस्किएका हुन्छन् । काण्डलाई पातको आवरण (sheath) ले छोपेको हुन्छ ।
- (घ) जाइलम र फ्लोयम तन्तु मिलेर बनेका भास्कूलर बन्डल (vascular bundle) काण्डमा छरिएर रहेका हुन्छन् ।
- (ङ) फूलका भागहरू तीन वा तीनको गुणाङ्कको सङ्ख्यामा हुन्छ ।
- (च) यिनीहरूको फलभिन्न विउ हुन्छ । विउमा एउटा मात्र कोटिलेडन हुन्छ ।
- (छ) यिनीहरू पानी र जमिन सबै ठाउँमा पाइन्छन् । गहुँ, उखु, केरा, जौ, बाँस आदि यस क्लासअन्तर्गत पर्ने विरुवा हुन् ।

### (आ) दुईदलीय (Dicotyledon)

**क्रियाकलाप 2.5** चनाको अवलोकन

**उद्देश्य :** दुईदलीयमा पर्ने विरुवाका विशेषता पहिचान गर्नु

**आवश्यक सामग्री :** चनाको बोट, चनाको विउ, चार्टपेपर, ग्लु

**विधि**

- (अ) एउटा कचौरामा केही चनाको विउ भिजाउनुहोस् ।
- (आ) भिजिसकेपछि एउटा विउको बाहिरी बोक्रा छोडाउनुहोस् र त्यसमा कतिओटा फर्लेटा छन् अवलोकन गर्नुहोस् र कपीमा टिपोट गर्नुहोस् ।

- (इ) चनाको जरासमेतको विरुवा लिनुहोस् । विरुवा नभए इन्टरनेटमा चनाको विरुवा खोजी अवलोकन गर्नुहोस् ।
- (ई) यसका जरा, काण्ड, पात, फूल, फल र विउको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।
- (उ) अवलोकनका आधारमा यसका पातमा रहेका नसाहरूको अवस्थिति, जराका प्रकार, फूलका भाग र विउका 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 विरुवाका विशेषताको सूची तयार गर्नुहोस् ।

### निष्कर्ष



चित्र 2.11

चित्रमा देखाइएका विरुवाहरू 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 विरुवाका विउमा दुईओटा फग्लेटा हुन्छन् । त्यसैले यी विरुवा डाइकोटिलेडन क्लासमा पर्छन् । डाइकोटिलेडनमा पर्ने विरुवाका विशेषता निम्नानुसार छन् :

- (क) यी साना भारपातदेखि धेरै ठुला रुखसम्मका हुन्छन् ।

- (ख) यिनीहरूको मूल जरा प्रणाली (tap root system) हुन्छ ।
- (ग) काण्ड अक्सर खिँदिलो र दरो हुन्छ । धेरैजसो विरुवाको काण्डमा काठ हुन्छ । काण्डमा गाँठाहरू अक्सर नियमित दुरीमा हुँदैनन् ।
- (घ) भास्कुलर बन्डल काण्डभित्र वरिपरि रिडका 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 आदिको मदतले परपरागसेचन (cross-pollination) हुन्छ ।
- (छ) विरुवाको फलभित्र विउ हुन्छ । विउमा दुईओटा फग्लेटा (cotyledons) हुन्छन् । भटमास, तोरी, केराउ, सुन्तला, आँप, चना, बोडी, सिमी, फर्सी आदि यस क्लासअन्तर्गत पर्छन् ।

## क्रियाकलाप 2.6 विरुवाको वर्गीकरण

**उद्देश्य :** विरुवाको वर्गीकरण गर्नु

**आवश्यक सामग्री :** आफ्नो विद्यालय र घर वरपर पाइने विभिन्न विरुवा

**विधि**

- (अ) आफ्नो वरपर पाइने ससाना विरुवाहरू जरासहित उखेलेर सङ्कलन गर्नुहोस् ।
- (आ) ठुला ठुला विरुवाका पात सङ्कलन गर्नुहोस् ।
- (इ) कक्षाकोठामा समूह बनाई सङ्कलन गरेका विरुवाको अवलोकन गर्नुहोस् । सङ्कलन गरी ल्याइएका विरुवाको जरा, काण्ड र पातको तुलनात्मक अध्ययन गरी कुन कुन विरुवा कुन कुन डिभिजन र क्लासमा पर्छन् ? समूहमा छलफल गरी छुट्ट्याउनुहोस् ।
- (ई) चार्टपेपरमा वनस्पति जगतको वर्गीकरण चार्ट बनाई आफूले ल्याएका विरुवा कुन कुन समूहमा पर्छन् उक्त समूहमा टाँस्नुहोस् ।
- (उ) यसरी तयार गरेको चार्टपेपर कक्षाकोठाको भित्तामा टाँस्नुहोस् ।



## परियोजना कार्य 2.1

आफ्नो वरपर पाइने जरा, काण्ड, पात, फूलसहितका विभिन्न विरुवा सङ्कलन गरी हर्बेरियम तयार गर्नुहोस् ।

## 2.2. जन्तु जगत् (Kingdom animalia)

तल दिइएका जनावरका चित्र हेरेर छलफल गर्नुहोस् :



साइकन



गँड्यौलो



साइलो



स्टारफिस



माछा



परेवा



गाई

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, साइलो, स्टारफिसमा मेरुदण्ड हुँदैन तर माछा, दुकुर 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 वनोटको 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 ।

### पोरिफेरा (Porifera)

तल 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 तह (germ layer) वाट 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 ओस्टियावाट पानीभित्र पस्छ, र ओस्कुलमवाट 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 सतहवाट 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 टुक्रावाट नयाँ जीवको विकास हुन्छ ।
- (ज) यी जीवमा अमैथुनिक र मैथुनिक दुवै किसिमको प्रजनन हुन्छ । अमैथुनिक प्रजनन बडिड र रिजेनेरेसन विधिवाट हुन्छ । मैथुनिक प्रजननका लागि यिनीहरूले ग्यामेट उत्पादन गर्छन् ।
- (झ) यिनीहरूको शरीरलाई जुनै दिशावाट काट्दा पनि बराबर दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ । त्यसैले यिनीहरूको शरीरले रेडिएल सिमेट्री (radial symmetry) देखाउँछन् अर्थात् सामान्यतया यिनीहरू रेडियल्ली सिमेट्रिकल (radially symmetrical) हुन्छन् ।

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

## 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 टेन्टाकल्सले यी जीवहरूलाई खानेकुरा मुखभित्र लान र चालमा आउन मदत गर्छन्। यिनीहरूको शरीर रिक्तो भाँडो जस्तै हुन्छ, त्यसैले यिनीहरू फाइलम सिलेन्टरेटा अन्तर्गत पर्छन्। सिलेन्टरोन (coelenteron) को अर्थ 'शरीरभित्र रहेको कोठा' भन्ने हुन्छ। यस फाइलम अन्तर्गत पर्ने जीवका सामान्य विशेषता निम्न अनुसार 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 रिक्तो भाँडो जस्तो ठाउँ हुन्छ जसलाई सिलेन्टरोन (coelenteron) भनिन्छ। सिलेन्टरोनले 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 हिँड्नुले 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 दुवै तरिकाबाट प्रजनन गर्छन् । अमैथुनिक प्रजनन बडिड 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 ।

### प्लेटिहेल्मिन्थिस (Platyhelminthes)

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



टपवर्म



लिभर फ्लुक  
चित्र 2.15



ब्लड फ्लुक

- (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 टपवर्म, लिभर फ्लुक, ब्लड फ्लुकको शरीर टेप वा पातजस्तै चेप्टो हुन्छ । यी जीवहरू अधिकांश परजीवी हुन् । यिनीहरू अन्य जनावरको शरीरमा आश्रय लिएर बस्छन् । यिनीहरू फाइलम प्लेटिहेल्मिन्थिस अन्तर्गत पर्ने जनावर हुन् । प्लेटि को अर्थ 'च्याप्टो' र हेल्मिन्थिस को 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, खाना सोसेर लिन्छन् ।
- (ङ) यिनीहरूमा अङ्गहरूको सङ्गठन देखिन्छ तर पूर्ण प्रणालीको विकास भएको हुँदैन ।
- (च) यिनीहरूका शरीरका भित्ता र अङ्गहरूका विचमा रहेको खाली भाग पेरेन्काइमा नामक खुकुलो संयोजी तन्तुले भरिएको हुन्छ । यस तन्तुले परिवहनमा मदत गर्छ । तर रक्त सञ्चार प्रणाली हुँदैन ।
- (छ) यिनीहरूले शरीरको सतहबाट सास फेर्छन् ।
- (ज) यिनीहरूमा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग दुवै एउटै शरीरमा हुन्छ । त्यसैले यिनीहरूलाई उभयलिङ्गी (hermaphrodite) भनिन्छ । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ ।
- (झ) यिनीहरूमा मैथुनिक र अमैथुनिक दुवै तरिकाबाट प्रजनन हुन्छ । अमैथुनिक प्रजनन प्र्याग्मेन्टेसन 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 (Planeria) आदि ।

## निमाथेल्मिन्थिस (Nemathelminthes)

दिइएका चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र तलका प्रश्नमा 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, पिनवर्म परजीवी हुन् । यिनीहरूले मानिसलगायत अन्य जीवहरूको शरीरबाट रगत चुसेर लिन्छन् । यिनीहरूको शरीर लामो र गोलो भई दुवैपट्टि चुच्चो परेको हुन्छ । यिनीहरू निमाथेल्मिन्थिस फाइलममा पर्छन् । यस फाइलममा पर्ने जनावरका विशेषता निम्नअनुसार छन् :

- (क) यस फाइलममा पर्ने जनावरको शरीर लामो र बेलनाकार भई दुवैपट्टि चुच्चो परेको हुन्छ ।  
(ख) शरीरलाई दुई बराबरी भागमा बाँड्न सकिन्छ, जसलाई बाइलेटेरल्ली सिमेट्रिकल (bilaterally symmetrical) भनिन्छ ।  
(ग) यिनीहरू ट्रिप्लोब्लास्टिक हुन्छन् ।  
(घ) यिनीहरूमा मुख, मलद्वार र चुसक अङ्गसहितको पाचन प्रणाली विकास भएको हुन्छ ।  
(ङ) यिनीहरूमा श्वासप्रश्वास प्रणाली र रक्त सञ्चार प्रणाली विकास भएको हुँदैन ।  
(च) शरीरको सतहवाट सास फेर्छन् ।

- (छ) यिनीहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।
- (ज) यिनीहरूले मैथुनिक तरिकाबाट मात्र प्रजनन गर्छन् । यिनीहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ ।
- (झ) यिनीहरू प्रायजसो परजीवी हुन्छन् भने केही स्वतन्त्र हुन्छन् । परजीवीहरूले अन्य जनावरको शरीरमा रोग निम्त्याउँछन् ।

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

## 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

गँड्यौला, 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 भर्तिब्रेटको 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 ।
- (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 ।

## आर्थ्रोपोडा (Arthropoda)

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



पुतली



गँगटो



भिँगे माछा



भाकुरो



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 चहाछ । सेन्टिपेडका धेरै खुट्टा हुन्छन् । भिँगे माछा र गँगटो पानीभित्र बस्छन् । यी जनावरहरूमा खण्ड खण्ड जोडिएर बनेका खुट्टा हुन्छन् । त्यसैले यी जनावरहरू फाइलम आर्थ्रोपोडामा पर्छन् । यो जन्तुजगतको सबैभन्दा ठुलो फाइलम हो । यस फाइलमअन्तर्गत पर्ने जनावरहरूमा निम्नलिखित विशेषता हुन्छन् ।

- (क) यस फाइलममा पर्ने जनावरको शरीरलाई कडा आवरणले ढाकेको हुन्छ, जसलाई बाह्यअस्थी (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 ।

- (ड) छातीको भागवाट खुट्टा निस्कएका हुन्छन् । खुट्टा खण्ड खण्ड मिली बनेका हुन्छन् ।
- (च) सामान्यतया किराहरू (insects) को छातीको भागवाट दुईजोडा पखेटाहरू निस्कएका हुन्छन् । तर केही आर्थ्रोपोडमा एकजोडा र केहीमा पखेटा नै हुँदैनन् ।
- (छ) भाले र पोथी छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । मैथुनिक प्रजनन मात्र गर्छन् ।
- (ज) छाला, गिल्स वा ट्र्याकियावाट सास फेर्छन् । जमिन, हावा, पानी सबै ठाउँमा पाइन्छन् ।
- (झ) यिनीहरूमा रक्तसञ्चार प्रणाली, निष्कासन प्रणाली, पाचन प्रणाली, मांसपेशी प्रणाली, स्नायु प्रणालीको विकास भएको हुन्छ ।
- (ञ) यिनीहरू जमिन, पानी र हावा सबैतिर पाइन्छन् ।

### मोलस्का (Mollusca)

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



चित्र 2.19

- (अ) यी जनावरका शरीरमा रहेको कडा आवरणको काम के होला ?
- (आ) यी जनावरले सत्रु 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 मांसपेशीवाट बनेका खुट्टा हुन्छन् । ती खुट्टाका सहायताले यिनीहरू हिँडडुल 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), मांशपेशीले बनेको एउटा खुट्टा (muscular foot) र म्यान्टल (mantle) मा विभाजित हुन्छ ।
- (ग) यिनीहरूमध्ये धेरैको शरीर क्याल्सियमबाट बनेको कडा आवरणले ढाकिएको हुन्छ । कुनै वस्तुमा स्पर्स हुने बित्तिकै कडा आवरणभित्र शरीरलाई लुकाउँछन् ।
- (घ) टाउकामा टेन्टाकल्सका साथै आँखा हुन्छन् ।
- (ङ) यिनीहरूको शरीरलाई बराबर दुई भागमा विभाजन गर्न सकिदैन । त्यसैले यिनीहरूको शरीर असिमेट्रिकल (asymmetrical) हुन्छ ।
- (च) मांशपेशीले बनेको खुट्टाले सतहमा चिप्लिन वा पानीमा पौडिन सहयोग गर्छ ।
- (छ) यिनीहरूले शरीरको सतह वा गिल्स वा पल्मोनरी स्याक (pulmonary sac) का मदतले श्वास प्रश्वास गर्छन् ।
- (ज) यिनीहरूको शरीरमा पाचन प्रणाली, रक्त सञ्चार प्रणाली र स्नायु प्रणाली विकास भएको हुन्छ ।
- (झ) धेरै जनावरहरू एकलिङ्गी (unisexual) हुन्छन् भने केही उभयलिङ्गी (hermaphrodite) पनि हुन्छन् ।
- (ञ) यिनीहरू जमिन र पानी दुवैमा पाइन्छन् । जसमा चिप्लेकिरा (Slug), शङ्खेकिरा (Snail), अक्टोपस (Octopus), कटलफिस (Cuttle fish), सिपी (Unio) आदि पर्दछन् ।

### 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) जनावरहरू तारा आकारका, लाम्चो, 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 हिँड्दुल 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), सिक्कुकम्बर (Sea-cucumber) आदि पर्दछन् ।

### 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 । यिनीहरूका विशेषताका आधारमा वर्गीकरण गर्नुहोस् । सङ्कलित जीवहरूका फाइलमहरूका बारेमा रिपोर्ट तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

## 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) भर्तेब्री (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 कोर्डेटालाई चारओटा सबफाइलममा विभाजन गरिएको छ । ती सबफाइलमहरू हेमिकोर्डेटा (hemichordate), युरोकोर्डेटा (eurochordata), सेफालोकोर्डेटा (cephalochordate) र भर्तिब्रेटा (Vertebrata) हुन् । पहिलो तीनओटा सबफाइलमहरूलाई प्रारम्भिक कोर्डेटा वा प्रोटो कोर्डेटा (protochordata) पनि भनिन्छ । तिनीहरू चौथो सबफाइलम भर्तिब्रेटाभन्दा कम विकसित हुन्छन् । यहाँ हामी सबफाइलम भर्तिब्रेटाका बारेमा मात्र अध्ययन गर्छौं ।

## सबफाइलम भर्तिब्रेटा (Sub-phylum vertebrata)



चित्र 2.21

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

पछि मेरुदण्डले विस्थापित गर्छ । माछा, भ्यागुता, सर्प, परेवा, बाघ, ह्वेल, चमेरा आदि जनावरहरू सबफाइलम भर्तिब्रेटामा 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 फोक्सोवाट 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 फुलवाट बच्चा कोरल्छन् जसलाई ओभिप्यारस (oviparous) भनिन्छ । कुनै जनावरले सिधै बच्चा जन्माउँछन् तिनीहरूलाई भिभिप्यारस (viviparous) भनिन्छ ।

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

### 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



साँक

चित्र 2.22

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

- (क) यिनीहरूको शरीर लाम्चो, चेप्टो, 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 दुवैतिर गिल्स (gills) हुन्छन् । जसले सास फेर्न मद्दत गर्छ ।
- (घ) पाँच जोडी फिन्स (fins) का मद्दतले पानीमा पौडिन्छन् ।
- (ङ) यिनीहरूको शरीरभित्र हावाका थैलाहरू (air sacs) हुन्छन् ।
- (च) मुटुमा दुई कोठा (two chamber) हुन्छन् ।
- (छ) यिनीहरू विषमतापी (poikilothermic) हुन्छन् ।
- (ज) यिनीहरू एकलङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।



- (भ) यिनीहरूमध्ये धेरैजसो ओभिप्यारस (oviparous) हुन्छन् भने केही भिभिप्यारस (viviparous) हुन्छन् ।
- (त्र) 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 ।

## उभयचर (Amphibia)

### क्रियाकलाप 2.9 भ्यागुताको अवलोकन

उद्देश्य : एम्फिविया 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 एम्फिविया वर्गका विशेषता कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

#### निष्कर्ष



खसे भ्यागुतो (Toad)



भ्यागुतो (Frog)



सालामान्डर (Salamander)

चित्र 2.23

टोड, सालामान्डर (Salamander) र भ्यागुता पानी र जमिन दुवैमा बस्छन् । यिनीहरू वर्ग एम्फिवियामा 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 । अपवादवाहेक यिनीहरूमा पुच्छर हुँदैन ।
- (ग) यिनीहरूका चारओटा खुट्टा (limbs) हुन्छ ।
- (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 एकलङ्गी (unisexual) हुन्छन् ।
- (ज) यिनीहरू ओभिप्यारस हुन्छन् । यिनीहरूले पानीमा फुल पाछ्छन् । यिनीहरूमा बाह्य गर्भाधान हुन्छ ।
- (झ) यिनीहरूलाई प्रजननका लागि पानी आवश्यक हुन्छ । भ्यागुता (Frog), टोड (Toad) र सालामान्डर (Salamander) आदि यस वर्गमा पर्छन् ।

### 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 सुख्खा 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 घसेर 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 एकलङ्गी (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 ।

### पंक्षी (Aves)



हाँस



डाँफे



कुखुरा



सुगा



मयूर

चित्र 2.25

सुगा, डाँफे, मयुर, हाँस, कुखुरा आदि पंक्षीका अगाडिका लिम्ब्स पखेटामा रूपान्तरण भएको हुन्छ। मुखमा चुच्चो वा टुँड (bill or beak) हुन्छ। यिनीहरूको शरीर प्वाँखले ढाकेको हुन्छ। त्यसैले यी सबै जनावरहरू पंक्षीअन्तर्गत 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।

### स्तनपायी (Mammalia)



ह्वेल



चमेरो



मुसा



सिंह

चित्र 2.26

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

- (क) यिनीहरूको शरीर रौं (hair) ले ढाकेको हुन्छ ।
- (ख) सामान्यतया यिनीहरूको शरीरमा टाउको, घाँटी, जिउ र पुच्छर हुन्छ ।
- (ग) शरीरमा दुधको ग्रन्थि (mammary gland) हुन्छ ।
- (घ) यिनीहरूले फोक्सोवाट 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 प्रयोगशालामा रहेका जनावरको स्पेसिमेनहरू

#### विधि

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



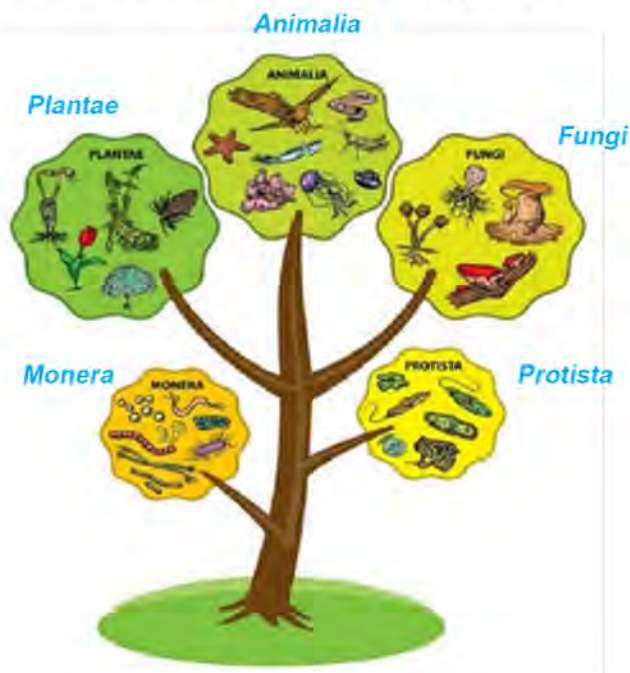
चित्र 2.27 जीवहरूको विकासक्रम र वर्गीकरण

- (आ) विशेषताका आधारमा जीवहरूको वर्गीकरण गर्नुहोस् ।
- (इ) चार्टपेपरमा जनावरको वर्गीकरण चार्ट तयार गरी आफूले अवलोकन गरेका जनावर कहाँ पर्छन्, उक्त चार्टमा भर्नुहोस् ।

## सजीवको वर्गीकरण र क्रमविकासको 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 वर्गीकरणविचको सम्बन्ध छलफल गर्नुहोस् ।



चित्र 2.28 जीवहरूको वर्गीकरण

पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीका आधारको अध्ययन गर्दा कुनै जगत्हरूविच धेरै साभा विशेषता छन् भने कुनै जगत्हरूविच थोरै साभा विशेषता छन् । यसले पनि के देखाउँछ भने सबै जीवहरूको विकास साभा पूर्वजबाट भएको हो । यहाँ सबैका साभा गुण भने को सबै जीवहरू एउटा सजीव कोषबाट विकास भएका हुन्छन् । जीवहरूको वर्गीकरणको

आधारले के देखाउँछ भने पृथ्वीमा सवैभन्दा पहिले प्रोक्यारियोटिक जीवको उत्पत्ति भएको थियो जुन मोनेरा जगत्मा पर्छ । त्यसबाटै विस्तारै युक्यारियोटिक एक्कोपीय जीवहरूको विकास भयो जुन प्रोटिस्टा जगत्मा पर्छ । यसरी क्रमिक विकास हुँदै जाँदा बहुकोपीय 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 । सजीवहरूको वर्गीकरण गर्दा सवैभन्दा धेरै साभा गुण हुने जीवहरूलाई एउटा समूहमा राखिन्छ, जस्तै: क्लास म्यामेलियामा पर्ने सवै जनावरका धेरै साभा गुण हुन्छन् । तर क्लास म्यामेलियामा पर्ने जनावर र क्लास एभ्समा पर्ने जनावरहरूविच तुलना गर्दा केही कम साभा गुणहरू हुन्छन् । त्यस्तै क्लास म्यामेलिया र क्लास पाइसिजविच तुलना गर्दा अझ थोरै साभा गुणहरू हुन्छन् । यसले के देखाउँछ भने म्यामेलियामा पर्ने जनावरहरू धेरै कम वर्ष पहिले मात्र एउटै पूर्वजबाट प्रजातीकरण भएका हुन् ।

भटिब्रेटाको विभिन्न समूहमा पर्ने जनावरहरूको विकासक्रमलाई हेर्दा माछाका मुटुमा दुईओटा कोठा हुन्छन् । सरिसृपको मुटुमा तीनओटा कोठा हुन्छन् भने पंक्षी 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 मद्दत पुगेको छ ।

पाइसिज, एभ्स र म्यामेलियामा रहेका साभा 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 साभा गुणले यी सवै जीव एउटै पूर्वजबाट विकास भएको जनाउँछ । यसरी नै जन्तु जगत्मा पर्ने विभिन्न फाइलमका विशेषता अध्ययन गर्दा नै तिनीहरूविच पनि साभा गुणहरू पाइन्छन् । यसबाट के प्रमाणित हुन्छ भने जन्तु जगत्मा पर्ने सवै जीवहरूका पूर्वज एउटै थिए । विकासको क्रममा विस्तारै नयाँ नयाँ प्रजातिको विकास हुँदै गयो ।

### परियोजना कार्य 2.3 सजीवको वर्गीकरण र क्रमविकासको सम्बन्धको अध्ययन

सजीवको वर्गीकरण चार्ट लिनुहोस् । यसमा वर्गीकरणका आधारको 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 सोध खोजका 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 जगतमा पर्ने जीवहरूका मुख्य विशेषता के के हुन् ?
- (अ) युक्स्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता भएको, परपोषक
- (आ) युक्स्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता नभएको, परपोषक
- (इ) युक्स्यारियोटिक कोष, कोषमा कोष भित्ता भएको, स्वपोषक
- (ई) युक्स्यारियोटिक 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, फलबिनाको नाङ्गो बिउ हुन्छ ।
- (ई) यसमा फूलको सट्टा कोन हुन्छ, फलभित्र बिउ हुन्छ ।
- (ग) यहाँ दुईओटा जीवको चित्र दिइएको छ । यी दुवै जीव एउटै जगतमा पर्छन् । यी चित्रहरू अवलोकन गर्नुहोस् । यी दुवैलाई एउटै जगतमा 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) वच्चा जन्माएर दुध चुसाउँछ ।
- (च) ह्वेल मसभन्दा क्लवमस विकसित हुनुको प्रमुख कारण कुन हो ?
- (अ) क्लवमस जमिनमा हुर्कन्छ ।  
 (आ) क्लवमस स्पेरोफाइट हो ।  
 (इ) क्लवमसमा जाइलम र फ्लोयम तन्तु हुन्छ ।  
 (ई) अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन्समा स्पेरोफाइट प्रबल हुन्छ ।
- (छ) कौषमा कौषभित्ता हुने जीवहरूका जगत 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) पंक्षी (ई) उभयचर

(भू) तलका मध्ये कुन समूह एन्जियोस्पर्मअन्तर्गत पर्छन् ?

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

(इ) मस, मकै, सिमी (ई) धान, केरा, आँप

(ज) शरीरमा भास्कुलर तन्तु हुने विरुवाको डिभिजनलाई के भनिन्छ ?

(अ) स्परोफाइटा (आ) ग्यामेटोफाइटा

(इ) ट्राकियोफाइटा (ई) स्पर्मटोफाइटा

2. फरक लेख्नुहोस् :

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

(ग) जेर्ली फिस र कटल फिस (घ) मस र क्लवमस

(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 एम्फिवियन विरुवा भनिन्छ ।

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

#### 4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

- (क) वनस्पति जगतमा पर्ने जीवहरूलाई कति डिभिजनमा विभाजन गरिएको छ ?
- (ख) वनस्पति जगतका मुख्य विशेषता लेख्नुहोस् ।
- (ग) जिम्नोस्पर्म र एन्जियोस्पर्ममा पर्ने विरुवाहरूका समानता लेख्नुहोस् ।
- (घ) यदि तपाईंलाई ट्राकियोफाइटामा पर्ने केही विरुवाहरूका पातमात्र दिएर आफूले कक्षामा प्राप्त गरेको वर्गीकरणसम्बन्धी ज्ञानको प्रयोग गरी यी विरुवाहरूको सबडिभिजन छुट्याउन भनियो । के यो सम्भव छ ? तर्कसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- (ङ) सबडिभिजन टेरीडोफाइटाका प्रमुख विशेषता लेख्नुहोस् ।
- (च) रोसनीले आफ्नो बगैँचामा नयाँ विरुवामा फूलेका फूलको मात्र अवलोकन गरेर त्यो विरुवा मोनोकटिलेडनमा पर्ने निष्कर्ष निकालिन् । यस्तो गर्नु ठिक हो कि होइन, कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- (छ) चित्रमा दुईओटा विरुवाहरू देखाइएको छ । दुवै चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र तल सोधिएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :



- (अ) यी दुई विरुवाविच तुलना गरी समानता र भिन्नता लेख्नुहोस् ।
- (आ) यिनीहरूको सबडिभिजन उल्लेख गर्नुहोस् । साथै उक्त सबडिभिजनमा पर्नुको कारण पनि लेख्नुहोस् ।
- (इ) यी दुईमध्ये कुन विरुवा विकसित छ ? कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

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

जमिनमा बस्ने पानीमा बस्ने

मेरुदण्ड नभएका

मेरुदण्ड भएका

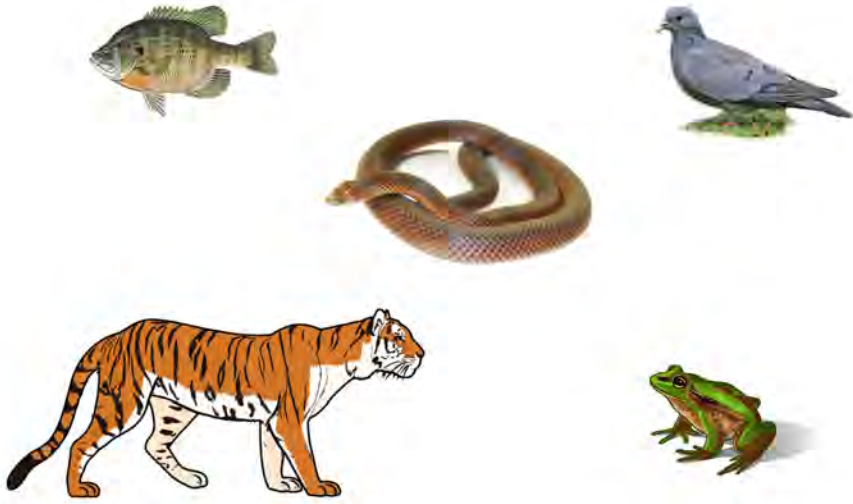
A	B
C	D

- (झ) फाइलम पोरिफेरामा पाचन प्रणाली विकास भएको हुँदैन । यिनीहरूमा पाचन कसरी हुन्छ, लेख्नुहोस् ।
- (ञ) राकेशले चउरमा खेल्दा खेल्दै एउटा नयाँ जनावर देखेछन् । उनले जन्तु जगतको वर्गीकरणको ज्ञान प्रयोग गरेर उक्त जनावर कुन फाइलममा पर्छ भनेर कसरी पत्ता लगाउँछन्, व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ट) सार्क र ह्वेल दुवै 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 जनावरहरूविचका कुनै दुई समानता र असमानता लेख्नुहोस् ।
- (इ) यी जनावरको अध्ययनले क्रमविकासको अवधारणालाई कसरी स्पष्ट पार्छ ?

- (ड) सजीवहरूको वर्गीकरण र क्रमविकासविचको सम्बन्ध व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ढ) पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार वनस्पति जगतको वर्गीकरण चार्ट बनाउनुहोस् ।
- (ण) पाँच जगतीय वर्गीकरण प्रणालीअनुसार जन्तु जगतको 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 सर्पविचका दुईओटा समानता लेख्नुहोस् ।
- (ई) यी जनावरमध्ये कुन कुनका शरीरमा हावाका थैली हुन्छन् ?

## मौरी (Honey Bee)

दिइएका चित्र अवलोकन गरी छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 3.1 मौरीका घर

- (अ) चित्रमा देखाइएका मौरीका घर कस्ता किसिमका मौरीका घर हुन् ?  
 (आ) के मौरीलाई मानिसले घर बनाइदिनुपर्छ ?  
 (इ) मौरी कस्तो किसिमको जनावर हो ?

### घटना अध्ययन गरौं

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 एकाछिनमा उडेर जाँदै गरेको पनि देखिन् । मौरी कता गएका होलान् भनेर पत्ता लगाउन कोसिस गरिन् र पछ्याउँदै जाँदा नजिकैको रुखमा बनाएको घरमा गएर बसेको देखिन् । अलि टाढैबाट भए पनि उनले मौरीको घर पनि अवलोकन गरिन् । त्यहाँ उनले विभिन्न किसिमका मौरी देखिन् ।

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

- (अ) मौरी के खाएर बाँच्छ ?
- (आ) के मौरीको घरमा सबै एकै किसिमका मौरी बस्छन् ?
- (इ) मौरीले मानिसलाई कस्तो पाठ सिकाउँछ ?
- (ई) मौरीले मह उत्पादन गरेर मात्रै मानिसलाई सहयोग गछ कि अरू तरिकाले पनि सहयोग गछ ?

मौरी प्राकृतिक रूपमा आफैले बनाएको विशेष किसिमको घरमा स्वतन्त्र रूपमा बस्ने किरा हो । यो आर्थोपोडा फाइलमअन्तर्गत पर्छ । मौरीपालन गर्दा मौरीपालकले मौरीका लागि कृत्रिम घरको निर्माण गरेका हुन्छन् । मौरी ठुलो समूहमा बस्ने सामाजिक किरा हो । मौरीको घरमा 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 सधैं व्यस्त राख्छन् । मौरीले फूलको रस (nectar) र परागकण (pollen grains) बटुलेर मह बनाउँछन् ।

परापूर्व कालदेखि नै मानिसले मह उत्पादनका लागि परम्परागत रूपमा मौरीपालन गरेको पाइन्छ । विसौ सताब्दीदेखि मौरीलाई मह उत्पादनका लागि मात्र नभएर खेतवालीमा परागसेचन गर्नका लागि साथै मैन उत्पादनका लागि समेत पाल्ने गरिन्छ । अहिले कृषि व्यवसायका रूपमा मौरीपालन गर्न आधुनिक घरहरू निर्माण गर्ने गरिन्छ । जसबाट 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 (Apiculture or melittology) भनिन्छ जुन एन्टिमोलोजी (कीटविज्ञान) को एउटा शाखा हो ।

### मौरीको बाहिरी बनावट (External structure of honey bee)

**क्रियाकलाप 3.1** मौरीको अवलोकन र अध्ययन

**उद्देश्य :** मौरीको शारीरिक बनावटको अध्ययन गर्नु

**objZos :fdu|L M** 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 एन्टेना र मुखका भाग हुन्छन् । एन्टेनाको सहायताले मौरीले वातावरणमा हुने परिवर्तन थाहा पाउँछ । 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 बनेको हुन्छ । त्यसैले मौरी आर्थ्रोपोडा फाइलमअन्तर्गत पर्छ । छातीको माथिल्लो भागबाट दुईजोडा पखेटा निस्केका हुन्छन् । जसले यिनीहरूलाई टाढासम्म उड्न मद्दत गर्छन् । पेटको भाग 9 खण्डमा विभाजित हुन्छ तर वयस्क पोथीमा 6 खण्ड र वयस्क भालेमा 7 खण्ड स्पष्ट देखिन्छ ।

मौरीको घरमा 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 घरमा रहेको सबैभन्दा ठुलो र सलक्क परेको लाम्चो आकारको मौरी रानी मौरी हो । यसको टाउको अरूको भन्दा सानो र गोलाकार हुन्छ । यसको सुँड छोटो र रौले 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 घरको 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 घर पत्ता लगाउँछ । घरमा सबैभन्दा लामो समयसम्म बाँच्ने रानी मौरी हो । यो करिब 2 देखि 5 वर्षसम्म बाँच्छ । त्यसपछि कर्मी मौरीले कुनै लार्वालाई रोयल जेलीमात्र खुवाएर अर्को नयाँ रानी मौरी बनाउँछन् ।



## भाले मौरी (Drone Bee)

भाले मौरी रानी मौरीभन्दा सानो तर कर्मी मौरीभन्दा ठुलो, कालो र भुसिलो 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 हुन्छन् 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)

घरमा रहेका मौरीमध्ये सबैभन्दा साना मौरी कर्मी मौरी हुन् । यिनीहरूको शारीरिक बनावट विशेष किसिमको हुन्छ । कर्मी मौरीको मुख चपाउने र चाट्ने (chewing and



lapping) प्रकृतिको हुन्छ । कर्मी मौरी असाध्यै मिहिनेती हुन्छन् । खुट्टाहरू भुसिलो रौले ढाकिएका हुन्छन् ।

यिनीहरूको खुट्टामा पोलेन वास्केट हुन्छ । जसमा यिनीहरूले पोलेन जम्मा गरेर ल्याउँछन् । यिनीहरूले फूलको रस जम्मा गर्ने, घर बनाउने, लाभको हेरचाह गर्ने, सत्रुसँग लड्ने आदि कार्य गर्छन् । एउटा घरमा करिब 20,000 देखि 80,000 को सङ्ख्यामा कर्मी मौरी हुन्छन् । यिनीहरूको आयु सामान्यतया 6 हप्तादेखि 6 महिनासम्म हुन्छ ।

विचारणीय प्रश्न : मौरीले चिल्दा किन सुत्तिन्छ ?

### 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 (फूल, लाभ, 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) पालैपालो गरी प्रत्येक समूहले मेटा कार्डहरू 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 जीवन चक्र पूरा हुन लाग्ने समय अर्थात् मौरीको जातअनुसार फरक फरक हुन्छ ।

सबै मौरीको जीवन चक्र फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क गरी चार अवस्थामा पूरा हुन्छ । यी अवस्थाहरूको समय अर्वाध मौरीको जातअनुसार फरक फरक हुन्छ । मौरीको जीवनचक्र पूरा हुन पुराना तन्तुहरू नस्ट हुने (histolysis) र नयाँ तन्तुहरू बन्ने (histogenesis) प्रक्रिया हुन्छ । जसअनुसार फुलबाट लार्भा, लार्भाबाट प्युपा र प्युपाबाट वयस्क मौरी बन्छ । यस प्रक्रियालाई कम्प्लेट मेटामर्फोसिस (complete metamorphosis) भनिन्छ ।

मौरीको घरमा कर्मी मौरीको सङ्ख्या निकै बढेमा रानी मौरीले थुप्रै कर्मी मौरीसँग मिल्ती नयाँ समूह निर्माण गर्छ र घर छोडेर अन्तै जान्छ । कर्मी मौरीले नयाँ घर निर्माण गर्छन् । पुरानो घरमा रहेका कर्मी मौरीहरूले निसेचित अण्डबाट जन्मिएको एउटा लार्भालाई रोयल जेली मात्र खुवाएर नयाँ रानी मौरी तयार गरेका हुन्छन् । जब रानी मौरी वयस्क हुन्छ तब नप्वियल फ्लाइट (nuptial flight) वा मेटिड फ्लाइट (mating flight) का लागि निस्कन्छ । सामान्यतया रानी मौरी साँझको समयमा मेटिड फ्लाइटका लागि निस्कन्छ । जब रानी मौरी बाहिर निस्कन्छ तब घरमा रहेका भाले मौरीहरू रानी मौरीको पछि लाग्छन् । रानी मौरीले धेरै भाले मौरीसँग सम्भोग गर्छ । सम्भोगपश्चात भाले मौरी मर्छन् । सम्भोगपश्चात् शुक्रकीटहरू रानी मौरीको शरीरमा भण्डारण हुन्छन् जुन लाखौं 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 घरमा रहेका ब्रुड प्रकोष्ठ (brood cell)मा फुल पार्न सुरु गर्छ ।



चित्र 3.3 मौरीको जीवचक्र

## फुल (Egg)

मौरीको फुल सेतो रङको लाम्चो आकारको हुन्छ । जुन पहिलो दिन बृड प्रकोष्ठको पिंधमा ठाडो हुन्छ । 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 पाछ । रानी मौरीले उपयुक्त समयमा प्रतिदिन 3000 ओटासम्म फुल पाछ । 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 ।



## लाभा (Larva)

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



## प्युपा अवस्था (Pupa Stage)

प्युपा अवस्थामा यिनीहरू खाना नखाई, 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 अर्वाधमा 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 मैनाको पत्र (layer) काटेर भर्खर बनेको वयस्क मौरी बाहिर निस्कन्छ । सबै वर्गका मौरीमध्ये कर्मी मौरीहरू तुरुन्त अरू मौरीलाई सघाउन थाल्छन् । तिनीहरूका घरमा अत्यन्त महत्त्वपूर्ण कामहरू हुन्छन्, जस्तै : ब्रुड प्रकोष्ठको हेरचाह गर्ने, लाभालाई खुवाउने, घरको आन्तरिक रक्षा गर्ने आदि ।



फुल	लार्वा	लार्वा	प्युपा	प्युपा	वयस्क
	6 दिन	10 दिन	15 दिन	18 दिन	21 दिन

चित्र 3.4 मौरीका विभिन्न अवस्थाहरू

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

मौरी	फूल	लाभा	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

भखरै जन्मेका कर्मी मौरीहरूलाई करिब तीन हप्तासम्म घारभित्रै काममा लगाइन्छ । त्यसपछि कर्मी मौरी बाहिरको काममा खटाइन्छन् । यिनीहरूले फूलको रस जम्मा गर्ने, घारको सुरक्षा गर्ने, शत्रुसँग लडाईं 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	फूल पार्ने, शरीरबाट विभिन्न किसिमका गन्धहरू निकालेर घारको सञ्चालन र नियन्त्रण गर्छ ।
३.	कर्मी	1-3 दिन	यो उमेरमा कर्मी मौरीले चाकामा टाँसिएर अरू फूल, लाभा र प्युपालाई न्यानो दिने र कोष सफा गर्ने काम गर्छन् ।
		4-6 दिन	लाभालाई मह र कुट खुवाउँछन् ।
		7-11 दिन	यो उमेरमा यिनीहरूको शिर ग्रन्थिबाट रोयल जेली उत्पादन हुन्छ । यो जेली लाभा र रानी मौरीलाई खुवाउँछन् ।
		12-17 दिन	यो उमेरका कर्मी मौरीमा ४ जोडा मैन ग्रन्थि विकास हुन्छ । त्यहाँबाट उत्पादित मैनको प्रयोग गरेर चाका लगाउने, लाभा र मह कोषहरू बन्द गर्छन् । त्यसैले कर्मी मौरीलाई निर्माणका पनि भनिन्छ ।
		18-20 दिन	विष ग्रन्थि विकास भएकाले घारको सुरक्षा गर्छन् ।
		21 दिनपछि	पुष्प रस, पराग, चोप, पानी आदि सङ्कलन गर्ने काम गर्छन् ।

## महको उत्पादन (Honey production)

मह रोयल जेली जस्तो मौरीको शरीर वा कुनै ग्रन्थिबाट उत्पादन हुने वस्तु होइन । यो विभिन्न किसिमका पुष्परसहरूको मिश्रणबाट वाष्पीकरण हुनसक्ने जति पानीलाई प्राकृतिक बतास तथा कर्मी मौरीले पखेटा फड्फडाउँदा चल्ने बतासको सहयोगबाट वाष्पीकरण गरी तयार गरिएको मोनोसाकाराइड सुगर, विशेष गरी फ्रुक्टोज तथा ग्लुकोजको सम्मिश्रण हो । यसमा करिब 80-85% कार्बोहाइड्रेट, 15-17% पानी, 0.3% प्रोटीन 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 उल्लेख गर्न सकिन्छ :

1. मौरीको रहनसहन, कार्यविभाजन तथा उच्चअनुशासनले गर्दा मानिसलाई पनि विभिन्न सामाजिक व्यवहारमा प्रोत्साहन गर्छ ।
2. मौरीले विशेषतः पौष्टिक तत्वयुक्त 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 महत्त्वको 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 च्यालग्रन्थिबाट
- (ग) मौरीको लाभालाई 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) लाभा  
(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 कारणवस चूँडिएको छ । अब उसको कुन कार्य गर्ने क्षमता घट्छ ?  
(अ) फूलको रस जम्मा गर्ने (आ) बृड प्रकोष्ठ निर्माण गर्ने  
(इ) लाभालाई रोयल जेली खुवाउने (ई) फूलको परागकण जम्मा गर्ने



- (छ) तलका मध्ये कुन चाँह भाले मौरीको विशेषता हो ?
- (अ) ह्याप्लोइड, स्टेराइल, मभौलाकार, भुसिलो  
 (आ) ह्याप्लोइड, फर्टाइल, मभौलाकार, भुसिलो  
 (इ) डिप्लोइड, स्टेराइल, मभौलाकार, चिल्लो  
 (ई) डिप्लोइड, फर्टाइल, मभौलाकार, भुसिलो
- (ज) रानी मौरीले नप्वियल फ्लाइटपश्चात् भालेवाट प्राप्त शुक्रकीट कहाँ जम्मा गरेर राख्छ ?
- (अ) पौलेन 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) मौरी पालनका लागि चरनक्षेत्रको आवश्यकता पर्छ ।  
 (ग) भाले मौरी समागमपर्छ मर्छ ।  
 (घ) मौरी बहुउपयोगी किरा हो ।

## 4. तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

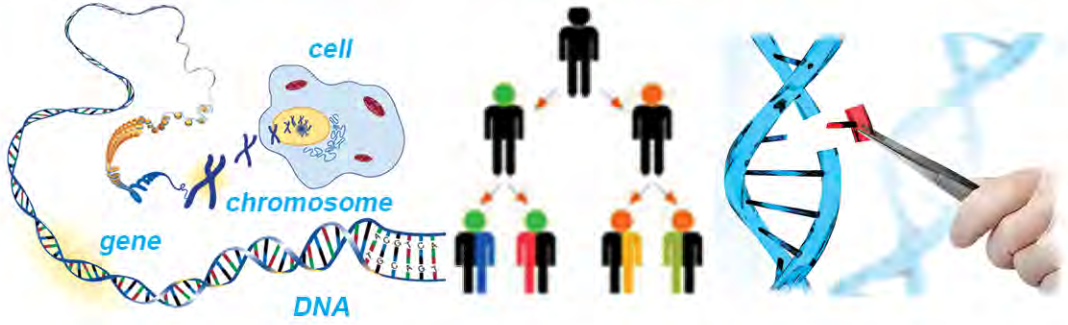
- (क) मौरीको घरमा रहेका मौरीका प्रकार लेख्नुहोस् ।  
 (ख) भाले मौरीको काम के हो ?  
 (ग) यदि कुनै कारणवश रानी मौरीको मृत्यु भयो भने उक्त मौरीको घरको नियन्त्रण कसले गर्छ ?

- (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) कन्सेप्ट म्याप अध्ययन गरी उक्त म्याप पूरा गर्नुहोस् ।



## वंशानुक्रम (Heredity)

चित्रहरू अवलोकन गरी निम्नलिखित प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 4.1 वंशाणु, लिङ्ग निर्धारण, आनुवंशिक प्रविधि

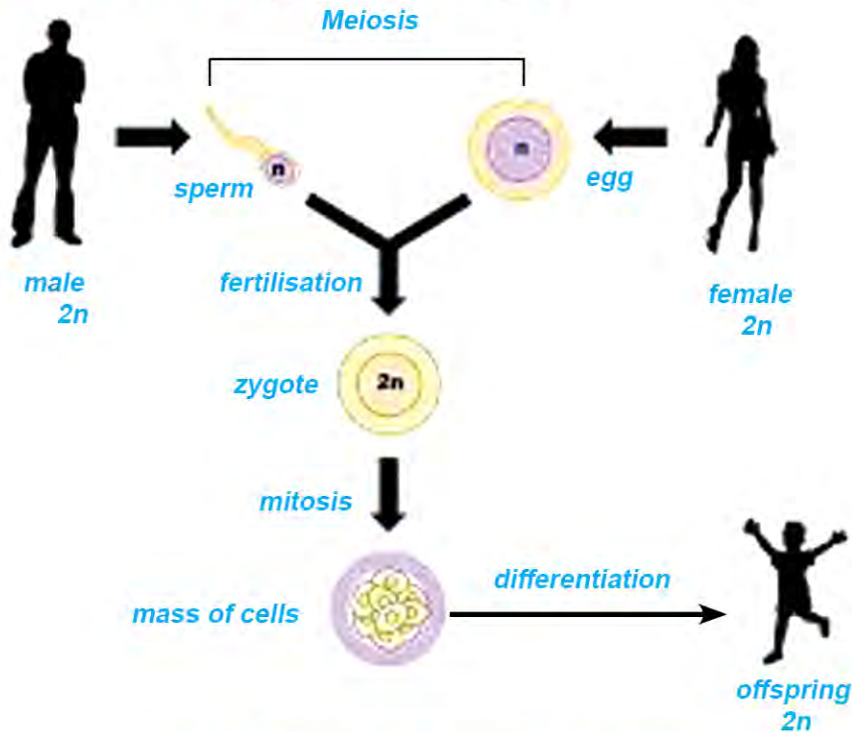
- (अ) माथिको चित्रमा कोषको न्युक्लियसमा रहेका धर्सहरू के हुन् ?
- (आ) जीवहरूका सन्तान उनीहरू जस्तै हुनुको रहस्य के हो ?
- (इ) जीवहरूमा भएका गुण एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा कसरी हस्तान्तरण हुन्छन् ?
- (ई) जीवको शरीरमा कोषको सङ्ख्या कसरी बढ्छ ?
- (उ) माथिको चित्रमा DNA बाट सानो टुक्रा निकालेर अर्को टुक्रा किन जोड्न खोजिएको होला ?

सबै जीव सधैंभरि बाँच्दैनन् । जीवहरू परिपक्व (mature) भएपछि आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गर्छन् । सबै जीवहरूमा अगिल्लो पुस्ताबाट पछिल्लो पुस्तामा गुणहरू सधैं जाने भएकाले सबै जीवहरूका सन्तानहरू आफ्ना बाबु आमा (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 सधैं सधैं 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 लाखौं 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 गर्दछ । वंशाणुको अध्ययन गर्ने जीवविज्ञानको शाखा

जेनेटिक्स (genetics) हो । मेण्डलले यससम्बन्धी नियम प्रतिपादन गरेका छन् जसले यस क्षेत्रमा विभिन्न प्रयोग गर्न सहज बनाएको छ । हाल जेनेटिक्स अन्तर्गत विभिन्न प्रविधिको विकास भएको छ । ती जेनेटिक प्रविधि विभिन्न अनुसन्धान र मानिसको दैनिक जीवनमा पनि प्रभाकारी सावित 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 division)

तलका चित्र अवलोकन गर्नुहोस् र छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 4.2 जीवहरूमा कोष विभाजन र वृद्धि विकास

छलफलका लागि प्रश्न

- शरीरमा चोट पटक लाग्दा घाउ कसरी निको हुन्छ होला ?
- एक कोषीय जाइगोटबाट कसरी विशाल शरीरको विकास हुन्छ होला ?
- के प्रजनन कोष (ग्यामेट) र जीवका अन्य शारीरिक कोष (somatic cells) एकै किसिमबाट बन्छन् ?
- प्रजनन कोष र शारीरिक कोषबीचमा के फरक छ होला ?

जीवहरूको विकास क्रममा प्रोक्यारियोटिक कोषबाट युक्यारियोटिक कोष र विस्तारै एक कोषीय जीवबाट बहुकोषीय जीवको उत्पत्ति भएको पाइन्छ । प्रजननका क्रममा स्त्री र पुरुष दुवैका 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 एकलो कोष हो । उक्त एक कोषीय जाइगोटको लगातार माइटोसिस (mitosis) कोष विभाजन भएर बनेका असङ्ख्य शारीरिक कोषको संयोजनबाट पूर्ण शरीरको विकास हुन्छ । मियोसिस र माइटोसिस दुवै 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 कोष बन्छ । 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)

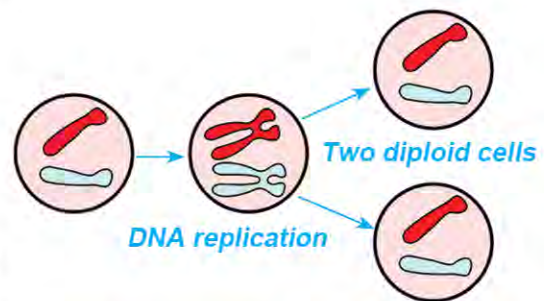
#### क्रियाकलाप 4.1 माइटोसिस कोष विभाजनको अध्ययन

**उद्देश्य :** माइटोसिस कोष विभाजनको मोडेल निर्माण गरी अध्ययन गर्नु

**आवश्यक सामग्री :** विभिन्न रङको क्ले, विभिन्न रङका ऊनीको धागाका टुक्रा, कार्डबोर्ड

#### विधि

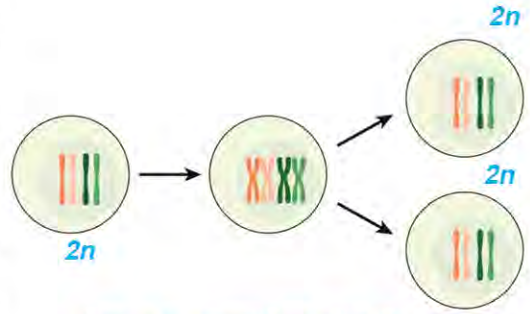
- एउटा कार्डबोर्ड लिनुहोस् । कुनै एउटा रङको क्ले प्रयोग गरेर कोषको आकार बनाउनुहोस् ।
- दुईओटा फरक फरक रङको धागो प्रयोग गरेर क्रोमोजोम बनाउनुहोस् ।
- चित्रमा देखाए जस्तै अर्को कोष बनाई DNA को replication भएको देखाउनुहोस् ।



चित्र 4.3 माइटोसिस कोष विभाजन मोडेल

- (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 ।

माइटोसिस कोष विभाजन प्रजनन कोष बाहेक 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 ग्यामेटवाहेक अन्य शारीरिक कोषहरूमा आमा र बुबाबाट प्राप्त एक एक सेट गरी जम्मा दुई सेट (diploid) क्रोमोजोम



चित्र 4.4 माइटोसिस कोष विभाजन

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)

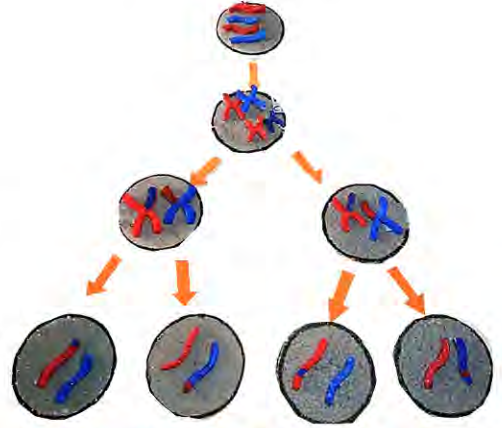
### क्रियाकलाप 4.2 मियोसिस कोष विभाजनको अध्ययन

**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 ।
- (ई) अब दुईओटा अलग अलग कोष बनाएर आधा सङ्ख्यामा क्रोमोजोम बनाएर टाँस्नुहोस् ।
- (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 ।



चित्र 4.5 मियोसिस कोष विभाजनको मोडेल

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 दुईप्रतिवाट घटेर एक प्रति मात्र क्रोमोजोमको सङ्ख्या भएको कोष बुझिन्छ । यसबाट बन्ने ग्यामेटमा क्रोमोजोमको सङ्ख्या मातृकोषमा रहेका क्रोमोजोमको सङ्ख्याको आधा हुन्छ, जसलाई (n) ले सङ्केत गरिन्छ । चारैओटा ग्यामेटको आनुवाशिकतामा पनि थोरै भिन्नता हुन्छ । यो कोष विभाजन दुईओटा चरणमा पूरा हुन्छ । पहिलो चरणमा मातृकोषमा भएका

क्रोमोजोमका जोडीले आपसमा वंशाणुहरू लेनदेन गरी आफ्नो पहिलेको वंशाणुको वनावटलाई हेरफेर गर्छन् जसलाई क्रसिड 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 विचबाट 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 क्रसिडओभरका कारण चारैओटा ग्यामेटको आनुवंशिकतामा केही फरकपना आएको हो । मियोसिस कोष विभाजनमा सन्तति कोषमा माउ कोषको 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 ।

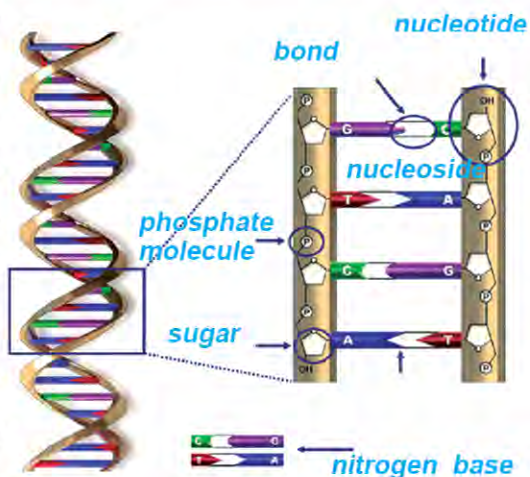
**उद्देश्य :** माइटोसिस र मियोसिस कोष विभाजनको भिन्नताको अध्ययन गर्नु

**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 Nuclie Acid-DNA)

कोषमा रहेका आनुवांशिक गुण बोकेका मसिना र लामा त्यान्द्रा नै डिएनए (DNA) हुन् । प्रोक्यारियोटिक 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



चित्र 4.6 डिएनएको बनावट

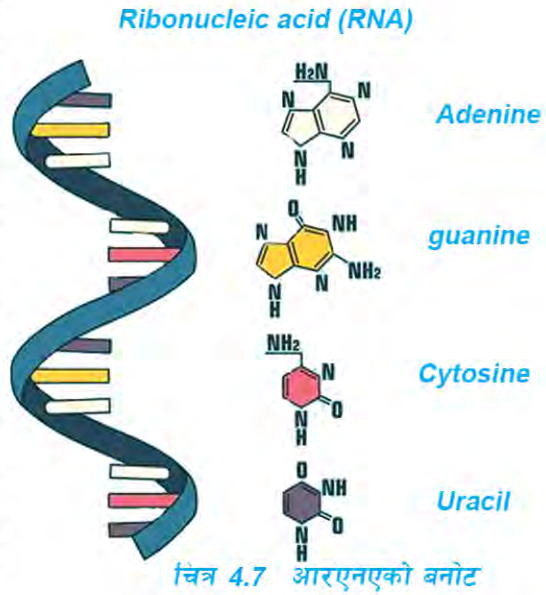
बनेको एकल एकाइ (single unit) लाई न्युक्लियोटाइड (nucleotide) भनिन्छ । प्रत्येक व्यक्तिमा न्युक्लियोटाइडको क्रमिकता फरक फरक हुन्छ । त्यसैले तिनीहरूको गुणमा पनि परिवर्तन देखिन्छ । DNA दुईओटा एन्टिप्यारालल (antiparallel) स्ट्रान्डहरू मिलेर बनेको हुन्छ । DNA मा एडिनिन (Adenine), ग्वानिन (Guanine), साइटोसिन (Cytosine) थाइमिन (Thymine) गरी चार किसिमका नाइट्रोजन बेस हुन्छन् । एडेनिन थाइमिनसँग दुईओटा बन्ड बनाएर अनुबन्धित हुन्छ भने ग्वानिन साइटोसिनसँग तीनओटा बन्ड बनाएर अनुबन्धित हुन्छ । DNA ले जीवको आनुवांशिक गुण बोकेको हुन्छ । जीवमा एउटा विशेष आनुवांशिक गुणको प्रतिनिधित्व वा जाहेर गर्ने DNA को एउटा खण्ड (segment) लाई वंशाणु (Gene) भनिन्छ । यस्ता वंशाणु एउटै क्रोमोजोममा हजारौंको सङ्ख्यामा हुने गर्छन् । कोष विभाजन हुँदा DNA ले आनुवांशिक सूचना मातृकोषबाट सन्तति कोषमा सार्ने क्रममा आनुवांशिक गुण एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा प्रवाह गर्ने कार्य गर्दछ । DNA ले ट्रान्स्क्रिप्सन गरी विभिन्न किसिमको RNA बनाउँछ जसले प्रोटीन 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 पोलिन्युक्लियोटाइड हो । आरएनए मा 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 सधैं एडेनिनले 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 प्रोटीन संश्लेषण गर्नु हो ।

### क्रियाकलाप 4.4

**उद्देश्य :** DNA र RNA बिच भिन्नता छुट्याउनु

**आवश्यक सामग्री :** DNA र RNA को मोडेल वा चित्र

**विधि**

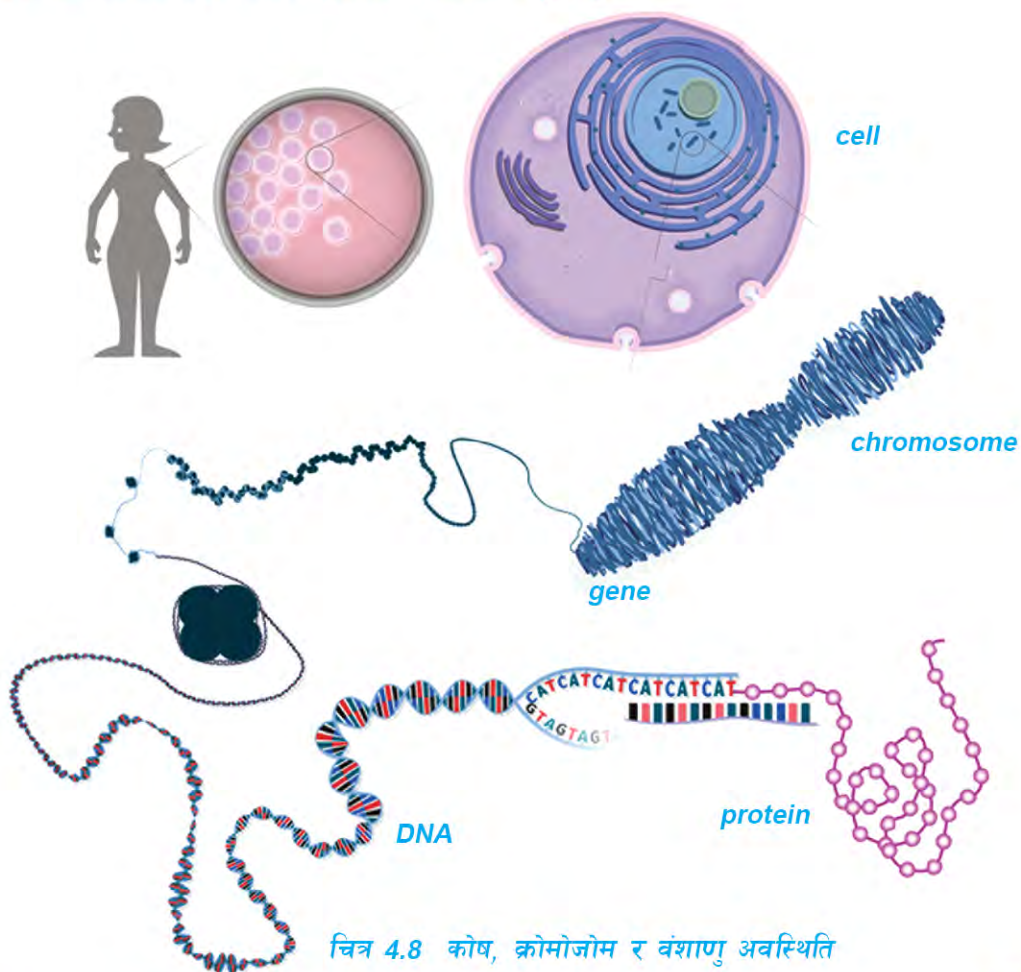
(अ) DNA र RNA को मोडेलको राम्रोसँग अवलोकन गर्नुहोस् ।

(आ) दुवैमा 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)

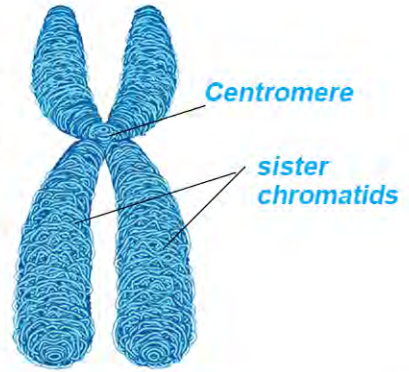
चित्र अवलोकन गरी तलका प्रश्नमा छलफल गर्नुहोस् :



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 ?

जन्तु तथा वनस्पति कोषलाई माइक्रोस्कोपद्वारा अवलोकन गर्नुभन्दा भने कोषको न्युक्लियसभित्र मसिना 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 प्रोटीन मिलेर क्रोमोजोम बनेको हुन्छ । क्रोमोजोममा थुप्रै वंशाणुहरू हुन्छन् । प्रत्येक वंशाणुले एक विशेष गुण जाहेरगर्छ । क्रोमोजोममा रहेको DNAको सानो अंश नै वंशाणु हो । क्रोमोजोममा मुख्य दुई भाग हुन्छन् । ती हुन् : क्रोमाटिड (Chromatid) र सेन्ट्रोमियर (Centromere) ।

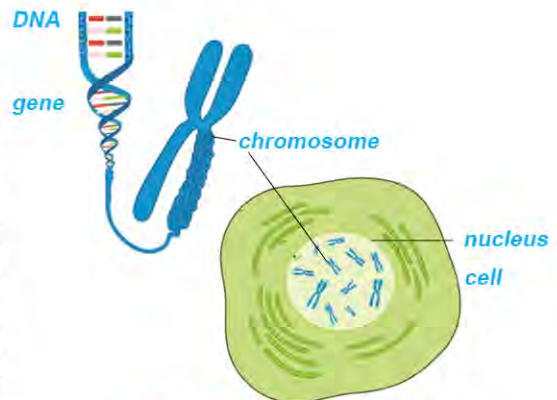


चित्र 4.9 क्रोमोजोमको बनावट

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

### वंशाणु (Gene)

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 गर्दछ । वंशाणुले उत्परिवर्तन (mutation) र जेनेटिक रिक्म्बिनेसन (genetic recombination) विधिबाट क्रमविकासमा मदत गर्छ ।



चित्र 4.10 वंशाणुको अवस्थिति

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

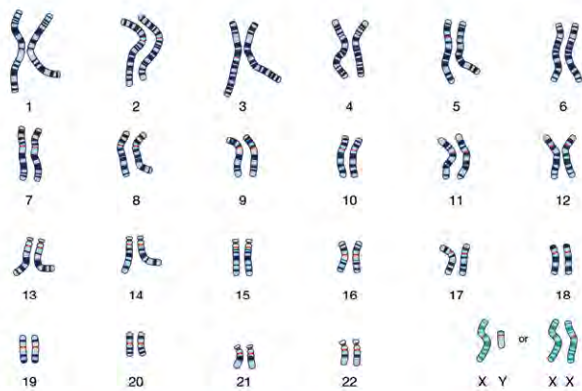
### (ख) सेक्स क्रोमोजोम (Sex chromosome)

जीवको लिंग निर्धारण गर्ने क्रोमोजोमलाई सेक्स क्रोमोजोम भनिन्छ । यिनीहरूको जोडीको 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 बुवाबाट 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 ( $2 \times 23$ ) क्रोमोजोम हुन्छन्, यो डिप्लोइड हो । मानिसको ओभम र शुक्रकीटमा 23 ( $1 \times 23$ ) ओटा मात्र क्रोमोजोम हुन्छन्, यो ह्याप्लोइड हो ।



चित्र 4.11 मानिसको क्रोमोजोमको सङ्ख्या

## 4.5 मानिसको 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

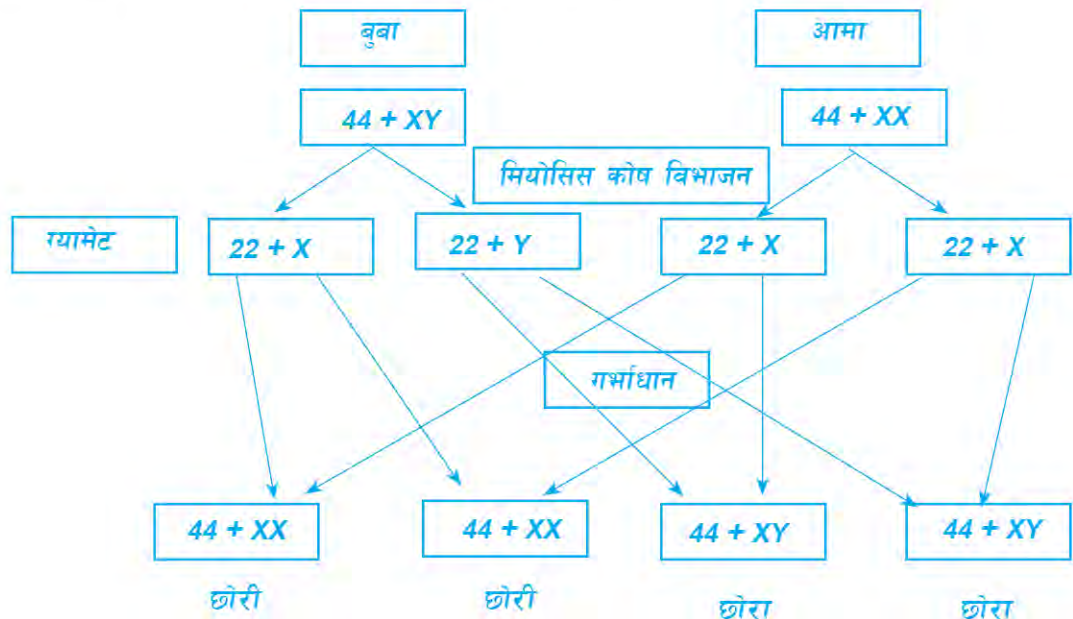
### विधि

- (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 नामाकरण 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 गर्दछ ।



मानिसको कोषमा २३ जोडा क्रोमोजोम हुन्छन् । जसमध्ये २२ जोडा अटोजोम हुन्छन् र १ जोडा सेक्स क्रोमोजोम अर्थात् हेटेरोजोम हुन्छन् । पुरुषको कोषमा X र Y गरी १ जोडा सेक्स क्रोमोजोम हुन्छन् भने महिलाको कोषमा X र X गरी १ 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 शुक्रकीट 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 ५० % X क्रोमोजोम भएका र ५० % Y क्रोमोजोम भएका हुनाले गर्भाधान प्रक्रियामा छोरा वा छोरी बन्ने सम्भावना ५० % 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 प्रोटीन (ई) RNA र प्रोटीन
- (ग) सेक्स क्रोमोजोमको मुख्य कार्य के हो ?
- (अ) सोमाटिक गुण निर्धारण गर्ने  
(आ) लिङ्ग निर्धारण गर्ने  
(इ) रोग प्रतिरोधक क्षमता बढाउने  
(ई) आँखाको बनावट 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 टेक्सिसियनको 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) प्रोटीन संश्लेषण

(इ) मैथुनिक प्रजनन

(ई) कोष विभाजन

(ज) DNA replication हुँदा कुनै एउटा न्युक्लियोटाइडको नास 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 दुवैमा 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 बुवा आमा जस्तै गुणहरू हुन्छन् ।  
(ख) लिङ्ग निर्धारणमा पुरुषको मुख्य भूमिका हुन्छ ।  
(ग) पुरुषमा X र Y दुवै खालका सेक्स क्रोमोजोम भए तापनि कसै कसैको छोरीमात्र वा छोरोमात्र जन्मन्छन् ।  
(ग) मियोसिस कोष विभाजनलाई रिडक्सन डिभिजन पनि भनिन्छ ।  
(घ) माइटोसिस कोष विभाजनलाई समीकरणीय विभाजन पनि भनिन्छ ।  
(ङ) मियोसिस कोष विभाजनविना मैथुनिक प्रजनन सम्भव छैन ।  
(च) 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 ।

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

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



## 4.8 जेनेटिक्स र जेनेटिक प्रविधि

### वंशाणुक्रम र मेन्डलको सिद्धान्त (Heredity and Mendelism)

सबै सजीवमा आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गर्ने क्षमता हुन्छ। जसका कारण उनीहरूले आफू जस्तै सन्तान उत्पादन गरेर आफ्नो 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 दुवैबाट जन्मेका सन्तानमा आमाबुवाका गुणहरू सरेका हुन्छन्। यी गुणहरू एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सार्ने काम कोषको न्युक्लियसमा रहेका क्रोमोजोममा हुने वंशाणुले गर्दछ। प्रत्येक वंशाणुले एउटा विशेष गुण बोकेको हुन्छ जसले गर्दा आमाबुवामा भएका वंशाणुगत गुणहरू सन्ततिमा सार्ने जान्छ। यसरी आमा बुवामा भएका वंशाणुगत गुण सन्ततिमा सार्ने प्रक्रियालाई वंशाणुक्रम (heredity) भनिन्छ भने सार्ने गुणहरूलाई वंशाणुगत गुण भनिन्छ।

#### क्रियाकलाप 4.5 विभिन्न किसिमका केराउको अध्ययन















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

#### विधि

- (अ) आफ्नो घर वा छिमेकमा पाइने विभिन्न किसिमका केराउका विउहरू जम्मा गर्नुहोस्। तिनीहरूलाई आकार, साइज, रङका आधारमा विभिन्न समूहमा छुट्याउनुहोस्।
- (आ) अब मेन्डलको प्रयोगको चार्टमा उल्लिखित गुणको छलफल गर्नुहोस्। छलफलका आधारमा ती विउलाई प्रबल गुण भएका र लुप्त गुण भएकामा छुट्याउनुहोस्।
- (इ) चार्टपेपरमा ती केराउका विउ टाँसेर तिनका गुण पनि उल्लेख गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस्।

#### निष्कर्ष

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

	Flower color	Seed shape	Seed color	Pod color	Pod shape	Plant height	Flower position
DOMINANT	 Purple	 Round	 Yellow	 Green	 Inflated	 Tall	 Axial
RECESSIVE	 White	 Wrinkled	 Green	 Yellow	 Constricted	 Short	 Terminal

चित्र 4.13 केराउको विरुवामा प्रबल र लुप्त गुणहरू

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

1. विरुवाको 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

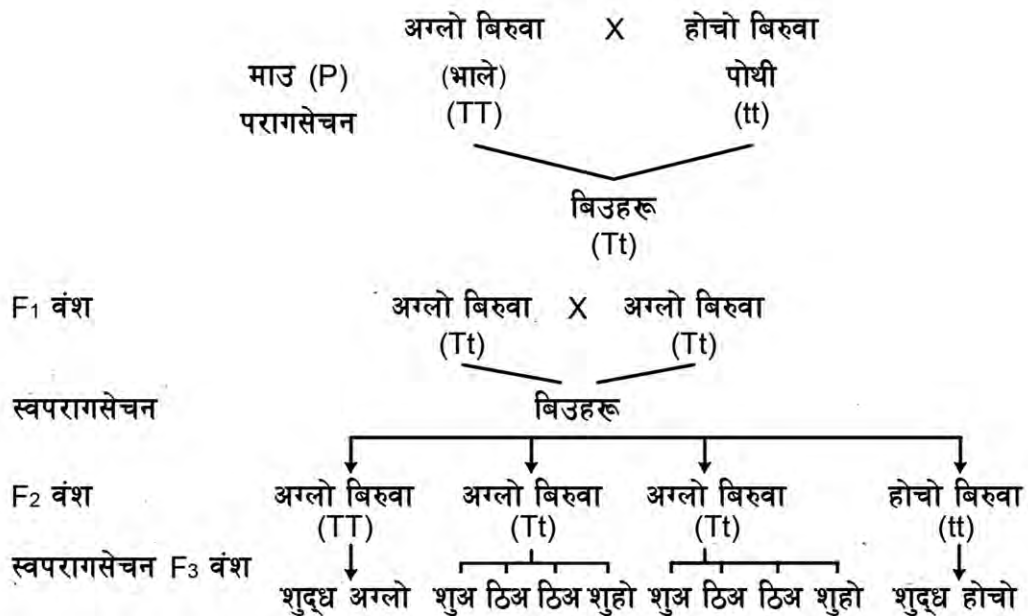
1. केराउको फूल दुईलिङ्गी (bisexual) र बन्द (closed) भएकाले प्राकृतिक रूपमै स्वपरागसेचन भई प्रजनन हुन सक्छ ।
2. यसमा आवश्यकताअनुसार पर प्रजनन गराउन पनि सकिन्छ ।
3. यसको जीवनचक्र छोटो भएकाले छिटो छिटो नतिजा लिन सकिन्छ ।
4. यसमा धेरै जोडा फरक गुणहरू (contrasting characteristics) हुन्छन् ।
5. एकै पटकमा धेरै विउहरू उत्पादन गर्न सकिन्छ, जसबाट सजिलै धेरै सङ्ख्यामा नयाँ विरुवा 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 वारेमा छुट्टाछुट्टै अध्ययन गरी प्रत्येक वंशजको गुणअनुसार वर्गीकरण पनि गरे । मेन्डलले वंशाणुक्रमको अध्ययनका लागि केराउका शुद्ध अग्ला र होचा विरुवा छानी पर परागसेचन (cross pollination) गराए । यस परागसेचनबाट प्राप्त भएको विउबाट विरुवा उमारियो, जसलाई पहिलो वंश (first filial generation) भनियो । पहिलो वंशमा प्राप्त विरुवाहरू 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 विरुवाविचमा स्वपरागसेचन (self pollination) गराए । यसरी स्वपरागसेचनपश्चात् प्राप्त दोस्रो वंशका विरुवा अवलोकन गर्दा अग्लो र होचो दुवै गुण भएका विरुवा देखा परे । जसमध्ये 75% अग्ला विरुवा र 25% होचा विरुवा थिए । उक्त दोस्रो वंशमा प्राप्त विरुवामा स्वपरागसेचन गराउँदा शुद्ध अग्लो केराउको बोटबाट शुद्ध अग्लो केराउको बोटमात्र प्राप्त भए । शुद्ध होचो केराउको बोटबाट शुद्ध होचो केराउको बोटहरू प्राप्त भए । त्यसै गरी ठिमाहा अग्लो केराउको बोटबाट 75% अग्लो र 25% होचो केराउका बोटहरू प्राप्त भए 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 विरुवाका विचमा परपरागसेचन गराई ठिमाहा विरुवा उत्पादन गर्नुलाई मोनोहाइब्रिड क्रस भनिन्छ, जस्तै: अग्लो र होचो केराउको विचमा क्रस गराउँदा पहिलो वंशमा 100% ठिमाहा अग्लो विरुवा उत्पादन हुन्छन् ।

त्यस्तै दुईओटा फरक गुणहरूलाई आधार मानी विरुवाका विचमा परपरागसेचन गराएर ठिमाहा विरुवा 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 ।**

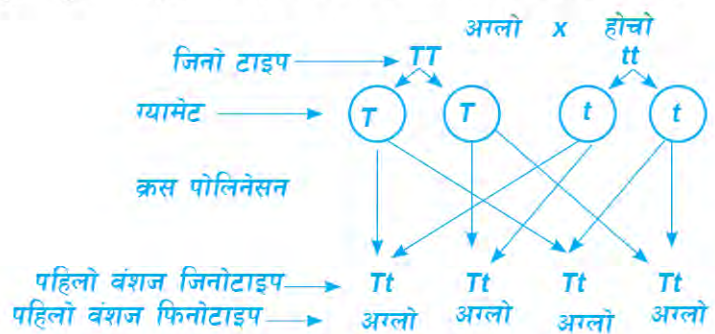
### मेन्डलका नियमहरू

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 छौ ।

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)

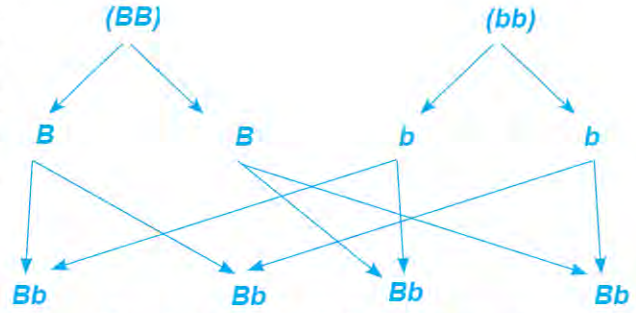
### प्रबलताको नियम (Law of dominance)

प्रबलताको नियमानुसार शुद्ध गुण भएका माउ जीवविच परपरागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा प्रबलगुण मात्र देखापर्छ । यसरी एक जोडा शुद्ध तर फरक गुण भएका माउ जीवहरूविच परपरागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा कुनै एउटा मात्र गुण देखिनुलाई प्रबलताको नियम भनिन्छ । मेन्डलको प्रयोगमा पनि कुनै गुण पहिलो वंशमा



चित्र 4.15 मेन्डलको प्रबलताको नियम देखाउने चार्ट

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

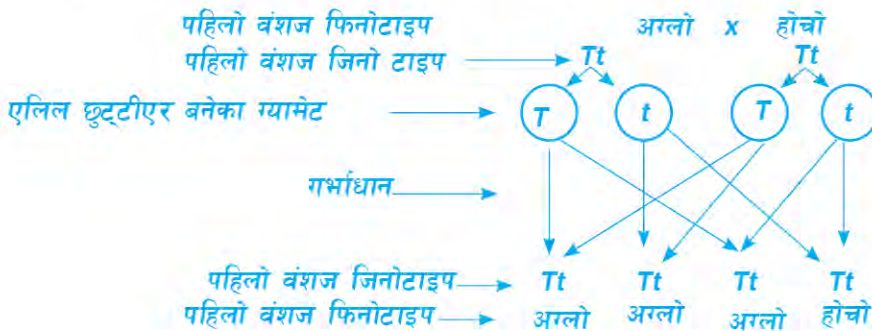


चित्र 4.16 शुद्ध कालो गिनी पिग र शुद्ध सेतो गिनी पिगबिच क्रस प्रजनन

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 पहिलो वंशमा ठिमाहा कालो गिनी पिग मात्र जन्मन्छन्। यहाँ कालो रङ प्रबल गुण र सेतो गुण लुप्त गुण हुन्छ।

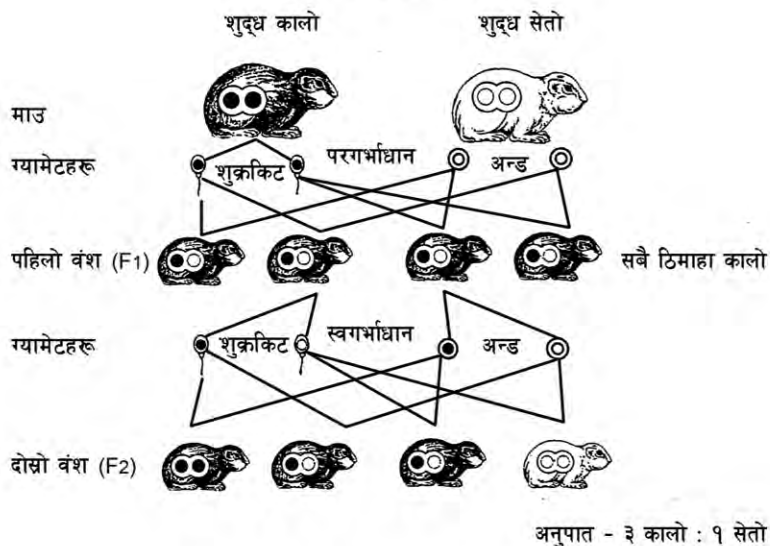
### लैङ्गिक शुद्धताको नियम (Law of purity of gamete)

पहिलो वंशको ठिमाहामा दुई फरक गुणसँगै रहे पनि आआफ्नो मौलिकता नगुमाई शुद्ध नै रहेका हुन्छन्। 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। उदाहरणका लागि मेन्डलको प्रयोगमा पहिलो वंशमा प्राप्त अग्लो विरुवामा स्वपरागसेचन गराउँदा ठिमाहा एलिलका वंशाणुहरू छुट्टिएकाले नै दोस्रो वंशमा अग्ला र होचा दुवै प्रकारका केराउका विरुवा 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 वंश

त्यसै गरी कालो गिनी पिग र सेतो गिनी पिगविच 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 ।

### आनुवांशिक प्रविधि (Genetic technology)

हालको विश्व प्रविधिको क्षेत्रमा निकै अगाडि बढिसकेको छ । त्यसमध्ये आनुवांशिक प्रविधि पनि एक हो । यस प्रविधिले DNA मा सजिलै र छिट्टै विभिन्न परिवर्तन गराई नयाँ नयाँ गुण विकास गर्न मद्दत गर्छ । यस प्रविधिमा वंशाणुको मोडिफिकेसन गरिन्छ । हाल वैज्ञानिकहरूले वंशाणु के हुन् ? तिनीहरूको कार्य के हो ? तिनीहरूलाई थपेर, घटाएर



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

वा प्रतिस्थापन गरेर DNA कसरी परिमार्जन गर्न सकिन्छ भनी पत्ता लगाउन सक्षम भएका छन् । वंशाणुहरू सबै जीवमा पाइन्छन् र एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा सदैँ जान्छन् । तिनीहरू कोडेड निर्देशक हुन् जुन विभिन्न प्रोटिन निर्माण गर्न र आनुवांशिक गुणहरू नयाँ पुस्तामा सार्न प्रयोग हुन्छन् । आनुवांशिक प्रविधि भनेको वंशाणु अभिव्यक्ति (genetic expression)

बुभेरे, प्राकृतिक आनुवांशिक भिन्नताको फाइदा उठाउँदै वंशाणु परिमार्जन गर्ने र नयाँ जीवमा वंशाणुहरू हस्तान्तरण गर्ने प्रक्रिया हो । आनुवांशिक प्रविधिमध्ये आनुवांशिक इन्जिनियरिङ एक प्रक्रिया हो जसले प्रयोगशालामा आधारित प्रविधि प्रयोग गरेर जीवको DNA संरचना परिवर्तन गर्छ । यसलाई आनुवांशिक 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 । आनुवांशिक इन्जिनियरिङमार्फत बनाइएका वंशाणुका भेरियन्टहरू (variants) एक पुस्ताबाट अर्को पुस्तामा हस्तान्तरण गर्न सकिन्छ । वंशाणुहरू र तिनीहरूका कार्य पहिचान गर्नु आनुवांशिक प्रविधिको महत्त्वपूर्ण प्रयोग हो । बायोटेक्नोलोजी र आणविक जीवविज्ञान (molecular biology) मा आनुवांशिक प्रविधिको महत्त्वपूर्ण स्थान रहेको छ । यसमा DNA अनुक्रम (DNA sequencing) को जानकारीका आधारमा यसको संरचना, कार्य र प्रक्रिया आदिमा प्रयोग गरेर विरुवाका 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 आनुवांशिक 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, 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 अपराधिक घटनाको अनुसन्धान गर्न DNA प्रविधिको प्रयोग गरिन्छ, जसलाई DNA परीक्षण भनिन्छ ।

### विभिन्न अनुसन्धानमा डिएनए परीक्षणको भूमिका

डिएनए परीक्षण प्रविधिको प्रयोग गरेर विभिन्न अपराधिक मुद्दाहरूको छानविन गर्न र दोषीको पहिचान गर्न सहज भएको छ । DNA परीक्षण मुख्यतया अपराधिक 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, त्यसको ढुवानीमा साथै सङ्क्रमण हुन नदिन पनि विशेष ध्यान दिनुपर्छ ।

## परियोजना कार्य

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

## छनोट प्रजनन (Selective breeding)

परापूर्व कालदेखि नै आफूले चाहेजस्तो कृषि उपजका लागि मानिसले विरुवा तथा जनावर मध्ये राम्रा र असल गुण भएका माउ छनोट गरी प्रजनन गराउँदै आएका छन् । यसरी उत्तम विशेषता भएका जनावर तथा विरुवा 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 बोटविरुवा र जनावर उत्पादन गर्न त्यस्ता विशेषता भएका आमा वा बाबु वा दुवै 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 गराउँछौं भने सन्तानले अग्लो बनाउने वंशाणु प्राप्त गर्छन् । यदि यो प्रक्रिया धेरै पुस्ताहरूसम्म दोहोर्‍याइयो 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 आनुवांशिक गुण भएका जनावर तथा विरुवाको जनसङ्ख्या मात्र वृद्धि गर्छ ।
2. सङ्क्रमणात्मक रोग आनुवांशिक रूपमा फैलने सम्भावना बढी हुन्छ ।
3. यस प्रजनन विधिमा प्रायः धेरै नजिकको नाता भएका जीवहरूबिच प्रजनन हुने हुँदा जन्मजात आनुवांशिक 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 आनुवांशिक गुणलाई निषेध गर्ने हुँदा जैविक विविधतामा असर पर्न सक्छ जसले गर्दा भविष्यमा जीवको कुनै प्रजातिहरू एउटै खराब लक्षणका कारण समाप्त हुने सम्भावना रहन्छ ।

### छनोट प्रजननका विधि

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

### इनब्रिडिङ (Inbreeding)

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 आनुवांशिक रूपमा समान गुण भएका सन्तान उत्पादन हुन्छन् । यसरी उत्पादित जीवलाई शुद्ध नस्लका रूपमा व्याख्या गरिन्छ । स्यामिज विरालो र ल्याब्राडोर रिट्रिभर कुकुर शुद्ध नस्लका उदाहरण हुन् ।



चित्र 4.20 स्यामिज विरालो र ल्याब्राडोर रिट्रिभर कुकुर

### 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 आनुवांशिक अस्वस्थताको जोखिम घटाउन मदत गर्छ ।

### स्वपरागसेचन (Self pollination)

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

## क्रस प्रजनन (Cross breeding)

यो प्रजनन एकआपसमा असम्बन्धित दुई जीवको विचमा गराइने प्रजनन हो। सामान्यतया: यस किसिमको प्रजनन एउटै जेनसमा पर्ने दुई फरक प्रजातिका जीवविच 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 बाघविच क्रस प्रजनन गराएर जन्मेको ठिमाहा जनावर लाइगर हो। यो एउटा प्रसिद्ध ठिमाहा जनावर हो। यो आमा



चित्र 4.21 लाइगर



टाइगन

वाबुभन्दा धेरै ठुलो हुन्छ। यिनीहरूले सामान्यतया बाघभन्दा सिंह जस्तै व्यवहार गर्छन्।

#### टाइगन (Tigon)

भाले बाघ र पोथी सिंहविच क्रस प्रजनन गराएर जन्मेको जनावर टाइगन हो। टाइगन लाइगरभन्दा धेरै सानो हुन्छ। आमा वाबुभन्दा पनि सानो हुन्छ। तिनीहरूबाघ जस्तै देखिन्छन् तर धेरै गुणहरू सिंहसँग मिल्छन्, जस्तै: गर्जने क्षमता र सामाजीकरण क्षमता आदि।

#### बिफालो (Beefalo)

भैसी (American Bison) र साँढेविच 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)

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



चित्र 4.23 जेब्रोइड

## खच्चर (Mule)

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



चित्र 4.24 खच्चर

## पोमाटो (Pomato)

आलु र टमाटरविच क्रस प्रजनन गराएर उत्पादित विरुवा पोमाटो हो । यो विरुवामा जमिनमाथिको काण्डमा चेरी टमाटर र जमिनमुनि सेतो आलु फल्छ ।



चित्र 4.25 पोमाटो

### क्रियाकलाप 4.7

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

### क्रस प्रजननका फाइदा

क्रस प्रजनन विरुवा र जनावर दुवै प्रकारका सजीवमा गर्न सकिन्छ । यो 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 आनुवांशिक 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 विरुवाबाट वालीको 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 विक्रीमा सीमितता पाइन्छ ।
4. ठिमाहा जीवका बाह्य गुण र अनुवांशिक विशेषतामा परिवर्तन हुँदै जाँदा शुद्ध नस्लहरू लोप हुने सम्भावना बढ्छ ।
5. यस प्रजनन विधिमा आमाबाबुका प्राकृतिक गुण सन्तानमा पूर्ण रूपमा हस्तान्तरण हुँदैनन् जसले गर्दा उक्त प्राकृतिक गुण विस्तारै लोप हुँदै जान्छन् ।

### कृत्रिम गर्भाधान (Artificial insemination)

आजभोलि 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 आजभोलि 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 स्पल्लान्जानी (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 आफैले पाल्नुपर्ने भन्कटबाट जोगिन्छन् जसले उनीहरूको आर्थिकस्तरलाई मजबुत बनाउन सहयोग पुग्छ । हाल धेरै जनावर जस्तै : गाई, भैंसी, बाखा, 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 आनुवांशिकताको 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 मद्दत 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 पुर्याउन 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 मद्दत गर्छ ।

## कृत्रिम गर्भाधानका बेफाइदा

### कृत्रिम गर्भाधानका बेफाइदा निम्नानुसार छन् :

1. राम्रो सँग 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 अड्गमा सङ्क्रमण हुन सक्छ ।

### इन भिट्रो फर्टिलाइजेसन (In vitro fertilization, IVF)

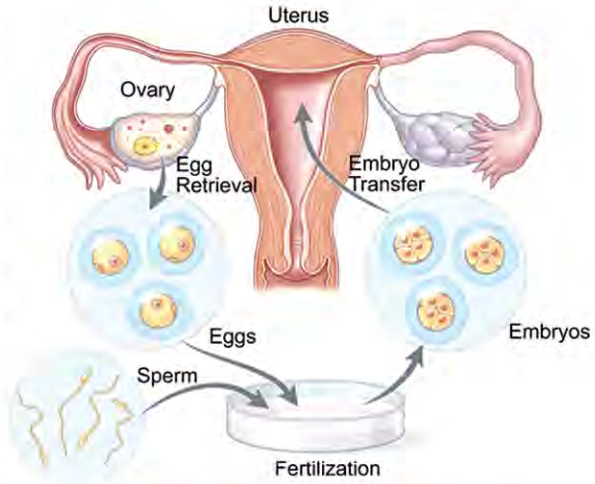
घटना अध्ययन : गर्भवति नभएकी ३८ वर्षीय महिला र उनका 42 वर्षीय श्रीमानले विगत 5 वर्षदेखि सन्तान जन्माउने प्रयास गरिरहेका छन् । बाँझोपन मूल्याङ्कनले समस्याका लागि कुनै कारण देखाएको छैन । उनको शरिरमा नियमित रूपमा ओभुलेसन भइरहेको छ । हिस्टेरोसाल्पिडोग्राम (महिलाको भित्री प्रजनन अङ्गको विशेष प्रकारको X-ray) ले उनको प्रजनन पथ शारीरिक रूपमा सामान्य रहेको देखाउँछ । उनको श्रीमानको 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 बसोसम्म बाँझोपन भोगेकी थिइन् । त्यसको निवारणका लागि नोभेम्बर 1977 मा उनले तत्कालीन प्रयोगात्मक IVF प्रक्रिया प्रयोग गरिन् । यसका लागि उनको अण्डासयबाट एउटा परिपक्व अण्डा निकालियो र प्रयोगशालामा परीक्षण नली (test tube) मा उनको श्रीमानको शुक्रकीटसँग मिलाएर भ्रूण बनाइयो । त्यसको केही दिनपछि उक्त भ्रूण उनको पाठेघरमा प्रत्यारोपण गरियो । यसमा बेलायती स्त्रीरोग विशेषज्ञ प्याट्रिक स्टेप्टो र वैज्ञानिक रोबर्ट एडवर्डसले एकदशक अगाडिदेखि अध्ययन अनुसन्धान गरिरहेका थिए । मिडियाले यसका बारेमा थाहा पाएपछि ब्राउनले तीव्र सार्वजनिक छानविनको सामना गर्नुपरेको थियो । 25 जुलाई, 1978 मा लेस्ले ब्राउनले सिजेरियन सेक्सन (Cesarean section) द्वारा छोरीलाई जन्म दिइन् । यसरी जन्मेका लुइस जोय ब्राउन IVF द्वारा गर्भाधारण 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 ओममार्ग तामाङको जन्म भएको थियो ।

IVF सहायक प्रजनन प्रविधिको सबैभन्दा प्रभावकारी विधि हो । यो विधि प्रजनन क्षमता कम भएका वा आनुवांशिक समस्या भएका जोडीलाई गर्भाधारणमा सहयोग गर्न प्रयोग गरिने प्रक्रियाको एक जटिल शृङ्खला हो । IVF सामान्य यौन सम्पर्कभन्दा फरक तरिकाबाट गर्भाधारण गर्ने तरिका हो । IVF बाट जन्मने बच्चाको मानसिक र शारीरिक विशेषता



चित्र 4.25 आइभिएफ प्रजनन विधि

सामान्य बच्चाको जस्तै हुन्छ । IVF बाट जन्मेको बच्चाको गुणहरू उसको आफ्ना आमा बाबुसँग 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, शुक्राणु पनि प्रयोग गरिन्छ । इन भिट्रो फर्टिलाइजेसन गर्न प्रयोगशालामा महिलाको अण्डासयभित्र रहेको परिपक्व अण्डा (ovum) निकालेर पेट्रिडिसमा राखी पुरुषको शुक्राणुसँग पेट्रिडिसमै निसेचित गरिन्छ । उक्त निसेचित अण्डा अथवा भ्रुणलाई केही दिनपछि महिलाको पाठेघरमा सारिन्छ । यसको पूर्ण चक्रका लागि लगभग 3 हप्ता लाग्छ, तर समस्याको प्रकृति हेरिकन त्योभन्दा धेरै समय पनि लाग्न सक्छ । यस प्रविधिमा पनि सामान्य गर्भाधारणमा जस्तै भ्रुण महिलाकै पाठेघरमा हुर्कन्छ ।

### IVF का फाइदा

1. IVF गर्भाधारणसम्बन्धी विभिन्न समस्याका कारणले बच्चा जन्माउन नसकेका जोडीहरूका लागि गर्भाधारण 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 समस्याको कारण बच्चा मा देखिने समस्याको पनि समाधान गर्न सहयोगी हुन्छ ।
5. बाँझोपन र आनुवंशिक समस्याको उपचार यस विधिबाट हुन्छ ।
6. गर्भाधारण 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 गर्नु पर्ने पनि हुनसक्छ ।
2. यसको प्रयोग गर्दा विभिन्न साइड इफेक्ट पनि देखिन सक्छन् ।
3. एकै पटकमा बहु गर्भाधारणको समस्या पनि आउन सक्छ ।
4. यो प्रविधि अपनाउँदा दम्पतीलाई भावनात्मक रूपमा तनाव पनि हुन सक्छ ।
5. गर्भासयभन्दा बाहिरी भागमा भ्रुण 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 वंशवाट अर्को वंशमा सन्ने गुणलाई के भनिन्छ ?
- (अ) प्रबल गुण (आ) लुप्त गुण  
(इ) वंशाणुगत गुण (ई) आयातित गुण
- (घ) कालो वर्ण भएका आमामुवाहरूवाट गोरो वर्ण भएको बच्चा जन्मियो । यस्तो हुनको कारण के हो ?
- (अ) आमामुवा ठिमाहा हुनु  
(आ) आमामुवा दुवैमा 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 बाखाहरूसँग 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 कागतीविच प्रजनन गराएर नयाँ विरुवा उत्पादन गरेका छन् । उक्त विरुवा कस्तो विरुवा हो ?

(अ) उन्नत जातको विरुवा

(आ) शुद्ध विरुवा

(इ) ठिमाहा विरुवा

(ई) कृत्रिम विरुवा

(छ) रोशनी हिमाली क्षेत्रकी विद्यार्थी हुन् । उनको घरमा हुवानीका लागि खच्चर पालिएको छ । तर उनको खच्चर बुढो भएकाले उनको घरमा नयाँ खच्चर ल्याउने कुरा चलिरहेको छ । यस सन्दर्भमा उनले बुवालाई खच्चरले कसरी बच्चा जन्माउँछ भनेर सोधिन ? उनको बुवाले 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) प्रवलगुण र लुप्तगुण

(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 आमाबुवा जस्तै हुन्छन् तर दुरुस्त उस्तै हुँदैनन् ।

(ख) मेन्डलले आफ्नो प्रयोगका लागि केराउको विरुवा रोजे ।

(ग) अग्लो केराउको बोट र होचो केराउको बोटविच पर परागसेचन गराउँदा, पहिलो वंशमा सबै बोट अग्ला भए ।



- (घ) ठिमाहा जीवमा स्वसेचन गराउँदा अलग अलग किसिमका सन्ततिको उत्पादन हुन्छ ।
- (ङ) अपराधिक अनुसन्धानमा DNA परीक्षणलाई वढी विश्वसनीय मानिन्छ ।
- (च) जेनेटिक इन्जिनियरिङमा DNA को सूक्ष्म अध्ययन गरिन्छ ।
- (छ) क्रस ब्रिडिङबाट जन्मिएका जीव तपुंसक 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 विरुवामा मात्र नभई जनावरमा पनि गर्न सकिन्छ भन्ने तथ्यलाई एउटा उदाहरणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- (ज) मेन्डलको प्रबलताको नियम र सन्तानको शुद्धताको नियमको व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (झ) पोटेल्को विउ हुने केराउ र चाउरिएको विउ हुने केराउबिच पहिले परपरागसेचन र त्यसपछिको वंशमा स्वपरागसेचन गराउँदा दोस्रो वंशमा आउने परिणाम तलको तालिकामा देखाइएको छ । त्यो तालिकाका आधारमा तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् ।

	R	r
R	RR	Rr
R	Rr	rr

- (अ) प्रबल र लुप्त गुणहरू देखाउने विरुवाको अनुपात कति हुन्छ ?
- (आ) यिनीहरूको फिनोटाइपिक अनुपात र जिनोटाइपिक अनुपात लेख्नुहोस् ।
- (इ) यीमध्ये कुनचाहिँ शुद्ध पोटिलो विउ हुने विरुवा हो, किन ?
- (त्र) 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) जेनेटिक 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 सावित भएको छ । उक्त भनाइलाई स्पष्ट पार्नुहोस् ।

**मानव शरीरमा रक्तसञ्चार (Blood circulation in human body)**

रोशनीको हजुरबुबालाई घुँडा दुख्ने समस्या थियो । उँहाले डाक्टरलाई जचाएर 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 विरामीको कसरी मदत गर्न सकिन्छ ?

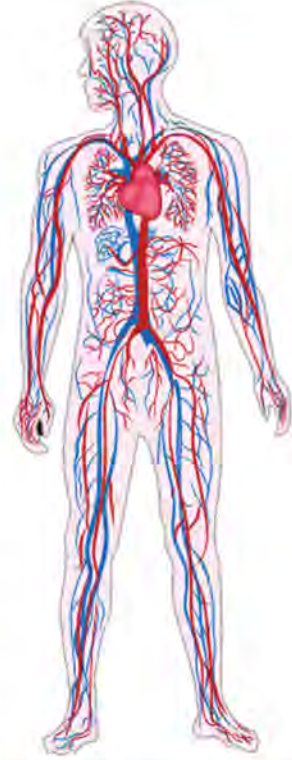


चित्र 5.1

मानव शरीरमा विभिन्न प्रणाली हुन्छन् । प्रत्येक प्रणालीले आआफ्नो कार्य गर्छन् । पाचन प्रणालीमा खाना पचेर पोषक तत्वहरू सरल र घुलनशील अणुमा परिणत हुन्छन् । उक्त सरल तत्वहरू 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 रक्त नलीमा एकल दिशामा बहन्छ । मुटुले पैदा गरेको उक्त चाप नै रक्तचाप हो जसलाई धमनीमा छामेर महसुस गर्न सकिन्छ । विभिन्न कारणले गर्दा कहिलेकाहीं रक्तचाप सामान्य अवस्थाभन्दा उच्च वा न्यून हुन सक्छ । उच्च रक्तचाप तथा मुटुमा वा धमनीका भित्री भित्तामा कोलेस्टेरेल जम्ने जस्ता कारणले मुटुमा विभिन्न समस्या हुन सक्छ । मुटुको समस्याको उपचारका लागि विभिन्न आधुनिक प्रविधि प्रयोग गरिन्छ, जस्तै: एन्जियोप्लास्टी (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 गर्दछ । 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 । रक्तनलीको 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 कार्बन डाइअक्साइडलाई फोक्सोमा र अन्य विकार पदार्थलाई निष्कासन प्रणालीसम्म पुऱ्याउँछ । मुटु, रक्तनली, धमनी 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 स्थाय 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 ।

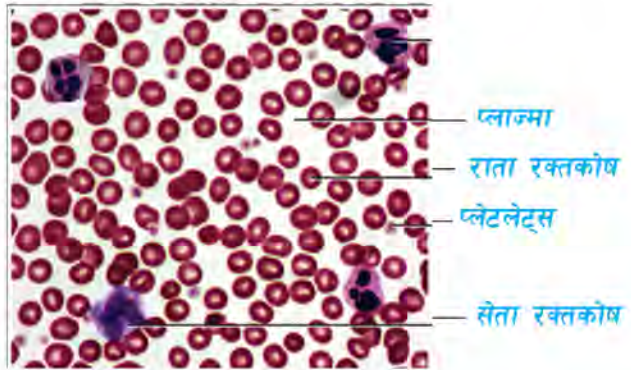
(घ) अवलोकनका आधारमा रगतको बनावटका बारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

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 पहेलो रङको पारदर्शी तरल पदार्थ हो । यसमा 80 देखि 90 % पानी र 10 देखि 20 % ठोस पदार्थ हुन्छन् । कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन,



चित्र 5.3 रगतको बनोट

बोसो, लवण आदि प्लाज्मामा रहेका ठोस वस्तु हुन् । प्लाज्मामा अल्बुमिन (albumin), ग्लोबुलिन (globulin) र फाइब्रिनोजिन (fibrinogen) गरी तीन किसिमका प्रोटीन हुन्छन् ।

### प्लाज्माका कार्य

1. प्लाज्माले शरीरभित्र पानीको प्रवाह र मात्रालाई सन्तुलित राख्छ ।
2. प्लाज्माले पौष्टिक तत्त्व र अनावश्यक पदार्थलाई शरीरको एक भागबाट अर्को भागमा पुर्याउँछ ।
3. प्लाज्माले इन्जाइम र हर्मोनलाई ग्रन्थिबाट शरीरका अन्य तन्तुसम्म पुर्याउँछ ।

4. प्लाज्मामा रहेको फाइब्रिनोजिनले रगत जम्न मदत गर्छ ।
5. प्लाज्माले शरीरको तापक्रम सन्तुलन गर्छ ।
6. यसले रगतको रासायनिक संरचना सन्तुलन गरी रगतको P<sup>H</sup> मान सन्तुलित राख्छ ।
7. फिब्रिनोजेन हटाइसकेपछिको प्लाज्मालाई सिरम (serum) भनिन्छ । विभिन्न रोगको परीक्षण गर्नका लागि सिरम प्रयोग गरिन्छ ।

## रक्तकोष (Blood corpuscles)

### (क) राता रक्तकोष (Red blood cell)

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 प्रोटीन मिलेर बनेको हुन्छ । हेमोग्लोबिनमा रहेको फलामले प्रशस्त मात्रामा अक्सिजन कोषमा पुऱ्याउने गर्छ । साथै कोषमा उत्पादन भएको कार्बन डाइअक्साइडलाई फोक्सोसम्म पुऱ्याउँछ । अक्सिजनयुक्त हेमोग्लोबिनलाई अक्सिहेमोग्लोबिन (Oxyhaemoglobin) भनिन्छ । कार्बन डाइअक्साइडयुक्त हेमोग्लोबिनलाई कार्बोअक्सिहेमोग्लोबिन (carboxyhaemoglobin) भनिन्छ ।



चित्र 5.4 राता रक्तकोष

एक घनमिलिमिटर रगतमा 45 लाखदेखि 50 लाखसम्म राता रक्तकोष हुन्छन् । यिनीहरूको आयु 90 देखि 120 दिनको हुन्छ । प्रतिसेकेन्ड 20 लाख राता रक्त कोष बन्छन् भने त्यति नै सङ्ख्यामा नासिन्छन् पनि । राता रक्तकोष स्पोजी हाडहरूमा रहेको बोनम्यारोमा बन्छन् । यिनीहरू कलेजो र फियोमा नष्ट हुन्छन् । रगतमा राता रक्तकोषको सङ्ख्या कमी भएमा रक्तअल्पता (anaemia) रोग लाग्छ । रक्त अल्पता 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 रक्त कोषभन्दा ठुला हुन्छन् । यिनीहरूमा न्युक्लियस र अन्य अवयव हुन्छन् । सेता रक्तकोषमा हेमोग्लोबिन हुँदैन । सेता रक्तकोषलाई ल्युकोसाइट (leucocyte) पनि भनिन्छ । सेता रक्तकोष ग्रानुलर र ननग्रानुलरगरी दुई किसिमका हुन्छन् । साइटोप्लाज्मामा ग्रान्युल्स (granules) हुने सेता रक्तकोषलाई ग्रानुलर रक्तकोष भनिन्छ । न्युट्रोफिल (Neutrophil), इओसिनोफिल (Eosinophil) र बेसोफिल (Basophil) ग्रानुलर ल्युकोसाइट हुन् । साइटोप्लाज्मामा ग्रान्युल्स नहुने सेता रक्तकोषलाई ननग्रानुलर रक्तकोष भनिन्छ । लिम्फोसाइट र मोनोसाइट ननग्रानुलर ल्युकोसाइट हुन् ।



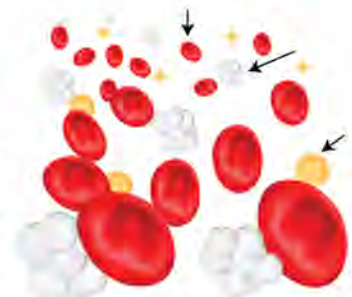
चित्र 5.5 सेता रक्तकोष

सेता रक्तकोषको आयु लगभग दुई हप्ता हुन्छ । एक घनमिलिमिटर रगतमा 4 हजार देखि 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 अस्वभाविक 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



चित्र 5.6 प्लेटलेट्स

प्लेटलेट्स हुन्छन् । यिनीहरू हाडमा रहेको रेड बोनम्यारो (Red bone marrow) मा बन्छन् । यिनीहरूको आयु 2 देखि 3 दिनसम्म हुन्छ । यिनीहरू फियोमा नस्ट हुन्छन् । शरीरमा चोटपटक लागेमा फाइब्रिनोजिनसँग मिलेर रगत जम्न मद्दत 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 हृदयघात तथा मस्तिष्क घात हुन सक्छ ।

## रगतका कार्य

### 1. परिवहन (Transportation)

रगतले अक्सिजन र कार्बन डाइअक्साइडको ओसार पसार गर्छ । शरीरलाई आवश्यक पोषक तत्त्व, इन्जाइम, हर्मोन र अनावश्यक पदार्थलाई शरीरको एक भागबाट अर्को भागमा पुऱ्याउँछ ।

### 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 लडेेर शरीरलाई रोग लाग्नबाट बचाउँछ । चोटपटक लागे का ठाउँमा रगतलाई जमाई रगत बग्नुबाट 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

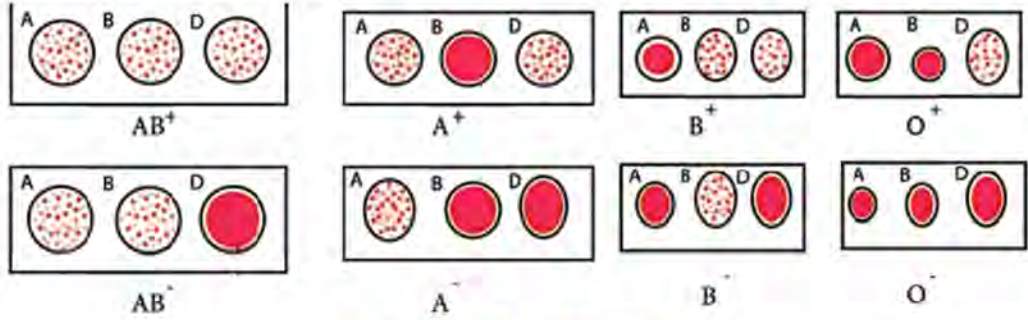
आवश्यक सामग्री : चार्टपेपर, पेन्सिल, मार्कर



## 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, O छुट्याइन्छ । त्यसैले 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 दुवै हुन सक्छ भने त्यस्तो रक्त समूहलाई टाइप AB समूह भनिन्छ । यदि रगतमा दुवै 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 रिसस फ्याक्टर (Rhesus (Rh)

factor) पनि हुन्छ। Rh factor को 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 दुवै 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 विरामीलाई रगत दिँदा उसको रक्त समूहसँग नमिल्ने रगत दिइयो भने विरामीको रगतमा इन्ट्राभेनस क्लम्पिड हुन सक्छ जुन विरामीका लागि घातक हुन्छ। त्यसैले विरामीलाई रगत चढाउनु अगाडि विरामीको आफ्नो रगत र चढाउने रगतबिच मेल हुन्छ हुँदैन परीक्षण गरिनु जरुरी हुन्छ।

### परियोजना कार्य

विज्ञान शिक्षकको सहयोगमा आफ्नो विद्यालय नजिकै रहेको स्वास्थ्य चौकी भ्रमण आयोजना गर्नुहोस्। स्वास्थ्य चौकीमा 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) टुको बाहिरी भागको सफा चित्र कोर्नुहोस्।
- (उ) उक्त मुटुलाई डाइसेक्सन ट्रेमा राख्नुहोस्।

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

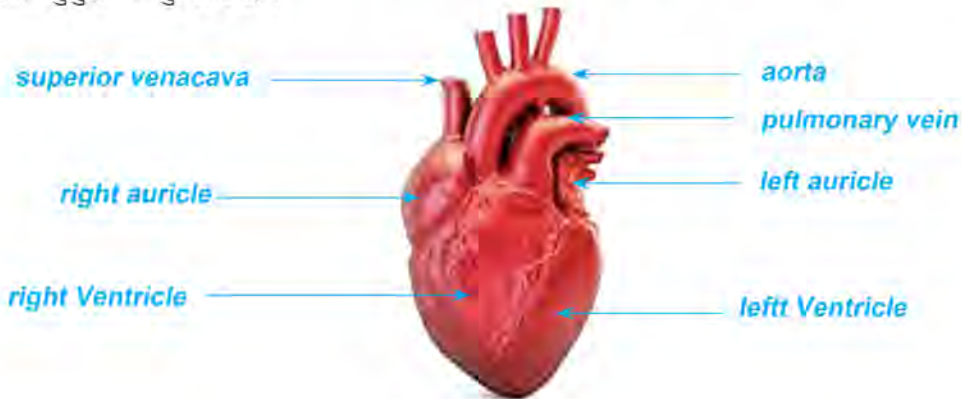
(ऋ) शिक्षकको सहयोगले मुटुका भित्री भाग अवलोकन गर्नुहोस् र पहिचान गर्नुहोस् ।

(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 फिल्लीले ढाकेको हुन्छ, जसलाई पेरिकार्डियम भनिन्छ । दुई पत्रका बिचमा एक प्रकारको तरल पदार्थ हुन्छ । यसलाई पेरिकार्डियल फ्लुड भनिन्छ । यसले मुटुलाई बाह्य चोटपटक तथा भट्काबाट 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 फिजिएर रहेका हुन्छन् । ती रक्त नलीलाई कोरोनरी रक्त नली भनिन्छ । कोरोनरी आर्टरीले अक्सिजनयुक्त रगत मुटुको प्रत्येक तन्तुमा पुऱ्याउँछ भने कोरोनरी साइनस भेनले कार्बन डाइअक्साइडयुक्त रगत मुटुसम्म पुऱ्याउँछ ।



चित्र 5.8 मुटुको बाहिरी बनावट

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

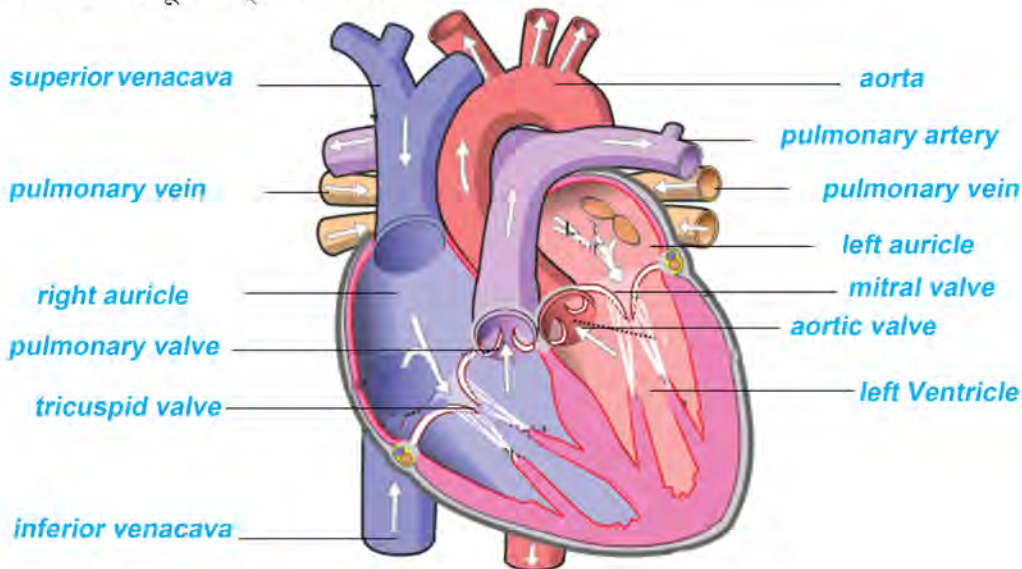
मानव मुटुभिन्न चारओटा कोठा हुन्छन् । मुटुको माथिल्लो भागमा रहेका दुईओटा कोठालाई अरिकल (auricle) वा अट्रियम (atrium) भनिन्छ । मुटुको तल्लो भागमा रहेका दुईओटा कोठालाई भेन्ट्रिकल (Ventricle) भनिन्छ । मुटुको बिचमा बाक्लो मांसपेशीले बनेको सेप्टम हुन्छ । यसले मुटुलाई दायाँ र बायाँ भागमा छुट्याउँछ साथै मुटुभिन्न अशुद्ध र शुद्ध रगत मिसिनबाट रोक्छ । मुटुमा रहेका चारओटा कोठालाई दायाँ अरिकल, दायाँ भेन्ट्रिकल, बायाँ अरिकल, बायाँ भेन्ट्रिकल नामकरण गरिएको छ । यी चारओटा कोठासँग विभिन्न रक्त नली जोडिएका हुन्छन् । यी रक्त नलीको 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 रक्त नलीहरू 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

भल्म खुल्दा बायाँ अरिकलको रगत बायाँ भेन्ट्रिकलमा भर्छ । अरिकल खुम्चने बेलामा यी दुवै भल्म एकैपटक खुल्छन् । अरिकलपछि, भेन्ट्रिकल खुम्चिन्छन् । दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा ट्राइकस्पिड भल्म बन्द हुन्छ र दायाँ भेन्ट्रिकल र पल्मोनरी धमनीका बिचमा रहेको पल्मोनिक भल्म खुलेर त्यहाँको डिअक्सिजनेटेड रगत शुद्धीकरणका लागि फोक्सोमा जान्छ । त्यसैगरी बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा बाइकस्पिड भल्म बन्द हुन्छ र एओर्टा र बायाँ भेन्ट्रिकलका बिचमा रहेको एओर्टिक भल्म खुलेर त्यहाँ रहेको अक्सिजनेटेड रगत शरीरका सम्पूर्ण अङ्गमा जान्छ ।

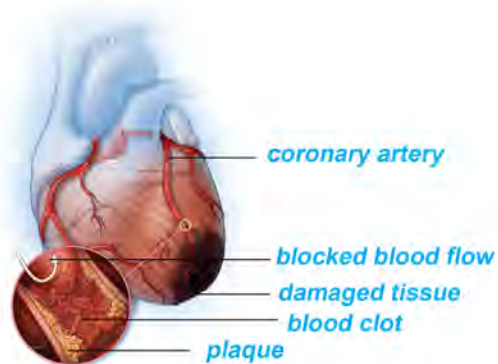
right Ventr



चित्र 5.9 मुटुको भित्री बनोट

### 5.5 हृदयघात (Heart attack)

सामान्य अवस्थामा शरीरका विभिन्न भागबाट रगत मुटुसम्म आउने र मुटुबाट फेरि शरीरका विभिन्न भागमा जाने प्रक्रिया निरन्तर रूपमा चलिरहन्छ । तर कहिलेकाहीं 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 हृदयघात (heart attack) भनिन्छ । यो एक गम्भीर तथा आपतकालीन अवस्था



चित्र 5.10 हृदयघात हुने अवस्था

हो। मुटुका तन्तुहरूलाई रगत आपूर्ति गर्ने कोरोनरी धमनी (coronary artery) मा बोसो तथा कोलेस्ट्रॉलको निक्षेपीकरण (deposit) हुँदा धमनी साँघुरिन गई यस्तो समस्या देखिने गर्छ। धमनीको भित्री भित्तामा हुने बोसो तथा कोलेस्ट्रॉलयुक्त यस्तो निक्षेपलाई प्लाक (plaque) भनिन्छ। कहिलेकाहीं 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। हृदयघातलाई मायोकार्डियल इन्फ्र्याक्सन (myocardial infarction) पनि भनिन्छ। हृदयघात भएमा मृत्युबाट बच्न तत्काल उपचार आवश्यक हुन्छ।

### हृदयघात जोखिमका कारक तत्वहरू (Risk factors of heart attack)

#### उमेर

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

#### सुर्तीजन्य पदार्थ सेवन

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

#### उच्च रक्तचाप

लामो समयसम्म उच्च रक्तचाप भइरहँदा पनि हृदयघातको सम्भावना बढ्छ।

#### उच्च कोलेस्ट्रॉल वा ट्राइग्लिसराइड्स

रगतमा रहेको उच्च खराब कोलेस्ट्रॉल धमनीको भित्तामा जम्मा हुनाले धमनी साँघुरो हुने सम्भावना हुन्छ। जसका कारणले रगतको बहावमा अवरोध आई हृदयघातको जोखिम बढाउँछ। त्यसै गरी रगतमा उच्च ट्राइग्लिसराइड्स हुँदा पनि हृदयघातको जोखिम बढाउँछ।

#### मधुमेह

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

#### हृदयघातको पारिवारिक इतिहास

पारिवारिक इतिहासमा कसैलाई हृदयघात भएको छ भने उक्त परिवारका सदस्य पनि हृदयघातको जोखिममा हुन्छन्।

## नियमित व्यायामको अभाव र अस्वस्थ आहार

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

## तनावपूर्ण जीवनशैली

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

## अवैध लागुऔषध प्रयोग

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

## हृदयघातका लक्षणहरू

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

- (क) छातीमा एकदमै दबाव जस्तो महसुस भई एक्कासि सहन नसक्ने गरी दुख्नु तथा दुखाइ विस्तारै काँध, हात, घाँटी, दाँत वा कहिलेकाहीं 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 हृदयघात हुन्छ । तर धेरै मानिसलाई घण्टा, दिन वा हप्ता अघि चेतावनी लक्षण देखिन्छन्, जस्तै: छाती दुख्ने वा छातीमा दबाव निरन्तर महसुस भइरहन्छ जुन आराम गर्दा पनि हट्दैन । यो प्रारम्भिक चेतावनी सङ्केत हुन सक्छ । मुटुमा दबाव, मुटुमा हुने रगत प्रवाहमा अस्थायी कमीका कारणले हुन्छ ।

## रोकथाम र बच्चे उपाय

- (क) स्वस्थ जीवनशैली अपनाउनुपर्छ ।
- (ख) मद्यपान, धूम्रपान 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 हृदयघातको जोखिम बढाउन सक्छन् त्यसैले यी अवस्थाको व्यवस्थापन एवम् उपचार गर्नुपर्छ ।
- (ज) नियमित स्वास्थ्य परीक्षण गर्नुपर्छ ।

### हृदयघातको परीक्षण र उपचार

- (क) हृदयघातको निदान गर्न रक्तचाप, पल्स र तापक्रमको जाँच गरिन्छ । मुटुको धड्कन र मुटुको समग्र परीक्षण गरी हृदयघातको निदान गरिन्छ ।
- (ख) इलेक्ट्रोकार्डियोग्राम (ECG), रगत परीक्षण, इकोकार्डियोग्राम, एन्जियोग्राफी, CT Coronary Angiogram, MRI आदि विधिबाट हृदयघातको परीक्षण गरिन्छ ।

### एन्जियोग्राफी

एन्जियोग्राफी एक प्रकारको fluroscopy एक्स-रे हो । यो रक्त नलीमा 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 । जसले रगतको प्रवाहलाई हाइलाइट गर्छ र रक्त नलीमा भएको कुनै पनि समस्या हेर्न सहज बनाइदिन्छ । एन्जियोग्राफीको क्रममा सिर्जना गरिएको एक्स-रे इमेजलाई एन्जियोग्राम भनिन्छ ।

हृदयघातको 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 हृदयघातको 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 अपनाउनु पर्ने हुन्छ ।



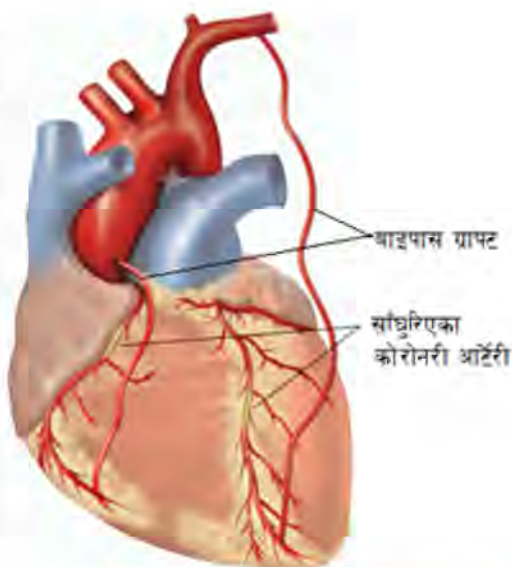
कोरोनरी एन्जियोप्लास्टी र स्टेन्टिङ, कोरोनरी धमनी बाइपास सर्जरी जस्ता विधि प्रयोग गरी अवरुद्ध धमनी खोलिन्छ ।

### कोरोनरी एन्जियोप्लास्टी र स्टेन्टिङ

मुटुको बन्द कोरोनरी धमनी खोलनका 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 । एन्जियोप्लास्टि गर्दा उक्त क्याथेटरद्वारा एउटा सानो तार जाली ट्युब (stent) पठाएर धमनीमा राख्न सकिन्छ । उक्त जालीले अवरुद्ध धमनी फराकिलो पार्न र रगत प्रवाहमा सुधार गर्न मद्दत गर्छ । स्टेन्टले धमनी खुला राख्न र धमनीलाई फेरि साँघुरो हुनबाट जोगाउँछ । स्टेन्टलाई औषधीले लेपन गरिएको हुन्छ जसले धमनी खुला राख्न मद्दत गर्छ ।

### कोरोनरी धमनी बाइपास सर्जरी

यसलाई ओपन हर्ट सर्जरी पनि भनिन्छ । यो प्रक्रिया हृदयघातको समयमा आपतकालीन शल्यक्रियाका रूपमा गर्ने गरिन्छ । यस प्रक्रियामा चिकित्सकले मुटुमा हुने रगत प्रवाह सुचारु गर्न शरीरको अन्य भागबाट (खास गरी पिडौंलाबाट) एउटा स्वस्थ रक्त नली 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 प्वाइन्ट 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 हुनसक्छ। 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 प्रति मिनेट ६० भन्दा कम हुनुलाई ढिलो हृदय (slow heart) वा ब्राडिकार्डिया (Bradycardia) भनिन्छ। मुटुको ढड्कन प्रति मिनेट १०० भन्दा बढी हुनुलाई तीव्र मुटु (fast heart) वा ट्याकिकार्डिया (tachycardia) भनिन्छ।

मुटुका मांसपेशीमा हुने नियमित र निरन्तर लयात्मक खुम्चाइ र 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 दुवैलाई पर्यायका रूपमा प्रयोग गरिन्छ। सामान्य अवस्थाको स्वस्थ मानिसमा सामान्यतया पल्स रेट 60 देखि 100 बिट्स प्रति मिनेट 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

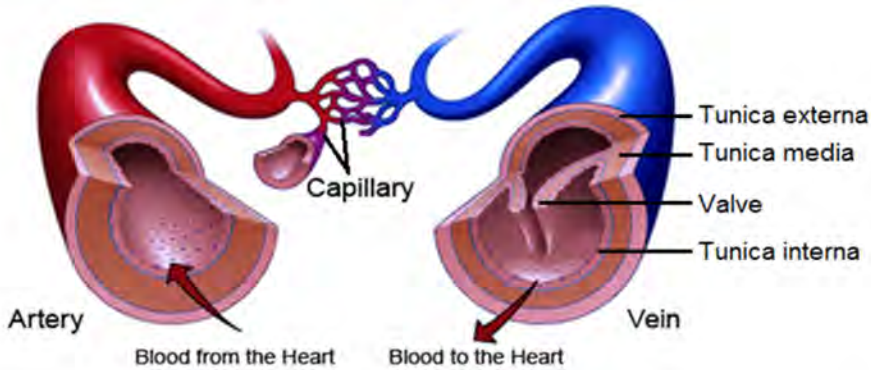
1. सामान्य अवस्थामा सजिलो आसनमा बस्नुहोस्।
2. हातको नाडीमा बुढीऔँलाको भागतिर रहेको रेडियल धमनी जुन रेडियस हड्डी र टेन्डनबिच दुई औँला राख्नुहोस्। ध्यानपूर्वक धमनीको पल्स महसुस गर्नुहोस्। एक मिनेटसम्मको बिट्स वा पल्सको सङ्ख्या गणना गर्नुहोस्। यसरी निकाली सकेपछि कक्षाका सम्पूर्ण साथीको पल्स रेट तुलना गरी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



## रक्त नली (Blood vessel)

चित्र 5.12

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



चित्र 5.13 विभिन्न किसिमका रक्त नली

## धमनी (Artery)

मुटुबाट रगतलाई शरीरका प्रत्येक भागमा पुऱ्याउने रक्त नलीलाई 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 आर्टेरियोल्स पनि बाँडिएर ज्यादै मसिना र जालीदार रक्त केशिका बन्छन् ।

## केशिका (Capillary)

उपधमनी (आर्टिरिओल्स) 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 कार्बन डाइअक्साइड, 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 रक्त नलीलाई 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 रक्त सञ्चार प्रक्रिया (Blood circulation)

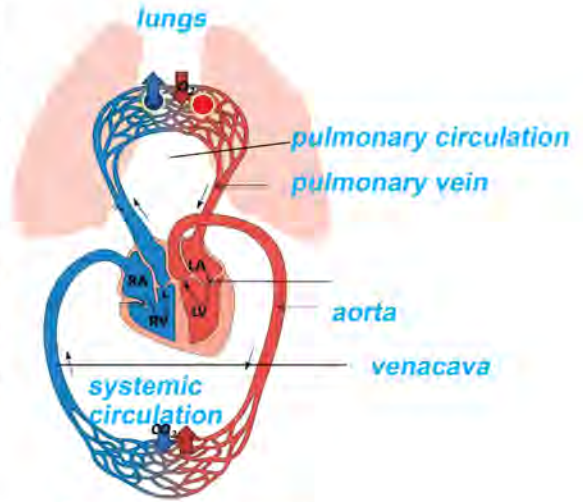
मुटुबाट रगतलाई शरीरका प्रत्येक भागमा पुऱ्याउने र शरीरका प्रत्येक भागबाट रगतलाई मुटुसम्म ल्याउने प्रक्रियालाई रक्तसञ्चार प्रक्रिया भनिन्छ । एउटा स्वस्थ वयस्क मानिसको शरीरमा एक मिनेटमा मुटुले ५-६ लिटर रगत पम्प गर्छ । मानव शरीरमा रक्त सञ्चार दुई प्रकारले हुन्छ :

1. सिस्टमिक रक्त सञ्चार (Systemic blood circulation)
2. पल्मोनरी रक्त सञ्चार (Pulmonary blood circulation)

### सिस्टमिक रक्त सञ्चार (Systemic blood circulation)

मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकलबाट एओर्टा तथा अन्य धमनी हुँदै शरीरका अन्य भागमा अक्सिजनयुक्त रगत पुग्ने र शिराद्वारा फेरि ती भागबाट कार्बन डाइअक्साइडयुक्त रगत मुटुको दायाँ अरिक्लमा पुग्ने रक्त सञ्चारलाई सिस्टमिक रक्त सञ्चार 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 कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस केशिकाले जम्मा गरी शिरामा पुऱ्याउँछ । शिराबाट भेनाकाभामा र भेनाकाभाबाट



चित्र 5.14 रक्त सञ्चार

मुटुको दायाँ अरिक्लमा अशुद्ध रगतको रूपमा पुग्छ । यसरी रगत मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकलबाट धमनीमाफर्त् शरीरका विभिन्न भागमा पुग्ने र फेरि शिरामाफर्त् फर्केर मुटुको दायाँ अरिक्लसम्म आइपुग्ने प्रक्रियालाई सिस्टमिक रक्तसञ्चार भनिन्छ ।

artery vein

left Ventricle → different parts of body → right auricle

### पल्मोनरी रक्त सञ्चार (Pulmonary blood circulation)

मुटु र फोक्सोबिच पल्मोनरी धमनी र पल्मोनरी शिराद्वारा हुने रक्त सञ्चारलाई पल्मोनरी रक्त सञ्चार भनिन्छ । जब दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चन्छ पल्मोनिक भल्भ खुल्छ, पल्मोनरी धमनी हुँदै अशुद्ध रगत फोक्सोका हजारौँ एल्भियोलीहरू (alveoli) लाई चारैतिरबाट ढाकेर रहने केशिकाका जालोसम्म पुग्छ, अनि अशुद्ध रगतमा रहेको कार्बन डाइअक्साइड एल्भियोलीमै छोडेर त्यहाँ आइपुगेको अक्सिजन लिएर पल्मोनरी शिरा हुँदै शुद्ध रगत मुटुको बायाँ अरिक्लमा आउँछ । यसरी मुटुको दायाँ भेन्ट्रिकलबाट फोक्सो र फोक्सोबाट मुटुको बायाँ अरिक्लमा रगत प्रवाह हुने प्रक्रिया नै पल्मोनरी रक्त सञ्चार हो ।

### 5.8 रक्त चाप (Blood pressure)

pulmonary artery pulmonary vein

right Ventricle → lungs → left auricle

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

रक्त चाप नाप्नका लागि प्रयोग गरिने उपकरण स्फिग्मोम्यानोमिटर (Sphygmomanometer) हो। मानिसको रक्त चाप 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

### उच्च रक्तचापका कारण

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

- (क) नियमित रूपमा शारीरिक व्यायाम नगर्नु

- (ख) वंशाणुगत रूपमा उच्च रक्तचाप देखा पर्नु
- (ग) निरन्तर धूम्रपान 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 रक्त चापबाट बच्ने केही उपाय निम्नानुसार छन् :

- (क) दैनिक खाने कुरामा ध्यान दिनुपर्छ । चिल्लो पदार्थ र नुनको मात्रा कम भएका खाने कुराहरू खानुपर्छ ।
- (ख) धूम्रपान 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 महामेह (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) रिंगटा लाग्ने र वेला, वेलामा बेहोस हुनु
- (ग) छिन छिनमा पिसाब लाग्नु
- (घ) आँखा धमिलो हुँदै जानु
- (ङ) दुब्लाउने, छिट्टै थकान महसुस हुनु
- (च) हात खुट्टा बाउँडिने र झमझमाउनु
- (छ) घाउ छिटो निको नहुने आदि ।

### रगतमा उच्च ग्लुकोजको अवस्थाका कारण

- (क) इन्सुलिन हर्मोनको उत्पादनमा कमी हुनु
- (ख) मोटोपना र असक्रिय 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 ।



## युरिक एसिड (Uric acid)

प्युरिन (purine) 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 मिगौलामा पुग्छ । यस क्रममा यसले विषाक्त पदार्थलाई हटाउनुका साथै रक्तनलीको भित्री भागमा जमेका प्लाक (plaque) लाई हटाई रक्तसञ्चारलाई निर्बाध 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 हाइपर्युरेसिमिया (hyperuricemia) भनिन्छ । हाइपर्युरेसिमिया हुँदा निम्नलिखित समस्या आउन सक्छन् ।

### उच्च युरिक एसिडका लक्षणहरू

- (क) हाड जोर्नी दुख्नु
- (ख) मांसपेशीको भित्री भागमा गहिरो दुखाइ हुनु
- (ग) मिगौलामा 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 मिगौलाले 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 धूम्रपान 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, गेडागुडीको सेवन कम गर्ने
- (छ) प्युरिन युक्त खानेकुरा कम खाने आदि ।

## परियोजना कार्य

- (क) नजिकैको अस्पताल भ्रमण गरेर त्यहाँका चिकित्सक र अन्य स्वास्थ्य कर्मीहरूसँग 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 रक्त कोष कुन हो ?
- (अ) न्यूट्रोफिल (आ) लिम्फोसाइट  
(इ) मोनोसाइट (ई) प्लेटलेट्स
- (ग) रगतमा हेमोग्लोबिनको कमी भएमा कुन रोग लाग्छ ?
- (अ) मधुमेह (आ) हेमोफिलिया  
(इ) रक्त अल्पता (ई) ल्युकेमिया
- (घ) मानव मुटुमा कतिओटा भल्भ हुन्छन् ?
- (अ) 2 (आ) 3  
(इ) 4 (ई) 5
- (ङ) मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा धमनीमा सिस्टोलिक रक्त चाप 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



(ब) रस्मिलाको हजुरबुवालाई 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 ग्लूकोजको अवस्था

(इ) युरिक एसिडको समस्या

(ई) एनिमियाको अवस्था

## 2. भिन्नता लेख्नुहोस् :

- (क) राता रक्तकोष र सेता रक्तकोष
- (ख) अरिक्ल र भेन्ट्रिकल
- (ग) धमनी र शिरा
- (घ) पल्मोनरी रक्त सञ्चार र सिस्टमिक रक्त सञ्चार
- (ङ) सिस्टोलिक रक्त सञ्चार र डाइस्टोलिक रक्त सञ्चार
- (च) एनिमिया र हिमोफिलिया
- (छ) एन्जियोग्राम र ओपन हर्ट सर्जरी
- (ज) प्लटलेट्स र सेता रक्तकोष

## 3. कारण दिनुहोस् :

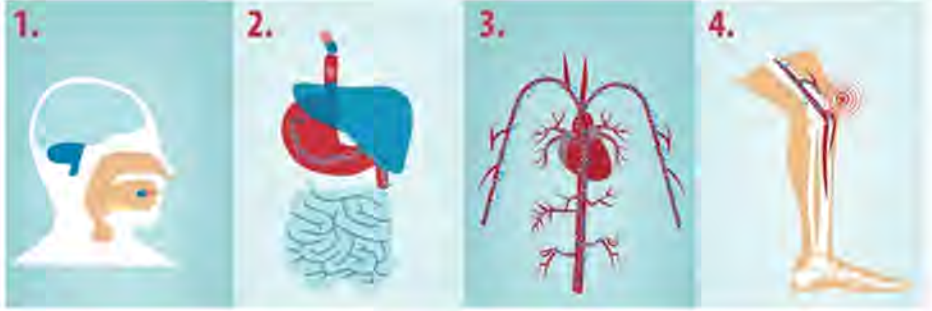
- (क) रगत रातो हुन्छ।
- (ख) WBC लाई शरीरका सेना भनिन्छ।
- (ग) अरिक्लको भन्दा भेन्ट्रिकलहरूको भित्ता बाक्लो मांसपेशीबाट बनेको हुन्छ।
- (घ) दायाँ भेन्ट्रिकलको भन्दा बायाँ भेन्ट्रिकलको भित्ता बाक्लो हुन्छ।
- (ङ) धमनीमा भल्भ हुँदैन तर शिरामा भल्भ हुन्छ।
- (च) रक्त अल्पता भएको मानिस केही छिन हिड्दा नै थाक्छ।
- (छ) धमनीहरू मांसपेशीभित्र दबिएर रहेका हुन्छन् भने शिराहरू शरीरको बाहिरी सतहमै हुन्छन्।

- (ज) रक्तदान गर्नुपूर्व रक्त समूह पहिचान गर्नु आवश्यक हुन्छ ।
- (झ) हिमोफिलियाका विरामीको रगत निकै ढिलो जम्छ वा जम्दैन पनि ।

#### 4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

- (क) मानव रक्त सञ्चार 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) रक्त चाप नाप्न कुन उपकरणको प्रयोग गरिन्छ ?
- (छ) डाक्टरले कुनै विरामीलाई रगत दिनु अगाडि रक्त समूह पहिचान गर्न लगाउँछन्, किन ?
- (ज) सरिताको हजुरआमालाई छिन छिनमा पिसाब लाग्ने, छिट्टै थकान महसुस हुने हात खुट्टा बाउँडिने र भ्रमभ्रमाउने, धेरै तिर्खा लाग्ने जस्ता लक्षण देखिएका छन् । उहाँलाई के समस्या भएको छ ? उक्त समस्याबाट बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।
- (झ) उच्च रक्त चापका असर र बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।
- (ञ) मानव शरीरमा रहेका श्वासप्रश्वास प्रणाली, पाचन प्रणाली र रक्तसञ्चार प्रणाली एक अर्कामा अन्तरसम्बन्धित छन् । यस भनाइलाई कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- (ट) रक्तचाप बढेको वा घटेको कसरी थाहा पाइन्छ ?

- (ठ) दिइएका चित्रले शरीरमा हुने कुन प्रक्रिया देखाउछ ? 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 :

रक्त कोषको 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 ?
- (ए) सरिता बाटामा हिँडिरहेका बेला एक जना वृद्ध मानिस छाती दुख्यो भनेर छटपटाइरहेको देखेर उनले उक्त व्यक्तिलाई तुरुन्त अस्पताल पुऱ्याइन । प्रारम्भिक जाँचमा उनको मुटुमा समस्या आएको हुनसक्ने अनुमान गरियो । उनको मुटुको अवस्था पहिचान गर्न कुन जाँच गर्नु उपयुक्त होला ? कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।

- (ठ) मानव शरीरमा हुने रक्त सञ्चारको चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ड) युरिक एसिडबाट बच्ने उपाय लेख्नुहोस् ।
- (ढ) मुटुको आन्तरिक बनोटको चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ण) हृदयघात हुनुको प्रमुख कारण वर्णन गर्नुहोस् ।
- (त) हृदयघातको 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 हरिशको प्लाज्मामा फिब्रिनोजेनको मात्रा निकै घैरै देखियो । यसले उसको रक्त सञ्चारमा अवरोध पुऱ्याउँछ कि पुऱ्याउँदैन । कारणसहित आफ्नो तर्क प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
- (न) तलको तालिका अध्ययन गरी प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

व्यक्ति	चोट	चोटबाट रगतको बहाव
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 ।

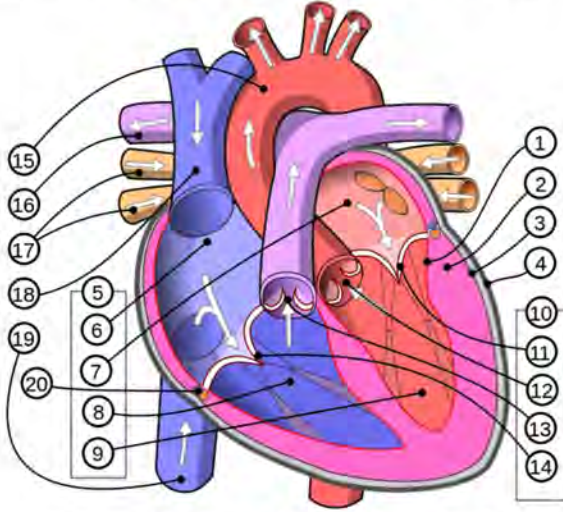


(प) दिइएको कन्सेप्ट म्याप अध्ययन गरी सोधिएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

(अ) यो कुन प्रकारको रक्त सञ्चार हो ?

(आ) यस रक्त सञ्चारको कन्सेप्ट म्यापको कुन कुन भागमा धमनी र शिराले रक्त सञ्चारमा मदत गर्छन् ?

(फ) दिइएको चित्रको अवलोकन गरी प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :



(अ) रक्त नली 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

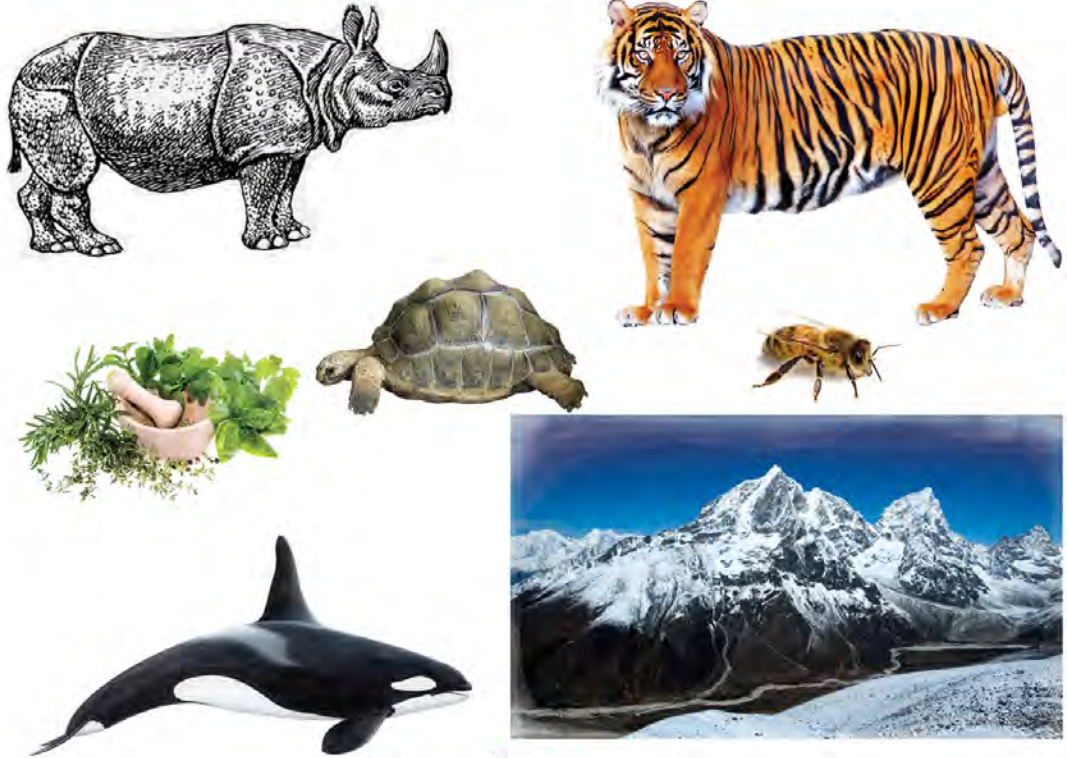
(इ) धमनी, शिरा र केशिका

(ई) पल्मोनरी रक्त सञ्चार

(उ) सिस्टमिक रक्त सञ्चार

## 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 उभाड बन्दै जाने क्रम जारी छ । यसको रोकथाम गर्न कसरी पहल गर्न सकिन्छ ?
- (उ) परम्परागत रूपमा प्रयोगमा आएका जडीबुटीजन्य औषधी प्रयोग गर्नु हालको आधुनिक युगमा कतिको सान्दिर्भक हुन्छ, किन ?

हाम्रो वरपर विभिन्न किसिमका जीवहरू पाइन्छन् । यी जीवहरूको अस्तित्व बचाई राख्न 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 परिवर्तनको कारणले आफ्नो घर तथा विद्यालय वरपर हुन सक्ने सम्भावित वातावरणीय परिवर्तन र यसका असर पहिचान गरी तलको तालिकामा भर्नुहोस् र ती विषयमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

क्र. सं.	वातावरणीय परिवर्तन	वातावरणीय परिवर्तनका असरहरू

### जलवायु (Climate)

जलवायु भनेको ठूलो 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 ग्याँसहरूले गर्दा अहिले विश्वकै जलवायुमा परिवर्तन आएको देखिन्छ । जसले 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 ग्याँस 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 बनेटमा 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 विथोलिन्छ । 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 तस्वीर, 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  $0.06^{\circ} C$  को दरले बढिरहेको छ । विभिन्न नदीनाला, 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 दुवै 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 ग्याँसको 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 सौर्यऊर्जाको 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 गर्दछ। पृथ्वीमा पुग्ने सूर्यको प्रकाशको लगभग 70 प्रतिशत पृथ्वीमा अवशोषित हुन्छ। जसले पृथ्वीको सतहमा भएका प्राकृतिक परिवर्तनहरू जस्तै: समुद्री वरफ पग्लने तथा जलवायु परिवर्तनमा योगदान पुऱ्याएको छ। हरित गृह ग्याँसहरूमा पानीको वाफ पनि पर्दछ, 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)

ज्वालामुखीले मौसममा उल्लेखनीय भूमिका खेलेका हुन्छन्। ज्वालामुखी विस्फोट हुँदा कार्बन डाइअक्साइडलगायतका विभिन्न ग्याँसहरू र वाक्लो धुवाँ उत्सर्जन हुन्छ। उक्त धुवाँ तथा ग्याँस वायुमण्डलको माथिल्लो सतहसम्म पुग्छ, र सूर्यको प्रकाशलाई छेकी केही समयका लागि पृथ्वीको सतह चिसो बनाउँछ। यसका अलावा यस्तो विस्फोटबाट उत्सर्जित हुने हरितगृह ग्याँस 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 ग्याँस 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 ग्याँसको उत्पादन (Production of greenhouse gases)

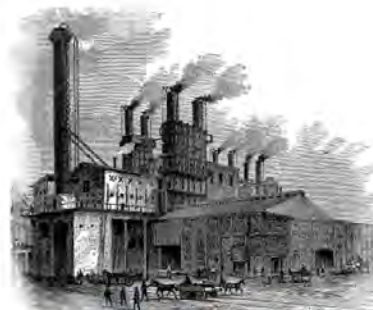
कोइला, खनिज तेल, प्राकृतिक ग्याँस जस्ता जीवावशेष इन्धनको प्रयोग गरी विद्युत् र ताप शक्ति उत्पादन गर्दा धेरै मात्रामा हरितगृह ग्याँस तथा अन्य हानिकारक ग्याँस पनि उत्सर्जन हुन्छन्। त्यसको कारणले पृथ्वीको सतहको तापक्रम अत्यधिक वृद्धि भइरहेको छ।



चित्र 6.3 शक्ति उत्पादन केन्द्र

### (ख) औद्योगीकरण (Industrialization)

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 ग्याँसले पनि वातावरण प्रदूषित गर्नुका साथै जलवायु परिवर्तनमा पनि ठूलो भूमिका खेलेका हुन्छन्।



चित्र 6.4 उद्योग

### (ग) वन विनाश (Deforestation)

खेतीपाती गर्न, बस्ती बसाउन तथा बाटोघाटो जस्ता विकास निर्माणका कार्य गर्दा अनियन्त्रित रूपले वन जङ्गल फडानी भइरहेको पाइन्छ। यसरी वन विनाश गर्दा रुख विरुवाले खाना बनाउन प्रयोग हुने कार्बन डाइअक्साइडको उपयोगको मात्रामा कमी आई वातावरणमा हरितगृह ग्याँसको 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 ग्याँस विशेषतः कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस उत्सर्जन हुन्छन्। ती ग्याँसले वातावरण प्रदूषित गर्नुका साथै पृथ्वीको सतहको तापक्रम वृद्धि गर्दछन्।



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 तराइमा 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 दशक यता वायुमण्डलीय तापक्रममा वृद्धि र त्यसबाट सिर्जित अतिवृष्टि, अनावृष्टि, खडेरी जस्ता जलवायुजन्य प्रकोपबाट नेपालका हिमश्रृङ्खला र हिमनदी तथा तिनमा आश्रित पारिस्थितिक प्रणालीमा प्रतिकूल प्रभाव परिरहेको छ। बढ्दो तापक्रमका कारण तीब्र गतिमा हिउँ पगल्ने 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, बसोवास, पूर्वाधार विकासलगायत जीविकोपार्जनसँग सम्बन्धित क्षेत्रमा प्रत्यक्ष महसुस गरिएको छ भने बाढी, पहिरो, हावाहुरी तथा डढेलो जस्ता जलवायुजन्य प्रकोपका कारण ठूलो मात्रामा हरेक वर्ष धनजनको ठूलो क्षति भइरहेको छ। जलवायु परिवर्तनको असरलाई निम्नानुसार उल्लेख 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 खाद्य सङ्कट निम्तिने खतरा बढेको छ।

### (ग) समुद्री सतहमा वृद्धि (Increasing sea level)

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

### (घ) 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 पर्छ। साथै जलवायुमा हुने परिवर्तनले गर्दा त्यहाँ पाइने प्रजातिहरूको अनुकूलनमा पनि असर पुग्छ। जसले गर्दा ती जीवहरूको लोप हुने खतरा बढ्दै जान्छ।

### (ङ) मानव स्वास्थ्यमा नकारात्मक असर (Negative impact on human health)

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

### (च) मौसममा परिवर्तन (Change in weather)

जलवायु परिवर्तनका कारणले मौसम परिवर्तनको समयमा परिवर्तन भएको छ। कहिले बेमौसमी वर्षा हुन्छ। कहिले वर्षा हुने समयमा खडेरी पर्छ। जसले गर्दा खेतिपाती गर्न पनि समस्या पर्दछ किनकि बढी पानी पर्ने, आवश्यक पर्दा पानी नपर्ने र कम पानीमा हुने वालीनालीका 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)

अत्याधिक 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 विरुवाले वायुमण्डलीय कार्बन डाइअक्साइडलाई खाना बनाउन प्रयोग गर्छन् भने सम्पूर्ण जीवजन्तुलाई आवश्यक पर्ने अक्सिजन प्रदान गर्दछन् । त्यसैले वनजङ्गलको संरक्षण र वृद्धि विकासलाई प्राथमिकतामा राखी वृक्षारोपण र वनको संरक्षणलाई जोड दिनुपर्छ, जसले गर्दा धेरैभन्दा धेरै कार्बन खपत एवम् भण्डारण भई जलवायु परिवर्तनलाई न्यूनीकरण गर्न मदत पुग्छ ।

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

हामीले आफ्ना गतिविधि वातावरणमैत्री बनायौं भने जलवायु परिवर्तनलाई न्यूनीकरण गर्न

सकछौं । हामीले हाम्रा बानी व्यवहारलाई वातावरणमैत्री बनाउनुका साथै आवश्यकताअनुसार जनचेतना जगाउन पनि संलग्न रहनु पर्दछ ।

### 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 परिवर्तनलागायत 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 उमानाले 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 र 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 र
- (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, पाँचऔंले, लौठ 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 । जसमा दुर्लभ वन्यजन्तु र वनस्पतिको नियन्त्रित प्रजनन, अध्ययन अनुसन्धान तथा विक्री 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 गर्नुपर्दछ । 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 गर्नुपर्दछ ।

#### (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 बोटविरुवाबाट प्राप्त हुन्छन् । यस्ता कच्चा पदार्थ सङ्कलन गर्दा उपयोगी बोटविरुवाहरूको अस्तित्व र उपलब्धतालाई ध्यानमा राखी गर्नुपर्ने हुन्छ । यिनीहरूको पुनरुत्पादन हुनै नसक्ने गरी मास्नु हुँदैन । यिनको चोरी र तस्करी नियन्त्रण गर्नुपर्दछ ।

#### (ग) दुर्लभ बोटविरुवाको वृक्षारोपण कार्य तीव्र र व्यापक गर्न आधुनिक तरिकाबाट नर्सरी बेनाको उत्पादनमा वृद्धि (Production of saplings of rare plants for afforestation)

दुर्लभ बोटविरुवाहरूलाई वृद्धि गर्न तिनीहरूका विउविजन सङ्कलन गरी नर्सरीमा उमान गर्न सकिन्छ । आधुनिक प्रविधि जस्तै टिस्यु कल्चर प्रविधिबाट पनि एकै पटकमा धेरै बेनाको उत्पादन गर्न सकिन्छ । जसबाट दुर्लभ र उपयोगी बिरुवाको व्यापक वृक्षारोपण गर्न सकिन्छ ।

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

दुर्लभ भइसकेका र हुन लागेका बोटविरुवाको संरक्षण गर्न नियम, कानून बनाउनुपर्छ । यसको जानकारी सर्वसाधारणलाई समेत दिई कानूनलाई प्रभावकारी रूपमा कार्यान्वयन गर्नुपर्छ ।

## (ड) 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 अघि बढाउनु पर्छ ।

### (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

सिंकार 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 कानून प्रभावकारी रूपमा लागू गरिनुपर्छ । जसले 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 अपनाउनु पर्ने उपाय, संरक्षणबाट हुने फाइदा, स्थानीय व्यक्तिको सहभागिता, जन उत्तरदायित्व आदि पक्षमा सर्वसाधारणको चेतना अभिवृद्धि गर्ने कार्यक्रम सञ्चालन गर्नु आवश्यक हुन्छ ।

### क्रियाकलाप 6.4

आफूलाई मन पर्ने कुनै एक दुर्लभ जनावर वा वनस्पतिको बारेमा इन्टरनेटमा खोजी गरी त्यसको वर्तमान अवस्था, सङ्ख्या, त्यसको विशेषता, लोप हुनुका कारण, संरक्षण गर्ने उपाय समेटि '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 पन्थीहरू

स्तनधारी जनावर	पन्थी
1. पुडुके बंदेल (Pigmy Hog)	1. राज घनेस (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. खर मुजुर (Bengal Florican)
7. ब्वाँसो (Grey Wolf)	7. डोफे (Impeyan Pheasant)
8. हिस्पिड खरायो (Hispid Hare)	8. सानो खरमुजुर (Lesser florican)
9. बाह्रसिङ्गे (Swamp Deer)	9. मुनाल -Crimpsorn horned Pheasant
10. जङ्गली हात्ती (Asiatic wild Elephant)	<b>सरिसृपहरू</b>
11. पहान बिरालो (Lynx)	1. घडियाल गोही (Gharial)
12. हुँडार (Stripped Hyaena)	2. अजिङ्गर (Asiatic rock python)
13. आसामी रातो बाँदर (Asamese Monkey)	3. सुनगोहोरो (Golden monitor lizard)
14. इन्डियन सालक (Indian Pangolin)	
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. सौंस (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 विरुवाको नाम के होला ?
- (आ) यी विरुवालाई केका लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ ?
- (इ) यी विरुवालाई सामान्य रूपमा के भनिन्छ ?
- (ई) यी विरुवाको व्यावसायिक खेती गर्न सकियो भने कस्ता किसिमका फाइदा हुन सक्छन् ?

माथि चित्रमा देखाइएका विरुवा विभिन्न किसिमका अस्वस्थताका अवस्थामा घरेलु औषधीका रूपमा प्रयोग गरिन्छन् । विभिन्न औषधी वनाउँदा कच्चा पदार्थका रूपमा यी विरुवाका विभिन्न भागको प्रयोग गरिन्छ । त्यसैले यस्ता विरुवालाई 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 र 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 विरुवाको भाग	उपयोगिता
१.	अमला		.....
२.			
३.			

नेपालमा पहिचान भएका जडीबुटीमध्ये केही जडीबुटीका बारेमा यस पाठमा छलफल गर्दछौं :

### तुलसी (Holy basil)

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 । जसबाट अक्सिजनको कमीलाई मेटाउँछ । तुलसी विभिन्न पकवानहरूमा मसलाका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । तुलसी चियाका रूपमा पनि प्रयोग गरिन्छ । तुलसीको पात, हाँगा, फूल, जरा, विउ सबै उत्तिकै महत्त्वपूर्ण छन् । यी सबै भाग औषधीका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यसको सेवनले भोक जगाउने, खानामा रुचि जगाउने, पाचन क्रियालाई सक्रिय बनाउने गर्छ । तुलसीको विरुवामा एन्टिमाइक्रोबियल गुण भएकाले यसलाई जनावर तथा मानिसलाई असर पुऱ्याउने जीवाणुहरूको नस्ट गर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ । यसलाई निर्मलीकरण गर्ने, पानी सुद्धीकरण गर्ने, मुख कुल्ला गर्ने कार्यका लागि पनि प्रयोग गरिन्छ । नेपालका गाउँघरमा घाँटी दुखेमा तुलसीको पात पानीमा उमालेर खाने गरिन्छ ।



चित्र 6.9 तुलसी

### निम (Neem)

यसको वैज्ञानिक नाम *Azadirachta indica* हो । यसको ठुलो रुख हुन्छ । यसका सबैभागहरू पात, जरा, काण्ड, फूल, फल सबै विभिन्न किसिमका आयुर्वेदिक औषधी बनाउन प्रयोग गरिन्छ । यसको स्वाद अत्यन्तै तितो हुन्छ । यो विभिन्न स्वास्थ्य समस्या जस्तै छालासम्बन्धी



चित्र 6.10 निम

रोगका लागि निमको जुस अत्यन्त उपयोगी हुन्छ । निम रगत शुद्ध पार्ने अचुक औषधी हो । यसले शरीरमा रहेको खराब कोलेस्ट्रॉल 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 विरुवा हो । यो जुनसुकै विरुवामा पनि आड लिएर लहराका रूपमा फैलिएको हुन्छ । यसको काण्डबाट सजिलै प्रजनन गराउन सकिन्छ । यो नेपालको तराइदेखि हिमालसम्म पाइन्छ । यसको सेवनले शरीरको रोग प्रतिरोधात्मक क्षमता वृद्धि हुन्छ । जसले 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 भारतबाट वर्गमा पर्ने लहरे विरुवा हो । यो हल्का वास्तुदाार विरुवा हो । यो लामो समयसम्म बाँच्न सक्ने विरुवा हो । यसको काण्ड लहराका रूपमा फैलिएका हुन्छन् । यो विशेषतः छाया परिराख्ने चिसो र दलदल ठाउँ जस्तै: धान खेत, खोलाको किनारमा हरियो गलैँचा जस्तै फैलिएका हुन्छ । यसको सम्पूर्ण भाग औषधीका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । यसमा



चित्र 6.12 घोडटाप्रे

एन्टिअक्सिडेन्ट तथा एन्टिमाइक्रोबियल गुणहरू हुन्छन्। यो सेवन गर्दा मानव शरीरका नशाहरूको संरक्षण गर्ने न्युरोप्रोटेक्टिभ कार्य सक्रिय हुन्छ। त्यसैले यसको नियमित सेवनले वौद्धिक क्षमता बढाउँछ, जसले गर्दा स्मरण शक्ति बढाउन मदत गर्छ। यसमा एन्टिस्ट्रेस (anti-stress) फर्मुला हुन्छ। जसले डिप्रेसन जस्तो मनोवैज्ञानिक रोगबाट पनि मुक्ति दिलाउन सहयोग गर्छ। यो भारत प्राचीन कालदेखि नै रुगा खोकीको 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, स्किन टोनिङ बनाउन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ।

### बेसार (Termeric)

यसको वैज्ञानिक नाम *Curcuma loga* हो। यो भारतमा वर्गमा पर्ने विरुवा हो। यसको रूपान्तरित काण्ड माटामुनि रहेको हुन्छ। यसमा कुरकुमिन नामक जैविक रसायन हुन्छ। जसका कारणले यो पहेंलो हुन्छ। यही रसायनका कारणले यसमा औषधीय गुणको विकास भएको हुन्छ। बेसारमा भिटामिन A, B,



चित्र 6.13 बेसार

B<sub>2</sub>, 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, विष नस्ट 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।

## असुरो (Malabar nut)

यसको वैज्ञानिक नाम Adhatoda vasica हो। यो मफौला खालको भाडीअन्तर्गत पर्ने विरुवा हो। यो नेपालको चुरे पर्वत माथि उच्च माहाभारतसम्म पाइन्छ। यो औषधीय गुणले भरिपूर्ण विरुवा हो। यसमा vasicine, vasicinone, hydroxy vasicine लगायतका रासायनिक तत्वहरू पाइन्छन्। यी रसायनको उपलब्धताले गर्दा यसलाई श्वासप्रश्वास



चित्र 6.14 असुरो

सम्बन्धी रोगहरूको उपचारका लागि प्रयोग गरिन्छ। असुरोको पात पकाएर कुल्ला गर्दा दाँत तथा गिँजाको रोगको निवारण हुन्छ। यसमा रहेको एन्टिमाइक्रोबियल गुणले गर्दा यसले विभिन्न संक्रमणबाट बचाउँछ। यसको फूल पिसाव पोल्ने समस्याको समाधानका लागि प्रयोग गरिन्छ। यसको रस स्त्री रोगको उपचारमा पनि प्रयोग गरिन्छ। रुगाखोकी कम गर्नका लागि यसको चिया बनाएर पिउन सकिन्छ। असुरोको फूल र पातको रसको प्रयोगले फोक्सोमा जमेको खकार निकाल्ने र श्वास नलीलाई खोल्ने काम गर्छ। खेती गर्दा यसलाई काटेर मलका रूपमा पनि प्रयोग गरिन्छ।

## बोजो (Calamus)

यसको वैज्ञानिक नाम Acorus calamus हो। यो विरुवा वास्नादार हुन्छ। यो पोखरी तथा दलदलयुक्त क्षेत्रमा पाइन्छ। यो कुनै स्याहारबिना पनि सहजै उम्रने वनस्पति हो। यसका पातहरू तरवार 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।



चित्र 6.15 बोजो

## याचागुम्बा (Caterpillar fungus)

यसको वैज्ञानिक नाम *Cordyceps sinensis* हो । याचागुम्बा समुद्र सतहबाट 3000 देखि 5000 मिटरसम्मको उचाइमा हिउँले ढाकिने घाँसे मैदानहरूमा पाइन्छ । यो भुसिलकिराको शरीरमा उम्रने भन्डै 5 देखि 8 से.मि. लामो सेतो खैरो रङको टुसी हो । याचागुम्बा फन्जाइ समूहमा पर्छ । यसको पुनरुत्पादन बीजाणु (spore) बाट हुन्छ । जमिनमा रहेका पुराना याचागुम्बाबाट हावामा प्रशस्त बीजाणु फैलिएका हुन्छन् । यी बीजाणुहरू त्यहाँ भएको एक किसिमको पुतलीको भुसिलकिराको शरीरमा टाँसिन्छन् । अनि ती बीजाणुहरू भुसिलकिराको शरीरमा उम्रिन्छन् । यिनका रेशाहरू भुसिलकिराको शरीरभित्र खानाको खोजीमा प्रवेश गर्छन् । यस्ता अवस्थामा भुसिलकिरा आफ्नो आवश्यकताअनुसार हिँडडुल गर्छन् । टुसीको रेशाहरू भुसिलकिराको शरीरमा जति फैलिन्छ, त्यति नै भुसिलकिरा शिथिल हुन्छ । अन्त्यमा भुसिलकिरा जमिनभित्र गएर मर्छ । त्यसपछि टुसीले आफ्नो पोषण त्यस किराबाट प्राप्त गरी याचागुम्बाका रूपमा विकसित हुन्छ । त्यसैले माथिल्लो भाग टुसी र तल्लो भाग किरा गरी याचागुम्बाका दुई भाग हुन्छन् । याचागुम्बा हिउँदमा किराका रूपमा देखिन्छ, जसमा टुसीको विकास भइरहेको हुन्छ । बसन्तमा हिउँ पग्लेपछि किरा मरी टुसीको पूर्ण विकास भई टुसीका रूपमा पाइन्छ । यसको सामान्य विरुवाको 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, विक्री र निर्यात गर्न नपाइने भनी सरकारले प्रतिबन्धित गरेको छ ।



चित्र 6.16 याचागुम्बा

## तितेपाती (mugwort)

यो भारपात 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 । सामान्यतया:



चित्र 6.17 तितेपाती

यो भार जहाँतहीं उम्रन्छ । कृषकहरूले यसलाई घाँस र सोत्तरका रूपमा प्रयोग गर्छन् । अहिले यसबाट सुगन्धित तेल पनि निकाल्न थालिएको छ ।

### घिउकुमारी (Aloe vera)

यसको वैज्ञानिक नाम Aloe vera हो । सामान्यतया यो सुख्खा 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 प्रचुरमात्रामा पाइन्छ । घिउकुमारीको जुस नियमित सेवन गर्नाले



चित्र 6.18 घिउकुमारी

पेट, हाडजोर्नी तथा छालासम्बन्धी रोग निको हुन्छ । यसको जेल छालामा लगाउँदा घामबाट डह्ने समस्या, छाला फुट्ने समस्याबाट मुक्ति पाउनुका साथै छालाको ओसिलोपना कायम गरी छालामा चमक ल्याउँछ । छालामा डन्डीफोर जस्ता घाउ खटिराहरू आउन दिदैन । यसको जेल कपालमा लगाउँदा कपाललाई सुन्दर र चम्किलो बनाउनुका साथै जरासमेत बलियो बनाउँछ । पोलेको घाउमा लगाउँदा घाउ छिटो निको हुन्छ ।

### 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

माथि उल्लिखित जडीबुटीवाहेक आफ्नो स्थानीय तहमा पाइने जडीबुटीका वारेमा सोधखोज गरी तिनीहरूको उपलब्धता, प्रयोग तथा संरक्षण समेटी छोटो प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् र त्यसका वारेमा कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

## अभ्यास

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

(क) आजभोलि 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 विरुवा हो ?

(अ) लोपोन्मुख विरुवा

(आ) जडीवुटी

(इ) काँडेदार विरुवा

(ई) लहरेदार समूह

(ङ) किरा र फन्जाइको मिलनबाट याचांगुम्वा बन्छ । यस प्रक्रियामा भुसिलकिरा र फन्जाइको सम्बन्ध कस्तो हुन्छ ?

(अ) सिम्बायोटाक

(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) यार्चागुम्वाको 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 विरुवा र जडीबुटी  
 (ग) हरित गृह प्रभाव र जलवायु परिवर्तन



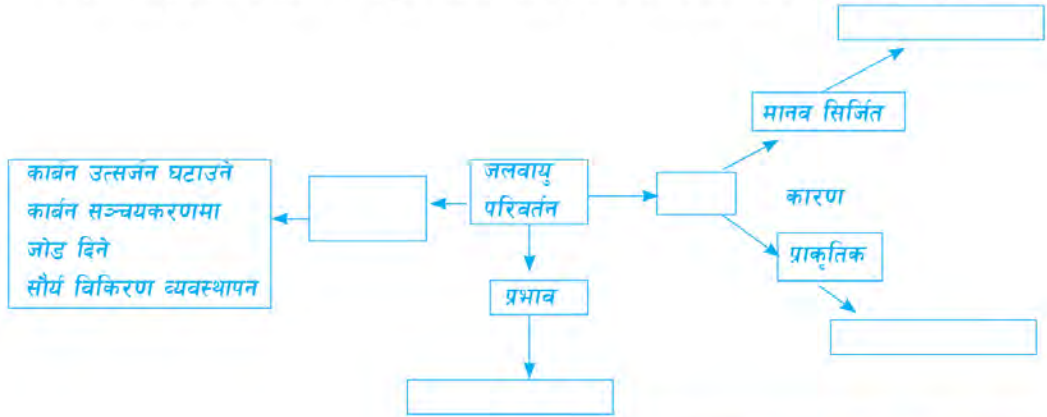
### 3. कारण दिनुहोस् :

- (क) वेमौसमी 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 विरुवा पनि भनिन्छ ।
- (ज) निम्न बहुउपयोगि जडीबुटी हो ।
- (झ) याचांगुम्बा शक्तिवर्द्धक जडीबुटीको 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 ?
- (छ) जलवायु परिवर्तनका कारणले नेपालमा पाइने धेरै विरुवा लोप हुँदै गएका छन् । उक्त विरुवाको संरक्षणमा तपाईंको भूमिका के हुन सक्छ । सर्ङ्क्षिप्त व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ज) नेपालमा पाइने जडीबुटीहरूको संरक्षण र प्रवर्धनका लागि स्थानीय जनतालाई जडीबुटी प्रशोधन तथा यसको प्रयोगसम्बन्धी तालिम अत्यावश्यक छ । यस भनाइलाई आफ्ना तर्कसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- (झ) याचांगुम्बाको संरक्षण गरी यसको उत्पादनमा वृद्धि गर्दा देशको आर्थिक स्तरमा पनि सुधार हुन्छ । यस भनाइलाई स्पष्ट पार्नुहोस् ।

(ज) दिइएको नक्सा (कन्सेप्ट म्याप) अध्ययन गरी बाँकी भाग पूरा गर्नुहोस् :



(ट) दिइएको चित्र अवलोकन गरी भाग क र ख विच रहेको भिन्नता विश्लेषण गर्नुहोस् ।



(ठ) दिइएको चित्रको गहन अवलोकन गरी यसले जलवायु परिवर्तनमा खेल्ने भूमिका व्याख्या गर्नुहोस् ।



(ड) एकसिङ्गे गैँडा लोपहुने अवस्थामा पुगेको छ । यसको संरक्षणका लागि के के गर्न सकिन्छ, सङ्क्षिप्तमा लेख्नुहोस् ।

(ढ) हाम्रो स्थानीय स्तरमा विभिन्न किसिमका जडीबुटी पाइन्छन् । तर हामी सामान्य रोगको उपचारका लागि पनि परनिर्भर हुन्छौं । यसको प्रमुख कारण पहिचान गरी स्थानीय जडीबुटीको अधिकतम प्रयोग गर्नका लागि गर्नुपर्ने कार्यबारे लेख्नुहोस् ।

## चाल र बल (Motion and Force)

		
<p>चित्र 7.1 पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पठाइएको पर्सिभरेन्स रोभर (perseverance rover) को प्यारासुट लेन्डिङ</p>	<p>चित्र 7.2 पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पर्सिभरेन्स रोभर पठाउन प्रयोग गरिएको रकेट</p>	<p>चित्र 7.3 पृथ्वीको वरिपरि करिब 400 km माथिको कक्षमा अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्र (ISS)</p>

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 7.1 मा पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रहमा पठाइएको पर्सिभरेन्स रोभर (perseverance rover) को सुरक्षित अवतरणका लागि गरिएको प्यारासुट लेन्डिङ देखाइएको छ । अर्थात् मङ्गल ग्रहले पनि वस्तुलाई आफ्नो केन्द्रतिर आकर्षण गर्छ ।

### गुरुत्वाकर्षण (Gravitation) र न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियम (Newton's universal law of gravitation)

gravitational force

वेलायतका गणितज्ञ/भौतिक शास्त्री सर आइजेक न्युटन (Sir Isaac Newton) ले रुखबाट भुइँमा फल खसेको देख्दा उक्त फल तेर्सो नभई केवल ठाडो तलतिर झर्नुको कारण वारे सोच थाले । धेरै अध्ययन र सोचपछि, स्याउ र पृथ्वीविचको आकर्षणले फल पृथ्वीको केन्द्रतिर खसेको निष्कर्षमा पुगे । त्यस्तै आकाशमा ग्रह, चन्द्रमा, सूर्य, तारा आदि कसरी अडिएका होलान् भनी उनले

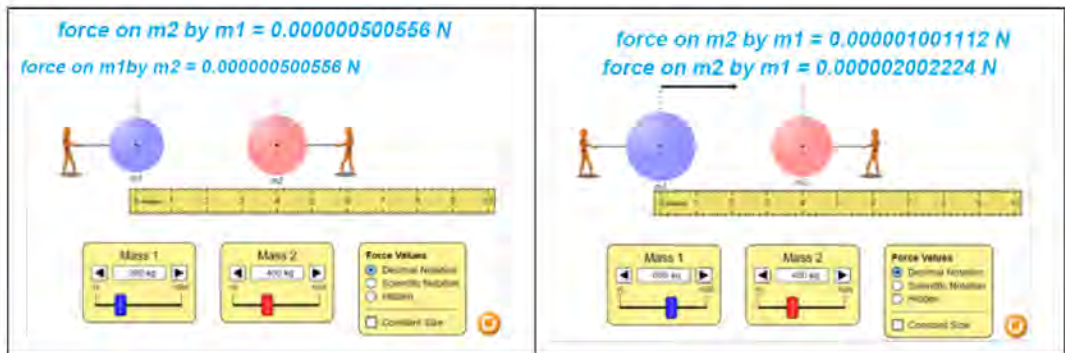


चित्र 7.4

विचार गरे । लामो अध्ययनपछि न्युटन सबै पिण्डहरूविच आकर्षण हुन्छ भन्ने निष्कर्षमा पुगे र उक्त आकर्षणलाई उनले गुरुत्वाकर्षण (gravitation) नामाकरण गरे । सन् 1687 मा उनले गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियम (universal law of gravitation) प्रतिपादन गरे ।

### क्रियाकलाप 7.1

दुई पिण्ड र ती पिण्डविचको दुरीको परिवर्तनले गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने अन्तरको हिसाब चित्र 7.5 मा इन्टरनेट प्रयोग गरी सिमुलेसन, जस्तै: PhET Interactive Simulations, द्वारा दुई पिण्डविचको 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](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 ।



चित्र 7.5 पिण्डमा गरिएको परिवर्तनअनुसार दुई वस्तुविचको गुरुत्वाकर्षण बलमा आउने अन्तर

(अ) दुरी स्थिर राखी पहिलो पटक एउटा गोलाको पिण्ड दोब्बर गर्दा र दोस्रो पटक दुवै गोलाको पिण्ड दोब्बर गर्दा

पिण्ड परिवर्तन पूर्व दुई पिण्डविचको बल ( $F_1$ )	पिण्ड परिवर्तनपश्चात्		दुई पिण्डविचको बल ( $F_2$ )	नतिजा
	पहिलो पिण्ड ( $m_1$ )	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 गोलाविचको 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 दुवै 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 गोलाविचको दुरी दुई गुणा वृद्धि गर्दा गुरुत्वाकर्षण बल चार गुणाले घटेको पाइन्छ। अर्थात् पिण्ड स्थिर राख्दा गुरुत्वाकर्षण बल दुई वस्तुविचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक (inversely proportional) देखिन्छ।

क्रियाकलाप 7.1 को निष्कर्षलाई न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियममा समेटिएको छ। यस नियमअनुसार ब्रह्माण्डमा रहेका कुनै पनि दुई वस्तुविच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल ती दुई वस्तुका पिण्डहरूको गुणनफलसँग समानुपातिक हुन्छ र ती दुई वस्तुविचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ।

मानौं 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 केन्द्रविचको दुरी  $d$  र ती दुई वस्तुविचमा उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल  $F$  छ। न्युटनको गुरुत्वाकर्षण नियमअनुसार ती दुई वस्तुविचको गुरुत्वाकर्षण बल ( $F$ ),



चित्र 7.6 दुईओटा पिण्ड

ती वस्तुको पिण्ड क्रमशः  $m_1$  र  $m_2$  को गुणनफलसँग समानुपातिक हुन्छ।

अर्थात्,  $F \propto m_1 m_2 \dots \dots \dots$  (i) र

ती वस्तुविचको दुरी ( $d$ ) को वर्ग ( $d^2$ ) सँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ।

अर्थात्,  $F \propto \frac{1}{d^2} \dots \dots \dots$  (ii)

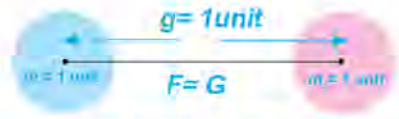
समीकरण (i) र (ii) लाई मिलाउँदा,

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \dots\dots\dots (iii)$$

समीकरण (iii) बाट कुनै दुई पिण्डविचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाव 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।

गुरुत्वाकर्षण अचर ( $G$ ), एक एकाइ दुरीमा राखिएका दुईओटा एकाइ पिण्डविच हुने गुरुत्वाकर्षण बलको मान हो।



चित्र 7.7  $G$  को परिभाषा

चित्र 7.7 मा देखाए भैं  $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$  र  $d = 1 \text{ m}$  हुँदा, हुन्छ।

$$F = \frac{G m_1 m_2}{d^2} = \frac{G \times 1 \times 1}{1^2} = G \text{ हुन्छ।}$$

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  $6.67 \times 10^{-11}$  निर्धारण भयो। यसको मान जुनसुकै पदार्थबाट बनेका दुईओटा पिण्ड तथा ती दुई पिण्डविच जुनसुकै माध्यम भएतापनि एउटै हुने भएकाले यसलाई विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षण अचर (universal gravitational constant) भनिन्छ। यसको एकाइ  $\text{N m}^2/\text{kg}^2$  हुन्छ।

### उदाहरण 7.1

पृथ्वीको पिण्ड  $5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$  र यसको अर्धव्यास  $6371 \text{ km}$  छ। पृथ्वी र यसको सतहमा रहेको  $1 \text{ kg}$  पिण्ड भएको फलामको गोलाविचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाव गर्नुहोस्।

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

$$\text{पृथ्वीको पिण्ड ( } m_1 \text{ )} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

पृथ्वीको सतहमा रहेको गोलाको पिण्ड ( $m_2$ ) = 1 kg

पृथ्वीको अर्धव्यास (R) = 6371 km = 6371 × 1000 m = 6.37 × 10<sup>6</sup> m

गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न प्रयोग हुने सूत्रअनुसार,

पृथ्वी र गोलाबिचको गुरुत्वाकर्षण बल,  $F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$

दिइएका मान प्रतिस्थापन गर्दा,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24} \times 1}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$\text{Or } F = \frac{6.67 \times 5.97 \times 10^{-11+24} \times 1}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$\text{Or } F = \frac{39.82 \times 10^{13} \times 1}{40.58 \times 10^{12}} = 0.986 \times 10^{13-12}$$

$$\text{Or } F = 0.981 \times 10 = 9.81 \text{ N}$$

$$\therefore F = 9.81 \text{ N}$$

पृथ्वी र यसको सतहमा रहेको 1 kg पिण्ड भएको फलामको गोला बिचको गुरुत्वाकर्षण बल हुन्छ।

## उदाहरण 7.2

पृथ्वी र चन्द्रमाको पिण्ड क्रमशः  $5.97 \times 10^{24}$  kg र  $7.34 \times 10^{22}$  kg छ। पृथ्वीबाट चन्द्रमाको दुरी  $3.84 \times 10^5$  km हुन्छ। पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस्।

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

पृथ्वीको पिण्ड ( $m_1$ ) =  $5.97 \times 10^{24}$  kg

चन्द्रमाको पिण्ड ( $m_2$ ) =  $7.34 \times 10^{22}$  kg

पृथ्वी र चन्द्रमा बिचको दुरी (d) =  $3.84 \times 10^5$  km =  $3.84 \times 10^8$  m

गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्न प्रयोग हुने सूत्रअनुसार,

$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$$

दिइएका मान प्रतिस्थापन गर्दा,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24} \times 7.34 \times 10^{22}}{(3.84 \times 10^8)^2}$$

$$\text{Or } F = \frac{6.67 \times 5.97 \times 7.34 \times 10^{-11+24+22}}{14.75 \times 10^{16}}$$

$$\text{Or } F = \frac{292.28 \times 10^{35} \times 10^{-16}}{14.745} = 19.82 \times 10^{35-16}$$

$$\therefore F = 19.82 \times 10^{19} \text{ N}$$

पृथ्वी र चन्द्रमा विचको गुरुत्वाकर्षण बल  $1.982 \times 10^{20} \text{ N}$  हुन्छ ।

### छलफलका लागि प्रश्न

उदाहरण 7.1 मा हिसाब गरिएअनुसार पृथ्वी र 1 kg पिण्ड भएको गोलाविचको गुरुत्वाकर्षण बल 9.8N हुन्छ । जुन दुवैमा 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  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$  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 । मानौं दुईओटा वस्तुहरू A र B को पिण्ड क्रमशः  $m_1$  र  $m_2$  छ । ती दुई वस्तुविचको दुरी d र सुरुको अवस्थामा हुने गुरुत्वाकर्षण बल  $F_1$  छ ।

$$F_1 = \frac{Gm_1m_2}{d^2} \dots\dots\dots (i)$$



जब एउटा वस्तुको पिण्ड दुई गुणा हुन्छ,	जब दुवै 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 $m_1 = 2 m_1, m_2 = 2 m_2$ 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 दुवै 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 $d = \frac{1}{d}$ राख्दा, $F' = \frac{Gm_1 m_2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 4 \frac{Gm_1 m_2}{d^2}$ $F' = 4F$	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  $\frac{1}{4}$  गुणाले घट्छ।

### गुरुत्वाकर्षण बलको परिणाम (Consequences of gravitational force)

केही गुरुत्वाकर्षण बलको परिणामबारे तल प्रस्तुत गरिएको छ :

- (अ) गुरुत्वाकर्षण बलले गर्दा सौर्यमण्डललगायत 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 भएतापनि महत्वपूर्ण हुन्छ। चन्द्रमाको गुरुत्वाकर्षणको प्रभाव समुद्रको पानीमा जमित्तमा भन्दा बढी देखिन्छ, यसको कारण ज्वारभाटा (tides) सिर्जना हुन्छ।

(इ) पृथ्वी र यसको सतहमा भएका वस्तुविचको गुरुत्वाकर्षण बलले वस्तुहरू सतहमा अडिएर रहेका हुन् । यदि कुनै वस्तु माथि फालिएमा उक्त वस्तु पुनः सतहमै परिकन्छ ।

## गुरुत्वबल (Gravity)

पृथ्वी तथा अन्य ग्रह तथा उपग्रहले आफ्ना नजिकका वस्तुलाई गुरुत्वाकर्षणका कारण आफ्नो केन्द्रतिर तानिरहेका हुन्छन् । उक्त ग्रह वा उपग्रहले लगाउने बललाई प्राय गुरुत्वबल भन्ने गरिन्छ । यसलाई वस्तुको तौल पनि भनिन्छ । न्युटनको गुरुत्वकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियमअनुसार ग्रहबाट उचाइ अर्थात् दुरी बढ्दै जाँदा गुरुत्वबल घट्छ र निश्चित दुरीमा नगण्य हुन्छ । त्यसकारण पृथ्वीलगायत अन्य ग्रह/उपग्रहहरूको निश्चित गुरुत्व क्षेत्र हुन्छ ।

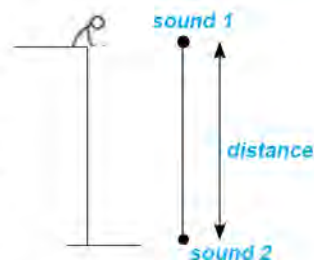
हामीले दैनिक जीवनमा पृथ्वीको गुरुत्वबलका थुप्रै असर अवलोकन गर्छौं । तीमध्ये केही असरहरू तल उल्लेख गरिएका छन् :

- (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, 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 विभिन्न उचाइ (जस्तै: भवनको पहिलो तला, दोस्रो तला) बाट खसाल्नुहोस् । यसरी ढुङ्गा खसाल्दा तलतिर बल नलाग्ने गरी केवल हातका औंलाहरू ढिलो गरी ढुङ्गालाई हातबाट छोड्नुहोस् र आवाजमाफत साथीलाई जानकारी गराई स्टप वाचद्वारा उक्त ढुङ्गा भुईँमा पुग्न 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 ठोक्किदाको गति (अन्तिम गति,  $v$ ) हिसाव गर्नुहोस् । यसरी हिसाव 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 हिसावका 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	.....	.....	$a_1= \dots$	$= \frac{a_1+a_2+a_3}{3}$	$v_1=\sqrt{(2ah_1)}$	.....
दोस्रो पटक	.....	.....	$a_2= \dots$		$v_2=\sqrt{(2ah_2)}$	
.....	.....	.....	.....		$v_3=\sqrt{(2ah_3)}$	

क्रियाकलाप 7.2 मा हातबाट छोडिएको वस्तु पृथ्वीको गुरुत्वबलले चालमा आउँछ र उक्त गुरुत्वबल चाल अर्धभरि 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 बिना कुनै अवरोध स्वतन्त्र रूपले खसिरहेका वस्तुमा गुरुत्व बलले गर्दा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ । क्रियाकलापमा 7.2 मा खसिरहेको ढुङ्गामा हावाको अवरोध नगण्य अर्थात् लगभग शून्य हुँदा त्यसमा उत्पन्न हुने प्रवेग  $9.8 \text{ m/s}^2$  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 प्रति वर्ग सेकेन्ड ( $\text{m/s}^2$ ) हुन्छ ।

### बिचारणीय प्रश्न

के गुरुत्व प्रवेग खसिरहेको वस्तुको पिण्डअनुसार फरक फरक हुन्छ ?

**क्रियाकलाप 7.3** एउटा सानो 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 नगण्य हुन्छ र तिनीहरू केवल गुरुत्वबलको असरले सँगसँगै पृथ्वीको केन्द्रतिर खस्छन् ।

चन्द्रमाको सतहमा वायुमण्डल नभएकाले त्यहाँ सबै वस्तुहरूबिना 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 ।



इसापूर्व 384 मा ग्रीसमा 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 लिनिड टावर अफ पिसा (Leaning tower of Pisa) बाट दुईओटा बलहरू सँगै खसाले र दुवै बलहरू सँगै भुँडमा पुगेको पाए । उनले स्वतन्त्र रूपले खस्दा सबै पिण्ड समान गुरुत्व प्रवेगले खस्ने निष्कर्ष निकाले । यो निष्कर्ष पछि प्वाँख र सिक्का प्रयोगबाट प्रमाणित भयो ।

### प्वाँख र सिक्काको प्रयोग (Feather and coin experiment)

चित्र 7.9 मा एउटा काँचको सिलिन्डरलाई हावा भिकने 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 भिकेर फेरि सिलिन्डरलाई उल्ट्याउँदा सिक्का र प्वाँख सँगसँगै खसेको देखिन्छ । पहिलो पटकमा



चित्र 7.9 प्वाँख र सिक्का प्रयोग

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 । जसले गर्दा सिक्काभन्दा प्वाँख ढिलो खस्छ । दोस्रो पटक सिलिन्डर भित्र हावा नहुँदा कुनै अवरोध नहुने भएकाले प्वाँख र सिक्का दुवैसँगै खस्छन् । हावाको अवरोध नहुँदा सबै वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ । अर्थात् 'g' को मान खासिरहेको वस्तुको पिण्डमा निर्भर हुँदैन ।

### गुरुत्व प्रवेगको हिसाब (Calculation of acceleration due to gravity)

मानौं, 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,

$$F = \frac{GMm}{R^2} \dots\dots\dots (i)$$

यस गुरुत्वबलले 'm' पिण्ड भएको वस्तुमा 'g' गुरुत्व प्रवेग उत्पन्न गराउँछ, भने न्युटनको चालसम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार,

$$F = mg \dots\dots\dots (ii)$$

समीकरण (i) र (ii) बाट,

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \dots\dots\dots (iii)$$

समीकरण (iii) अनुसार गुरुत्व प्रवेग ग्रहको पिण्ड 'M' र अर्धव्यास 'R' मा निर्भर हुन्छ । उक्त समीकरणमा खासिरहेको 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 दुवै स्थिर भएको अवस्थामा गुरुत्व प्रवेग ग्रह वा उपग्रहको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) हुन्छ, अर्थात्,

$$g \propto \frac{1}{R^2}$$

गुरुत्व प्रवेग ग्रह वा उपग्रहको पिण्ड र अर्धव्यास दुवैमा 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 ठूलो हुँदा पनि यसको गुरुत्व प्रवेगमा पर्ने असर  $\frac{319}{121} = 2.6$  गुणाले मात्र हुन्छ।

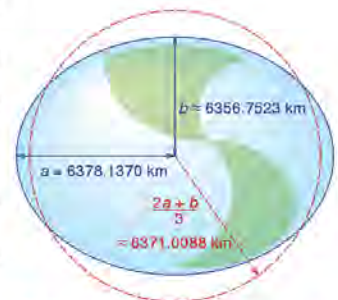
समीकरण (iii) मा पृथ्वीको पिण्डको मान  $5.972 \times 10^{24}$  र अर्धव्यासको मान  $6371 \text{ km}$  राख्दा,

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}}{(6.371 \times 10^6)^2} = \frac{39.8332 \times 10^{13}}{40.5896 \times 10^{12}} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

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 थिचिएको 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  $9.78 \text{ m/s}^2$  हुन्छ भने ध्रुवीय खण्डमा 'g' को मान  $9.83 \text{ m/s}^2$  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  $9.81 \text{ m/s}^2$  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 फ्याकिएका वस्तुको वेग  $9.81 \text{ m/s}$

को दरले प्रत्येक सेकेन्डमा घट्छ। उक्त वस्तुको गति शून्य भइसकेपछि, पुनः पृथ्वीमा नै फर्कन्छ।

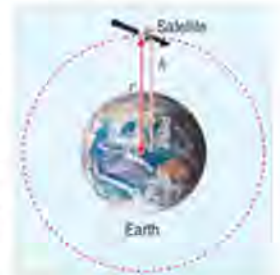
## उचाइ र गुरुत्व प्रवेग (Height and acceleration due to gravity)

**क्रियाकलाप 7.4** पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरी बढ्दै जाँदा हुने गुरुत्व प्रवेगको तुलना

 <p>चित्र 7.11 पृथ्वीको केन्द्रबाट विभिन्न दुरी</p>	<p>पृथ्वीको केन्द्र बाटको दुरी (d)</p>	$d = 2R$	$d = 3R$	$d = 4R$
	<p>गुरुत्व प्रवेग <math>g_1 = \frac{GM}{d^2}</math></p>	$g = \frac{319}{121} = \frac{319}{121}$ $= \frac{1}{4} \times 9.8 = 2.45 \text{ m/s}^2$	.....	.....

चित्र 7.11 मा देखाइएको पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरी  $d = R$  हुँदा गुरुत्व प्रवेगको मान,  $g_1 = \frac{GM}{d^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$  हुन्छ। उक्त चित्रमा पृथ्वीको केन्द्रबाटका अन्य दुरी  $d = 2R, 3R, 4R$  पनि देखाइएका छन्। चित्रसंगैको 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। मानौं, 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  $5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$  र यसको अर्धव्यास  $6371 \text{ km}$  छ। पृथ्वीको सतह बाट  $400 \text{ km}$  को उचाइमा रहेको अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रमा हुने गुरुत्व प्रवेग

हिसाव गर्नुहोस् :

प्रश्नमा दिइएको जानकारी अनुसार,

पृथ्वीको पिण्ड (M) =  $5.97 \times 10^{24}$  kg

पृथ्वीको अर्धव्यास (R) = 6371 km = 6371000 m

पृथ्वीको सतहबाट अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रको उचाइ (h) = 400 km = 400000 m

उक्त उचाइमा हुने गुरुत्व प्रवेग,

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$\text{or, } g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.371000 + 400000)^2}$$

$$\text{or, } g = \frac{39.82 \times 10^{13}}{(6771000)^2} = \frac{39.82 \times 10^{13}}{4.60 \times 10^{13}}$$

$$\therefore g_1 = 8.66 \text{ m/s}^2$$

तसर्थ 400 km को उचाइमा रहेको अन्तर्राष्ट्रिय अन्तरिक्ष केन्द्रमा हुने गुरुत्व प्रवेग  $8.66 \text{ m/s}^2$  हुन्छ।

पृथ्वीको केन्द्रबाट पहाडको टुप्पोको दुरी पहाडको फेदको दुरी (अर्धव्यास, R) भन्दा बढी हुनेहुँदा 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,  $d = R + h = 6371 \times 1000 \text{ m} + 8848.86 \text{ m} = 6379848.86 \text{ m}$  हुन्छ।

यस मानलाई  $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$  मा राख्दा,

$$g_1 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.379848.86)^2} = \frac{39.82 \times 10^{13}}{4.07 \times 10^{13}} = 9.78 \text{ m/s}^2$$

सगरमाथाको उचाइमा गुरुत्व प्रवेगको मान पृथ्वीको सतहको भन्दा केवल  $0.03 \text{ m/s}^2$  ( $9.81 - 9.78 = 0.03$ ) कम हुन्छ। तसर्थ पृथ्वीको केन्द्रबाटको दुरीमा हुने सानो परिवर्तन (जस्तै:  $R + h = 6371 \text{ km} + 8.85 \text{ km} = 6379.85 \text{ km}$ ) का लागि गुरुत्व प्रवेग पनि निकै सानो मानले परिवर्तन हुन्छ।



### उदाहरण 7.4

पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान  $9.8 \text{ m/s}^2$  हुन्छ । चन्द्रमाको पिण्ड  $7.35 \times 10^{22} \text{ Kg}$  र यसको अर्धव्यास  $1.74 \times 10^6 \text{ m}$  छ भने चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ? पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेग र चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेगबिच तुलना गर्नुहोस् ।

प्रश्नमा दिइएका जानकारी अनुसार,

पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान,  $g_e = 9.8 \text{ m/s}^2$

गुरुत्व प्रवेग हिसाब गर्ने सूत्रानुसार चन्द्रमामा हुने गुरुत्व प्रवेग

$$g_m = \frac{GM_m}{R^2_e}$$
$$g_m = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.35 \times 10^{22}}{(1.74 \times 10^6)^2}$$
$$g_m = 1.62 \text{ m/s}^2$$

पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेग र चन्द्रमामा हुने गुरुत्व प्रवेगको अनुपात लिंदा,

$$= \frac{g_e}{g_m} = \frac{9.8}{1.62} = 6.05$$

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 पर्दाथको मात्रा उक्त वस्तुको पिण्ड हो । यो स्केलर परिमाण हो । यसको SI एकाइ किलोग्राम (kg) हो । एउटा 1 kg फलामको ढक्लाई 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 ।

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 ।



चित्र 7.13: स्प्रिङ तराजुद्वारा तौलको मापन

पृथ्वीको गुरुत्वबलले 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 । जसले 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 दुरिसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ, अर्थात्,  $g \propto \frac{1}{R^2}$  हुन्छ। त्यस्तै तौल ( $W$ )  $\propto$  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। जसले गर्दा कुनै पिण्डको तौल क्रमशः पृथ्वी र चन्द्रमामा मापन गर्दा, चन्द्रमामा हुने तौल पृथ्वीमा हुने तौलभन्दा भन्डै 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 उपग्रहविच 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 हिसाव गर्नुहोस् । (चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग  $g = 1.63 \text{ m/s}^2$  )

प्रश्नमा दिइएका जानकारीअनुसार,

$$\text{मानिसले पृथ्वीमा उचाल्न सक्ने पिण्ड (M) = 100 kg}$$

$$\text{पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग (g) = 9.8 m/s}^2$$

$$\text{चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग (g')} = 1.63 \text{ m/s}^2$$

$$\text{मानिसले चन्द्रमामा उचाल्न सक्ने पिण्ड (m) = ?}$$

मानिसका मांसपेशीले गुरुत्वबल विरुद्ध लगाउन सक्ने बल क्षमता पृथ्वी र चन्द्रमामा समान हुन्छ ।

$$\text{चन्द्रमामा उचाल्न सक्ने तौल} = \text{पृथ्वीमा उचाल्न सक्ने तौल}$$

$$\text{Or } m \times g' = M \times g$$

$$\text{Or } m = \frac{m \times g}{g'} = \frac{100 \times 9.8}{1.63}$$

$$\therefore m = 601.23 \text{ kg}$$

तसर्थ पृथ्वीमा 100 kg पिण्ड उचाल्न सक्ने मानिसले चन्द्रमाको सतहमा 601 kg उचाल्न सक्छ ।

### स्वतन्त्र खसाइ (Free fall)

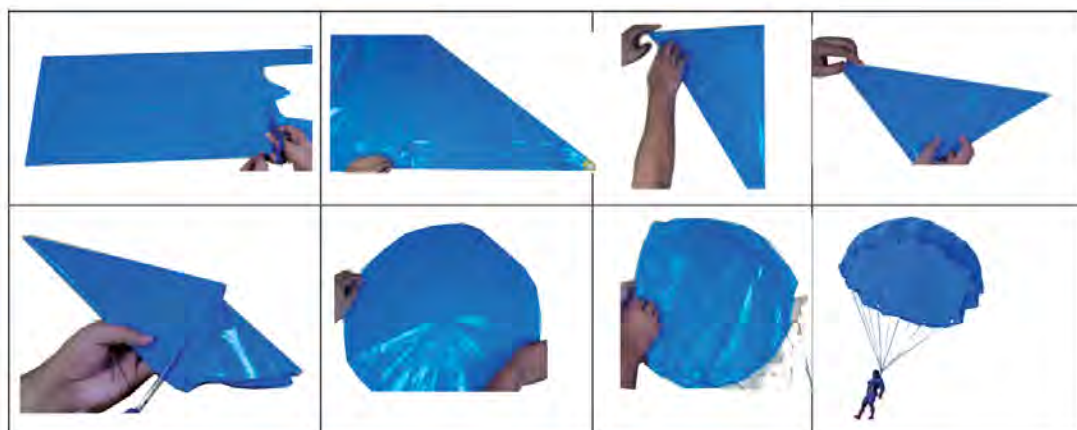
क्रियाकलाप 7.3 मा गरेको अवलोकनअनुसार एउटा कागजको पाना र ढुङ्गाको खसाइमध्ये ढुङ्गामा हावाको अवरोध नगण्य हुँदा त्यसलाई स्वतन्त्र रूपले खसे जस्तै मान्न सकिन्छ । त्यस्तो अवस्थामा ढुङ्गाको प्रवेग पृथ्वीमा हुने गुरुत्व प्रवेग ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ) बराबर हुन्छ । यसरी कुनै अवरोधविना केवल गुरुत्व बलको प्रभावमा खसिरहेको वस्तुको खसाइ स्वतन्त्र खसाइ हो । स्वतन्त्र खसाइमा वस्तुको प्रवेग गुरुत्व प्रवेग (g) सँग बराबर हुन्छ ।

पृथ्वीको वायुमण्डल भएर खस्ने वस्तुको वनावटअनुसार 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

कैची, पातलो प्लास्टिक र धागो लिनुहोस् । प्लास्टिकलाई चित्र 7.16 मा देखाइएअनुसार विभिन्न चरणमा पट्याएर वृत्ताकार हुने गरी काट्नुहोस् । 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 ?



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 । जसले गर्दा प्यारासुटसहित मानिसको गति निरन्तर बढ्दा उक्त मानिस तीव्र गतिले सतहमा वजारिन्छ । 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 ।

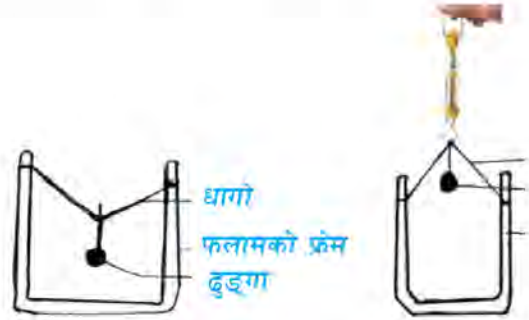
चित्र 7.17 मा देखाइए जस्तै हावाद्वारा छरिने विउमा भुवा तथा ससाना पङ्खा जस्ता संरचना हुन्छन् । तिनले एउटा सानो प्यारासुटको काम गरिरहेका हुन्छन् । यस किसिमका विउ छरिदा हावाको अवरोधले घुम्दै भर्ने र केही समय हावामा रहन्छन् । जसले गर्दा विउ टाढासम्म छरिन्छन् । तसर्थ वायुमण्डलीय अवरोधले हावाद्वारा विउ छरिने बोटविरुवा जस्तै सिमल, साल, आदिका विउ 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 विचमा एउटा ढुङ्गालाई पनि बाँध्नुहोस् । चित्रमा देखाइए जस्तै स्पिड ब्यालेन्सको अङ्कुस (Hook) लाई ढुङ्गा बाँधेको ठाउँमा अड्याएर समग्र फ्रेमलाई उचाल्नुहोस् । स्पिड ब्यालेन्सले देखाउने तौल कति हुन्छ ? त्यसपछि फ्रेमलाई हातबाट

छोड्नुहोस् र फ्रेमसँगैको डोरीमा बाँधिएको ढुङ्गाको अवस्था र स्पिड ब्यालेन्सको रिडिङ अवलोकन गर्नुहोस् । यो क्रियाकलाप गर्दा स्पिडब्यालेन्सको सुरक्षाका लागि भुइँमा फोम वा कार्टुन बिच्छ्याउनुहोस् । सम्भव भए खस्दै गरेको स्पिड ब्यालेन्सको भिडियो खिची पज (pause) गरी अवलोकन गर्नुहोस् ।

यस क्रियाकलापमा जब फ्रेमलाई हातबाट छोडिन्छ, त्यसपछि स्पिडब्यालेन्स, ढुङ्गा र फलामको फ्रेम एउटै गतिले तलतिर खस्छन् । ढुङ्गा बाँधिएको डोरी लचिलो हुने गरी बाँधिएको भएतापनि तलतिर लचिक्दै न । जसले गर्दा ढुङ्गा हावामा उडेको जस्तो देखिन्छ । यो स्वतन्त्र खसाइले सम्भव हुन्छ । स्पिड ब्यालेन्स र फ्रेम दुवै



चित्र 7.18 स्वतन्त्र खसाइको अवलोकन

स्वतन्त्र खसाइको अवस्थामा हुने भएकाले स्पिडब्यालेन्सको स्पिडमा तलतिर बल लाग्दैन र उक्त स्पिड खुम्चिएर शून्य तौल भएको अवस्थामा फर्किन्छ । यसरी स्वतन्त्र खसाइमा रहेका वस्तुको तौल शून्य हुन्छ । जसलाई तौल विहीनता (Weightlessness) भनिन्छ । पृथ्वीको परिभ्रमण गर्ने कृत्रिम उपग्रहहरू तथा अन्तरिक्ष केन्द्रभित्रका अन्तरिक्ष यात्री स्वतन्त्र खसाइको अवस्थामा हुन्छन् । यस्तो अवस्थामा यान भित्रका यात्रुले तौल विहीनताको अनुभव गर्छन् ।

## स्वतन्त्र खसाइका लागि चालसम्बन्धी समीकरणहरू (Equation of motion for free fall)

क्रियाकलाप 7.2 मा हिसाब गरेर स्वतन्त्र रूपले खिसरहेको ढुङ्गाको अन्तिम गति, तथा प्रवेग हिसाब गर्न गतिसम्बन्धी समीकरणको प्रयोग गरिएको छ । यसरी स्वतन्त्ररूपमा 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 माथि तिर फालिएको भएमा गुरुत्व प्रवेगको मान ऋणात्मक हुन्छ। किनकि यस्तो अवस्थामा उत्पन्न हुने प्रवेग गतिको विपरित 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।  
( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

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 ( $g$ ) =  $9.8 \text{ m/s}^2$

गतिसम्बन्धी समीकरण प्रयोग गर्दा, पानीको सतहबाट पुलको उचाइ

$$\text{Or } h = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{Or } h = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2$$

$$\text{Or } h = 19.6 \text{ m}$$

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<sup>2</sup>

गतिसम्बन्धी समीकरण प्रयोग गर्दा

बलको सुरुको गतिका लागि

$$0 = u^2 + 2gh$$

$$\text{Or } 0 = u^2 + 2 \times -9.8 \times 30$$

$$\text{Or } u^2 = 588$$

$$u = \sqrt{588} = 24.25 \text{ m/s}$$

बललाई अधिकतम उचाइमा पुग्न लाग्ने समयका लागि

$$v = u + at$$

$$\text{Or } 0 = 24.25 - 9.8 \times t$$

$$\text{Or } t = \frac{24.25}{9.8}$$

$$t = 2.47 \text{ s}$$

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 उचाइ बाट 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)  $F \propto \frac{1}{d}$

(आ)  $F \propto d^2$

(इ)  $F \propto \frac{1}{d^2}$

(ई)  $F \propto d$

(ख) कुनै दुईओटा वस्तुमध्ये दुवैको 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 गहिरोमा 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 ।

- (ड) तलका मध्ये कुन स्थानमा तपाईंको तौल मापन गर्दा सबैभन्दा बढी तौल हुन्छ ?
- (अ) सगरमाथाको चुचुरो (आ) भापाको केचनाकवल
- (इ) अर्पी 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 दुवै पिण्ड र अर्धव्यास क्रमशः पृथ्वीको पिण्ड र अर्धव्यासको दुई दुई गुणा छन् भने उक्त पिण्डमा हुने गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ?
- (अ)  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  (आ)  $4.9 \text{ ms}^{-2}$
- (इ)  $19.6 \text{ ms}^{-2}$  (ई)  $10 \text{ ms}^{-2}$
- (ज) पृथ्वीमा 750 N तौल भएको मानिसको चन्द्रमा हुने तौल कति हुन्छ ? (चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग =  $1.63 \text{ m/s}^2$ )
- (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)  $W_2 > W_3 > W_1$

(ज) 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 सम्भवना बढी हुन्छ ।

(ग) वृहस्पतिको 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 संगै भुँडमा 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) रोटेपिण्डमा तल भर्दा सिरिङ्ग 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 दुवैको पिण्ड दुई दुई गुणा बढाउँदा र ती वस्तुविचको दुरी 4 गुणा घटाउँदा ती दुई वस्तुविचको 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  $9.8 \text{ m/s}^2$  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 खाँद न सकियो भने यसको गुरुत्व प्रवेगमा के असर पर्छ । गणितीय रूपमा व्यक्त गर्नुहोस् ।
- (घ) बाहिरी अन्तरिक्षमा एउटा 1 kg को वस्तुमा हुने गुरुत्व प्रवेग  $2 \text{ m/s}^2$  छ । उक्त स्थामा 10 kg को वस्तुमा हुने गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ? तर्कसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।
- (ङ) 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 गुड्रै गरेको वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग उक्त वस्तुको पिण्डसंग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ, तर पृथ्वीको सतहतिर खाँसिरहेको 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 केन्द्रविचको दुरी 5 m छ भने तिनीहरू विचमा गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् । Ans:  $2.134 \times 10^{-9} \text{ N}$
- (ख) चित्रमा देखाइएका दुई पिण्डविचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाब गर्नुहोस् ।  
Ans:  $3.14 \times 10^{-11} \text{ N}$
- (ग) सूर्यको पिण्ड  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$  र बृहस्पतिको पिण्ड  $1.9 \times 10^{27} \text{ kg}$

- छ। यदि सूर्य र बृहस्पतिविचको दुरी  $1.8 \times 10^8$  km छ भने सूर्य र बृहस्पतिविचको गुरुत्वाकर्षण बल हिसाव गर्नुहोस् । Ans:  $4.17 \times 10^{23}$  N
- (घ) पृथ्वी र चन्द्रमा विचको गुरुत्वाकर्षण बल  $2.01 \times 10^{20}$  N छ । यदि यी दुई पिण्डको दुरी  $3.84 \times 10^5$  km छ र पृथ्वीको पिण्ड  $5.972 \times 10^{24}$  kg छ भने चन्द्रमाको पिण्ड हिसाव गर्नुहोस् ।  
Ans:  $7.34 \times 10^{22}$ kg
- (ङ) पृथ्वी र सूर्यविचको गुरुत्वाकर्षण बल  $3.54 \times 10^{22}$  N छ । यदि पृथ्वी र सूर्यको पिण्ड क्रमशः  $5.972 \times 10^{24}$  kg र  $2 \times 10^{30}$  kg छ भने यी दुईविचको दुरी कति हुन्छ ?  
Ans:  $1.5 \times 10^{11}$  m
- (च) चन्द्रमाको पिण्ड  $7.342 \times 10^{22}$  kg छ । पृथ्वी र चन्द्रमाविचको औसत दुरी 384400 km छ भने चन्द्रमाले पृथ्वीको प्रति किलोग्राम पानीमा लगाउने बल हिसाव गर्नुहोस् ।  
Ans:  $3.314 \times 10^{-5}$  N
- (छ) चन्द्रमाको पिण्ड  $7.342 \times 10^{22}$  kg र अर्धव्यास 1737 km छ भने यसको गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ? Ans:  $1.63$  m/s<sup>2</sup>
- (ज) पृथ्वीको पिण्ड  $5.972 \times 10^{24}$  kg र चन्द्रमाको व्यास 3474 km छ । यदि पृथ्वीलाई खाँदिर चन्द्रमा जत्रो पारियो भने नयाँ बन्ने पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग वास्तविक पृथ्वीको भन्दा कति गुणा परिवर्तन हुन्छ ? Ans: 13.47
- (झ) मङ्गल ग्रहको पिण्ड  $6.4 \times 10^{23}$  kg र अर्धव्यास 3389 km छ भने यसको गुरुत्व प्रवेग हिसाव गर्नुहोस् । मङ्गल ग्रहको सतहमा 200 kg को वस्तुको तौल कति हुन्छ ?  
Ans:  $3.75$  m/s<sup>2</sup> , 750 N
- (ञ) पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग  $9.8$  m/s<sup>2</sup> हुन्छ । यदि बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको पिण्डको 319 गुणा छ र यसको अर्धव्यास पृथ्वीको भन्दा 11 गुणा छ भने बृहस्पतिमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाव गर्नुहोस् । उक्त ग्रहमा 100 kg पिण्डको तौल कति हुन्छ ? Ans:  $25.83$  m/s<sup>2</sup> , 2583 N
- (ट) पृथ्वीको पिण्ड  $5.972 \times 10^{24}$  kg र यसको अर्धव्यास 6371 km छ । संगैको चित्रमा देखाइएको कृत्रिम भूउपग्रहको उचाइमा हुने गुरुत्व प्रवेग हिसाव गर्नुहोस् । Ans:  $0.56$  m/s<sup>2</sup>

- (ठ) पृथ्वीको पिण्ड  $5.972 \times 10^{24}$  kg र यसको अर्धव्यास 6371 km छ । पृथ्वीको समुद्री सतहबाट सगरमाथाको उचाइ 8848.86 m छ भने सगरमाथाको चुचुरोमा 10 kg पिण्डको तौल हिसाव गर्नुहोस् ।

Ans: 97.87 N

- (ड) मङ्गल ग्रहमा गुरुत्व प्रवेग  $3.75 \text{ m/s}^2$  हुन्छ । पृथ्वीमा 100 kg पिण्ड उचाल्न सक्ने भारतोलकले मङ्गल ग्रहमा कति पिण्ड उचाल्न सक्छ ?

Ans: 261.33 kg

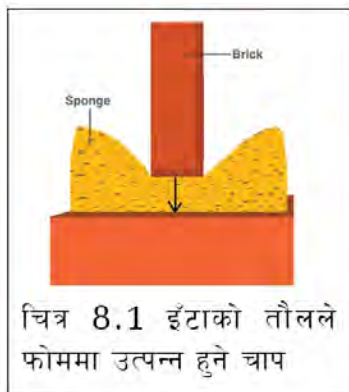
- (ढ) एउटा नदी माथिको पुलबाट पानीमा ढुङ्गा खसाल्दा 2.5 सेकेन्डपछि उक्त ढुङ्गा पानीको सतहमा ठोक्किएको आवाज सुनियो भने पानीको सतहबाट पुलको उचाइ हिसाव गर्नुहोस् । ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) Ans: 30.62 m

- (ण) एउटा ढुङ्गालाई 15 m को उचाइबाट खसाल्दा उक्त ढुङ्गालाई जमिनमा पुग्न कति समय लाग्छ ? उक्त ढुङ्गा जमिनमा ठोक्कदाको गति हिसाव 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



## चाप (Pressure)



चित्र 8.1 ईँटाको तौलले फोममा उत्पन्न हुने चाप



चित्र 8.2 पानीले पाइपको भित्तामा दिने चाप



चित्र 8.3 हावाले पोस्टकार्डमा दिने चाप

माथिका चित्रमा ठोस, तरल तथा ग्याँसले वस्तुमा दिने चाप प्रस्तुत गरिएको छ । चित्र 8.1 मा एउटा ईँटालाई फोममा राख्दा यसले फोमको सतहमा चाप उत्पन्न गराउँछ । ठोसले तिनीहरूको तौलका कारण सतहमा चाप दिन्छन् । चित्र 8.2 मा पाइपको भित्ताले पानीको चाप थेंगन नसक्दा पाइप फुटेको हो । पाइप फुट्दा पानी दायाँ र बायाँ दुवैतिर उच्च चापका साथ बाहिर निस्किएको छ । त्यस्तै चित्र 8.3 मा हावाको चापले पोस्टकार्डलाई तल खस्न नदिएर माथि धकेलेको देखाइएको छ । तरल तथा ग्याँस 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 प्रति एकाइ सतहमा लाग्ने थ्रस्टलाई चाप (pressure) भनिन्छ । चापको SI एकाइ पास्कल (pascal) अर्थात् न्युटन प्रति वर्गमिटर ( $N/m^2$ ) हो ।

तरल र ग्याँस सजिलै बग्न र बहन सक्ने पदार्थ भएकाले तिनलाई फ्लुइड (fluid) भनिन्छ । ठोसले जस्तै फ्लुइडले पनि वस्तुमा चाप दिन्छ तर फ्लुइडले दिने चाप केवल त्यसलाई राखिएको भाँडाको पिँधमा मात्र नभई उक्त भाँडाको सबै भित्तामा लाग्छ ।



चित्र 8.4 पानीमा राखिएको बेलुन



चित्र 8.5 हावामा हाइड्रोजन बेलुन

कुनै वस्तुलाई फ्लुडमा राख्दा फ्लुडले उक्त 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 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 ग्याँसमा 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 ग्याँसमा अणु चल्न सक्ने भएकाले बन्द भाँडामा राखिएको फ्लुड (fluid) मा चाप प्रसारण हुन्छ ।

### क्रियाकलाप 8.1 फ्लुड (fluid) मा हुने चापको प्रसारण



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 ?

यस क्रियाकलापमा पानी भरिएको सिरिन्जको पिस्टनमा बल लगाएरभित्र धकेल्न खोज्दाभित्र सदैम अर्थात् सिरिन्जमा भएको पानीलाई खाँदैन सकिँदैन । तर हावा भरिएको सिरिन्जमा पिस्टनलाई केहीभित्र धकेल्दा त्यसमा भएको हावा खाँदिन्छ र त्यसपछि

उक्त सिरिन्जमा पनि पानी भरिएको सिरिन्जमा जस्तै पिस्टनलाई भित्र धकेल्न गाह्रो हुन्छ । तरल पदार्थका अणुविचको खाली ठाउँ (intermolecular space) एकदमै कम हुन्छ । चित्र 8.7 मा देखाइए जस्तै बाहिरी चापले तरलका अणुलाई नजिक नजिक सान



चित्र 8.8 फ्लुइड (fluid) मा हुने चापको प्रसारण

सकिदैन । तसर्थ चापले बन्द भाँडामा रहेको तरललाई खाँदैन 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 ड्रपरलाई थिच्दा उत्पन्न हुने चाप प्रसारण भई त्यसको मुखवाट औषधी बाहिर निस्केको देखाइएको छ । तर ग्याँसमा अणुविचको खाली ठाउँ तरलको तुलनामा ठुलो हुन्छ । बाहिरी चापले तिनलाई खाँदैन आयतन घटाउन सकिन्छ । तसर्थ खाँदिएको ग्याँसमा पनि चापको प्रसारण हुन्छ तर तरलको जति प्रभावकारी हुँदैन ।

चित्र 8.8b मा देखाइएको बेलुनमा खाँदिएको हावामा हातले बल लगाउँदा उत्पन्न चाप प्रसारण भएको देखाइएको छ । तसर्थ तरलको जस्तै ग्याँसमा चाप प्रसारणका लागि तिनलाई सुरुमा प्रयाप्त मात्रामा खाँदनु पर्छ ।

### पास्कलको नियम (Pascal's law)

#### क्रियाकलाप 8.2

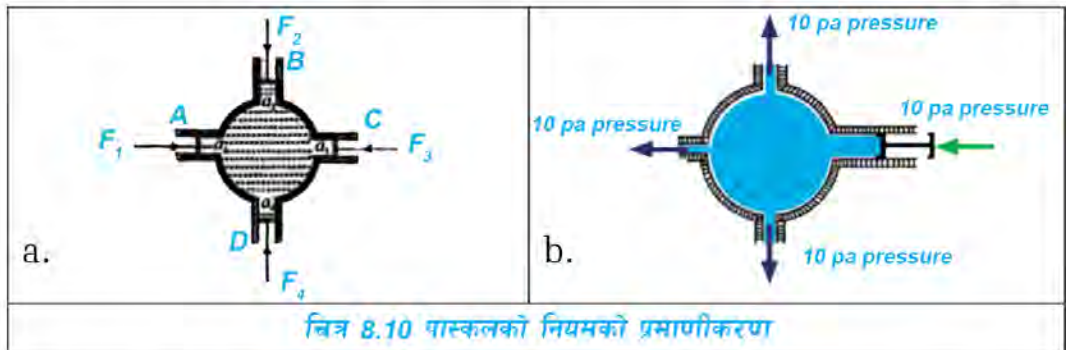
एउटा पोलिथिन भोला (polythene bag) मा पानी भरिनुहोस् । चित्र 8.9 मा देखाइए जस्तै उक्त भोलाको माथिबाट मुठीले कसेर त्यसको वरिपरि पिनले मसिना प्वाल पार्नुहोस् । ती प्वालबाट बाहिर आउने पानी अवलोकन गर्नुहोस् । के सबैतिरका प्वालबाट पानी एकनासले बाहिर आउँछ ? पोलिथिन भोलामा पानी घट्टै जाँदा पुनः मुठी तलतिर सारेर कस्नुहोस् ।



चित्र 8.9 बन्द पोलिथिन भोलामा भरिएको पानीमा चापको प्रसारण

माथिका क्रियाकलापमा मुठी कस्दा पोलिथिन भोलाको माथिल्लो भागमा रहेको पानीमा उत्पन्न हुने चाप पानी हुँदै उक्त भोलाको भित्ताभरि प्रसारण हुन्छ । जसले गर्दा सबै प्वालबाट भोलाको सतहमा लम्ब हुने गरी पानीका फोहरा बाहिर निस्कन्छन् । यहाँ बन्द पोलिथिन भोलामा 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 बिन्दुमा 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 । मानौं 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 सदै 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)

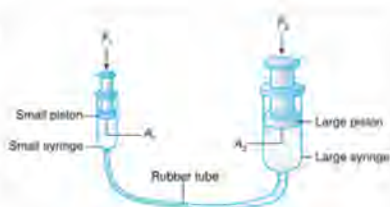
पास्कलको नियममा आधारित भएर विभिन्न किसिमका हाइड्रोलिक मेसिन जस्तै हाइड्रोलिक ब्रेक (hydraulic brake), हाइड्रोलिक लिफ्ट (hydraulic lift), हाइड्रोलिक प्रेस (hydraulic press) आदि निर्माण गरिन्छन् ।

### हाइड्रोलिक मेसिन (Hydraulic machine)

#### क्रियाकलाप 8.3 हाइड्रोलिक मेसिन (hydraulic machine) को नमुना निर्माण

दुईओटा फरक फरक मोटाइ भएका सिरिन्ज, स्लाइन पाइप, र पानी लिनुहोस् । चित्र 8.11 मा देखाइए जस्तै दुवै सिरिन्जका मुख स्लाइन पाइपले जोड्नुहोस् । एउटा

सिरिन्जको पिस्टनलाई बाहिर भिकेर त्यसमा पानी भर्नुहोस् । पानी भर्दा सिरिन्जको व्यारलमा पिस्टनलाई बाहिरतिर सने 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 ? ठूलो पिस्टन माथि राखिएको तौललाई बढाउँदै जाँदा उक्त तौल सानो पिस्टनमा राखेको तौलले उचाल्न सकिने अधिकतम तौल बराबर पुगे मा दुवैपिस्टन सन्तुलित अवस्थामा रहन्छन् । यस क्रियाकलापमा उक्त तौल कति हुन्छ ? तलको जस्तै तालिका बनाएर तथ्याङ्क सङ्कलन गर्न सकिन्छ ।



चित्र 8.11 हाइड्रोलिक मेसिनको तमुना निर्माण

सानो पिस्टनको माथि राखिएको तौल ( $F_1$ )	ठूलो पिस्टन माथि 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



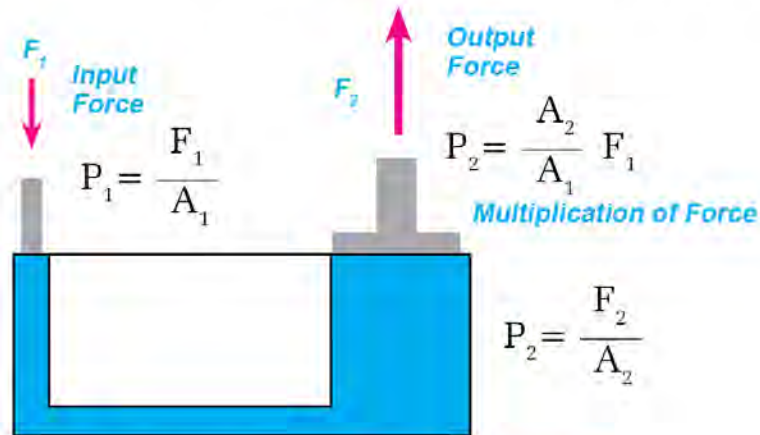
चित्र 8.12

माथिका क्रियाकलाप 8.3 मा जस्तै चित्रमा देखाइएका काला रडका मसिना लचकदार पाइपमा भरिएको तरल पदार्थलाई पिस्टनमार्फत धकेलिन्छ । जसले गर्दा चालकले सानो पिस्टनबाट लगाउने बल वृद्धि भई जमिन खनिन्छ ।

### 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 ठूलो पिस्टनको

क्रससेक्सनल क्षेत्रफल (cross-sectional area) क्रमशः  $A_1$  र  $A_2$  छ । त्यस्तै सानो पिस्टनमा भित्रतिर लगाइएको बल ( $F_1$ ) ले गर्दा ठूलो 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 खाँदैन 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 ( $P_1$ ) = ठूलो पिस्टनको सतहमा उत्पन्न चाप ( $P_2$ )

Or 
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = F_1 \left( \frac{A_2}{A_1} \right) \dots\dots\dots(i)$$

समीकरण (i) बाट ठूलो पिस्टनमा लाग्ने बल ( $F_2$ ), ठूलो पिस्टन र सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफलको अनुपात ( $\frac{A_2}{A_1}$ ) को  $F_1$  गुणा हुन्छ । उक्त समीकरणको गुणाङ्क (factor), ( $\frac{A_2}{A_1}$ ) मा ठूलो सङ्ख्यालाई सानो सङ्ख्याले भाग गरिएको हुनाले भागफल जहिले पनि 1 भन्दा ठूलो हुन्छ । जसले गर्दा  $F_2$  पनि  $F_1$  भन्दा ठूलो हुन्छ । उदाहरणका लागि यदि ठूलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफलको दुई गुणा ( $\frac{A_2}{A_1} = 2$ ) छ भने उक्त मेसिनको सानो पिस्टनमा लगाइएको बल ठूलो 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 मा दन्त चिकित्सक (dentist) ले उपचारका क्रममा कुर्सीमा रहेको विरामीको 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 विरामी माथितिर उचालिन्छ । त्यस्तै चित्र 8.15 मा कार उचाल्न प्रयोग हुने हाइड्रोलिक कार लिफ्ट देखाइएको छ । उक्त लिफ्टको सानो सिलिन्डरमा भएको तेललाई कम्प्रेसर (compressor) द्वारा खाँदिएको हावाले 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 क्रमशः  $0.25 \text{ m}^2$  र  $5 \text{ m}^2$  रहेको छ । उक्त लिफ्टको प्रयोग गरी  $1200 \text{ kg}$  को कारलाई उचाल्न आवश्यक बल हिसाव गर्नुहोस् ।

समाधान : प्रश्नमा दिइएअनुसार,

सानो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल =  $0.25 \text{ m}^2$

ठुलो पिस्टनको क्रससेक्सनल क्षेत्रफल =  $5 \text{ m}^2$

ठुलो पिस्टनमा माथितिर बल लगाएर उचालिएको कारको पिण्ड (m) =  $1200 \text{ kg}$

अर्थात् ठुलो पिस्टनमा माथितिर लाग्ने बल ( $F_2$ ) = कारको तौल

(W) =  $mg = 1200 \times 9.8 = 11760 \text{ N}$

सानो पिस्टनमा लगाइएको बल ( $F_1$ )

पास्कलको नियमअनुसार,

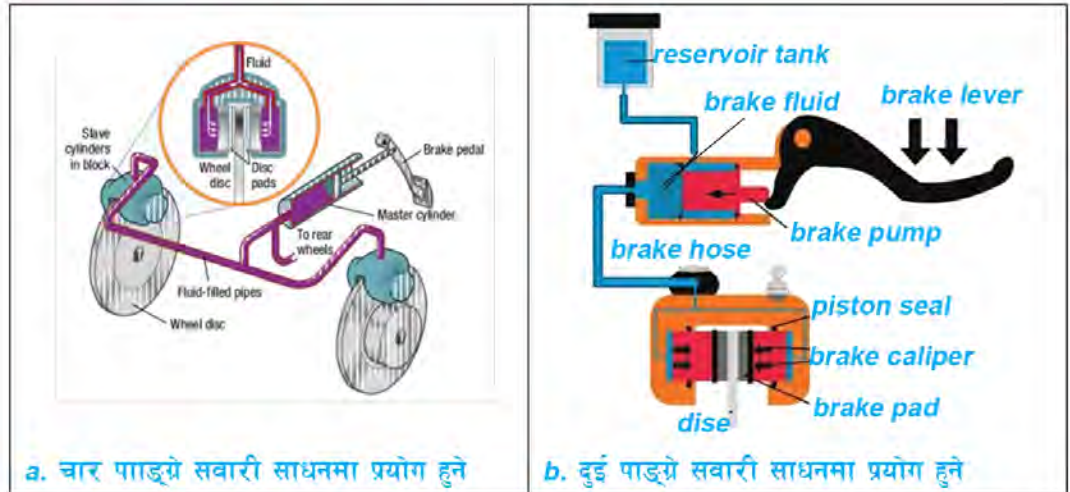
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\text{Or } F_1 = F_2 \times \frac{A_1}{A_2} = 11760 \times \frac{0.25}{5}$$

$$F_1 = 588 \text{ N}$$

दिइएको लिफ्टको प्रयोग गरी  $1200 \text{ kg}$  को कारलाई उचाल्न  $588 \text{ N}$  बल आवश्यक पर्छ।

(आ) हाइड्रोलिक ब्रेक (hydraulic brake)



a. चार पाङ्ग्रे सवारी साधनमा प्रयोग हुने

b. दुई पाङ्ग्रे सवारी साधनमा प्रयोग हुने

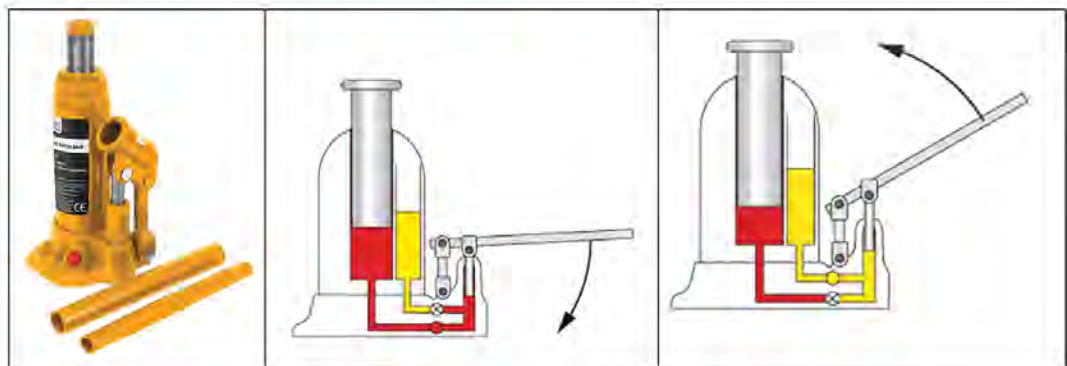
चित्र 8.16 हाइड्रोलिक ब्रेक प्रणाली



हाइड्रोलिक ब्रेक प्रणालीमा मास्टर सिलिन्डर (master cylinder) र ब्रेक सिलिन्डर (brake cylinder) जोडिएको पाइपमा एक विशेष किसिमको ब्रेक तेल (brake oil) भरिएको हुन्छ । ती दुवै सिलिन्डरमा हावा नछिर्ने (airtight) गरी पिस्टन जडान गरिन्छ । चित्र 8.16a मा देखाइए जस्तै चार पाइप्रे सवारी साधनमा मास्टर सिलिन्डर को पिस्टनलाई चालकको खुट्टा रहने भागमा अवस्थित ब्रेक पेडलसंग लिभर (lever) द्वारा जडान गरिएको हुन्छ । त्यस्तै 8.16b मा देखाइए जस्तै दुई पाइप्रे सवारी साधनमा मास्टर सिलिन्डरको पिस्टनलाई चालकको हात रहने स्थानमा ब्रेक लिभर (lever) संग जडान गरिएको हुन्छ ।

ब्रेक सिलिन्डर सवारी साधनको पाइग्रामा अवस्थित हुन्छ । ब्रेक सिलिन्डरको पिस्टनलाई ब्रेक सु (brake shoe) वा ब्रेक प्याड (brake pad) संग जोडिएको हुन्छ । मास्टर सिलिन्डरको सानो पिस्टनमा थोरै बल लगाएर त्यसभित्रको तरल पदार्थमा धकेल्दा उत्पन्न हुने चाप प्रसारण भई ब्रेक सिलिन्डरमा जडान गरिएको ठूलो पिस्टनमा धेरै बल लाग्छ । जसले गर्दा तीव्र गतिमा गुडिरहेको सवारी साधनलाई हाइड्रोलिक ब्रेकको प्रयोगले एक छिनमै रोकन 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 ठूलो क्रससेक्सनल क्षेत्रफल भएको लिफ्टिङ पिस्टन (lifting piston) जडान गरिएको हुन्छ । यी दुवै पिस्टनका बिचमा भरिने तेलको केवल दायाँबाट बायाँ एकतर्फी बहाव (one way flow) का लागि तल्लो भल्भ

(bottom valve) राखिएको हुन्छ। त्यस्तै तेलको भण्डार (oil reservoir) वाट पम्पिङ पिस्टनतिर अर्थात् वायाँवाट दाय्याँ एकतर्फी रूपमा तेलको बहावका लागि माथिल्लो भल्भ (top valve) राखिएको हुन्छ।

हाइड्रोलिक ज्याकमा रिलिजिङ भल्भ (releasing valve) लाई कसेर लिभर तल धकेल्दा माथिल्लो भल्भ बन्द हुन्छ, र तल्लो भल्भ खुल्छ। जसले 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। जसले गर्दा तेल भण्डारवाट 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 थिच्नु पर्ने वस्तुलाई ठूलो पिस्टन र उक्त पिस्टन माथिको कडा आड (rigid support) का बिचमा च्यापिएको छ। हाइड्रोलिक



चित्र 8.18 हाइड्रोलिक प्रेस

प्रेसको प्रयोगले सवारी साधनका मेकानिकल पार्ट्स फिट गर्ने, धातुका पाता बड्याउने तथा तिनमा प्वाल पार्ने, धातुका टुक्राटुक्री खाँदने, कागज, कपास तथा पराललाई खाँदिर प्याक (pack) गर्ने जस्ता कार्य गरिन्छ।

### उर्ध्वचाप (Upthrust)

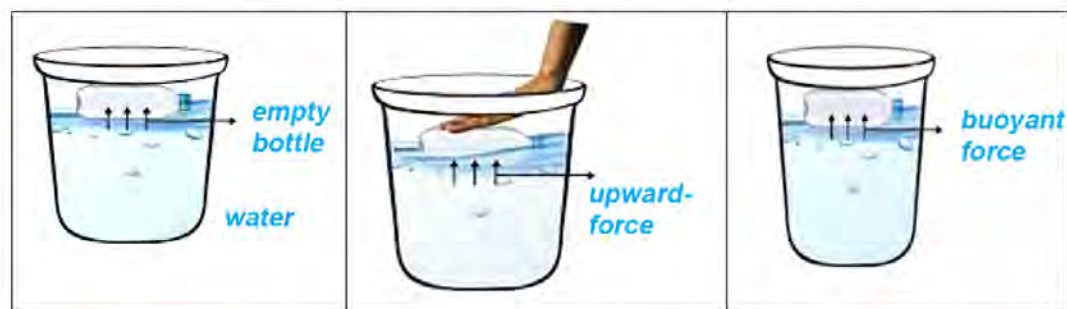
#### क्रियाकलाप 8.2 उर्ध्वचापको अवलोकन

एउटा खाली प्लास्टिक बोतल र वाल्टिनमा पानी लिनुहोस्। बोतलको विकोलाई हावा नछिर्ने गरी कस्नुहोस्। यसलाई पानीले भरिएको वाल्टिनमा राख्नुहोस्। बोतल पानीमा

तैरिन्छ । बोतललाई पानीभित्र धकेल्नुहोस् । अवलोकन तथा छलफलबाट तलका प्रश्न समाधान गर्नुहोस् ।

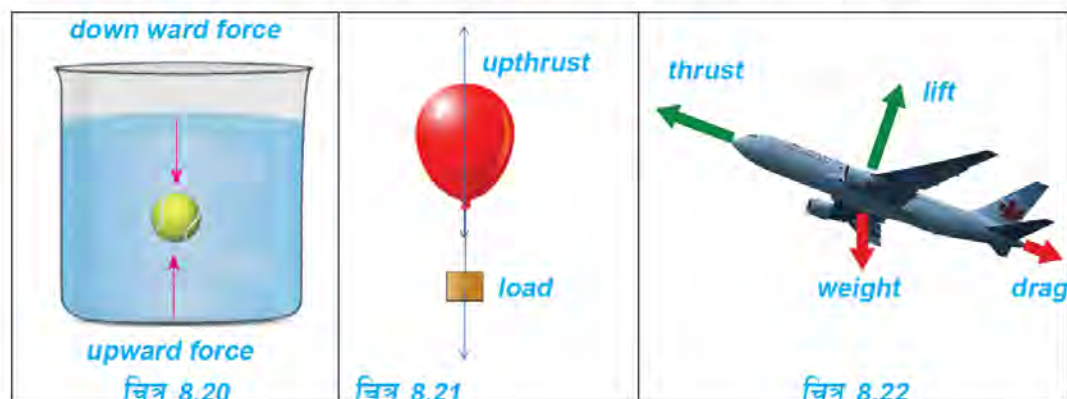
(अ) के बोतललाई पानीभित्र धकेल्दा उक्त बोतल माथितिर धकेलिएको अनुभव हुन्छ ?

(आ) प्लास्टिक बोतललाई हावामा छोड्दा गुरुत्व बलको कारणले तलतिर खस्छ, तर पानीको सतहमा राख्दा किन नडुबेको होला ? के पानीमा राख्दा बोतलमा गुरुत्व बल 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 फ्लुइडले उर्ध्वचाप उत्पन्न हुन्छ, तर उर्ध्वचापको मात्रा भने फ्लुइडको घनत्वअनुसार फरक फरक हुन्छ ।



चित्र 8.20 र चित्र 8.21 मा देखाइए जस्तै कुनै वस्तुलाई हावा वा पानीमा राख्दा गुरुत्व बलले गर्दा हुने तौल र उर्ध्वचाप गरी दुईओटा बल लाग्छन् । यी दुवै बल एकअर्काको

विपरीत दिशामा हुने भएकाले उर्ध्वचापले तौलको मात्रालाई घटाउने वा निष्क्रिय गर्ने गर्छ। उदाहरणका लागि माथिको क्रियाकलाप 8.4 मा हावाले प्लास्टिक बोतलमा लगाउने उर्ध्वचाप (U) भन्दा गुरुत्व बल 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 जवरजस्ती डुवाउँदा बोतलमा लाग्ने उर्ध्वचाप बोतलको तौलभन्दा बढी हुन्छ। गुरुत्वबललाई उर्ध्वचापले निष्क्रिय गर्छ र पानीभित्र डुवाइएको बोतल बाहिर निस्कन्छ। बोतलको तौल र उर्ध्वचाप बराबर भएपछि, बोतल पानीमा तैरिन्छ। तसर्थ कुनै वस्तु ग्याँस वा तरल (फ्लुइड) मा आंशिक वा पूर्ण रूपले डुब्दा उक्त वस्तुमा माथतिर लाग्ने परिमाणात्मक बल (resultant force) लाई उर्ध्वचाप भनिन्छ। यसको SI एकाइ न्युटन (N) हो।

### विचारणीय प्रश्न

- (अ) माथिको क्रियाकलाप 8.4 मा प्रयोग भएको बोतलमा पानी भरेर पुनः बाल्टिनको पानीमा राख्दा के हुन्छ ?
- (आ) पानीमा डुबेको बाल्टिनलाई डोरीले पानीबाट बाहिर भिक्ने क्रममा पानीभित्र रहेको अवस्थामा लगाउनु पर्ने बल र पानीबाट बाहिर हावामा आइसकेपछि उक्त बाल्टिनलाई माथि तान्न लगाउनु पर्ने बलमा कस्तो अन्तर पाइन्छ ?

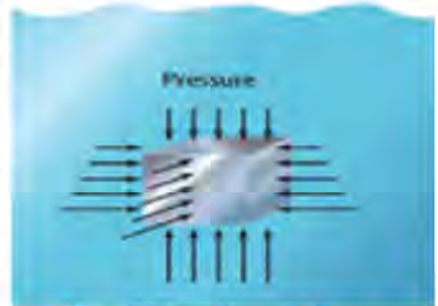
एउटा इनारमा बाल्टिन खसाल्दा सुरुमा केही समय तैरिन्छ, तर त्यसमा पानी भरिएपछि, पानीसहित त्यसको तौल बढ्छ। उक्त अवस्थामा गुरुत्वबलले बाल्टिनमा तलतिर लाग्ने बललाई पानीको उर्ध्वचापले निष्क्रिय गर्न सक्दैन र बाल्टिन पानीमा डुब्छ। पानीभित्र डुबेको बाल्टिनमा लाग्ने उर्ध्वचापले उक्त बाल्टिनको पानीभित्र हुने तौललाई घटाउँछ। उक्त अवस्थामा बाल्टिनको तौल वास्तविक तौलभन्दा कम हुन्छ। जसले 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 नगण्य हुन्छ। उक्त अवस्थामा बाल्टिन तान्न लाग्ने बल बढ्छ। तसर्थ इनारको पानीभित्र हुँदा पानीले भरिएको बाल्टिन तान्न सजिलो हुन्छ।

सबै अवस्थामा हावाको उर्ध्वचाप नगण्य हुँदैन। प्लास्टिक बोतल, बाल्टिन आदिले हावामा थोरै स्थान ओगट्छ, र तिनमा लाग्ने उर्ध्वचाप निकै कम हुन्छ। तर हवाइजहाजमा 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 बलवाहेक अन्य सतहमा लाग्ने बल र तिनको विपरीत सतहमा लाग्ने बल बराबर र विपरीत दिशामा छ। जसले गर्दा दायाँ सतहमा लाग्ने बललाई बायाँ सतहमा लाग्ने बलले र अगाडिको सतहमा लाग्ने बललाई पछाडिको सतहमा लाग्ने बलले रद्द (cancel) गर्छ।

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। जसले गर्दा घनाकार वस्तुको माथिल्लो सतहमा लाग्ने बललाई तल्लो सतहमा लाग्ने बलबाट घटाउँदा आउने परिमाणात्मक बल (resultant force) को दिशा माथितिर हुन्छ। अर्थात् उक्त वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचापको दिशा माथितिर हुन्छ।

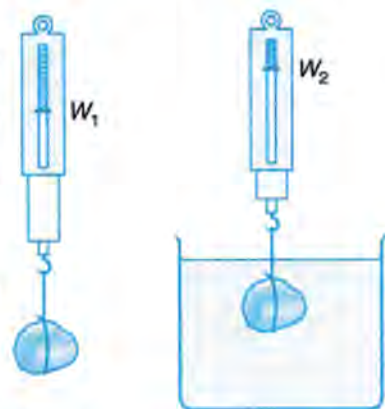


चित्र 8.23 उर्ध्वचापको दिशा

## क्रियाकलाप 8.3 पानीमा डुबाइएको ढुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचापको हिसाब

एउटा सानो आकारको ढुङ्गा, आधाभन्दा बढी पानी भरिएको विकर, स्पिड्र व्यालेन्स र धागाको टुक्रा लिनुहोस्। चित्र 8.24 मा देखाइए जस्तै ढुङ्गालाई धागाले बाँधेर स्पिड्र व्यालेन्समा भुन्ड्याउनुहोस्। उक्त ढुङ्गालाई हावामा जोख्दा हुने तौल र पानीमा डुबाएर जोख्दा हुने तौल मापन गर्नुहोस्। के हावामा हुने तौल र पानीमा हुने तौल बराबर हुन्छ?

कुनै वस्तुलाई तरल पदार्थमा डुवाउँदा 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



चित्र 8.24 पानीमा डुबाइएको ढुङ्गामा लाग्ने उर्ध्वचाप

पदार्थमा डुवाउँदा लाग्ने उर्ध्वचापलाई सूत्रका रूपमा निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :  
 उर्ध्वचाप (U) = वास्तविक तौल ( $W_1$ ) – अवास्तविक तौल ( $W_2$ )

### उर्ध्वचापलाई असर गर्ने तत्हरू (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 ?

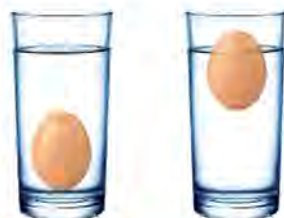
तीनओटा विकरमा क्रमशः पानी र खानेतेल लिनुहोस् । स्पिड ब्यालेन्समा ढुङ्गालाई भुन्ड्याएर पालैपालो तीनओटै तरलमा उक्त ढुङ्गाको तौल मापन गर्नुहोस् ।

पानीमा हुने तौल	खाने तेलमा हुने तौल	नतिजा
.....	.....	.....

खाने तेल र पानीको घनत्व क्रमशः  $0.90 \text{ g/cm}^3$  र  $1 \text{ g/cm}^3$  हुन्छ । माथिको क्रियाकलापमा खाने तेलमा भन्दा पानीमा ढुङ्गाको तौल कम हुन्छ । खानेतेलको भन्दा पानीको घनत्व बढी हुने भएकोले 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 डुवाउँदा, बढी घनत्व भएको तरल पदार्थले दिने उर्ध्वचाप बढी हुन्छ ।

#### उर्ध्वचाप (upthrust) $\propto$ तरल पदार्थको घनत्व (density of a liquid)

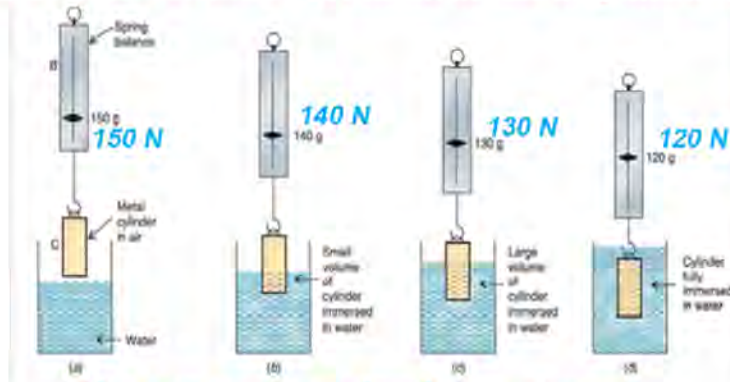
उर्ध्वचाप घनत्वसँग समानुपातिक हुने भएकाले फलामको गोला पानीमा डुब्छ तर उच्च घनत्व भएको पारोमा भने उक्त फलामको गोला तैरिन्छ । त्यस्तै चित्र 8.25 मा देखाइए जस्तै एउटा आधाभन्दा बढी धाराको पानी भरिएको काँचको गिलासमा अन्डा राख्दा डुब्छ तर उक्त पानीमा खाने नुन घोल्दै जाँदा अन्डा तैरिन थाल्छ । नुनपानीको घनत्व धाराको पानीभन्दा



चित्र 8.25 धाराको पानी र नुनपानीमा राखिएको अण्डा

बढी हुन्छ । त्यसकारण अन्डामा नुनपानीले धाराको पानीको तुलनामा बढी उर्ध्वचाप दिन्छ । जसले गर्दा अन्डा धाराको पानीमा डुब्छ तर नुनपानीमा तैरिन्छ । यही कारणले गर्दा समुद्रको पानीमा पौडी खेल सजिलो हुन्छ । त्यस्तै नदीको पानीमा भन्दा समुद्रको पानीमा पानीजहाज कम डुब्छ ।

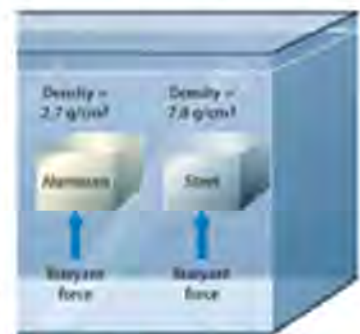
### (आ) विस्थापित तरल पदार्थको आयतन (Volume of the displaced liquid)



चित्र 8.26 : उर्ध्वचाप र विस्थापित तरलको आयतन

सँगैको चित्र 8.26 मा एउटा ठोस बेलनाकार वस्तु हावावाट पानीभित्र डुबने क्रममा पूर्ण रूपले नडुबुन्जेलसम्म विभिन्न अवस्थामा हुने त्यसको तौल देखाइएको छ । ठोस वस्तु डुबने क्रममा उक्त वस्तुको पानीभित्र डुबने आयतन बढ्दै जाँदा स्पिड व्यालेन्सको रिडिङ घट्दै गएको देखाइएको छ । उक्त ठोस वस्तु जति जतिभित्र डुब्दै जान्छ त्यति नै विस्थापित पानीको आयतन पनि बढ्छ । पानीभित्र पूर्ण रूपले डुबिसकेपछि भने स्पिडव्यालेन्सको रिडिङ स्थिर रहन्छ ।

तरल पदार्थभित्र डुबने 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 डुवाउँदा तिनमा समान उर्ध्वचाप लाग्छ । तसर्थ कुनै वस्तुलाई आंशिक वा पूर्ण रूपले तरल पदार्थमा डुवाउँदा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप विस्थापित तरलको आयतनसँग समानुपातिक



चित्र 8.27 : समान आयतन भएका घनाकार वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप

हुन्छ । अर्थात् तरल पदार्थमा डुबेको वस्तुको आयतन बढ्दा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि बढ्छ ।

उर्ध्वचाप  $\propto$  विस्थापित तरल पदार्थको आयतन

हावा नछिर्ने गरी बिको लगाइएको ठुलो प्लास्टिकको बोतल र सानो प्लास्टिक बोतललाई पानीमा डुवाउन खोज्दा ठुलो बोतलले सानोको भन्दा धेरै मात्रामा पानी विस्थापित गर्छ । जसले गर्दा ठुलो प्लास्टिकको बोतलमा बढी उर्ध्वचाप लाग्छ । त्यसैले ठुलो प्लास्टिकको बोतललाई पानीमा डुवाउन सानो बोतलमा भन्दा बढी बल लगाउनु पर्छ । यस्तै असर हिलियम ग्याँस भरिएको ठुलो र सानो बेलुनमा पनि लाग्नु हुन्छ । ठुलो बेलुनले सानो बेलुनको भन्दा बढी हावाको आयतनलाई विस्थापित गर्ने भएकाले त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप पनि बढी हुन्छ ।



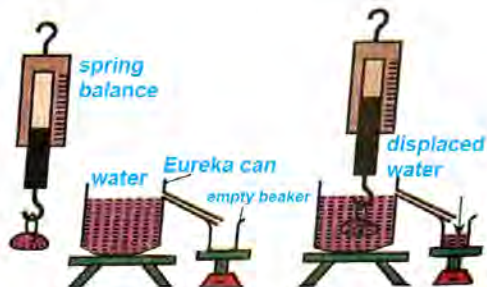
चित्र 8.28 ठुलो र सानो बेलुनमा लाग्ने उर्ध्वचाप

कुनै वस्तुलाई फ्लुइड (fluid) मा राख्दा उक्त वस्तुमा लाग्ने उर्ध्वचाप र विस्थापित हुने फ्लुइडको तौलबिचको सम्बन्ध आर्किमिडिजको सिद्धान्तले दिन्छ ।

### आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' principle)

क्रियाकलाप 8.5 आर्किमिडिजको 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 भुन्ड्याएर पहिले हावामा र त्यसपछि युरेका क्यानमा भएको पानीमा डुवाएर जोख्नुहोस् । ढुङ्गाको पानीमा हुने तौल जोख्दा विस्थापित हुने पानीको तौल पनि जोख्नुहोस् । यसका लागि पहिले खाली बिकरको तौल जोखेर उक्त तौललाई विस्थापित पानीसहितको बिकरको तौलबाट घटाउनुपर्छ ।



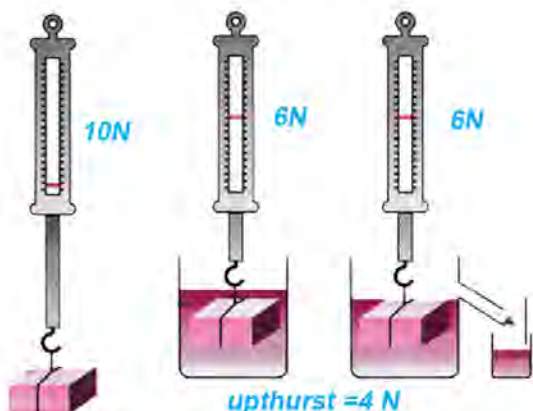
चित्र 8.29: आर्किमिडिजको सिद्धान्तको प्रमाणीकरण

यस क्रियाकलापमा आवश्यक तथ्याङ्कलाई तल दिइएको जस्तै तालिकामा सङ्कलन गर्न सकिन्छ ।



हावामा हुइ गाको तौल ( $W_1$ )	पानीमा हुइगाको तौल ( $W_2$ )	उर्ध्वचाप ( $U$ ) = $W_1 - W_2$	खाली विकर को तौल ( $W_3$ )	विस्थापित पानी र विकर को तौल ( $W_4$ )	विस्थापित पानीको तौल ( $W_3$ )	नतिजा
						$U = \dots\dots$

यस क्रियाकलापमा हुइगालाई पानीमा डुबाउँदा त्यसमा लाग्ने उर्ध्वचाप र विस्थापित पानीको तौल बराबर हुन्छ। जसले 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 ग्रीक गणितज्ञ हुन्। आर्किमिडिजको सिद्धान्तअनुसार कुनै वस्तुलाई आंशिक वा पूर्ण रूपले तरल पदार्थमा डुबाउँदा लाग्ने उर्ध्वचाप उक्त वस्तुले विस्थापित गर्ने तरलको तौलसंग बराबर हुन्छ। यो सिद्धान्त केवल तरलका लागि मात्र सत्य हुने नभई सबै फ्लुइडमा लागू हुन्छ।

गणितीय रूपमा,

उर्ध्वचाप ( $U$ ) = विस्थापित तरलको तौल ( $W$ )

$$U = mg = V \rho g \quad \text{किनकि, तरलको घनत्व } (\rho) = \frac{\text{पिण्ड (m)}}{\text{आयतन (V)}}$$

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)

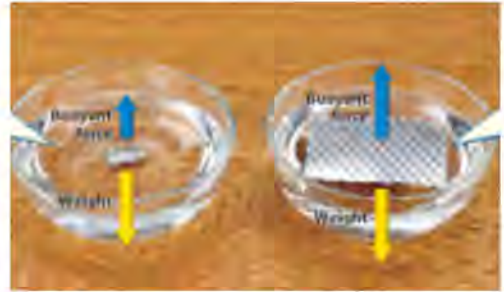
### विचारणीय प्रश्न

- (अ) कस्तो अवस्थामा 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 तल दिइएको क्रियाकलापद्वारा पुष्टि गर्न सकिन्छ ।

### क्रियाकलाप 8.6 डुब्ने र तैरिने अवस्थाको अवलोकन

दुईओटा समान क्षेत्रफल भएका आल्मिनियम फोइलका टुक्रा र एउटा विकरमा 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 पाताको रूपमा पानीमा राखिएको छ भने त्यसको सतहको क्षेत्रफलसँगै पानीले लगाउने उर्ध्वचाप पनि बढ्छ । फोइलको तौल र उर्ध्वचाप बराबर भएको अवस्थामा उक्त फोइल तैरिन्छ ।

आल्मिनियम (aluminium) को घनत्व  $2700 \text{ kg/m}^3$  हुन्छ । यो पानीको भन्दा 2.7 गुणा बढी हो । यसरी घनत्वका आधारमा आल्मिनियम पानीमा डुब्ने निष्कर्ष निस्कन्छ, तर क्रियाकलाप 8.8 को नतिजाअनुसार पाताका रूपमा राखिएको आल्मिनियम फोइल भने पानीमा तैरिन्छ । तसर्थ कुनै 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 रद्द (cancel) गर्न सके परिमाणात्मक बल शून्य हुन गई उक्त वस्तु तरलमा तैरिन्छ।

तरलमा तैरिरहेको वस्तु आंशिक वा पूर्ण रूपले तरलको सतहभित्र हुनसक्छ। 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,

$$\text{वस्तुको तौल} = \text{विस्थापित तरल पदार्थको तौल}$$

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)

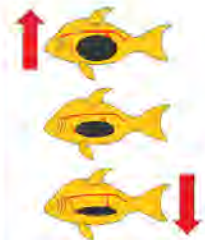


चित्र 8.32 मा देखाइए जस्तै एउटा फलामको ढिक्कालाई पानीमा राख्दा त्यसले आफ्नो तौल बराबरको पानीलाई विस्थापित गर्न सक्दैन र पानीमा डुब्छ। यदि उक्त फलामको ढिक्कालाई कचौराको आकार दिएमा कचौराले आफ्नो तौल बराबरको तौल हुने गरी पानी विस्थापित गर्न सक्छ। त्यस्तै पानीजहाजमा पनि यसको हल (hull) निर्माण

गर्दा पर्याप्त चौडा, लामो र गहिरो बनाउनुपर्छ । जसले 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 विस्तारै 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 डुङ्गा माथिको तौल बढेमा डुङ्गा डुब्छ । तैरि रहेको डुङ्गाको पिँधमा प्वाल परयो भने डुङ्गा डुब्छ, किन ? यो अवधारणा पनडुब्बी (submarine) मा पनि लागू 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 खाँदिएको हावाले ट्याङ्कीबाट पानी बाहिर निकाल्दा तौल घटेर पुनः सतहतिर तैरिन्छ । पनडुब्बी जस्तै माछाले पनि आर्किमिडिजको सिद्धान्तलाई पानीमा तैरिन र डुब्न प्रयोग गर्छन् । माछाको स्विम ब्याडर (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 ग्याँसमा पनि तैरिन सक्छन् । हावाको चापद्वारा उत्पादित उर्ध्वचापका कारण वस्तु हावामा तैरिन्छन् वा उड्छन् । चित्र 8.36 मा हाइड्रोजन ग्याँस 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 । जसले गर्दा बेलुन उड्न छोडेर तैरिन थाल्छ । निश्चित उचाइमा पुगेर बेलुनभित्र र बाहिरको चाप असन्तुलन हुँदा बेलुनको आयतन बढ्दै जान्छ, र अन्त्यमा बेलुन फुट्छ ।

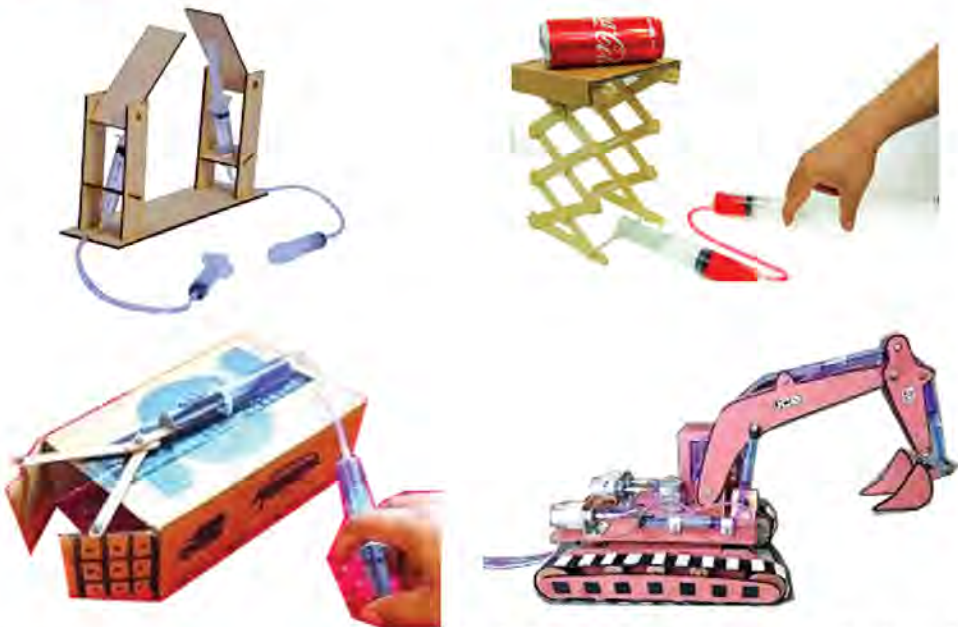


चित्र 8.37 हावामा तातो हावा भरिएको बेलुन

हाइड्रोजन बेलुन जस्तै तातो हावा भरिएको बेलुन (hot air balloon) पनि हावामा उड्छ । हट एयर बेलुनभित्रको घनत्व वरपरको हावाको घनत्वभन्दा कम हुन्छ । यस्तो बेलुनले ठूलो मात्रामा हावालाई विस्थापित गर्ने भएकाले बेलुनमा लाग्ने उर्ध्वचाप यसको तौलभन्दा बढी हुन्छ । जसले 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 बर्नरद्वारा 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)  $W_1 = 4 \text{ N}$ ,  $W_2 = 2 \text{ N}$
- (आ)  $W_1 = 5 \text{ N}$ ,  $W_2 = 10 \text{ N}$
- (इ)  $W_1 = 2 \text{ N}$ ,  $W_2 = 1 \text{ N}$
- (ई)  $W_1 = 3 \text{ N}$ ,  $W_2 = 1.5 \text{ N}$
- (घ) कुनै एउटा वस्तुलाई स्पिड ब्यालेन्सले हावा, पानी र ग्लिसरिनमा 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)  $W_3 < W_2 < W_1$

(ड) पानी जहाज 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 बलका लागि तलका मध्ये कुन सही हुन्छ ?

(अ) बलको पानीमुनिको सबै भागमा समान चाप लाग्छ ।

(आ) बललाई जति पानीको सतहबाट भित्र धकेल्यो त्यति नै उर्ध्वचाप बढ्छ ।

(इ) बलमा लाग्ने पानीको चाप केवल माथितर 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 दुवैमा 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 औंलाले बल प्रयोग गरेर पानीको सतहमुनि डुवाएर छोड्दा उक्त कर्क तुरुन्तै सतहमा तैरिन्छ ।
- (ग) पानीमा तैरिदा हाम्रो जिउ हलुको भएको अनुभव हुन्छ ।
- (घ) बाल्टिनमा डुविरहेको पानीले भरिएको मगलाई पानीभित्रै वाट माथि उठाउँदा हलुको हुन्छ तर पानीवाट बाहिर निकाल्ने बित्तिकै मग भारी भएको महसूस हुन्छ ।
- (ङ) मृत सागर (dead sea) को पानीको घनत्व  $1240 \text{ kg/m}^3$  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) प्लेटेसनको नियम लेख्नुहोस् ।
- (ज) आर्किमिडिजको सिद्धान्तका कुनै दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।
- (झ) उपलब्ध सामग्रीको प्रयोग गरेर तरल तथा ग्याँसमा 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 ठूलो पिस्टनबाट बल लगाएर सानो पिस्टनमा रहेको 500 N तौल उचाल्न खोज्दैछन् । 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 दुवै 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 ।

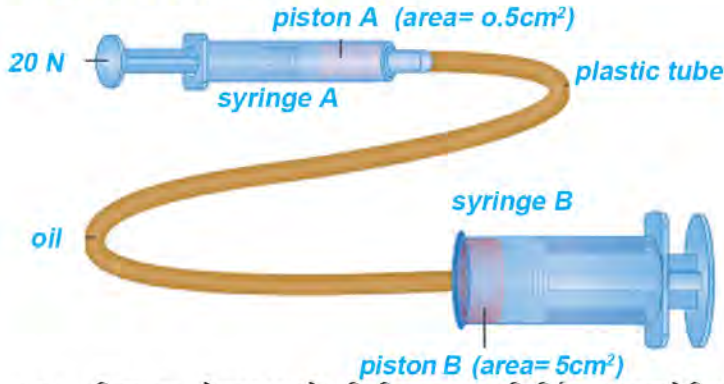


(अ)

(आ)

(थ) एक जना मानिसले ल्याक्टोमिटरलाई दुधमा राख्दा त्यसको मसिनो डन्डी (narrow stem) को भाग पुरै दुधभित्र डुव्यो । यसबाट के निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ ?

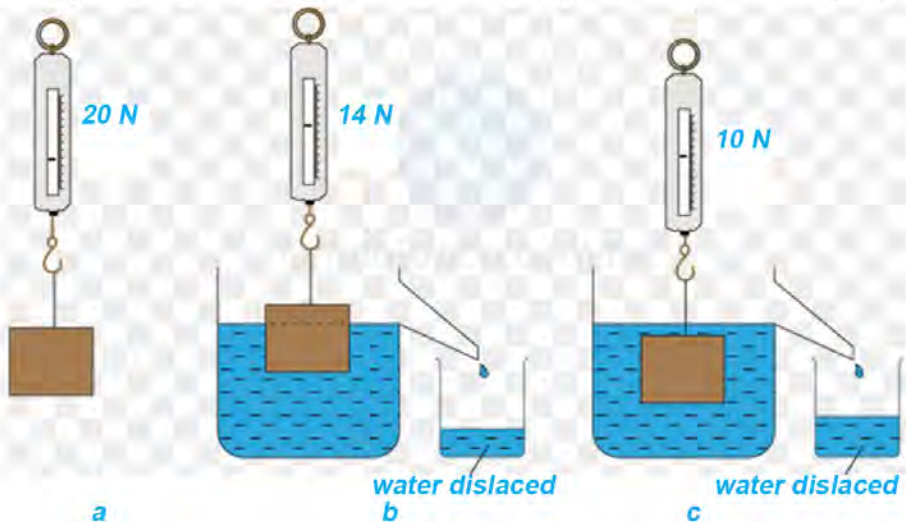
5. गणितीय समस्या समाधान गर्नुहोस् :



(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<sup>2</sup> 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 ।



## ताप (Heat)

चित्रमा लेखिएका सावधानीसँग सम्बन्धित वैज्ञानिक कारणबारे छलफल गर्नुहोस् :



चित्र 9.1 दैनिक जीवनमा अपनाउनु पर्ने केही सावधानी

चित्र 9.1 मा पानीको वाफमा हुने अणुहरूको तीव्र चाललाई लामो बाँड चिह्नले प्रदर्शन गरिएको छ । तीव्र चालका कारण अणुहरूको गति शक्ति पनि बढी हुन्छ । हाम्रो शरीरको छाला वाफको सम्पर्कमा आउँदा त्यसका अणुहरूले सजिलै छालालाई छेड्छन् र छालाको भित्री भागसम्म जलन गई दुखाइ बढी हुन्छ ।

वाक्को 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 पानीको आयतन वृद्धि भई काँचको बोतल चर्किने हुन्छ । 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 रेफ्रिजरेटर (refrigerator) बाट निकालिएको चिसो पानी छुट्टाछुट्टै राख्नुहोस् । प्रत्येकमा समान मात्रामा खाद्य रङ (food colour) वा अबिर राख्नुहोस् र रङ मिसिदै 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 रेफ्रिजरेटर (refrigerator) बाट निकालिएको चिसो पानी छुट्टाछुट्टै राख्नुहोस् । एक हातका औंला मनतातो पानीमा र अर्को हातका औंला चिसो पानीमा डुवाउनुहोस् । एक मिनेटपछि दुवै औंला धाराको पानी भरिएको विकरमा राख्नुहोस् । तपाईंको अवलोकनसम्बन्धी छलफल गर्नुहोस् ।

पदार्थमा थुप्रै परमाणु वा अणु रहेका हुन्छन् । यी सधैं चाल अवस्थामा रहेका हुन्छन् । मनतातो पानीमा भएका अणुको गति शक्ति चिसोपानीमा भएका अणुको गति शक्तिभन्दा बढी हुन्छ । तातो पानीमा हुने अणुको गति मनतातो पानीको भन्दा झन्डै बढी हुन्छ । अणुको गति शक्तिको योग थर्मल शक्ति हो । तातो पानी, धाराको पानी र चिसो पानीको पिण्ड समान भएको अवस्थामा

निरपेक्ष शून्य तापक्रम (absolute zero temperature) : यो एक सैद्धान्तिक रूपमा मानिएको शून्य थर्मल शक्तिको अवस्था हो । यसको तापक्रम  $0\text{ K}$  अर्थात्  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$  हुन्छ ।

तातो पानीमा हुने थर्मल शक्ति सबैभन्दा बढी हुन्छ र चिसो पानीमा सबैभन्दा कम 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) केल्विन (K) हो । यसलाई थर्मोमिटरको प्रयोग गरी मापन गरिन्छ ।

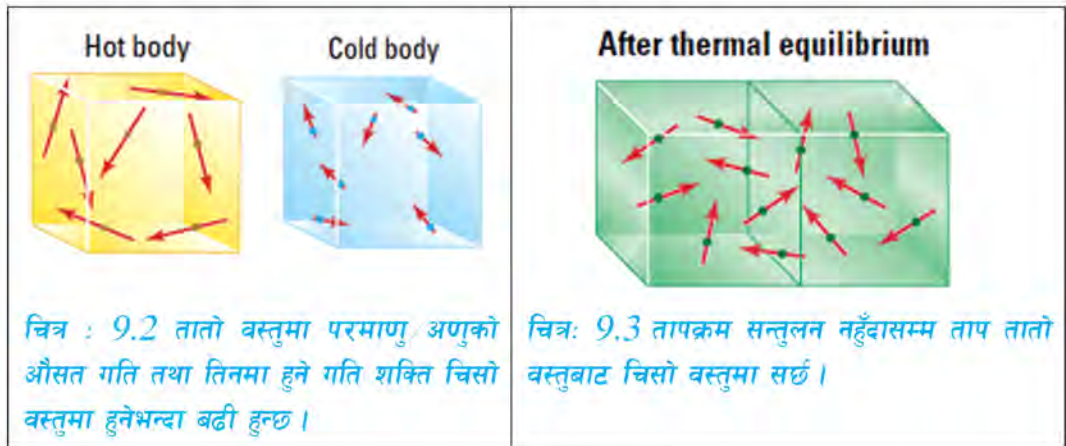
एउटा तापक्रममा उम्लिरहेको पानीको तापक्रम  $100^{\circ}\text{C}$  र वाल्टिनमा राखिएको मन तातो पानीको तापक्रम  $30^{\circ}\text{C}$  भन्नाले तापक्रममा उम्लिरहेको पानीका अणुको औसत गति शक्ति वाल्टिनमा राखिएको मन तातो पानीका अणुको औसत गति शक्तिभन्दा निकै बढी छ भन्ने जनाउँछ । तर तापक्रमको पानीमा भएका अणुको सङ्ख्या वाल्टिनमा भएको मन तातो पानीका अणुभन्दा निकै कम हुन्छ । त्यसैले अणुको गतिशक्तिको औसत तापक्रमको पानीका लागि बढी भएतापनि यी दुवैमध्ये अणुको गति शक्तिको योग भने मन तातो पानीमा बढी हुन्छ किनकि यसमा अणुको सङ्ख्या तापक्रममा भएका अणुको सङ्ख्याभन्दा निकै धेरै हुन्छ । तसर्थ तापक्रममा उम्लिरहेको पानीको भन्दा वाल्टिनमा भएको मन तातो पानीमा थर्मल शक्ति बढी हुन्छ । पदार्थको थर्मल शक्ति यसको पिण्ड र अणुको औसत गति (तापक्रम) मा निर्भर गर्दछ ।

तापक्रममा उम्लिरहेको तातो पानी र वाल्टिनको मनतातो पानीलाई मिसाउँदा थर्मल शक्ति तातो पानीबाट मन तातो पानीमा 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 क्यालोरीमिटर (Calorimeter) को प्रयोग गरी मापन गरिन्छ ।

ताप कुनै वस्तुमा सञ्चित हुँदैन । यो एक वस्तुबाट अर्को वस्तुमा सार्ने 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 अर्कोको बढ्छ ।

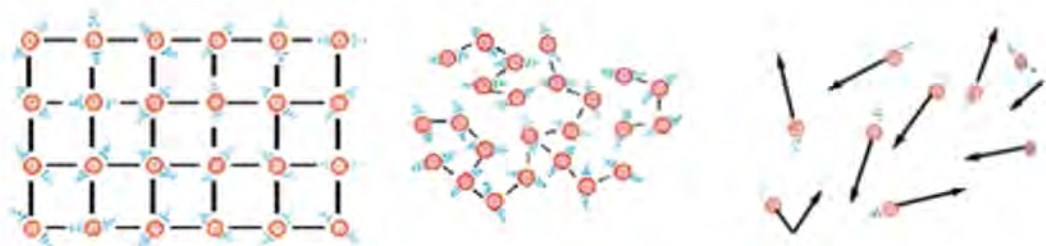
ताप सञ्चालन, संवाहन र विकिरण विधिद्वारा प्रसारण हुन्छ । हामीले कुनै वस्तुलाई समात्दा ताप शरीरमा प्रवेश गरेमा तातो अनुभव हुन्छ र ताप शरीरबाट बाहिरिएमा चिसो अनुभव

हुन्छ । ताप बढी तापक्रम भएका वस्तुबाट कम तापक्रम भएका वस्तुमा तबसम्म प्रसारण हुन्छ, जबसम्म दुवैमा समान तापक्रम हुँदैन ।



### तापले आयतनमा पार्ने असर (Effect of heat on volume)

तलका चित्रमा ठोस, तरल र ग्याँस पदार्थमा तुलनात्मक रूपले तिनका परमाणु/अणुबिचको दूरी फरक फरक हुने तथ्यलाई प्रदर्शन गरिएको छ ।



चित्र 9.4 ठोस, तरल र ग्याँसमा 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, अर्थात आयतन बढ्छ । यसको ठिक विपरीत वस्तुको थर्मल शक्ति बाहिर जाँदा अणुको औसत गति शक्ति घट्ने भएकाले तापक्रम घट्छ र वस्तु

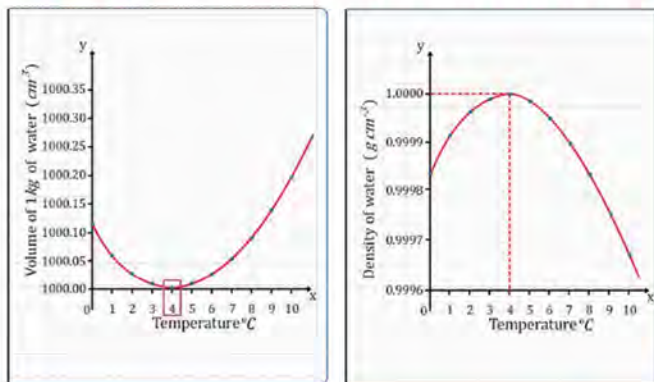
खुम्बिन्छ । यसरी अधिकांश पदार्थ तापक्रम वृद्धि हुँदा फुक्छन् (आयतन बढ्छ) र तापक्रम घट्दा खुम्बिन्छन् (आयतन घट्छ) ।

### क्रियाकलाप 9.2

एउटा फलामको भुन्ड्याउन मिल्ने डल्लो र सोही साइजको डल्लो ठिक्कले छिर्ने रिड लिनुहोस् । फलामको डल्लालाई केही समय तताउनुहोस् र रिडबाट 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	
	रिडबाट 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  $4^{\circ}\text{C}$  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 ।  $4^{\circ}\text{C}$  तापक्रमको पानीलाई तताए पनि, वा चिसो पारे पनि यसको आयतन बढ्छ र घनत्व घट्छ ।

### पानीको असाधारण प्रसारका असरहरू (Effects of anomalous expansion of water)

धेरै चिसो हुने स्थानमा जाडो याममा वातावरणको तापक्रम  $0^{\circ}\text{C}$  भन्दा तल भर्छ । वातावरण सँगै पानीको तापक्रम पनि घट्दै जादा  $4^{\circ}\text{C}$  हुने वित्तिकै यसको घनत्व अधिकतम हुने भएकाले गद्गौ हुन्छ र पिँधमा जान्छ । त्यसको माथि क्रमशः  $3^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $1^{\circ}\text{C}$  र  $0^{\circ}\text{C}$  का तह रहेका हुन्छन् । सतहको पानी  $0^{\circ}\text{C}$  मा परिणत हुँदा, बरफ बन्छ र पानीको सतहमा तैरिन्छ । तसर्थ माछा र अन्य जलीय प्राणीहरू बरफमुनिको पानीमा जीवित रहन सक्छन् ।



चित्र 9.5 बरफमुनि जीवित जलीय जीव

हिउँद याममा वा धेरै चिसो स्थानमा वातावरणको तापक्रम  $4^{\circ}\text{C}$  वाट क्रमशः घट्दै जाँदा पाइपभित्रको पानीको आयतन बढ्दै जान्छ र यसले पाइपलाई दबाव दिन्छ । पानी जमेर बरफ बन्दा चाप अत्यधिक भई पाइप फुट्न सक्छ । पानी भरिएको बोटललाई रेफ्रिजरेटरको 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 स्टील 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 दिउसोको घाममा राख्दा के सबै एकनासले तात्दछन् ? 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 विकर लिनुहोस् । एउटा विकरमा 200 g र अर्को विकरमा 400 g समान तापक्रम भएको पानी लिनुहोस् र विस्तारै तताउनुहोस् । दुवै विकरमा राखिएको पानीको तापक्रम 10 °C ले परिवर्तन हुँदा कुन विकरमा राखिएको पानीमा बढी ताप शोषण भयो ? फेरि 400 g पिण्ड पानी भएको विकरलाई मात्र विस्तारै तताउनुहोस् र पानीको तापक्रम 10 °C ले परिवर्तन हुँदा र 20 °C ले परिवर्तन हुँदा कुन अवस्थामा बढी ताप शोषण भयो ? माथिको क्रियाकलापको दुवै 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,

$$Q \propto m (T_2 - T_1)$$

$$Q = ms (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(iii)$$

जहाँ s अचर राशि हो र यसले पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमतालाई जनाउँछ ।

वस्तुको तापक्रम परिवर्तन हुँदा वस्तुले शोषण गर्ने ताप तथा वस्तुवाट 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 ।

$$\text{ताप समीकरण (iii) वाट } s = Q/m (T_2 - T_1) \text{ हुन्छ ।}$$

यदि पदार्थको पिण्ड  $m = 1 \text{ kg}$  , उक्त पदार्थमा दिइएको ताप वा उक्त पदार्थले छोड्ने तापले गर्दा हुने तापक्रम परिवर्तन  $1^\circ \text{C}$  हुँदा माथीको सूत्र अनुसार  $s = Q$  हुन्छ ।

तसर्थ कुनै  $1 \text{ kg}$  पिण्ड भएको पदार्थको तापक्रम  $1^\circ \text{C}$  ले परिवर्तन गर्न आवश्यक तापलाई उक्त वस्तुको विशिष्ट तापधारण क्षमता भनिन्छ । यसको एकाइ जुल प्रति केजी प्रति डिग्री सेल्सियस ( $\text{J}/\text{kg}^\circ \text{C}$ ) हुन्छ । विशिष्ट तापधारण क्षमता पदार्थको प्रकृतिअनुसार फरक फरक हुन्छ । केही पदार्थ र तिनको विशिष्ट तापधारण क्षमतालाई तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ ।

पदार्थ	विशिष्ट तापधारण क्षमता	पदार्थ	विशिष्ट तापधारण क्षमता $\text{J}/\text{kg}^\circ \text{C}$
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  $1 \text{ kg}$  पानीको तापक्रम  $1^\circ \text{C}$  ले परिवर्तन गर्न  $4200 \text{ J}$  ताप आवश्यक पर्छ । त्यस्तै प्रति  $1 \text{ kg}$  बरफको तापक्रम  $1^\circ \text{C}$  ले परिवर्तन गर्न  $2100 \text{ J}$  ताप आवश्यक पर्छ । यहाँ बरफ र पानी एउटै पदार्थका दुई अवस्था भए तापनि विशिष्ट तापधारण क्षमता फरक फरक हुन्छ ।

### उदाहरण 3.1

एउटा विद्युत् किल्लीमा  $10^{\circ}\text{C}$  तापक्रम भएको  $5\text{ kg}$  पानीलाई  $100^{\circ}\text{C}$  सम्म तताउँदा खपत हुने ताप शक्ति हिसाब गर्नुहोस् ।

(पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता  $= 4200\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  )

हल : प्रश्नमा दिइएअनुसार,

पानीको पिण्ड ( $m$ )  $= 5\text{ kg}$

पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता ( $s$ )  $= 4200\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

पानीको सुरुको तापक्रम ( $T_1$ )  $= 10^{\circ}\text{C}$

पानीको अन्तिम तापक्रम ( $T_2$ )  $= 100^{\circ}\text{C}$

पानीको तापक्रममा हुने परिवर्तन ( $dt$ )  $= T_2 - T_1 = 100^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 90^{\circ}\text{C}$

ताप समीकरणअनुसार,  $Q = m s (T_2 - T_1)$

Or Or  $Q = 5 \times 4200 \times 90$

$$\therefore Q = 1890000\text{ J} = 1.89 \times 10^6\text{ J}$$

$10^{\circ}\text{C}$  तापक्रम भएको  $5\text{ kg}$  पानीलाई  $100^{\circ}\text{C}$  सम्म तताउँदा  $1.89 \times 10^6\text{ J}$  ताप खपत हुन्छ ।

### उदाहरण 3.2

जाडो याममा नुहाउनका लागि  $100^{\circ}\text{C}$  तापक्रमको  $5\text{ kg}$  पानीलाई  $15^{\circ}\text{C}$  तापक्रमको  $15\text{ kg}$  पानीमा मिसाउँदा हुने तापक्रम हिसाब गर्नुहोस् । (यसमा पानीलाई मिसाउँदा बाहिरी वातावरणमा हुने ताप प्रसारणलाई नगण्य मानिएको छ ।) प्रश्नमा दिइएअनुसार,

चिसो पानीका लागि

तातो पानीका लागि

चिसो पानीको पिण्ड ( $m_1$ )  $= 15\text{ kg}$

तातो पानीको पिण्ड ( $m_2$ )  $= 5\text{ kg}$

चिसो पानीको तापक्रम ( $T_1$ ) =  $15^\circ\text{C}$  तातो पानीको तापक्रम ( $T_2$ ) =  $100^\circ\text{C}$

चिसो पानी र तातो पानीका लागि विशिष्ट ताप धारण

क्षमता  $s_1 = s_2 = s = 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

मानौं पानीको अन्तिम तापक्रम =  $T$

बाहिरी वातावरणमा ताप नाश नभएको अवस्थामा,

तातो पानीले छोड्ने ताप = चिसो पानीले लिने ताप

$$\text{or, } m_1 s (T - T_1) = m_2 s (T_2 - T)$$

$$\text{or, } 15 \times (T - 15) = 5 \times (100 - T)$$

$$\text{or, } 3 \times (T - 15) = (100 - T)$$

$$\text{or, } 3T - 45 = 100 - T$$

$$\text{or, } 4T = 145$$

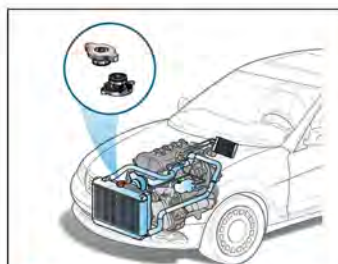
$$\therefore T = 36.25 \text{ }^\circ\text{C}$$

यसर्थ  $100^\circ\text{C}$  तापक्रमको  $5 \text{ kg}$  पानीलाई  $15^\circ\text{C}$  तापक्रमको  $15 \text{ kg}$  पानीमा मिसाउँदा पानीको अन्तिम तापक्रम  $36.25^\circ\text{C}$  हुन्छ।

### पानीको उच्च विशिष्ट तापधारण क्षमताको उपयोगिता

पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता एकदमै उच्च हुन्छ। प्रत्येक  $1$  किलोग्राम पानीको तापक्रम  $1^\circ\text{C}$  परिवर्तन हुँदा  $4200 \text{ J}$  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 ठूलो मात्रामा ताप शोषण गर्छ, तर पानीको 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

तातो पानीले लामो समयसम्म ताप दिन्छ । त्यसैले यसलाई सेक्नका लागि प्रयोग गरिन्छ । यसैगरी प्राकृतिक रूपमा जीवको शरीरमा हुने 70 % देखी 90 % पानीले शरीरको तापक्रम नियन्त्रण गर्न मदत गर्छ ।



चित्र 9.10 कारको रेडिएटरमा कुलेन्टका रूपमा पानीको प्रयोग

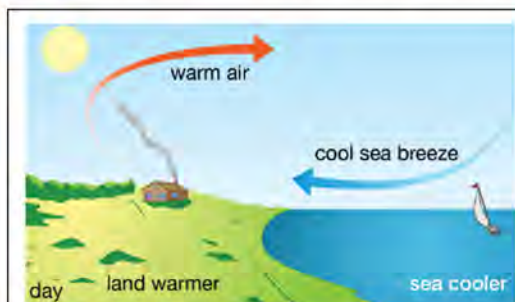


चित्र 9.11 ज्वरो आएको व्यक्तिको निधारमा पानी पट्टी

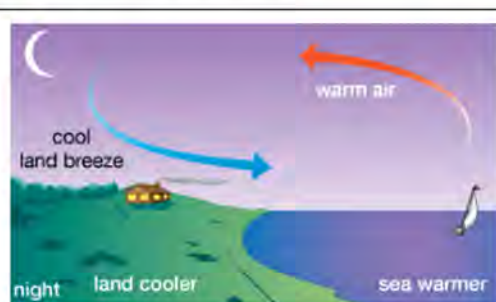


चित्र 9.12 सेक्ने प्रयोजनका लागि हट वाटर ब्याग

तटीय क्षेत्रमा पानी र जमिनको विशिष्ट तापधारण क्षमताको अन्तरले गर्दा समुद्री सतह माथिको हावा र जमिन माथिको हावा ओहोर दोहोर भइरहन्छ । दिउँसोको समय जमिन र समुद्रमा समान रूपले सूर्यको ताप पर्ने गर्दछ । 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 जमिनको माथि न्यून चापीय क्षेत्र सिर्जना हुन्छ । जसले गर्दा समुद्र माथिको 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 । जसले 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 रातीको समय जमिनबाट समुद्रतिर बहने हावाले गर्दा दिन र रातको समयमा हुने तापक्रमविच धेरै भिन्नता पाइदैन ।

## 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 सरे क्रममा जुन ठाउँमा गएर सर्न छोड्छ, उक्त बिन्दुले 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 सम्पर्क बिना 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 गर्दछ । 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 बिन्दुहरू (तल्लो स्थिर बिन्दु र माथिल्लो स्थिर बिन्दु) निर्धारण गरिन्छ र ती दुई बिन्दुबिचको दुरीलाई चाहेको सङ्ख्यामा बराबर खण्डमा विभाजन गरिन्छ। थर्मोमिटरको क्यालिब्रेसनका लागि पग्लिरहेको बरफको तापक्रमलाई न्यूनतम बिन्दु ( $0^{\circ}\text{C}$ ) र एक एटमसफेरिक वायुमण्डलीय चाप भएको ठाउँमा उम्लिरहेको पानीको सतहमाथिको बाफको तापक्रम ( $100^{\circ}\text{C}$ ) लाई उच्चतम बिन्दु मानिन्छ यी दुई बिन्दुबिचको दुरीलाई 100 ओटा बराबर खण्डमा विभाजन गरिन्छ। प्रत्येक खण्डले  $1^{\circ}\text{C}$  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, स्टेन्ड आदिको व्यवस्था गर्नुहोस्।
5. थर्मोमिटरको बल्बलाई बरफभित्र राखेर यसको स्टेमलाई स्ट्यानडमा अड्याउनुहोस्। थर्मोमिटरको केशनलीमा पारो भर्दै गरेको अवलोकन गर्नुहोस्। जुन बिन्दुमा पारो स्थिर रहन्छ उक्त बिन्दुलाई छुट्याउन कागजमा चिह्न लगाउनुहोस् र  $0^{\circ}\text{C}$  लेख्नुहोस्।
6. थर्मोमिटरको बल्बलाई उम्लिरहेको पानीबाट निस्केको बाफ माथि रहने गरी अड्याउनुहोस्। थर्मोमिटरको केशनलीमा पारो चढ्दै गरेको अवलोकन गर्नुहोस्। जुन बिन्दुमा पारो स्थिर रहन्छ उक्त बिन्दुलाई छुट्याउन कागजमा चिह्न लगाउनुहोस् र  $100^{\circ}\text{C}$  लेख्नुहोस्।
7. माथिल्लो स्थिर बिन्दु र तल्लो स्थिर बिन्दुबिचको दुरीलाई प्रति खण्ड  $10^{\circ}\text{C}$  हुने गरी कागज माथि बराबर दुरीमा 9 ओटा रेखा खिच्नुहोस् र थर्मोमिटरमा सेल्सियस स्केल तयार पार्नुहोस्।

विभिन्न प्रकारका स्केलहरूका लागि स्थिर बिन्दुहरूको मान फरक फरक लिइन्छ। सेल्सियस स्केल (Celsius scale) का लागि दुई स्थिर बिन्दु  $0^{\circ}\text{C}$  र  $100^{\circ}\text{C}$  हुन्। फारेनहाइट स्केलका लागि तल्लो स्थिर बिन्दुलाई  $32^{\circ}\text{F}$  र माथिल्लो स्थिर बिन्दुलाई  $212^{\circ}\text{F}$  मानिन्छ। केल्विन स्केलमा तल्लो स्थिर बिन्दु  $273\text{ K}$  र माथिल्लो स्थिर बिन्दु  $373\text{ K}$  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 गर्दछ ?

- (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 रातीको समय समुद्रको पानी जमिनभन्दा चाँडो चिसिन्छ ।
- (इ) तटीय क्षेत्रमा दिउँसोको समय जमिन समुद्रको पानीभन्दा ढिलो तात्छ ।
- (ई) तटीय क्षेत्रमा रातीको समय जमिन समुद्रको पानीभन्दा चाँडो चिसिन्छ ।

(ड) मोटो पाइपलाई साँघुरो पाइपमा छिराउनका लागि तलका मध्ये कुन उपाय सबैभन्दा उपयुक्त हुन्छ ?

- (अ) दुवैलाई पाइपलाई तताउने
- (आ) दुवैलाई पाइपलाई चिस्याउने
- (इ) मोटोलाई तताउने साँघुरोलाई तताउने
- (ई) मोटोलाई चिस्याउने साँघुरोलाई तताउने

(च) सेल्सिय, फरेनहाइट र क्याल्भिन स्केलमा थर्मोमिटरको तल्लो स्थिर बिन्दु कति हुन्छ ?

- (अ)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{F}$ ,  $0\text{ K}$
- (आ)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{F}$ ,  $273\text{ K}$
- (इ)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $180^{\circ}\text{F}$ ,  $373\text{ K}$
- (ई)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $212^{\circ}\text{F}$ ,  $373\text{ K}$

2. फरक लेख्नुहोस् :

- (अ) थर्मल शक्ति र ताप
- (आ) ताप र तापक्रम
- (ई) थर्मोमिटरको तल्लो अचल बिन्दु र थर्मोमिटरको माथिल्लो अचल बिन्दु

3. कारण लेख्नुहोस् :

- (क) हथौडाले केही समय लगातार हिर्काउँदा फलामको काँटी तान्छ ।
- (ख) खुला छोडेको चिया कपमा भएको चिया केही समयपछि चिसो हुन्छ । चिया चिसो हुने क्रम केही समयपछि रोकिन्छ ।
- (ग) जाडो याममा 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 रातीको समयमा हुने तापक्रमविच एकदमै ठूलो भिन्नता पाइँदैन ।

(छ) मरुमूमिमा दिनको तापक्रम र रातीको तापक्रमविच उच्च भिन्नता रहेको हुन्छ ।

#### 4. तलका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

(क) एक जना मानिसको बुभाइमा एउटा ठुलो ट्याङ्की भरीको चिसो पानीमा भन्दा एउटा बाल्टिनमा रहेको मन तातो पानीमा ताप बढी हुन्छ भन्ने बुभाइ रहेको छ । उक्त बुभाइलाई थर्मल शक्ति 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 बोटलको विक्रो नखुलेमा तापको असरसम्बन्धी ज्ञानको प्रयोग गरी उक्त विक्रो खोल्का 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 ।

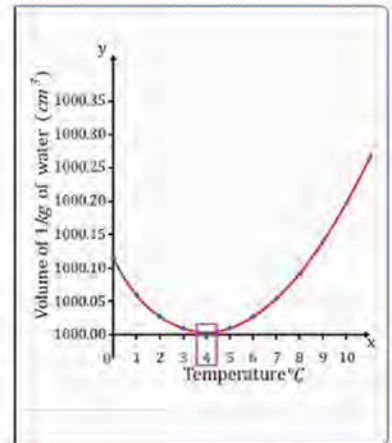
(अ) ग्राफमा देखाइएको पानीको विशेष गुणलाई के भनिन्छ ।

(आ) पानीलाई  $0^{\circ}\text{C}$  बाट  $10^{\circ}\text{C}$  सम्म तताउँदा आयतनमा देखिने परिवर्तन उल्लेख गर्नुहोस् ।

(इ) ग्राफमा देखाइएको पानीको गुण अन्य तरलको भन्दा कसरी भिन्न छ ?

(ई) बिन्दु A मा पानीको घनत्व अधिकतम हुन्छ कि न्यूनतम, किन ?

(उ) दैनिक जीवनमा यसबारे हुनुपर्ने ज्ञानको महत्त्व लेख्नुहोस् ।



- (ऊ) ग्राफमा देखाइएको सम्बन्धका आधारमा पानीको घनत्व र तापक्रमविच सम्बन्ध देखाउन एक नमुना ग्राफ खिचनुहोस् ।
- (इ) 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 वरफका दुईओटा टुकामध्ये एउटालाई आल्मिनियमको बट्टामा र अर्कोलाई काठको बट्टामा राख्दा कुन पहिले पगलन्छ ? पगलने क्रियाका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस् ।
- (ज) विशिष्ट तापधारण क्षमता भनेको के हो ? यसको एस. आई. एकाइ लेख्नुहोस् ।
- (झ) ताप समीकरण भनेको के हो ?
- (ञ) विशिष्ट तापधारण क्षमताका कुनै दुईओटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।
- (ट)  $100^{\circ}\text{C}$  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 ग्राम पानीलाई तताएर यसको तापक्रम  $15^{\circ}\text{C}$  बाट  $85^{\circ}\text{C}$  सम्म पुऱ्याउन आवश्यक पर्ने तापको हिसाव गर्नुहोस् । (147 kJ)
- (ख) फलामको विशिष्ट तापधारण क्षमता  $460\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  हुन्छ । 5 kg को फलामका डल्लालाई  $430^{\circ}\text{C}$  बाट  $30^{\circ}\text{C}$  सम्म चिस्याउँदा उक्त डल्लाले छोड्ने ताप हिसाव गर्नुहोस् । ( 920 kJ )

- (ग) 2 kg प्याराफिनको तापक्रम  $10^{\circ}\text{C}$  ले वृद्धि गर्न 42000 J तापको आवश्यकता पर्छ भने 4 kg प्याराफिनको तापक्रम  $20^{\circ}\text{C}$  बाट  $40^{\circ}\text{C}$  सम्म पुऱ्याउन आवश्यक ताप हिसाव गर्नुहोस् । ( $8.4 \times 10^4 \text{ J}$ )
- (घ) एउटा 500 g पिण्ड भएको पदार्थलाई  $100^{\circ}\text{C}$  बाट  $226^{\circ}\text{C}$  सम्म तताउन 7938 J ताप आवश्यक पर्छ भने उक्त पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमता हिसाव गर्नुहोस् । ( $126 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ )
- (ङ) एउटा बाल्टिनमा  $25^{\circ}\text{C}$  तापक्रम भएको 16 kg पानी छ । उक्त पानीमा  $80^{\circ}\text{C}$  तापक्रम भएको 4 kg पानी मिसाउँदा हुने पानीको तापक्रम हिसाव गर्नुहोस् । (यहाँ तातो पानी र चिसो पानी मिसाउँदा बाहिरी वातावरणमा प्रसारण हुने तापलाई नगण्य मानिएको छ ।) ( $36^{\circ}\text{C}$ )