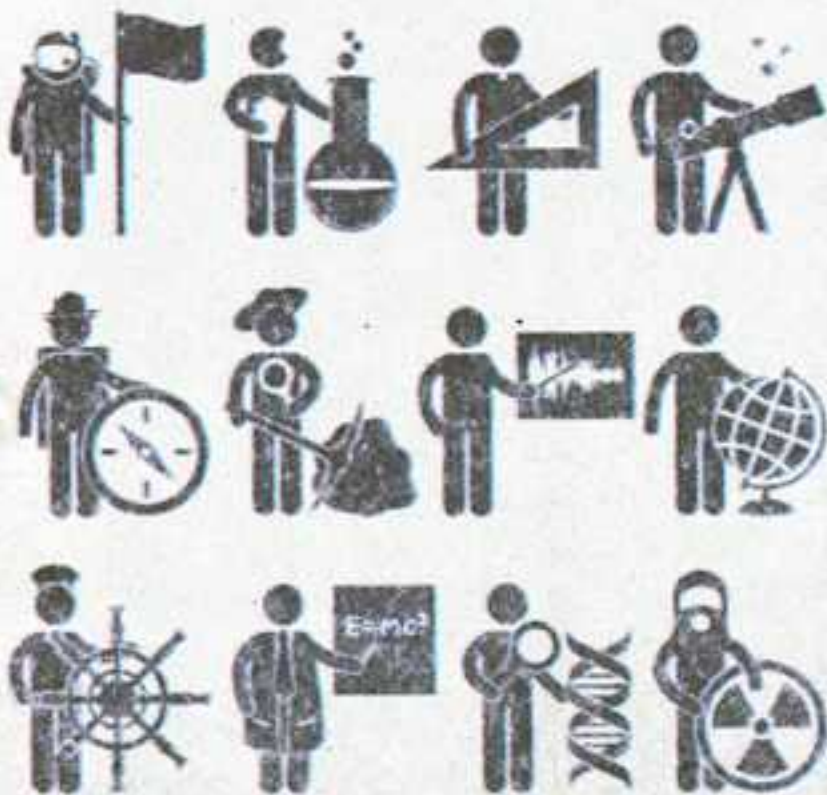


# विज्ञान

कक्षा १०



# विज्ञान

कक्षा १०

लेखकहरू

किशोर नेपाल  
खिलकुमार प्रधान  
महेन्द्र बस्नेत

प्रकाशक

नेपाल सरकार  
शिक्षा मन्त्रालय  
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

प्रकाशक :           नेपाल सरकार  
                          शिक्षा मन्त्रालय  
                          पाठ्यक्रम विकास केन्द्र  
                          सानोठिमी, भक्तपुर

ISBN: 978-9937-601-34-4

© प्रकाशकमा

प्रथम संस्करण :    वि. सं. २०७४

मुद्रक :               जनक शिक्षा सामग्री केन्द्र लिमिटेड  
                          सानोठिमी भक्तपुर

मूल्य : रु.

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 अभिलेखबद्ध गर्न र प्रतिलिपि निकाल्ने पाइने छैन ।

## हाम्रो भनाइ

शिक्षालाई उद्देश्यमूलक, व्यावहारिक, समसामयिक र रोजगारमूलक बनाउन विभिन्न समयमा पाठ्यक्रम, पाठ्य पुस्तक विकास तथा परिमार्जन गर्ने कार्यलाई निरन्तरता दिइँदै आएको छ । विद्यार्थीमा राष्ट्र, राष्ट्रिय एकता र लोकतान्त्रिक संस्कारको भावना पैदा गराई नैतिकवान्, अनुशासित र स्वावलम्बी, सिर्जनशील, चिन्तनशील भई समावेशी समाज निर्माणमा योगदान दिन सक्ने, भाषिक तथा गणितीय सिपका साथै विज्ञान, सूचना तथा सञ्चार प्रविधि, वातावरण, स्वास्थ्य र जनसङ्ख्या सम्बन्धी ज्ञान र जीवनोपयोगी सिपको विकास गराउनु जरुरी छ । उनीहरूमा कला र सौन्दर्य, मानवीय मूल्य मान्यता, आदर्श र वैशिष्ट्यहरूको संरक्षण तथा संवर्धनप्रतिको भाव जगाउन आवश्यक छ । समतामूलक समाजको निर्माणमा सहयोग पुऱ्याउन उनीहरूमा विभिन्न जातजाति, लिङ्ग, अपाङ्गता, भाषा, धर्म, संस्कृति र क्षेत्रप्रति समभाव जगाउनु र मानव अधिकार तथा समाजिक मूल्य मान्यताप्रति सचेत भई जिम्मेवारीपूर्ण आचरणको विकास गराउनु पनि आजको आवश्यकता बनेको छ । माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम (कक्षा ९-१०), २०७१ लाई मूल आधार मानी शिक्षा सम्बन्धी विभिन्न आयोगका सुझाव, शिक्षक, विद्यार्थी तथा अभिभावकलगायत शिक्षासँग सम्बद्ध विभिन्न व्यक्ति सम्मिलित गोष्ठी र अन्तरक्रियाका निष्कर्ष र विभिन्न विद्यालयमा परीक्षण गरी प्राप्त पृष्ठपोषण समेतलाई समेटि यो पाठ्य पुस्तक तयार पारिएको हो ।

पाठ्य पुस्तकलाई यस स्वरूपमा ल्याउने कार्यमा केन्द्रका कार्यकारी निर्देशक श्री बाबुराम पौडेल, प्रा. डा. हृदयरत्न वज्राचार्य, प्रा. डा. चिदानन्द पण्डित, डम्बरध्वज आडदेम्बे, उमानाथ लम्साल, पार्वती भट्टराई, उत्तरा श्रेष्ठ, विजयकान्त मिश्र, हरीश पन्तलगायतका महानुभावको विशेष योगदान रहेको छ । यस पाठ्य पुस्तकको विषय वस्तु सम्पादन पुष्पराज ढकाल र युवराज अधिकारी, भाषा सम्पादन रजनी धिमाल, लेआउट डिजाइन भावना शर्माबाट भएको हो । यस पाठ्य पुस्तकको विकास तथा परिमार्जन कार्यमा संलग्न सबैप्रति पाठ्यक्रम विकास केन्द्र धन्यवाद प्रकट गर्दछ ।

पाठ्य पुस्तकलाई शिक्षण सिकाइको महत्त्वपूर्ण साधनका रूपमा लिइन्छ । यसबाट विद्यार्थीले पाठ्यक्रमद्वारा लक्षित सक्षमता हासिल गर्न मद्दत पुग्ने अपेक्षा गरिएको छ । यस पाठ्य पुस्तकलाई सकेसम्म क्रियाकलापमुखी र रुचिकर बनाउने प्रयत्न गरिएको छ । पाठ्य पुस्तकलाई अझै परिष्कृत पार्नका लागि शिक्षक, विद्यार्थी, अभिभावक, बुद्धिजीवी एवम् सम्पूर्ण पाठकहरूको समेत महत्त्वपूर्ण भूमिका रहने हुँदा सम्बद्ध सबैको रचनात्मक सुझावका लागि पाठ्यक्रम विकास केन्द्र हार्दिक अनुरोध गर्दछ ।

वि. सं. २०७४

नेपाल सरकार  
शिक्षा मन्त्रालय  
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र



## विषय सूची

एकाइ	शीर्षक	पृष्ठ सङ्ख्या
1.	बल	1
2.	चाप	21
3.	ऊर्जा	35
4.	ताप	45
5.	प्रकाश	57
6.	धारा विद्युत र चुम्बकत्व	72
7.	तत्त्वहरूको वर्गीकरण	87
8.	रासायनिक प्रतिक्रिया	97
9.	अम्ल, क्षार र लवण	106
10.	केही ग्याँसहरू	114
11.	धातुहरू	124
12.	हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू	134
13.	दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने वस्तुहरू	144
14.	ढाड नभएका जनावरहरू	159
15.	मानव स्नायु र ग्रन्थि प्रणाली	168
16.	मानव शरीरमा रक्त सञ्चार क्रिया	177
17.	क्रोमोजोम र लिङ्ग निर्धारण	188
18. (क)	अमैथुनिक र मैथुनिक प्रजनन	194
18. (ख)	बिरुवामा हुने कृत्रिम प्रजनन	203
19.	वंशानुक्रम	210
20.	वातावरणीय प्रदूषण र व्यवस्थापन	220
21.	पृथ्वीको इतिहास	230
22.	जलवायु परिवर्तन र वायु मण्डल	242
23.	ब्रह्माण्ड	255



## एकाइ 1 बल (Force)

हामीले आफ्नो दिनचर्या बिताउने क्रममा केही रोचक घटनाहरू अवलोकन गरिरहेका हुन्छौं, जस्तै : निश्चित उचाइबाट केही वस्तु खसाल्दा जहिले पनि पृथ्वीको सतहतर्फ नै भर्छ । पाकेको फल जहिले पनि वृक्षबाट जमिनतिर नै खस्छ । त्यस्तै सौर्य मण्डलमा उपग्रहहरूले ग्रहलाई र ग्रहहरूले सूर्यलाई सधैं एउटै कक्षमा परिक्रमा गरिरहेका हुन्छन् । हेर्दा र सुन्दा सामान्य लागे पनि यसका पछाडि केही रोचक वैज्ञानिक कारणहरू हुन्छन् । यस पाठमा हामी गुरुत्व बल, गुरुत्वाकर्षण बल र यस सम्बन्धी न्युटनको नियम, गुरुत्व प्रवेग आदिका बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

सौर्य शताब्दीभन्दा अगाडि पृथ्वी ब्रह्माण्डको केन्द्रमा रहेको छ र यसलाई सूर्य, चन्द्रमाका साथै अरू ग्रहहरूले पनि परिक्रमा गर्छन् भन्ने मान्यतामा विश्वास गरिन्थ्यो । यसलाई पृथ्वी केन्द्रित सिद्धान्त (geocentric theory) भनिन्छ । यसपछि हेलियो सेन्ट्रिक सिद्धान्त (heliocentric theory) अनुसार सूर्य ब्रह्माण्डको केन्द्रमा रहन्छ र यसलाई ग्रह तथा उपग्रहहरूले आफ्नो कक्ष (orbit) मा परिक्रमा गर्छन् भन्ने तथ्य प्रतिपादन गरियो । त्यसको लगत्तै आइज्याक न्युटन (Isaac Newton) ले सूर्यलाई ती ग्रहहरूले किन परिक्रमा गर्छन् भन्ने प्रश्नको उत्तर खोज्न र अनुसन्धान गर्न थाले ।

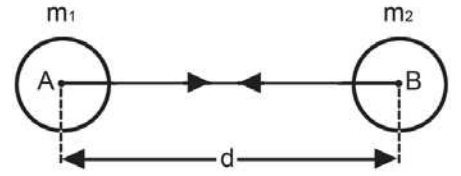
न्युटनका अनुसार पृथ्वीले पाकेको फल वा चन्द्रमालाई मात्र आफूतिर आकर्षण गर्ने नभई ब्रह्माण्डमा रहेका सबै पिण्डहरू एकले अर्कालाई आकर्षण गर्छन् भन्ने तथ्य पनि पुष्टि गरे । यसरी एक वस्तुले अर्को वस्तुलाई आफूतिर आकर्षण गर्ने प्रक्रियालाई गुरुत्वाकर्षण भनिन्छ । जस्तै पृथ्वीले चन्द्रमालाई आकर्षण गर्छ भने चन्द्रमाले पनि पृथ्वीलाई आकर्षण गर्छ । त्यस्तै पृथ्वीले बृहस्पतिलाई र बृहस्पतिले पृथ्वीलाई आकर्षण गर्छ । ठुलो पिण्डको आकर्षणको प्रभाव सानो पिण्डमा परेको देखिन्छ तर सानो पिण्डको प्रभाव ठुलो पिण्डमा सापेक्षिक रूपमा कम परेको देखिन्छ । त्यसैले सबै ग्रहहरूले सूर्यको वरिपरि परिक्रमा गर्छन् । सूर्य यति ठुलो छ कि सम्पूर्ण ग्रह र उपग्रहहरूको पिण्ड जोडे पनि सूर्यको पिण्डको करिब 0.0015 खण्ड मात्र हुन्छ । फेरि गुरुत्वाकर्षणको प्रभाव ठोस वस्तुमा भन्दा तरल वस्तुमा बढी परेको देखिन्छ । त्यसैले चन्द्रमा र सूर्यको गुरुत्वाकर्षणले महासागर र समुद्रमा ज्वारभाटाहरू (tides) उठ्छन् ।

### न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी विश्वव्यापी नियम (Newton's Universal Law of Gravitation)

ब्रह्माण्डमा रहेका कुनै पनि दुई वस्तुहरूबिच एक आपसमा आकर्षण गर्ने बल हुन्छ । त्यस बललाई गुरुत्वाकर्षण बल भनिन्छ । गुरुत्वाकर्षण बललाई के केले प्रभाव पार्छ र सो बल कसरी नाप्ने भन्ने सम्बन्धमा न्युटनले सन् 1687 मा नियम प्रतिपादन गरे । न्युटनद्वारा प्रतिपादित उक्त नियमअनुसार ब्रह्माण्डमा रहेका कुनै पनि दुई वस्तुहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल ती वस्तुका पिण्डहरूको गुणन फलसँग समानुपातिक (directly proportional) हुन्छ भने ती वस्तुहरूका केन्द्रबिचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक (inversely proportional) हुन्छ ।



मानौं 'A' वस्तुको पिण्ड " $m_1$ " र 'B' वस्तुको पिण्ड ' $m_2$ ' र तिनीहरूबिचको केन्द्रीय दुरी 'd' र तिनीहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल 'F' छन् भने गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियमअनुसार



चित्र 1.1

$$F \propto m_1 \times m_2 \dots\dots\dots (i) \text{ (d स्थिर भएमा)}$$

$$F \propto \frac{1}{d^2} \dots\dots\dots (ii) \text{ (} m_1 \text{ र } m_2 \text{ स्थिर भएमा)}$$

दुवै सम्बन्धहरूलाई संयुक्त रूपमा लेख्दा

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

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

यहाँ G लाई गुरुत्वाकर्षण अचर (Gravitational constant) भनिन्छ, जसको मान  $6.67 \times 10^{-11}$  न्युटन मिटर<sup>2</sup> प्रति किलोग्राम<sup>2</sup> ( $\text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$ ) हुन्छ। माथिको समीकरण (iii) मा यदि  $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$  र  $d = 1 \text{ m}$  भएको खण्डमा  $F = G$  हुन्छ। तसर्थ 1 किलोग्राम पिण्ड भएका दुई ओटा वस्तुहरू 1 मिटरको दुरीमा राख्दा उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल नै गुरुत्वाकर्षण अचर (gravitational constant-G) हो।

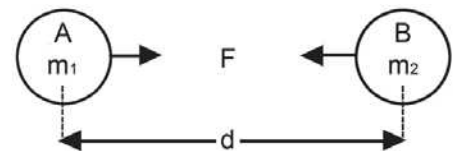
तपाईंलाई थाहा छ ?  
G को मान पहिलो पटक Henry Cavendish (1731-1810) ले sensitive balance प्रयोग गरी नापेका थिए।

यसको मान कुनै पनि दुई वस्तुहरूको पिण्ड, तिनीहरूबिचको दुरी, तिनीहरूबिचको माध्यम (बिरल वा सघन) (rarer or denser) आकार वा बनावटमा निर्भर नरहने हुँदा यसलाई गुरुत्वाकर्षण स्थिर अङ्क अचर (gravitational constant) भनिन्छ।

समीकरण (iii) ले न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियमलाई गणितीय सम्बन्धको रूपमा जनाउँछ। उक्त सम्बन्धमा वस्तुहरूको पिण्ड  $m_1$  र  $m_2$  ज्यादै ठुलो भए तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल पनि उल्लेखनीय रहने र ती वस्तुहरूको पिण्ड  $m_1$  र  $m_2$  सानो भए तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल न्यून रहने बुझिन्छ। तसर्थ ठुला वस्तुहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल धेरै हुने र साना वस्तुहरूबिच थोरै हुने हुन्छ। दुई वस्तुहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल निम्न लिखित अवस्थामा फरक पर्छ।

1. दुरी स्थिर तर पिण्ड परिवर्तन भएको अवस्थामा

चित्र 1.2 मा जस्तै दुवै वस्तुहरू 'A' र 'B' का पिण्डहरू  $m_1$  र  $m_2$  छन् र तिनीहरूबिचको केन्द्रीय दुरी d छ र गुरुत्वाकर्षण बल F छ।



चित्र 1.2

यस अवस्थामा न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी विश्वव्यापी नियमअनुसार

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

चित्र 1.3 मा जस्तै A र B को दुरी स्थिर राखेर 'B' को मात्रै पिण्ड दुई गुणा बढाउँदा गुरुत्वाकर्षण बल दुई गुणा हुन्छ । अर्थात्

$$F_1 = \frac{G m_1 \cdot 2m_2}{d^2}$$

$$F_1 = \frac{2 \cdot G m_1 m_2}{d^2}$$

$$F_1 = 2F \text{ हुन्छ ।}$$

तसर्थ दुई वस्तुहरूमध्ये एक वस्तुको पिण्ड दुई गुणाले बढाउँदा तिनीहरूको बल पनि दुई गुणाले बढ्छ ।

चित्र 1.4 मा जस्तै A र B को दुरी स्थिर राखेर 'A' र 'B' दुवैको पिण्ड दुई गुणा बढाउँदा तिनीहरू बिच गुरुत्वाकर्षण बल चार गुणा हुन्छ । अर्थात्

$$F_1 = \frac{G 2m_1 \cdot 2m_2}{d^2}$$

$$F_1 = \frac{4 \cdot G m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$F_1 = 4F \text{ हुन्छ ।}$$

तसर्थ दुवै वस्तुको पिण्ड दुई गुणाले बढाउँदा तिनीहरू बिचको बल चार गुणाले बढ्छ ।

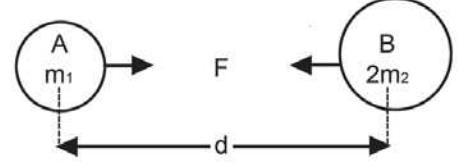
यी उदाहरणहरूबाट दुई वस्तुहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल ती वस्तुका पिण्डहरूको गुणन फलअनुसार घटबढ हुन्छ भन्ने कुरा स्पष्ट हुन्छ ।

## 2. पिण्ड स्थिर तर दुरी परिवर्तन भएको अवस्थामा

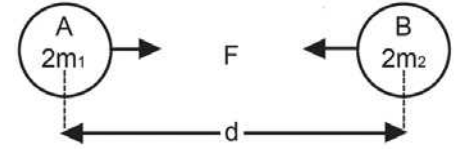
चित्र 1.5 मा जस्तै दुवै वस्तुहरू 'A' र 'B' का पिण्डहरू क्रमशः  $m_1$  र  $m_2$  छन् तथा दुरी  $d$  छन् भने तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल  $F$  हुन्छ ।

न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी विश्वव्यापी नियमअनुसार

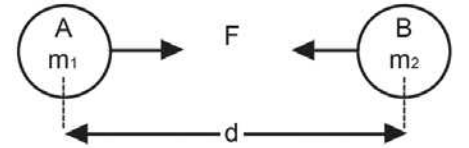
$$F = \frac{G m_1 \cdot m_2}{d^2} \text{ हुन्छ ।}$$



चित्र 1.3



चित्र 1.4



चित्र 1.5

चित्र 1.6 मा जस्तै अब 'A' र 'B' को पिण्डहरू स्थिर राखेर दुरी आधा ( $\frac{d}{2}$ ) गर्दा गुरुत्वाकर्षण बल  $4F$  हुन्छ । अर्थात्

$$F_1 = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

$$F_1 = \frac{G m_1 m_2}{(\frac{d}{2})^2}$$

$$F_1 = \frac{4.G m_1 m_2}{d^2}$$

$$F_1 = 4 F$$

तसर्थ दुवै वस्तुहरू बिचको दुरी आधा गर्दा तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल चार गुणाले बढ्छ ।

चित्र 1.7 मा जस्तै दुवै वस्तुहरू 'A' र 'B' को पिण्ड स्थिर राखेर दुरी दुई गुणा बढाउँदा गुरुत्वाकर्षण बल  $\frac{1}{4} F$  हुन्छ । अर्थात्

$$(F_1) = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

$$F_1 = \frac{G m_1 m_2}{(2d)^2}$$

$$F_1 = \frac{G m_1 m_2}{4d^2}$$

$$F_1 = \frac{1}{4} \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

$$F_1 = \frac{1}{4} F$$

तसर्थ दुवै वस्तुको बिचको दुरी पहिलाको भन्दा दोब्बरले बढाउँदा तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल एक चौथाइले घट्छ ।

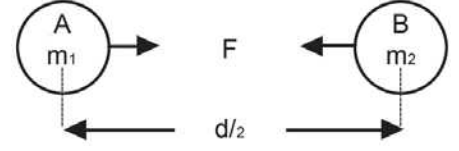
### उदाहरणहरू

1. एउटा वस्तुको पिण्ड 80 kg र अर्को वस्तुको पिण्ड 1200 kg छ । यदि ती वस्तुहरू 10 m टाढा राखियो भने तिनीहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल कति हुन्छ ?

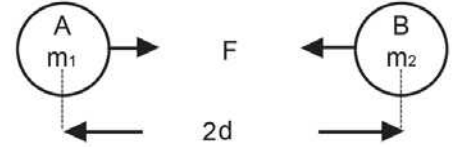
यहाँ दिइएको

पहिलो वस्तुको पिण्ड ( $m_1$ ) = 80 kg

दोस्रो वस्तुको पिण्ड ( $m_2$ ) = 1200 kg



चित्र 1.6



चित्र 1.7

दुई वस्तुहरूबिचको दुरी (d) = 10 m

गुरुत्वाकर्षण बल (F) = ?

सूत्रअनुसार,

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

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 80 \times 1200}{(10)^2} \quad [ \because G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} ]$$

$$= 6.40 \times 10^{-8} \text{ N}$$

तसर्थ उक्त वस्तुहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल  $6.40 \times 10^{-8} \text{ N}$  हुन्छ ।

2. क्रमशः  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$  र  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$  पिण्ड भएको सूर्य र पृथ्वीको एक आपसको केन्द्रीय दुरी  $1.5 \times 10^8 \text{ km}$  छ भने तिनीहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल कति हुन्छ ?

दिइएको

सूर्यको पिण्ड ( $m_1$ ) =  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$

पृथ्वीको पिण्ड ( $m_2$ ) =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$

सूर्य र पृथ्वीबिचको केन्द्रीय दुरी (d) =  $1.5 \times 10^8 \text{ km} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

सूर्य र पृथ्वीबिचको गुरुत्वाकर्षण बल (F) = ?

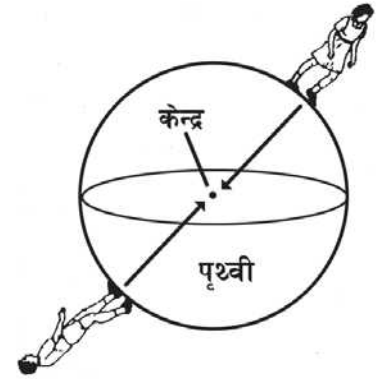
सूत्रअनुसार,

$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times (2 \times 10^{30}) \times (6 \times 10^{24})}{(1.5 \times 10^{11})^2} = 3.56 \times 10^{22} \text{ N}$$

तसर्थ सूर्य र पृथ्वीबिचको गुरुत्वाकर्षण बल  $3.56 \times 10^{22} \text{ N}$  हुन्छ ।

### गुरुत्व बल (Gravity)

पृथ्वी गोलो छ भन्ने कुरा सबैलाई थाहा छ । यसको गोलाकार सतहमा वस्तुहरू अडिएका हुन्छन् भन्ने कुरा सोच्दा हामीलाई अचम्म लाग्न सक्छ । नेपाल र अमेरिका पृथ्वीको सतहमा करिब विपरीत खण्डमा पर्छन् । नेपालमा बस्ने मानिसको खुट्टाले जमिनमा टेकेर टाउको आकाशतिर फर्केको हुन्छ । त्यस्तै अमेरिकामा बस्ने मानिसको पनि खुट्टाले नै जमिनमा टेकेर टाउको आकाशतिर नै फर्केको हुन्छ । यसो हुनुको मुख्य कारण पृथ्वीको गुरुत्व बलले दुवैलाई पृथ्वीको केन्द्रतिर आकर्षण गर्नु नै हो ।

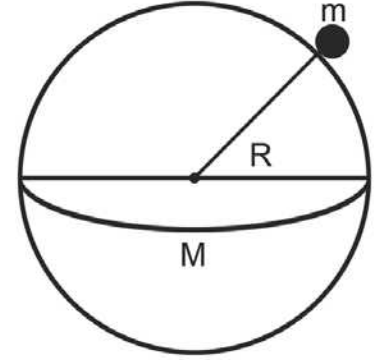


चित्र 1.8

हामी बस्दा, हिँड्दा, उफ्रिँदा र सामानहरू बोकेर हिँड्दासमेत पृथ्वीको आकर्षण बलले असर गरेको हुन्छ । नदीहरू बग्दा, हावा चल्दा, चरा चुरुङ्गीहरू आकाशमा उड्दा पनि यस आकर्षण बलले असर गर्छ । गाडी, पानीजहाज, हवाई जहाज आदिको चालमा पनि गुरुत्व बलको उल्लेखनीय प्रभाव हुन्छ ।

कुनै पिण्डले अर्को वस्तुलाई आफ्नै केन्द्रतर्फ आकर्षण गर्ने बललाई गुरुत्व बल भनिन्छ ।

पृथ्वीले आफ्नो गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रभित्र रहेका कुनै पनि वस्तुलाई आफ्नै केन्द्रतिर आकर्षण गर्ने बललाई पृथ्वीको गुरुत्व बल भनिन्छ । पृथ्वीको जस्तै अन्य ग्रह र उपग्रहहरूको पनि आआफ्नै गुरुत्व बल हुन्छ ।



चित्र 1.9

बढी पिण्ड भएको वस्तुमा पृथ्वीको गुरुत्व बल बढी पर्छ भने कम पिण्ड भएको वस्तुमा पृथ्वीको गुरुत्व बल कम पर्छ । कुनै पनि वस्तुमा लागेको गुरुत्व बललाई वस्तुको तौल पनि भनिन्छ । न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी विश्वव्यापी नियमका आधारमा कुनै ग्रह वा उपग्रहको सतहमा रहेका हरेक वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व बल पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

कुनै पनि वस्तुमा लागेको गुरुत्व बललाई नै वस्तुको तौल भनिन्छ ।

$$\text{गुरुत्व बल (F)} = W = \frac{GMm}{R^2} \quad [ \because F = W ]$$

यहाँ  $W =$  गुरुत्व बल वा तौल,  $M =$  ग्रहको पिण्ड,  $m =$  वस्तुको पिण्ड,  $R =$  ग्रहको अर्धव्यास,  $G =$  गुरुत्वाकर्षण अचर

यहाँ ग्रहको अर्धव्यासलाई ग्रह र वस्तुबिचको दुरी मानिएको छ किनभने वस्तु र ग्रहका बिचको केन्द्रीय दुरी र ग्रहको अर्धव्यासबिच खासै फरक हुँदैन ।

पृथ्वी जस्तै चन्द्रमाको पनि आफ्नै गुरुत्व बल हुन्छ । अध्ययनअनुसार चन्द्रमाको गुरुत्व बल पृथ्वीको तुलनामा  $\frac{1}{6}$  गुणा कम हुन्छ । त्यसैले पृथ्वीको सतहमा 0.5m उचाइसम्म उफ्रने व्यक्तिले चन्द्रमाको सतहमा 3m उचाइसम्म उफ्रन सक्छ । त्यस्तै पृथ्वीमा यदि कुनै व्यक्तिले 10kg वजन भएको वस्तु उचाल्न सक्छ भने उक्त व्यक्तिले चन्द्रमाको सतहमा 60 kg वजन भएको वस्तु सहजै उचाल्न सक्छ ।

उदाहरणहरू

1. पृथ्वीको पिण्ड  $6 \times 10^{24}$  kg र अर्धव्यास 6380 km छ भने 1 kg पिण्ड भएको वस्तुमा पृथ्वीको गुरुत्व बल कति पर्छ ?

दिइएको

$$\text{पृथ्वीको पिण्ड (M)} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{पृथ्वीको अर्धव्यास (R)} = 6380 \text{ km} = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$$

तपाईंलाई थाहा छ ?

सबैभन्दा ठुलो ग्रह बृहस्पति पृथ्वीभन्दा 319 गुणा बढी र यसको अर्धव्यास पृथ्वीको भन्दा 11 गुणा बढी भए तापनि यसको गुरुत्व बल पृथ्वीको भन्दा करिब 2.5 गुणा मात्र बढी हुन्छ ।

वस्तुको पिण्ड (m) = 1kg

वस्तुमा पृथ्वीको गुरुत्व बल (F) = ?

सूत्रअनुसार,

$$\begin{aligned} F &= \frac{GMm}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 1}{(6.38 \times 10^6)^2} \\ &= \frac{40.02 \times 10^{13}}{40.70 \times 10^{12}} \\ &= 9.8 \text{ N} \end{aligned}$$

त्यसैले त्यस वस्तुमा पृथ्वीको गुरुत्व बल 9.8 N हुन्छ अर्थात् पृथ्वीमा त्यो वस्तुको तौल 9.8 N हुन्छ ।

2. चन्द्रमाको अर्धव्यास  $1.7 \times 10^6 \text{ m}$  र पिण्ड  $7.2 \times 10^{22} \text{ kg}$  छन् भने 1 kg पिण्ड भएको वस्तुमा चन्द्रमाको गुरुत्व बल कति पर्छ ?

दिइएको,

चन्द्रमाको अर्धव्यास (R) =  $1.7 \times 10^6 \text{ m}$

चन्द्रमाको पिण्ड (M) =  $7.2 \times 10^{22} \text{ kg}$

वस्तुको पिण्ड (m) = 1kg

गुरुत्वाकर्षण अचर अङ्क (G) =  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

चन्द्रमाको गुरुत्व बल (F) = ?

सूत्रअनुसार,

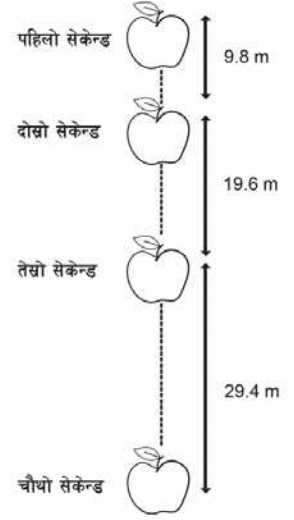
$$\begin{aligned} \text{गुरुत्व बल (F)} &= \frac{GMm}{R^2} = \frac{6.6 \times 10^{-11} \times 7.2 \times 10^{22} \times 1}{(1.7 \times 10^6)^2} \\ &= \frac{47.52 \times 10^{11}}{2.89 \times 10^{12}} \\ &= 16.4 \times 10^{11-12} \\ &= 16.4 \times 10^{-1} \\ &= 1.64 \text{ N} \end{aligned}$$

त्यसैले त्यस वस्तुको गुरुत्व बल 1.64 N हुन्छ ।

उक्त दुई ओटा उदाहरणहरूबाट प्रस्ट भयो कि पृथ्वीमा 1 किलोग्राम पिण्डको तौल 9.8 N हुन्छ भने त्यही 1 किलोग्राम पिण्डको तौल चन्द्रमामा 1.64 N मात्र हुन्छ । त्यसबाट चन्द्रमामा भन्दा पृथ्वीमा कुनै वस्तुको तौल करिब 6 गुणा बढी हुन्छ भन्ने कुरा स्पष्ट हुन्छ ।

## गुरुत्व प्रवेग (Acceleration due to gravity)

गति अवस्थामा रहेको जुनसुकै वस्तुमा गतिकै दिशामा बाहिरी बल लगाएमा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ भन्ने कुरा न्युटनको चाल सम्बन्धी दोस्रो नियमले प्रस्ट पारेको छ। अब कुनै निश्चित उचाइबाट पृथ्वीको सतहतिर खसिरहेको वस्तुको बारेमा छलफल गरौं। गुरुत्व बलले गर्दा उचाइबाट कुनै वस्तु पृथ्वीको सतहतिर खसिरहेको अवस्थामा त्यस वस्तुमा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ। चित्रमा एउटा स्याउ खसालेर प्रत्येक 1 सेकेन्ड अवधिमा विशेष प्रकारको क्यामेराले लिइएको स्याउको स्थितिहरूको चित्र दिइएको छ। प्रत्येक 1 सेकेन्ड अवधिमा स्याउले पार गर्ने दुरी 9.8m ले बढ्दै गएको छ। पहिलो 1 सेकेन्डमा जति दुरी (9.8m) पार गर्छ, दोस्रो 1 सेकेन्ड समयमा त्योभन्दा दोब्बर दुरी (19.6m) पार गर्छ। यस्तै गरी प्रत्येक सेकेन्डमा स्याउले पार गर्ने दुरी 9.8m का दरले बढ्दै जान्छ। यस कारण स्याउ खस्दा यसको गति बढ्दै जान्छ। अर्थात् स्याउमा प्रवेग उत्पन्न हुन्छ। स्याउमा पृथ्वीको गुरुत्व बलले गर्दा प्रवेग उत्पन्न भएको हो। बलले गति अवस्थामा रहेको वस्तुमा प्रवेग उत्पन्न गर्छ। तसर्थ कुनै पनि वस्तु तलतिर खस्दा गुरुत्व बलको कारणले उक्त वस्तुमा गुरुत्व प्रवेग उत्पन्न हुन्छ। फलस्वरूप जति जति वस्तु तल आउँछ, गति बढ्दै जान्छ।



चित्र 1.10

पृथ्वीको सतहतिर स्वतन्त्र रूपले (बिना अवरोध) खसिरहेको वस्तुमा गुरुत्व बलले उत्पन्न हुने प्रवेगलाई गुरुत्व प्रवेग भनिन्छ। यसलाई  $g$  ले जनाइन्छ र यसको एकाइ मिटर/सेकेन्ड<sup>2</sup> ( $m/s^2$ ) हुन्छ। यसको औसत मान पृथ्वीको सतहमा  $9.8 m/s^2$  हुन्छ।

कुनै निश्चित ठाउँमा स्वतन्त्र रूपले खसिरहेका सबै वस्तुहरूमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग समान नै हुन्छ। यस सम्बन्धका इटालीका वैज्ञानिक ग्यालिलियोले सन् 1590 मा एउटा प्रयोग गरेर देखाएका थिए। ग्यालिलियोले पिसा भन्ने ठाउँमा रहेको ढल्केको टावर (Leaning Tower of Pisa) बाट ठुलो र सानो पिण्डहरू एकैसाथ खसाल्दा दुवै पिण्डहरू एकै समयमा जमिनमा पुगेका थिए। ती दुवै पिण्डहरू खस्दा समान गुरुत्व प्रवेग उत्पन्न भएको तथ्य सिद्ध भएको थियो।

### क्रियाकलाप 1.1

करिब बराबर घनत्व भएको एउटा ठुलो टुक्रा र अर्को सानो टुक्रा ढुङ्गा लिनुहोस्। कुनै अग्लो स्थानबाट ती दुवै ढुङ्गा एकैसाथ खसालेर हेर्नुहोस्। ढुङ्गा खस्ने ठाउँमा एउटा धातु वा टिनको पाता राख्नुहोस्। ढुङ्गाका टुक्राहरू टिनमा ठोक्कदा आवाज ध्यान दिएर सुन्नुहोस्।

फेरि काम नलाग्ने एक पाना कागज डल्लो पार्नुहोस्। अर्को पाना कागज त्यतिकै हातमा लिनुहोस् र दुवैलाई एकै साथ खसाल्नुहोस्।

1. के ठुलो ढुङ्गा र सानो ढुङ्गा एकैसाथ जमिनमा पुगे, किन होला ?
2. के डल्ला पारेका र नपारेका कागजका पानाहरू एकैसाथ जमिनमा पुगे ?
3. यस क्रियाकलापबाट के निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ, छलफल गर्नुहोस्।

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

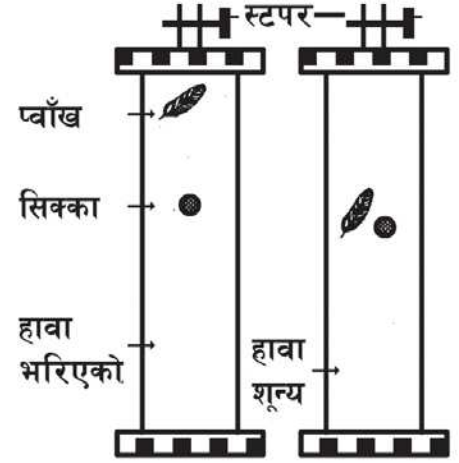
यस प्रयोगमा चित्रमा जस्तै हावा भिक्न मिल्ने गरी बनाइएको एक मिटर जति लामो काँचको नली हुन्छ । उक्त नलीभित्र एउटा सिक्का र प्याँख राखिसकेपछि बिको बन्द गरिन्छ । त्यस नलीलाई पल्टाउँदा सिक्का छिटो र प्याँख बिस्तारै खस्छ । तर नलीको हावा भिक्सकेपछि नलीलाई पल्टाउँदा प्याँख र सिक्का सँगै खस्छन् ।

यस प्रयोगबाट पनि सबै वस्तुमा गुरुत्व बलले गर्दा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ भन्ने कुरा पुष्टि हुन्छ । त्यसैले माथिको क्रियाकलाप 1.1 मा सानो र ठुलो ढुङ्गा पनि सँगै खस्छन् । डल्लो पारिएको कागज एक पाना कागजभन्दा छिटो खस्छ किनकि डल्लो कागजमा हावाको अवरोध कम पर्छ । कागजको पाना हावाको अवरोधले गर्दा बिस्तारै तल खस्छ । हावाको अवरोध नभएमा सबै वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ । हावाको अवरोधले प्रवेग घटाउँछ । त्यसैले हावा नभएको ठाउँमा प्याँख र सिक्का सँगै खस्छन् । फेरि वस्तुको सतहको क्षेत्रफल बढेपछि हावाको अवरोध असर पनि बढ्छ । त्यसैले डल्लो कागज छिटो खस्यो ।

एपोलो 12 मा गएका अन्तरिक्ष यात्रीहरूले चन्द्रमामा एउटा प्रयोग गरे । सो प्रयोगमा एउटा ढुङ्गा र एउटा प्याँख खसाल्दा दुवै सँगै खसेको पाइयो । यसको कारण के होला, छलफल गर्नुहोस् ।

### क्रियाकलाप 1.2

सर्वप्रथम एउटा गुच्चा र मेजरिड टेप लिनुहोस् । मेजरिड टेपको प्रयोग गरेर चौर (जमिन) र विद्यालयको भवनको छतबिचको दुरी नाप्नुहोस् । उक्त ठाउँको ठिक तल एउटा टिन (धातु) को पाता राख्नुहोस् ताकि यसमा गुच्चा ठोकिँदा आवाज सुनियोस् । एउटा हातमा स्टपवाच र अर्को हातमा गुच्चा लिनुहोस् । उक्त गुच्चा टिनको पातामा पर्ने गरी खसाल्नुहोस् । ठिक त्यही बेला स्टपवाच स्टार्ट गर्नुहोस् । चौरमा गुच्चा ठोकिएको आवाज सुन्ने बित्तिकै स्टपवाचलाई बन्द गर्नुहोस् र गुच्चा खस्न लागेको समय नोट गर्नुहोस् । यही प्रक्रियालाई कम्तीमा चार पटक दोहोर्‍याउनुहोस् र दिइएको तालिका भरी औसत गुरुत्व प्रवेगको मान पत्ता लगाउनुहोस् :



चित्र 1.11



अवलोकन तालिका

क्र. स.	चौरदेखि विद्यालयको छतसम्मको उचाइ (h)	समय (t)	गुरुत्व प्रवेग ( $g = \frac{2h}{t^2}$ )
1			
2			
3			
तसर्थ गुरुत्व प्रवेगको औसत मान ..... $m/s^2$ पाइयो ।			

उक्त क्रियाकलाप गर्दा निम्नानुसारको सावधानी अपनाउनुपर्छ :

- गुच्चालाई स्वतन्त्र खसन् दिनुपर्छ, बलपूर्वक खसाल्नु हुँदैन ।
- समय मापन गर्दा ध्यान पुऱ्याउनुपर्छ ।

अर्धव्यास (R) र गुरुत्व प्रवेग (g) बिच सम्बन्ध

कुनै ग्रह वा उपग्रहको पिण्ड M, त्यसको अर्धव्यास R र वस्तुको पिण्ड m भए गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियमअनुसार  $F = \frac{GMm}{R^2}$  हुन्छ ।

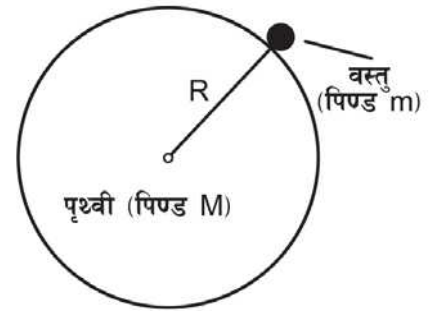
अर्थात्  $mg = \frac{GMm}{R^2}$  [∵ न्युटनको गति सम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार  $F = mg$  हुन्छ ।]

अर्थात्  $g = \frac{GM}{R^2}$  ..... (i)

∴  $g \propto \frac{1}{R^2}$  [∵ G र M स्थिर रहने हुँदा]

तसर्थ वस्तु खस्दा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेगलाई वस्तुको पिण्डले कुनै असर गर्दैन । त्यसैले ठुलो वा साना वस्तुहरू एकै ठाउँमा खस्दा सबैमा समान प्रवेग उत्पन्न हुन्छ ।

कुनै ग्रह वा उपग्रहमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग त्यसको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक (inversely proportional) हुन्छ ।



चित्र 1.12

## पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेग (Acceleration due to gravity of earth)

पृथ्वीमा रहेका कुनै पनि वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ। यसर्थ पृथ्वीको अर्धव्यास कम भएको ठाउँ (ध्रुव) मा गुरुत्व प्रवेग बढी हुन्छ। पृथ्वीको अर्धव्यास बढी भएको ठाउँ (भूमध्य रेखा) मा गुरुत्व प्रवेग कम हुन्छ। अतः गुरुत्व बल ध्रुवमा सबभन्दा बढी र भूमध्य रेखामा सबभन्दा कम हुने भएकाले समान उचाइबाट खसालिएको वस्तु दुवै ध्रुवमा छिटो र भूमध्य रेखामा ढिलो खस्छ। पृथ्वीमा खस्ने र पृथ्वीबाट माथि जाने वस्तुका गति सम्बन्धी गणितीय समस्याहरू समाधान गर्न गुरुत्व प्रवेगको प्रयोग हुन्छ।

हामीलाई थाहा छ कि पृथ्वीको पिण्ड  $6 \times 10^{24}$  kg र पृथ्वीको अर्धव्यास 6380 km हुन्छ। अर्धव्यास र गुरुत्व प्रवेगबिचको सम्बन्धको सूत्र प्रयोग गरेर पृथ्वीमा गुरुत्व प्रवेगको मान निम्नानुसार पत्ता लगाउन सकिन्छ।

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.38 \times 10^4)^2} = \frac{40.02 \times 10^{13}}{40.70 \times 10^{12}} = 9.83 \text{ m/s}^2$$

यहाँ  $g$  को मान  $9.83 \text{ m/s}^2$  भए पनि विभिन्न सतहमा यसको मान फरक पर्छ। पृथ्वी पूर्ण गोलाकार नभई ध्रुवीय क्षेत्रमा थोपिचकाले अर्धव्यास ( $R_p$ ) कम र भूमध्य रेखीय क्षेत्रमा फुकेकाले अर्धव्यास ( $R_e$ ) बढी हुन्छ ( $R_e > R_p$ )। त्यसैले वस्तुमा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीको ठाउँअनुसार फरक हुन्छ।

त्यसैले भूमध्य रेखीय क्षेत्रमा  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$

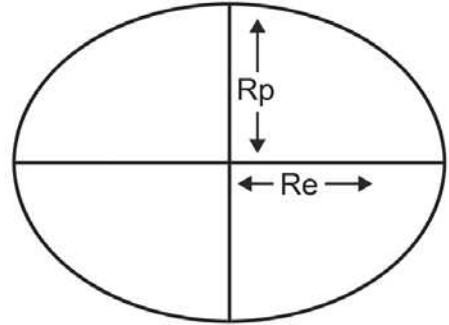
ध्रुवीय क्षेत्रमा  $g = 9.83 \text{ m/s}^2$

औसत रूपमा  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  हुन्छ।

कुनै वस्तुको पिण्डसँग गुरुत्व प्रवेगको कुनै सम्बन्ध रहँदैन। त्यसैले एकै ठाउँमा खस्दा फरक फरक पिण्ड भएका सबै वस्तुमा समान प्रवेग उत्पन्न हुन्छ।

पृथ्वीको सतहबाहेक अन्य ग्रह र उपग्रहका गुरुत्व प्रवेग र वस्तुको तौल पनि फरक फरक हुन्छन्। यसको बारेमा पनि अध्ययन गरौं।

पृथ्वीमा कुनै वस्तुको तौल भन्नाले सो वस्तुमा पर्ने पृथ्वीको गुरुत्व बल हो। न्युटनको चाल सम्बन्धी नियमअनुसार  $F = mg$  हुन्छ। त्यसैले कुनै वस्तुको तौल पत्ता लगाउन ग्रहको गुरुत्व प्रवेग प्रयोग गरिन्छ। जस्तै : पृथ्वीको गुरुत्व प्रवेग  $9.8 \text{ m/s}^2$  छ भने  $15 \text{ kg}$  पिण्ड भएको वस्तुको पृथ्वीको सतहमा तौल ( $W$ ) = पिण्ड ( $m$ ) × गुरुत्व प्रवेग ( $g$ )  
( $W$ ) =  $15 \times 9.8 = 147 \text{ N}$  हुन्छ।



चित्र 1.13

अब विभिन्न ग्रह वा उपग्रहहरूको गुरुत्व प्रवेग (g) कति हुन्छ, हिसाब गरेर हेरौं :

### उदाहरणहरू

1. चन्द्रमाको पिण्ड र अर्धव्यास क्रमशः  $7.2 \times 10^{22}$  kg र  $1.7 \times 10^6$  m छन् भने चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग कति होला ? 80 kg पिण्ड भएको वस्तुको तौल चन्द्रमामा कति होला ?

यहाँ

चन्द्रमाको पिण्ड (M) =  $7.2 \times 10^{22}$  kg, चन्द्रमाको अर्धव्यास (R) =  $1.7 \times 10^6$  m,  
 $G = 6.67 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, g = ?

सूत्रअनुसार,

$$\text{गुरुत्व प्रवेग (g)} = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.2 \times 10^{22}}{(1.7 \times 10^6)^2} = 1.64 \text{ m/s}^2$$

फेरि,

$$\text{पिण्ड (m)} = 80 \text{ kg, गुरुत्व प्रवेग (g)} = 1.64 \text{ m/s}^2$$

सूत्रअनुसार,

$$\text{तौल (W)} = \text{पिण्ड (m)} \times \text{गुरुत्व प्रवेग (g)} = 80 \times 1.64 = 131.2 \text{ N}$$

तसर्थ चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग =  $1.64 \text{ m/s}^2$  र वस्तुको तौल 131.2 N हुन्छ ।

2. बृहस्पतिको पिण्ड  $1.9 \times 10^{27}$  kg र अर्धव्यास  $71 \times 10^6$  m छन् भने बृहस्पतिको गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ । 80 kg पिण्ड भएको वस्तुको तौल त्यस ग्रहमा कति होला ?

यहाँ

बृहस्पतिको पिण्ड (M) =  $1.9 \times 10^{27}$  kg, बृहस्पतिको अर्धव्यास (R) =  $71 \times 10^6$  m,  
 $G = 6.67 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, g = ?

सूत्रअनुसार,

$$\text{गुरुत्व प्रवेग (g)} = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.9 \times 10^{27}}{(71 \times 10^6)^2} = 25 \text{ m/s}^2$$

फेरि

$$\text{वस्तुको पिण्ड (m)} = 80 \text{ kg, गुरुत्व प्रवेग (g)} = 25 \text{ m/s}^2$$

सूत्रअनुसार,

$$\text{तौल (W)} = mg = 80 \times 25 = 2000 \text{ N.}$$

तसर्थ बृहस्पतिको गुरुत्व प्रवेग =  $25 \text{ m/s}^2$  र बृहस्पतिमा उक्त वस्तुको तौल 2000 N हुन्छ ।

पृथ्वीको अर्धव्यासभन्दा बृहस्पतिको अर्धव्यास निकै ठुलो (करिब 11 गुणा) छ । त्यसकारण बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको भन्दा 319 गुणा बढी छ तर यसो भएता पनि गुरुत्व बल थोरै मात्र बढी हुन्छ किनभने अर्धव्यास बढेमा गुरुत्व बल कम हुन्छ ।

**चन्द्रमाको सतहमा गुरुत्व प्रवेग (Acceleration due to gravity on the surface of the moon)**

चन्द्रमाको पिण्ड पृथ्वीको भन्दा सानो छ । चन्द्रमामा गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीको भन्दा  $\frac{1}{6}$  गुणा हुन्छ । तसर्थ चन्द्रमामा  $g$  को मान  $1.67 \text{ m/s}^2$  हुन्छ ।

**उदाहरण**

1. पृथ्वीमा 100 kg उठाउन सक्ने भारोत्तोलकले चन्द्रमामा कति तौल भएको भार उठाउन सक्छ, हिसाब गरी देखाउनुहोस् ।

यहाँ,

$$\text{पृथ्वीमा } 100 \text{ kg तौल} = 100 \times 9.8 = 980 \text{ N}$$

उक्त मानिसले 980 N उचाल्न सक्छ ।

फेरि चन्द्रमामा,

$$W = 980 \text{ N}, g = 1.67 \text{ m/s}^2, m = ?$$

सूत्रअनुसार,

$$W = mg \text{ वा } m = \frac{W}{g} = \frac{980}{1.67} = 586.8 \text{ kg}$$

तसर्थ सो मानिसले चन्द्रमामा 586.8 kg उठाउन सक्छ ।

यदि पृथ्वीलाई चन्द्रमाको आयतन बराबर हुने गरी खाँदून सकियो भने यसको गुरुत्व प्रवेग करिब 14 गुणा वृद्धि हुन्छ किनभने यसो गर्दा पिण्ड उल्टिकै रहन्छ तर अर्धव्यास कम हुन्छ ।

**पिण्ड र तौल (Mass and Weight)**

**पिण्ड (Mass)**

वस्तुको तौल र पिण्ड अलग अलग कुराहरू हुन् । वस्तुको पिण्डलाई हाम्रो दैनिक जीवनमा तौल पनि भन्ने गरिन्छ । बराबर पिण्ड भएका वस्तुहरूको तौल बराबर नै हुने हुँदा पिण्डलाई तौल भनेमा पनि फरक पर्दैन । उदाहरणका लागि भौतिक तराजु (physical balance) ले नाप्दा पिण्डको नाप आउँछ । भौतिक तराजुमा नाप्दा सन्तुलन भएको अवस्थामा ढकमा पर्ने गुरुत्व बल र वस्तुमा पर्ने गुरुत्व बल बराबर हुन्छ । उक्त भौतिक तराजु, ढक र वस्तुलाई चन्द्रमामा लगेर नाप्दा वस्तुमा गुरुत्व बल पृथ्वीमा भन्दा जति कम पर्थ्यो, ढकमा पनि त्यति नै कम गुरुत्व बल पर्छ । त्यसैले तराजु सन्तुलन भइरहन्छ अर्थात् बराबर पिण्ड नै देखाउँछ । यस कारण वस्तु र ढकमा पर्ने गुरुत्व बल दाँजेर पिण्डको नाप लिइन्छ । तपाईंहरूलाई कक्षा 10 को विज्ञान पुस्तकको पिण्ड कति छ भन्ने थाहा छ, यो कसरी र केको प्रयोगले नापिन्छ होला, कक्षामा छलफल गर्नुहोस ।

वस्तुमा भएको पदार्थको परिमाण (quantity of matter) लाई पिण्ड भनिन्छ । पिण्ड त्यस वस्तुमा भएका परमाणुहरूको सङ्ख्या र ती परमाणुहरूको पिण्डमा भर पर्छ । वस्तुको पिण्ड किलोग्राम (kg) एकाइमा नापिन्छ । वस्तुको पिण्डलाई भौतिक तराजुले नापिन्छ । कुनै वस्तुलाई पृथ्वीको जुनसुकै भागमा वा अन्तरिक्षमा वा अन्य ग्रहमा लगे तापनि त्यसको पिण्ड परिवर्तन हुँदैन ।

### क्रियाकलाप 1.3

बराबर साइजका तिन ओटा प्लास्टिकका थैलीहरू लिनुहोस् । ठुला र साना गरी दुई थरीका 25-25 ओटा गुच्चाहरू सङ्कलन गर्नुहोस् । काँचको गुच्चा नपाइएमा माटाका गुच्चाहरू बनाएर सुकाउनुहोस् । थैली 'क' मा 15 ओटा ठुला गुच्चा राख्नुहोस् । थैली 'ख' मा 10 ओटा ठुला गुच्चा र 'ग' मा 10 ओटा साना गुच्चा राख्नुहोस् । तिनै ओटा थैलीलाई भौतिक तराजुमा जोखेर पिण्ड नाप्नुहोस् । अवलोकन गरेको कुरा निम्नानुसार भयो वा भएन जाँच्नुहोस् ।

'क' र 'ख' थैलीमा रहेका प्रत्येक गुच्चाको पिण्ड बराबर भए पनि सङ्ख्या 'क' थैलीमा बढी भएकाले पिण्ड पनि बढी भयो । त्यस्तै 'ख' र 'ग' थैलीमा गुच्चाको सङ्ख्या बराबर भए तापनि 'ख' को प्रत्येक गुच्चाको साइज ठुलो भएकाले 'ख' को पिण्ड बढी भयो । अब परमाणुलाई गुच्चासँग र थैलीलाई वस्तुसँग तुलना गर्ने हो भने वस्तुको पिण्ड घटबढ हुने कारण थाहा हुन्छ ।

### तौल (Weight)

कुनै पनि वस्तुलाई पृथ्वीले आफ्नो केन्द्रतिर तान्ने बलको नाप नै पृथ्वीमा त्यस वस्तुको तौल हो । कमानी (स्प्रिङ) तराजुले तौल (बल) को नाप देखाउँछ । तौल न्युटन (N) एकाइमा नापिन्छ ।

कुनै ठाउँमा वस्तु पृथ्वीतिर खस्दा प्रवेग (g) उत्पन्न हुन्छ । वस्तुको पिण्ड m र तौल W भए न्युटनको चाल सम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार,

$$W = mg \text{ हुन्छ} \quad [\text{यहाँ } F = W \text{ र } a = g \text{ हुन्छ ।}]$$

तौल पनि एक प्रकारको बल नै हो । त्यसैले तौलको एकाइ पनि न्युटन (N) नै हुन्छ । त्यसैले कमानी तराजुमा न्युटन एकाइ लेखिएको हुन्छ । यहाँ पिण्डको एकाइ किलोग्राम (kg) र गुरुत्व प्रवेगको एकाइ मिटर प्रति सेकेन्ड<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>) भए तौलको एकाइ किलोग्राम मिटर प्रति सेकेन्ड<sup>2</sup> अर्थात् न्युटन (N) हुन्छ । यो सूत्र प्रयोग गरी वस्तुको तौल नाप्न सकिन्छ ।

$$W = mg$$

अर्थात्  $W \propto g$  [जहाँ m अचर राशि हो ]

पृथ्वी गोलाकार नभएर ध्रुवीय क्षेत्र (polar region) मा थोचो र भूमध्य रेखीय क्षेत्र (equatorial region) मा फुकेकाले विभिन्न ठाउँमा गुरुत्व प्रवेग (g) को मान फरक हुन्छ । फलस्वरूप वस्तुको तौल पनि त्यसैअनुसार फरक फरक हुन्छ । यसरी पृथ्वीको अर्धव्यास ठाउँअनुसार फरक हुने भएकाले गुरुत्व प्रवेग (g) को मान पनि ठाउँअनुसार घटबढ हुन्छ र सोहीअनुसार वस्तुको तौल पनि ठाउँअनुसार फरक हुन्छ । उदाहरणका लागि तराई क्षेत्रमा वस्तुको तौल बढी हुन्छ भने पहाडी र हिमाली क्षेत्रमा त्यही वस्तुको तौल तुलनात्मक रूपमा कम हुन्छ । जति उचाइमा गयो त्यति नै वस्तुको तौल पनि घट्दै जान्छ । त्यसैले सगरमाथाको टुप्पामा वस्तुको तौल पृथ्वीको सतहको विभिन्न ठाउँमध्ये सबैभन्दा कम हुन्छ ।

## स्वतन्त्र खसाइ (Free fall)

सुरक्षित तबरले विद्यालयको कौसीबाट एउटा गुच्चा र बिस्वाको पात एकैसाथ खसाल्दा के तिनीहरू एकैसाथ जमिनमा पुग्छन् ? पक्कै पनि नपुग्लान्, गुच्चा पातभन्दा अगाडि जमिनको सतहमा पुग्छ । किन यस्तो हुन्छ होला ? उचाइबाट खस्ने वस्तुहरूको गुरुत्व प्रवेग समान हुने भए तापनि गुच्चा र पात एकै समयमा जमिन सतहमा नआई किन गुच्चा पहिला पुग्यो होला ?

हावाको अनुपस्थितिमा मात्र सम्पूर्ण वस्तुहरूको गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ । माथिको क्रियाकलापमा गुच्चामा भन्दा पातमा हावाको अवरोध बढी हुने भएकाले पातको गति कम भई गुच्चा पृथ्वीको सतहमा चाँडो पुग्छ । गुच्चा खस्दा उत्पन्न हुने गुरुत्व प्रवेग त्यस ठाउँको गुरुत्व प्रवेगसँग बराबर हुन्छ । यसैले गुच्चाको खसाइलाई स्वतन्त्र खसाइ भन्न सकिन्छ । हावाको अवरोधले गर्दा पातको खसाइ स्वतन्त्र खसाइ होइन किनकि पातमा त्यस ठाउँको गुरुत्व प्रवेग बराबर प्रवेग उत्पन्न भएन ।

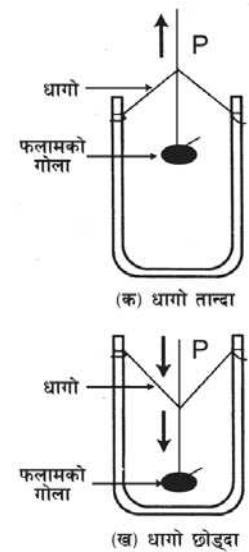
बाहिरी अवरोधबिना नै कुनै वस्तु गुरुत्व प्रवेगको गतिमा खसिरहेको छ भने त्यस्तो खसाइलाई स्वतन्त्र खसाइ (free fall) भनिन्छ ।

स्वतन्त्र खसाइका बेला वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग त्यस ठाउँको गुरुत्व प्रवेगसँग बराबर हुन्छ । चन्द्रमाको सतहमा हावा छैन । त्यसैले त्यहाँ जुनसुकै वस्तुको पनि स्वतन्त्र खसाइ हुन्छ । अन्तरिक्ष यात्रीहरूले चन्द्रमामा एउटा ह्यामर र प्वाँख खसाल्दा सँगै खसेको पाइयो । किनकी यी दुवैको स्वतन्त्र खसाइ हुन्छ ।

पृथ्वीबाट हजारौँ किलोमिटर टाढा अन्तरिक्षमा पृथ्वीको गुरुत्व बलको असर ज्यादै कम पर्छ । अन्तरिक्ष यानले गोलाकार पथमा रहेर पृथ्वीको परिक्रमा गर्छ । कुनै वस्तु गोलाकार पथ (circular path) मा घुम्नलाई सेन्ट्रिपेटल (centripetal) बलको आवश्यकता पर्छ । यो बल वस्तु र पृथ्वीको गुरुत्व बलसँग बराबर हुनुपर्छ । पृथ्वीको परिक्रमा गरिरहेको अवस्थामा यानभित्रका अन्तरिक्ष यात्रीले स्वतन्त्र खसाइको अनुभव गर्छन् ।

## क्रियाकलाप 1.4

चित्र 1.14 मा जस्तै 60 से. मि. जति लामो फलामको डन्डीलाई 'U' आकारमा बङ्ग्याउनुहोस् । डन्डीको दुवै छेउलाई 30 से. मि. लामो धागाले जोड्नुहोस् । अर्को 20 से. मि. लामो धागामा फलामको गोला (पेन्डुलम) भुन्ड्याउनुहोस् । उक्त पेन्डुलमको धागो डन्डीमा बेरेको धागाको बिच भागमा बाँध्नुहोस् । चित्र 1.14 (क) मा जस्तै पेन्डुलमको धागो P बाट उठाउँदा 'U' आकारको फ्रेम पनि उठ्छ । फ्रेमलाई टेबलमा अड्याउँदा के हुन्छ ? के चित्र 'ख' मा जस्तै गोला तल भर्छ ? गोलाका तौलले गर्दा यो फ्रेमको बिचमा अडिरहन सक्दैन र तल भर्छ । अब धागो समातेर फ्रेम उठाउनुहोस् । करिब 2 मिटर उचाइबाट धागो छोडेर फ्रेम खसाल्नुहोस् । फ्रेम खसिरहेको अवस्थामा गोलालाई अवलोकन गर्नुहोस् । गोलाको स्थिति चित्र 'क' जस्तो छ वा 'ख' जस्तो छ, निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।



चित्र 1.14

फ्रेम र गोला दुवैमा समान प्रवेग उत्पन्न भई दुवै स्वतन्त्र खसाइमा हुन्छन् । खसाइको बेला गोला केही क्षणको लागि फ्रेमको बिचमा उडेको देखिन्छ । यहाँ हावाको अवरोध (air resistance) नगण्य मानिएको छ ।

### तौल विहीनता (Weightlessness)

लिङ्गेपिड, रोटेपिड, केबलकार, हवाई जहाज भ्रुवाट्ट तल भर्दा वा यस्तै अन्य अवस्थामा त्यसमा बस्ने यात्रुले जिउ सिरिङ्ग भएको अनुभव गर्छन् । तल भरेको बेला तौल विहीनताले गर्दा यस्तो अनुभूति भएको हो । पृथ्वीको परिक्रमा गरिरहेको अन्तरिक्ष यानभित्रका यात्रीले पनि तौल विहीनता अनुभव गर्छन् ।

यानभित्रका सबै वस्तुलगायत यात्रु तौल विहीन भई कोठाबिचको खाली ठाउँमा पनि अडिरहन सक्ने हुन्छन् । तिनीहरूलाई तल भर्नका लागि कुनै उपकरणको मदत लिनुपर्ने हुन्छ ।

स्वतन्त्र खसाइमा रहेको कुनै वस्तु अथवा गुरुत्व प्रवेग (g) को मान शून्य भएको अवस्थामा कुनै पनि वस्तुको तौल शून्य हुन्छ । यसलाई नै तौल विहीनता (weightlessness) भनिन्छ ।

### क्रियाकलाप 1.5

एउटा ढुङ्गा लिनुहोस् र त्यसलाई धागाले बाँध्नुहोस् । स्पिड ब्यालेन्सको हुकमा धागो भुन्डाई ढुङ्गाको तौल पत्ता लगाउनुहोस् । अब स्पिड ब्यालेन्ससहित ढुङ्गालाई हातबाट छाडिदिनुहोस् र स्वतन्त्र रूपमा खस्न दिनुहोस् । यस अवस्थामा स्पिड ब्यालेन्सले उक्त ढुङ्गाको तौल शून्य देखाउँछ । यस अवस्थालाई नै तौल विहीनता भनिन्छ ।

### सारांश

1. कुनै पनि दुई पिण्डहरूबिच उत्पन्न हुने गुरुत्वाकर्षण बल ती दुई पिण्डहरूको गुणन फलसँग अनुक्रमानुपाती (directly proportional) हुन्छ र ती पिण्डहरूबिचको दुरीको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) हुन्छ ।
2. कुनै आकाशीय पिण्डले आफ्नो केन्द्रतिर तान्ने बल नै गुरुत्व बल हो । पृथ्वी, ग्रह, उपग्रह सबैको गुरुत्व बल हुन्छ । चन्द्रमाको गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीको भन्दा  $\frac{1}{6}$  खण्ड कम हुन्छ ।
3. स्वतन्त्र खसाइको अवस्थामा भएको वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेगलाई गुरुत्व प्रवेग भनिन्छ, जुन सबै वस्तुमा समान हुन्छ ।
4. गुरुत्व प्रवेग पृथ्वीको अर्धव्यासको वर्गसँग व्युत्क्रमानुपाती हुन्छ ( $g \propto \frac{1}{R^2}$ ) ।
5. पृथ्वीको सतहबाट उचाइको वृद्धिअनुसार गुरुत्व प्रवेग क्रमशः कम हुँदै जान्छ ।
6. बाहिरी अवरोधबिना वस्तु खस्नुलाई स्वतन्त्र खसाइ (freefall) मानिन्छ ।
7. वस्तु स्वतन्त्रपूर्वक खस्यो भने तौल विहीनताको स्थितिमा (weightlessness) हुन्छ ।
8. हावाको अवरोध र तल भर्ने बल बराबर हुँदा वस्तु एउटै निश्चित गतिमा तल खस्छ ।
9. हावाको अवरोधले गर्दा पृथ्वीमा खस्ने वस्तुको पूर्ण स्वतन्त्र खसाइ हुँदैन ।

## अभ्यास

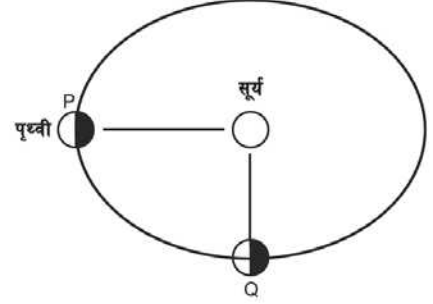
(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक ( $\sqrt{\quad}$ ) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. चन्द्रमाको सतहमा गुरुत्व प्रवेग कति हुन्छ ?  
(i)  $9.8 \text{ m/s}^2$  (ii)  $1.6 \text{ m/s}^2$   
(iii)  $6.67 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  (iv)  $9.8 \text{ m/s}$
2. पृथ्वीलाई खाँदिर चन्द्रमा जत्रै पारियो भने यसको गुरुत्व बल करिब कति गुणा वृद्धि हुन्छ ?  
(i) 20 गुणा वृद्धि हुन्छ । (ii) 14 गुणा वृद्धि हुन्छ ।  
(iii) चन्द्रमाको जति हुन्छ । (iv) 2.5 गुणा मात्र हुन्छ ।
3. तल दिइएका मध्ये कुन सम्बन्ध ठिक छ ?  
(i)  $g \propto R$  (ii)  $g \propto \frac{1}{R^2}$   
(iii)  $g \propto \frac{1}{R}$  (iv)  $g \propto \frac{1}{R^3}$
4. वस्तु तलतिर भर्दा त्यसमा लाग्ने हावाको अवरोध केमा निर्भर रहन्छ ?  
(i) वस्तुको आकार (ii) वस्तुको तौल  
(iii) वस्तुको गुरुत्व प्रवेग (iv) ग्रहको पिण्डमा
5. हावा नभएको शून्य अवस्थामा प्वाँख र सिक्का खसाल्दा तिनीहरूको प्रवेग कति हुन्छ ?  
(i) सामान्य अवस्थाको भन्दा आधा (ii) सामान्य अवस्थाको भन्दा दोब्बर  
(iii) प्वाँखको आधा र सिक्काको दोब्बर (iv) दुवैमा समान प्रवेग
6. वस्तुको तौल (W) र गुरुत्व प्रवेगबिच के सम्बन्ध हुन्छ ?  
(i)  $W = g$  (ii)  $W \propto \frac{1}{g}$   
(iii)  $W \propto g$  (iv)  $W = 2g$
7. चन्द्रमामा 5 N तौल भएको वस्तुको तौल पृथ्वीमा कति हुन्छ ?  
(i) 5 N (ii) 15 N  
(iii) 30 N (iv)  $\frac{5}{6}$  N



(ख) तल दिइएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- गुरुत्वाकर्षण बल भनेको के हो ? गुरुत्वाकर्षण बललाई असर पार्ने मुख्य दुई कारक तत्त्वहरू के के हुन् ? यिनले कस्तो असर पार्छन् ?
- न्युटनको गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियम लेखी  $F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$  हुन्छ भनी चित्रसहित प्रमाणित गर्नुहोस् । यस नियमलाई किन विश्वव्यापी नियम भनिन्छ ?
- गुरुत्वाकर्षण स्थिर अङ्क (G) भनेको के हो ? यसको एकाइसहित मान लेख्नुहोस् ।
- चित्रमा देखाइएको जस्तै परिपथमा पृथ्वीले सूर्यलाई परिक्रमा गर्छ भने बिन्दु P बाट बिन्दु Q मा जाँदा सूर्यले पृथ्वीमा लगाउने गुरुत्वाकर्षण बलको मात्रामा के भिन्नता आउँछ ? व्याख्या गर्नुहोस् ।
- उपग्रहले पृथ्वीको वरिपरि परिक्रमा गर्दा कुनै प्रकारको ऊर्जाको आवश्यकता पर्दैन, किन ?
- निम्न लिखित अवस्थामा कुनै पनि दुई वस्तुबिचको गुरुत्वाकर्षण बल कति हुन्छ ?
  - दुईमध्ये एउटाको पिण्डलाई दुई गुणा गरी दुरी स्थिर राख्दा
  - दुवै वस्तुहरूको पिण्डलाई दुई गुणा गरी दुरी स्थिर राख्दा
  - वस्तुहरूको बिचको दुरीलाई दुई गुणा गरी पिण्डहरू स्थिर राख्दा
  - वस्तुहरूको बिचको दुरीलाई आधा गरी पिण्डहरू स्थिर राख्दा
- गुरुत्व प्रवेग भनेको के हो ? पृथ्वीको कुन स्थानमा यसको मान सबैभन्दा कम र कुन स्थानमा सबैभन्दा बढी हुन्छ ? यसको औसत मान र दिशासमेत लेख्नुहोस् ।
- बृहस्पतिको पिण्ड पृथ्वीको भन्दा करिब 319 गुणा बढी छ, तर यसको गुरुत्व प्रवेग ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ) भन्दा करिब 2.5 गुणा मात्र बढी छ । यसको कारण के होला ?
- पृथ्वीलाई चन्द्रमाको आयतन बराबर हुने गरी खाँद सिकियो भने यसको गुरुत्व प्रवेगमा के असर पर्छ, लेख्नुहोस् ।
- स्वतन्त्र खसाइको परिभाषा दिनुहोस् । कस्तो अवस्थामा वस्तुको खसाइ स्वतन्त्र हुन्छ ?
- पारासुट लिएर हामफाल्दा गुरुत्व प्रवेगमा कस्तो असर पर्छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।



(ग) फरक लेख्नुहोस् :

- गुरुत्व बल र गुरुत्व प्रवेग
- गुरुत्व बल र गुरुत्वाकर्षण बल
- पिण्ड र तौल
- गुरुत्व प्रवेग (g) र गुरुत्वाकर्षण स्थिर अङ्क (G)

(घ) कारण लेख्नुहोस् :

1. कुनै वस्तुको पिण्ड स्थिर हुन्छ तर तौल ठाउँअनुसार फरक हुन्छ ।
2. पृथ्वीको ध्रुवीय क्षेत्र र भूमध्य रेखीय क्षेत्रमा समान उचाइबाट खसाइएका वस्तुहरूमध्ये ध्रुवमा छिटो खस्छ ।
3. डल्ला पारिएका र डल्ला नपारिएका कागजका पानाहरू हावामा एकैसाथ खसाल्दा डल्ला पारिएका कागजका पानाहरू छिटो खस्छन् ।
4. पृथ्वीको सतहमा ठुलो ढुङ्गा उचाल्न गारो हुन्छ तर सानो ढुङ्गा उचाल्न सजिलो हुन्छ ।
5. भ्याकुमभिन्न एउटा फलामको गुच्चा र एउटा प्याँख एकैसाथ खसाल्दा एकैसाथ जमिनमा पुग्छन् ।

(ङ) तलका गणितीय समस्याहरू हल गर्नुहोस् :

1. कुन अवस्थामा गुरुत्वाकर्षण बल (F) को मान  $6.67 \times 10^{-11}$  हुन्छ, हिसाब गर्नुहोस् ।
2. बृहस्पतिको पिण्ड  $1.9 \times 10^{27}$  kg छ र सूर्यको पिण्ड  $2 \times 10^{30}$  kg छ । यदि बृहस्पतिबाट सूर्य  $76.8 \times 10^7$  km टाढा छ भने ती दुई पिण्डहरूबिचको गुरुत्वाकर्षण बल कति हुन्छ ?  
(उत्तर :  $4.3 \times 10^{29}$  N)
3. यदि नेपालबाट चन्द्रमाको दुरी  $3 \times 10^5$  km छ र चन्द्रमाको पिण्ड  $7 \times 10^{22}$  kg हो भने हाम्रा नदीहरूको प्रत्येक किलोग्राम पानीलाई चन्द्रमाले कति बलले तान्छ, हिसाब गर्नुहोस् ।  
(उत्तर :  $5.19 \times 10^{-5}$  N)
4. 2060 साल भदौ 10 गते पृथ्वीबाट मङ्गल ग्रह इतिहासमै सबैभन्दा नजिकको दुरीमा आयो । उक्त दिन पृथ्वी र मङ्गलग्रहबिचको गुरुत्वाकर्षण बल करिब  $6.67 \times 10^{16}$  N थियो भने यिनीहरूबिचको दुरी कति थियो होला, हिसाब गर्नुहोस् । (पृथ्वीको पिण्ड =  $6 \times 10^{24}$  kg, मङ्गल ग्रहको पिण्ड =  $6 \times 10^{23}$  kg र  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>)  
(उत्तर :  $6 \times 10^{10}$  m)
5. पृथ्वीलाई चन्द्रमाको आयतन बराबर हुने गरी खुम्चाएर पुऱ्याइयो भने 1000 kg पिण्ड भएको वस्तुको तौल पृथ्वीमा कति हुन्छ ? (पृथ्वीको पिण्ड =  $6 \times 10^{24}$  kg र चन्द्रमाको अर्धव्यास =  $1.7 \times 10^5$  m)  
(उत्तर : 138400 N)
6. 200 gm को एउटा अम्बा रुखबाट खस्दा पृथ्वीतिर अम्बाको प्रवेग कति हुन्छ र पृथ्वीको प्रवेग अम्बातिर कति हुन्छ ? हिसाब गर्नुहोस् । (पृथ्वीको पिण्ड =  $6 \times 10^{24}$  kg, पृथ्वीको अर्धव्यास  $6.4 \times 10^6$  m)  
(उत्तर :  $9.77$  m/s<sup>2</sup>,  $3.25 \times 10^{-25}$  m/s<sup>2</sup>)

7. पृथ्वीको केन्द्रबाट  $6.4 \times 10^6$  m दुरीमा रहेको कुनै वस्तुको तौल 10 N छ र त्यसलाई  $1.28 \times 10^7$  m दुरीमा लगियो भने उक्त वस्तुको तौल कति हुन्छ ?  
(उत्तर : 2.5 N)
8.  $2.5 \times 10^4$  km दुरीमा राखिएका कुनै दुई वस्तुहरू बिचको गुरुत्वाकर्षण बल 250 N छ भने गुरुत्वाकर्षण बललाई आधा गर्न ती दुई वस्तुहरू बिचको दुरी कति हुनुपर्छ ?  
(उत्तर :  $5 \times 10^7$  N)

### परियोजना कार्य

1. तपाईंको आफ्नो शरीरको पिण्ड नापेर तौल हिसाब गर्नुहोस् । पिण्ड नाप्ने तराजु विद्यालयमा उपलब्ध नभएको अवस्थामा तपाईंको आफ्नो क्षेत्रभिन्न त्यस्तो साधन कहाँ उपलब्ध हुन सक्छ खोजी गरी शरीरको पिण्ड नाप्नुहोस् ।
2. एउटा प्लास्टिकको बाक्लो पाता (sheet) लाई 20 – 25cm को अर्धव्यास हुने गरी वृत्ताकार बनाएर काट्नुहोस् । त्यसको किनारामा बराबर दुरीमा चिह्न लगाई पन्चिङ मेसिनको सहायताले 8–10 ओटा प्वाल पार्नुहोस् । प्रत्येक प्वालमा एक एक 30–30 cm लामो धागो छिराएर बाँधी सबै धागाको टुप्पाहरूलाई एकै ठाउँमा ल्याई एउटा सानो ढुङ्गामा बाँध्नुहोस् । यसरी बनाइएको पारासुट र अर्को उत्रै ढुङ्गालाई एकै पटक विद्यालयको छतबाट शिक्षकको उपस्थितिमा खसाल्नुहोस् । तिनीहरूको खस्ने गति अवलोकन गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

सेन्ट्रिपिटल बल : वृत्ताकार पथमा कुनै वस्तुलाई घुमाउँदा केन्द्रतिर तान्ने बल

केबलकार : विद्युत्बाट सञ्चालन हुने एक प्रकारको यातायातको साधन

## एकाइ 2 चाप (Pressure)

तपाईंहरूले फेरी तथा डुङ्गाबाट नदी तरेको देख्नुभएको होला । ठुला ठुला नदीमा फेरीबाट बस तार्न कसरी सम्भव भएको होला ? ग्यारेजमा गाडी मर्मत तथा सर्भिसिङ गर्दा हाइड्रोलिक मेसिनको मदतले सजिलैसँग उचालेको देख्नुभएको होला । हाम्रो दैनिक जीवनमा यस प्रकारका दृष्टान्तहरू छन्, जुन तरल पदार्थको चापको सिद्धान्तमा आधारित छन् । तरल पदार्थको ऊर्ध्वचापले गर्दा आंशिक रूपमा वस्तुको तौल घट्ने गर्छ र वस्तु हलुको महसुस हुन्छ । साथै कार्य गर्न सजिलो हुन्छ । फेरीबाट बस तार्न पानीको ऊर्ध्वचापले मदत गरेको हुन्छ । त्यस्तैगरी फाउन्टेन पेनमा मसी भर्न, बिरामीलाई औषधीको इन्जेक्सन दिन पनि तरल र हावाको चापले मदत पुऱ्याएको हुन्छ । यस एकाइअन्तर्गत जलीय चाप, पास्कलको नियम, आर्किमिडिजको सिद्धान्त, प्लवनको नियम र वायु मण्डलीय चापका बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### पास्कलको नियम (Pascal's law)

तरल पदार्थको चापको सम्बन्धमा नयाँ नियम प्रतिपादन गरिएको छ, जसलाई पास्कलको नियम (Pascal's law) भनिन्छ । यस नियमका प्रवर्तक ब्लेज पास्कल (Blaise Pascal) हुन् । उनको जन्म सन् 1623 मा फ्रान्समा भएको थियो । उनी त्यस समयका प्रसिद्ध गणितज्ञ, भौतिकशास्त्री र दर्शनशास्त्री थिए । उनीद्वारा प्रतिपादित जलीय चाप सम्बन्धी नियम यस प्रकारको छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

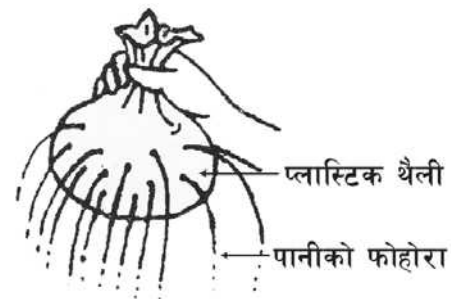
समुद्री सतहभन्दा 10,000 m (32,800 ft) तल 1,000 गुणा बढी चाप हुन्छ ।

बन्द भाँडामा रहेको तरल पदार्थमा कुनै एक ठाउँमा चाप दिइयो भने त्यति नै चाप सबैतिर लम्ब भएर प्रसारण हुन्छ ।

यस नियमलाई प्रमाणित गर्न प्रयोगशालामा निम्न लिखित क्रियाकलापहरू गर्न सकिन्छ :

#### क्रियाकलाप 2.1

चित्र 2.1 मा देखाइएको जस्तै एउटा प्लास्टिकको थैली वा बेलुन लिई त्यसमा पानी भरेर त्यसको मुख कसेर बाँध्नुहोस् । सियाको सहायताले यसको वरिपरि ससाना प्वालहरू पारेर बिस्तारै थैलीको मुखपट्टिबाट बल प्रयोग गरी निचोर्नुहोस् । के पानीको बहाव प्रत्येक प्वालबाट समान रूपमा प्रसारण भइरहेको छ ? प्लास्टिकको थैलीलाई निचोर्दा

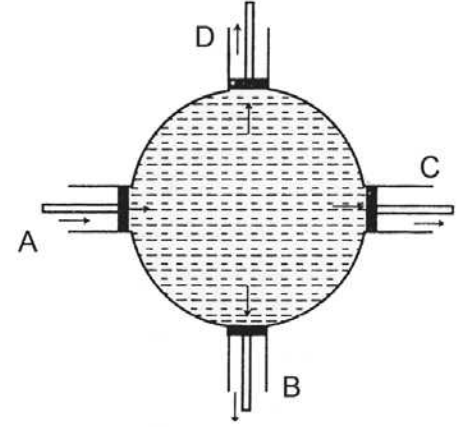


चित्र 2.1

यसमा चाप बढ्छ । ती चाप सबैतिर बराबर मात्रामा प्रसारण हुने भएकाले सबै प्वालबाट समान रूपले पानी निस्कन्छ ।

## क्रियाकलाप 2.2

चित्र 2.2 मा देखाइएको जस्तै गोलाकार भाँडामा बराबर क्षेत्रफल भएको चार ओटा पिस्टनहरू A, B, C र D जडान गरिएका छन् । भाँडाभित्र तरल पदार्थ (पानी) राखेर पिस्टन A बाट चाप दिँदा तरल पदार्थका माध्यमबाट त्यसमा लागेको चाप अरू पिस्टनहरू B, C र D सम्म लम्ब रूपले प्रसारण भई ती पिस्टनहरू बराबर दुरीसम्म बाहिर निस्कन्छन् । यसबाट B, C र D मा परेको चाप समान छ भन्ने देखिन्छ ।

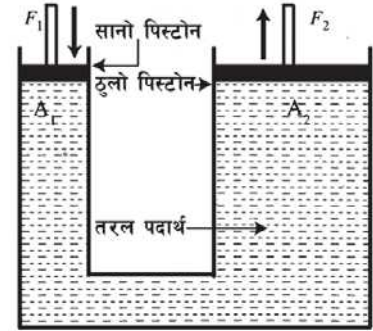


चित्र 2.2

यस प्रयोगबाट बन्द भाँडामा रहेको तरल पदार्थमा एकातिरबाट चाप बढाउँदा त्यति नै चाप लम्ब भएर सबैतिर प्रसारण हुन्छ भन्ने कुरा सिद्ध हुन्छ ।

## हाइड्रोलिक प्रेस (Hydraulic press)

हाइड्रोलिक प्रेस पास्कलको नियममा आधारित एक यन्त्र हो । यसमा एउटा सानो र अर्को ठुलो क्रस सेक्सनल (cross sectional) क्षेत्रफल भएका नलीहरूलाई अर्को तेर्सो नलीले जोडिएको हुन्छ । मानौं, चित्र 2.3 मा ठुलो नलीको क्षेत्रफल  $80 \text{ cm}^2$  र सानो नलीको क्षेत्रफल  $30 \text{ cm}^2$  छ । दुवैमा ठिक्क मिल्ने पिस्टनहरू जोडिएका हुन्छन् । उक्त नलीमा तेल वा पानी भरिएको ठुलो पिस्टन दबाउँदा सानो पिस्टन माथि आउँछ । त्यसैगरी सानो पिस्टन दबाउँदा ठुलो पिस्टन उचालिन्छ ।



चित्र 2.3

सानो पिस्टनमा 15 न्युटन तौल बराबरको बल लगाइयो भने सो बलले सानो पिस्टनलाई तलतिर चाप दिन्छ । सो चाप पास्कलको नियमअनुसार सबै दिशातिर प्रसारण हुन्छ र यसको ठुलो पिस्टन माथि उचालिन्छ । अब सानो पिस्टनको चापलाई सन्तुलन गर्न ठुलो पिस्टनमा तौल राख्दै जाँदा कति तौलले उक्त चापलाई सन्तुलन गर्न सकिन्छ ? पिस्टनहरू सन्तुलन भएको अवस्थामा पास्कलको नियमअनुसार दुवैतिर चाप बराबर हुन्छ । त्यसैले सानो पिस्टनको 15 न्युटन बललाई सन्तुलन गर्न ठुलो पिस्टनमा 40 न्युटन बल लाग्छ ।

$$\begin{aligned} \text{यहाँ, } A_1 &= 30 \text{ cm}^2 = \frac{30}{10000} \text{ m}^2 \\ &= 3 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_2 = 80 \text{ cm}^2 = \frac{80}{10000} \text{ m}^2 = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

पास्कलको नियमअनुसार सानो पिस्टनमा परेको चाप ( $P_1$ ) बराबर ठुलो पिस्टनमा परेको चाप ( $P_2$ ) हुन्छ ।

$$P_1 = P_2$$

अथवा

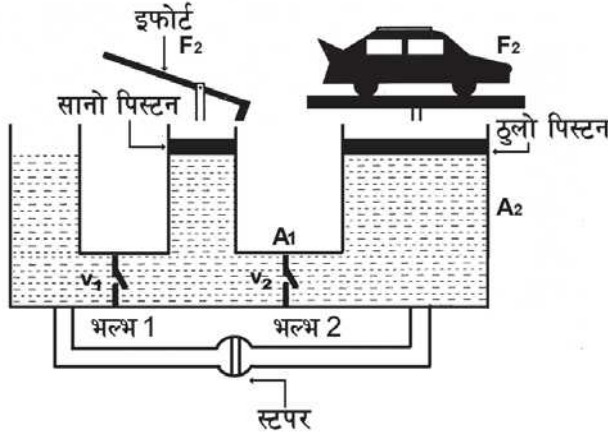
$$\frac{\text{सानो पिस्टनमा तौल } (F_1)}{\text{सानो पिस्टनको क्षेत्रफल } (A_1)} = \frac{\text{ठुलो पिस्टनमा तौल } (F_2)}{\text{ठुलो पिस्टनको क्षेत्रफल } (A_2)}$$

$$\frac{15 \text{ N}}{3 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = \frac{40 \text{ N}}{8 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\text{अथवा } 5 \times 10^3 \text{ N/m}^2 = 5 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

माथि उल्लिखित उदाहरणबाट सानो पिस्टनमा जति चाप दिइएको हुन्छ, त्यति नै चाप ठुलो पिस्टनमा प्रसारण हुन्छ भन्ने पास्कलको नियम सिद्ध हुन्छ । यसै नियमका आधारमा हाइड्रोलिक ब्रेक, हाइड्रोलिक लिफ्ट, हाइड्रोलिक प्रेस आदि उपकरणहरू निर्माण गरिएका हुन्छन् ।

यस नियमअनुसार सानो पिस्टनमा थोरै बल लगाउँदा ठुलो पिस्टनमा धेरै बल उत्पन्न (multiply) हुन जान्छ । हाइड्रोलिक ज्याकको बनोटबारे थाहा पाउन चित्र 2.4 अध्ययन गर्नुहोस् ।



चित्र 2.4

चित्रमा सानो पिस्टन मानौं क्षेत्रफल =  $A_1$  मा बल  $F_1$  लगाउँदा उत्पन्न भएको चाप  $P_1 = F_1/A_1$  हो । तरल पदार्थमा उक्त चाप सबैतिर बराबरी प्रसारण हुन्छ । यसैले ठुलो पिस्टन (क्षेत्रफल  $A_2$ ) मा पनि माथितिर चाप  $P_2$  उत्पन्न हुन्छ । सो चापलाई सन्तुलन गर्न ठुलो पिस्टनमा राखिएको तौल  $F_2$  छ भने ठुलो पिस्टनमा उत्पन्न हुने चाप  $P_2 = F_2/A_2$  हुन्छ ।

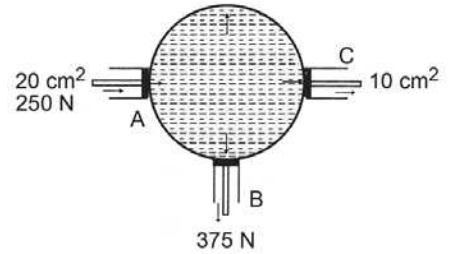
$$\therefore F_2 = P_2 \times A_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2 \quad [ \because P_1 = P_2 = P ]$$

$$\text{अथवा, } F_2 = F_1 \times \frac{A_2}{A_1} \quad (\text{घर्षण शून्य र तरल पदार्थ नचुहिएको अवस्थामा})$$

माथिको चित्रमा भल्भ<sub>2</sub> (V<sub>2</sub>) ले ठुलो पिस्टनको तरल पदार्थ सानो पिस्टनमा फर्किनबाट रोक्छ । भल्भ<sub>1</sub> (V<sub>1</sub>) ले तरल पदार्थलाई ट्याङ्कीमा फर्किनबाट रोक्छ । अर्थात् सानो पिस्टनमा दिएको चापलाई ट्याङ्कीतिर फैलनबाट रोक्छ । हाइड्रोलिक ब्रेक प्रयोग गरी कार, ट्रक र ठुला ठुला हवाई जहाजसमेत जमिनमा गुडिरहेको अवस्थामा थोरै बलले पनि रोक्न सकिन्छ ।

### उदाहरण

चित्र 2.5 मा दिएको उपकरणमा पिस्टन A, B र C मा घर्षण शून्य छ भने पिस्टन B को क्षेत्रफल कति हुन्छ ? पिस्टन C मा कति बल लाग्छ ?



चित्र 2.5

यहाँ,

$$\text{पिस्टन A को क्षेत्रफल } (A_a) = 20\text{cm}^2 = 0.002\text{m}^2$$

$$\text{पिस्टन A मा परेको बल } (F_a) = 250\text{N}$$

$$\text{पिस्टन B मा परेको बल } (F_b) = 375\text{N}$$

$$\text{पिस्टन C को क्षेत्रफल } (A_c) = 10\text{cm}^2 = 0.001\text{m}^2$$

$$\text{पिस्टन B को क्षेत्रफल } (A_b) = ?$$

$$\text{पिस्टन C मा परेको बल } (F_c) = ?$$

सूत्रअनुसार,

$$\frac{F_a}{A_a} = \frac{F_b}{A_b} = \frac{F_c}{A_c}$$

$$\text{Or, } \frac{250}{0.002} = \frac{375}{A_b} = \frac{F_c}{0.001}$$

पहिलो र दोस्रो सम्बन्धबाट

$$\frac{250}{0.002} = \frac{375}{A_b}$$

$$\text{or } A_b = \frac{375 \times 0.002}{250} \text{ or, } F_c = \frac{250}{2}$$

$$\therefore A_b = 30\text{cm}^2 \quad F_c = 125\text{ N}$$

तसर्थ पिस्टन B को क्षेत्रफल 30cm<sup>2</sup> र पिस्टन C मा 125 N बल लाग्छ ।

### तरलको घनत्व र ऊर्ध्वचाप (Density of liquid and upthrust)

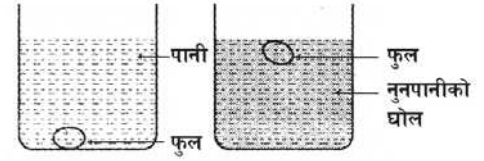
कुनै निश्चित वस्तुमा पर्ने ऊर्ध्वचाप तरल पदार्थको घनत्वअनुसार घटबढ हुन्छ । अर्थात् तरलको घनत्व बढी भएमा कुनै वस्तुमा पर्ने ऊर्ध्वचाप पनि बढी हुन्छ र घनत्व कम भएमा ऊर्ध्वचाप पनि कम हुन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

पास्कलको नियम तरल पदार्थमा मात्र नभई ग्याँस पदार्थमा पनि लागु हुन्छ ।

### क्रियाकलाप 2.3

चित्र 2.6 मा देखाइएको जस्तै एउटा बिकरमा पानी लिएर त्यसमा कुखुराको ताजा फुल राख्नुहोस् । फुल किन डुब्छ ? तौलले गर्दा पानीमा फुल राख्दा फुल तल जान खोज्छ तर पानीको ऊर्ध्वचापले फुललाई माथि धकेल्छ । ऊर्ध्वचापभन्दा फुलको तौल (तल धकेल्ने बल) बढी हुन्छ । त्यसैले फुल पानीमा डुब्छ ।



चित्र 2.6

अब नूनपानीको घोल (salt solution) बनाई त्यसमा फुल राख्नुहोस् । पानीमा नून घुलेपछि पानीको घनत्व बढ्छ । त्यसैले पानीको ऊर्ध्वचाप पनि बढ्छ । फुलको तौल र नूनपानीको ऊर्ध्वचाप बराबर हुन गई फुल नूनपानीमा उत्रिन्छ । पानीमा अझ धेरै नून घुलेमा के हुन्छ, हेर्नुहोस् ।

नूनपानीको घनत्व अझै बढ्छ र ऊर्ध्वचाप पनि बढ्छ । यसले फुललाई अझै माथि धकेल्छ र फुलको केही भाग पानीको सतहबाहिर आउँछ तर यस अवस्थामा पनि ऊर्ध्वचाप र फुलको तौल बराबर नै रहेको हुन्छ, किन ?

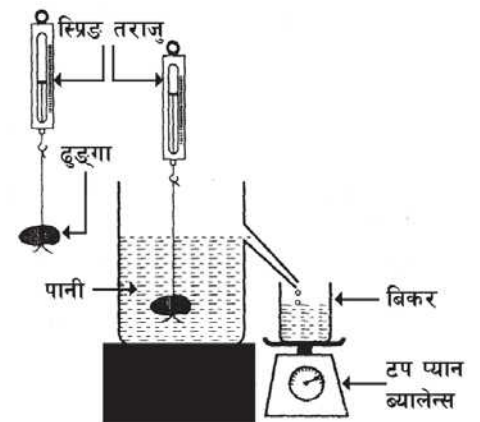
कुनै वस्तुमा पर्ने तरल पदार्थको ऊर्ध्वचाप वस्तुको तौलमा निर्भर रहँदैन । तरलभित्र वस्तुले लिएको ठाउँअनुसार ऊर्ध्वचाप फरक हुन्छ । जस्तै कुनै वस्तुलाई तरलमा आंशिक रूपले डुबाउँदाभन्दा पुरै डुबाउँदा ऊर्ध्वचाप बढी हुन्छ । यी कुराहरूलाई आर्किमिडिजको सिद्धान्तले व्याख्या गर्छ ।

### आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes's principle)

एउटा गिलास लिई त्यसमा भरी हुने गरी पानी भर्नुहोस् । उक्त गिलासमा बिस्तारै सानो ढुङ्गाको टुक्रा खसाल्नुहोस् । के तपाईंले खसालेको ढुङ्गाको टुकाले पानीलाई विस्थापित गर्‍यो ? इसापूर्व 287 मा इटालीको सिसिलीमा जन्मिएका आर्किमिडिजले यस सम्बन्धी सिद्धान्त प्रतिपादन गरेका थिए । उनी गणितज्ञ, भौतिकशास्त्रीका अतिरिक्त खगोलशास्त्रीका रूपमा पनि चिनिन्छन् । उनले ऊर्ध्वचाप बारेमा अनुसन्धान गरी एउटा सिद्धान्त प्रतिपादन गरेका थिए । यसलाई आर्किमिडिजको सिद्धान्त भनिन्छ, जुन यस प्रकारको छ ।

कुनै वस्तुलाई आंशिक वा पूर्ण रूपले तरल पदार्थमा डुबाउँदा विस्थापित हुने तरलको तौल बराबरको ऊर्ध्वचाप तरल पदार्थले वस्तुमा दिन्छ ।

यहाँ तरल पदार्थ भनिए तापनि आर्किमिडिजको सिद्धान्त ग्याँसमा पनि लागु हुन्छ । यो सिद्धान्त प्रमाणित गर्न युरेका क्यान (ureka can), पाला तराजु (pan balance), कमानी तराजु, बिकर र कुनै गह्रौं वस्तु बलियो धागामा बाँधेर लिनुहोस् । सो वस्तुलाई स्पिड तराजुमा जोख्नुहोस् । युरेका क्यानको निकास नलीसम्म पानी भर्नुहोस् । फेरि सो वस्तुलाई पानीमा डुबाएर जोख्नुहोस् । पाला तराजुमा खाली बिकर र विस्थापित पानीको तौल फरक फरक नाप्नुहोस् ।



चित्र 2.7



मानौं,

हावामा ढुङ्गाको तौल =  $w_1$

खाली बिकरको तौल =  $w_2$

वस्तुको पानीमा तौल =  $w_3$

विस्थापित पानी र बिकरको तौल =  $w_4$

वस्तुले पानीभित्र गुमाएको तौल =  $w_1 - w_3$

पानीको ऊर्ध्वचाप =  $w_1 - w_3$

वस्तुले विस्थापित गरेको तौल = बिकर र पानीको तौल - बिकरको तौल =  $w_4 - w_2$

∴  $w_1 - w_3 = w_4 - w_2$  हुन्छ ।

∴ ऊर्ध्वचाप = विस्थापित तरलको तौल

त्यसकारण पानीको ऊर्ध्वचाप = वस्तुले विस्थापित गरेको पानीको तौल

यस प्रकार आर्किमिडिजको सिद्धान्त प्रमाणित हुन्छ । तरल पदार्थको ऊर्ध्वचापले गर्दा तरल पदार्थभित्र रहँदा हरेक वस्तुको तौल कम हुन्छ ।

आर्किमिडिज सिद्धान्तको प्रयोग पनडुब्बी जहाज (sub marine) चलाउन, तातो बेलुन (hot air ballon) उडाउन, हाइड्रोमिटर (hydrometer) बनाउन, समुद्रमा पानीजहाज (ship) उतार्न आदि कार्यमा प्रयोग हुन्छ ।

### प्लवनको नियम (Law of floatation)

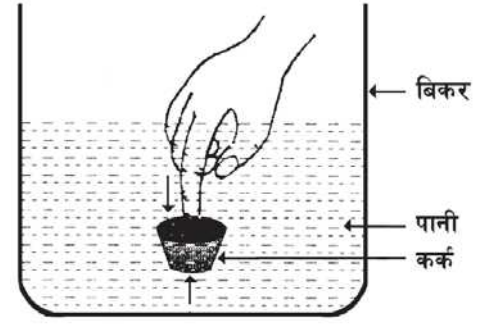
कुन अवस्थामा वस्तु पानीमा उत्रिन्छ ? के तरल पदार्थभन्दा कम घनत्व भएको वस्तुमात्र उत्रिने हो ? फलामले बनेका ठुला ठुला जहाजहरू धेरै लोड बोकेर पनि पानीमा उत्रिन्छन् भन्ने कुरा हामीलाई थाहा छ । त्यसैले तरल पदार्थमा वस्तु उत्रिन यसको घनत्वले मात्र असर गर्दैन ।

यस सम्बन्धमा एउटा प्रयोग अध्ययन गरी हेरौं ।

### क्रियाकलाप 2.4

बिकरमा पानी लिनहोस् । त्यसमा एउटा काठको कर्कलाई औँलाले पानीभित्रसम्म दबाएर छोड्नुहोस् । के हुन्छ, हेर्नुहोस् । औँला भिकेपछि कर्कलाई पानीले माथि धकेल्छ । अब फेरि हावा भरेको सानो बललाई पनि त्यस्तै गर्नुहोस् । यो पनि माथि धकेलिने छ । अब ढुङ्गाको टुकालाई राख्नुहोस् । ढुङ्गा डुब्ने छ । यसरी काठको कर्क र बल उत्रिनुमा के भिन्नता पाइन्छ ?

बलको भन्दा काठको कर्कको बढी भाग पानीमा डुबेको हुन्छ । काठको घनत्व बढी भएकाले यस्तो भएको हो तर उत्रिरहेको अवस्थामा कर्कले विस्थापित गरेको पानीको तौल र कर्कको तौल बराबर हुन्छ । बल हलुका भएकाले यसले थोरै पानी विस्थापित गर्दा नै यसको तौलसँग बराबर हुन्छ । काठको तौल बढी भएकाले बलले भन्दा काठको कर्कले बढी पानी विस्थापित गर्न सकेमात्र उत्रिने भएकाले यसको बढी भाग पानीमा डुब्छ । ढुङ्गाको टुक्रा पुरै डुबेर यसको आयतन बराबर पानी विस्थापित गर्दा पनि विस्थापित गरेको पानीको तौल ढुङ्गाको तौलभन्दा कम भएकाले ढुङ्गा पानीमा डुब्छ ।

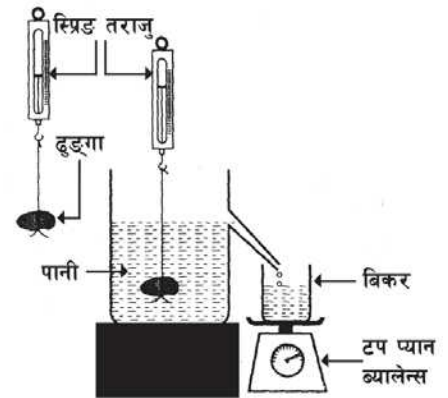


चित्र 2.8

तरल पदार्थमा उत्रिने वस्तुले आफ्नो तौल बराबरको तरल पदार्थ विस्थापित गर्छ । यसैलाई प्लवनको नियम (law of flotation) भनिन्छ ।

### क्रियाकलाप 2.5

एक युरेका केन (eureka can) लाई पानीले भरनुहोस् । एक अर्को खाली बिकरलाई तराजुमाथि राख्नुहोस् ताकि विस्थापित पानी त्यस बिकरमा पोखियोस् । एक 10N को वस्तुलाई युरेका केनमा भएको पानीमा डुबाउनुहोस् । यसरी वस्तु डुबाउँदा पानी विस्थापित भई बिकरमा जम्मा हुन्छ । जम्मा भएको पानीको तौल तराजुको सहायताले लिनुहोस् । पुनः सोही प्रक्रियाद्वारा 20N, 30N र 50N को वस्तुमाथि परीक्षण गर्नुहोस् । वस्तुको तौल र विस्थापित पानीको तौल नापेर तालिकामा भरनुहोस् ।



चित्र 2.9

वस्तुको तौल (न्युटनमा)	$W_1 = \dots\dots$	$W_2 = \dots\dots$	$W_3 = \dots\dots$	$W_4 = \dots\dots$
विस्थापित पानीको तौल न्युटनमा	$W_1 = \dots\dots$	$W_2 = \dots\dots$	$W_3 = \dots\dots$	$W_4 = \dots\dots$

यस क्रियाकलापबाट वस्तुको तौल र विस्थापित पानीको तौलसँग बराबर हुन्छ भन्ने कुरा पुष्टि पाउँछ । साथै वस्तुको तौल बढ्दै गएपछि विस्थापित पानीको तौल पनि बढ्दै जान्छ । यसकारण वस्तुको तौल पानीको ऊर्ध्वचापसँग बराबर भएसम्म पानीमा उत्रन्छ । वस्तुको तौल ऊर्ध्वचापभन्दा बढी भएमा वस्तु पानीमा डुब्छ ।

तसर्थ, विस्थापित तरलको तौल = उत्रने वस्तुको तौल

## वायु मण्डलीय चाप (Atmospheric pressure)

पृथ्वी वरिपरि रहेको हावाको आवरणलाई वायु मण्डल भनिन्छ । यो विभिन्न ग्याँस, जलवाष्प, धुँवा, धुलोको मिश्रण हो, जुन पृथ्वीको लगभग 1000 km माथिसम्म फैलिएको हुन्छ । हावा पनि वस्तु हो र यसको पनि तौल हुन्छ । वायु मण्डलमा रहेको हावाको तौलको कारणले पृथ्वीको सतहमा यसले चाप दिन्छ, जसलाई वायु मण्डलीय चाप भनिन्छ ।

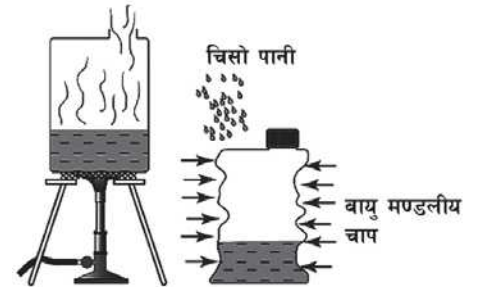
पृथ्वीको सतहको एकाइ क्षेत्रफलमा पर्ने हावाको चापलाई वायु मण्डलीय चाप भनिन्छ ।

समुद्र सतहको वायु मण्डलीय चाप  $10^6 \text{ N/m}^2$  अर्थात् 760 mm Hg हुन्छ । यसलाई स्टान्डर्ड वायु मण्डलीय चाप (standard atmospheric pressure) भनिन्छ । पृथ्वीको सतहमा वायुको चाप बढी हुन्छ भने उचाइअनुसार वायु मण्डलको चापमा पनि परिवर्तन आउँछ । हामी धेरै बढी चाप र धेरै कम चाप भएको ठाउँमा बस्न सक्दैनौं । हवाई जहाजहरू धेरै उचाइमा उड्छन् । तर तिनमा हावाको चाप नियन्त्रण गरिएको हुन्छ । यसले गर्दा हवाई जहाजमा हावाको चाप शरीरलाई चाहिने उपयुक्त अवस्थामा हुन्छ । त्यसैले हामी सजिलैसँग श्वास प्रश्वास क्रिया गर्न सक्छौं ।

वायु मण्डलीय चापले पृथ्वीको सतहको सबै वस्तु तथा जीवित प्राणीमा समेत प्रभाव पारेको हुन्छ । हामी वायु मण्डलीय चापको छुट्टै महसुस गर्न सक्दैनौं । त्यसैले हावाको चाप थाहा पाउन तलको क्रियाकलाप गरेर हेरौं ।

### क्रियाकलाप 2.6

चित्रमा देखाएको जस्तै पातलो टिनको भाँडा लिनुहोस् र त्यसमा आधा पानी हालेर बिको नलगाई केही समय तताउनुहोस् । तातो बाफ बाहिर निस्केको केही समयपछि त्यसको बिको लगाउनुहोस् र त्यस टिनको भाँडालाई चिसो पानी हालेर चिस्याउनुहोस् । यसो गर्दा बन्द भाँडाभित्रको बाफ पानीमा बदली (condense) उक्त बाफले ओगटेको ठाउँ रिक्त हुन्छ । यस अवस्थामा वायु मण्डलीय चाप र भित्री चापको सन्तुलन नहुँदा चित्रमा देखाइए जस्तै टिनको भाँडो किचिन्छ । यस प्रयोगबाट वायु मण्डलीय चाप थाहा पाउन सकिन्छ । साथसाथै यस क्रियाकलापले वायु मण्डलीय चाप वस्तुको सबै दिशातर्फ लाग्छ भन्ने तथ्य पनि पुष्टि हुन्छ ।



चित्र 2.10

वायु मण्डलीय चापका कारणले गर्दा नै विभिन्न उपकरणहरू व्यावहारिक प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ, जस्तै : कलममा मसी भर्न, सिरिन्जमा औषधी भर्न, साइकलमा हावा भर्ने पम्प चलाउन, पानी तान्ने पम्प बनाउन आदि ।

यी सबै उपकरणहरू वायु मण्डलीय चापमा आधारित छन् । वायु मण्डलीय चाप नभएमा यी उपकरणहरू प्रयोगमा ल्याउन सकिँदैन । त्यसैले वायु मण्डलीय चाप महत्त्वपूर्ण छ ।

## पारोयुक्त ब्यारोमिटर (Mercury barometer)

वायु मण्डलीय चाप नाप्नका लागि ब्यारोमिटर प्रयोग गरिन्छ । पारोयुक्त ब्यारोमिटर निम्न लिखित विधिबाट तयार गरिन्छ :

1m लामो एक मुख छोपिएको सिसाको नलीमा पूर्ण रूपमा पारोले भरिएको हुन्छ । पारोले पूर्ण रूपमा भरिएको उक्त सिसाको नलीलाई उल्टो गरी पारोले भरिएको ट्रफ (trough) मा राखिन्छ । नलीभित्र हावा छिर्न दिनु हुँदैन र यसबारे राम्रोसँग ख्याल गर्नुपर्छ । ब्यारोमिटरको नलीभित्र पारोको सतहभन्दा माथि केही शून्यता हुन्छ । यसलाई टोरिसेलीको शून्यता भनिन्छ । यसलाई इटालीका वैज्ञानिक टोरिसेलीले आविष्कार गरेका थिए । नलीलाई स्ट्यान्डको सहायताले उभ्याइन्छ र समानान्तर रूपमा ग्राजुएटेड स्केल (graduated scale) राखिन्छ ।



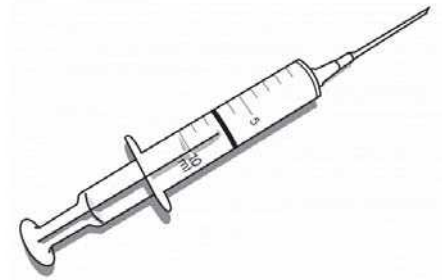
चित्र 2.11

वायु मण्डलमा हावाको चाप घट्दै जाँदा पारोको सतह बिस्तारै घट्दै जान्छ । त्यस्तै हावाको चाप बढेमा पारोको सतह पनि बढ्दै जान्छ । यस प्रक्रियाअनुसार वायु मण्डलीय चाप मापन गरिन्छ ।

## सिरिन्ज (Syringe)

सिरिन्जलाई चिकित्सकीय औजार (medical instrument) का रूपमा पनि लिइन्छ । बिरामीको जिउबाट रगत निकाल्न र बिरामीको जिउभित्र रगतमार्फत औषधी पठाउन यसको प्रयोग गरिन्छ । मूलतः सिरिन्जमा सुई, स्टोरेज सिलिन्डर र पिस्टन हुन्छन् ।

सिरिन्जको प्रयोगको निम्ति सुईलाई मुख बन्द भएको तरल अवस्थामा रहेको औषधीको भाँडामा छिराइन्छ । चित्रमा देखाइए जस्तै पिस्टनलाई तान्दा स्टोरेज सिलिन्डर (storage cylinder) मा शून्यता (vacuum) भई चाप न्यून हुन्छ । तरल पदार्थ जहिले पनि उच्च चापदेखि न्यून चापतर्फ बहन्छ । त्यसैले औषधीको सिसी वा मानव शरीरको नशाबाट औषधी वा रगत स्टोरेज सिलिन्डरमा जान्छ र उक्त जम्मा भएको तरल पदार्थ आवश्यक मात्रामा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।



चित्र 2.12

## हावा दिने पम्प (Air pump)

गाडी, साइकल आदिका पाइग्रामा चाहिनेभन्दा बढी हावा भएमा पड्किन्छ। पाइग्रामा कम हावा हुँदा ती साधनहरू गुडन कठिन हुन्छ। त्यसैले समय समयमा पाइग्रामाको हावा प्रेसर गज (pressure gauge) को सहायताले परीक्षण गरी उचित चाप कायम गर्नुपर्छ।

चित्र 2.13 मा साइकलमा हावा हाल्ने पम्प देखाइएको छ। यसमा मुख्यतया पिस्टन, सिलिन्डर र नोजल गरी तिन भाग हुन्छन्। साइकलमा हावा भर्ने पम्पको पिस्टनलाई नियमित रूपमा तल माथि गर्नुपर्छ। पम्पको पिस्टनलाई माथि तान्दा त्यसभित्र शून्य अवस्था (खाली) हुन्छ र त्यसमा हावा भरिन्छ। फेरि पिस्टनलाई तल पठाउँदा सिलिन्डरमा भएको हावा भल्भको सहायताले ट्युबभित्र जान्छ र फेरि पम्पको पिस्टनमाथि तान्दा हावाभित्र छिर्ने भल्भ आफैँ बन्द हुन्छ। त्यसैले ट्युबको हावा बाहिर निस्कन पाउँदैन। पहिलाकै विधिअनुसार पुनः नयाँ हावा सिलिन्डरमा भरिन्छ र सोहीअनुरूप साइकलको ट्युबमा आवश्यक मात्रामा हावा भर्न सकिन्छ।



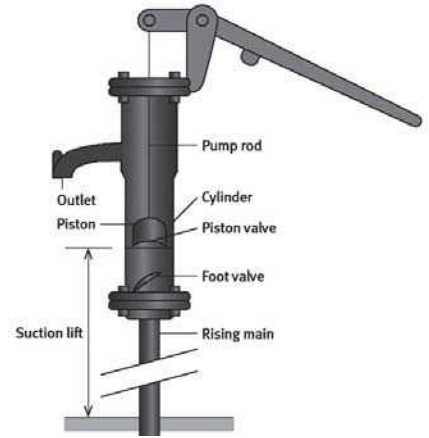
चित्र 2.13

## पानी तान्ने पम्प (Water pump)

इनारबाट पानी तान्नको लागि विभिन्न लिफ्ट पम्प प्रयोग गरिन्छ। यो वायु मण्डलीय चापको सिद्धान्तमा आधारित हुन्छ। यसको दुई भाग हुन्छ, जसलाई ब्यारेल र पिस्टन भनिन्छ। दुवैमा भल्भ जोडिएको हुन्छ। चित्रमा देखाए जस्तै पिस्टनसँगसँगै भल्भ ( $V_1$ ) पनि तल र माथि गर्छ। पम्पको ब्यारेलको पिँधमा भल्भ ( $V_2$ ) सँग जोडिएको हुन्छ र ब्यारेललाई पाइपसँग जोडेर इनारको गहिरो भागसम्म जोडिएको हुन्छ।

### अपस्ट्रोक (Up stroke)

पम्पको ह्यान्डललाई तलतिर थिच्दा पिस्टन माथितिर आई दुई ओटा भल्भबिचको शून्यता बढ्छ र त्यहाँ चाप कम हुन्छ। त्यस अवस्थामा भल्भ ( $V_1$ ) बन्द हुन्छ र फुट भल्भ ( $V_2$ ) हुँदै पानी ब्यारेलमा चढ्छ। यस अवस्थामा वायु मण्डलीय चापका कारण पानी तानिन्छ।



चित्र 2.14

## डाउन स्ट्रोक (Down stroke)

ह्यान्डललाई माथितर तान्दा पिस्टन तलतिर जान्छ । पिस्टन र ब्यारेलमा भएको पिस्टन भल्भ र फुट भल्भ ( $V_2$ ) बिचको दुरी कम हुन्छ । ब्यारेलमा भएको फुट भल्भमा बढी चाप पर्छ र बन्द हुन्छ तर पिस्टन भल्भ पानीको चापले खुल्छ र पानी माथि आउँछ ।

### सारांश

1. बन्द भाँडामा रहेको तरलमा एकातिरबाट चाप दिँदा त्यत्तिकै चाप सबै दिशातिर लम्ब रूपले प्रसारण हुन्छ । यसैलाई पास्कलको नियम भनिन्छ ।
2. तरल पदार्थले त्यसमा रहेको वस्तुलाई माथितर धकेल्ने परिणामात्मक बल (resultant force) लाई ऊर्ध्वचाप (upthrust) भनिन्छ ।
3. घनत्व बढी भएको तरलको ऊर्ध्वचाप बढी र घनत्व कम भएको तरलको ऊर्ध्वचाप कम हुन्छ ।
4. आर्किमिडिजको सिद्धान्तअनुसार कुनै वस्तुलाई आंशिक वा पुरै डुबाउँदा विस्थापित हुने तरलको तौल बराबरको ऊर्ध्वचाप तरल पदार्थले वस्तुमा दिन्छ ।
5. प्लवनको नियमअनुसार तरल पदार्थमा उत्रिने वस्तुले आफ्नो तौल बराबरको तरललाई विस्थापन गर्छ ।
6. तरलको घनत्वभन्दा कम घनत्व भएको वस्तु तरलमा उत्रिन्छ भने बढी घनत्व भएको वस्तु डुब्छ ।
7. वायु मण्डलमा भएको हावाले पृथ्वीमा भएको सबै वस्तुमा चाप दिइरहेको हुन्छ, जसलाई वायु मण्डलीय चाप भनिन्छ । वायु मण्डलको चापलाई ब्यारोमिटरद्वारा नाप्न सकिन्छ । समुद्री सतहमा वायु मण्डलको चाप 760 mm Hg पारो उचाइ हुन्छ ।
8. पृथ्वीको सतहमा वायुको चाप बढी हुन्छ भने उचाइ बढ्दै जाँदा चाप कम हुँदै जान्छ ।
9. चापमा हुने परिवर्तनले गर्दा हावा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा बहन्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. चाप कुन एकाइमा नापिन्छ ?
  - (i) न्युटन
  - (ii) पास्कल
  - (iii) वर्ग मिटर
  - (iv) घन मिटर
2. हाइड्रोलिक प्रेस कुन नियममा आधारित यन्त्र हो ?
  - (i) पास्कलको नियम
  - (ii) आर्किमिडिजको सिद्धान्त
  - (iii) प्लवनको नियम
  - (iv) ब्यारोमिटरको सिद्धान्त

3. विस्थापित पानीको तौल बराबर तैरने वस्तुको तौल हुन्छ। यो कथन कुन सिद्धान्तसँग सम्बन्धित छ ?

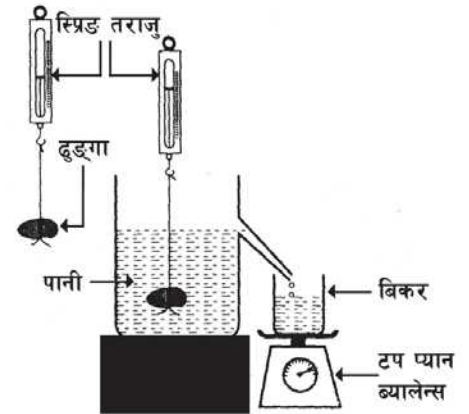
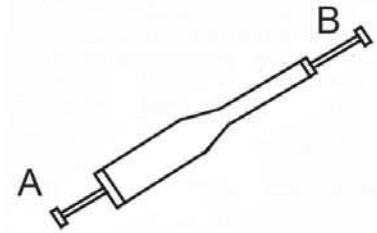
- (i) पास्कलको नियम (ii) हाइड्रोलिकको सिद्धान्त  
(iii) प्लवनको नियम (iv) आर्किमिडिजको सिद्धान्त

4. वायु मण्डलीय चाप नाप्ने यन्त्रलाई के भनिन्छ ?

- (i) हाइड्रोमिटर (ii) ब्यारोमिटर  
(iii) सिरिन्ज (iv) ल्याक्टोमिटर

(ख) तल दिएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- पास्कलको नियम लेख्नुहोस्। यसलाई उदाहरणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।
- तरलको भन्दा बढी घनत्व भएको वस्तु कस्तो अवस्थामा तरल पदार्थमाथि उत्रन्छ ?
- आर्किमिडिजको सिद्धान्त उल्लेख गर्नुहोस्। यसलाई सचित्र व्याख्या गर्नुहोस्।
- प्लवनको नियमलाई उदाहरणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।
- हाइड्रोलिक प्रेसले थोरै बललाई धेरै बलमा परिणत गर्न कस्तो भूमिका खेल्छ ?
- हाइड्रोलिक ज्याक कुन सिद्धान्तको आधारमा बनाइएको छ ? यो केका लागि प्रयोग गरिन्छ ?
- दिइएको चित्रमा दुई छेउमा पिस्टन भएको एउटा सिरिन्जको चित्र देखाइएको छ। पिस्टन A लाई धेरै बलले भित्र धकेल्दा पनि पिस्टन B ले थोरै बल महसुस गर्छ भन्ने कुरा पास्कलको नियम प्रयोग गरेर देखाउनुहोस्।
- तपाईंको शरीरको तौल कति छ ? तपाईंको शरीर पानीमा उत्रिन कति पानी विस्थापित गर्नुपर्छ ?
- वस्तुलाई पानीमा राख्दा कति ओटा बल उत्पन्न हुन्छन् ? ती के के हुन् र कुन दिशातिर लाग्छन् ?
- चित्रमा जस्तै एउटा सानो ढुङ्गालाई पहिलो पटक हावा (A) मा र दोस्रो पटक पानी (B) मा जोखियो भने A र B मध्ये कुन अवस्थामा बढी तौल होला किन ? उक्त प्रयोगद्वारा कुन सिद्धान्त सिद्ध गर्न सकिन्छ ? यदि युरेका केनमा पानीको सट्टा नुन पानी राखेको भए ढुङ्गाको तौल B तराजुमा जोख्दा के फरक हुने थियो, कारणसहित लेख्नुहोस्।



(ग) फरक लेख्नुहोस् :

1. बल र चाप
2. आर्किमिडिजको सिद्धान्त र प्लवनको नियम

(घ) कारण लेख्नुहोस् :

1. पानीभित्र भकुन्डोलाई दबाउँदा माथितिर आउन खोज्छ ।
2. पृथ्वीको सतहमा हावा भरेको बेलुन धेरै उचाइमा पुगेपछि फुट्छ ।
3. फलामको किला पानीमा डुब्छ तर फलामले बनेको जहाज कैयौं टन लोड बोकी पानीमा उत्रिन सक्छ ।

(ङ) तलका गणितीय समस्याहरू हल गर्नुहोस् ।

1. हाइड्रोलिक प्रेसमा यदि सानो पिस्टनको सतहको क्षेत्रफल  $100 \text{ cm}^2$  ठुलो पिस्टनको सतहको क्षेत्रफल  $1 \text{ m}^2$  छ र सानो पिस्टनमा  $10 \text{ N}$  को बल लगाइएको छ भने ठुलो पिस्टनमा कति तौल उचाल्न सकिन्छ ?

(उत्तर :  $1000 \text{ N}$ )

2. मानौं दिइएको चित्रमा उपकरणमा पिस्टन A, B र C मा घर्षण छैन भने पिस्टन B मा कति बल लाग्छ र पिस्टन C को क्षेत्रफल कति हुन्छ ?

(उत्तर :  $300 \text{ N}$ ,  $0.0025 \text{ m}^2$ )

3. दिइएको चित्रको अध्ययन गरी सोधिएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

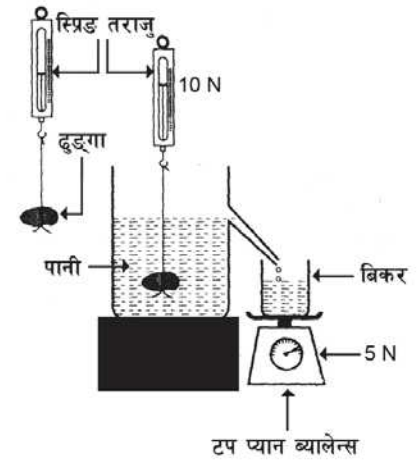
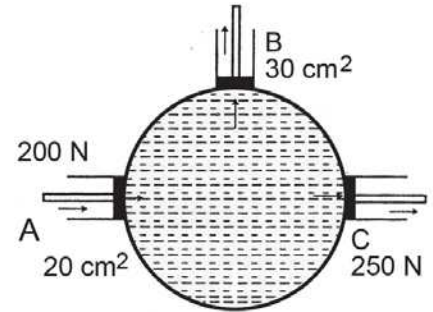
(i) उक्त ढुङ्गाको तौल हावामा कति हुन्छ ? उक्त ढुङ्गामा पानीले कति ऊर्ध्वचाप दिन्छ ?

(ii) उक्त ढुङ्गाको पिण्ड कति छ ?

(iii) यदि  $1 \text{ kg}$  बराबर  $10 \text{ N}$  हुन्छ भने विस्थापित तरलको पिण्ड कति होला ?

उत्तर : (i)  $15 \text{ N}$ ,  $5 \text{ N}$  (ii)  $1.5 \text{ kg}$

(iii)  $5.0 \text{ kg}$





(च) एउटा ढुङ्गाको टुक्रालाई हावा, पानी र नुनपानीमा डुबाएर जोख्दाको फरक तौल तालिकामा दिइएको छ :

माध्यम	तौल
क	15 N
ख	18 N
ग	16 N

1. माथि उल्लिखित क, ख, ग माध्यमहरू के के हुन् ?
  2. उक्त माध्यमहरू मध्ये कुनको घनत्व कम र बढी हुन्छ ? किन ?
  3. ढुङ्गालाई ग माध्यममा डुबाउँदा कति ऊर्ध्वचाप हुन्छ ? (उत्तर : 2 N)
  4. यदि 1 kg पिण्डको हावामा तौल 10 N हुन्छ भने माथिको तालिकामा दिइएको ढुङ्गाको पिण्ड कति हुन्छ ? (उत्तर : 1.8 kg)
  5. ढुङ्गाले विस्थापित गरेको पानीको पिण्ड पत्ता लगाउनुहोस् । (उत्तर : 200 gm)
- (छ) काठमाडौँको टौदह पोखरी र समुद्रको लागि प्रत्येक दुई ओटा 200 kg को समान आकार र उस्तै बनावट भएको फलामका ढुङ्गा तयार गरी प्रयोग गर्दा पोखरीको ढुङ्गा समुद्रको भन्दा 200 cm बढी डुबेको पाइयो । किन होला ? कारणसहित प्रस्ट पार्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

1. एउटा टिनको बट्टा लिनुहोस् । यसको बिकोमा सियोको सहायताले ससाना 4–5 ओटा र पिँधमा अलि ठुलो एउटा प्वाल पार्नुहोस् । उक्त बट्टामा पिँधको प्वाल औँलाले थुनेर पानी भरी बिको लगाउनुहोस् । अब बट्टालाई घोटो पार्नुहोस् र पिँधको प्वालबाट बिस्तारै औँला हटाउनुहोस् । के बिकोबाट पानी झर्न सुरु गर्छ ? फेरि केही समयपछि पिँधको प्वाल औँलाले बन्द गर्नुहोस् । बिकोको प्वालबाट पानी झर्न बन्द हुन्छ ? यस्तो किन भयो होला ? छलफल गरी निष्कर्षलाई कक्षाकोठामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. एउटा गिलासमा पानी लिनुहोस् । एउटा प्लास्टिक वा छ्वालीको सानो पाइप गिलासमा राख्नुहोस् र पाइपभित्रको हावा मुखले बिस्तारै तान्नुहोस् । के हुन्छ होला, निष्कर्ष लेख्नुहोस् । के यस पद्धतिका आधारमा कलममा मसी भर्न सकिन्छ ?
3. एउटा ठुलो प्लास्टिकको बाल्टनमा आधा पानी भरेर त्यसमा सानो बाल्टन राखेर पिँधतिर धकेल्नुहोस् । धकेल्न गारो हुन्छ ? किन यस्तो भएको होला ? सानो बाल्टनको तौल नाप्नुहोस् । उक्त सानो बाल्टनमा पिण्ड (ढकहरू) राखेर पानीको ऊर्ध्वचाप नाप्नुहोस् । सानो बाल्टनको चौथाइ (1/4), आधा (1/2) र तिन खण्ड (3/4) पानीमा डुब्दा त्यसमा पर्ने ऊर्ध्वचाप छुट्टाछुट्टै नाप्नुहोस्, बाल्टनमा तौल थप्दै जाँदा पनि किन पानीमा उत्रियो ? कक्षाकोठामा निष्कर्ष प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

हाइड्रोलिक ब्रेक : तरल पदार्थको प्रयोग गरी ठुला ठुला सवारी साधनहरू गुडिरहेको बेला रोक्न प्रयोग गरिने ब्रेक

दैनिक जीवनमा विभिन्न कार्यहरू गर्नुपर्छ । यसरी हरेक प्रकारको कार्य गर्न शक्ति आवश्यक पर्छ । मोटर, हवाई जहाजलगायतका विभिन्न किसिमका यन्त्रहरू सञ्चालन गर्न शक्तिको आवश्यकता पर्छ । त्यस्तैगरी बढ्दो जनसङ्ख्याको चाप सहरीकरण र औद्योगीकरणले गर्दा ऊर्जाको खपत अत्यधिक मात्रामा भइरहेको छ । यसरी ऊर्जाको माग बढ्दै र स्रोत रित्तितदै जाने हो भने निकट भविष्यमा पृथ्वीमा कस्तो अवस्था सिर्जना हुन्छ होला ? यस पाठमा हामी ऊर्जा, यसका स्रोतहरू, ऊर्जा सङ्कट, वैकल्पिक ऊर्जाका स्रोत, ऊर्जा संरक्षणका उपायहरूबारे अध्ययन गर्ने छौं ।

### शक्तिका स्रोतहरू (Sources of energy)

प्रकृतिमा विभिन्न शक्तिहरू सञ्चित अवस्थामा रहेका हुन्छन् र ती दुई प्रकारका हुन्छन् ।

#### अनवीकरणीय शक्तिको स्रोत (Non renewable source of energy)

यसअन्तर्गत जीवावशेष ऊर्जाको स्रोत कोइला, तेल, प्राकृतिक ग्याँस आदि पर्छन् । यिनीहरू बोट बिरुवा, वनस्पतिका अवशेष हुन् । यिनीहरूलाई बाल्दा ऊर्जा पैदा (प्राप्त) हुन्छ । यस्तो ऊर्जाका स्रोत एक पटक समाप्त भएपछि फेरि बन्न धेरै वर्ष लाग्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

प्राकृतिक ग्याँसहरू गन्धहीन हुने भएकाले तिनीहरू चुहावट (leaks) भएको थाहा पाउन कठिन हुन्छ । त्यसैले यसमा गन्ध आउने ethyl mercaptan रसायन पदार्थ मिसाइएको हुन्छ ।

पुनः निर्माण गर्न नसकिने वा फेरि उत्पादन हुन लाखौं वर्ष लाग्ने ऊर्जाको स्रोतलाई अनवीकरणीय शक्तिको स्रोत भनिन्छ ।

#### नवीकरणीय शक्तिको स्रोत (Renewable source of energy)

यसअन्तर्गत सौर्य शक्ति, बायोमास (biomass), हावा (बतास), जल विद्युत्, जिथोथर्मल ऊर्जा आदि पर्छन् । यस्ता स्रोतबाट उत्पादित शक्तिहरू एक पटकको प्रयोगपछि पुनः प्रयोग गर्न सकिने भएको हुनाले यस्ता शक्तिका स्रोतहरू कहिल्यै रित्तितदैनन् ।

पुनः निर्माण हुने वा उत्पादन गर्न सकिने ऊर्जाका स्रोतहरूलाई नवीकरणीय शक्तिको स्रोत भनिन्छ ।

#### सूर्य शक्तिको मूल स्रोत (Sun as ultimate source of energy)

प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रूपमा हाम्रो दैनिक जीवनमा आवश्यक पर्ने विभिन्न शक्तिहरू सौर्य शक्तिका परिवर्तित रूपहरू हुन्, जस्तै : जीवावशेष ऊर्जा (fossil fuel), जल विद्युत् ऊर्जा (hydro energy), जैविक ऊर्जा (bio fuel), ज्वारभाटा ऊर्जा (tidal energy), जियोथर्मल ऊर्जा (geothermal energy) आदि । पृथ्वीमा रहेका शक्तिका सबै स्रोतहरू प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रूपमा सूर्यद्वारा नै सञ्चालित छन् । त्यसैले सूर्यलाई शक्तिको मूल स्रोत मानिन्छ ।

सम्पूर्ण प्राणीहरू जीवित रहन तिनीहरूको शरीरलाई ऊर्जा आवश्यक पर्छ । हरिया वनस्पतिहरूले प्रकाश संश्लेषण क्रियाद्वारा आफ्नो खाना (ग्लुकोज) बनाउँछन् । वनस्पति र जनावरहरू प्रत्यक्ष रूपमा सौर्य शक्तिमा निर्भर रहन्छन् । ती वनस्पति र जनावरहरूको अवशेषहरू जमिनभित्र पुरिन गई लाखौं वर्षपछि जीवावशेष इन्धन बन्छ । जीवावशेषमा भएको ऊर्जा सौर्य शक्तिको उपज हो ।

पृथ्वीको सतह नजिक रहेको हावा सूर्यको तापले गर्दा तात्छ । उक्त तातेको हावा हलुको हुने हुनाले पृथ्वीको सतहबाट वायु मण्डलको माथिल्लो तहमा बहन्छ । यसरी तातेको हावा माथि बहँदा सो स्थान रिक्त हुन्छ र माथिको तहमा रहेको चिसो हावा गह्रौं हुने हुनाले तलको रिक्त स्थानमा आई परिपुर्ति हुने गर्छ । यस क्रममा बहने हावाबाट वायु ऊर्जा उत्पादन गर्न सकिन्छ । तसर्थ वायु ऊर्जालाई सौर्य ऊर्जाको उपजका रूपमा लिन सकिन्छ ।

सूर्य अत्यन्त तातो (हाइड्रोजन करिब 70% र हिलियम करिब 28%) ग्याँसको गोला हो । सूर्य नै शक्तिको मूल स्रोत हो । पिण्डको हिसाबले पनि सूर्य ज्यादै ठुलो छ ।

पिण्ड =  $2 \times 10^{30}$  kg = (पृथ्वीभन्दा करिब  $3.33 \times 10^5$  गुणा ठुलो)

व्यास =  $1.4 \times 10^6$  km (पृथ्वीभन्दा 10 गुणा ठुलो)

सतही तापक्रम =  $5700^\circ\text{C}$

केन्द्रीय तापक्रम = लगभग  $1.5 \times 10^7$  °C

सौर्य ऊर्जा विकिरण (energy radiation) = लगभग  $4 \times 10^{26}$  J/s

पृथ्वीको औसत सौर्य शक्ति = 1.4 kW प्रति वर्ग मिटर

## ऊर्जाका स्रोतहरू र उपयोगिता

### जीवावशेष ऊर्जा (Fossil fuel)

पृथ्वीको भित्री भागमा पुरिएर रहेका जीवावशेषहरूबाट प्राप्त गरिने ऊर्जा शक्तिलाई जीवावशेष ऊर्जा शक्ति भनिन्छ । कोइला र खनिज तेल वनस्पतिहरूको अवशेषबाट प्रकृतिमा तयार हुने भएकाले यी दुवैलाई जीवावशेष इन्धन भनिन्छ ।

### कोइला (Coal)

कोइला उद्योग, कारखाना र रेलहरूमा इन्धनका रूपमा बढी मात्रामा प्रयोग गरिन्छ । फलाम, स्टिल आदि धातुका कारखाना, ईटा उद्योग, सिमेन्ट कारखानाका लागि कोइला नै प्रमुख इन्धन बनेको छ । हाम्रो देशमा उच्च स्तरको कोइला एन्थ्रासाइट (anthracite) को खानी फेला परेको छैन । दाङ जिल्लामा निम्न स्तरको कोइला खानी छिटफुट रूपमा फेला परेको छ । कोइला बन्न करोडौं वर्ष लाग्ने भएकाले यसको प्रयोग गर्दै जाँदा भण्डार रित्तै जान्छ । त्यसैले यसलाई अनवीकरणीय ऊर्जाको स्रोत भनिन्छ ।

## खनिज तेल (Mineral oil)

पेट्रोल, डिजेल, मटितेल आदि खनिज तेल हुन् । यी तेलहरू खासगरी मोटरसाइकल, ट्रयाक्टर, गाडी, रेल, पानीजहाज, हवाई जहाज आदिमा इन्धनका रूपमा प्रयोग हुन्छन् । यी खनिज तेलहरू पनि जमिनभित्र भएको खानीबाट निकालिन्छन् । खानीबाट निकाल्दा यो कच्चा तेल (crude oil) का रूपमा प्राप्त हुन्छ । यसलाई प्रशोधन गरी पेट्रोल, डिजेल, मटितेल, मोबिल, पाराफिन आदि छुट्याई बाँकी रहेको पदार्थले अलकत्रा बनाइन्छ । यो अलकत्रा सडक पिच गर्न प्रयोग गरिन्छ । पेट्रोलियम पदार्थ प्रशोधन गर्दा विभिन्न ग्याँसहरूका साथै प्लास्टिक बनाउने कच्चा पदार्थ पनि निस्कन्छ । खाना पकाउने एलपी ग्याँस पनि यस्तै ग्याँस हो । प्रकृतिमा खनिज तेल बन्न पनि करोडौं वर्ष लाग्छ । यो पनि एक प्रकारको अनवीकरणीय ऊर्जाको स्रोत हो ।

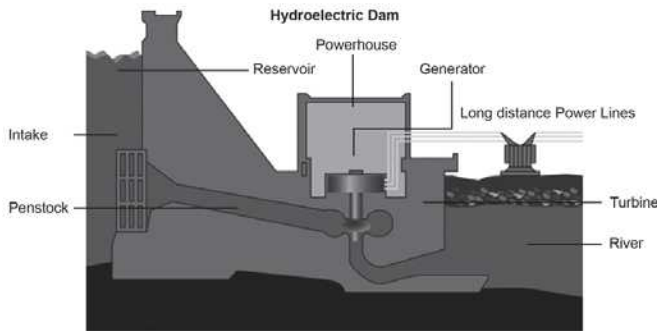
## जीवावशेष ऊर्जाका फाइदाहरू

जीवावशेष ऊर्जाका फाइदाहरू निम्नानुसार छन् :

- अन्य प्रकारका इन्धनहरूको दाँजोमा सस्तो र सुलभ छ ।
- खनिज तेललाई सजिलैसँग ढुवानी गर्न सकिन्छ ।
- यो बहु उपयोगी इन्धन हो । विभिन्न गाडी र इन्जिनहरू सञ्चालन गर्न यसको प्रयोग हुन्छ ।
- प्रशस्त ताप आवश्यक पर्ने उद्योग, कारखानाहरू र विद्युत् उत्पादनमा समेत प्रयोग हुन्छ ।

## जल विद्युत् (Hydropower)

अत्याधुनिक कम्प्युटर, टेलिभिजन, रेडियो, टेलिफोनलगायत अनेक सञ्चार साधनहरूमा प्रयोग गरिने ऊर्जाको मूलस्रोत विद्युत् हो । विद्युत् विभिन्न तरिकाहरूबाट उत्पादन गर्न सकिन्छ तर सबैभन्दा सस्तो र प्रदूषणरहित ऊर्जा जल विद्युत् नै हो । सुरुमा जल विद्युत् उत्पादन गर्न लागत खर्च बढी लाग्ने भए तापनि यो अटुट रूपमा सधैं उपलब्ध भइरहने भएकाले दीर्घकालीन रूपमा हेर्दा सस्तो पर्छ । हाम्रो देश जल सम्पदामा धनी मानिन्छ । हाम्रो देशको कुल जल विद्युत् उत्पादन क्षमता करिब 83 हजार मेगावाट छ । हालसम्मको जल विद्युत् उत्पादन क्षमतालाई वृद्धि गर्न सकेमा नेपालको ऊर्जा सङ्कटको समस्या दूर हुन्छ । त्यसकारण नेपालका लागि जल विद्युत् शक्तिलाई अत्यन्तै उपयुक्त शक्तिको स्रोत मानिन्छ ।



चित्र 3.1

जल विद्युत्को उत्पादन र प्रयोग संसारभरि व्यापक बन्दै गएको छ । यसका कारणहरू निम्न लिखित छन् :

- उत्पादन लागत बढी परे तापनि दीर्घकालीन रूपमा यो सस्तो पर्छ ।
- यसबाट कुनै प्रकारको प्रदूषण (pollution) हुँदैन ।
- नवीकरणीय शक्तिको स्रोत भएकाले यो कहिल्यै रित्तित्दैन ।
- यो प्रसारण गर्न सस्तो र सजिलो छ । यसको प्रयोग गर्न पनि सजिलो छ ।
- कम्प्युटरसहित अत्याधुनिक उपकरणहरू, अन्य इलेक्ट्रोनिक उपकरणहरू र सञ्चार साधनका लागि विद्युत् मात्रै प्रमुख ऊर्जा हुन् ।
- यसबाट प्रकाश दिने अत्याधुनिक उपकरणहरू सञ्चालित हुन्छन् ।

### ऊर्जाका वैकल्पिक स्रोतहरू (Alternative source of energy)

विश्वमा प्रयोग हुने ऊर्जामा कोइला, खनिज तेल र प्राकृतिक ग्याँस पर्छन् । तर यी सबै ऊर्जाका स्रोतहरू नवीकरणीय होइनन् । यसको व्यापक प्रयोगले गर्दा भण्डार छिट्टै रित्तिन सक्छन् । यसरी ऊर्जाका स्रोतहरू रित्तिएपछि विश्वमा ऊर्जाको ठुलो सङ्कट पैदा हुन्छ । यसको निराकरणको लागि पृथ्वीमा ऊर्जाको वैकल्पिक स्रोतहरूको खोजी गर्न अति आवश्यक छ ।

परम्परागत रूपमा प्रयोग गर्दै आएका ऊर्जाका मुख्य स्रोतहरूको विकल्पको रूपमा प्रयोग गर्न सकिने ऊर्जाका स्रोतहरूलाई ऊर्जाका वैकल्पिक स्रोतहरू भनिन्छ । वर्तमान परिप्रेक्षमा निम्नानुसारका वैकल्पिक स्रोतहरूको अधिकतम उपयोग गर्दै जानु आवश्यक देखिन्छ ।

### जैविक ऊर्जा (Bio-fuel)

वनस्पतिका विभिन्न भागहरू (बायोमास) तथा जनावरहरूको गोबर आदिबाट प्राप्त गरिने ऊर्जालाई जैविक ऊर्जा भनिन्छ । काठको धुलो, भुस, पराल तथा छ्वालीका टुक्राहरूलाई मेसिनद्वारा खाँदर बनाइएका टुक्राहरूलाई बायोमास (biomass) भनिन्छ । बायोमासबाट प्राप्त गरिने ऊर्जालाई बायोमास ऊर्जा भनिन्छ । नेपाल कृषि प्रधान देश भएकाले दाउरा, पराल, छ्वाली, भुस आदि इन्धनका स्रोतहरू सजिलै प्राप्त गर्न सकिन्छ । यसलाई वैकल्पिक स्रोतका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । गाउँ घरमा गाई भैँसीको गोबरलाई सुकाई गुड्ठाका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । गोबर ग्याँस विशेष गरी जनावरहरूको गोबरलाई विच्छेदन गरी बनाइएको ग्याँस हो, जसमा मिथेन ग्याँसको साथसाथै कार्बन डाइअक्साइड, हाइड्रोजन र हाइड्रोजन सल्फाइड पनि रहेको हुन्छ । जनावरहरूको गोबर तथा वनस्पतिहरूबाट यो ग्याँस प्राप्त गर्न सकिन्छ । गोबर ग्याँस प्लान्ट निर्माण गर्न सरकारले सहयोग र सहूलियत पनि दिँदै आएको छ । जैविक ऊर्जाका फाइदाहरू निम्नानुसार छन् :

- गोबर प्रयोग गरी गोबर ग्याँस निकालिन्छ । ग्याँस उत्पादन गरिसकेपछि उक्त गोबरलाई जैविक मलको रूपमा प्रयोग गरी कृषिमा उत्पादन बढाउन सकिन्छ । गोबर ग्याँसबाट खाना पकाउनुका साथै बत्ती पनि बाल्न सकिन्छ ।
- त्यसैगरी गोबर ग्याँस बाल्दा कम धुवाँ आउने हुँदा यसले स्वास्थ्यमा कम हानि पुऱ्याउँछ ।

## न्युक्लियर ऊर्जा (Nuclear energy)

न्युक्लियर फ्युजन र न्युक्लियर फिसन प्रतिक्रियाबाट प्राप्त हुने ऊर्जालाई न्युक्लियर ऊर्जा भनिन्छ । न्युक्लियर ऊर्जा उत्पादन गर्न दुई फरक पद्धतिहरू छन् ।

- (i) न्युक्लियर फ्युजन (nuclear fusion)
- (ii) न्युक्लियर फिसन (nuclear fission)

अत्यधिक चाप र तापको उपस्थितिमा सानो तत्व (जस्तै हाइड्रोजन) का परमाणुहरू संयोजन भई ठुलो तत्व (जस्तै हिलियम) र ऊर्जाको निर्माण हुने प्रतिक्रियालाई न्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रिया भनिन्छ ।

न्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रिया सूर्य र अन्य तारामा निरन्तर सञ्चालन भइरहेको हुन्छ ।

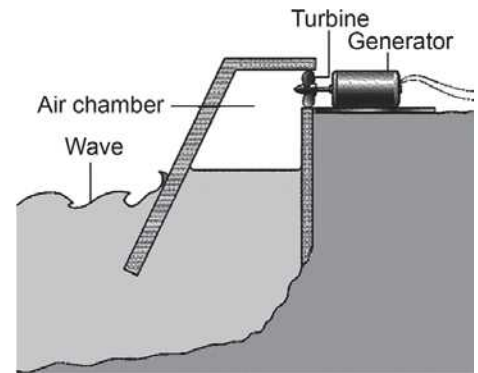
ठुलो परमाणुको न्युक्लियस विच्छेदन भई ससाना परमाणुहरूका बन्ने क्रियालाई न्युक्लियर फिसन भनिन्छ । फिसन प्रतिक्रियामा रेडियो धर्मी तत्वहरू युरेनियम, प्लुटोनियम आदिका परमाणुलाई कुनै स्वतन्त्र न्युट्रनले हिकार्उँदा ती परमाणु टुक्रिन गई साना साना नयाँ तत्वका परमाणुहरू उत्पादन हुन्छन् । यस क्रियामा केही पिण्ड नाश हुन्छ र नाश भएको पिण्डबाट अपार शक्ति उत्पादन हुन्छ ।

नाश भएको पिण्डबाट उत्पन्न हुने शक्ति आइन्सटाइनको पिण्ड शक्तिको सम्बन्धबाट प्रस्ट हुन्छ । यस सम्बन्धअनुसार  $E = mc^2$  हुन्छ, जहाँ  $E =$  उत्पन्न हुने शक्ति,  $m =$  नाश भएको पिण्ड र  $c =$  शून्यमा प्रकाशको गति हो ।

न्युक्लियर फिसन प्रतिक्रिया परमाणु ऊर्जाका भट्टीहरूमा सञ्चालन गरिन्छ । यसरी उत्पादन भएको तापले पानी उमालेर बाफ उत्पादन गरी सो बाफबाट ठुलो ठुलो वाष्प इन्जिन चलाइन्छ । वाष्प इन्जिनले जेनेरेटर सञ्चालन गरी विद्युत् उत्पादन गर्छ । यसबाट हजारौं मेघावाट विद्युत् उत्पादन हुन्छ । विकसित राष्ट्रहरूमा यी प्रविधिबाट पनि विद्युत् उत्पादन गरिन्छ ।

## ज्वारभाटा ऊर्जा (Tidal energy)

आजभोलि ज्वारभाटा र समुद्री छालबाट पनि विद्युत् उत्पादन गर्ने प्रविधिको विकास भएको छ । समुद्रको किनारमा पानीको नजिक ठुलो बाँध निर्माण गरिन्छ । समुद्रमा ज्वार उठ्दा बाँधलाई नाघेर पानी भित्र पस्छ र बाँधभरि पानी थुनिन्छ । फेरि ज्वार फर्कँदा किनारको पानी समुद्रको बिच भागतिर सर्छ । बाँधमा थुनिएको पानी समुद्रतिर फर्कन पाइप राखिएको हुन्छ । उक्त पाइपबाट जाने पानीको धारले टर्बाइन घुमाई बिजुली उत्पादन गरिन्छ ।

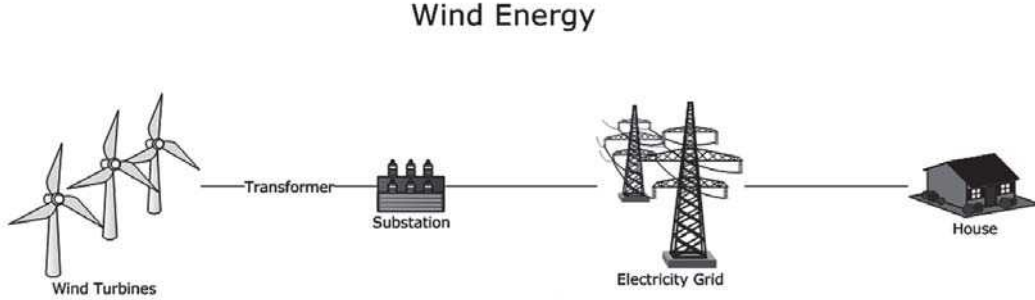


चित्र 3.2

समुद्रको किनारामा उठ्ने ज्वारभाटाबाट प्राप्त गर्न सकिने ऊर्जालाई ज्वारभाटा ऊर्जा भनिन्छ । यस प्रकारको ऊर्जाको स्रोत नेपालमा सम्भव छैन ।

## वायुऊर्जा (Wind energy)

वायुऊर्जा सदियौँदेखि प्रयोगमा आएको एक प्रकारको महत्त्वपूर्ण ऊर्जा हो। यसलाई सामुद्रिक डुङ्गा चलाउन, विन्ड (wind mill) सञ्चालन गर्न, पानी तताउनका लागि बहु उपयोगी ऊर्जाको रूपमा लिने गरिन्छ। यो नवीकरणीय ऊर्जाको स्रोत पनि हो।



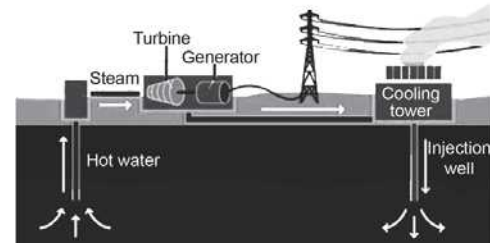
चित्र 3.3

हाम्रो देशको हिमाली तथा उच्च पहाडी भेगमा सधैंजसो तीव्र गतिमा हावा बहने गर्छन्। यसरी नियमित रूपमा हावा बहने, हुरी बतास चल्ने ठाउँमा वायु शक्तिलाई विद्युत् शक्तिमा रूपान्तरण गर्न सकेमा खनिज तेल र कोइलाको भण्डारमाथि पर्ने बोझ केही कम गर्न सकिन्छ। यसका लागि हावा बहने ठाउँमा ठुलो ठुलो पङ्खा जडान गरिन्छन्। हावा बहँदा ठुला ठुला पङ्खाहरू घुम्छन्। ती पङ्खासँग जोडिएका जेनेरेटरहरूले विद्युत् उत्पादन गर्छन्। केही देशका विभिन्न स्थानहरूमा वायुऊर्जाको उपयोग गरिएको पाइन्छ।

निरन्तर बहिरहने हावाबाट प्राप्त गर्न सकिने ऊर्जालाई वायु उर्जा भनिन्छ।

## जियोथर्मल ऊर्जा (Geo-thermal energy)

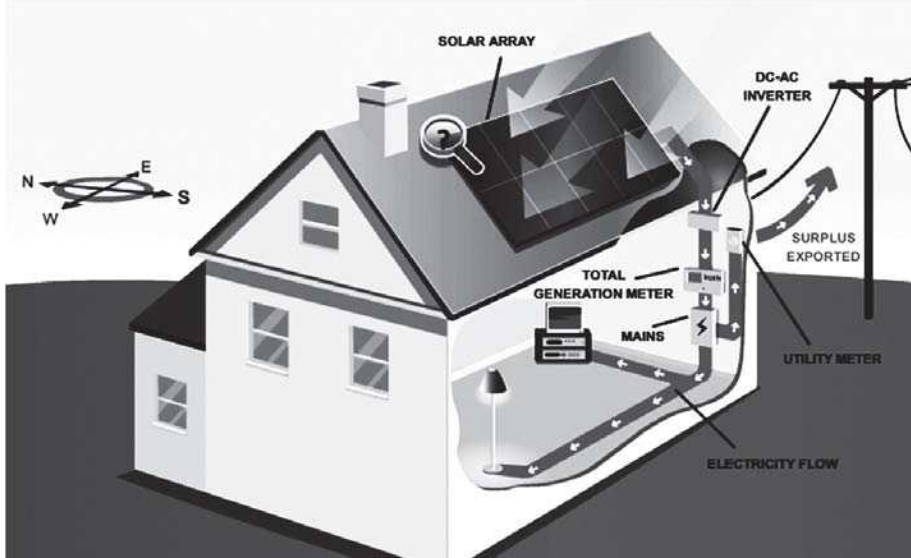
पृथ्वीको भित्री भाग अत्यन्त तातो छ। ज्वालामुखी बिस्फोट हुँदा भित्री भागमा पग्लेर रहेको तातो तरल पदार्थ बाहिर निस्कन्छ। भूकम्प र ज्वालामुखी सक्रिय रहने क्षेत्रमा प्रतिकिलोमिटर गहिराइमा करिब  $80^{\circ}\text{C}$  तापक्रम बढ्छ। अरू सामान्य क्षेत्रमा प्रतिकिलोमिटर गहिराइमा करिब  $30^{\circ}\text{C}$  तापक्रम बढ्छ। पृथ्वीको सतहबाट केही गहिरा भागमा धेरै ताता चट्टान भेटिन्छन्। त्यस्तो ठाउँमा पानी पुऱ्याउँदा तुरुन्तै बाफमा परिणत हुन्छ। उक्त बाफको शक्तिद्वारा वाष्प इन्जिन सञ्चालन गरी विद्युत् उत्पादन गर्न सकिन्छ। यसरी पृथ्वीको भित्री भागमा रहेको तापबाट प्राप्त गर्न सकिने ऊर्जालाई जियोथर्मल शक्ति भनिन्छ।



चित्र 3.4

## सौर्यऊर्जा (Solar energy)

सौर्यऊर्जालाई नवीकरणीय ऊर्जाका रूपमा सबै स्रोतहरूभन्दा सम्भावित उच्चतम स्रोतका रूपमा लिइन्छ। यो ऊर्जा पृथ्वीमा सूर्यबाट प्राप्त हुन्छ, जसलाई सौर्यऊर्जा भनिन्छ।



चित्र 3.5

यसको उपभोगबाट सोलार प्यानल (solar panel) ले पानी तताउने, बत्ती बाल्ने इत्यादि कामहरू गर्न सकिन्छ। वर्तमान सन्दर्भमा नेपालमा ठुलो ऊर्जा सङ्कट उत्पन्न भएको हुँदा त्यसलाई समाधान गर्न यस शक्तिलाई राम्रो विकल्पको रूपमा लिन उपयुक्त हुन्छ।

## ऊर्जा सङ्कट (Energy crisis)

ऊर्जा उपयोगको सन्दर्भमा वर्तमान विश्व अवस्थालाई हेर्दा लगभग 75% अनवीकरणीय ऊर्जाको स्रोत प्रयोग भइरहेको पाइन्छ। यी ऊर्जाका स्रोतहरूको भण्डार रित्तिन गई ऊर्जा सङ्कट निम्तिन सक्छ। उक्त सङ्कटको निराकरण गर्नका लागि नेपाल जस्तो मुलुकमा बढीभन्दा बढी जल विद्युत्को उत्पादन गर्न र जैविक ऊर्जाको प्रयोग बढाउन सकिन्छ।

सन् 1984 को सर्वेक्षणअनुसार ती ऊर्जाका भण्डारहरू 25-30 वर्षमै रित्तिने अनुमान गरिएको थियो। मध्यपूर्वी एसियामा वर्तमान तेलको भण्डारभन्दा तिन गुणा बढी नयाँ भण्डार बाँकी रहेको अनुमान गरिएको छ। विकासको गतिसँगसँगै यी खनिज तेल र कोइलाको माग बढ्दै गएको छ। वार्षिक 2.3 प्रतिशतका दरले खपत बढ्दै जाने हो भने सन् 2037 सम्ममा यी खनिज तेलको भण्डार रित्तिने सम्भावना छ। वैकल्पिक ऊर्जाको स्रोत विकास र संरक्षण गर्न नसकिएमा भविष्यमा ठुलो ऊर्जा सङ्कट आउने छ।

अनवीकरणीय ऊर्जाको स्रोत सीमित भए तापनि उपयोग भने दिनानुदिन बढ्दै गइरहेको छ। जसले निकट भविष्यमा नै ऊर्जाको सङ्कट निम्त्याउँछ। अतः अनवीकरणीय ऊर्जाको स्रोतहरूको संरक्षण गरी ऊर्जा सङ्कट कम गर्न वैकल्पिक स्रोतहरूको खोजी एवम् विकास गर्नु नितान्त आवश्यक हुन्छ।



## ऊर्जा उपयोगको वर्तमान स्थिति र यसको संरक्षण (Present status of energy use and its conservation )

विश्वमा ऊर्जाको खपतको स्थितिअनुसार आवश्यक पर्ने ऊर्जाको 35 प्रतिशत खनिज तेलबाट नै पूर्ति हुँदै आएको छ । विकासको गतिसँगै यातायातका साधनहरूको प्रयोग पनि बढ्दै जाँदा खनिज तेलको उपयोग विश्वभरि नै बढ्दो क्रममा रहेको छ । औद्योगिक देशहरूमा कोइलाको खपत बढी हुने गर्छ । तेलपछि ऊर्जाको प्रमुख स्रोतको स्थान कोइलाले लिँदै आएको छ । विश्वभरिको ऊर्जा आपूर्तिको करिब 27 प्रतिशत आपूर्ति कोइलाले गर्छ । विश्वमा बर्सेनि करिब 2.3 प्रतिशतको दरले ऊर्जाको माग बढ्दै गएको छ । यसको समयमा नै उचित प्रयोग र संरक्षण नहुँदा शक्तिको सङ्कट आउन सक्छ । ऊर्जा सङ्कट निराकरण गर्नका लागि निम्न लिखित उपायहरू अपनाउन सकिन्छ :

- ऊर्जाको उपयोग मितव्ययी भएर गर्ने
- वर्तमान ऊर्जाको संरक्षण गर्ने
- ऊर्जाका वैकल्पिक स्रोतहरूको विकास गर्ने

### सारांश

1. हाम्रो वरिपरि जताततै ऊर्जाका स्रोतहरू छन् । कुनै स्रोतबाट सजिलै ऊर्जा प्राप्त हुन्छ तर कुनै स्रोतबाट ऊर्जा प्राप्त गर्न धेरै खर्चिलो र जटिल हुन्छ ।
2. सधैंभरि प्राप्त भइरहने ऊर्जाको स्रोत वा पुनः विकास गर्न सजिलो ऊर्जाको स्रोतलाई नवीकरणीय स्रोत भनिन्छ ।
3. एक पटक भण्डार रित्तिपछि पुनः प्राप्त गर्न नसकिने ऊर्जाको स्रोतलाई अनवीकरणीय स्रोत भनिन्छ ।
4. कोइला र खनिज तेल वनस्पतिहरूको अवशेषबाट तयार हुने भएकाले यी दुवैलाई जीवावशेष इन्धन भनिन्छ ।
5. सूर्य धेरै तातो भएकाले यसमा रहेका हाइड्रोजन हिलियममा परिणत हुँदा केही पिण्डहरूको नाश हुन्छ र  $E = mc^2$  सूत्रअनुसार प्रशस्त मात्रामा ताप, प्रकाश एवम् अन्य शक्ति उत्पत्ति हुन्छ ।
6. जल विद्युत् प्रदूषण रहित र नवीकरणीय बहु उपयोगी शक्तिको स्रोत हो ।
7. ऊर्जा सङ्कट निराकरण गर्न ऊर्जाको बचत गर्ने बानी बसाल्नुपर्छ र ऊर्जाका वैकल्पिक स्रोतहरूको विकास गर्नुपर्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. ऊर्जा शक्तिको प्रमुख स्रोत कुन हो ?

(i) विद्युत्

(ii) सूर्य

(iii) खनिज तेल

(iv) प्राकृतिक ग्याँस

2. पृथ्वीको प्रतिवर्ग मिटर क्षेत्रफलमा कति किलोवाट सौर्यशक्ति पर्छ ?
  - (i) 1.6 kW
  - (ii) 1.4 kW
  - (iii) 60 kW
  - (iv) 14 kW
3. नेपालमा सम्भावित मुख्य ऊर्जा शक्ति हुन हो ?
  - (i) न्युक्लियर ऊर्जा
  - (ii) जियोथर्मल ऊर्जा
  - (iii) ज्वारभाटा ऊर्जा
  - (iv) जल विद्युत् ऊर्जा
4. नाश भएको पिण्डबाट उत्पादन हुने शक्ति पत्ता लगाउन कुन सूत्र प्रयोग गरिन्छ ?
  - (i)  $E = mc^2$
  - (ii)  $E = mgh$
  - (iii)  $E = \frac{1}{2} mv^2$
  - (iv)  $E = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$

(ख) तल दिएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. प्रयोगका आधारमा ऊर्जाका स्रोत कति किसिमका छन्, उदाहरणसहित वर्णन गर्नुहोस् ।
2. खनिज इन्धनको विकल्पको रूपमा सौर्य शक्तिको उपयोग गर्दा के लाभ हुन्छ ?
3. नेपालको लागि जल विद्युत् शक्तिलाई अत्यन्तै उपयुक्त शक्तिको स्रोत किन भनिन्छ ?
4. 'जल विद्युत् पनि सौर्यऊर्जा शक्तिकै उपज हो।' यस भनाइलाई स्पष्टसँग व्याख्या गर्नुहोस् ।
5. ऊर्जाको वैकल्पिक स्रोतहरू भनेको के हो ? आजको विश्वमा ऊर्जाको वैकल्पिक स्रोतहरूको विकास र प्रयोग किन आवश्यक छ ?
6. बायोमास भनेको के हो ? बायोमासलाई कसरी इन्धनको रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ?
7. सरकारले किसानहरूलाई बायोग्याँस प्लान्ट बनाउन किन प्रोत्साहन दिएको होला ?
8. पेट्रोल र कोइलालाई अनविकरणीय ऊर्जाको स्रोत भन्नुको कारण के हो ?
9. जल विद्युत्को प्रयोगबाट हुन सक्ने कुनै चार ओटा फाइदाहरू के के हुन् ?
10. ऊर्जा सङ्कट भनेको के हो ? यसलाई निराकरण गर्ने कुनै दुई ओटा उपाय लेख्नुहोस् ।
11. 'विश्वमा निकट भविष्यमा ऊर्जा सङ्कट आउने छ।' यस भनाइलाई पुष्टि गर्ने कुनै तिन ओटा बुँदाहरू लेख्नुहोस् ।

(ग) फरक लेख्नुहोस् :

1. नवीकरणीय शक्तिका स्रोतहरू र अनवीकरणीय शक्तिका स्रोतहरू
2. न्युक्लियर फिसन र न्युक्लियर फ्युजन

(घ) कारण लेख्नुहोस् :

1. नेपालको सन्दर्भमा सौर्यऊर्जा जस्ता स्रोतहरूको प्रयोगमा जोड दिनुपर्छ ।
2. वर्तमान विश्वमा जीवावशेष इन्धन बढी प्रयोग भइरहेका छन् ।
3. सूर्यलाई ऊर्जा शक्तिको प्रमुख स्रोत भनिन्छ ।
4. ऊर्जाका लागि कोइला र खनिज तेलभन्दा जल विद्युतको प्रयोग बढाउनुपर्छ ।

परियोजना कार्य

1. दुई ओटा खाली सलाइका बट्टाहरू लिनुहोस् । एउटाको भित्री बट्टालाई कालो कागजले छोप्नुहोस् । यस्तै अर्को बट्टामा फिलभिले (aluminium foil) ले ढाक्नुहोस् । दुवैमा एउटा एउटा थर्मोमिटर घुसाउनुहोस् । दुवैको तापक्रम प्रत्येक 10-10 मिनेटको अन्तरमा नोट गर्नुहोस् । के फरक पाउनुभयो, किन ? दैनिक जीवनमा के कामको लागि यस्तो प्रयोग गर्न सकिन्छ ? यसबाट प्राप्त निष्कर्षलाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. आआफ्नो घरमा महिनाभरि ऊर्जा शक्तिमा कति खर्च हुन्छ ? विद्युत्, मटितेल, कोइला, दाउरा पेट्रोल आदिमा मासिक कति रुपियाँ खर्च हुन्छ भनी तथ्याङ्क सङ्कलन गर्नुहोस् । त्यसबाट एउटा पाइचार्ट तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

शब्दावली

जैविक ऊर्जा : घर पालुवा जन्तु एवम् वनस्पतिहरूबाट प्राप्त हुने ऊर्जा

ड्युटेरियम : परमाणु भार दुई भएको हाइड्रोजन आइसोटोप्स (isotope) जसको न्युक्लियसमा एउटा प्रोटोन र एउटा न्युट्रोन हुन्छ ।

मोबिल : मोटर गाडीका इन्जिन वा अन्य इन्जिनमा चिल्लोपन प्रदान गर्ने तरल पदार्थ

## एकाइ 4 ताप (Heat)

दुवै हातका हत्केलाहरूलाई एक आपसमा रगड्दा तातो महसुस हुन्छ । साइकलको ट्युबमा हावा भर्दा पम्प तात्छ । दिउरीमा चिया पकाउँदा त्यसको बिँडमा समात्दा पोल्दछ । यस्तो हुने कारणका बारेमा तपाईंले कहिल्यै सोच्नुभएको छ ?

अणुहरू मिली पदार्थ बनेको हुन्छ । ती अणुहरूमा स्थितिशक्ति सञ्चित हुन्छ । वस्तुलाई तताउँदा त्यसका अणुहरू कम्पन हुन थाल्छन् । अणुहरूको कम्पनबाट गतिशक्ति उत्पन्न हुन्छ । यही अणुहरूको गतिशक्तिबाट ताप उत्पन्न हुन्छ । ताप बढेपछि अणुहरूको कम्पन छिटो र ताप कम भएपछि अणुहरूको कम्पन ढिलो हुन्छ । बढी तापक्रम भएको वस्तुमा अणुहरूको कम्पन तीव्रता बढी हुन्छ । वस्तुमा अणुहरूको कम्पन तीव्रता बढी भएमा तापक्रम पनि बढी हुन्छ ।

बाँच्नका लागि शरीर न्यानो राख्नु आवश्यक हुन्छ । तापको अभावमा कुनै प्राणी र वनस्पतिहरू बाँच्न सक्दैनन् । यातायातका विभिन्न साधनहरू गाडी, हवाई जहाज र रकेटसमेत तापद्वारा नै सञ्चालित हुन्छन् । यसबाहेक अरू धेरै काममा पनि तापको उपयोग हुन्छ ।

### ताप र तापक्रम (Heat and Temperature)

ताप र तापक्रम भिन्न कुराहरू भएता पनि यी दुईबिच घनिष्ट सम्बन्ध रहको हुन्छ । वस्तुमा भएको अणुहरूको गतिशक्तिको समिष्टिलाई त्यस वस्तुको ताप भनिन्छ । तापशक्तिको एउटा रूप हो । तापशक्ति नाप्ने उपकरण क्यालोरिमिटर हो र यसलाई जुल वा क्यालोरी एकाइमा नापिन्छ ।

पदार्थमा भएका अणुहरूको कम्पनबाट उत्पन्न गतिशक्तिको योगलाई तापशक्ति भनिन्छ ।

वस्तुमा भएको तापको परिमाण निम्न लिखित दुई कुराहरूमा निर्भर रहन्छ :

1. पदार्थमा रहेको अणुहरूको सङ्ख्या अर्थात् पदार्थको पिण्ड
2. अणुहरूको औसत गतिशक्ति

तसर्थ पदार्थमा भएको तापशक्तिको परिमाण त्यस पदार्थको पिण्ड र अणुहरूको औसत गतिशक्तिको गुणन फलसँग समानुपातिक हुन्छ ।

विभिन्न पदार्थअनुसार अणुहरूको स्वभाव फरक हुने हुनाले, समान पिण्ड भएका विभिन्न वस्तुहरूमा बराबर मात्रामा ताप दिँदा अणुहरूको औसत गतिशक्तिमा भिन्नता हुन्छ ।

वस्तुको तातोपना वा चिसोपनाको मात्रालाई तापक्रम भनिन्छ । वस्तुलाई तताउँदा तापक्रम बढ्दै जान्छ भने वस्तुलाई चिस्याउँदा तापक्रम घट्दै जान्छ । ताप वस्तुको तापक्रम बढाउने वा घटाउने कारण हो भने तापक्रम तापको असर हो । तापक्रम मापन गर्ने उपकरण थर्मोमिटर हो र यसलाई  $^{\circ}\text{C}$ ,  $^{\circ}\text{F}$  वा K एकाइमा नापिन्छ ।

पदार्थका अणुहरूमा भएको औसत गतिशक्तिलाई तापक्रम भनिन्छ ।

## क्रियाकलाप 4.1

बराबर साइजका दुई ओटा बिकरहरूमध्ये एउटामा 50 ग्राम र अर्कोमा 100 ग्राम पानी राख्नुहोस् । दुवैको तापक्रम नाप्नुहोस् । उस्तै साइजका उति नै बल्ने दुई ओटा स्पिट ल्याम्प वा बर्नरलाई बराबर तताउनुहोस् । हरेक 2/2 मिनेटमा दुवैको तापक्रम टिपोट गर्नुहोस् ।

दुईमध्ये कुनमा तापक्रम छिटो छिटो बढ्यो ?

बराबर मात्रामा ताप दिँदा कम पिण्ड भएको वस्तुको तापक्रम बढी र धेरै पिण्ड भएको वस्तुको तापक्रम कम हुन्छ । दुवै बिकरबाट 10/10 मिलिलिटर पानी छुट्टाछुट्टै परीक्षण नलीमा लिइयो भने बढी तापक्रम भएको पानीमा तापशक्ति पनि बढी भएको पाइन्छ ।

## क्रियाकलाप 4.2

एउटा बिकरमा तातो पानी लिनुहोस् र त्यति नै मात्रामा अर्को बिकरमा चिसो पानी लिनुहोस् । ती दुवै बिकरमा रहेका पानीको एकैसाथ तापक्रम मापन गर्नुहोस् र नोट गर्नुहोस् । अब दुवै बिकरका पानी एउटा ठुलो बिकरमा हाल्नुहोस् र त्यस मिश्रणको तापक्रम नाप्नुहोस् । मिश्रणको तापक्रम कति हुन्छ होला, किन ?

तातोपानी र चिसोपानी मिसाएमा त्यसको मिश्रणको तापक्रम फरक हुन्छ । मिश्रणको तापक्रम तातोपानीको भन्दा कम र चिसोपानीको भन्दा बढी हुन्छ । त्यसैले तातो वस्तुले ताप गुमाउँछ भने चिसो वस्तुले ताप प्राप्त गर्छ । ताप जहिले पनि उच्च तापक्रमबाट निम्न तापक्रम भएको वस्तुतिर सर्छ ।

### तापक्रम मापन यन्त्र र यसको बनावट (Thermometer and its structure)

कुनै पनि वस्तुको तापक्रम स्पर्शद्वारा मापन गर्न सकिँदैन । वस्तुको तातोपना वा चिसोपना अर्थात् तापक्रम नाप्नका लागि तापक्रम मापन यन्त्रको प्रयोग गरिन्छ ।

कुनै पनि वस्तुको तापक्रम नाप्न प्रयोग गरिने उपकरणलाई तापक्रम मापक यन्त्र (thermometer) भनिन्छ ।

साधारण थर्मोमिटरमा बाक्लो काँचको भित्र मसिनो केसिका नली (capillary tube) हुन्छ । यसको दुवै छेउ बन्द हुन्छ । यसको एउटा छेउ फुकेको हुन्छ । यसलाई बल्ब भनिन्छ । थर्मोमिटरको बल्बको बाहिरी भाग पातलो काँचले बनाइएको हुन्छ । यसले गर्दा बाहिरी ताप सजिलै भित्र सर्न सक्छ । यस बल्बमा तरल पदार्थ (पारो वा अल्कोहल) राखिएको हुन्छ । बल्ब तातो वस्तुको सम्पर्कमा आएपछि यसभित्रको तरल पदार्थ तात्छ र यसको आयतन बढ्छ । यसपछि बल्बभित्रको तरल पदार्थ केसनलीमा प्रसार हुन्छ । तापक्रमको परिवर्तनअनुसार काँचको नलीमा घटबढ भएको स्पष्ट देखिन्छ । यसरी घटबढ हुँदा तरल पदार्थ नलीको भित्री भागमा टासिँदैन । तरल पदार्थलाई तताउँदा यसको आयतन वृद्धि हुन्छ भन्ने सिद्धान्तमा आधारित भई थर्मोमिटर बनाइन्छ ।

तापक्रम मापन यन्त्रमा तरल पदार्थको रूपमा पारो वा अल्कोहल वा दुवै प्रयोग गरिन्छ । यिनीहरूको बारेमा अध्ययन गरौं :

## पारो (Mercury)

पारो तरल अवस्थामा रहने धातु हो । चाँदी जस्तै टल्कने, सजिलै केसनलीमा देख्न सकिने, तापक्रमको वृद्धिअनुसार आयतन पनि एकनासले वृद्धि हुने भएकाले यस तरल पदार्थलाई तापक्रम मापक यन्त्रमा प्रयोग गरिन्छ ।  $357^{\circ}\text{C}$  मा उम्लिने र  $-39^{\circ}\text{C}$  मा जम्ने भएकाले अति न्यून तापक्रमभन्दा उच्च तापक्रम मापन गर्नका निम्ति यसलाई प्रयोगमा ल्याइन्छ । उम्लिरहेको पानीको तापक्रम, मानिसको तापक्रम नाप्न पारोयुक्त थर्मोमिटर प्रयोग गरिन्छ ।

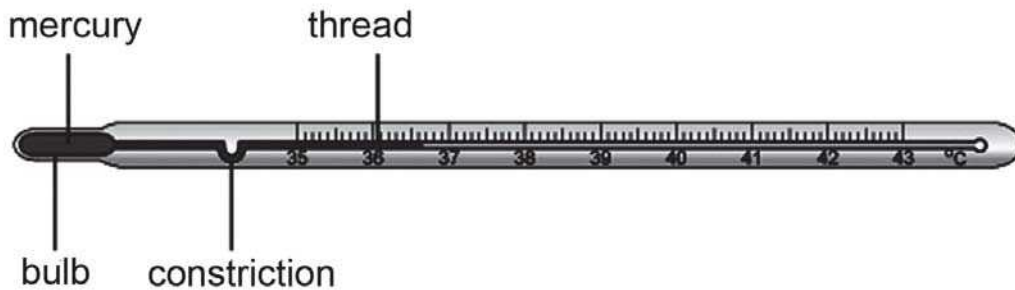
## अल्कोहल (Alcohol)

अल्कोहल सर्वसुलभ रूपमा पाइने र अति नै सस्तो रङहीन तरल पदार्थ हो । रङको मिश्रणबाट सजिलै देख्न सकिने यसको तापक्रमको वृद्धिअनुसार पारोभन्दा 6 गुणा बढी आयतन वृद्धि हुन्छ ।  $78^{\circ}\text{C}$  मा उम्लिने र  $-117^{\circ}\text{C}$  मा जम्ने भएकाले प्रायः अति उच्च तापक्रमभन्दा न्यून तापक्रम मापन गर्नका निमित्त यसको प्रयोग गरिन्छ । त्यसैले हिमाल आरोहण गर्न जाने यात्रीले अल्कोहल थर्मोमिटर प्रयोग गर्छन् ।

## तापक्रम मापन यन्त्रको प्रकार र उपयोगिता (Types of thermometer and their Uses)

बनावटअनुसार तापक्रम मापन यन्त्र धेरै प्रकारका हुन्छन् । ती तापक्रम मापन यन्त्रहरू फरक फरक कामका लागि प्रयोग गरिन्छन् ।

## क्लिनिकल तापक्रम मापन यन्त्र (Clinical thermometer)



चित्र 4.1

मानिसको शरीरको तापक्रम नाप्न प्रयोग गरिने उपकरणलाई क्लिनिकल थर्मोमिटर भनिन्छ । सामान्यतया यो प्रयोगशालाको तापक्रम मापक यन्त्र (laboratory thermometer) भन्दा लामो र प्रिज्मेटिक आकारको हुन्छ । सेल्सियस ( $^{\circ}\text{C}$ ) र फरेनहाइट ( $^{\circ}\text{F}$ ) गरी दुवै स्केलमा क्लिनिकल थर्मोमिटर बनाइन्छ । सेल्सियस क्लिनिकल थर्मोमिटरमा  $35^{\circ}\text{C}$  देखि  $42^{\circ}\text{C}$  सम्मको स्केल हुन्छ र फरेनहाइट क्लिनिकल थर्मोमिटरमा  $94^{\circ}\text{F}$  देखि  $108^{\circ}\text{F}$  सम्मको स्केल हुन्छ । मानिसको शरीरको तापक्रम  $37^{\circ}\text{C}$  अर्थात्  $98.6^{\circ}\text{F}$  हुन्छ । तापक्रम मापन गर्नका लागि यस थर्मोमिटर बल्बलाई मानिसको काखी वा जिब्रोमनि करिब 2 मिनेटका लागि राखिन्छ । थर्मोमिटरमा बल्बनिर साँघुरो घाँटी (constriction) भएकाले नलीमा चढेको पारो आफैँ झर्दैन । त्यसैले यसको पुनः प्रयोग अगावै हातले यसलाई झड्का दिइन्छ ।

हिजोआज क्लिनिकल तापक्रम मापन यन्त्रलाई डिजिटल थर्मोमिटरले विस्थापित गर्दै गइरहेको छ। यसमा कुनै पनि तरल पदार्थहरू पारो वा अल्कोहल प्रयोग गरिएको हुँदैन। यसले शरीरको तापक्रमलाई अड्कमा देखाउँछ।

### क्रियाकलाप 4.3

नजिकैको क्लिनिकबाट डिजिटल थर्मोमिटर ल्याउनुहोस् र यसको प्रयोग विधि छलफल गरी आफ्ना साथीहरू (कम्तीमा 5 जना) को शरीरको तापक्रम मापन गरी औसत तापक्रम निकाल्नुहोस्।



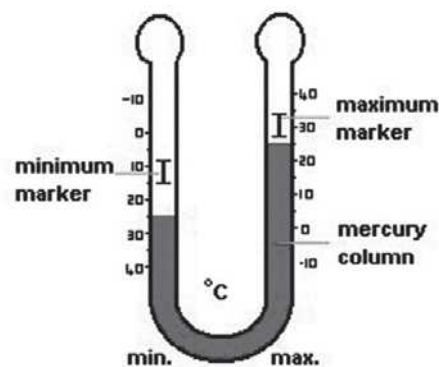
चित्र 4.2

प्रयोगशाला थर्मोमिटर (Laboratory thermometer): हावा, पानी र अन्य वस्तुहरूको तापक्रम मापन गर्नका लागि प्रयोग गरिने तापक्रम मापक यन्त्रलाई प्रयोगशाला तापक्रम मापक यन्त्र (laboratory thermometer) भनिन्छ। लाम्चो र गोलो आकार हुने यस मापक यन्त्रमा  $-10^{\circ}\text{C}$  देखि  $110^{\circ}\text{C}$  सम्मको स्केल हुन्छ। ठिकसँग तापक्रम नाप्न र तापक्रममा हुने परिवर्तन छिटो देखाउनका लागि भित्रको नलीलाई रौं जस्तै मसिनो बनाइएको हुन्छ। नलीभित्र पारोदेखि माथिको भागमा शून्य बनाइएको हुन्छ। यसले गर्दा नलीमा पारो चढ्न सजिलो हुन्छ। बल्बलाई पनि पातलो बनाइएको हुन्छ। यसले गर्दा सजिलै तापभित्र सर्न सक्छ।



चित्र 4.3

अधिकतम र न्यूनतम तापक्रम मापक यन्त्र (Maximum and minimum thermometer): कुनै पनि निश्चित ठाउँको 24 घण्टाभित्रको तापक्रम वा तापक्रमको परिवर्तन मापन गर्नका लागि प्रयोग गरिने मापक यन्त्रलाई अधिकतम र न्यूनतम तापक्रम मापक यन्त्र भनिन्छ। यो अङ्ग्रेजी अल्फाबेट U को आकारको ट्युबले बनेको हुन्छ। यस ट्युबमा आंशिक रूपमा पारो र अल्कोहल प्रयोग गरिन्छ। चित्रमा देखाए जस्तै एकापट्टि ट्युब ठुलो र अर्कोपट्टि ट्युब सानो बल्बसँग जोडिएको हुन्छ, जसमा अल्कोहल र पारो राखिएको हुन्छ। उक्त दुई ट्युबहरूमध्ये पारोको ट्युबले अधिकतम तापक्रम र अल्कोहलको ट्युबले न्यूनतम तापक्रम देखाउँछ।



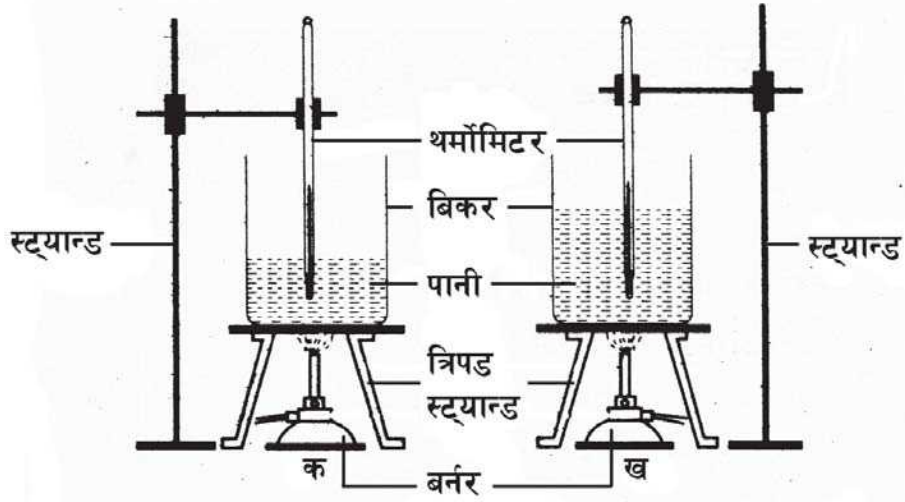
चित्र 4.4

दुवै ट्युबमा तापक्रम मापन गर्नका लागि सूचक (index) हुन्छ। थर्मोमिटरलाई मिलाउन (सेट गर्न) चुम्बकको मदतले सूचकलाई पारोको सतहसँग छुने गरी तलतिर सार्नुपर्छ। तापक्रम नाप्दा सूचकको तल्लो छेउले स्केलको जुन अङ्कहरू देखाउँछ, तिनै अङ्कलाई अधिकतम र न्यूनतम तापक्रम भनिन्छ।

## विशिष्ट ताप धारण क्षमता (Specific heat capacity)

कुनै वस्तुलाई तताउँदा त्यसको तापक्रम कति वृद्धि हुन्छ भन्ने कुरा त्यस वस्तुको पिण्ड र दिइएको तापको परिमाणमा निर्भर रहन्छ । वस्तुको तापक्रम वृद्धि हुने कुरा वस्तुको पिण्ड र तापको परिमाणका साथै वस्तुको गुणमा पनि निर्भर गर्छ ।

### क्रियाकलाप 4.4



चित्र नं. 4.5

दुई ओटा उही साइजका बिकर लिनुहोस् । एउटामा 100 ग्राम खाने तेल र अर्कामा 100 ग्राम पानी हाल्नुहोस् । दुवैको तापक्रम नाप्नुहोस् । उस्तै साइजका र उसरी नै बल्ने दुई ओटा स्पिट ल्याम्प वा बर्नरलाई तताउनुहोस् । हरेक 2/2 मिनेटमा स्पिट ल्याम्प साटफेर गर्नुहोस् । हरेक 2/2 मिनेटमा दुवैको तापक्रम छुट्टाछुट्टै नोट गर्नुहोस् ।

दुईमध्ये कुनको तापक्रम छिटो बढ्यो र किन ?

बराबर पिण्ड लिएर बराबर मात्रामा ताप दिँदा पनि पानीभन्दा तेलको तापक्रम छिटो वृद्धि भयो, किन ? पदार्थअनुसार अणुहरूको गुण फरक फरक हुन्छ । यसकारण समान ताप पाउँदा पनि ती अणुहरूको चालशक्ति फरक फरक हुन्छ । साथै अणुहरूको कम्पनको तीव्रता फरक हुन्छ । यसै कारणले गर्दा विभिन्न वस्तुहरूमा ताप धारण गर्ने वा ताप लिने क्षमता फरक फरक हुन्छ ।

कुनै वस्तुको 1 किलोग्राम पिण्डको तापक्रम  $1^{\circ}\text{C}$  बढाउन वा घटाउन आवश्यक तापशक्तिको परिमाणलाई सो वस्तुको विशिष्ट ताप धारण क्षमता (specific heat capacity) भनिन्छ ।

1 किलो ग्राम पानीको तापक्रम  $1^{\circ}\text{C}$  बढाउन 4200 जुल तापशक्ति आवश्यक पर्छ भन्ने कुरा प्रयोगबाट देखिएको छ । त्यसैले पानीको विशिष्ट ताप धारण क्षमता 4200 जुल प्रति किलोग्राम प्रति डिग्री सेल्सियस हो । त्यस्तै 1 किलोग्राम पानीको तापक्रम  $1^{\circ}\text{C}$  घटाउन पानीबाट 4200 जुल ताप शक्ति निकाल्नुपर्छ । विशिष्ट ताप धारण क्षमतालाई एसआई (SI) प्रणालीमा जुल प्रति किलोग्राम प्रति डिग्री सेल्सियस ( $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ) एकाइमा नापिन्छ । पानीको विशिष्ट ताप धारण क्षमता अरू पदार्थका तुलनामा सबैभन्दा बढी ( $4200\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ) छ । त्यसैकारण पानीलाई इन्जिन चिसो गर्न र तातो पानीलाई



हट वाटर ब्यागमा भरी शरीर तताउन पनि उपयोग गरिन्छ । यही कारण पानी ढिला तात्ने र ढिला सेलाउने गर्छ ।

एसआई (SI) एकाइमा केही वस्तुहरूको विशिष्ट ताप धारण क्षमता तल दिइएको छ :

क्र. स.	वस्तु	विशिष्ट ताप धारण क्षमता (J/kg°C)	क्र. स.	वस्तु	विशिष्ट ताप धारण क्षमता (J/kg°C)
1	सिसा (लेड)	130	9	काँच	670
2	पारो	140	10	मटितेल	2200
3	चाँदी	234	11	बरफ	2100
4	पित्तल	380	12	अल्कोहल	2400
5	तामा	400	13	पानी	4200
6	स्टिल	447	14	पेट्रोल	1670
7	फलाम	460	15	बालुवा	800
8	आल्मोनियम	900	16	वनस्पति तेल	2000

### ताप समीकरण (Heat equation)

कुनै तातो वस्तुलाई हावामा राख्दा उक्त वस्तु बिस्तारै सेलाउँदै जान्छ । त्यस वस्तुबाट ताप कहाँ जान्छ ? के तापशक्ति नष्ट भएर जान्छ ? शक्ति सञ्चितिको सिद्धान्तअनुसार शक्ति नाश गर्न वा नयाँ निर्माण गर्न सकिँदैन । यसै अनुरूप तापशक्ति पनि नाश हुँदैन । त्यसैले त्यो वस्तुबाट वरपर वा अन्य वस्तुहरूमा ताप सर्छ । यसरी ताप सर्दा एउटा वस्तुले गुमाएको तापशक्ति अरू वस्तुहरूले ग्रहण गरेको तापशक्तिको मात्रासँग बराबर हुन्छ, जहाँ विकिरणबाट हुने ताप नोक्सानलाई नगण्य मानिन्छ ।

गुमाएको तापशक्तिको परिमाण (Heat Lost) = ग्रहण गरेको तापशक्तिको परिमाण (Heat gained)

कुनै पनि वस्तुले गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापको परिमाण र त्यस वस्तुको पिण्डबिच समानुपातिक सम्बन्ध हुन्छ ।

अर्थात्  $Q \propto m$  ..... (i)

त्यस्तै कुनै पनि वस्तुले गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापको परिमाण र त्यस वस्तुमा वृद्धि वा कमी भएको तापक्रमबिच समानुपातिक सम्बन्ध छ ।

अर्थात्  $Q \propto dt$  ..... (ii)

समीकरण (i) र (ii)

$$Q \propto mdt$$

$$Q = smdt \text{ (जहाँ } s \text{ वस्तुको विशिष्ट ताप धारण क्षमता हो ।)}$$

$$\therefore Q = msdt$$

जहाँ ,

$$m = \text{वस्तुको पिण्ड}$$

$$S = \text{विशिष्ट ताप धारण शक्ति}$$

$$dt = \text{तापक्रममा परिवर्तन}$$

$$Q = \text{गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापशक्तिको परिमाण}$$

वस्तुले गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापको परिमाण त्यस वस्तुको पिण्ड, विशिष्ट ताप धारण शक्ति र वृद्धि वा कमी भएको तापक्रमको गुणन फलसँग बराबर हुन्छ । यसैलाई ताप समीकरण भनिन्छ ।

**उदाहरणहरू**

1.  $5^{\circ}\text{C}$  तापक्रमको 500 gm पानीलाई  $30^{\circ}\text{C}$  सम्म तताउन कति ताप चाहिन्छ ?

समाधान, यहाँ

$$\text{पानीको पिण्ड (m)} = 500 \text{ gm} = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ kg}$$

$$\text{तापक्रम परिवर्तन (dt)} = 30^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{पानीको विशिष्ट ताप धारण क्षमता (s)} = 4200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{चाहिने ताप (Q)} = ?$$

सूत्रअनुसार,

$$Q = msdt$$

$$= 0.5 \times 4200 \times 25$$

$$= 52500 \text{ J}$$

$$= 5.25 \times 10^4 \text{ J}$$

तसर्थ पानी तताउन  $5.25 \times 10^4 \text{ J}$  तापशक्ति चाहिन्छ ।

2. 10 kg बालुवाको तापक्रम  $14^{\circ}\text{C}$  बाट  $34^{\circ}\text{C}$  पुऱ्याउन  $1.6 \times 10^5 \text{ J}$  तापशक्तिको आवश्यकता पर्छ भने बालुवाको विशिष्ट ताप धारण क्षमता कति हुन्छ ?

समाधान, यहाँ

बालुवाको पिण्ड (m) = 10 kg

बालुवामा तापक्रमको परिवर्तन (dt) = 34°C – 14°C = 20°C

तापशक्ति (Q) = 1.6 × 10<sup>5</sup> J

बालुवाको विशिष्ट ताप धारण क्षमता (s) = ?

सूत्रअनुसार (Q) = msdt

$$s = \frac{Q}{m dt} = \frac{1.6 \times 10^5}{10 \times 20} = 800 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

अतः बालुवाको विशिष्ट ताप धारण क्षमता 800J/kg°C हुन्छ ।

3. यदि 10°C तापक्रम भएको 4 kg फलामको डल्लोलाई 37.6 kJ ताप शक्ति दिइयो भने त्यसको तापक्रम कति पुग्ला ? फलामको विशिष्ट ताप धारण क्षमता 460J/kg°C छ ।

समाधान, यहाँ

फलामको पिण्ड (m) = 4 kg

तापशक्ति (Q) = 37.6 kJ = 37.6 × 1000 = 37600 J

विशिष्ट ताप धारण क्षमता (s) = 460 J/Kg°C

सुरुको तापक्रम (t<sub>1</sub>) = 10°C

अन्त्यको तापक्रम (t<sub>2</sub>) = ?

सूत्रअनुसार,

Q = msdt

$$dt = \frac{Q}{ms} = \frac{37600}{4 \times 460} = 20.43^\circ\text{C}$$

अब

$$dt = t_2 - t_1$$

$$\text{or, } 20.43^\circ\text{C} = t_2 - 10^\circ\text{C}$$

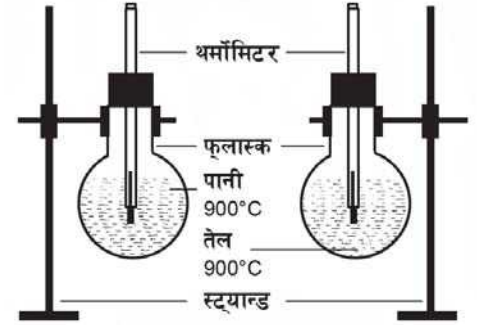
$$\text{or, } t_2 = 20.43^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C}$$

$$\therefore t_2 = 30.43^\circ\text{C}$$

तसर्थ फलामको डल्लोको अन्तिम तापक्रम 30.43°C पुग्छ ।

## क्रियाकलाप 4.5

- समान आकार र पिण्ड भएका दुई ओटा बिकर A र B लिनुहोस् । एउटामा 10 ग्राम र अर्कोमा 150 ग्राम पानी राख्नुहोस् । दुवै बिकरमा एक एक ओटा थर्मोमिटर राख्नुहोस् र पानीको सुरुआतको तापक्रम रेकर्ड गर्नुहोस् । समान आकार र बराबर ताप दिने क्षमता भएका दुई ओटा बर्नरले दुवै बिकरलाई तताउनुहोस् । हरेक दुई मिनेटका अन्तरमा दुवै बिकरमा रहेको पानीको तापक्रम नोट गर्नुहोस् । यो प्रक्रिया कम्तीमा 6 पटक दोहोर्‍याउनुहोस् । छलफल गरी निष्कर्ष निकाल्नुहोस् ।
- तेल र पानीको बराबर पिण्ड लिएर अलग अलग फ्लाक्सहरू तताउनुहोस् । दुवैलाई करिब  $90^{\circ}\text{C}$  जति तताउनुहोस् । अर्को दुई ओटा बराबर साइजका फ्लाक्समा ती तरललाई खन्याई थर्मोमिटरसहितको कर्कले बन्द गर्नुहोस् । हरेक 1/1 मिनेटमा दुवैको तापक्रम नोट गरी तालिकामा लेख्नुहोस् । (सामग्री पर्याप्त उपलब्ध नभएमा एउटै फ्लाक्स लिई पहिले पानी र पछि तेल तताई प्रयोग गर्दा पनि हुन्छ ।)



चित्र 4.6

- तापक्रम घट्ने दर कुनमा बढी छ ?
- कुन वस्तु चाँडो सेलायो, किन ?

## सारांश

- वस्तुमा भएका अणुहरूको गतिशक्तिको समष्टिलाई त्यस वस्तुको ताप भनिन्छ । यसको SI एकाइ केल्विन (K) हो ।
- वस्तुमा भएको तापको परिमाण त्यसमा रहेका अणुहरूको सङ्ख्या अर्थात् पदार्थको पिण्ड र अणुहरूको औसत गतिशक्तिमा निर्भर हुन्छ ।
- बढी तापक्रम भएको वस्तुबाट कम तापक्रम भएको वस्तुमा ताप सर्छ ।
- पदार्थका अणुहरूमा भएको औसत गतिशक्तिलाई तापक्रम भनिन्छ ।
- थर्मोमिटरमा सेल्सियस, फरेनहाइट वा केल्विन एकाइ अङ्कित हुन्छन् ।
- तातो वस्तुबाट ताप चिसो वस्तुतिर सर्छ । यस्तो हुँदा एउटा वस्तुले गुमाएको तापशक्ति अरू वस्तुहरूको ग्रहण गरेको तापशक्तिको मात्रासँग बराबर हुन्छ ।
- कुनै वस्तुको 1 किलोग्राम पिण्डको तापक्रम  $1^{\circ}\text{C}$  बढाउन वा घटाउन आवश्यक तापशक्तिको परिमाणलाई सो वस्तुको विशिष्ट ताप धारण क्षमता भनिन्छ ।
- वस्तुले गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापशक्तिको परिमाण वस्तुको पिण्ड, विशिष्ट ताप धारण क्षमता र परिवर्तन भएको तापक्रमको गुणन फलसँग बराबर हुन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

- एक क्यालोरी बराबर कति जुल हुन्छ ?
 

(i) 8.2 J	(ii) 4.2 J
(ii) 1000 J	(iv) 4200 J
- पारो र अल्कोहल कति तापक्रममा उम्लन्छन् ?
 

(i) 357°C र 78°C	(ii) -39°C र -115°C
(iii) 100°C र 120°C	(iv) 90° र 100°
- वस्तुमा भएका अणुहरूको कम्पन र त्यसको तापक्रमबिच कस्तो सम्बन्ध हुन्छ ?
 

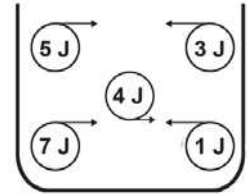
(i) व्युत्क्रमानुपातिक	(ii) समानुपातिक
(iii) बराबर	(iv) माथिका कुनै होइनन् ।
- कुनै पनि वस्तुको तापको परिमाण र त्यस वस्तुको पिण्डसँग कस्तो सम्बन्ध हुन्छ ?
 

(i) व्युत्क्रमानुपातिक	(ii) समानुपातिक
(iii) बराबर	(iv) अर्ध समानुपातिक
- केल्भिन एकाइमा पानीको उम्लने विन्दु कति हुन्छ ?
 

(i) 100 <sup>0</sup> K	(ii) 273 K
(iii) 373 K	(iv) 78 <sup>0</sup> K

(ख) तलका दिइका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- आणविक सिद्धान्तका आधारमा तापको परिभाषा दिनुहोस् । चित्रमा विभिन्न अणुहरूको गतिशक्ति देखाइएको छ । यहाँ अणुहरूको औसत गतिशक्ति कति हुन्छ ?
- ताप र तापक्रमका तिन ओटा भिन्नताहरू लेख्नुहोस् ।
- क्लिनिकल थर्मोमिटर र प्रयोगशाला थर्मोमिटरको चित्रसहित भिन्नता प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
- अधिकतम र न्यूनतम थर्मोमिटर बनोटसहित कार्यविधि व्याख्या गर्नुहोस् ।
- अल्कोहल थर्मोमिटरबाट पानीको उम्लने तापक्रम नाप्न सकिँदैन, किन ?



6. विशिष्ट ताप धारण शक्तिको परिभाषा दिनुहोस् । पानीको विशिष्ट ताप धारण शक्ति  $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  भन्नाले के बुझिन्छ ?
7. धेरै ज्वरो आएको मानिसको निधारमा पानीपट्टी लगाउनुको कारण के हो ?
8. पदार्थको विशिष्ट ताप धारण शक्ति र त्यसको तापक्रममा हुने परिवर्तनबिच कस्तो सम्बन्ध हुन्छ ?
9. ताप समीकरण केलाई भनिन्छ ? वस्तुले गुमाएको वा ग्रहण गरेको तापको परिमाण त्यस वस्तुको पिण्ड, विशिष्ट ताप धारण शक्ति र वृद्धि वा कमी भएको तापक्रमको गुणन फलसँग बराबर हुन्छ, प्रमाणित गर्नुहोस् ।

(ग) कारण लेख्नुहोस् :

1. जाडो महिनामा ओछ्यानबाट उठ्दा कोठाको हावा चिसो लाग्छ तर बाहिर खुला हावामा केहीबेर डुलेर फर्कियो भने त्यही कोठाको हावा न्यानो लाग्छ ।
2. गर्मीमा माटाको भाँडोमा राखेको पानी चिसो हुन्छ ।
3. दिउँसो हावा समुद्रबाट जमिनतिर बहन्छ भने राति जमिनबाट समुद्रतिर बहन्छ ।
4. उम्लिरहेको पानीले भन्दा यसबाट निस्केको बाफले बढी पोल्छ ।
5. मोटरको तातो इन्जिन चिस्याउन पानीको प्रयोग गरिन्छ ।

(घ) गणितीय समस्याहरू हल गर्नुहोस् :

1.  $5 \text{ kg}$  पिण्ड भएको पानीलाई  $20^\circ\text{C}$  सम्म तापक्रम बढाउन कति तापशक्ति आवश्यक पर्छ ?  
(उत्तर :  $4.2 \times 10^5 \text{ J}$ )
2. विशिष्ट ताप धारण शक्ति  $470 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  भएको  $2 \text{ kg}$  पिण्ड भएको धातुलाई  $30^\circ\text{C}$  तापक्रमबाट  $20^\circ\text{C}$  सम्म चिस्याउँदा कति तापशक्ति छोड्छ ?  
(उत्तर :  $9.4 \times 10^3 \text{ J}$ )
3. एउटा  $500 \text{ gm}$  पिण्ड र  $480 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  विशिष्ट ताप धारण शक्ति भएको वस्तुको तापक्रम  $80^\circ\text{C}$  ले बढाउन कति तापशक्ति आवश्यक पर्छ ?  
(उत्तर :  $1.92 \times 10^4 \text{ J}$ )
4. यदि  $2 \text{ kg}$  पिण्ड भएको तामाको डल्लोलाई  $30^\circ\text{C}$  बाट  $60^\circ\text{C}$  सम्म तताउँदा  $433.2$  किलोजुल ताप आवश्यक पर्छ भने तामाको विशिष्ट ताप धारण शक्ति कति हुन्छ ?  
(उत्तर :  $7220 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ )
5.  $10^\circ\text{C}$  तापक्रम भएको  $2 \text{ kg}$  पानीलाई  $84 \text{ KJ}$  ताप दिँदा पानीको तापक्रम कति पुग्ला ?  
(उत्तर :  $20^\circ\text{C}$ )

6. 1000W को हिटर एक घण्टा बाल्दा  $4.2 \times 10^3$  KJ तापशक्ति दिन्छ भने सो तापले  $30^\circ\text{C}$  तापक्रम भएको 20 kg पानीको तापक्रम कति पुऱ्याउँछ ?  
(उत्तर :  $80^\circ\text{C}$ )
7. 1000 W को हिटरले 10 kg पिण्ड भएको वस्तुलाई  $25^\circ\text{C}$  बाट  $30^\circ\text{C}$  सम्म तताउन 2 मिनेट लाग्छ भने सो वस्तुको विशिष्ट ताप धारण क्षमता कति होला ?  
(उत्तर :  $2400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ )
8.  $90^\circ\text{C}$  तापक्रम भएको 200 ml दुधलाई  $15^\circ\text{C}$  तापक्रम भएको 10 ml पानीसँग मिसाउँदा उक्त मिश्रणको अन्तिम तापक्रम कति हुन्छ ? मानौं दुध र पानीको विशिष्ट ताप धारण शक्ति बराबर छन् ।  
(उत्तर :  $86.4^\circ\text{C}$ )
9. 200 gm को तातो फलामका डल्लोलाई  $10^\circ\text{C}$  को 500 gm पानीमा दुबाउँदा पानीको तापक्रम बढेर  $30^\circ\text{C}$  हुन्छ भने त्यस फलामको डल्लामा सुरुको तापक्रम कति होला ?  
(फलामको विशिष्ट तापधारण शक्ति =  $470 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  र पानीको विशिष्ट तापधारण शक्ति  $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ )  
(उत्तर :  $476.8^\circ\text{C}$ )

### परियोजना कार्य

क्लिनिकल थर्मोमिटरको प्रयोग गरी तपाईंको घर परिवारका सबै सदस्यहरूको तापक्रम मापन गर्नुहोस् । परिवारका सबै सदस्यहरूको तापक्रम एउटै वा फरक फरक देखियो, यसको कारणसहित कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

## एकाइ 5 प्रकाश (Light)

रातमा वरिपरिका वस्तुहरू नदेखिने र दिनको समयमा ती वस्तुहरू देखिने कारण के होला ? तपाईंहरू बताउन सक्नुहुन्छ ? यो प्रकाशका कारणले गर्दा हो । प्रकाश आफैँमा अदृश्य भए पनि यसले वस्तुहरू देख्नलाई सहयोग गर्छ । यसो हुनाको कारण प्रकाशको स्रोतबाट आएको प्रकाश वस्तुहरूमा पर्दा वस्तुले प्रकाशका किरणहरूलाई परावर्तन गर्छ । परावर्तित किरण हाम्रो आँखामा प्रवेश गरी अप्टिकल नर्भमार्फत मस्तिष्कमा पुग्छ र वस्तु देखिन्छ । कतिपय अवस्थामा वस्तुहरूलाई स्पष्ट देख्न विभिन्न उपकरणहरूको प्रयोग गरिन्छ, जसलाई अप्टिकल उपकरण (optical instrument) भनिन्छ । यी उपकरणहरूमा लेन्स (lens) को प्रयोग गरिएको हुन्छ ।

यस पाठमा हामी लेन्सको परिचय र यसको दैनिक जीवनमा प्रयोग, लेन्सबाट प्रकाश जाने प्रक्रिया, आँखाका कमजोरीका कारणहरू र कमजोरी हटाउने उपायहरू सम्बन्धी अध्ययन गर्ने छौं ।

### लेन्स (Lens)

अप्टिकल उपकरणहरू, जस्तै : सूक्ष्म दर्शक यन्त्र, टेलिस्कोप, क्यामरा इत्यादिमा प्रयोग हुने एक महत्त्वपूर्ण उपयोगी उपकरण लेन्स हो । मानव आँखामा पनि बाइकन्भेक्स लेन्स (biconvex lens) हुन्छ । उक्त लेन्सले वस्तुबाट आएको प्रकाशको किरणलाई रेटिनामा आवर्तन गरी आकृति बनाउँछ । लेन्सको सतह सबैतिर एकनासको हुँदैन । यो प्लास्टिक वा काँचबाट बनेको हुन्छ । तसर्थ प्रकाशको किरणलाई आवर्तन गरी वस्तुको आकृतिलाई घटबढ गर्न सकिने पारदर्शी काँच वा प्लास्टिकबाट बनाइएको वक्र सतहको खण्डलाई लेन्स (lens) भनिन्छ । उपयोग हुने आधारमा लेन्स मुख्यतया कन्भेक्स र कन्केभ गरी दुई प्रकारका छन् ।

#### कन्भेक्स लेन्स (Convex lens)

कन्भेक्स लेन्सको बिचको भाग बाक्लो र किनारको भाग पातलो हुन्छ । यस लेन्सले समानान्तर प्रकाशका किरणहरूलाई आवर्तनपछि एक बिन्दुमा केन्द्रित गर्छ । यिनीहरू बाइकन्भेक्स (biconvex), प्लानो कन्भेक्स (plano convex) र कन्केभो कन्भेक्स (concavo convex) गरी तिन प्रकारका हुन्छन् ।



चित्र 5.1

#### कन्केभ लेन्स (Concave lens)

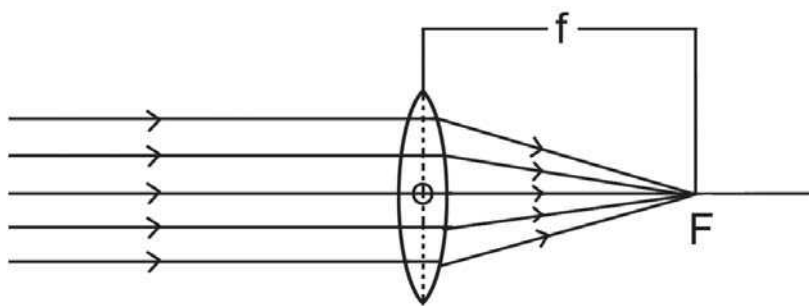
कन्केभ लेन्सको बिचको भाग पातलो र किनारको भाग बाक्लो हुन्छ । यस लेन्सबाट समानान्तर प्रकाशका किरणहरू आवर्तनपछि एउटा बिन्दुबाट विकेन्द्रित भए जस्तो देखिन्छ । यिनीहरू बाइकन्केभ (biconcave), प्लानोकन्केभ (planoconcave) र कन्भेक्सो कन्केभ (convexo concave) गरी तिन प्रकारका हुन्छन् ।



चित्र 5.2



## लेन्सबाट हुने आवर्तन क्रिया



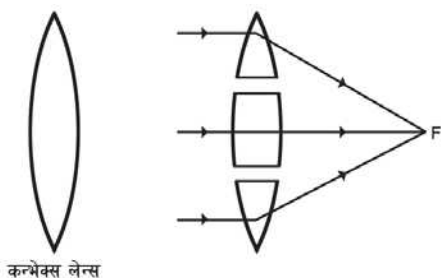
चित्र 5.3

समानान्तर प्रकाशका किरणहरू कन्भेक्स लेन्सबाट आवर्तन हुँदा एउटै बिन्दुमा केन्द्रित हुन्छन् । यसरी आवर्तित प्रकाशका किरणहरू केन्द्रित हुने सो बिन्दुलाई केन्द्रीकरण बिन्दु (focal point) भनिन्छ । त्यसैगरी समानान्तर प्रकाशका किरणहरू कन्केभ लेन्सबाट आवर्तन हुँदा आवर्तित किरणहरू एउटै विकेन्द्रित भए जस्तो देखिन्छ । ती आवर्तित किरणहरूलाई पछाडि बढाउँदा एउटै बिन्दुमा जोडिन्छन् । त्यही बिन्दुलाई केन्द्रीकरण बिन्दु भनिन्छ ।

## प्रिज्मको एक समूहको रूपमा लेन्स

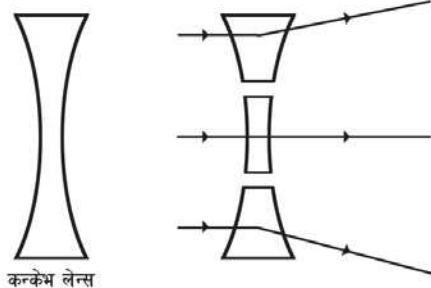
धेरै प्रिज्महरू मिलेर लेन्स बनेको हुन्छ । कन्भेक्स लेन्सको माथिल्ला आधा प्रिज्मको आधार तलतिर र तल्ला आधा प्रिज्मको आधार माथितिर हुन्छ । प्रिज्मको बिचको भाग पातलो ग्लास स्लाब जस्तै हुन्छ भने यसका आवर्तित कोणहरू निरन्तर रूपमा छेउबाट आधारतिर घटिरहेका हुन्छन् । लेन्सको माथिल्ला आधा भागतिर परेको प्रकाशको किरण आधारतिर र तल्ला आधा भागतिर परेको प्रकाशको किरण आधारतिर बाङ्गिन्छ । छेउतिरबाट छिरेको प्रकाशको किरण बढी बाङ्गिन्छ भने बिच भागबाट छिरेको प्रकाशको किरण कम बाङ्गिन्छ । तर बिचैबाट छिरेको किरण बाङ्गिदैन ।

कन्केभ लेन्सको माथिल्लो आधा प्रिज्मको आधार माथितिर र तल्लो आधा प्रिज्मको आधार तलतिर हुन्छ । प्रिज्मको बिचको भाग पातलो ग्लास स्लाब जस्तै भएकाले यसको आवर्तित कोणहरू निरन्तर रूपमा छेउबाट बिच भागतिर घटिरहेका हुन्छन् ।



कन्भेक्स लेन्स

चित्र 5.4



कन्केभ लेन्स

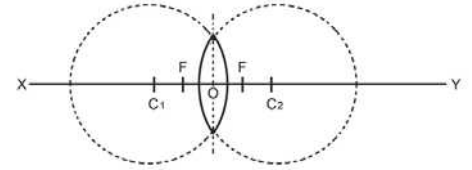
चित्र 5.5

लेन्सको माथिल्लो आधा भागतिर परेको प्रकाशको किरण माथितिर र तल्लो आधा भागतिर परेको प्रकाशको किरण तलतिर बाङ्गिन्छ । लेन्सको छेउतिरबाट प्रवेश गरेको छेउतिरबाट छिरेको प्रकाशको किरण बढी बाङ्गिन्छ भने बिचबाट प्रवेश गरेको प्रकाशको किरण कम बाङ्गिन्छ ।

### लेन्स सम्बन्धी केही जानकारी

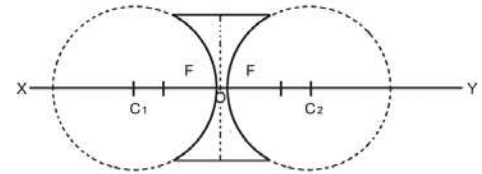
लेन्सको प्रयोगमा यस सम्बन्धी केही महत्त्वपूर्ण शब्दावलीहरू वक्रताको केन्द्र, प्रमुख अक्ष, अप्टिकल केन्द्र, केन्द्रीकरण बिन्दु र केन्द्रीकरण दुरी छन् । यी शब्दावलीलाई निम्नानुसार परिभाषित गरिन्छ :

**वक्रताको केन्द्र (Centre of curvature):** लेन्सको सतह बनेको कुनै काल्पनिक गोलाको एउटा खण्डलाई वक्रताको केन्द्र भनिन्छ । लेन्समा वक्रताको केन्द्र चित्र 5.6 मा जस्तै दुई ओटा हुन्छन् । जस्तै : चित्रमा  $C_1$  र  $C_2$  बिन्दुलाई वक्रताको केन्द्र मानिन्छ ।



चित्र 5.6

**प्रमुख अक्ष (Principal axis):** लेन्सका दुई ओटा वक्रताका केन्द्रहरू जोड्ने काल्पनिक रेरालाई प्रमुख अक्ष भनिन्छ । चित्र 5.6 र 5.7 मा XY प्रमुख अक्ष हो ।



चित्र 5.7

**अप्टिकल केन्द्र (Optical centre):** लेन्सको दुवै सतहबाट समान दुरीमा रहेको बिन्दुलाई अप्टिकल केन्द्र भनिन्छ । यसलाई O ले जनाइन्छ ।

**केन्द्रीकरण बिन्दु (Principal focus):** लेन्सको प्रमुख अक्षसँग समानान्तर भएका किरणहरू आवर्तन हुँदा एउटै बिन्दु भएर जान्छन् । त्यस बिन्दुलाई कन्भेक्स लेन्सको केन्द्रीकरण बिन्दु भनिन्छ । यसलाई F ले सङ्केत गरिन्छ । कन्केभ लेन्सको प्रमुख अक्षसँग समानान्तर भएका किरणहरू आवर्तन हुँदा किरणहरू एउटै बिन्दुबाट आएको जस्तो देखिन्छ । त्यस बिन्दुलाई कन्केभ लेन्सको केन्द्रीकरण बिन्दु भनिन्छ । यस्ता बिन्दु लेन्सका दुवैतिर हुन्छन् । यो बिन्दु लेन्सको केन्द्र O र वक्रताको केन्द्र  $C_1$  वा  $C_2$  को बिचमा पर्छ ।

**केन्द्रीकरण दुरी (Focal length):** केन्द्रीकरण बिन्दुबाट लेन्सको अप्टिकल केन्द्रसम्मको दुरीलाई केन्द्रीकरण दुरी भनिन्छ । चित्र 5.3 मा जस्तै यसलाई  $f$  ले सङ्केत गरिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

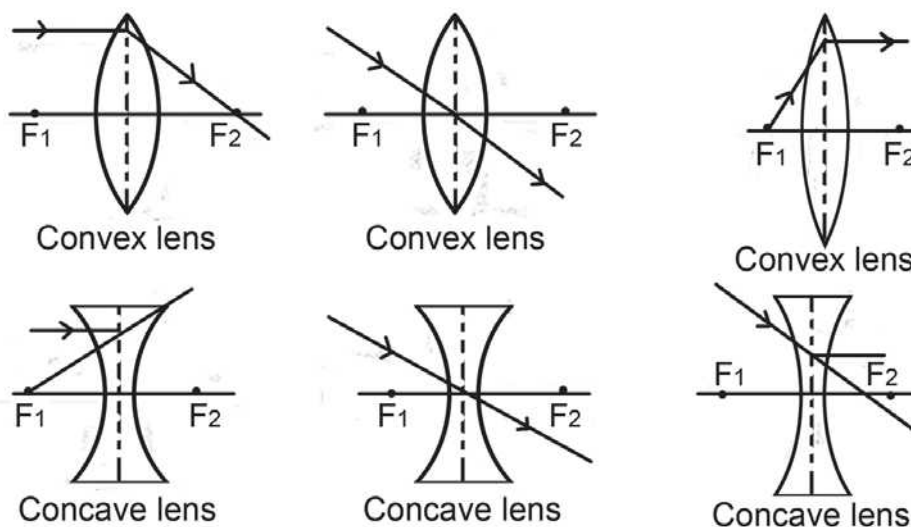
वस्तुलाई केन्द्रीकरण बिन्दुमा राख्दा आकृति अनन्तमा बन्छ । किनभने आवर्तित किरण न त केन्द्रीकृत हुन्छ, न विकेन्द्रित नै हुन्छ । यस अवस्थामा आवर्तित किरणहरू एक आपसमा समानान्तर भएर अगाडि बढ्ने हुनाले वस्तुको आकृति बन्दैन ।

## क्रियाकलाप 5.1

कन्भेक्स लेन्सलाई हातले समातेर एक पन्ना सेतो कागजबाट 20 cm जति पर राख्नुहोस् । टाढा रहेको घर वा रुखबाट आएका समानान्तर प्रकाशका किरण लेन्सबाट आवर्तन गरेर कागजमा पार्नुहोस् । उक्त वस्तुको आकृति कागजमा नदेखिएमा लेन्सलाई कागजबाट नजिक वा टाढा पारेर हेर्नुहोस् । आकृति सफा र स्पष्ट भएको स्थितिमा कागज र लेन्सबिचको दुरी नाप्नुहोस् । उक्त दुरी नै लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी हो । बाक्लो लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी छोटो र पातलो लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी लामो हुन्छ ।

### लेन्सबाट हुने आवर्तनको नियम

1. प्रमुख अक्षसँग समानान्तर किरण आवर्तनपछि केन्द्रीकरण बिन्दु भएर जान्छ ।
2. अप्टिकल केन्द्रबाट गएको किरण आवर्तनपछि नबाङ्गी सिधा जान्छ ।
3. केन्द्रीकरण बिन्दु भएर गएको किरण आवर्तनपछि प्रमुख अक्षसँग समानान्तर भएर जान्छ ।



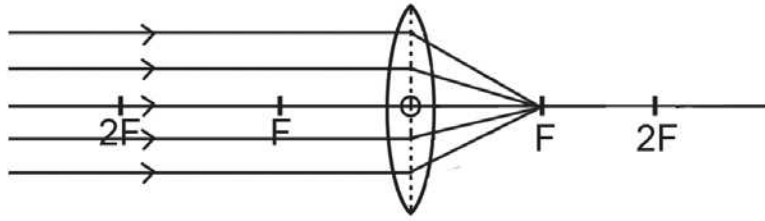
चित्र 5.8

कन्भेक्स लेन्सको प्रयोग गर्दा देखिने वस्तुको आकृति (Image formed by convex lens)

कन्भेक्स लेन्सले बनाउने वस्तुको आकृतिको आकार, स्थान र प्रकृति वस्तुको स्थानमा निर्भर गर्छ, जसलाई निम्नानुसार किरण रेखाचित्रमा देखाइन्छ :

1. वस्तुलाई अनन्तमा राख्दा

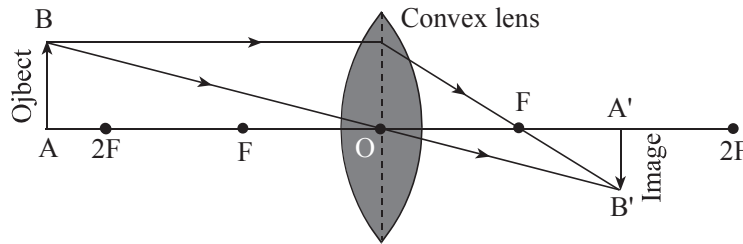
अनन्तमा राखिएको वस्तुबाट आएका प्रकाशका समानान्तर किरणहरू आवर्तनपछि केन्द्रीकरण बिन्दु भएर जान्छन् । फलस्वरूप उक्त बिन्दुमा अत्यन्तै सानो, उल्टो र वास्तविक आकृति बन्छ ।



चित्र 5.9

2. वस्तुलाई  $2F$  भन्दा पर राख्दा

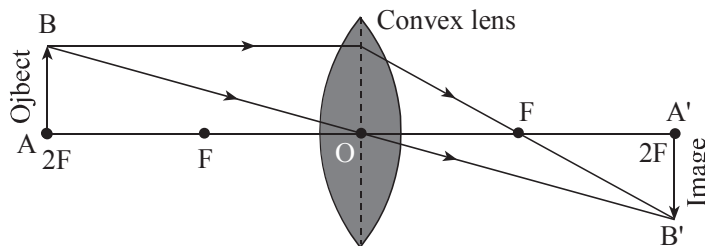
$2F$  भन्दा पर राखिएका वस्तुको आकृति कन्भेक्स लेन्सको अर्कोपट्टि  $F$  र  $2F$  को बिचमा बन्छ । वस्तु लेन्सबाट जति टाढा भयो आकृति त्यति नै  $F$  तिर सधैं भन्ने वस्तु जति नजिक भयो आकृति  $2F$  को नजिकतिर सधैं । फलस्वरूप आकृति वस्तुभन्दा सानो, उल्टो र वास्तविक बन्छ ।



चित्र 5.10

3. वस्तुलाई  $2F$  मा राख्दा

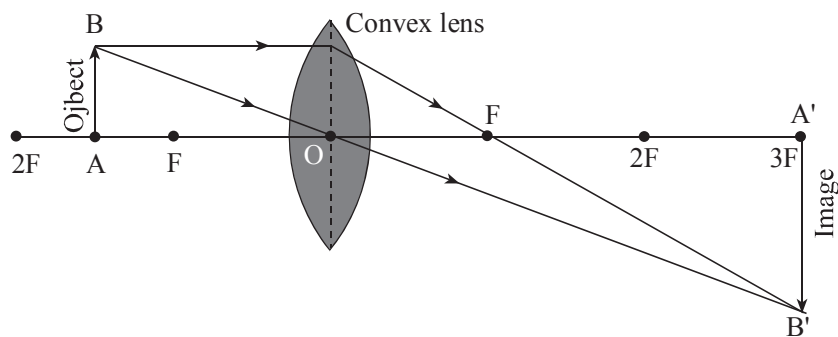
वस्तुलाई  $2F$  मा राख्दा वस्तुको आकृति कन्भेक्स लेन्सको अर्कोपट्टि  $2F$  मा नै बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तु जत्रै, उल्टो र वास्तविक हुन्छ ।



चित्र 5.11

4. वस्तुलाई  $F$  र  $2F$  को बिचमा राख्दा

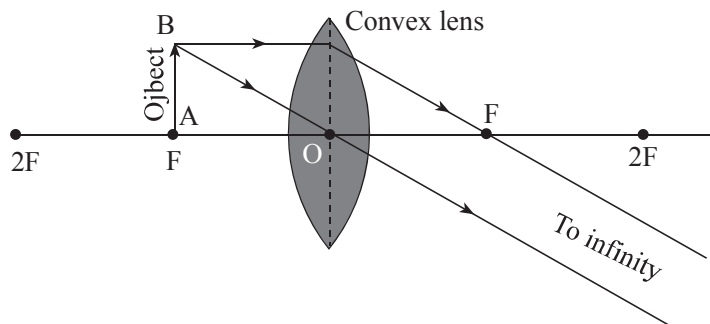
वस्तुलाई  $F$  र  $2F$  को बिचमा राख्दा वस्तुको आकृति कन्भेक्स लेन्सको अर्कोपट्टि  $2F$  भन्दा पर बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तुभन्दा ठूलो, उल्टो र वास्तविक हुन्छ ।



चित्र 5.12

5. वस्तुलाई F मा राख्दा

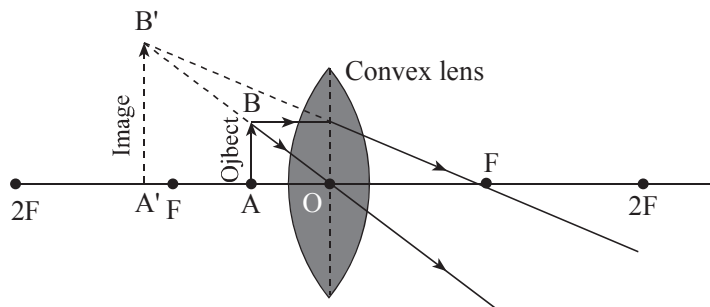
वस्तुलाई F मा राख्दा वस्तुको आकृति कन्भेक्स लेन्सको अर्कोपट्टि अनन्तमा बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तुभन्दा ठूलो, उल्टो र वास्तविक हुन्छ ।



चित्र 5.13

6. वस्तुलाई F र O को बिचमा राख्दा

वस्तुलाई F र O को बिचमा राख्दा वस्तुको आकृति कन्भेक्स लेन्सको दिशातिर बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तुभन्दा ठूलो, सुल्टो र अवास्तविक हुन्छ । साधारण सूक्ष्म दर्शक यन्त्र तथा आइग्लासले दिने आकृति यसरी नै बनेको हुन्छ ।



चित्र 5.14

## क्रियाकलाप 5.2

एउटा कन्भेक्स लेन्सको चित्र बनाउनुहोस् । लेन्सको अप्टिकल केन्द्रबाट प्रमुख अक्ष खिचनुहोस् । लेन्सदेखि बराबर दुरीमा दुवैतिर केन्द्रीकरण बिन्दु चिह्न लगाउनुहोस् । केन्द्रीकरण बिन्दुबाट केही पर वस्तु राख्नुहोस् । वस्तुको टुप्पोबाट लेन्ससम्म प्रमुख अक्षसँग समानान्तर हुने गरी एउटा रेखा खिचनुहोस् । लेन्सले छोएको बिन्दु र केन्द्रीकरण बिन्दु जोडेर आवर्तन भएको किरण खिचनुहोस् । वस्तुको टुप्पोबाट लेन्सको अप्टिकल केन्द्रको बाटो हुँदै सोभो रेखा खिचनुहोस् । ती दुई रेखाहरू काटिएको बिन्दुमा प्रमुख अक्षसँग लम्ब हुने गरी रेखा खिचनुहोस् । वस्तुको आकृति वास्तविक र उल्टिएको हुन्छ । वास्तविक आकृतिलाई पर्दामा उतार्न सकिन्छ ।

कन्भेक्स लेन्सको प्रयोग गर्दा देखिने वस्तुको आकृति (Image formed by concave lens)

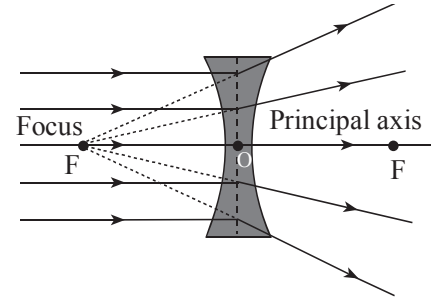
कन्भेक्स लेन्सले एकै प्रकारको आकृति बनाउँछ । यसरी बनेको आकृति जहिले पनि अप्टिकल केन्द्र र केन्द्रीकरण बिन्दुबिचमा पर्छ ।

### 1. वस्तुलाई अनन्तमा राख्दा

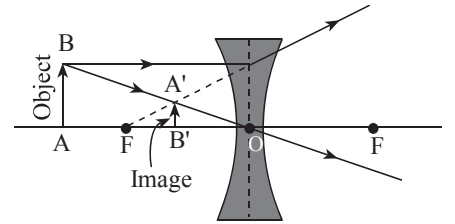
वस्तुलाई अनन्तमा राख्दा उक्त वस्तुको आकृति स्रोतकै दिशातिर बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तुभन्दा सानो, सुल्टो र अवास्तविक हुन्छ ।

### 2. वस्तुलाई अप्टिकल केन्द्र र अनन्तबिचमा राख्दा

वस्तुलाई अप्टिकल केन्द्र र अनन्तबिचमा राख्दा केन्द्रीकरण बिन्दु र अप्टिकल केन्द्रबिच आकृति बन्छ । यसरी बनेको आकृति वस्तुभन्दा सानो, सुल्टो र अवास्तविक हुन्छ ।



चित्र 5.15



चित्र 5.16

## क्रियाकलाप 5.3

एउटा कन्भेक्स लेन्स र त्यसको बिचमा लेन्ससँग लम्ब हुने गरी प्रमुख अक्ष खिचनुहोस् । लेन्सबाट केही से. मि. पर केन्द्रीकरण बिन्दु F चिह्न लगाउनुहोस् । केन्द्रीकरण बिन्दुबाट केही पर वस्तु राख्नुहोस् । वस्तुको टुप्पोबाट लेन्ससम्म प्रमुख अक्षसँग समानान्तर हुने गरी एउटा रेखा खिचनुहोस् । त्यस रेखाले लेन्समा छोएको बिन्दु र केन्द्रीकरण बिन्दु जोड्नुहोस् । अब वस्तुको टुप्पोबाट अर्को रेखा लेन्सको अप्टिकल केन्द्रसँग जोडेर खिचनुहोस् । यसले अप्टिकल केन्द्र भएर आवर्तन भएको किरण जनाउँछ । उक्त दुई ओटा आवर्तित किरणहरू काटिएको बिन्दुबाट प्रमुख अक्षसँग लम्ब हुने गरी रेखा खिचनुहोस् । त्यस रेखाले वस्तुको आकृति जनाउँछ । आकृति सुल्टो, अवास्तविक र वस्तुभन्दा सानो हुन्छ । आकृति

लेन्सबाट वस्तुको दिशातिर बनेको हुन्छ । कन्केभ लेन्सले सुल्टो, सानो र अवास्तविक आकृति बनाउँछ । अवास्तविक आकृतिलाई पर्दामा उतार्न सकिँदैन ।

### लेन्सको सामर्थ्य (Power of lens)

लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई केन्द्रित वा विकेन्द्रित गर्न सक्ने क्षमतालाई लेन्सको सामर्थ्य (power of lens) भनिन्छ । लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई एक बिन्दुमा केन्द्रित गर्दा सामर्थ्य धनात्मक र किरणहरूलाई विकेन्द्रित गर्दा सामर्थ्य ऋणात्मक हुन्छ । लेन्सले किरणहरूलाई विकेन्द्रित गरेमा लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी छोटो हुन्छ । तसर्थ केन्द्रीकरण दुरी जति छोटो भयो लेन्सको सामर्थ्य उति बढी हुन्छ । कन्भेक्स लेन्सको सामर्थ्य धनात्मक हुन्छ भने कन्केभ लेन्सको सामर्थ्य हुन्छ ।

सूत्रअनुसार,

लेन्सको सामर्थ्य (P) = 1/केन्द्रीकरण दूरी (f)

$$\text{or, } P = \frac{1}{f (m)}$$

यहाँ केन्द्रीकरण दुरीको एकाइ मिटरमा र लेन्सको सामर्थ्य डायप्टर (diopter) एकाइमा नापिन्छ । यसलाई छोटकरीमा D ले जनाइन्छ । डायप्टरलाई radian/m मा पनि नापिन्छ ।

### उदाहरण

1. एउटा लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी 25 cm छ भने उक्त लेन्सको सामर्थ्य कति हुन्छ ? यो कस्तो प्रकारको लेन्स हो ?

यहाँ,

$$\text{लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी (f) = 25 cm = 0.25 m}$$

$$\text{लेन्सको सामर्थ्य (P) = ?}$$

हामीलाई थाहा छ,

$$P = 1/f (m)$$

$$= 1/0.25$$

$$= 4 D$$

तसर्थ लेन्सको सामर्थ्य 4 D हुन्छ । उक्त लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी धनात्मक भएकाले सो लेन्स कन्भेक्स लेन्स हो ।

2. एउटा बालकको चस्मामा -2.5 D लेखिएको छ भने उक्त चस्माको लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी कति हुन्छ ? यो लेन्स कुन प्रकारको लेन्स हो ?

यहाँ,

$$\text{लेन्सको सामर्थ्य (P) = -2.5 D}$$

$$\text{लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी (f) = ?}$$

हामीलाई थाहा छ,

$$P = \frac{1}{f(m)}$$

$$\text{or, } f = 1/P$$

$$= 1/-2.5m$$

$$= - 10/25 m$$

$$= - 40 \text{ cm}$$

त्यसैले लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी -40 cm हुन्छ । यो कन्भेक्स लेन्स हो किनभने यसको केन्द्रीकरण दुरी ऋणात्मक छ ।

### लेन्सको उपयोग (Uses of lens)

कन्भेक्स लेन्सको प्रयोग माइक्रोस्कोप, क्यामरा, टेलिस्कोप जस्ता अप्टिकल उपकरणहरूमा गरिन्छ । यसको प्रयोग आँखाको दूर दृष्टि कमजोरी हटाउन पनि गरिन्छ ।

कन्भेक्स लेन्सको प्रयोग विभिन्न अप्टिकल उपकरणहरू तथा आँखामा रहेको अदूर दृष्टि कमजोरी हटाउन गरिन्छ ।

### विस्तृतीकरण (Magnification)

लेन्सले बनाएको आकृति वस्तुभन्दा ठुलो वा वस्तुकै साइजको वा सानो हुन सक्छ । वस्तुको आकृति सानो वा उही साइज वा ठुलो के हुने भन्ने कुरा प्रयोग गरिएको लेन्सको प्रकार र वस्तुको स्थानमा



निर्भर गर्छ । विस्तृतीकरण भनेको वस्तुको आकृतिको लम्बाइ वा उचाइ र वस्तुको लम्बाइ वा उचाइको अनुपात हो ।

$$\text{विस्तृतीकरण (magnification or } m) = \frac{\text{height of image (I)}}{\text{height of object (O)}}$$

$$m = \frac{I}{O}$$

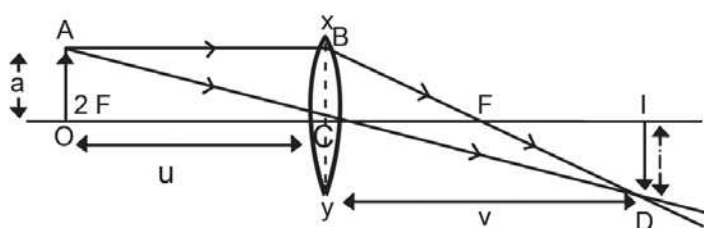
यसलाई यसरी पनि सूत्रबद्ध गरिन्छ :

$$\text{विस्तृतीकरण (magnification or } m) = \frac{\text{image distance (v)}}{\text{object distance (u)}}$$

दुवैलाई मिलाउँदा

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

आकृतिको विस्तृतीकरण नाप्ने तरिका



चित्र 5.17

चित्र 5.17 मा AO वस्तु, लेन्स xy, CD र BD आवर्तित किरण र ID आकृति हो भने  $\Delta OCA$  र  $\Delta CID$  मा  $\angle ACO = \angle DCI$  (शीर्षाभिमुख कोणहरू बराबर हुने भएकाले)

$\angle AOC = \angle DIC$  (वस्तु र आकृति प्रमुख अक्षसँग लम्ब हुने हुँदा दुवै समकोण भएकाले)

$\angle OAC = \angle IDC$  (त्रिभुजका बाँकी कोणहरू भएकाले)

त्यसकारण  $\Delta OCA$  र  $\Delta CID$  समरूप छन् । त्यसैले

$$\frac{CI}{CO} = \frac{ID}{OA}$$

$$\text{अर्थात्, } \frac{\text{आकृतिको दुरी (v)}}{\text{वस्तुको दुरी (u)}} = \frac{\text{आकृतिको लम्बाइ (I)}}{\text{वस्तुको लम्बाइ (O)}} = \text{विस्तृति} \quad \text{तसर्थ, } \text{विस्तृति} = \frac{\text{आकृति दुरी (v)}}{\text{वस्तुको दुरी (u)}}$$

यसरी वस्तुदेखि लेन्ससम्मको दुरी र आकृतिदेखि लेन्ससम्मको दुरी नापेर विस्तृतीकरण पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

## आँखा (Eye)

आँखा एक प्रकारको अप्टिकल उपकरण हो । वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरणहरू कन्जकटभा, कर्निया, एक्वायस ह्युमर, पुपिल, लेन्स, भिट्रियस ह्युमर हुँदै रेटिनामा पर्छन् । रेटिनामा बन्ने आकृति वास्तविक र उल्टो हुन्छ । आकृतिको प्रकाश शक्तिले रेटिनामा रहेका प्रकाशसँग संवेदनशील कोषमा रासायनिक परिवर्तन गराउँछ । फलस्वरूप दृष्टि चेतना वा नर्भ इम्पल्स (nerve impulse) उत्पन्न गर्छ । यही इम्पल्सहरू अप्टिक नर्भमार्फत मानव मस्तिष्कमा पुग्छन् । नर्भ सेन्टरले यी इम्पल्सहरूसँग समन्वय गर्छ र वस्तुहरू देख्न सकिन्छ ।

## आँखाको समायोजन (Accommodation of human eye)

आँखाले आँखाको लेन्सको आकारलाई परिवर्तन गरी प्रकाशलाई रेटिनामा केन्द्रित गर्छ । यस प्रक्रियामा सिलियरी मांसपेशी स्वतः खुम्चने र फुल्ने गर्छ । फलस्वरूप आँखाको केन्द्रीकरण दुरीमा परिवर्तन आउँछ । केन्द्रीकरण दुरी समायोजन हुँदा प्रकाशका किरणहरू रेटिनामा केन्द्रित हुन्छन् । तसर्थ आँखाको लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी समायोजन गर्ने क्षमतालाई आँखाको समायोजन भनिन्छ ।

## आँखाको सामान्य रेन्ज (Range of normal eye)

सामान्य आँखाले तनावरहित अवस्थामा नजिकको वस्तुदेखि टाढाको वस्तुसम्म देख्न सक्ने आँखाको समायोजन क्षमतालाई आँखाको सामान्य रेन्ज भनिन्छ । आँखा तनावरहित अवस्थामा सबैभन्दा टाढा फोकसिड हुने बिन्दुलाई टाढाको बिन्दु (far point) भनिन्छ । सामान्य अवस्थामा रहेको आँखाले अनन्तमा रहेको वस्तु फोकसिड गर्न सक्छ । यस्तो आँखाका लागि टाढाको बिन्दु अनन्त हुन्छ । त्यसै गरी आँखाले सबैभन्दा नजिक बिन्दुमा रहेको वस्तुलाई बिना बाधा फोकसिड गर्न सक्छ । त्यस बिन्दुलाई नजिकको बिन्दु भनिन्छ । सामान्य आँखाको लागि नजिकको बिन्दु 25 cm हुन्छ ।

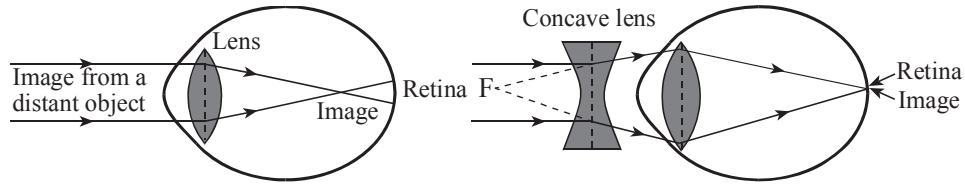
## आँखाको हेर्ने शक्तिमा कमजोरी (Defects of vision)

नजिकको वस्तुको आकृति रेटिनामा फोकसिड हुँदा आँखाको लेन्स बाक्लो र टाढाको वस्तुको आकृति रेटिनामा फोकसिड गर्दा आँखाको लेन्स पातलो हुन्छ । हेर्नुपर्ने वस्तुको दुरीको आधारमा आँखाको लेन्सले आफ्नो आकार परिवर्तन गर्छ । लेन्सले विभिन्न दुरीमा रहेको वस्तुलाई हेर्ने आफ्नो आकारमा परिवर्तन गर्न सक्दैन भने त्यसलाई आँखाको हेर्ने शक्तिमा कमजोरी (defects of vision) भनिन्छ । यस प्रकारको कमजोरी भएको आँखाले नजिक र टाढाको बिन्दुबिच रहेको वस्तुलाई देख्न सक्दैन । आँखाको हेर्ने शक्तिमा सामान्यतया दूर दृष्टि र अदूर दृष्टि गरी दुई प्रकारका कमजोरी रहेका हुन्छन् ।

## अदूर दृष्टि (Short sightedness)

नजिकको वस्तु स्पष्ट रूपमा देख्न सक्ने तर टाढाको वस्तु स्पष्ट देख्न नसक्ने आँखाको कमजोरीलाई अदूर दृष्टि भनिन्छ । यस प्रकारको कमजोरी भएका आँखामा टाढाको वस्तुको आकृति रेटिनाभन्दा अगाडि नै बन्छ । यसको मुख्य कारण आँखाको लेन्स बाक्लो हुनु हो । आँखाको लेन्स बाक्लो हुँदा केन्द्रीकरण दुरी घट्छ । सिलियरी मांसपेशी खुम्चेर लेन्सलाई पर्याप्त पातलो बनाउन सक्दैन ।

यस प्रकारको आँखाको कमजोरी हटाउन उपयुक्त प्रकारको केन्द्रीकरण दुरीसहितको कन्केभ लेन्स भएको चस्मा प्रयोग गर्नुपर्छ । यस लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई विकेंद्रित गरी रेटिनामा फोकसिड गर्दा त्यहीँ आकृति बन्छ । फलस्वरूप टाढाको वस्तु स्पष्टसँग देख्न सकिन्छ ।

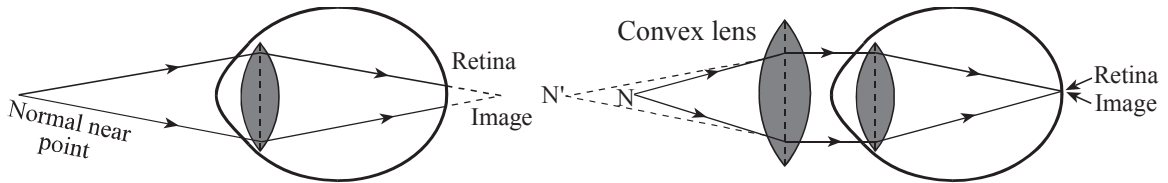


चित्र 5.18

### दूर दृष्टि (Long sightedness)

नजिकको वस्तु स्पष्ट रूपमा देख्न नसक्ने तर टाढाको वस्तु स्पष्ट देख्न सक्ने आँखाको कमजोरीलाई दूर दृष्टि भनिन्छ । यस प्रकारको कमजोरी भएको आँखामा नजिकको वस्तुको आकृति रेटिनाभन्दा पछाडि बन्छ । यसको मुख्य कारण आँखाको लेन्स पातलो हुनु हो । आँखाको लेन्स पातलो हुँदा केन्द्रीकरण दुरी बढ्छ । सिलियरी मांसपेशी फुलेर लेन्सलाई पर्याप्त बाक्लो बनाउन सक्दैन, जसले गर्दा नजिकको वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरणहरू रेटिनाभन्दा पछाडि केन्द्रित हुन्छन् ।

यस प्रकारको आँखाको कमजोरी हटाउन उचित केन्द्रीकरण दुरीसहितको कन्भेक्स लेन्स भएको चस्मा प्रयोग गर्नुपर्छ । यस लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई केन्द्रित गरी रेटिनामा फोकसिड गर्दा त्यहीँ आकृति बन्छ । फलस्वरूप नजिकको वस्तु स्पष्टसँग देख्न सकिन्छ ।



चित्र 5.19

### सारांश

1. प्रकाश किरणलाई आवर्तन गरी वस्तुको आकृतिलाई घटबढ गर्न सकिने काँच वा प्लास्टिकबाट बनाइएको पारदर्शक वस्तुलाई लेन्स भनिन्छ ।
2. कन्भेक्स लेन्सको बिचको भाग बाक्लो र किनारको भाग पातलो हुन्छ भने कन्केभ लेन्सको बिचको भाग पातलो र किनारको भाग बाक्लो हुन्छ ।
3. कन्भेक्स लेन्सले बनाउने आकृति वास्तविक, उल्टो र विभिन्न आकारको हुन्छ भने कन्केभ लेन्सले बनाउने आकृति अवास्तविक, सुल्टो र सधैं सानो हुन्छ ।
4. आकृतिको लम्बाइ र वस्तुको लम्बाइ वा आकृतिको दुरी र वस्तुको दुरीको अनुपातलाई विस्तृतीकरण भनिन्छ ।

5. प्रकाशको किरणहरू केन्द्रित वा विकेन्द्रित गर्न सक्ने क्षमतालाई लेन्सको सामर्थ्य भनिन्छ । यसको एकाइ डायप्टर (dioptr) हो ।
6. नजिकको वस्तु स्पष्ट नदेखिने तर टाढाको वस्तु स्पष्ट देखिने आँखाको कमजोरीलाई दूर दृष्टि भनिन्छ । उपयुक्त केन्द्रीकरण दुरी भएको कन्भेक्स लेन्स चस्मा प्रयोग गरी यस प्रकारको कमजोरी हटाउन सकिन्छ ।
7. टाढाको वस्तु स्पष्ट देख्न नसक्ने तर नजिकको वस्तु स्पष्ट देख्न सक्ने आँखाको कमजोरीलाई अदूर दृष्टि भनिन्छ । उपयुक्त केन्द्रीकरण दुरी भएको कन्केभ लेन्स भएको चस्मा प्रयोग गरी यस प्रकारको कमजोरी हटाउन सकिन्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूमध्ये ठिक उत्तरमा सही चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

1. बिचमा बाक्लो र किनारातिर पातलो संरचना भएको लेन्सलाई के भनिन्छ ?
 

(i) कन्भेक्स	(ii) कन्केभ
(iii) प्लानो कन्केभ	(iv) प्लानो कन्भेक्स
2. वस्तुलाई कन्भेक्स लेन्सको अगाडि 2F भन्दा पर राख्दा उक्त वस्तुको आकृति कहाँ बन्छ ?
 

(i) 2F भन्दा पर	(ii) 2F मा
(iii) F र 2F को बिचमा	(iv) F मा
3. अनन्तबाट आएका प्रकाशका किरण कन्भेक्स लेन्सबाट छिर्दा वस्तुको आकृति कहाँ बन्छ ?
 

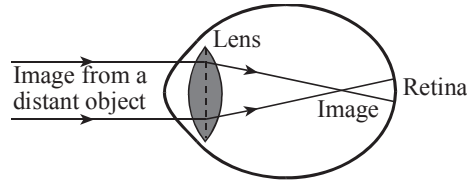
(i) F मा	(ii) 2F मा
(iii) F र 2F बिचमा	(iv) F र O को बिचमा
4. तलका मध्ये वस्तुलाई कहाँ राख्दा वस्तुको आकृति वास्तविक, उल्टो र अति ठुलो बन्छ ?
 

(i) अनन्तमा	(ii) F भन्दा पर
(iii) 2F मा नै	(iv) F र 2F को बिचमा
5. यदि लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी 2cm मा छ भने उक्त लेन्सको सामर्थ्य कति होला ?
 

(i) 0.5D	(ii) 0.05 D
(iii) 2D	(iv) 50 D

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर लेख्नुहोस् :

1. लेन्स भनेको के हो ? यी कति प्रकारका छन्, नाम लेखी दैनिक जीवनमा यिनको के प्रयोग छ, लेख्नुहोस् ।
2. कन्केभ र कन्भेक्स लेन्सबिच 2 ओटा फरकहरू लेख्नुहोस् ।
3. एउटा वस्तुलाई लेन्सको केन्द्रीकरण बिन्दु र अप्टिकल केन्द्रबिच राख्दा सुल्टो, ठुलो र अवास्तविक आकृति बन्छ ।
  - (i) माथि उल्लेख गरिएको आकृति कुन लेन्सले बनाउँछ, लेख्नुहोस् ।
  - (ii) माथिको विशेषता भएको आकृति देखाउने किरण रेखाचित्र बनाई देखाउनुहोस् ।
4. लेन्सको सामर्थ्यको परिभाषा दिनुहोस् । यसको एकाइ पनि लेख्नुहोस् ।
5. कन्केभ र कन्भेक्स लेन्सबाट प्रकाश कसरी जान्छ ? किरण रेखाचित्र बनाई देखाउनुहोस् ।
6. विस्तृतीकरण भनेको के हो ? विस्तृतीकरण नाप्ने तरिका व्याख्या गर्नुहोस् ।
7. आँखाको हेर्ने शक्तिमा कमजोरी भनेको के हो ? यी कति प्रकारका हुन्छन्, चित्रद्वारा देखाउनुहोस् ।
8. तल चित्रमा आँखाको कमजोरी देखाइएको छ । उक्त चित्र अवलोकन गरी सोधिएका प्रश्नहरूको जवाफ दिनुहोस् :



- (i) चित्रमा देखाइएको आँखाको कमजोरी कस्तो प्रकारको कमजोरी हो ?
  - (ii) यस प्रकारको कमजोरी हुनाका कारणहरू लेख्नुहोस् ।
  - (iii) यस प्रकारको कमजोरी हटाउन के गर्नुपर्ला ?
  - (iv) यस प्रकारको कमजोरी हटाइएको चित्र बनाउनुहोस् ।
9. एउटा विद्यार्थी कक्षाको अन्तिम बेन्चमा बसेर बोर्डमा लेखेको कुरा सजिलै पढ्न सक्छ तर किताब पढ्दा चस्मा लगाउँछ । यसका आधारमा तलका प्रश्नहरूको जवाफ दिनुहोस् :
    - (i) उसको आँखाको कमजोरी भन्नुहोस् ।
    - (ii) उक्त कमजोरी हुनाका कारणहरू लेख्नुहोस् ।

(iii) उक्त कमजोरी सुधार गर्ने उपायहरू के के होलान्, बताउनुहोस् ।

(iv) यस प्रकारको कमजोरी हटाइएको आँखाको चित्र बनाउनुहोस् ।

(ग) गणितीय समस्या

1. एउटा मानिसको चस्मामा +1.0 D सामर्थ्य लेखिएको छ भने उक्त लेन्सको केन्द्रीकरण दुरी कति हुन्छ, पत्ता लगाउनुहोस् ।

(उत्तर : 1 m)

2. एउटा हाते लेन्सको सामर्थ्य 25 डायप्टर छ । उक्त लेन्सको सहायताले किताबमा भएका अक्षर पढ्न कति टाढा राख्नुपर्ला ?

(उत्तर : 4cm)

3. 2 cm केन्द्रीकरण दुरी भएको एउटा कन्भेक्स लेन्सबाट 3cm टाढा एउटा बलिरहेको मैनबत्ती राखिएको छ । उक्त अवस्थामा आकृति देखाउने रेखाचित्र बनाई व्याख्या गर्नुहोस् । लेन्सको सामर्थ्य गणना गर्नुहोस् । यस प्रकारको लेन्सको एउटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

(उत्तर :  $m = 2, 50 D$ )

**परियोजना कार्य**

कन्भेक्स लेन्सको अगाडि वस्तु राख्दा विभिन्न अवस्थामा बन्ने आकृति अवलोकन गरी तिनीहरूको प्रकृति पत्ता लगाउनुहोस् र कापीमा रेखाचित्र तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

**शब्दावली**

कर्निया : आँखाको पारदर्शी बाहिरी भाग जसले पुपिल र आइरिसलाई बचाउँछ ।

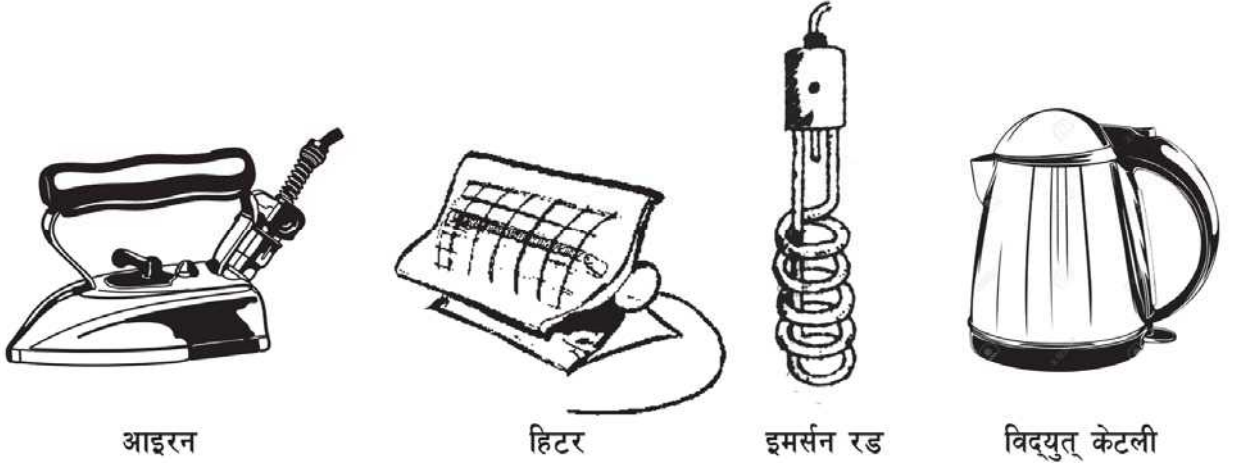
ट्रान्सप्यारेन्ट : प्रकाश छिर्न दिई लेन्स पछाडि रहेका वस्तुहरू सजिलै देख्न सकिने

कन्जक्टिभा : आँखाको परेलाभिन्न रही अगाडिको सतहलाई छोप्ने पारदर्शी म्युकस झिल्ली

सूक्ष्म दर्शक यन्त्र : अत्यन्त सानो वस्तुलाई ठुलो बनाउन प्रयोग गरिने लेन्स प्रयोग गरिएको एक यन्त्र

टेलिस्कोप : टाढा रहेको वस्तुलाई नजिक र ठुलो बनाई हेर्न प्रयोग गरिने एक सिलिन्डर आकारको यन्त्र

हाम्रो दैनिक जीवनमा धारा विद्युत् ऊर्जाको मुख्य स्रोतको रूपमा स्थापित भइसकेको छ । धारा विद्युत् कुन कुन कामका लागि प्रयोग हुन्छन् ? यसबाट कस्ता किसिमका उपकरणहरू सञ्चालन गर्न सकिन्छ ? मानिसहरूले आफ्नो दैनिक जीवनमा धारा विद्युत्को उपयोग कसरी गरिरहेका छन् ? विचार गरौं । आजको विश्व बजारमा विद्युतीय उपकरणहरूको उपयोग व्यापक रूपमा भइरहेको छ । विज्ञानको खोज र अनुसन्धानले असम्भव कुरालाई सम्भव बनाउने गरेको छ । विद्युत् पङ्खा, टिभी, कम्प्युटर, हिटर, लुगा धुने मेसिन आदि धारा विद्युत्बाट चलाइन्छन् । मानिसको दारी काट्ने मेसिनदेखि विद्युतीय रेल, धारा विद्युत्द्वारा सञ्चालन हुन्छन् । धारा विद्युत्लाई अन्य शक्तिमा परिणत गरी विभिन्न कार्यहरू गर्न सकिन्छ । सुनको जलप, चाँदीको जलप पनि निश्चित प्रक्रियाद्वारा विद्युत् प्रवाह गरेर नै तयार पारिन्छ । ठुला ठुला कलकारखानाहरू पनि विद्युत्बाट सञ्चालन गरिन्छन् । विद्युत् मानिसका लागि नभई नहुने अति आवश्यक वस्तु भइसकेको छ । यस पाठमा हामी धारा विद्युत्को असर, दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने विद्युत् चुम्बकीय उपकरण र विद्युत् खपत सम्बन्धी छलफल गर्ने छौं ।



चित्र 6.1

### धारा विद्युत्को असर (Effect of current electricity)

गार्हस्थ विद्युत्को उपयोग गर्दा विद्युतीकरणमा प्रयोग गरिने विभिन्न उपकरणबारे पनि केही जानकारी लिनु आवश्यक पर्छ । प्रकाशका असरअन्तर्गत फिलामेन्ट बत्ती र फ्लोरोसेन्ट बत्ती, आधुनिक खालका विद्युत् उपकरणहरूबारे चर्चा गर्ने छौं । चुम्बकीय असरअन्तर्गत विद्युतीय घन्टी, बाइसाइकल डाइनामो, जेनेरेटर र विद्युत् मोटरका बारेमा सङ्क्षिप्त रूपमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### ताप असर (Heating effect)

कुनै धातुमा विद्युत् प्रवाह गर्दा उक्त धातु अत्यधिक तात्छ र त्यसले ताप फाल्छ, यस प्रक्रियालाई तापको असर भनिन्छ । दैनिक जीवनमा अनेक कामका लागि विद्युत्को ताप असरलाई उपयोग गरिन्छ । लुगामा इस्त्री लगाउन, कोठा न्यानो राख्न र खाना पकाउन आदि कार्यमा विद्युत् हिटर प्रयोग

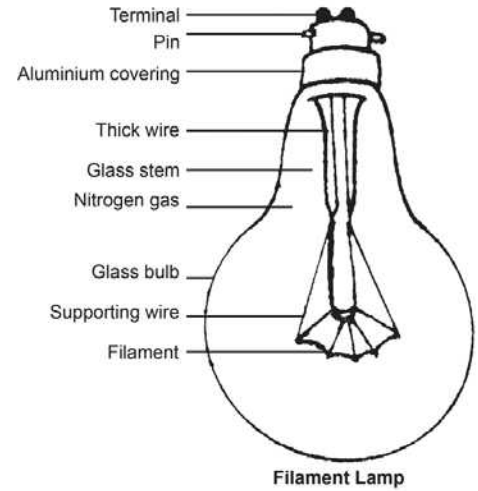
गरिन्छ । जाडो बेला नुहाउने पानी तताउन इमर्सन हिटर प्रयोग गरिन्छ । उपयुक्त उपकरणहरूमा विद्युत्लाई ताप शक्तिमा रूपान्तरण गर्न प्रयोग गरिने तारलाई हिटिङ इलेमेन्ट (heating element) भनिन्छ । सबै प्रकारका हिटरमा नाइक्रोमबाट बनेको तारको क्वाइल नै हिटिङ इलेमेन्टका रूपमा प्रयोग गरिन्छ, जुन निकेल र क्रोमियम धातुको मिश्रणबाट बनेको हुन्छ । नाइक्रोमको अवरोध बढी भएकाले यो चाँडै तातिएर तापशक्ति प्रदान गर्छ । यसले उच्च तापक्रम करिब  $900^{\circ}\text{C}$  मा पनि हावामा भएको अक्सिजनसँग रासायनिक प्रतिक्रिया गर्दैन । त्यसैले नाइक्रोमबाट बनेको हिटिङ इलेमेन्ट धेरै टिकाउ हुन्छ ।

### प्रकाश असर (Lighting Effect)

कुनै पनि सुचालक वस्तुमा धारा विद्युत् प्रवाह गर्दा त्यस वस्तु अत्यधिक तात्छ र त्यसले प्रकाश प्रदान गर्छ । यस प्रक्रियालाई धारा विद्युत्को प्रकाश असर भनिन्छ । बिजुली बत्ती यस सिद्धान्तमा आधारित छ । यसै सिद्धान्तमा आधारित फिलामेन्ट बत्ती (filament lamp) र फ्लोरेसेन्ट बत्ती (fluorescent lamp) का बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### फिलामेन्ट बत्ती (Filament lamp)

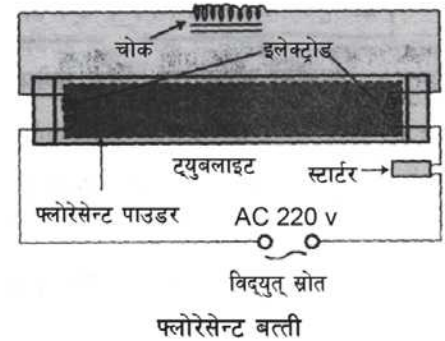
यस प्रकारको बत्तीको फिलामेन्ट टङ्गस्टेन (tungsten) धातुबाट बनेको हुन्छ । उक्त धातु अत्यन्तै मसिनो क्वाइलको रूपमा हुन्छ । यसको पग्लने बिन्दु (melting point)  $3400^{\circ}\text{C}$  हुन्छ । फिलामेन्टको विद्युत् अवरोध बढी हुने भएकाले यसबाट विद्युत् प्रवाह हुँदा यसको तापक्रम करिब  $2900^{\circ}\text{C}$  सम्म पुग्छ र चहकिलो हुन्छ । अत्यन्त तातो अवस्थामा अक्सिजन ग्याँस सम्पर्कमा आएमा उक्त फिलामेन्ट अक्सीकरण (oxidation) भई फिलामेन्ट नष्ट हुन्छ । त्यसैले चिमभित्र निष्क्रिय ग्याँसहरू नाइट्रोजन, आर्गन वा नियन भरिएको हुन्छ । अथवा चिमलाई हावा शून्य (vacuum) बनाइएको हुन्छ । फिलामेन्ट बत्तीले विद्युत् शक्तिलाई 10% प्रकाश शक्तिमा र बाँकी 90% तापशक्तिमा परिणत गर्छ । त्यसैले फिलामेन्ट चिमले विद्युत् खपत बढी गरे तापनि प्रकाश कम दिन्छ । यस बत्तीको आयु कम अर्थात् 1000 घण्टा जति हुन्छ ।



चित्र 6.2

### फ्लोरेसेन्ट बत्ती (Fluorescent lamp)

फ्लोरेसेन्ट बत्ती (fluorescent lamp) मा प्रकाश उत्पत्ति हुने प्रक्रिया फिलामेन्ट बत्तीमा भन्दा फरक हुन्छ । यसमा फिलामेन्टको सट्टा चिमको दुवैतिर इलेक्ट्रोडहरू राखिएका हुन्छन् । विद्युत् परिपथ पुरा भएपछि एउटा इलेक्ट्रोडबाट इलेक्ट्रोनहरू अर्कातिर बहन्छन् । इलेक्ट्रोनहरू बत्तीभित्र रहेको पारोको बाफ भएर प्रवाह हुँदा अल्ट्राभायोलेट किरण निस्कन्छ । उक्त किरण ट्युबभित्र लेप गरिएको फ्लोरेसेन्ट



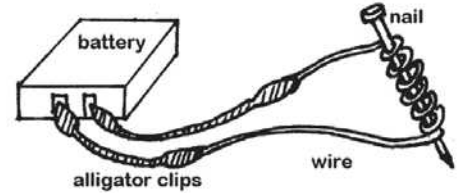
चित्र 6.3



पाउडरमा ठोकिन्छ। यस प्रकार फलोरेसेन्ट पाउडर प्रज्वलित भई उज्यालो प्रकाश दिन्छ। यसमा विद्युत्को करिब 30% भाग प्रकाशमा र करिब 70% भाग तापमा रूपान्तरण हुन्छ। फिलामेन्ट बत्तीको भन्दा यसको आयु लामो अर्थात् 3000 घण्टा जति हुन्छ।

### विद्युत् चुम्बकीय उपकरणहरू र तिनको उपयोग

कुनै सुचालक तारमा विद्युत् प्रवाह गर्दा त्यस तारको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हुन्छ। यस असरलाई विद्युत्को चुम्बकीय असर भनिन्छ। आजको युगमा यसको उपयोगिता बढ्दै गइरहेको पाइन्छ। विद्युत् चुम्बकको उपयोग गरी माइक्रोफोन, लाउड स्पिकर, रेडियो, टेलिभिजन सञ्चालन हुन्छन्। मुख्यतया विद्युत् चुम्बकको उपयोग गरी विद्युत् उत्पादन गर्ने गरिन्छ।



चित्र 6.4

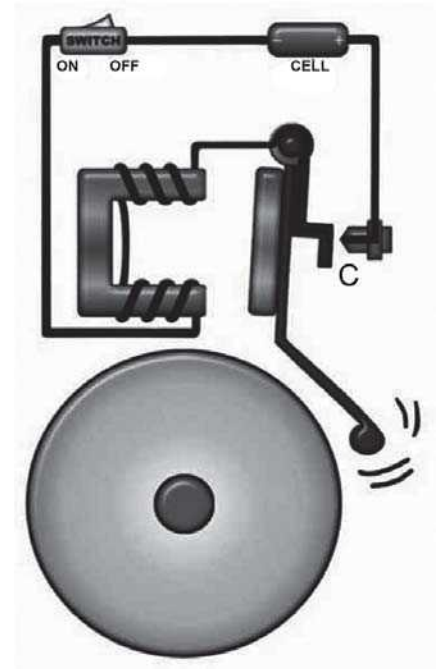
### विद्युत् घन्टी (Electric Bell)

यो एउटा विद्युत् चुम्बकको प्रयोगबाट सञ्चालन गरिने सरल उपकरण हो। विद्युत् घन्टीमा रहेको अस्थायी विद्युत् चुम्बकले आर्मेचरलाई आकर्षण गर्दा घन्टी बज्छ।

एउटा प्लास्टिक वा काठको बोर्डमा चित्रमा जस्तै विद्युत् चुम्बक, स्प्रिङ, नट, घन्टी आदि जडान गरिएको हुन्छ। ती सबै सामग्रीहरू सुचालक तारले जोडी विद्युत् परिपथ तयार गरिन्छ।

स्विच दबाएपछि विद्युतीय परिपथ बन्द हुन्छ। विद्युत् चुम्बकमा चुम्बकीय गुण उत्पन्न भई आर्मेचरलाई आफूतिर तान्छ। यस क्रियामा घनले घन्टीलाई हिकार्उने हुँदा घन्टी बज्छ। बिन्दु 'C' मा नटको सम्पर्क टुट्ने हुँदा विद्युत् बन्द हुन्छ र चुम्बकीय गुण हराएर जान्छ। स्प्रिङले आर्मेचरलाई पूर्वस्थानमा लैजान्छ र परिपथ पुनः बनेर पहिलेको प्रक्रिया दोहोरिन्छ। घन्टी बज्ने बित्तिकै परिपथ खुल्ला हुन्छ। यिनै क्रियाहरू बारम्बार हुँदा घन्टी बजेको सुनिन्छ।

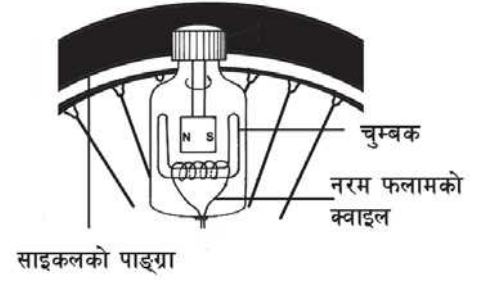
यसको प्रयोग घरको ढोका, विद्यालय, क्याम्पस जस्ता स्थानमा समय जनाउनका लागि प्रयोग गरिन्छ।



चित्र 6.5

## बाइसाइकल डाइनामो (Bicycle Dynamo)

चित्र 6.5 मा देखाए जस्तै डाइनामोभित्र एउटा स्थायी चुम्बक र इनामेल कोट गरिएको तारको क्वाइल राखिएको हुन्छ। साइकलको टायर घुम्दा यसले डाइनामोको टाउको घुमाइदिन्छ। साथै डाइनामोभित्र राखिएको चुम्बक घुम्छ। चुम्बक घुम्दा यसका बलरेखाहरू घुम्छन्। बलरेखाहरू तारको क्वाइलले काटिन्छन्। फलस्वरूप उक्त क्वाइलमा विद्युत् उत्पादन हुन्छ। उक्त तारको क्वाइल एउटा नरम चुम्बकीय वस्तुमा बेरिएको हुन्छ। यसले गर्दा बलरेखाहरूको शक्ति बढ्छ र विद्युत् उत्पादन हुन्छ। उत्पादित विद्युत्बाट साइकलको बत्ती बाल्न सकिन्छ। बत्तीको चहक साइकलको टायरको गतिमा भर पर्छ। जति मात्रामा गति बढ्छ, उति नै मात्रामा बत्तीको चहक पनि बढ्छ।



चित्र 6.6

### क्रियाकलाप 6.1

एउटा डाइनामोसहितको साइकल लिनुहोस्। डाइनामोको माथिल्लो भागले टायरमा छुवाउनुहोस्। साइकललाई स्ट्यान्डमा अड्याई यसको पाङ्ग्रा घुमाउनुहोस्। पहिले बिस्तारै र पछि छिटो गतिमा घुमाउनुहोस्। साइकलको बत्तीको उज्यालोपन अवलोकन गर्नुहोस्।

- (क) बिस्तारै र छिटो गतिमा घुमाउँदा बल्बको उज्यालोपनामा के परिवर्तन भयो र किन ?
- (ख) विद्युत्को मात्रा बढाउन के के गर्नुपर्छ ?

तपाईंलाई थाहा छ ?

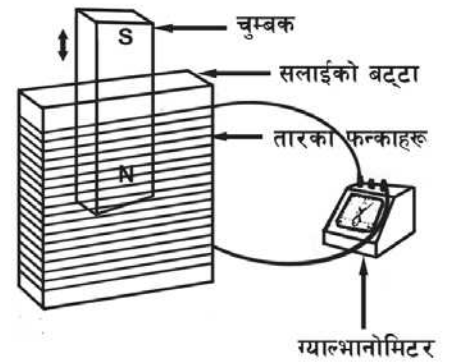
सामान्यतया थोरै विद्युत् उत्पादन गर्ने उपकरणलाई डाइनामो र धेरै मात्रामा विद्युत् उत्पादन गर्ने उपकरणलाई जेनेरेटर भनिन्छ।

### क्रियाकलाप 6.2

चित्र 6.7 मा एउटा तारको क्वाइलभित्र चुम्बक राखिएको छ। सो चुम्बकलाई बिस्तारै तल घुसाउँदा, बिचमा स्थिर राख्दा र छिटो गतिमा तल घुसाउँदा ग्याल्भानोमिटरमा के परिवर्तन आउँछ ?

### जेनेरेटर (Generator)

जेनेरेटरमा स्थायी चुम्बक प्रयोग नगरी विद्युत् चुम्बक प्रयोग गरिएको हुन्छ। त्यस्तो जेनेरेटरमा बाह्य शक्तिबाट तीव्र गतिले टर्बाइन घुमाइन्छ। टर्बाइनसँगै विद्युत् चुम्बकसहितको रोटर घुम्छ। रोटर घुम्दा चुम्बकीय क्षेत्र पनि घुम्छ। वरिपरि बेरिएको तारको क्वाइलले चुम्बकीय बलरेखाहरू काट्छन् र उक्त क्वाइलमा विद्युत् उत्पादन हुन्छ।



चित्र 6.7

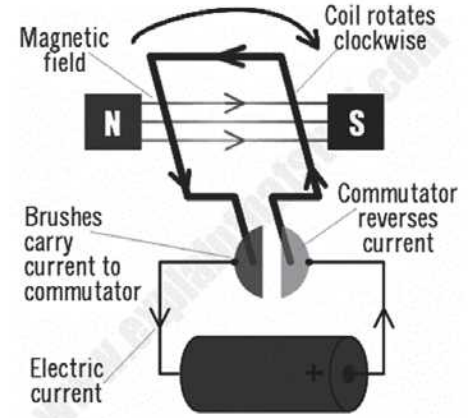
डाइनामो वा जेनेरेटरबाट उत्पादन हुने विद्युत्को मात्रा निम्न लिखित विधिबाट बढाउन सकिन्छ :

- क्वाइलमा तारका फन्काहरूको सङ्ख्या बढाएर
- चुम्बकीय क्षेत्रको शक्ति बढाएर
- डाइनामो घुम्ने वेगलाई बढाएर
- क्वाइल र चुम्बकबिचको दुरी घटाएर

### विद्युत् मोटर (Electric motor)

एउटा तारबाट विद्युत् प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र बन्छ। स्वतन्त्र रूपले चलन गर्न गरी चुम्बकीय क्षेत्रमा राखिएको तारबाट विद्युत् प्रवाह हुँदा उक्त तारको वरिपरि विकसित हुने चुम्बकीय क्षेत्रबिच हुने आकर्षण र विकर्षणले गर्दा उक्त तारमा चाल उत्पन्न हुन्छ।

चुम्बकीय क्षेत्रमा रहेको सुचालक तारबाट विद्युत् उत्पन्न हुन्छ। यही असरको सिद्धान्तका आधारमा विद्युत् मोटर निर्माण गरिन्छ। विद्युत् मोटरले विद्युत् शक्तिलाई गतिशक्तिमा रूपान्तर गर्छ।

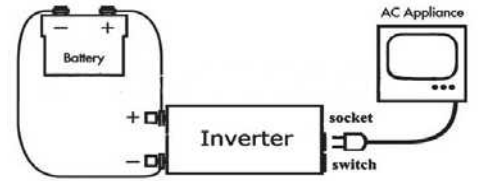


चित्र 6.8

### विद्युतीय सामग्री र तिनका उपयोगिता (Electric appliances and their uses)

#### इन्भर्टर (Inverter)

के तपाईंहरूले विद्युत् प्रसारण नहुँदा पनि घरमा वा कुनै कार्यालयमा विद्युतीय उपकरणहरू प्रयोग गरेको देखेको छ ? विद्युत् प्रसारणबिना नै यो कसरी सम्भव हुन्छ होला, छलफल गर्नुहोस्।



चित्र 6.9

विद्युत्को प्रयोगबिना कुनै पनि विद्युतीय उपकरणहरू सञ्चालनमा आउँदैनन्। तर विद्युतीय प्रसारण नभएको अवस्थामा इन्भर्टरद्वारा ब्याट्रीमा सञ्चय गरिएको डाइरेक्ट करेन्टलाई अल्टरनेटिड करेन्टमा रूपान्तरण गरी विद्युतीय उपकरणहरूलाई सहजै प्रयोग गर्न सकिन्छ। डाइरेक्ट करेन्ट (dc) लाई अल्टरनेटिड करेन्ट (ac) र अल्टरनेटिड करेन्टलाई डाइरेक्ट करेन्टमा परिणत गर्ने उपकरणलाई इन्भर्टर भनिन्छ। यो उपकरण हाम्रो जस्तो विकासोन्मुख राष्ट्रका लागि निकै नै उपयोगी छ।

विद्युत् परिपथमा अल्टरनेटिड करेन्ट प्रवाह भएको अवस्थामा डाइरेक्ट करेन्टमा रूपान्तरण हुन्छ। यस्तो रूपान्तरित विद्युत्लाई ब्याट्रीमा सञ्चित गरिन्छ। मुख्य विद्युत्को प्रसारण अवरोध हुँदा इन्भर्टरले पुनः डिसीको रूपमा सञ्चित विद्युत्लाई एसीमा परिणत गरी पठाउँछ, जसबाट विद्युत् उपकरणहरू चल्छन्।

## चाजर् (Charger)

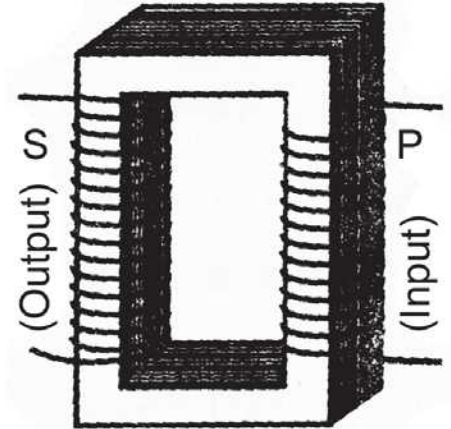
ब्याट्री र ब्याट्री जडान गरिएको उपकरणलाई चाजर् गर्न मदत गर्ने विद्युतीय उपकरणलाई चाजर् भनिन्छ। विद्युतीय उपकरणभित्र धारा विद्युत् प्रवाह गर्दा त्यस उपकरणभित्रका ब्याट्रीले गति अवस्थामा भएको चाजर्लाई केही समयसम्म जम्मा पारेर राख्छन्। उपकरणभित्रको कट अफ सिस्टम (cut off system) ले गर्दा उपकरण पुरा चाजर् (full charge) हुँदा विद्युत् प्रवाह रोकिन्छ। यसको प्रयोगले गर्दा मोबाइल, साना रेडियो जस्ता विद्युतीय उपकरणहरू निश्चित समयसम्म विद्युतीय प्रसारणबिना नै उपयोग गर्न सकिन्छ।

## ट्रान्सफर्मर (Transformer)

विद्युत् सामर्थ्यलाई यथावत् राखी अल्टरनेटिङ इलेक्ट्रोमोटिभ फोर्स अर्थात् भोल्टेजको मात्रालाई बढाउन वा घटाउन प्रयोग गरिने उपकरणलाई ट्रान्सफर्मर भनिन्छ। ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरेर आवश्यक मात्राको भोल्टेज निकाल्न सकिन्छ र चाहिएको अवस्थामा उपयोग गर्न सकिन्छ। साथै यसको प्रयोगले चुम्बकीय बलरेखाहरू परिवर्तन गरेर फ्रिक्वेन्सी पनि परिवर्तन गर्न सकिन्छ। त्यसैले विद्युत् र इलेक्ट्रोनिक उपकरणहरू, जस्तै : रेडियो, टेलिभिजन, रिकर्डप्लेयर, टूलीबस, उद्योग कारखाना आदि अनेक ठाउँमा समेत ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरिन्छ। ट्रान्सफर्मर दुई प्रकारका हुन्छन्।

### स्टेपअप ट्रान्सफर्मर (Stepup transformer)

स्टेपअप ट्रान्सफर्मरले इन्पुट (input) विद्युत्को विद्युत् चापभन्दा आउटपुट (output) विद्युत्को चाप बढाउँछ। अर्थात् यसले अल्टरनेटिङ (alternating) e.m.f को मात्रा बढाउँछ। यसको प्राइमरी क्वाइलमा रहेका प्राइमरी फन्काहरूको सङ्ख्याभन्दा सेकेन्डरी क्वाइलमा रहेका सेकेन्डरी फन्काहरूको सङ्ख्या बढी हुन्छ। पावर हाउसबाट कम भोल्टेजमा उत्पादन हुने अल्टरनेटिङ विद्युत्लाई लामो दुरीसम्म प्रसारण गर्न उच्च भोल्टेजमा परिवर्तन गर्नुपर्छ। त्यसैले पावर हाउसबाट उत्पादित अल्टरनेटिङ विद्युत्लाई प्रसारण गर्नु अगाडि स्टेप अप ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरिन्छ।

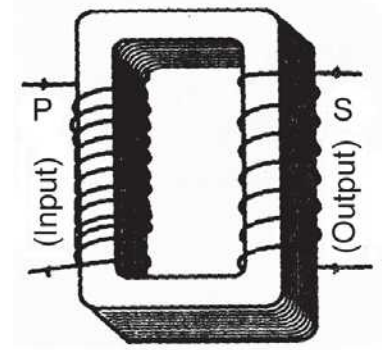


चित्र 6.10

### स्टेपडाउन ट्रान्सफर्मर (Stepdown transformer)

स्टेपडाउन ट्रान्सफर्मरले इन्पुट (input) विद्युत्को विद्युत् चापभन्दा आउटपुट (output) विद्युत्को विद्युत् चाप घटाउँछ। अर्थात् यसले अल्टरनेटिङ e.m.f को मात्रा घटाउँछ। यसको प्राइमरी क्वाइलमा रहेका प्राइमरी फन्काहरूको सङ्ख्याभन्दा सेकेन्डरी क्वाइलमा रहेका सेकेन्डरी फन्काहरू सङ्ख्या कम हुन्छ। घरको बिजुलीको मुख्य स्विचबाट करेन्ट तानेर रेडियो बजाउन र टिभी हेर्न स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरिन्छ।

ट्रान्सफर्मर मूलतः कोर (core) र तार (wire) का क्वाइल (coil) हरू मिलाएर बनाइएका हुन्छन्। यसमा कोरको रूपमा U आकारका नरम फलामका सिधा पाताहरू टाँसेर ट्रान्सफर्मरको कोर निर्माण गरिन्छ। ती पाताहरूलाई बारनेस (barnesh) वा सेलाक (shellac) ले इन्सुलेसन गरी जोडेर एकै ठिकका बनाएर पेचले कसिएका हुन्छन्। यसलाई कोर भनिन्छ। ट्रान्सफर्मरमा प्रवाह गरेको विद्युत् सिधै प्रवाह गराउन र ट्रान्सफर्मरले विद्युत् चापलाई घटाउन वा बढाउनका लागि ट्रान्सफर्मर तारको क्वायलमा इनामेल कोट गरिएको हुन्छ।



चित्र 6.11

उक्त कोरमा एकातिर इन्पुट करेन्ट पठाउन इनामेल कोट गरिएका तारले धेरै फन्काहरू बेरेर क्वाइल बनाइएको हुन्छ। ती तारका फन्काहरूलाई प्राइमरी बाइन्डिङ र क्वाइललाई प्राइमरी क्वाइल भनिन्छ। प्राइमरी क्वाइल बेरिएको खण्डको विपरीत खण्डमा कोरको अर्को तारका फन्काहरू बेरेर अर्को क्वाइल बनाइन्छ। यसबाट आउटपुट करेन्ट निकालिन्छ र यसलाई सेकेन्डरी बाइन्डिङ भनिन्छ भने क्वाइललाई सेकेन्डरी क्वाइल भनिन्छ।

सेकेन्डरी बाइन्डिङमा तारका फन्काहरूको सङ्ख्या आफूलाई चाहिने सेकेन्डरी भोल्टेजअनुसार फरक फरक हुन्छन्। सेकेन्डरी बाइन्डिङको तारका फन्काहरूका सङ्ख्या तलको सूत्रबाट पत्ता लगाउन सकिन्छ।

$$\frac{\text{सेकेन्डरी भोल्टेज } (V_2)}{\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_1)} = \frac{\text{सेकेन्डरी फन्का } (n_2)}{\text{प्राइमरी फन्का } (n_1)}$$

उपर्युक्त प्राइमरी र सेकेन्डरी भोल्टेजहरू तथा तारका फन्काहरूको सङ्ख्या थाहा भएपछि ट्रान्सफर्मर निर्माण गरिन्छ।

### उदाहरणहरू

1. 220 V को प्राइमरी भोल्टेज भएको लाइनमा प्राइमरी फन्काहरू 1000 छन् भने 11 V सेकेन्डरी भोल्टेज निकाल्न सेकेन्डरी फन्काहरू कति हुनुपर्छ ?

समाधान,

$$\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_1) = 220 \text{ V}$$

$$\text{प्राइमरी फन्का } (n_1) = 1000$$

$$\text{सेकेन्डरी भोल्टेज } (V_2) = 11 \text{ V}$$

$$\text{सेकेन्डरी फन्का } (n_2) = ?$$

के तपाईंलाई थाहा छ ?

ट्रान्सफर्मरमा इनपुट र आउटपुट शक्ति बराबर हुन्छन्। भोल्टेज तारको फन्काको सङ्ख्यासँग समानुपातिक हुन्छ।

सूत्रअनुसार,

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{Or, } n_2 = \frac{V_2 \times n_1}{V_1} = \frac{11 \times 1000}{220} = 50$$

अतः सेकेन्डरी फन्काको सङ्ख्या ( $n_2$ ) 50 हुन्छ ।

2. एउटा ट्रान्सफर्मरमा प्राइमरी क्वाइलको सङ्ख्या सेकेन्डरी क्वाइलको सङ्ख्याभन्दा तिन गुणा छ र उक्त ट्रान्सफर्मरको प्राइमरी भोल्टेज 220 V भए सेकेन्डरी भोल्टेज कति होला ?

समाधान,

$$\text{सेकेन्डरी क्वाइलको फन्का } (n_2) = x$$

$$\text{प्राइमरी क्वाइलको फन्का } (n_1) = 3x$$

$$\text{प्राइमरी भोल्टेज } (V_1) = 220 \text{ V}$$

$$\text{सेकेन्डरी भोल्टेज } (V_2) = ?$$

सूत्रअनुसार

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

अर्थात्

$$V_2 = \frac{n_2}{n_1} \times V_1 = \frac{x}{3x} \times 220 = 73.33 \text{ V}$$

अतः सेकेन्डरी भोल्टेज 73.33 V हुन्छ ।

**विद्युत् प्रयोग गर्दा अपनाउनुपर्ने सुरक्षाका उपायहरू (Safety measures in using electricity)**

विद्युत् हाम्रो जीवनको अपरिहार्य अङ्ग बनिसकेको छ । यो घर र उद्योगमा ऊर्जाको सबैभन्दा महत्त्वपूर्ण र सुविधाजनक स्रोतको रूपमा लिइन्छ । विद्युतीय उपकरणहरूको सुरक्षित प्रयोग गर्नुपर्छ । विद्युत् उपकरणहरू प्रयोग गर्दा निम्न लिखित सावधानीहरू अपनाउनुपर्छ :

1. उच्च गुणस्तर, उचित एम्पियरेज (amperage) र राम्रो इन्सुलेट सामग्रीको तार प्रयोग गर्नुपर्छ ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?

डाइरेक्ट विद्युत् (d.c.) को परिमाण घटबढ नभई एकनाशले विद्युत् प्रवाह हुने हुँदा ड्राइसेलको e.m.f. लाई ट्रान्सफर्मरले परिवर्तन गर्न सक्दैन ।

2. नाङ्गो र गाँसिएका तारहरूलाई इन्सुलेट टेपले छोप्नुपर्छ ।
3. प्लग, स्विच र सकेटहरूका जोडाइ मजबुत हुनुपर्छ ।
4. कुनै पनि त्रुटिपूर्ण प्लग, स्विच र सकेट प्रतिस्थापन गर्नुपर्छ ।
5. उपयुक्त क्षमताको फ्युज (fuse) को छनोट गरी प्रयोग गर्नुपर्छ ।
6. पर्याप्त इन्सुलेसनबिना शरीरले नाङ्गो तार छोएमा विद्युत्को झड्का लाग्छ । तसर्थ रबरका पन्जा वा जुत्ताको प्रयोगबिना विद्युतीय तार वा उपकरणको मर्मत गर्नु हुँदैन ।
7. सम्पूर्ण विद्युतीय उपकरणहरूलाई अर्थिङ (earthing) गर्नुपर्छ ।
8. स्विच र फ्युजलाई लाइभ (live) तारसँग जोड्नुपर्छ ।
9. विद्युतीय परिपथ सट भई आगलागी भएमा मुख्य स्विच (main switch) बन्द गर्नुपर्छ । तर आगो निभाउनको लागि पानी प्रयोग गर्नु हुँदैन ।

### विद्युत् खपत (Electric power consumption)

गार्हस्थ विद्युतीकरणमा विद्युत् खपतको हिसाब कसरी निकाल्ने भन्ने सम्बन्धमा पनि जान्नु उत्तिकै महत्त्वपूर्ण छ । घरमा खपत हुने विद्युत्को महसुल विद्युत् प्राधिकरणलाई समय समयमा बुझाउनुपर्ने हुन्छ । घरमा खपत हुने विद्युत्को चाप विद्युत् मिटरबाट थाहा हुन्छ । विद्युत् मिटर भनेको किलोवाट आवर (kilowatt hour) ले नाप्ने यन्त्र हो । किलोवाट आवर विद्युत् खपतको एकाइ हो । यसलाई सजिलोको लागि युनिट मात्र भन्ने चलन छ । वास्तवमा 1 किलोवाट सामर्थ्य भएको विद्युत् उपकरण 1 घण्टासम्म सञ्चालन गर्दा हुने विद्युत् खपतलाई 1 किलोवाट आवर भनिन्छ ।

$$\begin{aligned}
 1 \text{ युनिट विद्युत् खपत} &= 1 \text{ किलोवाट आवर (kilowatt hour)} \\
 &= 1 \text{ kw} \times 1 \text{ hr} = 1000 \text{ w} \times 1 \text{ hr} \\
 &= 1000 \text{ w} \times 60 \times 60 \text{ s} \\
 &= 1000 \text{ Js}^{-1} \times 3600 \text{ s} \\
 &= 3.6 \times 10^6 \text{ J}
 \end{aligned}$$

गार्हस्थ विद्युतीकरणमा खपत हुने विद्युत् युनिटको हिसाब गर्न तलका बुँदाहरू पालना गरिन्छन् :

1. विद्युत् सामर्थ्य (P) वाट एकाइमा दिइएकामा 1000 ले भाग गरेर सामर्थ्यलाई किलोवाट (kw) मा परिणत गर्नुपर्छ ।
2. उक्त विद्युत् सामर्थ्य (kW एकाइ) लाई समय (t घण्टा) र उपकरण सङ्ख्या (N) ले गुणन गर्नुपर्छ ।
3. विद्युत् खपत किलोवाट आवरमा प्राप्त गर्न सकिन्छ, जसलाई विद्युत् युनिट (unit) खपत भनिन्छ ।

यसकारण कुनै घरमा खपत हुने विद्युत् युनिटको हिसाब गर्न त्यस घरमा जम्मा कति सामर्थ्य (power) का विद्युत् उपकरणहरू (चिम, टिभी, हिटर, पङ्खा आदि) कति कति ओटा सञ्चालन

हुन्छन् र दिनको कति घण्टासम्म ती उपकरणबाट काम लिइन्छ भन्ने कुरा थाहा पाउनुपर्छ । प्रत्येक उपकरण छुट्टाछुट्टै अवधिमा सञ्चालन गरिने हुँदा ती उपकरणले खपत गर्ने युनिटको पनि छुट्टाछुट्टै हिसाब निकाल्नु राम्रो हुन्छ ।

### उदाहरणहरू

1. एउटा घरमा 40 W को 10 ओटा ट्युबलाइट दिनको 3 घण्टा बल्छन्, 40 W को 4 ओटा टेलिभिजन दिनको 4 घण्टा चल्छन्, 800 W को 3 ओटा इस्त्री हप्ताको 2 घण्टा चल्छन् र 100 W को 3 ओटा चिम दिनको 3 घण्टा बल्छन् भने प्रति महिना विद्युत् युनिट खपत हिसाब गर्नुहोस् । एक युनिटको रु. 8 छ भने जम्मा कति महसुल तिर्नुपर्ला ? यदि त्यस घरमा ट्युबलाइटको प्रयोग नगरी 2W को 10 ओटा सिएफएल बत्ती 3 घण्टाको लागि प्रयोग गरेको भए विद्युत् महसुलमा कति अन्तर आउँछ ?

समाधान,

(क) 40 W को 10 ओटा ट्युबलाइट दिनको 3 घण्टा बाल्दा

$$P = 40 \text{ W} = \frac{40}{1000} \text{ kW}, N = 10, t = 3 \text{ hr}$$

विद्युत् खपत = ?

$$\text{सूत्रअनुसार, 1 दिनको विद्युत् खपत एकाइ} = P \times N \times t = \frac{40}{1000} \times 10 \times 3 = 1.2$$

kWh

(ख) 40 W को 4 ओटा टेलिभिजन दिनको 4 घण्टा चल्दा

$$P = 40 \text{ W} = \frac{40}{1000} \text{ kW}, N = 4, t = 4 \text{ hr}$$

विद्युत् खपत = ?

सूत्रअनुसार,

$$1 \text{ दिनको विद्युत् खपत एकाइ} = P \times N \times t = \frac{40}{1000} \times 4 \times 4 = 0.64 \text{ kWh}$$

$$\therefore \text{प्रति महिना खपत एकाइ} = 0.64 \times 30 = 19.2 \text{ kWh}$$

(ग) 800 W को 3 ओटा इस्त्री हप्ताको 2 घण्टा चल्दा

$$P = 800 \text{ W} = \frac{800}{1000} \text{ kW}, N = 3, t = 2 \text{ hr}$$

विद्युत् खपत = ?



$$\text{सूत्रानुसार, 1 हप्ताको विद्युत् खपत एकाइ} = P \times N \times t = \frac{800}{1000} \times 3 \times 2$$

$$= 4.8 \text{ kWh}$$

$$\therefore \text{प्रति महिना खपत एकाइ} = 4.8 \times 4 = 19.2 \text{ kWh}$$

(घ) 100 W को 3 ओटा चिम दिनको 3 घण्टा बल्दा

$$P = 100 \text{ W} = \frac{100}{1000} \text{ kW}, N = 3, t = 3 \text{ hr}$$

विद्युत् खपत = ?

सूत्रानुसार,

$$1 \text{ दिनको विद्युत् खपत एकाइ} = P \times N \times t = \frac{100}{1000} \times 3 \times 3 = 0.9 \text{ kWh}$$

$$\therefore \text{प्रति महिना खपत एकाइ} = 0.9 \times 30 = 27 \text{ kWh}$$

तसर्थ त्यस घरमा प्रति महिना खपत हुने विद्युत्

$$= 36 \text{ kWh} + 19.2 \text{ kWh} + 19.2 \text{ kWh} + 27 \text{ kWh} = 101.4 \text{ kWh}$$

$$\text{र तिर्नुपर्ने जम्मा शुल्क} = 101.4 \times \text{Rs. } 8 = \text{Rs. } 811.2$$

यदि ट्युबलाइटको प्रयोग नगरी 2W को 10 ओटा सिएफएल बत्ती प्रयोग गरिएको भए,

$$P = 2 \text{ W} = 0.002 \text{ Kw}, N = 10, t = 3 \text{ hrs.}$$

$$\text{सूत्रानुसार, 1 दिनको विद्युत् खपत एकाइ} = P \times N \times t = 0.002 \times 10 \times 3 = 0.06 \text{ kWh}$$

$$\therefore \text{प्रति महिना खपत एकाइ} = 0.06 \times 30 = 1.8 \text{ kWh}$$

तसर्थ त्यस घरमा सिएफएल बत्ती र अन्य साविक उपकरणहरू प्रयोग गर्दा प्रति महिना

$$\text{खपत हुने विद्युत्} = 1.8 \text{ kWh} + 19.2 \text{ kWh} + 19.2 \text{ kWh} + 27 \text{ kWh} = 67.2 \text{ kWh}$$

$$\text{र तिर्नुपर्ने जम्मा मासिक शुल्क} = 67.2 \text{ kWh} \times \text{Rs. } 8 = \text{Rs } 537.6 \text{ हुन्छ ।}$$

त्यसैले ट्युबलाइटको प्रयोग नगरी सिएफएल बत्ती र अन्य विद्युतीय उपकरण प्रयोग गर्दा हुने अन्तर = Rs 811.2 – Rs 537.6

$$= \text{Rs } 273.6$$

## सारांश

1. निश्चित अवधिमा ध्रुव परिवर्तन गर्ने र विद्युत्को मात्रा घटबढ हुने विद्युत्लाई अल्टरनेटिड करेन्ट (a. c.) भनिन्छ । ध्रुव परिवर्तन नहुने र एकनाससँग बहने विद्युत्लाई डाइरेक्ट करेन्ट (a. c.) भनिन्छ ।
2. विद्युत् शक्तिलाई तापशक्तिमा परिणत गर्ने तार वा उपकरणलाई हिटिड इलिमेन्ट भनिन्छ ।
3. फिलामेन्ट बत्तीको चिमभित्र वाष्पीकरण घटाउन र उच्च तापक्रममा पनि फिलामेन्टसँग रासायनिक प्रक्रिया हुन नदिन नाइट्रोजन वा निष्क्रिय ग्याँस राखिन्छ ।
4. चिमभित्र मसिनो तार हुने भएकाले विद्युत् प्रवाह रोकिएर ताप र प्रकाश शक्ति उत्पन्न हुन्छ । तसर्थ बढी विद्युत् अवरोध उत्पन्न गर्न चिमभित्रको फिलामेन्ट मसिनो तारले बनेको हुन्छ ।
5. फिलामेन्ट बत्तीको आयु करिब 1000 घण्टा हुन्छ भने फ्लोरेसेन्ट बत्तीको आयु 3000 घण्टा हुन्छ ।
6. फ्लोरेसेन्ट बत्तीमा पारोको बाफले इलेक्ट्रोनहरूलाई अल्ट्राभायोलेट किरणमा बदल्ने काम गर्छ भने उक्त अल्ट्राभायोलेट किरणलाई फ्लोरोसेन्ट पाउडरले उज्यालो प्रकाशमा बदलिन्छ ।
7. फिलामेन्ट बत्तीमा विद्युत्को करिब 10% भाग प्रकाशमा र करिब 90% भाग तापमा रूपान्तर हुन्छ भने फ्लोरेसेन्ट बत्तीको 30% भाग प्रकाशमा रूपान्तरण भई बाँकी 70% भाग तापमा परिवर्तन हुन्छ ।
8. जेनेरेटरले यान्त्रिक शक्तिलाई विद्युत् शक्तिमा रूपान्तरण गर्छ भने मोटरले विद्युत् शक्तिलाई यान्त्रिक शक्तिमा रूपान्तरण गर्छ ।
9. ट्रान्सफर्मरले अल्टरनेटिड इलेक्ट्रोमोटिभ फोर्स अर्थात् भोल्टेजलाई घटबढ गरी रूपान्तर गर्ने काम गर्छ ।
10. इनपुट विद्युत्को नोक्सान घटाउनको लागि ट्रान्सफर्मरको कोर लेमिनेसन गरिएको हुन्छ ।
11. पर्याप्त इन्सुलेसनबिना शरीरले नाङ्गो तार छोएमा विद्युत् झड्का लाग्छ ।
12. 1 किलोवाट सामर्थ्य भएको विद्युत् उपकरण 1 घण्टासम्म सञ्चालन गर्दा हुने विद्युत् खपतलाई 1 किलोवाट आवर अर्थात् 1 युनिट विद्युत् खपत भनिन्छ ।

$$\text{सामार्थ्य (P) = करेन्ट (I) } \times \text{ भोल्टज (V)}$$

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक ( $\sqrt{\quad}$ ) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. विद्युत् युनिट खपत निकाल्न कुन सूत्र प्रयोग गरिन्छ ?

(i)  $P = I \times V$

(ii)  $P = \frac{W}{t}$

$$(iii) P \times N \times t \qquad (iv) \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

2. फिलामेन्ट बत्ती बाल्दा फिलामेन्टको तापक्रम कति पुग्छ ?
  - (i) 150°C
  - (ii) 2200°C
  - (iii) 2900°C
  - (iv) 3000°C
3. तताउने उपकरणमा कुन इलिमेन्ट प्रयोग गरिएको हुन्छ ?
  - (i) टङ्स्टेन
  - (ii) आइरन
  - (iii) नाइक्रोम
  - (iv) पारो
4. फिलामेन्ट बत्तीभित्र कुन ग्याँस भरिएको हुन्छ ?
  - (i) अक्सिजन
  - (ii) हाइड्रोजन
  - (iii) कार्बन डाइअक्साइड
  - (iv) नाइट्रोजन
5. तलका मध्ये कुन उपकरणमा अस्थायी चुम्बक राखिएको हुन्छ ?
  - (i) जेनेरेटर
  - (ii) मोटर
  - (iii) डाइनामो
  - (iv) इस्त्री
6. 1 किलोवाट आवरमा कति जुल हुन्छ ?
  - (i)  $5.6 \times 10^6 J$
  - (ii)  $3.6 \times 10^6 J$
  - (iii)  $3.37 \times 10^6 J$
  - (iv) 4.2 J

(ख) तल दिइएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. हिटिड इलेमेन्ट भनेको के हो ? हिटरमा कुन हिटिड इलेमेन्ट प्रयोग गरिएको हुन्छ ?
2. फिलामेन्ट बत्ती र फ्लोरोसेन्ट बत्तीबिचका कुनै तिन ओटा फरक लेख्नुहोस् ।
3. फिलामेन्ट भनेको के हो ? यो कुन धातुबाट बनाइन्छ ? दुई ओटा कारण दिनुहोस् ।
4. फ्लोरोसेन्ट बत्तीमा पारोको वाफ र फ्लोरोसेन्ट पाउडरको कार्यहरू लेख्नुहोस् ।
5. सिएफएल (CFL) को विस्तारित रूप के हो ? यसको प्रयोगले विद्युत् लोडसेडिङ घटाउँछ, कसरी ?
6. चित्रसहित विद्युत् घण्टीको कार्य विधि वर्णन गर्नुहोस् ।
7. बाइसाइकल डाइनामोले कसरी काम गर्छ ? सङ्क्षेपमा व्याख्या गर्नुहोस् ।
8. जेनेरेटर वा डाइनामोबाट उत्पादन हुने करेन्टको मात्रा बढाउन कुन कुन विधि अपनाउनुपर्छ ?

9. ट्रान्सफर्मरको बनोट चित्रसहित वर्णन गर्नुहोस् ।
10. 'ट्रान्सफर्मरको आविष्कार नभएको भए अल्टरनेटिङ करेन्टको उपयोग सीमित हुन्थ्यो' दुई ओटा आधारसहित उक्त भनाइ पुष्टि गर्नुहोस् ।
11. विद्युत् वा विद्युतीय उपकरणहरू प्रयोग गर्दा अपनाउनुपर्ने सुरक्षा उपायहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।

(ग) फरक लेख्नुहोस् :

1. टङ्गस्टेन र नाइक्रोम
2. विद्युत् मोटर र जेनेरेटर
3. डाइनामोबाट प्राप्त विद्युत् र ब्याट्रीबाट प्राप्त विद्युत्
4. स्टेपअप ट्रान्सफर्मर र स्टेपडाउन ट्रान्सफर्मर

(घ) कारण लेख्नुहोस् :

1. नाइक्रोम तार नै हिटिङ इलेमेन्टको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. फिलामेन्टबाट विद्युत् प्रवाह हुँदा तातेर उज्यालो हुन्छ तर अन्य तारमा त्यस्तो हुँदैन ।
3. फिलामेन्ट बत्तीभित्र निष्क्रिय ग्याँस भरिएको हुन्छ ।
4. 40 W वाटको फिलामेन्ट बत्ती र 40 W वाटको फ्लोरोसेन्ट बत्ती बाल्दा फ्लोरोसेन्ट बत्तीबाट बढी उज्यालो प्राप्त हुन्छ ।
5. धेरैजसो विद्युत् र इलेक्ट्रोनिक उपकरणहरूमा ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरिएको हुन्छ ।
6. ट्रान्सफर्मरमा कोरलाई लेमिनेसन गरिएको हुन्छ ।
7. ट्रान्सफर्मरमा प्राइमरी क्वाइल सङ्ख्या र सेकेन्डरी क्वाइल सङ्ख्या कहिल्यै पनि बराबर बनाइँदैन ।
8. साइकलको चक्कालाई बिस्तारै घुमाउँदा बल्बको उज्यालोपन कम र छिटो घुमाउँदा बढी हुन्छ ।

(ङ) तलका गणितीय समस्याहरू हल गर्नुहोस् :

1. 220 भोल्ट प्राइमरी भोल्टेज भएको एक ट्रान्सफर्मरमा 500 प्राइमरी फन्काहरू छन् भने 110 भोल्ट सेकेन्डरी भोल्टेज निकाल्न सेकेन्डरी फन्का सङ्ख्या कति हुनुपर्छ ? (उत्तर : 250 फन्का)
2. प्राइमरी भोल्टेज 120V र प्राइमरी फन्का 800 भएको ट्रान्सफर्मरबाट 30 V सेकेन्डरी भोल्टेज निकाल्न कति फन्का सेकेन्डरी क्वाइल आवश्यक छ ? (उत्तर : 200 फन्का)

3. 220 V को प्राइमरी भोल्टेज भएको लाइनमा प्राइमरी फन्काहरू 1000 छन् भने 11 V, 44 V र 110 V सेकेन्डरी भोल्टेज निकाल्न सेकेन्डरी फन्काहरू कति कति हुनुपर्छ । (उत्तर : 50, 200, 500 फन्काहरू)
4. 100 वाटका 10 ओटा चिमहरू 6 घण्टा र 2 kW का दुई हिटरहरू 4 घण्टा दैनिक बाल्दा एक दिनमा कति विद्युत् खपत हुन्छ ? (उत्तर : 22 unit)
5. एउटा घरमा 30 w को 10 ओटा ट्युबलाइट दिनको 5 घण्टा बल्छन् । 40 W को 2 ओटा टेलिभिजन दिनको 4 घण्टा चल्छ । 750 W को 1 ओटा इस्त्री हप्ताको 2 घण्टा चल्छ र 100W को 4 ओटा चिम दिनको 4 घण्टा बल्छन् भने प्रति महिना विद्युत् युनिट खपत हिसाब गर्नुहोस् । एक युनिटको र. 7 छ भने जम्मा कति शुल्क तिर्नुपर्ला ? (उत्तर : 108.6 युनिट, र. 760.2)

### परियोजना कार्य

1. उपलब्ध हुन सकेको खण्डमा एउटा साइकलको डाइनामो खोलेर हेर्नुहोस् । यसभित्रका पुर्जाहरू यस एकाइमा दिइएका डाइनामोको बनावटसँग मिल्छन् वा मिल्दैनन् अवलोकन गरी चित्रसहित कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. तपाईंहरूको घरमा भएका विद्युतीय उपकरणहरू, तिनीहरूको सामर्थ्य र तिनीहरू दैनिक रूपमा कति समय प्रयोग आउँछन् भन्ने जानकारीसहित टेबल बनाई घरमा प्रति महिना खपत हुने विद्युत् एकाइ पत्ता लगाई जम्मा कति महसुल तिर्नुपर्ला, हिसाब गर्नुहोस् ।
3. एउटा फलामको रड लिनुहोस् र त्यसलाई प्राइमरी क्वाइल बनाउन करिब 20 फन्का खोल भएको तारले बेर्नुहोस् । उक्त क्वाइललाई सेन्थेटिक टेपले बेर्नुहोस् । फेरि टेपभन्दा माथिबाट करिब 40-100 फन्का खोल भएको तारले बेरेर सेकेन्डरी क्वाइल बनाउनुहोस् । अब प्राइमरी क्वाइलका दुई ओटा तारका छेउलाई ब्याट्रीमा र सेकेन्डरी क्वाइलका दुई ओटा छेउलाई ग्याल्मानोमिटरमा जोड्नुहोस् र अवलोकन गरी यसको निष्कर्ष कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

विद्युत् स्रोत : विद्युत् शक्ति उत्पादन गर्न सक्ने उपकरण

बत्तीको फिलामेन्ट : चिमभित्र मसिनो तारबाट बनाइएको क्वाइल

विद्युत् चुम्बक : विद्युत्को सहयोगबाट बनाइएको चुम्बक

मोटर असर : चुम्बकीय क्षेत्रमा रहेको तारमा विद्युत् बहँदा उक्त तारमा चाल उत्पन्न हुने असर

फ्युज : आफ्नो क्षमताभन्दा बढी विद्युत् प्रवाह भएमा स्वतः पग्लेर परिपथमा विद्युत् प्रवाह रोक्न प्रयोग गरिने मसिनो तारको टुक्रा

इनपुट करेन्ट : ट्रान्सफर्मरभित्र जाने विद्युत्

आउटपुट करेन्ट : ट्रान्सफर्मरबाट निस्कने विद्युत्

## एकाइ 7 तत्त्वहरूको वर्गीकरण (Classification of Elements)

हालसम्म 118 ओटा तत्त्वहरू पत्ता लागेका छन् भन्ने कुरा हामीले कक्षा 9 मा नै अध्ययन गरिसक्यौं । आजभन्दा करिब डेढ सय वर्ष अघि नयाँ नयाँ तत्त्वहरू, तिनीहरूका भौतिक र रासायनिक गुणहरू पत्ता लाग्दै गएपछि तिनीहरूको छुट्टाछुट्टै अध्ययन जटिल हुन गयो । तत्त्वहरूको गुण एवम् स्वभाव फरक फरक खालका थिए । के ती सबै तत्त्वहरूको गुण अलग अलग अध्ययन गर्न सम्भव होला ? केहीबेर सोच्नुहोस् त ! यो काम अवश्य पनि कठिन छ । यस्तो कठिनाई त्यसबेलाका वैज्ञानिकहरूले महसुस गरेका थिए । त्यसैले रसायन शास्त्रीहरूको ध्यान तत्त्वहरूको वर्गीकरण गरी सरल र सहज ढङ्गले अध्ययन गर्ने उपाय खोज्नतिर केन्द्रित हुन गयो । खोज, अध्ययन र अनुसन्धानको फलस्वरूप तत्त्वहरूको गुणको आधारमा वर्गीकरण गरी तालिकामा व्यवस्थित गर्न वैज्ञानिकहरू सफल भए । उनीहरूले गुणहरूको समानताको आधारमा तत्त्वहरूलाई तालिकामा मिलाएर राखे । तत्त्वहरूलाई मिलाएर राखिएको उक्त तालिकालाई पेरियोडिक तालिका (periodic table) भनिन्छ । यस पाठमा हामी पेरियोडिक तालिकाका आधारमा तत्त्वहरूको वर्गीकरण विषयमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिका (Mendeleev's periodic table)

सर्वप्रथम व्यवस्थित रूपमा सन् 1869 मा दमित्री मेन्डेलिभले पारमाणविक भारको आधारमा तत्त्वहरूको वर्गीकरण गरी तालिकामा राखेका हुन् । उनले बनाएको पेरियोडिक तालिकालाई मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिका (Mendeleev's periodic table) भनेर अहिलेसम्म पनि प्रख्यात छ । यो तालिका बनाउनका लागि मेन्डेलिभले पेरियोडिक नियम पनि प्रतिपादन गरेका थिए । उक्त नियमलाई मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम (Mendeleev's periodic law) भनिन्छ ।

मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम : “तत्त्वहरूका भौतिक र रासायनिक गुणहरू तिनीहरूको पारमाणविक भारहरूका पेरियोडिक कार्यस्वरूप हुन्छन् ।”

मेन्डेलिभले तत्त्वहरूको पारमाणविक भारको निश्चित अन्तरालमा नयाँ उस्तै गुण भएको तत्त्व आउँदै जान्छ भन्ने तथ्यलाई अघि सारी पेरियोडिक तालिका निर्माण गरेका थिए । उनले बनाएको पेरियोडिक तालिकामा तेर्सो रूपमा बनाएको लहर (horizontal row) लाई पिरियड (period) र ठाडो (vertical column) रूपमा राखिएका उस्तै गुण भएका तत्त्वहरूको समूहलाई ग्रुप (group) भन्ने नाम दिए ।

मेन्डेलिभको पुरानो पेरियोडिक तालिकाको एक अंश

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
K 39.1	Ca 40.1	1*	Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
Cu 63.5	Zn 65.4	2*	3*	As 74.9	Se 79.0	Br 79.9			
Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	4*	Ru 101	Rh 103	Pd 106
Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127			
Ce 133	Ba 137	La 139		Ta 181	W 184		Os 194	Ir 192	Pt 196
Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209					
			Th 232		U 238				

\* मेन्डेलिभले राखेका नामहरू

1. Eka - Aluminium
2. Eka - Boron
3. Eka - Silicon
4. Eka - Manganese

## मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकाको महत्त्व

1. सर्वप्रथम तत्त्वहरूलाई गुणको आधारमा विभिन्न समूहमा वर्गीकरण गरी रसायन शास्त्रको अध्ययन गर्न सजिलो भएको
2. पत्ता नलागेका तर भविष्यमा पत्ता लाग्न सक्ने तत्त्वहरूका लागि पनि पेरियोडिक तालिकामा स्थान दिइनुले भविष्यमा गरिने अध्ययन तथा अनुसन्धान कार्यमा सहयोग पुगेको
3. सुन (Au), प्लेटिनम (Pt), युरानियम (U) आदिको पारमाणविक भार सच्याउन सहज भएको

## मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकामा भएका त्रुटिहरू

1. हाइड्रोजनलाई समूह I मा अल्काली धातुहरूसँग राखियो तर यो अधातु भएको र यसका गुणहरू गुप 17 सँग मिल्ने भएकाले सोही समूहमा राख्न पनि सकिने अवस्था देखियो । तसर्थ हाइड्रोजनको स्थान स्पष्ट हुन सकेन ।
2. Li, Na, K जस्ता सक्रिय अल्काली धातुहरू र Cu, Ag, Au जस्ता कम सक्रिय धातुहरूलाई एउटै समूहमा राखियो । ती दुई प्रकारका धातुहरूबिच सक्रियतालगायत अन्य गुणमा धेरै फरक पाइन्छ ।
3. मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियमको विरुद्धमा केही तत्त्वहरूलाई क्रम नमिलाई राखियो, जस्तै :
  - Co को पारमाणविक भार Ni को भन्दा बढी भए पनि Ni भन्दा अगाडि Co राखियो ।

## आधुनिक पेरियोडिक तालिका (Modern periodic table)

मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकामा देखिएका कमी कमजोरी हटाउन रसायन शास्त्रीहरूले प्रयास गरे । सन् 1913 मा वैज्ञानिक हेनरी मोसेले (Henry Moseley) ले तत्त्वहरूको गुण पारमाणविक भारमा नभई पारमाणविक सङ्ख्यामा भर पर्ने तथ्य पत्ता लगाए । उनले यसै अवधारणामा आधारित रहेर पेरियोडिक नियम पनि प्रतिपादन गरे, जसलाई आधुनिक पेरियोडिक नियम भनिन्छ ।

आधुनिक पेरियोडिक नियम: “तत्त्वहरूको भौतिक तथा रासायनिक गुणहरू तिनीहरूका पारमाणविक सङ्ख्याका पेरियोडिक कार्यस्वरूप हुन्छन् ।”

उक्त पेरियोडिक नियमको आधारमा उनले आधुनिक पेरियोडिक तालिका निर्माण गरेका छन् । यस तालिकामा तत्त्वहरूलाई पारमाणविक सङ्ख्याको बढ्दो क्रममा राखिएको छ । यस आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा पनि उस्तै गुण भएका तत्त्वहरूलाई एउटै ठाडो महल (vertical column) मा राखियो, जसलाई ग्रुप (group) भनियो । त्यसैगरी तत्त्वको फरकपनका आधारमा तेर्सो लहर (horizontal row) मा मिलाएर राखियो । यसलाई पिरियड (period) भनियो ।

# आधुनिक पिरियोडिक तालिका

Period	Valence Shell	Representative elements										Transition elements										Inner Transition Elements																																																					
n=1	1s	IA (1)		IIA (2)								VIII																																																															
n=2	2s2p	1	2	3	4							VIII																																																															
n=3	3s3p	H	He	Li	Be	11	12							VIII																																																													
n=4	4s3d4p	19	20	39	40	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
n=5	5s4d5p	37	38	55	56	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	Lanthanides	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Actinides	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uup	Uuq	Uur	Uus	Uuo
n=6	6s4f5d6p	55	56	87	88	Lanthanide elements (57-71)										f-block elements										Inner Transition Elements																																																	
n=7	7s5f6d7p	87	88	Actinide elements (89-103)										f-block elements										Inner Transition Elements																																																			



## आधुनिक पेरियोडिक तालिकाका विशेषताहरू (Characteristics of modern periodic table)

1. आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा 7 ओटा पिरियडहरू रहेका छन्, जसको स्वरूप निम्नानुसारको छ :

पिरियड	पहिलो	दोस्रो	तेस्रो	चौथो	पाँचौं	छैटौं	सातौं
तत्त्वको सङ्ख्या	2	8	8	18	18	32	26
पिरियडको स्वरूप	धेरै छोटो	छोटो	छोटो	लामो	लामो	धेरै लामो	अपूर्ण लामो

2. आधुनिक पेरियोडिक तालिकामा VIII र 0 ग्रुपसहित 9 ओटा ग्रुपहरू रहेका छन् जसलाई निम्न लिखित दुई तरिकाले नामाकरण गरिएको छ :



3. पारमाणविक सङ्ख्या 57 भएको लान्थानियम (La) भन्दा पछाडिका तत्त्वदेखि पारमाणविक सङ्ख्या 71 भएको लुटेरियम (Lu) सम्मका 14 ओटा तत्त्वहरूको समूहलाई लान्थानाइड्स (lanthanides) भनिन्छ । त्यसैगरी पारमाणविक सङ्ख्या 89 एक्टिनियम (Ac) भन्दा पछाडिको तत्त्वदेखि पारमाणविक सङ्ख्या 103 भएको लरेन्सियम (Lr) सम्मका 14 ओटा तत्त्वहरूलाई एक्टिनाइड्स (actinides) भनिन्छ । लान्थानाइड्स र एक्टिनाइड्सलाई पेरियोडिक तालिकाको तल छुट्टै राखिएको छ ।
4. संयुज्यता शून्य भएका निष्क्रिय ग्याँसहरूलाई पेरियोडिक तालिकाको पछिल्लो ग्रुपमा राखिएको छ, जसलाई 0 ग्रुप (18) भनिन्छ ।
5. ग्रुप IIIB देखि IIB सम्मका 10 ओटा तत्त्वहरूलाई सक्रिय धातु र अधातुको बिचमा राखिएको छ । यिनीहरूलाई सङ्क्रमण धातु (transition metal) भनिन्छ ।

### मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिका र आधुनिक पेरियोडिक तालिकाबिच भिन्नता

क्र. स.	मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिका	क्र. स.	आधुनिक पेरियोडिक तालिका
1	यो मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम (तत्त्वहरूको पारमाणविक भारको बढ्दो क्रम) मा आधारित भई बनाइएको हो ।	1	यो आधुनिक पेरियोडिक नियम (तत्त्वहरूको पारमाणविक सङ्ख्याको बढ्दो क्रम) मा आधारित भई बनाइएको हो ।
2	यसमा सात पिरियड र 8 ग्रुप छन् ।	2	यसमा सात पिरियड र 9 ग्रुप रहेका छन् ।

3	यसमा आइसोटोपको स्थान अस्पष्ट रहेको थियो ।	3	यसमा आइसोटोपका लागि छुट्टै स्थान नै नचाहिने सिद्धान्तको अवलम्बन गरियो ।
4	यसमा लान्थानाइड र एक्टिनाइडको स्थान स्पष्ट थिएन ।	4	यसमा लान्थानाइड र एक्टिनाइडको पनि स्थान स्पष्ट गरी पेरियोडिक तालिकाको तल राखियो ।

## पेरियोडिक तालिकामा तत्त्वहरूको वर्गीकरण (Classification of elements in periodic table)

तत्त्वहरूलाई तिनीहरूको गुणका आधारमा विभिन्न ग्रुपमा वर्गीकरण गरिएको छ । केही वर्गीकरणबारे तल चर्चा गरिएको छ ।

### धातु, अधातु र अर्धधातु (Metals, non metals and metalloids)

विद्युत्को सुचालन क्षमताका आधारमा हालसम्म पत्ता लागेका तत्त्वहरूलाई धातु, अर्धधातु र अधातु गरी तिन समूहमा वर्गीकरण गरिएको छ ।

**धातु (Metal):** पेरियोडिक तालिकामा धातुहरू देब्रेतिर छन् । ग्रुप IA मा भएका Li, Na, K आदि तत्त्वहरू सक्रिय धातु हुन् । पानीसँग प्रतिक्रिया गरी कडा अल्काली बनाउने भएकाले यी धातुहरूलाई अल्काली धातु भनिन्छ । त्यसैगरी ग्रुप IIA र IIIA (बोरोनबाहेक) का तत्त्वहरू पनि धातु नै हुन् । यिनीहरू भने अल्काली धातुभन्दा केही कम सक्रिय हुन्छन् । ग्रुप IB देखि VIIB सम्मका तत्त्वहरू कम सक्रिय सङ्क्रमण धातु हुन्, जस्तै : Fe, Co, Ni, Ag, Au, Hg, Zn आदि । यिनीहरूको गुण सक्रिय धातु र अधातुको बिचमा पर्ने भएकाले सङ्क्रमण धातु भनिएको हो ।

**अधातु (Non-metal):** पेरियोडिक तालिकाको दायाँतिर अधातुहरू राखिएको छ । ग्रुप VIIA मा राखिएका F, Cl, I जस्ता तत्त्वहरू सक्रिय अधातु हुन् । यिनीहरूको बाहिरी सेलमा अक्टेट पुरा हुन एउटा मात्र इलेक्ट्रोन आवश्यक पर्ने भएकाले यिनीहरूले अन्य तत्त्वको परमाणुबाट इलेक्ट्रोन लिई रासायनिक प्रतिक्रियामा सक्रिय रूपमा भाग लिन सक्छन् । यसैगरी ग्रुप VA र VIA मा रहेका O, S, P, N आदि पनि अधातु हुन् ।

**अर्धधातु (Metalloid):** पेरियोडिक तालिकामा धातु र अधातुको बिच भागमा रहेका तर केही गुण धातुको जस्तो र केही अन्य गुण अधातुको जस्तो देखाउने तत्त्वहरूलाई अर्धधातु भनिन्छ । यिनीहरूले आंशिक रूपमा विद्युत् प्रवाह गर्दछन् । यिनीहरूको सुचालन क्षमता धातुको भन्दा कम र अधातुको भन्दा बढी हुन्छ । सिलिकन (Si), जर्मेनियम (Ge) विस्मथ (Bi) आदि अर्धधातु हुन् ।

### क्रियाकलाप 7.1

यस पाठमा दिइएको आधुनिक पेरियोडिक तालिका अवलोकन गर्नुहोस् । चार्ट पेपर वा फोटोकपी पेपरमा त्यस्तै खालको पेरियोडिक तालिका बनाई सबै तत्त्वहरू भर्नुहोस् । यसरी भर्दा धातु, अधातु र अर्धधातुको नाम भने क्रमशः कालो, निलो र रातो साइजपेनले लेख्नुहोस् । तपाईंले बनाएको पेरियोडिक तालिका र छुट्याएको धातु, अधातु र अर्धधातु मिल्यो कि मिलेन शिक्षकलाई देखाएर स्पष्ट हुनुहोस् ।

**सब सेलको आधारमा तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोन विन्यास (Electronic configuration of elements based on sub shells)**

सब सेलको आधारमा तत्त्वहरूको परमाणुको इलेक्ट्रोनिक विन्यास हामीले कक्षा 9 मा अध्ययन गरिसकेका छौं । अब केहीबेर हामी कक्षा 9 मा अध्ययन गरेको कुरा पुनः स्मरण गरौं :

पारमाणविक सङ्ख्या	तत्त्वको नाम	इलेक्ट्रोनिक विन्यास				संयुज्यता	
		सेलको आधारमा					सबसेलका आधारमा
		K	L	M	N		
1	हाइड्रोजन	1				$1s^1$	1
2	हिलियम	2				$1s^2$	0
3	लिथियम	2	1			$1s^2, 2s^1$	1
4	बेरिलियम	2	2			$1s^2, 2s^2$	2
5	बोरोन	2	3			$1s^2, 2s^2 2p^1$	3
6	कार्बन	2	4			$1s^2, 2s^2 2p^2$	4
7	नाइट्रोजन	2	5			$1s^2, 2s^2 2p^3$	3
8	अक्सिजन	2	6			$1s^2, 2s^2 2p^4$	2
9	फ्लोरिन	2	7			$1s^2, 2s^2 2p^5$	1
10	नियोन	2	8			$1s^2, 2s^2 2p^6$	0
11	सोडियम	2	8	1		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^1$	1
12	म्याग्नेसियम	2	8	2		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$	2
13	एल्मुनियम	2	8	3		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^1$	3
14	सिलिकन	2	8	4		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^2$	4
15	फस्फोरस	2	8	5		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^3$	3, 5
16	सल्फर	2	8	6		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^4$	2, 6
17	क्लोरिन	2	8	7		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^5$	1
18	आर्गन	2	8	8		$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6$	0
19	पोट्यासियम	2	8	8	1	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^1$	1
20	क्याल्सियम	2	8	8	2	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2$	2

## *s, p, d* र *f* ब्लक तत्त्वहरू (*s, p, d* and *f*-block elements)

तत्त्वहरूको पारमाणविक बनोटको इलेक्ट्रोनिक विन्यास गर्दा अन्तिम इलेक्ट्रोन कुन सब सेलमा प्रवेश गर्छ भन्ने आधारमा तत्त्वहरूलाई चार ब्लक (समूह) मा वर्गीकरण गरिएको छ । ब्लकका आधारमा गरिएको वर्गीकरणअनुसार तत्त्वहरूको स्थिति तल व्याख्या गरिएको छ ।

1. ***s*-block elements:** तत्त्वको पारमाणविक बनोटको इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा अन्तिम इलेक्ट्रोन *s* सबसेलमा प्रवेश गर्छ भने त्यस तत्त्वलाई *s*-block element भनिन्छ । पेरियोडिक टेबलको ग्रुप IA र IIA का तत्त्वहरू *s*-block elements हुन् । जस्तै: Na को इलेक्ट्रोन विन्यास  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^1$  मा अन्तिम इलेक्ट्रोन 3s सबसेलमा प्रवेश गरेको छ । त्यसैले Na एउटा *s*-block element हो ।
2. ***p*-block elements:** तत्त्वको पारमाणविक बनोटको इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा अन्तिम इलेक्ट्रोन *p* सबसेलमा प्रवेश गर्छ भने त्यस तत्त्वलाई *p*-block element भनिन्छ । पेरियोडिक टेबलको IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA र 0 ग्रुपका तत्त्वहरू *p*-block elements हुन् । जस्तै : Cl को इलेक्ट्रोन विन्यास  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^5$  मा अन्तिम इलेक्ट्रोन 3p सबसेलमा प्रवेश गरेको छ । त्यसैले Cl एउटा *p*-block element हो ।
3. ***d*-block elements:** तत्त्वको पारमाणविक बनोटको इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा अन्तिम इलेक्ट्रोन *d* सबसेलमा प्रवेश गर्छ भने त्यस तत्त्वलाई *d*-block element भनिन्छ । पेरियोडिक टेबलको IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIII, IB र IIB ग्रुपका तत्त्वहरू *d*-block elements हुन् । जस्तै : Cu को इलेक्ट्रोन विन्यास  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$  मा अन्तिम इलेक्ट्रोन 3d सबसेलमा प्रवेश गरेको छ । त्यसैले Cu एउटा *d*-block element हो । *d*-block elements लाई सङ्क्रमण तत्त्वहरू (*transition elements*) पनि भनिन्छ ।
4. ***f*-block elements:** तत्त्वको पारमाणविक बनोटको इलेक्ट्रोन विन्यास गर्दा अन्तिम इलेक्ट्रोन *f* सबसेलमा प्रवेश गर्छ भने त्यस तत्त्वलाई *f*-block element भनिन्छ । लान्थानाइड र एक्टिनाइड समूहका लान्थानियम र एक्टिनियमबाहेक अन्य तत्त्वहरू *f*-block elements हुन् । *d*-block elements लाई भित्री सङ्क्रमण तत्त्वहरू (*inner transition elements*) पनि भनिन्छ ।

## क्रियाकलाप 7.2

यस पाठमा दिइएको पेरियोडिक तालिका अध्ययन गरी त्यसमा भएका तत्त्वहरू कुन कुन ब्लकमा पर्छन्, पत्ता लगाउनुहोस् । आफ्नो कापीमा तल दिइए जस्तो तालिका बनाई ती तत्त्वहरू राखेर तालिकामा भर्नुहोस् ।

<i>s</i> -block elements	<i>p</i> -block elements	<i>d</i> -block elements	<i>f</i> -block elements

## तत्त्वहरूको सक्रियता (Reactivity of elements)

पेरियोडिक तालिकाका कुनै ग्रुप र पिरियड रहेका तत्त्वहरूको सक्रियता फरक फरक हुन्छ । तत्त्वहरूको परमाणुको साइज, बनोट र सबैभन्दा बाहिरी सेलमा भएका इलेक्ट्रोनको सङ्ख्याको आधारमा तत्त्वहरूबिचको सक्रियता तुलना गर्न सकिन्छ । पेरियोडिक तालिकाको ग्रुप र पिरियडमा हुने सक्रियता तल चर्चा गरिएको छ ।

## पेरियोडिक ग्रुपमा तत्त्वहरूको सक्रियता (Reactivity of elements in periodic groups)

पेरियोडिक तालिकाको प्रत्येक ग्रुपमा माथिबाट तलसम्म सक्रियता बढ्दो वा घट्दो क्रममा हुन्छ । सामान्यतया धातुको सक्रियता माथिबाट तलसम्म बढ्दै जान्छ भने अधातुको सक्रियता माथिबाट तलसम्म घट्दै जान्छ ।

धातु : सामान्यतया पेरियोडिक तालिकामा धातुहरूको सक्रियता क्रमशः माथिबाट तलसम्म बढ्दै जान्छ । पेरियोडिक ग्रुपमा जति तल गयो, उति परमाणुको साइज बढ्दै जान्छ । परमाणुको साइज जति ठुलो भयो उति नै धातुहरूको बाहिरी सेलमा रहेको इलेक्ट्रोन दिन सक्ने क्षमता पनि बढी नै हुन्छ । ठुला परमाणुले साना परमाणुले भन्दा सजिलै अन्य तत्त्वहरूलाई इलेक्ट्रोन दिन सक्ने भएकाले पेरियोडिक तालिकाको प्रत्येक ग्रुपमा माथिबाट तलसम्म सक्रियता बढ्दै जान्छ ।

पोटासियमको सक्रियता सोडियमको भन्दा किन बढी हुन्छ त ?

सोडियम र पोटासियम एउटै ग्रुप IA मा पर्ने तत्त्वहरू हुन् । यिनीहरू दुवैको बाहिरी सेल वा संयुज्यता सूचक सेलमा एउटा मात्र इलेक्ट्रोन हुन्छ । त्यसैले यी दुवैको संयुज्यता पनि 1 नै हुन्छ । Na को भन्दा K को पारमाणविक साइज ठुलो भएकाले बाहिरी सेलमा रहेको इलेक्ट्रोनमा न्युक्लियसको आकर्षण कम हुन्छ । त्यसैले Na ले भन्दा K ले सजिलै अरू तत्त्वको परमाणुलाई दिन सक्छ । तसर्थ Na भन्दा K बढी सक्रिय हुन्छ ।

अधातु : सामान्यतया पेरियोडिक तालिकामा अधातुहरूको सक्रियता क्रमशः माथिबाट तलसम्म घट्दै जान्छ । पेरियोडिक ग्रुपमा जति तल गयो उति परमाणुको साइज बढ्दै जान्छ । परमाणुको साइज जति ठुलो भयो उति नै अधातुहरूको बाहिरी सेलमा अन्य तत्त्वहरूबाट इलेक्ट्रोन आकर्षण गर्न सक्ने क्षमता घट्दै जान्छ । साना परमाणुले ठुला परमाणुले भन्दा सजिलै अन्य तत्त्वहरूबाट इलेक्ट्रोन लिन वा साभेदारी गर्न सक्छन् । त्यसैले पेरियोडिक तालिकाको प्रत्येक ग्रुपमा माथिबाट तलसम्म अधातुको सक्रियता घट्दै जान्छ ।

फ्लोरिनको सक्रियता क्लोरिनको भन्दा बढी हुन्छ, किन ?

फ्लोरिन र क्लोरिन दुवै ग्रुप VIIA मा पर्ने तत्त्वहरू हुन् । यिनीहरू दुवैको बाहिरी सेल वा संयुज्यता सूचक सेलमा सात ओटा इलेक्ट्रोनहरू हुन्छन् । यिनीहरू दुवैको संयुज्यता 1 हुन्छ । Cl भन्दा F को पारमाणविक साइज सानो भएकाले बाहिरी सेलमा अक्टेट पुरा गर्न अन्य तत्त्वको परमाणुबाट इलेक्ट्रोन सजिलै आकर्षण गर्न सक्छ । न्युक्लियसको आकर्षण बढी हुने भएकाले Cl ले भन्दा F ले सजिलै अरू तत्त्वबाट इलेक्ट्रोन लिन सक्छ । तसर्थ Cl भन्दा F बढी सक्रिय हुन्छ ।

## पिरियडमा तत्त्वहरूको सक्रियता (Reactivity of elements in periods)

पेरियोडिक तालिकाको प्रत्येक पिरियडमा भएका सबै तत्त्वहरूको परमाणुमा सेलको सङ्ख्या बराबर हुन्छ । तिनीहरूको बाहिरी सेलमा इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या भने फरक फरक हुन्छ । सामान्यतया: पेरियोडिक तालिकाको कुनै एक पिरियडमा ग्रुप IA बाट IVA सम्म सक्रियता घट्दै जान्छ भने त्यसपछि ग्रुप VIIA सम्म क्रमशः बढ्दै जान्छ । अन्त्यमा ग्रुप 0 का तत्त्वहरू भने निष्क्रिय हुन्छन् ।

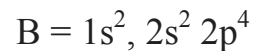
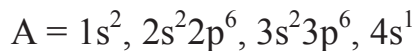
## अभ्यास

(क) तलका प्रश्नहरूको सही विकल्पमा ठिक ( ✓ ) चिह्न लगाउनुहोस् :

- तलका मध्ये कुन चाहिँ तत्त्व अल्काली धातुको उदाहरण हो ?
  - म्याग्नेसियम
  - बेरिलियम
  - सोडियम
  - एल्मुनियम
- इलेक्ट्रोनिक विन्यास  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$  भएको तत्त्व आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुन ग्रुपमा पर्छ ?
  - IA
  - IIA
  - IIIA
  - IVA
- तलका मध्ये कुन तत्त्व सबैभन्दा बढी सक्रिय हुन्छ ?
  - F
  - Cl
  - Br
  - I
- मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकाको त्रुटि तलका मध्ये कुन होइन ?
  - हाइड्रोजनको स्थान अस्पष्ट
  - आइसोटोपको स्थान अस्पष्ट
  - लान्थानाइड र एक्टिनाइडको स्थान अस्पष्ट
  - सोडियमको स्थान अस्पष्ट
- तलका मध्ये कुन तत्त्वलाई अर्धधातुको रूपमा चिनिन्छ ?
  - S
  - Al
  - Ge
  - I

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- मेन्डेलिभको पेरियोडिक नियम लेख्नुहोस् । मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकाको महत्त्व स्पष्ट पार्नुहोस् ।
- मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिकामा भएका कुनै दुई ओटा त्रुटिहरू उल्लेख गरी ती त्रुटि सच्याउन आधुनिक पेरियोडिक तालिका सफल भयो वा भएन, मूल्याङ्कन गर्नुहोस् ।
- आधुनिक पेरियोडिक नियम लेख्नुहोस् । आधुनिक पेरियोडिक तालिकाको कुनै चार विशेषता उल्लेख गर्नुहोस् ।
- तल दिइएका तत्वहरू A र B को इलेक्ट्रोन विन्यास अध्ययन गरी तल दिइएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :



- (i) तत्त्वहरू A र B पेरियोडिक तालिकाको कुन कुन ग्रुपमा पर्छन् ?
  - (ii) तत्त्वहरू A र B पेरियोडिक तालिकाको कुन कुन पिरियडमा पर्छन् ?
  - (iii) A र B को संयुज्यता निकाल्नुहोस् ।
  - (iv) A र B मिलेर बन्ने यौगिकको अणुसूत्र लेख्नुहोस् ।
  - (v) A र B कुन कुन ब्लकमा पर्ने तत्त्वहरू हुन्, किन ? कारण लेख्नुहोस् ।
5. अर्धधातु भनेको के हो ? कुनै तिन ओटा उदाहरण दिई पेरियोडिक तालिकामा तिनीहरूको स्थान पहिल्याउनुहोस् ।
  6. अल्काली धातु पेरियोडिक तालिकाको कुन ग्रुपमा रहेका छन् ? तिनीहरूलाई किन अल्काली धातु भनिएको हो ? कारण खुलाउनुहोस् ।
  7. मेन्डेलिभको पेरियोडिक तालिका र आधुनिक पेरियोडिक तालिकाबिच फरक छुट्याउनुहोस् ।
  8. Na र K मध्ये कुन बढी सक्रिय तत्त्व हो ? कारणसहित लेख्नुहोस् ।
  9. O र S मध्ये कुन तत्त्वको सक्रियता बढी होला, किन ? लेख्नुहोस् ।
  10. p-block element भन्नाले कस्ता तत्त्वहरूलाई जनाउँछ ? कुनै पाँच ओटा उदाहरण दिनुहोस् ।
  11. तल दिइएका तत्त्वहरू s, p, d वा f कुन ब्लकमा पर्छन्, तालिका बनाई लेख्नुहोस् ।  
Na, K, Cu, Zn, U, Lr, Lu, Be, O,  
Si, Al, F, C, Ca, Fe, Mn, Cr and Ra
  12. धातु र अधातुबिच फरक छुट्याई पेरियोडिक तालिकामा तिनीहरूको स्थान उल्लेख गर्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

तपाईंको पाठ्य पुस्तकमा दिइएको पेरियोडिक तालिका अवलोकन गरी ठुलो चार्ट पेपरमा पेरियोडिक तालिका बनाई त्यसमा धातु, अधातु र अर्धधातु छुट्याउन फरक फरक रङ भर्नुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

*s, p, d, f-block*: सबसेलको आधारमा परमाणुको संरचना तयार गर्दा क्रमशः *s, p, d* र *f* वर्गमा पर्ने तत्त्वहरूको समूह

अक्टेट (Octet) : परमाणुको बाहिरी सेलमा आठ ओटा इलेक्ट्रोन भई सेल पूर्ण भएको अवस्था

निष्क्रिय ग्याँस : परमाणुको बाहिरी सेल पूर्ण भई रासायनिक प्रतिक्रियामा भाग नलिने 0 समूहका तत्त्वहरू

## एकाइ ८ रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical Reaction)

कागज बाल्दा र दाउरा बाल्दा खरानी बनेको हामीले देखेका छौं । मटितेल बाल्दा धुवाँको मुस्लो निस्कन्छ । यस्तो परिवर्तन हुँदा एक प्रकारको पदार्थ अर्को प्रकारमा परिवर्तन हुन्छ । यस्तो परिवर्तनलाई के भनिन्छ ? यसो किन भएको होला ? केहीबेर ध्यान दिएर सोचनुहोस् त । प्रकृतिमा पाइने पदार्थहरूमा कि त भौतिक परिवर्तन हुन्छ कि त रासायनिक परिवर्तन । रासायनिक परिवर्तन हुँदा एक प्रकारको पदार्थ अर्को प्रकारको पदार्थ बन्न पुग्छ । रासायनिक परिवर्तन हुने प्रक्रियालाई रासायनिक प्रतिक्रियाको रूपमा व्यक्त गरिन्छ । यसबारे हामीले कक्षा ९ मा नै अध्ययन गरिसकेका छौं । यस पाठमा भने हामी विभिन्न प्रकारका रासायनिक प्रतिक्रियाहरू, रासायनिक प्रतिक्रियामा प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू र रासायनिक समीकरण जस्ता विषयमा थप अध्ययन गर्ने छौं ।

### रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical reaction)

रासायनिक परिवर्तन हुँदा प्रतिक्रियारत पदार्थ (reactants) हरूको अणुमा रहेको बन्ड, ताप, चाप, उत्प्रेरक आदिका कारण टुट्न जान्छ । प्रतिक्रियारत पदार्थहरूको परमाणु र अणुहरूबिच साटफेर, सङ्गठन वा विघटन भई नयाँ उत्पादित पदार्थ (products) बन्छ, यस्तो प्रक्रियालाई रासायनिक प्रतिक्रिया (chemical reaction) भनिन्छ । रासायनिक प्रतिक्रियालाई सूत्र समीकरणद्वारा व्यक्त गरिन्छ । रासायनिक प्रतिक्रियामा संलग्न र उत्पादित पदार्थहरूको सङ्केत तथा सूत्रहरूद्वारा प्रतिनिधित्व गर्ने तरिकालाई रासायनिक समीकरण (chemical equation) भनिन्छ ।

### रासायनिक प्रतिक्रियाका किसिम (Types of chemical reaction)

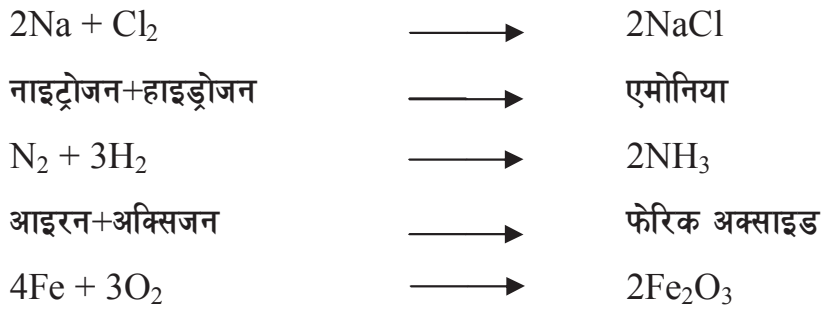
प्रतिक्रियारत पदार्थहरू रासायनिक परिवर्तन भई उत्पादित पदार्थ बन्ने प्रक्रियाका आधारमा रासायनिक प्रतिक्रियालाई विभिन्न किसिममा विभाजन गरिएको छ । रासायनिक प्रतिक्रियाका केही महत्त्वपूर्ण प्रकारहरू तल चर्चा गरिएको छ ।

#### संयोजन प्रतिक्रिया (Combination reaction)

दुई वा दुईभन्दा बढी प्रतिक्रियारत पदार्थहरू मिली एउटा मात्र उत्पादित पदार्थ बन्ने रासायनिक प्रतिक्रियालाई संयोजन प्रतिक्रिया (combination reaction) भनिन्छ । उदाहरणका लागि तल दिइएका केही रासायनिक प्रतिक्रियाका समीकरणहरू हेरौं :

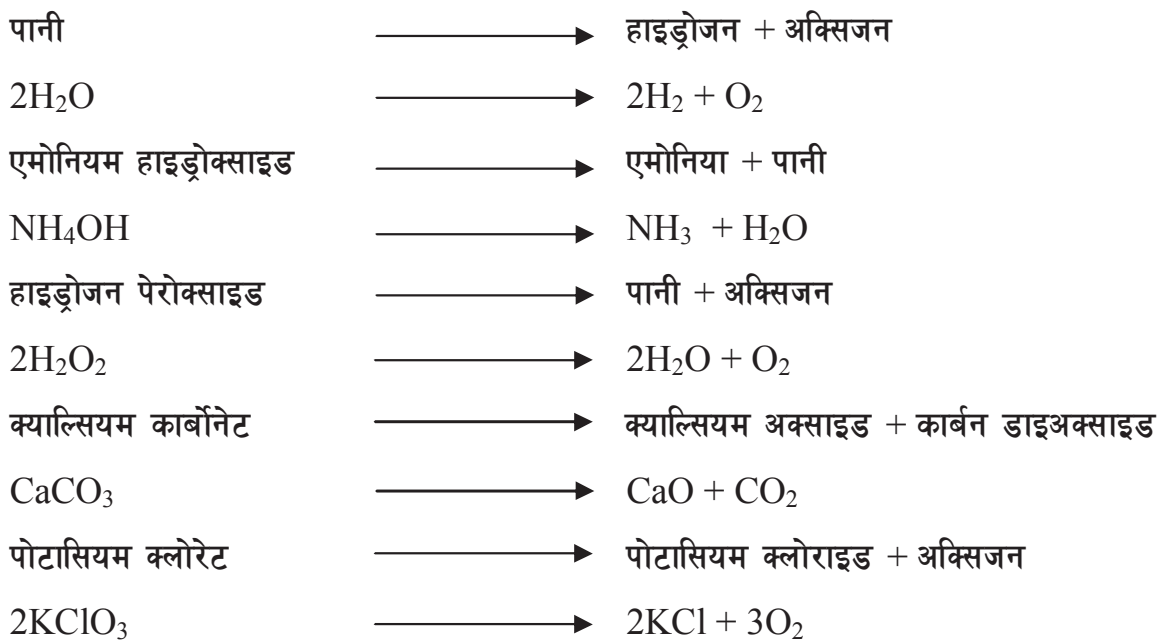






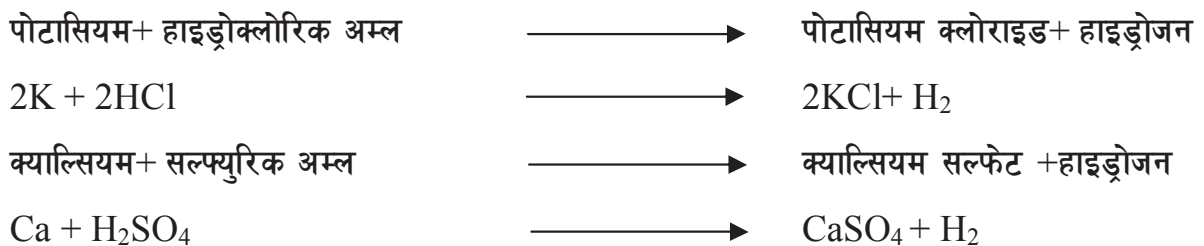
### विभाजन प्रतिक्रिया (Decomposition reaction)

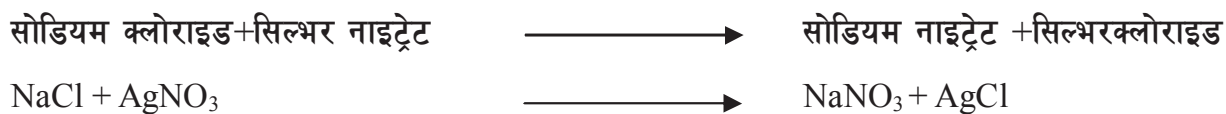
ताप, चाप र अन्य कारणले एउटा मात्र प्रतिक्रियारत पदार्थ विभाजन भई दुई वा दुईभन्दा बढी उत्पादित पदार्थ बन्ने रासायनिक प्रतिक्रियालाई विभाजन प्रतिक्रिया (decomposition reaction) भनिन्छ । उदाहरणका लागि तल दिइएका केही रासायनिक प्रतिक्रियाका समीकरणहरू हेरौं :



### विस्थापन प्रतिक्रिया (Displacement reaction)

रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा एउटा प्रतिक्रियारत पदार्थको परमाणु वा रेडिकललाई अर्को प्रतिक्रियारत पदार्थको परमाणु वा रेडिकललाई विस्थापन गरी नयाँ उत्पादित पदार्थहरू बन्ने प्रतिक्रियालाई विस्थापन प्रतिक्रिया (displacement reaction) भनिन्छ । उदाहरणका लागि तल दिइएका केही विस्थापन प्रतिक्रियाका समीकरणहरू हेरौं :

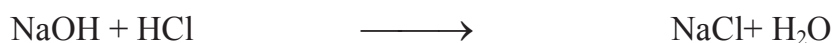




### अम्ल क्षार प्रतिक्रिया (Acid base reaction)

अम्ल र क्षार एक आपसमा मिसिएपछि यिनीहरूबिच रासायनिक प्रतिक्रिया भई नयाँ पदार्थहरू बन्छन् । यसरी अम्ल र क्षारबिच रासायनिक प्रतिक्रिया भई लवण र पानी बन्ने क्रियालाई अम्ल क्षार प्रतिक्रिया भनिन्छ । अम्ल क्षार प्रतिक्रियाका क्रममा अम्लको अम्लीयपना र क्षारको क्षारीयपना हट्न गई तटस्थ पदार्थहरू बन्छन् । त्यसैले यस प्रकारको प्रतिक्रियाहरूलाई निराकरण प्रतिक्रिया (neutralization reaction) पनि भनिन्छ ।

अम्ल क्षार प्रतिक्रियाका केही उदाहरणहरू तल दिइएको छ :



### रासायनिक प्रतिक्रियामा प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू (Factors affecting chemical reaction)

रासायनिक प्रतिक्रिया फरक फरक दरमा हुन्छ । कुनै पदार्थहरूबिचको प्रतिक्रिया तीव्र गतिमा हुन्छ भने अन्य पदार्थबिचको रासायनिक प्रतिक्रिया मन्द गतिमा हुने गर्छ । प्रतिक्रियारत पदार्थहरू सम्पर्कमा आएमा मात्र पनि केही रासायनिक प्रतिक्रिया हुन जान्छ भने केही प्रतिक्रियाका लागि ताप, चाप, उत्प्रेरक आदि जस्ता अन्य अवस्थाहरूको आवश्यकता पर्छ । यहाँ हामी रासायनिक प्रतिक्रियाको दर घटबढ गराउने तत्त्वहरूको विषयमा अध्ययन गर्दै छौं ।

रासायनिक प्रतिक्रियाको दरमा प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू निम्नानुसार छन् :

#### तापक्रम (Temperature)

सामान्यतया प्रतिक्रियारत पदार्थहरूको तापक्रम वृद्धि गर्दा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि बढ्छ । तापक्रम घटाएमा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि घट्छ । तापक्रम वृद्धि गर्न प्रतिक्रियारत पदार्थलाई उपयुक्त ढङ्गले तताउने गरिन्छ । प्रतिक्रियारत पदार्थको तापक्रम वृद्धि गर्दै जाँदा तिनीहरूका अणुहरू बढी चलायमान हुन जान्छन् । अणु टुक्रिने र पुनः संयोजन हुने काम छिटो छिटो हुन्छ । यसरी तापक्रम बढ्दा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर वृद्धि हुन्छ ।

## क्रियाकलाप 8.1

आवश्यक सामग्री : हार्ड ग्लास बिकर, ओदान, वायर गज, स्पिरिट ल्याम्प, थर्मोमिटर, ग्लास रड

आवश्यक रसायन : पोट्यासियम थायोसल्फेट, फिक्का सल्फ्युरिक एसिड, पानी, पोट्यासियम परम्यान्गानेट ( $KMnO_4$ ) को घोल, अक्जालिक एसिड

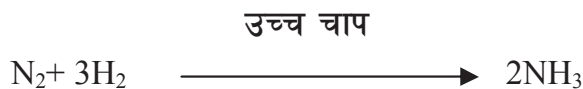
विधि : सर्वप्रथम दुई ओटा बिकरमा अक्जालिक एसिडको क्रिस्टल राख्नुहोस् । प्रत्येक बिकरमा 10 ml जति फिक्का सल्फ्युरिक एसिड थप्नुहोस् । अब दुवै बिकरमा करिब 5 ml पोट्यासियम परम्यान्गानेटको घोल राख्नुहोस् । दुवै बिकरका घोलहरूलाई केहीबेर ग्लास रडले चलाउनुहोस् र अवलोकन गर्नुहोस् । दुवै बिकरका घोलहरू गुलाफी रङका देखिन्छन् । अब एउटा बिकरको मिश्रणलाई स्पिरिट ल्याम्पको सहायताले करिब 60-80 डिग्री सेल्सियससम्म तताउनुहोस् । कुन बिकरको घोलको रङ छिटो हराउँछ अवलोकन गर्नुहोस् ।

अवलोकन : सुरुमा दुवै घोलको रङ गुलाफी थियो । तताएको बिकरको घोलको रङ छिटो हराएर गयो । तर नतताएको बिकरको घोलको गुलाफी रङ धेरै बेरपछि मात्र हराएर गयो ।

निष्कर्ष : तापक्रम वृद्धि गर्दा अक्जालिक एसिड, पोट्यासियम परम्यान्गानेट र सल्फ्युरिक एसिडबिचको रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि बढ्यो ।

## चाप (Pressure)

ग्याँसहरूबिचको रासायनिक प्रतिक्रिया प्रतिक्रियारत अवस्थाको चापमा निर्भर गर्दछ । सामान्यतया ग्याँसको चाप वृद्धि हुँदा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि क्रमशः बढ्दै जान्छ । बढी चाप भएको अवस्थामा रासायनिक प्रतिक्रिया छिटो हुन्छ । कतिपय ग्याँसहरूबिचको रासायनिक प्रतिक्रिया उच्च चापमा मात्र सम्भव हुन्छ । जस्तै नाइट्रोजन र हाइड्रोजनबिच रासायनिक प्रतिक्रिया भई एमोनिया ग्याँस उत्पादन गर्दा उच्च चापको आवश्यकता पर्छ ।



## सतहको क्षेत्रफल (Surface area)

रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा प्रतिक्रियारत पदार्थहरूको एक आपसमा सम्पर्कमा आउने सतहको क्षेत्रफल कम भए रासायनिक प्रतिक्रिया ढिलो हुन्छ । तर सतहको क्षेत्रफल बढी भएमा रासायनिक प्रतिक्रिया पनि छिटो हुन्छ । त्यसैले प्रतिक्रियारत पदार्थहरूको सतहको क्षेत्रफल वृद्धि गरेर रासायनिक प्रतिक्रियाको दर बढाउन सकिन्छ ।

## क्रियाकलाप 8.2

आवश्यक सामग्री : बिकर, पानी, ग्लास रड, टप प्यान तराजु, चम्चा, मेजरिङ सिलिन्डर, वाच ग्लास

आवश्यक रसायन : जिङ्कको धुलो, जिङ्कका टुक्राहरू, फिक्का हाइड्रोक्लोरिक एसिड

विधि : सर्वप्रथम दुई ओटा बिकरमा 20/20 ml फिक्का हाइड्रोक्लोरिक एसिड राख्नुहोस् । एसिडको आयतन नाप्न मेजरिङ सिलिन्डरको प्रयोग गर्नुहोस् । टप प्यान ब्यालेन्सको सहायताले 2 ग्राम १००

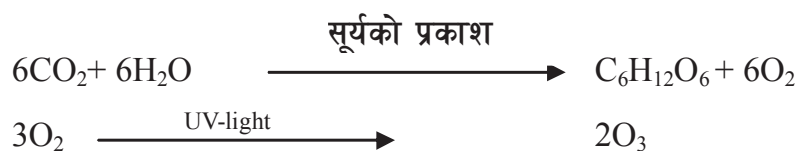
जिङ्कका टुक्रा जोखेर वाच ग्लासमा राख्नुहोस् । त्यसैगरी 2 ग्राम जिङ्कको धुलो जोखेर अर्को वाच ग्लासमा राख्नुहोस् । वाच ग्लासमा राखिएको जिङ्कको धुलो र टुक्राहरू 2 छुट्टाछुट्टै बिकरमा एकसाथ खन्याउनुहोस् । अब केहीबेर दुवै बिकरको मिश्रणलाई ग्लास रडले चलाउनुहोस् । कुन बिकरमा रासायनिक प्रतिक्रिया छिटो भयो, अवलोकन गर्नुहोस् । कुन बिकरमा ग्याँसका फोकाहरू छिटो छिटो निस्किए ? अवलोकन गरी निष्कर्षमा पुग्नुहोस् ।

अवलोकन : जिङ्कको धुलो राखिएको बिकरमा ग्यास छिटो छिटो निस्कन्छ । यही बिकरमा रासायनिक प्रतिक्रिया छिटो सम्पन्न हुन्छ । यस बिकरमा रासायनिक प्रतिक्रिया भइसक्दा पनि अर्को बिकरमा जिङ्कका टुक्राहरू बाँकी नै देखिन्छन् ।

निष्कर्ष : धुलो जिङ्कको सतहको क्षेत्रफल बढी भएकाले एसिडसँगको प्रतिक्रिया उच्च दरमा भयो । जिङ्कको टुक्राको सतहको क्षेत्रफल कम भएकाले रासायनिक प्रतिक्रियाको दर ढिला भयो । त्यसैले प्रतिक्रियारत पदार्थहरूको आपसमा सम्पर्कमा आउने सतहको क्षेत्रफल बढ्दा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि वृद्धि हुन्छ ।

### प्रकाश (Light)

कुनै रासायनिक प्रतिक्रिया हुन प्रकाशको आवश्यकता पर्छ । प्रकाशको उपस्थितिमा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर बढ्न जान्छ । तलका रासायनिक प्रतिक्रियाहरू प्रकाशको उपस्थितिमा हुन्छन् ।



### उत्प्रेरक (Catalyst)

रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने वा घटाउने रासायनिक पदार्थहरूलाई उत्प्रेरक भनिन्छ । यी पदार्थहरू रासायनिक प्रतिक्रिया सकिएपछि खर्च हुँदैनन् र परिवर्तन पनि हुँदैनन् । यिनीहरूले केवल रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने वा घटाउने काम मात्र गर्दछन् । रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई बढाउने उत्प्रेरक पदार्थलाई सकारात्मक उत्प्रेरक (positive catalyst) भनिन्छ । त्यसैगरी रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई घटाउने उत्प्रेरक पदार्थहरूलाई नकारात्मक उत्प्रेरक (negative catalyst) भनिन्छ । जस्तै :



यहाँ  $\text{MnO}_2$  ले सकारात्मक उत्प्रेरकको कार्य गर्छ ।



यहाँ  $\text{MnO}_2$  ले सकारात्मक उत्प्रेरकको कार्य गर्छ ।



यहाँ  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  ले नकारात्मक उत्प्रेरकको कार्य गर्छ ।

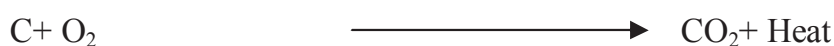
## उत्प्रेरकका विशेषताहरू (Characteristics of catalyst)

- (क) रासायनिक प्रतिक्रियाको अन्त्यमा उत्प्रेरकको पिण्ड र रासायनिक बनोटमा कुनै परिवर्तन हुँदैन ।
- (ख) यिनीहरूले प्रतिक्रियालाई सुरु गराउने काम गर्दैनन् । तर सुरु भइसकेको रासायनिक प्रतिक्रियाको गतिलाई घटबट भने गराउँछन् ।

## ताप दायक र ताप शोषक प्रतिक्रिया (Exothermic and endothermic reaction)

रासायनिक प्रतिक्रियाहरू तापमा भएको परिवर्तनका कारण हुने गर्दछन् । त्यसैले रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा बाहिरबाट ताप प्राप्त गर्ने वा ताप उत्पन्न हुने आधारमा यिनीहरूलाई 2 भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ । रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा ताप लिने प्रतिक्रियालाई ताप शोषक प्रतिक्रिया (endothermic reaction) भनिन्छ र ताप दिने प्रतिक्रियालाई ताप दायक प्रतिक्रिया (exothermic reaction) भनिन्छ ।

ताप दायक प्रतिक्रियाका केही उदाहरणहरू



ताप शोषक प्रतिक्रियाका केही उदाहरणहरू



## सारांश

1. रासायनिक परिवर्तन हुँदा एक प्रकारको पदार्थ अर्को प्रकारको पदार्थमा रूपान्तरण हुन्छ । यसलाई रासायनिक प्रतिक्रिया भनिन्छ ।
2. सामान्यतया रासायनिक प्रतिक्रिया चार प्रकारका हुन्छन् : संयोजन प्रतिक्रिया, विभाजन प्रतिक्रिया, विस्थापन प्रतिक्रिया र अम्ल क्षार प्रतिक्रिया ।
3. तापक्रम, प्रकाश, चाप, उत्प्रेरक, सतहको क्षेत्रफल आदि रासायनिक प्रतिक्रियामा प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू हुन् । यी तत्त्वहरूले रासायनिक प्रतिक्रियाको दर घटाउने वा बढाउने कार्य गर्छन् ।
4. आफ्नो रासायनिक अवस्थामा परिवर्तन नभई रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई घटाउने वा बढाउने पदार्थहरूलाई उत्प्रेरक भनिन्छ ।
5. रासायनिक प्रतिक्रियाको क्रममा ताप सोस्ने प्रतिक्रियालाई ताप शोषक र ताप दिने प्रतिक्रियाहरूलाई ताप दायक प्रतिक्रिया भनिन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

- दुई वा सोभन्दा बढी पदार्थहरू मिलेर एउटा मात्र उत्पादित पदार्थ बन्ने रासायनिक प्रतिक्रियालाई कुन प्रकारको प्रतिक्रिया भनिन्छ ?
  - संयोजन प्रतिक्रिया
  - विभाजन प्रतिक्रिया
  - विस्थापन प्रतिक्रिया
  - अम्ल क्षार प्रतिक्रिया
- तल दिइएका प्रतिक्रियारत पदार्थबिच हुने प्रतिक्रियामध्ये कुन चाहिँ निराकरण प्रतिक्रिया हो ?
  - जस्ता र हाइड्रोक्लोरिक एसिड
  - सोडियम अक्साइड र हाइड्रोक्लोरिक एसिड
  - क्याल्सियम कार्बोनेट र सल्फ्युरिक एसिड
  - पोटासियम र क्लोरिन
- बिरुवाले कार्बन डाइअक्साइड र पानीबाट ग्लुकोज बनाउने रासायनिक प्रतिक्रियाका लागि तलका मध्ये कुन अवस्था आवश्यक पर्छ ?
  - तापक्रम
  - चाप
  - प्रकाश
  - ध्वनि
- क्याल्सियम कार्बोनेटलाई तताउँदा हुने रासायनिक प्रतिक्रिया कुन प्रकारको हो ?
  - संयोजन प्रतिक्रिया
  - विभाजन प्रतिक्रिया
  - विस्थापन प्रतिक्रिया
  - अम्ल क्षार प्रतिक्रिया
- नाइट्रोजन र हाइड्रोजनबिच रासायनिक प्रतिक्रिया गराई एमोनिया ग्याँस उत्पादन गर्दा तलका मध्ये कुन अवस्था आवश्यक पर्दैन ?
  - उच्च चाप
  - उच्च तापक्रम
  - फलाम उत्प्रेरक
  - अल्ट्राभायोलेट प्रकाश

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- रासायनिक प्रतिक्रिया भनेको के हो ? रासायनिक प्रतिक्रियाको दरलाई असर पार्ने कुनै चार तत्त्वहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।
- संयोजन प्रतिक्रिया भन्नाले कस्तो प्रतिक्रियालाई बुझाउँछ ? यसका कुनै दुई ओटा उदाहरण सन्तुलित रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् । विस्थापन प्रतिक्रिया भनेको के हो ? कुनै दुई ओटा उदाहरण दिई स्पष्ट पार्नुहोस् ।

3. विभाजन प्रतिक्रियाको कुनै दुई ओटा उदाहरण सन्तुलित रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् ।
4. अम्ल क्षार प्रतिक्रियाको कुनै दुई ओटा उदाहरण दिनुहोस् । यस्तो प्रतिक्रियालाई किन निराकरण प्रतिक्रिया भनिन्छ, कारण दिनुहोस् ।
5. तापक्रम वृद्धि हुँदा रासायनिक प्रतिक्रियाको दर पनि बढ्छ भन्ने कुरा प्रमाणित गर्न कुनै एउटा प्रयोगको सविस्तार वर्णन गर्नुहोस् ।
6. ताप दायक र ताप शोषक प्रतिक्रियाबिच उदाहरणसहित फरक छुट्याउनुहोस् ।
7. उत्प्रेरक भनेको के हो ? रासायनिक प्रतिक्रियामा उत्प्रेरकको प्रयोग किन गरिन्छ, लेख्नुहोस् ।
8. तल दिइएका असन्तुलित सूत्र समीकरणहरूलाई सन्तुलित सूत्र समीकरण बनाई लेख्नुहोस् :
  - (i)  $K + O_2 \longrightarrow K_2O$
  - (ii)  $Au + Cl_2 \longrightarrow AuCl_3$
  - (iii)  $Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$
  - (iv)  $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
  - (v)  $Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu$
  - (vi)  $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
  - (vii)  $HCl + K_2O \longrightarrow KCl + H_2O$
  - (viii)  $HNO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$
9. तल दिइएका शब्द समीकरणहरूलाई सन्तुलित सूत्र समीकरणमा लेख्नुहोस् :
  - (i) कपर + अक्सिजन  $\longrightarrow$  क्युप्रिक अक्साइड
  - (ii) म्याग्नेसियम + क्लोरिन  $\longrightarrow$  म्याग्नेसियम क्लोराइड
  - (iii) हाइड्रोजन + अक्सिजन  $\longrightarrow$  हाइड्रोजन पेरोक्साइड
  - (iv) नाइट्रोजन + हाइड्रोजन  $\longrightarrow$  एमोनिया
  - (v) एल्मुनियम + नाइट्रोजन  $\longrightarrow$  एल्मुनियम नाइट्राइड
  - (vi) क्याल्सियम कार्बोनेट  $\longrightarrow$  कार्बन डाइअक्साइड + क्याल्सियम अक्साइड
  - (vii) जिङ्क + हाइड्रोक्लोरिक एसिड  $\longrightarrow$  जिङ्क क्लोराइड + हाइड्रोजन
  - (viii) क्याल्सियम अक्साइड + पानी  $\longrightarrow$  क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड

10. तलका पदार्थहरूबिचको रासायनिक प्रतिक्रियाबाट के के बन्छन् ? रासायनिक प्रतिक्रियाको सन्तुलित समीकरणसहित लेख्नुहोस् ।
- (i) म्याग्नेसियम हावामा बल्दा
  - (ii) नाइट्रोजन र हाइड्रोजनलाई उच्च तापक्रम र उच्च चापमा रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा
  - (iii) सोडियम अक्साइडलाई सल्फ्युरिक एसिड भएको बिकरमा राख्दा
  - (iv) तामाको भाँडोमा हाइड्रोक्लोरिक एसिड राख्दा
  - (v) हाइड्रोजन पेरोअक्साइडलाई म्यान्गानिज डाइअक्साइडको उपस्थितिमा विच्छेदन गराउँदा
  - (vi) पोट्यासियम र हाइड्रोक्लोरिक एसिडका बिचमा रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा
  - (vii) क्याल्सियम कार्बोनेट र हाइड्रोक्लोरिक एसिडको बिचमा रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा
  - (viii) क्याल्सियम हाइड्रोअक्साइडमा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस पठाउँदा
  - (ix) पोट्यासियम धातुको टुकालाई पानीमा राख्दा

### परियोजना कार्य

एउटा गिलासमा खरानी पानी तयार पार्नुहोस् । लिट्मसको सहायताले यसको अम्लीय वा क्षारीय गुण पत्ता लगाउनुहोस् । त्यसैगरी अर्को गिलासमा कागती पानी तयार पार्नुहोस् । यसको पनि अम्लीय वा क्षारीय गुण लिट्मसको सहायताले पत्ता लगाउनुहोस् । करिब बराबर मात्रामा खरानी पानी र कागती पानीलाई तेस्रो गिलासमा खन्याउनुहोस् । अब बनेको मिश्रणको पनि अम्लीय वा क्षारीय गुण लिट्मसको सहायताले परीक्षण गर्नुहोस् । यसबाट के सिक्नुभयो ? संक्षिप्त प्रतिवेदन बनाई कक्षामा सुनाउनुहोस् ।



## एकाइ ९ अम्ल, क्षार र लवण (Acid, Base and Salt)

अचार खाँदा अमिलो, तिते करेला खाँदा तितो र नुन खाँदा नुनिलो महसुस हुन्छ । यस्तो किन भएको होला ? कहिले विचार गर्नुभएको छ ? यसको कारण क्रमशः अम्ल, क्षार र लवणले गर्दा हो । प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा प्राकृतिक वा मानव निर्मित अकार्बनिक वस्तुहरू पाइन्छन् । तिनीहरूलाई क्रमशः अम्ल, क्षार र लवणमा विभाजन गर्न सकिन्छ । फलफुल र तरकारीहरूमा धेरै प्रकारका अम्लहरू पाइन्छन् । साबुन बनाउँदा प्रयोग गरिने कास्टिक सोडा एक क्षार हो । हाम्रो दैनिक जीवनमा औषधी बनाउन धेरैजसो लवणहरू प्रयोग गरिन्छन् । यस एकाइमा हामी अम्ल, क्षार र लवणको परिचय, गुण र तिनको उपयोगिताका बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### अम्ल (Acid)

अम्ललाई अङ्ग्रेजीमा एसिड (acid) भनिन्छ । यो शब्द ल्याटिन शब्द एसिडस (acidus) बाट आएको हो, जसको अर्थ अमिलो (sour) हुन्छ । खानामा हुने अम्लका कारण धेरै वस्तुहरूको स्वाद अमिलो हुन्छ । कागती, सुन्तला जस्ता पदार्थहरू साइट्रिक अम्ल (citric acid), भोगटे टार्टरिक अम्ल (tartaric acid) का कारणले अमिलो स्वादका हुन्छन् । त्यसैगरी अमिलो दुधमा ल्याक्टिक अम्ल (lactic acid) र भिनेगर (vinegar) मा एसिटिक एसिड (acetic acid) पाइन्छन् । भिटामिन C मा एस्कॉर्बिक अम्ल (ascorbic acid) पाइन्छ ।

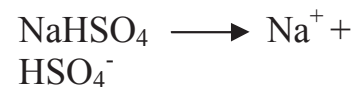
सामान्यतया प्रयोगशालामा प्रयोग गरिने कडा अम्लहरूमा हाइड्रोक्लोरिक, नाइट्रिक र सल्फ्युरिक अम्ल पर्छन् भने कार्बोनिक र एसिटिक अम्लहरू कमजोर खालका अम्लहरू हुन् । सबै प्रकारका अम्लहरूलाई पानीमा घुलाउँदा हाइड्रोजन आयन ( $H^+$ ) उत्पादन हुन्छ । अम्लहरूसँग केही धातुहरूले प्रतिक्रिया गर्दा हाइड्रोजन ग्याँस निस्कन्छ वा धातुहरूले अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई विस्थापित गर्छ ।

अम्ल एउटा यौगिक पदार्थ हो, जसले घोलमा धनात्मक आयोनहरू ( $H^+$  ion) दिन्छ ।



तपाईंलाई थाहा छ ?

HCl अम्ललाई पानीमा घोल्दा यसका अणुहरू  $H^+$  आयोन र  $Cl^-$  आयोनहरूमा छुट्टिन्छन् ।  $H^+$  आयोनहरू दिने भएकाले HCl एउटा अम्ल हो । यस्तै  $NaHSO_4$  एउटा लवण भए पनि  $H^+$  आयोनका कारणले यस पदार्थको घोलमा अम्लका केही गुणहरू हुन्छन्, त्यसैले  $Na^+$  आयोन भएको लवण भए तापनि यसलाई अम्लीय लवण (acidic salt) मानिन्छ ।



## अम्लको वर्गीकरण (Classification of acid)

स्रोतका आधारमा अम्लहरू प्राङ्गारिक (organic) र अप्राङ्गारिक (inorganic) गरी दुई प्रकारका हुन्छन् । जीवजन्तुहरूमा पाइने अम्लहरूलाई प्राङ्गारिक अम्ल भनिन्छ । टार्टारिक, साइट्रिक, एसिटिक अम्लहरू यस प्रकारका अम्लहरू हुन् । प्रयोगशालामा बनाइने HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> आदि अप्राङ्गारिक अम्लहरू हुन् । हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आमाशयभित्र पनि बन्छ तर यसलाई अप्राङ्गारिक अम्लमा नै लिइन्छ ।

आयोनाइजेसन गर्ने क्षमताका आधारमा अम्लहरू कडा अम्ल (strong acid) र नरम अम्ल (weak acid) गरी दुई प्रकारका हुन्छन् । अम्ल जति कडा (strong) भयो उति H<sup>+</sup> आयोनहरू यसका अणुहरूबाट छुट्टिन्छन् र यो जति नरम (weak) भयो उति कम H<sup>+</sup> आयोनहरू यसका अणुहरूबाट छुट्टिएर जान्छन् । कार्बोनिक अम्ल (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) र एसिटिक अम्ल (CH<sub>3</sub>COOH) जस्ता कमजोर अम्लहरू कम मात्रामा आयोनीकरण हुन्छन् भने हाइड्रोक्लोरिक (HCl), सल्फ्युरिक (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) तथा नाइट्रिक (HNO<sub>3</sub>) अम्ल जस्ता कडा अम्लहरू धेरै मात्रामा आयोनीकरण हुन्छन् । अम्ल जति मात्रामा आयोनीकरण हुन्छ, उतिकै बढी H<sup>+</sup> आयोनहरू छुट्टिएका हुन्छन् ।

## अम्लका गुणहरू (Characteristics of acid)

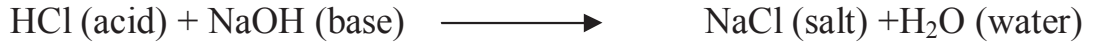
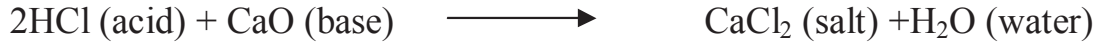
1. सामान्यतया अम्लको स्वाद अमिलो हुन्छ, जस्तै : कागतीको रसमा साइट्रिक अम्ल (citric acid), भिनेगरमा एसिटिक अम्ल (acetic acid), स्याउमा म्यालिक अम्ल (malic acid), अमिलो दुधमा ल्याक्टिक अम्ल (lactic acid) इत्यादि ।
2. कडा अम्लहरूले छालालाई पोल्छन् र यिनीहरू खियाउने प्रकृतिका हुन्छन् ।
3. अम्लहरूले निलो लिट्मसको रङलाई रातो बनाउँछन् । फेनोल्फ्थालिन रङहीन हुन्छ भने मिथाइल अरेन्जको रङ रातो हुन्छ । लिट्मस, मिथाइल अरेन्ज र फेनोल्फ्थालिन जस्ता पदार्थहरूको प्रयोगबाट अम्ल, क्षार र लवण छुट्ट्याउन सकिने हुनाले यिनीहरूलाई सूचक पदार्थ (indicator) भनिन्छ ।
4. अम्लहरूले म्याग्नेसियम, जस्ता, फलाम जस्ता क्रियाशील धातुहरूसँग प्रतिक्रिया गरी हाइड्रोजन दिन्छन् ।



5. अम्लहरूले कार्बोनेट वा हाइड्रोजन कार्बोनेटसँग प्रतिक्रिया गरी कार्बन डाइअक्साइड दिन्छन् र यसो गर्दा कार्बन डाइअक्साइडका साना ग्याँसका फोका या फिँज निस्कन्छन् । यस परीक्षणबाट कुनै चिज अम्ल हो वा होइन छुट्ट्याउन सकिन्छ ।



6. अम्लहरूले क्षारसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउँछन् ।



### अम्लहरूको प्रयोग (Uses of acids)

अम्ल	प्रयोग
सल्फ्युरिक अम्ल ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	उद्योग तथा प्रयोगशालामा
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ( $\text{HCl}$ )	उद्योग तथा प्रयोगशालाका विभिन्न काममा
नाइट्रिक अम्ल ( $\text{HNO}_3$ )	उद्योग, कल कारखाना तथा प्रयोगशालामा
कार्बोनिक अम्ल ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )	सोडा, पानी, कोकाकोला जस्ता पेय पदार्थमा
एसिटिक अम्ल भेनेगर ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	विभिन्न अचारहरूमा

## क्रियाकलाप 9.1

### कडा र कमजोर अम्ल

एउटा परीक्षण नलीमा एक टुक्रा म्याग्नेसियम ( $\text{Mg}$ ) राखी अलिकति फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ( $\text{HCl}$ ) राख्नुहोस् । यसैगरी अर्को परीक्षण नलीमा एक टुक्रा म्याग्नेसियम र अलिकति एसिटिक अम्ल ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) राख्नुहोस् र त्यसैगरी म्याग्नेसियमको सट्टा चुनढुङ्गा (lime stone) का टुक्राहरू राखी प्रतिक्रियाको गति अध्ययन गर्नुहोस् ।

### क्षार (Base)

सामान्यतः क्षारहरू धातुका अक्साइड वा हाइड्रोक्साइड हुन्, जसले अम्लसँग प्रतिक्रिया गरी पानी र लवण बनाउँछन् । केही क्षारहरू पानीमा घुल्छन् र अल्काली (alkali) बनाउँछन् । पानीमा अल्कालीले  $\text{OH}^-$  आयोन दिन्छ । सबै अल्कालीहरू क्षार हुन् तर सबै क्षारहरू अल्काली होइनन् । सबै क्षारहरू पानीमा घुलनशील हुँदैनन् ।  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca (OH)}_2$  आदि क्षारका उदाहरणहरू हुन् ।

### क्षारको वर्गीकरण (Classification of base)

क्षार कडा र नरम गरी दुई प्रकारका छन् । कडा क्षार भन्नाले त्यस प्रकारका क्षार हुन्, जसलाई पानी वा त्यसको घोलमा मिसाउँदा पूर्णतः घुलेर धेरै मात्रामा हाइड्रोक्सिल आयोन बनाउँछन् ।  $\text{NaOH}$  र  $\text{KOH}$  यसका उदाहरणहरू हुन् । नरम क्षार भन्नाले त्यस प्रकारका क्षार हुन्, जसलाई पानी वा त्यसको घोलमा मिसाउँदा घुलेर थोरै मात्रामा हाइड्रोक्सिल आयोन बनाउँछन् ।  $\text{Ca (OH)}_2$  र  $\text{NH}_4\text{OH}$  यसका उदाहरणहरू हुन् ।

## क्षारका गुणहरू (Characteristics of base)

- धेरैजसो अल्कालीहरूको स्वाद टर्रो र यसको घोल चिप्लो वा साबुन जस्तो हुन्छ ।
- अल्कालीको घोलले रातो लिट्मसलाई निलो, फेनोल्फ्थालिनलाई गुलाबी र मिथाइल अरेन्जलाई पहेँलो बनाउँछ ।
- सोडियम हाइड्रोक्साइड (NaOH), पोट्यासियम हाइड्रोक्साइड (KOH) जस्ता कडा अल्कालीहरूले तेल वा ग्रिज जस्ता चिल्ला पदार्थहरूलाई घुलनशील बनाउँछन् र छालासित पनि प्रतिक्रिया गर्दछन् ।
- क्षारले अम्लसँग प्रतिक्रिया गरी पानी र लवण बनाउँछ ।  

$$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- अल्कालीको घोलले कार्बन डाइअक्साइडसित प्रतिक्रिया गरी कार्बोनेट बनाउँछ । जस्तै :  

$$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- कुनै कुनै लवणमा अल्काली राख्दा अघुलनशील हाइड्रोक्साइड छुट्टिन जान्छ ।  

$$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$

$$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$$
- एमोनियमका लवणहरूसित अल्कालीले प्रतिक्रिया गरी एमोनिया बनाउँछन् । जस्तै :  

$$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

## क्षारको प्रयोग (Uses of base)

क्षार	प्रयोग
सोडियम हाइड्रोअक्साइड (NaOH)	साबुन, पेपरको उत्पादनका साथै पेट्रोलियम प्रोडक्टहरूको शुद्धीकरण गर्न
पोट्यासियम हाइड्रोअक्साइड (KOH)	नरम साबुनको उत्पादन गर्न
स्लेकड लाइम $\text{Ca}(\text{OH})_2$ क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड	मटार तथा ब्लिचिङ पाउडर (bleaching powder) को उत्पादन गर्न
क्विक लाइम (CaO)	कडा पानीलाई नरम बनाउन, सिमेन्ट बनाउन तथा चिनीको शुद्धीकरण गर्न
चुनपानी $\text{Ca}(\text{OH})_2$	प्रयोगशालामा उपयोग गर्न
म्याग्नेसियम हाइड्रोक्साइड $\text{Mg}(\text{OH})_2$	पेटमा अम्लीयपन बढेको बेला (antacid) अम्लीयपन कम गर्न
एमोनियम हाइड्रोक्साइड ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )	विभिन्न किसिमका प्लास्टिक, डाइज (dyes) रासायनिक मल, नाइट्रिक अम्ल आदि बनाउन

## क्रियाकलाप 9.2

म्याग्नेसियम रिबनलाई बाल्नुहोस् । यो तेजसँग बल्छ र यसबाट सेतो पदार्थ म्याग्नेसियम अक्साइड निस्कन्छ । यसरी निस्केको माग्नेसियम अक्साइडलाई एउटा भाँडामा अलिकति पानीसँग मिलाउनुहोस् । पानीसँग प्रतिक्रिया गरी म्याग्नेसियम हाइड्रोक्साइड  $Mg(OH)_2$  बन्छ, जुन अल्काली हो ।



## लवण (Salt)

अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई धातु वा क्षारीय रेडिकलले पूर्ण या आंशिक रूपमा विस्थापित गरेर बन्ने एउटा तटस्थ यौगिकलाई लवण भनिन्छ । लवणमा अम्लबाट आएको रेडिकललाई अम्लीय रेडिकल (acid radical) वा ननमेटालिक रेडिकल (non-metallic radical) र क्षारबाट आएको रेडिकललाई क्षारीय रेडिकल (basic radical) वा मेटालिक रेडिकल (metallic radical) भनिन्छ । जस्तै : लवण KCl मा  $K^+$  क्षारीय र  $Cl^-$  अम्लीय रेडिकल हो । NaCl, KCl,  $Na_2SO_4$ ,  $MgSO_4$  आदि लवणका उदाहरणहरू हुन् ।

## लवणका प्रकारहरू (Types of salt)

सबै प्रकारका लवणहरूलाई तटस्थ, अम्लीय, क्षारीय र हाइड्रेटेड गरी चार प्रकारमा विभाजन गर्न सकिन्छ । अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई धातु वा क्षारीय रेडिकलले पूर्ण रूपमा विस्थापित गरेर बन्ने यौगिकलाई तटस्थ लवण (neutral salt) भनिन्छ । अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई धातु वा क्षारीय रेडिकलले आंशिक रूपमा विस्थापित गरेर बन्ने यौगिकलाई अम्लीय लवण (acidic salt) भनिन्छ भने क्षारमा भएको हाइड्रोक्सिललाई धातु वा क्षारीय रेडिकलले आंशिक रूपमा विस्थापित गरेर बन्ने यौगिकलाई क्षारीय लवण (basic salt) भनिन्छ । जुन लवणमा निश्चित मात्रामा पानीका अणुहरू रहेका हुन्छन्, त्यस्ता लवणलाई हाइड्रेटेड लवण (hydrated salt) भनिन्छ ।

## लवणका गुणहरू (Characteristics of salt)

1. सोडियम क्लोराइड (NaCl) को स्वाद नुनिलो हुन्छ तर धेरै जस्तो लवणहरूको स्वाद तितो हुन्छ । कुनै लवण स्वादहीन पनि हुन्छ ।
2. लवणहरूको पगलने तथा उम्लने बिन्दु प्रायः उच्च हुन्छ ।
3. धेरैजसो लवणहरू पानीमा घुलनशील हुन्छन् । पानीमा घुलनशील हुने लवणहरूलाई विद्युत्द्वारा विच्छेदन गर्न सकिन्छ ।
4. K, Na, Al, Ca, Mg र Ba जस्ता धातुका लवणहरू सेता वा रङहीन हुन्छन् भने Cu, Ni, Fe, Co, Mn, Cr जस्ता धातुका लवणहरू रङ्गीन हुन्छन् ।
5. सबै Na, K र  $NH_4$  का सबै लवणहरू पानीमा घुलनशील हुन्छन् । सबै बाइकार्बोनेट र नाइट्रेट पनि घुलनशील हुन्छन् । Ag र Pb का क्लोराइडबाहेक अन्य क्लोराइडहरू पानीमा घुलनशील हुन्छन् । Pb र Ba का सल्फेटबाहेक अन्य सल्फेटहरू पनि पानीमा घुलनशील हुन्छन् ।

6. साधारणतया कडा अम्ल र कडा क्षारबाट बनेका लवणहरू तटस्थ हुन्छन्, जस्तै : NaCl । कडा अम्ल र नरम क्षारबाट बनेको लवणहरू अम्लीय हुन्छन् । ZnSO<sub>4</sub> नरम अम्ल र कडा क्षारबाट बनेका लवणहरू क्षारीय हुन्छन्, जस्तै : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> । नरम अम्ल र नरम क्षारबाट बनेका लवणहरू भने तटस्थ (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) हुन्छन् ।

### लवणहरूको प्रयोग (Uses of salts)

लवण	प्रयोग
नुन (NaCl)	विभिन्न सोडियमका यौगिक तथा विभिन्न तरिकाबाट खाने काममा
सोडियम कार्बोनेट (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . 10H <sub>2</sub> O)	साबुन, ग्लास तथा डिटरजेन्ट बनाउन
सोडियम बाइकार्बोनेट (NaHCO <sub>3</sub> )	वेकिङ पाउडर बनाउन साथै आगो निभाउने यन्त्र तथा औषधीका रूपमा
कपरसल्फेट (CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O)	इलेक्ट्रो पेन्टिङका लागि, काठहरूलाई सुरक्षित रूपमा राख्न, fungicides का रूपमा
फेरससल्फेट (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	उद्योगहरूमा औषधीका रूपमा
जिङ्क सल्फेट (ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	आँखाको औषधी तथा white pigment बनाउन
क्याल्सियम सल्फेट (CaSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	चक तथा plaster of paris बनाउन
एमोनियम क्लोराइड (NH <sub>4</sub> Cl)	ड्राइसेलमा इलेक्ट्रोलाइटका रूपमा
एमोनियम सल्फेट (NH <sub>4</sub> . <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	रासायनिक मलका रूपमा

### निराकरण प्रतिक्रिया (Neutralization reaction)

अम्लहरू र क्षारहरूलाई एकै ठाउँ मिलाउँदा तिनीहरूबिच प्रतिक्रिया भई अम्लले अम्लीयपन र क्षारले क्षारीयपन गुमाउँछ । फलस्वरूप लवण र पानी बन्छन् । यस प्रकारको प्रतिक्रियालाई निराकरण प्रतिक्रिया (neutralization reaction) भनिन्छ । जस्तै :



## निराकरण प्रतिक्रियाको उपयोगिता (Application of neutralization reaction)

1. किसानहरू माटाको अम्लीयपनलाई हटाउन लाइमको प्रयोग गर्छन् ।
2. मानिसहरू पेटमा भएको ग्यास्ट्रिक हटाउन एन्टासिट (antacid) को रूपमा म्याग्नेसियम हाइड्रोक्साइड (Magnesium hydroxide) प्रयोग गर्छन् ।
3. कमिला र मौरीले चिल्दा फर्मिक अम्ल (formic acid) छालामा जान्छ । यसलाई साबुनको प्रयोग गरेर तटस्थ बनाउन सकिन्छ ।
4. पहुँलो बारुलाले चिल्दा एक प्रकारको अल्काली छालाभिन्न जान्छ । यसलाई तटस्थ बनाउन छालाको प्रभावित ठाउँमा एसिटिक अम्ल (acetic acid) दल्नुपर्छ ।

### सारांश

1. अम्ल एउटा यौगिक पदार्थ हो, जसले पानीको घोलमा धनात्मक  $H^+$  आयोन दिन्छ ।
2. अम्लले अन्य धातुहरूसित प्रतिक्रिया गरी हाइड्रोजन दिन्छ ।
3. अम्लले क्षारसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउँछ ।
4. धातुका अक्साइडहरू पानीसित प्रतिक्रिया गरी हाइड्रोक्साइड बनेमा त्यस्तो क्षारलाई अल्काली भनिन्छ । अल्कालीले पानीको घोलमा  $OH^-$  आयोन दिन्छ ।
5. अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई पूर्ण या आंशिक रूपमा धातुले विस्थापन गरेर लवण बनाउँछ ।
6. लवणहरू तटस्थ, क्षारीय, अम्लीय र हाइड्रोटेड प्रकृतिका हुन्छन् ।
7. निराकरण प्रतिक्रियामा अम्ल र क्षार प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बन्छ ।

### अभ्यास

(क) तल दिइएका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक ( $\checkmark$ ) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. तल दिइएका मध्ये कुन चाहिँ अम्ल हो ?
  - (i)  $HNO_3$
  - (ii)  $Na_2CO_3$
  - (iii)  $Ca(OH)_2$
  - (iv)  $NaCl$
2. अम्लले क्षारसँग प्रतिक्रिया गरी बन्ने उत्पादन के के हुन् ?
  - (i) लवण
  - (ii) पानी
  - (iii) लवण र पानी
  - (iv) कुनै पनि होइन
3. मानिसहरू पेटमा भएको ग्यास्ट्रिक हटाउन एन्टासिट (antacid) को रूपमा के प्रयोग गर्छन् ?

- (i) म्याग्नेसियम हाइड्रोक्साइड      (ii) सोडियम हाइड्रोक्साइड  
 (iii) पोट्यासियम हाइड्रोक्साइड      (iv) एल्मुनियम हाइड्रोक्साइड
4. कमिला र मौरिले चिल्दा छालामा कुन अम्ल जान्छ ?
- (i) एसिटिक अम्ल      (ii) फस्फोरिक अम्ल  
 (iii) सल्फ्युरिक अम्ल      (iv) फर्मिक अम्ल
5. एमोनियम क्लोराइड ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) को प्रयोग कुन प्रयोजनको लागि गरिन्छ ?
- (i) आँखाको औषधी तथा white pigment बनाउन  
 (ii) चक तथा plaster of Paris बनाउन  
 (iii) ड्राइसेलमा इलेक्ट्रोलाइटका रूपमा  
 (iv) रासायनिक मलका रूपमा

(ख) तल सोधिएका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. अम्ल केलाई भनिन्छ ? अम्लका चार ओटा उदाहरणहरू दिनुहोस् ।
2. हामीले घरमा प्रयोग गर्ने कुनै दुई अम्लहरूको नाम लेखी तिनीहरूको प्रयोग कसरी गरिन्छ, लेख्नुहोस् ।
3. कडा (strong) र नरम (weak) अम्ल वा अल्कालीहरूमा के फरक हुन्छ, उदाहरणसहित स्पष्ट गर्नुहोस् ।
4. अम्लका चार ओटा गुणहरू उदाहरणसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।
5. कुनै वस्तु अम्ल हो वा होइन भनी परीक्षण गर्ने कुनै दुई ओटा तरिका लेख्नुहोस् ।
6. क्षार केलाई भनिन्छ ? दुई ओटा उदाहरणसहित लेख्नुहोस् ।
7. म्याग्नेसियम रिबनलाई कसरी अल्काली बनाउन सकिन्छ ? प्रतिक्रिया (reaction) सहित लेख्नुहोस् ।
8. निराकरण प्रतिक्रिया केलाई भनिन्छ ? दुई ओटा उदाहरणसहित उल्लेख गर्नुहोस् ।
9. क्षार र अल्काली एक आपसमा कसरी फरक छन्, लेख्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

तपाईंको घरमा प्रयोग हुने रसायनहरू सङ्कलन गरी तिनीहरूको घोल तयार पार्नुहोस् । लिट्मस पेपरको सहायताले तिनीहरू अम्ल, क्षार वा लवण के हुन्, पत्ता लगाउनुहोस् । तपाईंले निकालेको निचोड प्रतिवेदनको रूपमा तयार पारी कक्षामा साथीहरूसित आदान प्रदान गर्नुहोस् ।



## एकाइ 10 केही ग्याँसहरू (Some Gases)

कहिलेकाहीं कुवा सफा गर्दा निस्सासिएर मानिसहरू मरेका र आगलागी हुँदा दमकलको प्रयोग गरी आगो निभाएका समाचार त अवश्य सुन्नुभएको छ होला ! यी दुवैको कारण कार्बन डाइअक्साइड नै हो । यस पाठमा हामी कार्बन डाइअक्साइड र एमोनिया ग्याँसको प्रयोगशालामा उत्पादन, तिनीहरूका गुणहरूको परीक्षण र उपयोगिताबारे अध्ययन गर्ने छौं ।

### कार्बन डाइअक्साइड (Carbon dioxide)

कार्बन डाइअक्साइडको अणुसूत्र  $\text{CO}_2$  र आणविक भार 44 amu हुन्छ । सन् 1630 मा भान हेल्मोन्ट (Van Helmont) ले काठलाई बालेर  $\text{CO}_2$  ग्याँस पत्ता लगाएका थिए । त्यसैगरी सन् 1755 मा जोसेफ ब्ल्याक (Joseph Black) ले म्याग्नेसियम कार्बोनेटलाई बालेर यो ग्याँस तयार गरेका थिए । पछि सन् 1783 मा लाभोइजिएर (Lavoisier) ले यस ग्याँसलाई कार्बन र अक्सिजनको यौगिक भनी प्रमाणित गरेका थिए ।

### कार्बन डाइअक्साइडको पर्याप्तता (Occurrence of carbon dioxide)

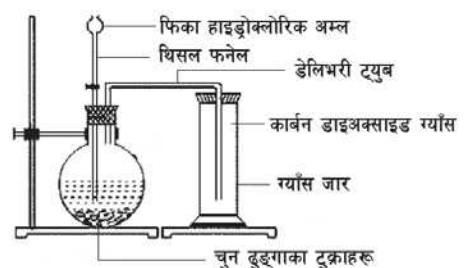
प्रकृतिमा कार्बन डाइअक्साइड स्वतन्त्र एवम् मिश्रणको रूपमा पाइन्छ । आयतनको हिसाबले वायु मण्डलमा करिब 0.03% कार्बन डाइअक्साइड छ । कार्बन भएका वस्तुहरू कोइला, काठ, मटितेल, तेल, बोसो, मैन इत्यादि बल्दा कार्बन डाइअक्साइड निस्की हावामा मिसिन्छ । बिरुवा तथा जनावरहरूको श्वास प्रश्वास क्रियामा पनि कार्बन डाइअक्साइड निस्कन्छ । यो ग्याँस पानीमा घुलनशील हुने हुँदा यसको केही मात्रा समुद्र, ताल, नदीको पानीमा घुलेको अवस्थामा पाइन्छ । चुनदुङ्गा ( $\text{CaCO}_3$ ), म्याग्नेसाइट/खरी दुङ्गा ( $\text{MgCO}_3$ ) आदि जस्ता खनिज कार्बोनेटमा मिश्रणको रूपमा यो ग्याँस पाइने हुनाले यिनीहरूमा रासायनिक प्रतिक्रिया भएपछि कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस निस्कन्छ ।

### प्रयोगशालामा कार्बन डाइअक्साइड बनाउने तरिका (Laboratory preparation of Carbon dioxide)

प्रयोगशालामा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस चुनदुङ्गाका टुक्राहरूलाई फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (dil. HCl) सँग रासायनिक प्रतिक्रिया गराई बनाइन्छ । प्रकृतिमा पाइने चुनदुङ्गा क्याल्सियम कार्बोनेटको शुद्ध रूप हो ।



चित्रमा दिएअनुसार सामग्रीलाई जडान गरी चुनदुङ्गाका ससाना टुक्राहरूलाई राउन्ड बटम फ्लास्कमा राखी थिसल सोलीबाट फिक्का HCl खन्याइन्छ । चुनदुङ्गालाई अम्लले (HCl) पुरै नछोपेसम्म थिसल सोलीबाट अम्ल खन्याउँदै गइन्छ । चुनदुङ्गा र फिक्का HCl बिच रासायनिक प्रतिक्रिया सुरु भएपछि  $\text{CO}_2$  ग्याँस निस्कन्छ ।

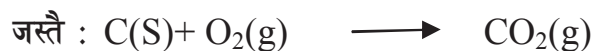


चित्र 10.1

यसरी निस्किएको CO<sub>2</sub> ग्याँस डेलिभरी ट्युबको अर्को छेउमा माथितर फर्काएर राखिएको ग्याँस जारमा जम्मा हुन्छ । यसरी उत्पादित ग्याँस हावालाई माथितर बिस्थापित गरी ग्याँस जारमा जम्मा हुन्छ । यो ग्याँस हावाभन्दा गह्रौँ हुने भएकाले ग्याँस जारलाई माथितर फर्काएर सङ्कलन गर्न सकिन्छ ।

### CO<sub>2</sub> ग्याँस उत्पादन गर्ने अन्य केही तरिकाहरू (Some more methods to prepare CO<sub>2</sub>)

1. कार्बनलाई पर्याप्त अक्सिजन भएको हावामा बाल्दा कार्बन डाइअक्साइड बन्छ ।



2. मिथेन, इथेन, ब्युटेन आदि इन्धनहरू बाल्दा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस निस्कन्छ ।

जस्तै :



3. जब चुनढुङ्गा (limestone) बेसरी तताइन्छ, त्यसबाट कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस निस्कन्छ ।



4. कार्बोनेट तथा हाइड्रोजन कार्बोनेटहरूले अम्लहरूसित प्रतिक्रिया गर्दा पनि कार्बन डाइअक्साइड निस्कन्छ ।

जस्तै :



### कार्बन डाइअक्साइडको औद्योगिक उत्पादन (Manufacture of carbondioxide gas)

कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई ठुलो मात्रामा उत्पादन गर्न चुनढुङ्गालाई भट्टीमा उच्च तापक्रममा तताइन्छ । यसलाई उच्च तापक्रममा कोइलासँग तताउँदा हुने प्रतिक्रियाबाट चुन र कार्बन डाइअक्साइड बन्छ । यसरी उत्पादित कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस औद्योगिक प्रयोजनको लागि प्रयोग हुन्छ भने क्याल्सियम अक्साइड चाहिँ ह्वाइट वासिडका लागि प्रयोग हुन्छ । चुनलाई पानीमा मिसाउँदा क्याल्सियम हाइड्रोजन अक्साइड बन्छ ।

रासायनिक प्रतिक्रिया



विज्ञान, कक्षा १०

तपाईंलाई थाहा छ ?

100 gm चुनलाई एक लिटर पानीमा घोली करिब 1 घण्टा जति थिग्रिन दिई फिल्टर पेपरबाट छानेको सफा पानीमा घुलिएको क्याल्सियम हाइड्रोजन अक्साइडलाई चुनपानी (lime water) भनिन्छ ।

चुन (CaO) लाई quick lime पनि भनिन्छ, जुन पानीमा घोल्दा घोलिएको चुन (slaked lime) वा क्याल्सियम हाइड्रोअक्साइड Ca (OH)<sub>2</sub> बन्छ ।

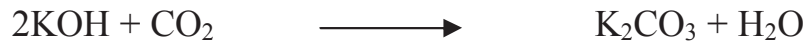
### कार्बन डाइअक्साइडका गुणहरू (Properties of carbondioxide)

#### भौतिक गुणहरू (Physical properties)

1. यो ग्याँस रङहीन, गन्धहीन र पानीमा हल्का घुल्दा अम्लीय स्वाद हुन्छ ।
2. यो ग्याँस पानीमा कम मात्रामा घुलनशील हुन्छ ।
3. यो ग्याँस हावाभन्दा लगभग 1.5 गुणा गह्रौं हुन्छ ।
4. यसले भिजेको निलो लिट्मस पेपरलाई रातो बनाउँछ ।
5. यस ग्याँसलाई -78<sup>0</sup> C सम्म चिस्यायो भने सेतो ठोस रूपमा परिणत हुन्छ । यसलाई ड्राइ आइस (dry ice) भनिन्छ ।
6. यो ग्याँस विषालु हुँदा तर अक्सिजनको अभावमा यो ग्याँस भएको ठाउँमा सजीव प्राणीहरू निसास्सिएर मर्छन् ।

#### रासायनिक गुणहरू (Chemical properties)

1. कार्बन डाइअक्साइडले भरिएको ट्युबमा 2/3 थोपा KOH राखी यसको मुख बन्द गरी पानीमा तल फर्काई डुबाउँदा पानीको तह एककासि माथि बढ्छ । यस प्रतिक्रियामा KOH ले CO<sub>2</sub> ग्याँसलाई अधिकतम शोषण गर्छ ।



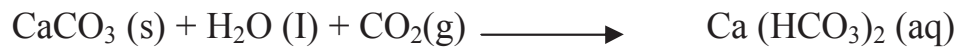
2. कार्बन डाइअक्साइड न त आफैँ बल्छ, न अरू चिजलाई बाल्नमा मद्दत गर्छ । बरु यसले बलिरहेको वस्तुलाई निभाउँछ । तर बलिरहेको म्याग्नेसियम रिबनलाई यो ग्याँस भएको जारमा राखेमा सेतो ठोस पाउडर (MgO) र कार्बन बनी तेजिलो भई बल्छ ।



3. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई सफा चुनपानीमा केही छिन पठाएमा रासायनिक प्रतिक्रिया भई सेतो अघुलनशील क्याल्सियम कार्बोनेट बन्ने हुनाले चुनपानी दुधिलो देखिन्छ ।



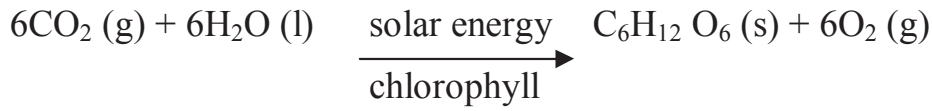
कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई धेरै बेरसम्म चुन पानीमा पठाएमा क्याल्सियम कार्बोनेट घुलनशील क्याल्सियम हाइड्रोजन कार्बोनेट Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> बन्ने हुँदा चुनपानीको दुधिलोपन हराएर जान्छ ।



4. बिरुवाहरूले पातमा भएको क्लोरोफिल र प्रकाश शक्तिको उपस्थितिमा वायु मण्डलबाट सोसेर लिएको कार्बन डाइअक्साइड र पानीबिच प्रतिक्रिया भई कार्बोहाइड्रेट (जस्तै : glucose) बन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

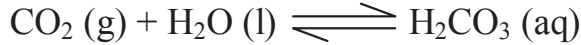
Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> लाई तताउँदा पुनः CaCO<sub>3</sub> भई थिग्रिन्छ ।



5. कार्बन डाइअक्साइडलाई 900<sup>0</sup>C मा red hot coke सँग रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा कार्बन मोनोअक्साइड (CO) बन्छ ।



6. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस पानीमा घुली कार्बोनिक अम्ल (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) बन्छ । पेय पदार्थहरूमा उच्च चापमा यो ग्याँस राखी पेय पदार्थहरू अमिलो स्वादको बनाइन्छ ।



### कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसको उपयोगिता (Use of carbondioxide gas)

1. सोडापानी, बियर, कोकाकोला आदि पेय पदार्थहरू बनाउँदा CO<sub>2</sub> ग्याँसको प्रयोग गरिन्छ ।
2. बिरुवाहरू खाना बनाउने प्रक्रियामा कच्चा पदार्थको रूपमा यो ग्याँसको प्रयोग गर्छन् ।
3. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस आगो निभाउने यन्त्र (fire extinguisher) हरूमा प्रयोग गरिन्छ । प्रायजसो आगो निभाउने यन्त्रहरूमा सल्फ्युरिक अम्ल र खाने सोडा (NaHCO<sub>3</sub>) वा लुगा धुने सोडा (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) छुट्टाछुट्टै राखिएको हुन्छ । आगो निभाउने यन्त्रलाई उल्टाएर वा अन्य प्रकारले दुवैलाई मिसाई कार्बन डाइअक्साइड तयार गरिन्छ, जसले तीब्र गतिका साथ बाहिर निस्किएर बलेको आगोलाई निभाउने काम गर्छ ।



4. तरल कार्बन डाइअक्साइड चिनी मिलमा कार्बोनेसन (carbonation) प्रक्रियाका लागि प्रयोग हुन्छ ।
5. यसलाई युरिया (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) मल उत्पादन गर्न र लुगा धुने सोडा (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
6. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई -78<sup>0</sup>C तापक्रममा चिस्याउँदा ठोस कार्बन डाइअक्साइडमा बदलिन्छ । यसलाई सुक्खा ठोस बरफ (dry ice) भनिन्छ । सुक्खा ठोस बरफलाई फलफुल, माछा, मासु सुरक्षित राख्न प्रयोग गरिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

10-15 प्रतिशत अक्सिजन र कार्बन डाइअक्साइडको मिश्रणलाई कार्बोजिन (carbogen) भनिन्छ । यसको प्रयोग निमोनियाबाट ग्रस्त बिरामीलाई कृत्रिम श्वास प्रश्वासको लागि गरिन्छ ।

### एमोनिया (Ammonia)

यसको अणुसूत्र NH<sub>3</sub> र आणविक भार 17 amu हुन्छ । एमोनिया ग्याँस नाइट्रोजन र हाइड्रोजन दुई तत्व मिली बन्छ । Lavoisier ले यस ग्याँसलाई एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडको मिश्रणलाई तताई बनाएका थिए । ब्याक्टेरियाहरूले नाइट्रोजनयुक्त यौगिकहरूसँग प्रतिक्रिया गरेर केही

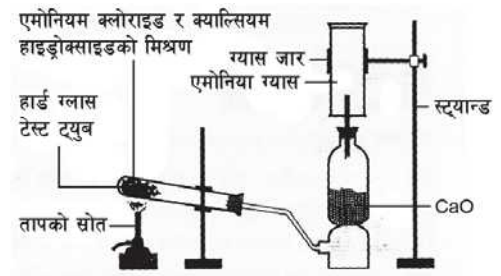
मात्रामा यो ग्याँस बनाए तापनि पानीमा अत्यन्त घुलनशील भएकाले पानी पर्दा माटामा नै मिलेर जान्छ । यसबाट एमोनियम क्लोराइड, एमोनियम सल्फेट जस्ता अन्य यौगिकहरू पनि बन्छन् ।

### एमोनियाको पर्याप्तता (Occurrence of Ammonia)

प्रकृतिमा एमोनिया स्वतन्त्र र मिश्रणका रूपमा पाइन्छ । यो ग्याँस नाइट्रोजनयुक्त पदार्थहरू अक्सिजनको अभावमा कुहिँदा उत्पन्न हुन्छ । मिश्रणको रूपमा यो एमोनियम क्लोराइड र एमोनियम सल्फेटमा पाइन्छ ।

### प्रयोगशालामा एमोनिया ग्याँस बनाउने तरिका (Laboratory preparation of ammonia)

एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोजेनसल्फेट (चुन) लाई 2:1 को अनुपातमा मिश्रण बनाएर हार्डग्लास टेस्टट्युबमा राखिन्छ । त्यसपछि चित्रमा देखाए जस्तै गरी परीक्षण नलीमा एउटा कर्क र डेलिभरी नली मिलाएर अलिकति ढल्के पर्ने गरी राखिन्छ । अब परीक्षण नलीलाई बिस्तारै तताइन्छ । तताउँदै गर्दा मिश्रणबाट एमोनिया ग्याँस निस्कन्छ । यो ग्याँसलाई सुख्खा रूपमा प्राप्त गर्न लाइम टावर (lime tower) को प्रयोग गरिन्छ । एमोनिया पानीमा अत्यन्त घुलनशील हुने भएकाले यसलाई पानी विस्थापन गरी जम्मा गरिँदैन । यो ग्याँस हावाभन्दा हलुङ्गो हुनाले हावालाई तलतिर विस्थापन गरी ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ । ग्याँस जारमा ग्याँस भरियो वा भरिएन भनी हेर्न एउटा भिजेको रातो लिट्मस कागज ग्याँस जारको मुखनेर लगिन्छ । यदि ग्याँस जार ग्याँसले भरिएको छ भने रातो लिट्मस निलो भएर जान्छ अन्यथा यो लिट्मस पेपर उस्तै रहन्छ ।



चित्र 10.2

तपाईंलाई थाहा छ ?  
क्याल्सियम अक्साइडले एमोनियामा भएको चिसोपनलाई सोसेर लिन्छ । त्यसैले लाइम टावरबाट यसलाई पठाउदा शुद्ध एमोनिया बन्छ ।

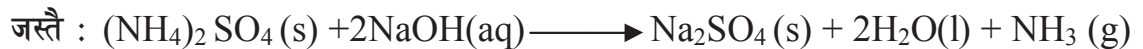


### NH<sub>3</sub> ग्याँस उत्पादन गर्ने अन्य तरिकाहरू (Some more methods to prepare NH<sub>3</sub>)

1. एमोनियायुक्त लवणहरू जस्तै एमोनियम सल्फेट, एमोनियम क्लोराइड आदिलाई छुट्टै तताएर एमोनिया प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

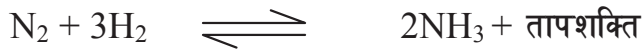


2. एमोनियाका लवणहरूलाई कडा क्षारसँग प्रतिक्रिया गराएर पनि एमोनिया तयार गर्न सकिन्छ ।



## एमोनियाको औद्योगिक उत्पादन (Manufacture of ammonia gas)

एमोनिया ग्याँसलाई औद्योगिक रूपमा उत्पादन गर्न 1 भाग नाइट्रोजन र 3 भाग हाइड्रोजनलाई उच्च चाप र तापक्रममा प्रतिक्रिया गराई एमोनिया ग्याँस बन्नुका साथै तापशक्ति पनि निस्कन्छ । यस विधिबाट एमोनिया उत्पादन गर्ने प्रक्रियालाई हेबर प्रोसेस (Haber's process) भनिन्छ । जर्मनीका रसायन शास्त्री फ्रिज हेबरले सन् 1913 मा पत्ता लगाएका हुनाले यसलाई हेबर प्रोसेस भनिएको हो । यसको रासायनिक प्रतिक्रिया यस प्रकार छ :



तपाईंलाई थाहा छ ?  
बढी चापको प्रयोग गर्दा धेरै एमोनिया प्राप्त हुने भए पनि विस्फोटनको डर हुने हुनाले धेरै चाप प्रयोग गर्नु खतरनाक हुन्छ ।

यो प्रतिक्रिया दोहोरो हुन्छ । सामान्य तापक्रममा यो प्रतिक्रिया बिस्तारै हुन्छ । त्यसैले एमोनिया ग्याँसलाई छिटो उत्पादन गर्न निम्न लिखित अवस्थाहरू आवश्यक पर्छ ।

- |                 |                      |               |                  |
|-----------------|----------------------|---------------|------------------|
| (i) तापक्रम     | → 500 <sup>0</sup> C | (ii) चाप      | → 250Atm         |
| (iii) उत्प्रेरक | → फलामको धुलो (Fe)   | (iv) प्रोमोटर | → मलिब्डेनम (Mo) |

### एमोनियाको गुणहरू

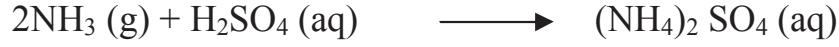
#### भौतिक गुणहरू

1. यो एक रङहीन ग्याँस हो । यस ग्याँसको गन्ध कडा र पिरो हुन्छ । यसले आँखाबाट आँसु निकाल्छ ।
2. यो हावाभन्दा हलुको हुन्छ । त्यसैले हावा तलतिर विस्थापन गरी यसलाई ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ।
3. यो पानीमा अत्यन्त घुलनशील भई अल्काली बन्छ ।
4. यो अल्काली प्रकृति भएकाले भिजेको रातो लिट्मस पेपरलाई यसले निलो बनाउँछ ।
5. यो आफू बल्दैन र अरूलाई पनि बल्न सहयोग गर्दैन ।

#### रासायनिक गुणहरू

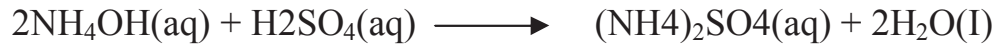
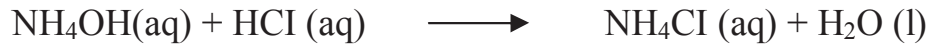
1. यो ग्याँस पानीमा अत्यन्त घुलनशील हुने हुँदा एमोनियम हाइड्रोक्साइड बन्छ, जुन एक फिक्का अल्काली हो ।  
जस्तै :  $\text{NH}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{OH} (\text{aq})$
2. एमोनियाले अम्लहरूसँग प्रतिक्रिया गरी लवण बनाउँछ ।

जस्तै :

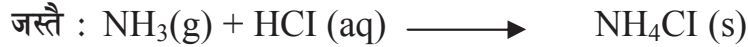


3. पानीमा घोलिएको एमोनिया (एमोनियम हाइड्रोक्साइड) ले अम्लहरूसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउँछ ।

जस्तै :



4. एमोनिया र हाइड्रोजन क्लोराइड प्रतिक्रिया भई ठोस एमोनियम क्लोराइड ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) का कणहरू बन्दछन् ।



5. करिब  $1500^\circ\text{C}$  तापक्रम र केही चापमा एमोनियालाई कार्बन डाइअक्साइडसँग प्रतिक्रिया गराई अत्यन्त उपयोगी मल युरिया (urea) तयार गरिन्छ ।



6. एमोनियालाई अक्सिजनसित रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा नाइट्रोजन ग्याँस बन्छ ।



### एमोनियाका उपयोगिताहरू

1. तरल एमोनिया चिस्याउने प्रयोजनको लागि रेफ्रिजेरेटरमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. यो ग्याँस एमोनियम सल्फेट, एमोनियम नाइट्रेट, एमोनियम फस्फेट, युरिया जस्ता मल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
3. यो ग्याँस नाइट्रिक अम्ल, प्लास्टिक, लुगा धुने सोडा बनाउन प्रयोग हुन्छ ।
4. औषधीका रूपमा प्रयोग गरिने केही एमोनियम लवणहरू  $\text{NH}_4\text{Cl}$  र  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  बनाउन यो ग्याँस प्रयोग गरिन्छ ।
5. यो ग्याँस नक्साहरूको ब्लु प्रिन्ट निकाल्न पनि प्रयोग गरिन्छ ।
6. यसलाई ग्रिज र तेल हटाउने क्लिनिङ एजेन्ट (cleansing agent) का रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

## सारांश

1. कार्बनयुक्त इन्धनहरू कोइला, काठ, मिथेन, अल्कोहल आदि हावामा बाल्दा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस निस्कन्छ । सन् 1630 मा भान हेलमोन्ट (Van Helmont) ले काठलाई बालेर CO<sub>2</sub> ग्याँस पत्ता लगाएका थिए ।
2. प्रयोगशालामा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस चुनढुङ्गाका टुक्राहरूलाई फिक्का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (dil. HCl) सँग रासायनिक प्रतिक्रिया गराई बनाइन्छ ।  
$$\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2\text{HCl} (\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$$
3. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई धेरै मात्रामा उत्पादन गर्न चुनढुङ्गालाई भट्टीमा उच्च तापक्रममा कोइलासँग तताइन्छ । यस प्रतिक्रियाबाट चुन र कार्बन डाइअक्साइड बन्छ ।
4. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई सफा चुनपानीमा केहीछिन पठाएमा रासायनिक प्रतिक्रिया भई सेतो अघुलनशील क्याल्सियम कार्बोनेट बन्ने हुनाले चुनपानी दुधिलो देखिन्छ ।
5. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसले आगो निभाउने हुनाले यसलाई fire extinguisher हरूमा प्रयोग गरिन्छ ।
6. प्रकृतिमा एमोनिया स्वतन्त्र एवम् मिश्रणको रूपमा पाइन्छ । स्वतन्त्र रूपमा यो हावामा पाइन्छ । यो नाइट्रोजनयुक्त पदार्थहरू अक्सिजनको अभावमा कुहिँदा उत्पन्न हुन्छ । मिश्रणको रूपमा यो एमोनियम क्लोराइड र एमोनियम सल्फेटमा पाइन्छ ।
7. एमोनिया ग्याँस नाइट्रोजन र हाइड्रोजन दुई तत्त्व मिली बन्छ । Lavoisier ले यस ग्याँसलाई एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडको मिश्रणलाई तताई बनाएका थिए ।
8. एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडलाई 2:1 को अनुपातमा मिश्रण बनाएर हार्डग्लास टेस्टट्युबमा राखी परीक्षण नलीलाई बिस्तारै तताउँदा र एमोनिया ग्याँस निस्कन्छ ।
9. हेबर प्रोसेस (Haber's proces) द्वारा एमोनिया ग्याँसलाई औद्योगिक रूपमा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
10. एमोनिया ग्याँस पानीमा अत्यन्त घुलनशील हुने हुँदा कडा अल्काली एमोनियम हाइड्रोक्साइड बन्छ ।
11. एमोनिया ग्याँस नक्साहरूको ब्लु प्रिन्ट निकाल्न पनि प्रयोग गरिन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

1. कार्बन डाइअक्साइडलाई धेरै मात्रामा उत्पादन गर्न चुनढुङ्गालाई भट्टीमा उच्च तापक्रममा कोइलासँग तताउँदा बन्ने उत्पादनहरू के के हुन् ?
  - (i) मिथेन र चुन
  - (ii) एसिटिलिन र कार्बन डाइअक्साइड
  - (iii) एसिटिलिन र कार्बन डाइअक्साइड
  - (iv) एमोनिया र चुन
2. तलका मध्ये कुन चाहिँ भनाई ठिक हो ?
  - (i) कार्बन डाइअक्साइड हावालाई माथितिर विस्थापित गरी ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ।



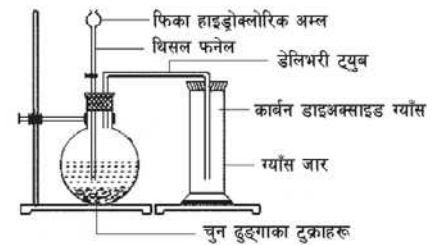
- (ii) कार्बन डाइअक्साइड हावालाई तलतिर विस्थापित गरी ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ।
- (iii) कार्बन डाइअक्साइड पानीलाई माथितिर विस्थापित गरी ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ।
- (iv) कार्बन डाइअक्साइड पानीलाई तलतिर विस्थापित गरी ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ।
3. कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई सफा चुनपानीमा केहीछिन पठाएमा रासायनिक प्रतिक्रिया भई बन्ने यौगिक तलका मध्ये कुन हो ?
- (i) क्याल्सियम बाइसल्फेट (ii) क्याल्सियम बाइकार्बोनेट
- (iii) क्याल्सियम सल्फेट (iv) क्याल्सियम कार्बोनेट
4. प्रयोगशालामा एमोनिया उत्पादन गर्न एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडलाई कुन अनुपातमा मिसाइन्छ ?
- (i) 3:1 (ii) 2:3
- (iii) 2:1 (iv) 1:2
5. हेबर प्रोसेस (Haber's process) द्वारा औद्योगिक रूपमा एमोनिया ग्याँस उत्पादन गर्न तलका मध्ये कुन कुन अवस्था चाहिन्छ ?
- (i) तापक्रम, चाप र उत्प्रेरक (ii) तापक्रम, चाप र प्रोमोटर
- (iii) चाप, उत्प्रेरक र प्रोमोटर (iv) तापक्रम, चाप, उत्प्रेरक र प्रोमोटर

(ख) तलका प्रश्नहरूको छोटकरीमा उत्तर दिनुहोस् :

- प्रयोगशालामा कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस बनाउने विधि सचित्र वर्णन गर्नुहोस् ।
- कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसलाई धेरै मात्रामा उत्पादन गर्न के गर्न सकिन्छ, लेख्नुहोस् ।

3. चित्र अध्ययन गरी प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- (a) ग्याँस जारमा कुन ग्याँस जम्मा भइरहेको छ, लेख्नुहोस् ।
- (b) यो ग्याँस बनाउने प्रतिक्रियाको रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।
- (c) कस्तो रङको लिट्मस पेपरको प्रयोगबाट कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसको पहिचान गर्न सकिन्छ ?
- (d) किन यो ग्याँसलाई सुटो पारिएको खाली ग्याँस जारमा जम्मा गरिन्छ ?



- कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसका कुनै तिन ओटा रासायनिक गुणहरू लेख्नुहोस् ।
- कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसका कुनै चार ओटा उपयोगिताहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।

6. प्रयोगशालामा एमोनिया ग्याँस बनाउने तरिका सचित्र वर्णन गर्नुहोस् ।

7. चित्र अध्ययन गरी प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

(a) ग्याँस जारमा कुन ग्याँस जम्मा भइरहेको छ, लेख्नुहोस् ।

(b) यो ग्याँस बनाउने प्रतिक्रियाको रासायनिक समीकरण लेख्नुहोस् ।

(c) कस्तो रङको लिट्मस पेपरको प्रयोगबाट एमोनिया ग्याँसको पहिचान गर्न सकिन्छ ?

(d) हार्डग्लास टेस्टट्युबलाई किन अलिकति छड्के पारेर राखिन्छ ?

(e) लाइम टावरको एउटा उपयोगिता लेख्नुहोस् ।

8. एमोनिया ग्याँसलाई बढी मात्रामा उत्पादन गर्न के गरिन्छ, लेख्नुहोस् ।

9. एमोनिया ग्याँसको कुनै चार ओटा उपयोगिताहरू लेख्नुहोस् ।

10. के हुन्छ, रासायनिक समीकरणसहित लेख्नुहोस् :

(a) कार्बन डाइअक्साइडलाई चुनपानीमा एकछिनको लागि पठाउँदा

(b) कार्बन डाइअक्साइडलाई चुनपानीमा धेरैबेरसम्म पठाउँदा

(c) बलिरहेको काठको छेस्कोलाई कार्बन डाइअक्साइडले भरिएको जारमा घुसाउँदा

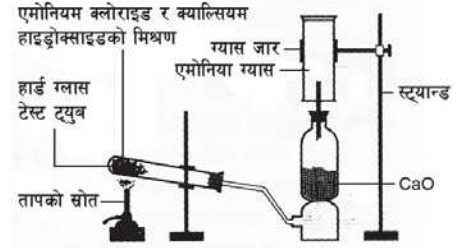
(d) बलिरहेको म्याग्नेसियमको फित्ता कार्बन डाइअक्साइडयुक्त जारमा घुसाउँदा

(e) कार्बन डाइअक्साइड ग्याँसले भरिएका बेलुनहरू हावामा छोड्दा

(f) सोडियम हाइड्रोक्साइड र एमोनियम सल्फेटको मिश्रणलाई तताउँदा

(g) एमोनियालाई पानीमा मिसाउँदा

(h) एमोनिया र हाइड्रोक्लोरिक अम्लबिच प्रतिक्रिया हुँदा



### परियोजना कार्य

1. सोडापानी, कोकाकोला वा कुनै पनि कार्बन डाइअक्साइडयुक्त पेय पदार्थको बिको खोल्ने बित्तिकै निस्किरहेको ग्याँस नजिकै भिजेको निलो लिट्मस पेपर लगे के हुन्छ ? प्रयोग तथा अवलोकन गर्नुहोस् र यसो हुनाको कारण कक्षामा छलफल गर्नुहोस् ।

2. बजारबाट चुन ल्याई सफा चुनपानी (lime water) बनाउनुहोस् । अब त्यो पानीमा एउटा नलीले फुकेर हेर्नुहोस् । के हुन्छ र किन यस्तो हुन्छ, निष्कर्षलाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

fire extinguisher: आगो निभाउन प्रयोग गरिने यन्त्र

## एकाइ 11 धातुहरू (Metals)

तपाईंहरूले प्रकृतिमा कुन कुन तत्त्वहरू देख्नुभएको छ ? बताउन सक्नुहुन्छ ? प्रकृतिमा भएका तत्त्वहरूलाई धातु, अधातु र अर्धधातु गरी तिन भागमा विभाजन गरिएको छ । हाम्रो दैनिक जीवनमा धातुहरूले महत्त्वपूर्ण स्थान ओगटेका छन् । धातुहरू हाम्रो लागि बढी उपयोगी छन् । मानिसहरूले परापूर्व कालदेखि नै विभिन्न प्रयोजनका लागि धातुको प्रयोग गर्दै आएको पाइन्छ । विभिन्न धातुहरूको प्रयोग फरक फरक प्रयोजनका लागि गरिन्छ । कुनै धातुहरू हात हतियार, कल कारखाना र यातायातका साधन बनाउन प्रयोग हुन्छन् भने कुनै धातुहरू भाँडाकुँडा, हवाई जहाजका पार्टहरू, बिजुलीका तारहरू र सिक्काहरू बनाउन प्रयोग हुन्छन् । यस एकाइमा हामी प्रकृतिमा प्राप्त हुने धातुहरू फलाम, एल्मुनियम, तामा, सुन, चाँदीको परिचय तथा यिनीहरूका धातुहरू, भौतिक गुणहरू र उपयोगिता सम्बन्धी कुराहरू अध्ययन गर्ने छौं ।

### केही महत्त्वपूर्ण धातुहरू (Some important metals)

#### फलाम (Iron)

फलाम पृथ्वीको क्रस्टमा प्रशस्त मात्रामा पाइने धातु हो । यसलाई ल्याटिनमा Ferrum भनिन्छ । यसको सङ्केत Fe हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 26 र पारमाणविक भार 56 हो । यसको इलेक्ट्रोनिक विन्यास यस प्रकार छ ।

सेल	K	L	M	N
इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	2	8	14	2
अर्बिटाइल	1s <sup>2</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>6</sup>	4s <sup>2</sup>

#### पेरियोडिक तालिकामा फलामको स्थान (Position of iron in a periodic table)

फलामको S उपसेलमा दुई ओटा भ्यालेन्स इलेक्ट्रोनहरू हुन्छन् । त्यसैले पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान समूह IIA हुनुपर्ने हो तर त्यसो नभएर यसलाई समूह VIII मा राखिएको छ । यसको कारण यो एक सङ्क्रमणात्मक तत्त्व हो । यसका विशेषताहरू साधारण तत्त्वहरूभन्दा फरक छन् । यो तत्त्व d ब्लकअन्तर्गत VIII समूहमा र 4<sup>th</sup> पिरियडमा पर्छ । यसको संयुज्यता 2 वा 3 हुन्छ । 2 ओटा इलेक्ट्रोनहरू हटाएर फेरस आयोन (Fe<sup>++</sup>) र 3 ओटा इलेक्ट्रोनहरू हटाएर फेरिक आयोन (Fe<sup>+++</sup>) बन्छ ।

#### पर्याप्तता तथा धातुहरू (Occurrence and Ores)

प्रकृतिमा फलाम स्वतन्त्र रूपमा कम मात्रामा पाइन्छ । फलाम जीवहरूको शरीर र विभिन्न धातुहरूका रूपमा पाइन्छ । यो रगतमा हेमोग्लोबिनको रूपमा रहेको हुन्छ । फलामका केही प्रमुख धातुहरू हेमाटाइट (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), म्याग्नेटाइट (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), आइरन पाइराइट (FeS<sub>2</sub>), सिडेराइट (FeCO<sub>3</sub>) आदि

हुन् । फलामको प्रतिशत बढी भएको धाउ हेमाटाइट हो । यसमा फलाम करिब 72.5 प्रतिशत जति हुन्छ । यो धाउ प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा पाइने हुँदा धेरैजसो फलाम यसैबाट उत्पादन गरिन्छ ।

### फलामका भौतिक गुणहरू (Physical properties of iron)

1. शुद्ध फलाम एक टलकदार खैरो खरानी रङको धातु हो ।
2. यो ताप र विद्युत्को सुचालक हो ।
3. यसको विशिष्ट घनत्व 7.86 हुन्छ ।
4. फलाम करिब  $1500^{\circ}\text{C}$  तापक्रममा पग्लन्छ र करिब  $2500^{\circ}\text{C}$  मा उम्लन्छ ।
5.  $770^{\circ}\text{C}$  भन्दा बढी तापक्रममा फलाम अचुम्बकीय पदार्थ बन्छ ।
6. यो प्रकृतिमा म्यालियबल (malleable) र डक्टाइल (ductile) प्रकृतिको हुन्छ ।

### फलामका उपयोगिता (Uses of iron)

1. रड, तार, पाइप, गाडीहरू, रेलको पटरी, नट तथा बोल्ट, किला इत्यादि बनाउन फलामको प्रयोग हुन्छ ।
2. यो स्टिल उत्पादन गर्न तथा रेडियटर र स्टोभ बनाउन प्रयोग हुन्छ ।
3. विभिन्न प्रकारका कृषि औजार र हतियारहरू बनाउन प्रयोग हुन्छ ।
4. घरमा प्रयोग हुने विभिन्न प्रकारका भाँडाकुँडाहरू बनाउन प्रयोग हुन्छ ।
5. विभिन्न रासायनिक प्रतिक्रियामा यो उत्प्रेरकको रूपमा प्रयोग हुन्छ ।

### एल्मुनियम (Aluminium)

एल्मुनियम पृथ्वीको क्रस्टमा प्रशस्त मात्रामा पाइने धातु हो । यसको सङ्केत Al हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 13 र पारमाणविक भार 27 हो । यसको इलेक्ट्रोनिक विन्यास यस प्रकार छ :

सेल	K	L	M
इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	2	8	3
अर्बिटाइल	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^1$

### पेरियोडिक तालिकामा एल्मुनियमको स्थान (Position of aluminium in a periodic table)

एल्मुनियमको तिन ओटा भ्यालेन्स इलेक्ट्रोनहरू हुन्छन् । त्यसैले पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान समूह IIIA हो । यो तत्त्व p ब्लकअन्तर्गत पिरियड 3<sup>rd</sup> मा पर्छ । यसको संयुज्यता 3 हुन्छ । 3 ओटा इलेक्ट्रोनहरू हटाएर एल्मुनियम आयोन ( $\text{Al}^{+++}$ ) बन्छ ।

## पर्याप्तता तथा धाउहरू (Occurrence and ores)

प्रकृतिमा एल्मुनियम स्वतन्त्र रूपमा पाइँदैन, तर यौगिक तथा धाउहरूको रूपमा प्रशस्त मात्रामा पाइन्छ । एल्मुनियमका केही प्रमुख धाउहरूमा बक्साइट ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), फेल्सपार ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), कार्यालाइट ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), कायोलियन ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) आदि हुन् । बक्साइट धाउ प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा पाइने हुँदा धेरैजसो एल्मुनियम यसैबाट उत्पादन गरिन्छ ।

## एल्मुनियमका भौतिक गुणहरू (Physical properties of aluminium)

1. एल्मुनियम सेतो हलुका रङको धातु हो ।
2. यो ताप र विद्युत्को सुचालक हो ।
3. यसको विशिष्ट घनत्व 2.7 हुन्छ ।
4. एल्मुनियम करिब  $660^\circ\text{C}$  तापक्रममा पगल्छ र करिब  $1800^\circ\text{C}$  मा उम्लन्छ ।
5. यो प्रकृतिमा म्यालियबल (malleable) र डक्टाइल (ductile) प्रकृतिको हुन्छ ।

## एल्मुनियमको उपयोगिता (Uses of Aluminium)

1. हलुका भाँडाकुँडा, फ्रेम, विद्युतीय तार तथा निर्माणका सामग्रीहरू बनाउन यसको प्रयोग गरिन्छ ।
2. हवाई जहाज, पानीजहाज, गाडीहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. यसको धुलोलाई तेलमा मिसाएर रङ तयार गरिन्छ ।
4. पातलो एल्मुनियम पाता (aluminium foil) विभिन्न प्रकारका सामानहरू, जस्तै : चकलेट, फोटोग्राफिक फिल्म, मेडिसिन आदि बेर्ने प्रयोग गरिन्छ ।
5. मिश्रित धातुहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
6. सिक्काहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।

## तामा (Copper)

तामाको ल्याटिन नाम Cuprum हो । यसको सङ्केत Cu हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 29 र पारमाणविक भार 63.57 हो । यसको इलेक्ट्रोनिक विन्यास यस प्रकार छ :

सेल	K	L	M	N
इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	2	8	18	1
अर्बिटाइल	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^1$

## पेरियोडिक तालिकामा तामाको स्थान (Position of copper in a periodic table)

तामाको एउटा भ्यालेन्स इलेक्ट्रोन हुन्छ । त्यसैले पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान समूह IB हो । यो तत्त्व d ब्लकअन्तर्गत पिरियड 4<sup>th</sup> मा पर्छ । यसको संयुज्यता 1 वा 2 हुन्छ । यो 1 वा 2 ओटा इलेक्ट्रोनहरू हटाएर कूप्रिस (Cu<sup>+</sup>) वा कूप्रिक Cu<sup>++</sup> आयोन बन्छ ।

## पर्याप्तता तथा धाउहरू (Occurrence and ores)

तामा प्रकृतिमा शुद्ध अवस्था एवम् विभिन्न धाउहरूका रूपमा पनि पाइन्छ । यसका केही धाउहरूमा कपर पाइराइट (copperpyrite) वा चाल्को पाइराइट (chalcopyrite) CuFeS<sub>2</sub>, चाल्कोसाइट (chalcocite) Cu<sub>2</sub>S वा कपर ग्लान्स (copper glance), क्युप्राइट (Cuprite) Cu<sub>2</sub>O आदि हुन् । कपर पाइराइट धाउबाट धेरैजसो तामा उत्पादन गरिन्छ ।

## तामाका भौतिक गुणहरू (Physical properties of copper)

1. तामा रातो खैरो रङको टलकदार धातु हो ।
2. यसको विशिष्ट घनत्व 8.95 हुन्छ ।
3. यो 1083<sup>0</sup>C मा पग्लन्छ र 2350<sup>0</sup>C मा उम्लन्छ ।
4. यो ताप र विद्युत्को असल प्रकारको सुचालक हो ।
5. यो नरम, म्यालुयबल (malleable) र डकटाइल (ductile) प्रकृतिको हुन्छ ।

## तामाको उपयोगिता (Uses of Copper)

1. विद्युतीय तारहरू, इलेक्ट्रिक मोटर, डायनामो तथा अन्य सामग्रीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
2. घरायसी प्रयोजनका भाँडाकुँडाहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. यसको प्रयोग कपरको लेपन लगाउन तथा इलेक्ट्रोटाइपिङमा गरिन्छ ।
4. यसको प्रयोग स्टिम पाइप, भ्याकुम प्यान तथा क्यालोरिमिटरमा गरिन्छ ।
5. पित्तल, काँस (bronze) जस्ता मिश्रित धातुहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
6. सिक्काहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
7. यसको प्रयोग विभिन्न प्रकारका रासायनिक पदार्थहरू (यौगिकहरू) तथा विषादीहरू बनाउन गरिन्छ ।

मिश्रित धातु	बनावट	उपयोग
पित्तल	Cu, Zn	नट, बोल्ट, कन्डेन्सर ट्युब, मेडल
जर्मन सिल्भर	Cu, Zn, Ni	भाँडाकुँडा र घन्टी
ब्रोन्ज (काँस)	Cu, Sn, Zn	घरायसी भाँडाकुँडा, सिक्काहरू
गन मेटल	Cu, Sn, Zn, Pb	वेयरिड र मेसिनका पार्टहरू
बेल मेटल	Cu, Sn	सजावटका सामग्रीहरू र घन्टी

## चाँदी (Silver)

चाँदीको ल्याटिन नाम अर्जेन्टम (Argentum) हो । यसको सङ्केत Ag हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 47 र पारमाणविक भार 107.88 हो । यसको इलेक्ट्रोनिक विन्यास यस प्रकार छ :

सेल	K	L	M	N	O
इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	2	8	18	18	1
अर्बिटाइल	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2 4p^6 4d^{10}$	$5s^1$

### पेरियोडिक तालिकामा चाँदीको स्थान (Position of silver in a periodic table)

चाँदीको एउटा मात्र भ्यालेन्स इलेक्ट्रोन हुन्छ । त्यसैले पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान समूह IB अन्तर्गत पर्छ । यो तत्त्व d ब्लकअन्तर्गत 5<sup>th</sup> पिरियडमा पर्छ । यसको संयुज्यता 1 हुन्छ । यो 1 ओटा इलेक्ट्रोन हटाएर सिल्भर आयोन ( $Ag^+$ ) बन्छ ।

### पर्याप्तता तथा धाउहरू (Occurrence and ores)

चाँदी प्रकृतिमा स्वतन्त्र एवम् विभिन्न धाउहरूका रूपमा पाइन्छ । यसका केही धाउहरूमा अर्जेन्टाइट वा सिल्भर ग्लान्स ( $Ag_2S$ ), सिल्भर कपर ग्लान्स ( $AgCu_2$ )<sub>2</sub>S, हर्न सिल्भर (Horn silver)  $AgCl$  आदि हुन् । अर्जेन्टाइट धाउलाई चाँदीको प्रमुख धाउको रूपमा लिइन्छ ।

### चाँदीका भौतिक गुणहरू (Physical properties of silver)

1. चाँदी सेतो रङको टलकदार धातु हो ।
2. यसको विशिष्ट घनत्व 10.5 हुन्छ ।
3. यो 960<sup>0</sup>C मा पग्लन्छ 1955<sup>0</sup>C मा उम्लन्छ ।
4. यो ताप र विद्युत्को राम्रो सुचालक हो ।
5. यो म्यालियबल (malleable) र डक्टाइल (ductile) प्रकृतिको हुन्छ ।

### चाँदीको उपयोगिता (Uses of Silver)

1. यसको प्रयोग चाँदीको लेपन लगाउन गरिन्छ ।
2. सिक्का, गहना र सजावटका सामग्रीहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. यसको प्रयोग सिल्भर लवणहरू तथा औषधीहरू बनाउन गरिन्छ ।
4. यसको प्रयोग मिररलाई टल्काउने काममा गरिन्छ ।

5. सिल्भर अमाल्गम (Silver amalgam) लाई दात भर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ ।
6. सिल्भर अक्साइडलाई क्याल्कुलेटरका ब्याट्री, श्रवण सामग्री तथा घडीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
7. फोटोग्राफीमा सिल्भर ब्रोमाइडका रूपमा नेगेटिभमा यसको प्रयोग हुन्छ ।

## सुन (Gold)

सुनको ल्याटिन नाम अरम (Aurum) हो । यसको सङ्केत Au हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 79 र पारमाणविक भार 197.2 हो । यसको इलेक्ट्रोनिक विन्यास यस प्रकार छ :

सेल	K	L	M	N	O	P
इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या	2	8	18	32	18	1
अर्बिटाइल	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$	$5s^2 5p^6 5d^{10}$	$6s^1$

## पेरियोडिक तालिकामा सुनको स्थान (Position of gold in a periodic table)

सुनको एउटा भ्यालेन्स इलेक्ट्रोन हुन्छ । त्यसैले पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान समूह IB अन्तर्गत पर्दछ । यो तत्त्व d ब्लकअन्तर्गत 6<sup>th</sup> पेरियोडमा पर्दछ । यसको संयुज्यता 1 वा 3 हुन्छ । यो 1 ओटा इलेक्ट्रोन हटाएर अउरस आयोन ( $Au^+$ ) वा 3 ओटा इलेक्ट्रोन हटाएर अउरिक आयोन ( $Au^{+++}$ ) बन्छ ।

## पर्याप्तता तथा धाउहरू (Occurrence and ores)

सुन प्रकृतिमा शुद्धावस्थामै एवम् विभिन्न धाउहरूका रूपमा पाइन्छ । सुन कम क्रियाशील भएकाले यो प्रकृतिमा शुद्धावस्थामै पाइन्छ । यो चट्टानहरूमा क्वार्जसँग (reef gold) वा खोलाले बगाएको बलौटे माटामा पनि पाइन्छ । यो विभिन्न धाउहरू जस्तै सल्फाइड, अक्साइड, कार्बोनेट, सल्फेट आदिमा पाइन्छ । यसका केही धाउहरूका महत्त्वपूर्ण स्रोतहरू बलौटे माटो र क्याल्भेराइट ( $AuTe_2$ ) हुन् ।

## सुनका भौतिक गुणहरू (Physical properties of gold)

1. सुन नरम, चहकिलो र पहुँलो धातु हो ।
2. यसको विशिष्ट घनत्व 19.3 हुन्छ ।
3. यो  $1063^{\circ}C$  मा पग्लन्छ र लगभग  $2530^{\circ}C$  मा उम्लिन्छ ।
4. यो ताप र विद्युत्को राम्रो सुचालक हो ।
5. यो एकदमै कम क्रियाशील धातु हो ।



## सुनको उपयोगिता (Uses of gold)

1. यसको प्रयोग सुनको लेपन लगाउन गरिन्छ ।
2. सिक्का, गहना र मेडलहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. देवी देवताका मूर्तिहरू बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
4. यसको प्रयोग गोल्ड लिफ इलेक्ट्रोस्कोप (gold leaf electroscope) बनाउन गरिन्छ ।
5. यसका यौगिकहरू फोटोग्राफी र औषधीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
6. यसको प्रयोग मिश्र धातुहरू बनाउन गरिन्छ ।
7. दाँतमा सुनको जलप (crown bridge) लगाउन यसको प्रयोग गरिन्छ ।

## नेपालमा धातुहरूको पर्याप्तता (Occurrence of metals in Nepal)

धातु	धातुहरू	पाइने जिल्ला
फलाम	म्याग्नेटाइट/ हेमाटाइट	ललितपुर, तनहुँ, भोजपुर, रामेछाप, प्युठान, चितवन
तामा	चाल्कोपाइराइट/कपर ग्लान्स	उदयपुर, धादिङ, मकवानपुर, सोलुखुम्बु
सुन	बलौटे माटो/स्वतन्त्र सुन	राप्ती, मुस्ताङ, काठमाडौँ
म्याग्नेसियम	म्याग्नेसाइट	उदयपुर, दोलखा
कोबाल्ट	कोबाल्टाइट	पाल्पा, गुल्मी
क्याल्सियम	लाइमस्टोन	काठमाडौँ, उदयपुर, धादिङ, मकवानपुर
बिस्मथ	बिस्मथ	मकवानपुर (भिमफेदी)
लिड/जिङ्क	लिड/जिङ्क डिपोजिट	ललितपुर, गणेश हिमाल

## सारांश

1. फलामका केही प्रमुख धातुहरूमा हेमाटाइट ( $Fe_2O_3$ ), म्याग्नेटाइट ( $(Fe_3O_4)$ ), आइरन पाइराइट ( $FeS_2$ ), सिडेराइट ( $FeCO_3$ ) आदि हुन् । हेमाटाइट धातु प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा पाइने हुँदा धेरैजसो फलाम यसैबाट उत्पादन गरिन्छ ।
2. रड, तार, पाइप, गाडीहरू, रेलको पटरी, नट तथा बोल्ट, किला, कृषि औजार र हतियारहरू, स्टील उत्पादन इत्यादिका लागि फलामको प्रयोग हुन्छ ।
3. एल्मुनियमका केही प्रमुख धातुहरूमा बक्साइट ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ), फेल्सपार ( $KAlSi_3O_8$ ), कार्यालाइट ( $Na_3AlF_6$ ), कार्यालियन ( $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ ) आदि हुन् ।

4. हलुका भाँडाकुँडाहरू, फ्रेमहरू, विद्युतीय तार, हवाई जहाज, पानीजहाज, गाडीहरू तथा निर्माणका सामग्रीहरू, रड, मेडिसिन, मिश्र धातुहरू, सिक्काहरू बनाउन एल्मुनियमको प्रयोग गरिन्छ ।
5. तामाका केही धातुहरूमा कपर पाइराइट (Copperpyrite) वा चाल्को पाइराइट (chalcopyrite)  $CuFeS_2$ , चाल्कोसाइट (chalcocite)  $Cu_2S$  वा कपर ग्लान्स (copper glance), कुप्राइट (Cuprite)  $Cu_2O$  आदि हुन् । कपर पाइराइट धातुबाट धेरैजसो तामा उत्पादन गरिन्छ ।
6. विद्युतीय तारहरू, इलेक्ट्रिक मोटर, डायनामो तथा अन्य सामग्रीहरू, भाँडाकुँडाहरू, क्यालोरिमिटर, पित्तल, ब्रोन्ज जस्ता मिश्रित धातुहरू, विषादीहरू आदि बनाउन तामाको प्रयोग गरिन्छ ।
7. चाँदीका केही धातुहरूमा अर्जेन्टाइट वा सिल्भर ग्लान्स (Silver glance)  $Ag_2S$ , सिल्भर कपर ग्लान्स (Silver copper glance)  $(AgCu_2)_2S$ , हर्न सिल्भर (Horn silver)  $AgCl$  आदि हुन् । अर्जेन्टाइट धातुबाट धेरैजसो चाँदी उत्पादन गरिन्छ ।
8. चाँदीको प्रयोग चाँदीको विद्युत् लेपन गर्न, सिक्का, गहना र सजावटका सामग्रीहरू बनाउन, सिल्भर अक्साइडलाई क्याल्कुलेटरका ब्याट्री, श्रवण सामग्री तथा घडीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
9. सुनको प्रयोग सुनको लेपन लगाउन, सिक्का, गहना र मेडलहरू, देवी देवताका मूर्तिहरू, गोल्ड लिफ इलेक्ट्रोस्कोप (gold leaf electroscope), औषधीहरू बनाउन आदिका लागि गरिन्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक चिह्न ( $\checkmark$ ) लगाउनुहोस् :

1. तलका मध्ये एल्मुनियमको मुख्य धातु कुन चाहिँ हो ?
 

(i) हेमाटाइट	(ii) म्याग्नेटाइट
(iii) बक्साइट	(iv) अर्जेन्टाइट
2. तलका मध्ये कुन चाहिँ धातु हवाई जहाज, पानीजहाज र गाडी निर्माणका लागि प्रयोग गरिन्छ र किन ?
  - (i) तामा, गह्रौँ र खिया नलाग्ने भएकाले
  - (ii) चाँदी, बहुमूल्य र खिया नलाग्ने भएकाले
  - (iii) फलाम, सस्तो र खिया नलाग्ने भएकाले
  - (iv) एल्मुनियम, हलुका र खिया नलाग्ने भएकाले
3. धेरैजसो फलाम हेमाटाइट धातुबाट उत्पादन गरिनुको कारण के होला ?
  - (i) हेमाटाइट धातु प्रकृतिमा कम मात्रामा पाइने हुँदा

- (ii) हेमाटाइट धाउ प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा पाइने हुँदा
  - (iii) हेमाटाइट धाउ बाहेक अरू धाउहरू नभएकाले गर्दा
  - (iv) हेमाटाइट धाउबाट अरू धेरै धातुहरू निकाल्न सकिने हुँदा
4. तलका मध्ये कुन चाहिँ धाउबाट तामा उत्पादन गर्न सकिँदैन ?
- (i) कपर पाइराइट
  - (ii) चाल्कोसाइट
  - (iii) कुप्राइट
  - (iv) बक्साइट
5. तलका मध्ये कुन चाहिँ कारणले सुन गोल्ड लिफ इलेक्ट्रोस्कोप बनाउन प्रयोग गरिन्छ ?
- (i) यसले धनात्मक चार्ज छुट्याउन सहयोग गर्छ ।
  - (ii) यसले ऋणात्मक चार्ज छुट्याउन सहयोग गर्छ ।
  - (iii) यसले धनात्मक र ऋणात्मक चार्ज छुट्याउन सहयोग गर्छ ।
  - (iv) यसले धनात्मक र ऋणात्मक दुवै चार्ज छुट्याउन सहयोग गर्दैन ।

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. तल दिइएका धातुहरूको सामान्य परिचय दिनुहोस् :  
फलाम, एल्मुनियम, तामा, चाँदी र सुन
2. फलाम र एल्मुनियम उत्पादन गर्न सकिने धाउहरूको छुट्टाछुट्टै सूची बनाई तिनीहरूका कुनै 3/3 ओटा भौतिक गुणहरू लेख्नुहोस् ।
3. एल्मुनियमलाई हवाई जहाज, पानीजहाज, गाडीहरूका विभिन्न पार्टपुर्जाहरू बनाउन प्रयोग गरिनुको कारण के हो, लेख्नुहोस् ।
4. हाम्रो दैनिक जीवनमा फलाम र एल्मुनियमको प्रयोग कहाँ कहाँ भएको पाइन्छ, लेख्नुहोस् ।
5. तामा उत्पादन गर्न सकिने धाउहरूको सूची बनाई यसका कुनै 3 ओटा भौतिक गुणहरू लेख्नुहोस् ।
6. हाम्रो दैनिक जीवनमा तामा कुन प्रयोजनका लागि गरिन्छ ? कुनै 6 ओटा बुँदाहरू लेख्नुहोस् ।
7. चाँदी र सुनका धाउहरूको सूची बनाई तिनीहरूका कुनै 3/3 ओटा भौतिक गुणहरू लेख्नुहोस् ।
8. चाँदी र सुनको कुनै तिन ओटा उपयोगिताहरू बुँदागत रूपमा लेख्नुहोस् ।
9. चाँदी र सुनलाई स्वतन्त्र रूपमा पाउन सकिन्छ, किन ? कारण दिनुहोस् ।

## परियोजना कार्य

आइरन सल्फेट र कपर सल्फेटलाई छुट्टाछुट्टै दुई ओटा भाँडामा लिनुहोस् । त्यसपछि कपर प्लेटलाई आइरन सल्फेटमा र आइरन प्लेटलाई कपर सल्फेटमा राख्नुहोस् । प्रत्येक विकरमा के परिवर्तन हुन्छ, अवलोकन गरी निष्कर्षलाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

## शब्दावली

सङ्क्रमण तत्त्व : पेरियोडिक तालिकामा समूह IIA र समूह IIIA बिच पाइने तत्त्वहरू

म्यालियबल : पिटेर वा थिचेर चेप्टो बनाउन सकिने

डकटाइल : पिटेर वा थिचेर तार जस्तो संरचनामा बदल्न सकिने

फोटोग्राफी : फोटो लिने कला

सिल्भर अमाल्गम : चाँदी, टिन र मर्करीको मिश्रण

## एकाइ 12 हाइड्रोकार्बन र यसका यौगिकहरू (Hydrocarbons and its Compounds)

वरपर रहेका यौगिकहरूबारे तपाईंहरूले केही बताउन सक्नुहुन्छ ? हाम्रा वरपर विभिन्न प्रकारका यौगिकहरू पाइन्छन् । ती यौगिकहरूलाई कार्बनिक र अकार्बनिक गरी दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ । खनिज पदार्थहरूको स्रोतबाट प्राप्त यौगिकहरूलाई अकार्बनिक यौगिक भनिन्छ भने जनावरहरू वा बोट बिरुवाहरूबाट प्राप्त यौगिकहरूलाई कार्बनिक यौगिक भनिन्छ । कार्बनका अक्साइड, कार्बोनेट, बाइकार्बोनेट र कार्बाइडहरू बाहेक कार्बनका सबै यौगिकहरूलाई कार्बनिक यौगिकहरू भनिन्छ । कार्बन र हाइड्रोजन मिलेर बनेका हुनाले कार्बनिक यौगिकलाई हाइड्रोकार्बन पनि भनिन्छ ।

### हाइड्रोकार्बन (Hydrocarbon)

कार्बन र हाइड्रोजन दुई तत्वहरू मिलेर बनेका कार्बनिक यौगिकहरूलाई हाइड्रोकार्बन भनिन्छ । मिथेन, इथेन, इथिलिन, एसिटिलिन इत्यादि यसका उदाहरणहरू हुन् । हाइड्रोकार्बन यौगिकहरूको प्रमुख स्रोत भनेको पेट्रोलियम पदार्थ नै हो । कार्बन र कार्बन परमाणुहरूको बिचमा रहेका बन्डहरूका प्रकारका आधारमा यसलाई संतृप्त र असंतृप्त गरी दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

### संतृप्त हाइड्रोकार्बन (Saturated hydrocarbon)

हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बनहरूबिच एउटै मात्र बन्ड रहेको छ भने त्यस्तो हाइड्रोकार्बनलाई संतृप्त हाइड्रोकार्बन (saturated hydrocarbon) भनिन्छ । संतृप्त शब्दको अर्थ यी यौगिकहरूमा अरू केही पनि थप्न सकिँदैन भनेको हो । यिनीहरू एकदमै स्थिर प्रकृतिका हुन्छन् । रासायनिक प्रतिक्रियामा कम सक्रिय हुने भएकाले यिनीहरूलाई पाराफिन्स (paraffins) भनिन्छ । यिनीहरूलाई अल्केन (alkane) पनि भनिन्छ । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई  $C_nH_{2n+2}$  ले जनाइन्छ । जहाँ  $n$  भनेको कार्बनको सङ्ख्या हो र यसलाई  $n = 1, 2, 3, \dots$  ले जनाइन्छ ।

केही महत्त्वपूर्ण संतृप्त हाइड्रोकार्बनको IUPAC नाम, आणविक सूत्र, कन्डेन्सड सूत्र र संरचनात्मक सूत्र तल दिइएको छ :

नाम (Name)	आणविक सूत्र (Molecular Formula)	कन्डेन्सड सूत्र (Condensed Formula)	संरचनात्मक सूत्र (Structural Formula)
मिथेन (Methane)	$CH_4$	$CH_4$	<pre>       H             H-C-H               H           </pre>
इथेन (Ethane)	$C_2H_6$	$H_3CCH_3$	<pre>       H H               H-C-C-H                 H H           </pre>
प्रोपेन (Propane)	$C_3H_8$	$H_3CCH_2CH_3$	<pre>       H H H                 H-C-C-C-H                   H H H           </pre>
ब्यूटेन (Butane)	$C_4H_{10}$	$H_3C(CH_2)_2CH_3$	<pre>       H H H H                   H-C-C-C-C-H                     H H H H           </pre>
पेन्टेन (Pentane)	$C_5H_{12}$	$H_3C(CH_2)_3CH_3$	<pre>       H H H H H                     H-C-C-C-C-C-H                       H H H H H           </pre>

## असंतृप्त हाइड्रोकार्बन (Unsaturated hydrocarbon)

हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बन कार्बनहरूका बिचमा दुई वा तिन ओटा बन्ड रहेका हाइड्रोकार्बनहरूलाई असंतृप्त हाइड्रोकार्बन (unsaturated hydrocarbon) भनिन्छ । असंतृप्त हाइड्रोकार्बनको अर्थ यी यौगिकहरूमा अरू केही अणुहरू थप्न सकिन्छ भन्ने हो । यिनीहरू एकदमै अस्थिर प्रकृतिका हुन्छन् । असंतृप्त हाइड्रोकार्बनहरू अल्किन (alkene) र अल्काइन (alkyne) गरी दुई प्रकारका छन् ।

### अल्किन (Alkene)

यदि कार्बन कार्बनको बिचमा दुई ओटा बन्ड भएमा त्यस्ता हाइड्रोकार्बनलाई अल्किन (alkene) भनिन्छ । यिनीहरूलाई ओलिफिन्स (olefines) पनि भनिन्छ । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई  $C_nH_{2n}$  ले जनाइन्छ । जहाँ  $n$  भनेको कार्बनको सङ्ख्या हो र यसमा  $n$  को मान 2 बाट सुरु भएर अगाडि बढ्छ ।  $n$  को विभिन्न मान राखी फरक फरक अल्किनहरू प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

नाम	आणविक सूत्र	कन्डेन्सड सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
इथिन	$C_2H_4$	$H_2C = CH_2$	$\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ C & = & C \\   &   \\ H & H \end{array}$
प्रोपिन	$C_3H_6$	$H_3C - CH = CH_2$	$\begin{array}{c} H & H & H \\   &   &   \\ H - C & - & C = C \\   & &   \\ H & & H \end{array}$
ब्युटिन	$C_4H_8$	$H_3C - CH_2 - CH = CH_2$	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\   &   &   &   \\ H - C & - & C - & C = C \\   &   & &   \\ H & H & & H \end{array}$

### अल्काइन (Alkyne)

कार्बन कार्बनको बिचमा तिन ओटा बन्ड भएमा यसलाई अल्काइन (alkyne) भनिन्छ । यिनीहरूलाई एसिटिलिन्स (acetylenes) पनि भनिन्छ । यस किसिमका हाइड्रोकार्बनलाई  $C_nH_{2n-2}$  ले जनाइन्छ ।

जहाँ  $n$  भनेको कार्बनको सङ्ख्या हो । यसमा  $n$  को मान 2 बाट सुरु भएर अगाडि बढ्छ ।  $n$  को विभिन्न मान राखी फरक फरक अल्काइनहरू प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

नाम	आणविक सूत्र	कन्डेन्सड सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
इथाइन	$C_2H_2$	$HC \equiv CH$	$H - C \equiv C - H$
प्रोपाइन	$C_3H_4$	$H_3C - C \equiv CH$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H - C - C \equiv C - H \\   \\ H \end{array}$
ब्युटाइन	$C_4H_6$	$H_3C - CH_2 - C \equiv CH$	$\begin{array}{c} H \quad H \\   \quad   \\ H - C - C - C \equiv C - H \\   \quad   \\ H \quad H \end{array}$

### होमोलोगस शृङ्खला (Homologous series)

एउटै सूत्रमा बाँधिन सक्ने हाइड्रोकार्बनहरूको समूहलाई होमोलोगस शृङ्खला (homologous series) भनिन्छ । यी शृङ्खलाहरूका सदस्यहरूलाई होमोलोगी (homologue) भनिन्छ । होमोलोगस शृङ्खलाका सबै सदस्यहरूलाई एउटै सामान्य सूत्रबाट जनाइन्छ । एउटा होमोलोगी सदस्य र अर्को सदस्यबिचको अन्तर  $CH_2$  हुन्छ ।

### अल्काइल रेडिकल (Alkyl radical)

अल्केन (alkane) बाट एउटा हाइड्रोजन परमाणु हटाउँदा बन्ने परमाणुहरूको समूहलाई अल्काइल रेडिकल (alkyl radical) भनिन्छ, जस्तै : मिथेन  $CH_4$  बाट मिथाइल  $CH_3^+$ , इथेन  $C_2H_6$  बाट इथाइल अल्काइल  $C_2H_5^+$  आदि । रेडिकललाई सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n+1}$  ले जनाइन्छ । यसलाई जनाउन R अक्षर प्रयोग गरिन्छ ।

### फङ्सनल ग्रुप (Functional group)

कार्बनिक यौगिकको निश्चित समूहको संरचनालाई परिभाषित गर्ने एउटा परमाणु वा परमाणुहरूको समूहलाई फङ्सनल ग्रुप (Functional group) भनिन्छ । विभिन्न वर्गका कार्बनिक यौगिकहरू बन्नका लागि अल्काइल रेडिकलहरू फङ्सनल ग्रुपसँग मिल्छन् ।

### आइयुप्याक पद्धति (IUPAC system)

IUPAC system लाई पूर्ण रूपमा लेख्दा International Union of Pure and Applied Chemistry हुन्छ । यो कार्बनिक र अकार्बनिक यौगिकहरूको नाममा एकरूपता होस् भन्ने हेतुले

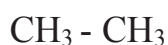
वैज्ञानिकहरूले स्थापना गरेको पद्धति हो । यस पद्धतिअनुसार एक यौगिकको एउटा मात्रै नाम हुन्छ । यसले गर्दा यौगिकहरूलाई बुझ्नमा हुने गल्तीलाई हटाउँछ ।

### हाइड्रोकार्बनलाई नामाकरण गर्ने सरल तरिका (Common system to nomenclature hydrocarbons)

- (i) हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बनको सङ्ख्याहरूका आधारमा सर्वप्रथम वर्डरुट (wordroot) पत्ता लगाउने, जस्तै :

कार्बन परमाणुको सङ्ख्या	वर्डरुट	नोटेसन
C -1	Meth	C <sub>1</sub>
C -2	Eth	C <sub>2</sub>
C -3	Prop	C <sub>3</sub>
C -4	But	C <sub>4</sub>
C -5	Pent	C <sub>5</sub>
C -6	Hex	C <sub>6</sub>
C -7	Hept	C <sub>7</sub>
C -8	Oct	C <sub>8</sub>
C -9	Non	C <sub>9</sub>
C -10	Dec	C <sub>10</sub>

- (ii) यसरी हाइड्रोकार्बनमा भएको वर्डरुट पत्ता लगाई सकेपछि यसमा ane, ene र yne थप्ने । जस्तै :



यसमा कार्बनको सङ्ख्या = 2

कार्बन कार्बनबिचमा हुने बन्ड = 1 = ane

यसको नामाकरण गर्दा eth+ ane = ethane हुन्छ ।



## केही हाइड्रोकार्बन र यसबाट बनेका यौगिकहरू (Some hydrocarbon and its compounds)

### मिथेन (Methane)

मिथेन सबैभन्दा सरल एलिफेटिक हाइड्रोकार्बन (aliphatic hydrocarbon) हो । यो ग्याँस धापिलो क्षेत्र (marshy place) मा पाइने भएकाले यसलाई मार्स ग्याँस (marsh gas) पनि भनिन्छ । यसको आणविक सूत्र  $CH_4$  हो । यो ग्याँस प्रायजसो खनिज तेलको माथिपट्टि पाइने गर्छ । गोबर ग्याँस, बायो ग्याँस र सिवेज (sewage) ग्याँसमा पनि मिथेन पाइन्छ । यो ग्याँस रङहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ । यो ग्याँस पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिकहरू, जस्तै : इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।

### मिथेनको उपयोगिता (Uses of methane)

1. मिथेन ग्याँस गोबर ग्याँस (वायो ग्याँस) को रूपमा ग्रामीण क्षेत्रका घर घरमा प्रयोग गरिनुका साथै उद्योगहरूमा पनि इन्धनको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. कार्बन ब्ल्याक उत्पादन गर्न यसलाई प्रयोग गरिन्छ, जसलाई मसी छान्ने, जुत्ताको पालिस गर्ने र रङ बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
3. मिथेनलाई विभिन्न उपयोगी यौगिकहरू क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल अल्कोहल, फर्मालिडहाइड आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
4. हाइड्रोजनको औद्योगिक उत्पादन गर्न पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

### इथेन (Ethane)

इथेन एक संतृप्त हाइड्रोकार्बनको दोस्रो सदस्य हो । यसको एक अणुमा दुई ओटा कार्बन परमाणुहरू हुन्छन् । यसको आणविक सूत्र  $C_2H_6$  हो । यो ग्याँस मिथेनसँग प्राकृतिक ग्याँस, कोल ग्याँस र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्याँस मिथेन जस्तै रङहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ । यो ग्याँस पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिकहरू जस्तै इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।

### इथेनको उपयोगिता (Uses of ethane)

1. इथेन बल्दा तापको ठुलो मात्रा निस्कने भएकाले यसलाई वेल्डिङ गर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ ।
2. यसलाई अरू कार्बनिक यौगिकहरू इथाइल क्लोराइड, नाइट्रोइथेन इत्यादि बनाउन पनि प्रयोग गरिन्छ ।

### प्रोपेन (Propane)

प्रोपेन पनि एक संतृप्त हाइड्रोकार्बनको तेस्रो सदस्य हो । यसको एक अणुमा तिन ओटा कार्बन परमाणुहरू छन् । यसको आणविक सूत्र  $C_3H_8$  हो । यो ग्याँस प्राकृतिक ग्याँस र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्याँस रङहीन र गन्धहीन हुन्छ । यो ग्याँस पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिकहरू इथर, अल्कोहल आदिमा घुल्छ ।

## प्रोपेनको उपयोगिता (Uses of propane)

1. यो ग्याँस अत्यन्त प्रज्वलनशील भएको हुनाले इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. यसलाई अरु कार्बनिक यौगिकहरू बनाउन पनि प्रयोग गरिन्छ ।
3. पेट्रोलियम उद्योगहरूमा चिस्याउने कार्यका लागि पनि यो ग्याँस प्रयोग गरिन्छ ।

## ब्युटेन (Butane)

ब्युटेन एक संतृप्त हाइड्रोकार्बनको चौथो सदस्य हो । यसको एक अणुमा चार ओटा कार्बन परमाणुहरू हुन्छन् । यसको आणविक सूत्र  $C_4H_{10}$  हो । यो ग्याँस प्राकृतिक ग्याँस र पेट्रोलियम खानीमा पाइन्छ । यो ग्याँस रडहीन र गन्धहीन हुन्छ । यो ग्याँस पानीमा घुल्दैन तर प्राङ्गारिक यौगिकहरू, जस्तै : इथर, अल्कोहलमा घुल्छ ।

## ब्युटेनको उपयोगिता (Uses of butane)

1. यस ग्याँसलाई मिथेनसँग मिसाई LPG (Liquefied Petroleum Gas) इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ किनकि चाप दिएमा यो ग्याँस सजिलै तरल हुन्छ ।
2. सिन्थेटिक रबर बनाउन कच्चा पदार्थको रूपमा यसको प्रयोग हुन्छ ।

## अल्कोहल (Alcohol)

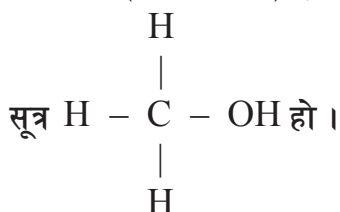
अल्कोहल यौगिकहरू अल्केनबाट उत्पादन गरिएका हुन्छन् । अल्केनमा रहेको एक वा एकभन्दा बढी हाइड्रोजन परमाणुहरूलाई हाइड्रोक्सिल समूह (OH) ले प्रतिस्थापन गरेर बनेको यौगिक अल्कोहल हो । यसको सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n+1}OH$  हो । हाइड्रोक्सिल समूह अल्कोहलको फङ्सनल ग्रुप हो । हाइड्रोक्सिल समूह (OH) को उपस्थितिको आधारमा अल्कोहललाई एक भएमा मोनोहाइड्रिक (monohydric), दुई भएमा डाइहाइड्रिक (dihydric) र तिन भएमा ट्राइहाइड्रिक (trihydric) गरी तिन भागमा वर्गीकरण गरिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

सामान्यतया दैनिक जीवनमा अल्कोहल भन्नाले इथाइल अल्कोहल ( $C_2H_5OH$ ) लाई जनाउँछ । यसको फङ्सनल ग्रुप OH भएकाले यसलाई इथानल (ethanol) भनिन्छ । यो तरल पदार्थ रडहीन र पानीमा घुलनशील हुन्छ ।

## मिथाइल अल्कोहल (Methyl alcohol)

यसमा एउटा मात्र OH समूह भएकाले यो एक मोनोहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसको IUPAC नाम मिथानल (methanol) हो । मिथाइल अल्कोहलको आणविक सूत्र  $CH_3OH$  हो । यसको संरचनात्मक

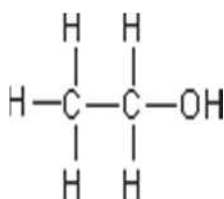


## मिथाइल अल्कोहलको उपयोगिता (Uses of methyl alcohol)

1. मिथाइल अल्कोहल मिथिलिटेड स्पिरिट (methylated spirit) बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
2. रङ र भर्निसहरूलाई घुलाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. परफ्युम, रङ, औषधी र सिन्थेटिक कपडा आदि बनाउन प्रयोग हुन्छ ।
4. बेकेलाइट बनाउन, प्लास्टिक उद्योगमा प्रयोग गरिने फरमल्डहाइड (formaldehyde) निर्माण गर्न यसको प्रयोग गरिन्छ ।
5. यसको प्रयोग ड्राई क्लिनिङ (dry cleaning) मा गरिन्छ ।

## इथाइल अल्कोहल (Ethyl alcohol)

यसमा एउटा मात्र OH समूह भएकाले यो पनि एक मोनोहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसको IUPAC नाम इथानल (ethanol) हो । इथाइल अल्कोहलको आणविक सूत्र  $C_2H_5OH$  हो । यसको संरचनात्मक सूत्र निम्न प्रकारको हुन्छ :



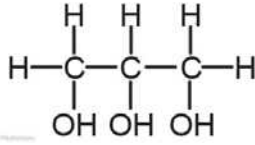
## इथाइल अल्कोहलको उपयोगिता (Uses of ethyl alcohol)

1. इथाइल अल्कोहललाई पेय मादक पदार्थहरू ह्विस्की (whisky), वाइन (wine), बियर (beer) आदिमा प्रयोग गरिन्छ ।
2. अस्पताल, स्वास्थ्य चौकी, नर्सिङ होमहरूमा घाउ, सिरिन्ज आदि सफा गर्न यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. प्रयोगशालामा बायोलोजिकल स्पेसिमेन (biological specimen) लाई सुरक्षित राख्न प्रयोग हुन्छ ।
4. कम तापक्रम नाप्ने तापमापक यन्त्र (alcohol thermometer) मा यसको प्रयोग हुन्छ ।
5. पोलिथिन, टेरिलिन, साबुन, रङ, पेन्ट आदि उत्पादन गर्नमा यसको प्रयोग हुन्छ ।
6. खोटो, बोसो, तेल आदि जस्ता हाइड्रोकार्बन घुलाउन यसलाई घोलकको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

## ग्लिसरोल (Glycerol)

ग्लिसरोलमा तिन ओटा OH समूह भएकाले यो एक ट्राइहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसलाई ग्लिसिरिन पनि भनिन्छ । यसको नाम ग्रीक भाषाको glyceros बाट ल्याइएको हो, जसको अर्थ sweet हुन्छ । यो रङहीन र गुलियो स्वाद भएको बाक्लो तरल पदार्थ हो । यो पानी र अल्कोहलमा घुलनशील हुन्छ भने

इथरमा अधुलनशील हुन्छ । यसको IUPAC नाम propane 1, 2, 3 triol हो । ग्लिसरोलको आणविक सूत्र  $C_3H_5(OH)_3$  हो । यसको संरचनात्मक सूत्र निम्न प्रकारको हुन्छ :



### ग्लिसरोलको उपयोगिता (Uses of Glycerol)

1. शरीरमा ओठ, गालालगायत विभिन्न भागको छालालाई फुटनबाट जोगाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
2. मिठाइ पसलमा मिठाइलाई गुलियो बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
3. राम्रो गुण भएको साबुन, लोसन, कस्मेटिक र सेभिड क्रिम बनाउन यसको प्रयोग हुन्छ ।
4. रबर स्ट्याम्पमा प्रिन्टिङ मसी र स्ट्याम्प प्याडको मसी बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।
5. सुतीलाई रसिलो बनाई राख्न, फलफुल तथा खाद्य पदार्थहरूलाई सुख्खा हुनबाट बचाउन र सडन नदिन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

### ग्लुकोज (Glucose)

ग्लुकोज शब्द ग्रीक शब्द ग्लुकस (glukus) बाट आएको हो, जसको अर्थ sweet हुन्छ । ग्लुकोज एक क्रिस्टलिन सेतो पाउडर हो, जुन पानीमा राम्रोसँग घुलनशील हुन्छ । यो एक कार्बोहाइड्रेट र मोनोसाकराइड सुगर हो । यसको रासायनिक सूत्र  $C_6H_{12}O_6$  हो । यो तिन ओटा मोनोसाकराइड्स मध्ये एक हो, जसलाई शरीरले प्रत्यक्ष रूपमा ATP उत्पादन गर्न उपयोग गर्छ । शरीरले ATP शक्तिका लागि उपयोग गर्छ । ग्लुकोजलाई डेक्ट्रोस (dextrose) पनि भनिन्छ ।

यो फलफुल र महमा पाइन्छ । यसले विकसित जनावरहरूको रगतमा स्वतन्त्र सुगर परिवहन गर्न सहयोग गर्छ । यो कोषको कार्यका लागि शक्तिको स्रोतको रूपमा प्रयोग हुन्छ भने मेटाबोलिज्मको सन्तुलनमा यसले महत्त्वपूर्ण कार्य गर्छ । यो ग्लुकोज प्राणीहरूका लागि लाभदायक र हानिकारक दुवै हुन्छ ।

हाइ ब्लड सुगर (high blood glucose) ले शरीरका विभिन्न भागलाई नराम्रोसँग सुन्नाउने काम गर्छ । रगतमा प्रशस्त मात्रामा ग्लुकोज नहुँदा लो ब्लड सुगर (low blood glucose) हुन्छ । यी दुई ओटै अवस्थाहरू मानिसका लागि घातक हुन्छन् ।

### सारांश

1. कार्बन र हाइड्रोजन दुई तत्त्वहरू मिलेर बनेका कार्बनिक यौगिकहरूलाई हाइड्रोकार्बन भनिन्छ । मिथेन, इथेन, इथिलिन, एसिटिलिन इत्यादि यसका उदाहरणहरू हुन् ।
2. हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बनहरूबिच एउटै मात्र बन्ड रहेको छ भने त्यस्तो हाइड्रोकार्बनलाई संतृप्त हाइड्रोकार्बन भनिन्छ । हाइड्रोकार्बनमा भएका कार्बन कार्बनहरूको बिचमा दुई वा तिन ओटा बन्ड रहेका छन् भने त्यस्तो हाइड्रोकार्बनलाई असंतृप्त हाइड्रोकार्बन भनिन्छ ।

3. एउटै सूत्रमा बाँधिन सक्ने हाइड्रोकार्बनहरूको समूहलाई होमोलोगस शृङ्खला भनिन्छ । यी शृङ्खलाहरूका सदस्यहरूलाई होमोलोगी भनिन्छ ।
4. कार्बनिक यौगिकको निश्चित परिवारको संरचनालाई परिभाषित गर्ने एउटा परमाणु वा परमाणुहरूको समूहलाई फङ्सनल ग्रुप भनिन्छ ।
5. मिथेन सबैभन्दा सरल एलिफाटिक हाइड्रोकार्बन हो । यो ग्याँस धापिलो क्षेत्रमा पाइने भएकाले यसलाई मार्स ग्याँस पनि भनिन्छ । यसको आणविक सूत्र  $CH_4$  हो ।
6. मिथेन ग्याँस घर तथा उद्योगहरूमा राम्रो इन्धनको स्रोतको रूपमा, कार्बन ब्याक उत्पादन गरी मसी छान्ने, जुत्तामा पालिस गर्ने र रङ बनाउने, हाइड्रोजनको औद्योगिक उत्पादन गर्नेलगायत अन्य प्रयोजनका लागि पनि प्रयोग गरिन्छ ।
7. इथाइल अल्कोहलमा एउटा मात्र OH समूह भएकाले यो पनि एक मोनोहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसको IUPAC नाम इथानल हो । इथाइल अल्कोहलको आणविक सूत्र  $C_2H_5OH$  हो ।
8. इथाइल अल्कोहललाई मादक पेय पदार्थहरूको रूपमा तथा घाउ, सिरिन्ज आदि सफा राख्न, प्रयोगशालामा बायोलोजिकल स्पेसिमेनलाई सुरक्षित राख्न, तापमापक यन्त्रलगायत अल्कोहल थर्मोमिटर बनाउने प्रयोजनका लागि यसको प्रयोग हुन्छ ।
9. ग्लिसरोलमा तिन ओटा OH समूह भएकाले यो एक ट्राइहाइड्रिक अल्कोहल हो । यसलाई ग्लिसिरिन पनि भनिन्छ । यो रङहीन र गुलियो स्वाद भएको बाक्लो तरल पदार्थ हो । यो पानी र अल्कोहलमा घुलनशील हुन्छ भने इथरमा अघुलनशील हुन्छ । ग्लिसरोलको आणविक सूत्र  $C_3H_5(OH)_3$  हो ।
10. शरीरमा ओठ, गालालगायत विभिन्न भागको छालालाई फुटनबाट जोगाउन, मिठाइ पसलमा मिठाइलाई गुलियो बनाउन, राम्रो गुण भएको साबुन, लोसन, कस्मेटिक र सेभिड क्रिम बनाउन, रबर स्ट्याम्पमा प्रिटिड मसी र स्ट्याम्प प्याडको मसी बनाउन आदि प्रयोजनका लागि प्रयोग गरिन्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक ( $\sqrt$ ) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. तलका मध्ये कुन चाहिँ हाइड्रोकार्बन अल्केन समूहअन्तर्गत पर्छ ?
 

(i) मिथेन	(ii) इथिलिन
(iii) एसिटिलिन	(iv) प्रोपाइन
2. तलका मध्ये कुन चाहिँ ग्लिसरोलको आणविक सूत्र हो ?
 

(i) $C_3H_6(OH)_2$	(ii) $C_3H_5(OH)_2$
(iii) $C_3H_4(OH)_4$	(iv) $C_3H_5(OH)_3$
3. तलका मध्ये कुन चाहिँ पेय पदार्थका रूपमा प्रयोग गरिने अल्कोहलको IUPAC नाम हो ?
 

(i) मिथानल	(ii) इथानल
(iii) प्रोपेनल	(iv) ब्युटानल

4. शरीरमा ओठ, गालालगायत विभिन्न भागको छालालाई फुट्नबाट जोगाउन कुन हाइड्रोकार्बन प्रयोग गरिन्छ ?
 

(i) मिथाइल अल्कोहल	(ii) इथाइल अल्कोहल
(iii) ग्लिसेरिन	(iv) ग्लुकोज
5. तलका मध्ये कुन चाहिँ हाइड्रोकार्बनबाट ग्लिसरोल बनाइन्छ ?
 

(i) मिथेन	(ii) इथेन
(iii) प्रोपेन	(iv) ग्लुकोज

(ख) तलका प्रश्नहरूको सही उत्तर लेख्नुहोस् :

1. हाइड्रोकार्बन केलाई भनिन्छ ? परिभाषा दिई यसका कुनै चार ओटा उदाहरणहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।
2. संतृप्त हाइड्रोकार्बन र असंतृप्त हाइड्रोकार्बनबिच दुई ओटा फरकहरू लेख्नुहोस् ।
3. मिथेन ग्याँसको परिचय दिई यसका कुनै दुई ओटा उपयोगिताहरू लेख्नुहोस् ।
4. अल्कोहल भनेको के हो ? यसका प्रकारहरू उल्लेख गरी तिनीहरूको आणविक र संरचनात्मक सूत्र लेख्नुहोस् ।
5. ग्लुकोजको छोटो परिचय दिई यसका कुनै दुई ओटा उपयोगिताहरू लेख्नुहोस् ।
6. तलका यौगिकहरूको आणविक, कन्डेन्स र संरचनात्मक सूत्रहरू लेख्नुहोस् :  
इथिलिन, प्रोपिन, एसिटिलिन, इथाइल अल्कोहल, ग्लिसरोल, ग्लुकोज

**परियोजना कार्य**

1. अल्कोहल बनाउने मानिसलाई भेटी अल्कोहल बनाउने तरिका छलफल तथा अवलोकन गरी त्यसैका आधारमा रिपोर्ट तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. तपाईंको घरमा प्रयोगमा ल्याइएका हाइड्रोकार्बन र तिनीहरूका यौगिकहरूको सूची तयार गर्नुहोस् । सूचित गरेका यौगिकहरूको प्रयोग कसरी गरिएको छ, त्यसलाई समेत तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

**शब्दावली**

कार्बनिक यौगिकहरू : कार्बन र हाइड्रोजन मिलेर बनेका यौगिकहरू

होमोलोगस शृङ्खला : एउटै सूत्रमा बाँधिन सक्ने हाइड्रोकार्बनहरूको समूह

फड्सनल ग्रुप : कार्बनिक यौगिकको निश्चित परिवारको संरचनालाई परिभाषित गर्ने एउटा

परमाणु वा परमाणुहरूको समूह

हाइड्रोक्सिल समूह : अल्कोहलको फड्सनल ग्रुप

बायोलोजिकल स्पेसिमेन : प्रयोगशालामा शैक्षिक उद्देश्य पुरा गर्न संरक्षण गरेर राखिएका जीवहरू

ATP: Adenosine Triphosphate

भर्निस : काठलगायतका वस्तुलाई चम्किलो बनाउन प्रयोग गरिने पारदर्शी, कडा र संरक्षकारी वस्तु

## एकाइ 13 दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने वस्तुहरू (Materials Used in Daily Life)

रसायन विज्ञानका विभिन्न शाखाहरूमध्ये औद्योगिक रसायन विज्ञान पनि एक हो । यसमा पदार्थहरूको सङ्गठन, पदार्थहरूबिच हुने क्रिया र प्रतिक्रिया स्वरूप बन्ने नयाँ वस्तुहरूलगायत विभिन्न रासायनिक पदार्थहरूको अध्ययन गरिन्छ । दैनिक जीवनमा प्रयोग गरिने रासायनिक वस्तुहरू के के छन्, तपाईंहरू भन्न सक्नुहुन्छ ? दैनिक जीवनमा सिमेन्ट, काँच, सेरामिक्स, प्लास्टिक, साबुन, डिटरजेन्ट, फाइवर, विषादी, मल, औषधी, कस्मेटिक्स जस्ता विभिन्न रासायनिक पदार्थहरू प्रयोग हुन्छन् । हामी यस पाठमा माथि उल्लिखित रासायनिक पदार्थहरूको उत्पादन, विशेषताहरू, उपयोग र अन्य पक्षहरू सम्बन्धी अध्ययन गर्ने छौं ।

### सिमेन्ट (Cement)

चुनढुङ्गा ( $\text{CaCO}_3$ ) र विशेष प्रकारको माटो ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ) जस्ता कच्चा पदार्थहरूलाई मिसाई धुलो हुने गरी ग्राइन्डरले पिसेर बनाइएको मसिनो खरानी रडको पाउडरलाई सिमेन्ट भनिन्छ । यसलाई बालुवा र पानी मिसाई सेट गरेर सुक्न दिँदा ढुङ्गा बराबर क्षमता भएको कडा वस्तु बन्छ ।

सिमेन्ट उत्पादन गर्दा मुख्यतया तिन ओटा आधारभूत चरणहरू पार हुन्छन् । ती हुन् : क्रसिङ (crushing), ग्राइन्डिङ (grinding) र फिनिश ग्राइन्डिङ (finish grinding) । ग्राइन्डरमा राखेर चुनढुङ्गालाई लगभग 2 cm आकार हुने गरी पिसिन्छ । पिसिएको चुनढुङ्गा र एक विशेष प्रकारको क्लेलाई 2:1 को अनुपातमा मिसाई ग्राइन्डर (grinder) मा पिसेर मसिनो बनाइन्छ । यस धुलो मिश्रणलाई पानीसँग घोलेर लेदो (slurry) बनाइन्छ । यो लेदोलाई उचाइमा राखिएको कच्चा पदार्थ ग्रहण गर्ने होपर (hopper) मा राखिन्छ । जब क्लिन (kiln) घुम्छ, तब लेदो पदार्थ बिस्तारै रोटरी क्लिन (rotary kiln) तिर भर्छ । क्लिन (kiln) को तल्लो भागमा तेल वा पाउडर कोइला जली आगोको ज्वाला निस्क्री यसलाई लगभग  $1600^\circ\text{C}$  तापक्रमसम्म तताउँछ । यसरी तताउँदा यो मिश्रण केही मात्रामा परिलन्छ र ससाना रातो रातो ढिक्का (small marble sized) मा परिर्वतन हुन्छ । यसलाई सिमेन्ट क्लिन्कर (cement clinker) भनिन्छ । यसलाई चिसो बनाएर लगभग 2.5 प्रतिशत जिप्सम ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) हाली ग्राइन्डरमा धुलो पारी सिमेन्ट उत्पादन गरिन्छ । जिप्समले सिमेन्ट जम्ने समय (setting time) बढाउँछ । अन्त्यमा सिमेन्टलाई हावा नछिर्ने बोरामा प्याक गरिन्छ र सम्बन्धित ठाउँमा पठाइन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

सिमेन्ट उत्पादन गर्न सुरु गरेका विभिन्न देशहरू यस प्रकार छन् :

England: 1825

Germany: 1855

Belgium: 1855

USA: 1972

India: 1904

नेपालमा सन्

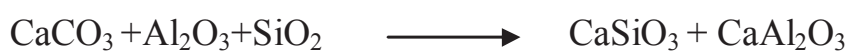
1976 मा हेटौंडा

सिमेन्ट फ्याक्ट्रीबाट

सिमेन्ट उत्पादन गर्न

सुरु गरिएको हो ।

चुनढुङ्गा + एल्मुनियम अक्साइड + सिलिकन डाइअक्साइड  $\longrightarrow$  क्याल्सियम सिलिकेट + क्याल्सियम एलुमोनेट



## सिमेन्टको उपयोग (Uses of cement)

सिमेन्टमा बालुवा र पानी मिसाएर बनाएको मिश्रणलाई गारा (mortar) भनिन्छ । यसलाई ईँटाहरू जोड्न, पर्खाल र छानाको प्लास्टर गर्न प्रयोग गरिन्छ । सिमेन्टमा बालुवा, रोडा र पानी मिसाएर चलाएमा कङ्क्रीट (concrete) बन्छ । त्यसै गरी कङ्क्रीटलाई कडा बनाउन भित्रबाट फलामका बारहरू (iron bar) प्रयोग गरिन्छ । यसलाई रिइन्फोर्स सिमेन्ट कङ्क्रीट (reinforced cement concrete - RCC) भनिन्छ । यसलाई भवनको छाना, पिलर र पुल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

## काँच (Glass)

काँच एक पारदर्शी ठोस वस्तु हो । यो क्रिस्टल नबनी अर्ध ठोस अवस्थाबाट ठोसमा बदलिन्छ । यो एक सुपर कुल्ड लिक्विड (super cooled liquid) हो । यसको कारण यो ठोस हुनुभन्दा पहिले नै यसको पगिलने तापक्रमभन्दा तल चिसिन्छ । ठाडो पारेर राखेको भ्यालमा रहेका अणुहरू माथिल्लो तहबाट तल्लो तहतिर बिस्तारै बग्छन् । यो अल्काली र अल्कालाइन धातुहरूको होमोजिनस मिश्रण हो । यसको मुख्य कच्चा पदार्थ सिलिका ( $\text{SiO}_2$ ) हो । यो बालुवामा पाइन्छ । सिलिका र केही धातुहरूको यौगिकसँग प्रतिक्रिया भई सिलिकेटहरू बन्छन् । धातुको सिलिकेटबाट काँच बनाइन्छ ।

तपाईँलाई थाहा छ ?

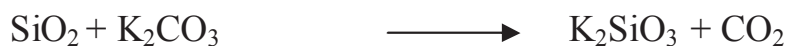
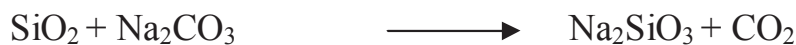
काँच ठोस वा ग्याँस अवस्थामा नरही सधैंभरि तरल अवस्थामा रहने हुनाले यसलाई पदार्थको चौथो अवस्था मानिन्छ ।

## सिलिका काँच (Silica glass)

सिलिकालाई लगभग  $1600^\circ\text{C}$  मा तताउँदा यो पगलन्छ । यसलाई चिस्याउँदा ठोसमा परिवर्तन भई एक प्रकारको क्रिस्टलाइन काँच बन्छ । यसैलाई सिलिका काँच भनिन्छ । यो अम्ल, पानी र अन्य रसायनहरूमा घुल्दैन । वातावरणमा भएको फरक तापक्रमले यसलाई असर गर्दैन किनकि सिलिकामा तन्कने गुण हुन्छ । यो काँच गम बनाउन, विद्युतीय सामग्रीहरू बनाउन र प्रयोगशालामा प्रयोग हुने सामग्रीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

## वाटर काँच (Water glass)

सिलिकालाई करिब  $800^\circ\text{C}$  सम्म सोडियम कार्बोनेट वा पोट्यासियम कार्बोनेटसँग तताउँदा सोडियम सिलिकेट वा पोट्यासियम सिलिकेट बन्छ । यो काँच पानीमा घुल्ने हुनाले यसलाई वाटर काँच पनि भनिन्छ । यस प्रकारको काँच अग्नि प्रतिरोधक सामान र सिलिका गार्डेन बनाउन प्रयोग गरिन्छ । यस काँचको घोल पेस्ट (paste), गम (gum) आदि बनाउन पनि प्रयोग गरिन्छ ।





## साधारण काँच (Ordinary glass)

सिलिकासँग सोडियम कार्बोनेट र क्याल्सियम कार्बोनेट मिसाई तताउँदा साधारण काँच बन्छ । 50% सिलिका, 15% सोडियम कार्बोनेट, 10% क्याल्सियम कार्बोनेट र 25% काँचका टुक्राहरू मिसाई ट्याङ्क फर्नेस (tank furnace) मा करिब 850<sup>0</sup>C तताएर यो काँच उत्पादन गरिन्छ । उत्पादित काँचको मिश्रित तरललाई विभिन्न आकारका भाँडामा फलामको पाइपबाट खनाइन्छ । यसरी काँचका सामग्रीहरू बनाइसकेपछि त्यसलाई चिस्याइन्छ । यस प्रक्रियालाई एन्निलिङ (annealing) भनिन्छ । यदि एन्निलिङ गरिएन भने काँचका भाँडामा तातो वा चिसो वस्तु राख्दा सजिलै फुट्छ । घोललाई पानीमा अघुलनशील बनाउन यसमा चुनढुङ्गा राखिन्छ भने काँचका टुक्राहरूले यसलाई पानीमा पगलन सहयोग गर्छन् । यस प्रकारको काँच पानीमा घुल्दैन । यो काँच कम तापक्रममा पगलने हुनाले यसलाई नरम काँच (soft glass) भनिएको हो ।

यस प्रकारका काँचबाट बोटल, प्रकाश नलीहरू, भ्याल इत्यादि बनाइन्छन् । यसलाई सोडालाइम ग्लास पनि भनिन्छ । भ्यालको ग्लास बनाउँदा यसले ग्लासको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स (refractive index) बढाउँछ । यस प्रकारको ग्लासबाट लेन्स, प्रिज्म इत्यादि बनाउन सकिन्छ ।

## कडा काँच (Hard glass)

सिलिकासँग पोटासियम कार्बोनेट र क्याल्सियम कार्बोनेट मिसाएर तताई यो काँच बनाइन्छ । यस प्रकारका काँच उत्पादन गर्दा पोटासियम कार्बोनेट र क्याल्सियम कार्बोनेटको प्रयोग हुने हुनाले यसलाई पोटास लाइम काँच (potash lime glass) भनिन्छ । यस प्रकारको काँचको पगलने तापक्रम उच्च हुन्छ । यसले धेरै बढी तापक्रम थेग्न सक्छ । यो काँचलाई उच्च तापमा प्रयोग गरिने सामग्रीहरू हार्ड ग्लास टेस्टट्युब, विकर, राउन्ड बटम फ्लाक्स इत्यादि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

## बोरो सिलिकेट काँच (Borosilicate glass)

सिलिकासँग सोडियम कार्बोनेट, क्याल्सियम कार्बोनेट र बोरिक अक्साइड मिसाएर तताई यो काँच तयार गरिन्छ । यसलाई पाइरेक्स ग्लास (pyrex glass) पनि भनिन्छ । यो काँच कडा हुने हुनाले सजिलै फुट्दैन । यो काँचमा तापको घटबढको प्रभाव कम पर्छ । यो काँच पानी र अम्लमा घुलनशील हुँदैन । प्रयोगशालामा उच्च तापक्रममा प्रयोग गरिने सामग्रीहरू टेस्टट्युब, विकर, कन्डेन्सर आदि बनाउन यो काँचको प्रयोग गरिन्छ ।

## लेड क्रिस्टल काँच (Lead crystal glass)

सिलिकासँग पोटासियम कार्बोनेट र लेड मोनोअक्साइडलाई मिसाई तताउँदा, पोटासियम सिलिकेट र लेड सिलिकेटको मिश्रण बन्छ । यसलाई नै लेड क्रिस्टल काँच वा फ्लुट ग्लास (flute glass) भनिन्छ । यस प्रकारको ग्लासको रिफ्र्याक्टिभ इन्डेक्स (refractive index) बढी हुन्छ । त्यसैले यसबाट लेन्स, प्रिज्म, बिजुलीका चिम, राडर, ट्युब आदि बनाइन्छ ।

## रङ्गीन काँच (Coloured glass)

काँचको रङ धातुका अक्साइडहरूले निर्धारण गर्छन् । साधारण काँचको मिश्रणमा विभिन्न धातुका अक्साइडहरू मिसाई तताएमा रङ्गीन काँचहरू बन्छन् ।

तयार हुने काँचको रङ	मिसाउने धातुका अक्साइड
निलो	कोबाल्ट अक्साइड
कालो	निकेल अक्साइड
हरियो	क्रोमियम अक्साइड
बैजनी	म्यान्गानिज अक्साइड
रातो	कपर अक्साइड
पहेँलो वा खैरो	आइरन (III) अक्साइड
सेतो	टिन अक्साइड

यी माथिका रङ्गीन ग्लासहरू घाममा लगाउने चस्मा बनाउन, गाडीको सिसा बनाउन, रेल, जहाज बनाउन तथा डेकोरेसन (decoration) गर्न लगायत अन्य प्रयोजनका लागि प्रयोग गरिन्छन् ।

## काँच र त्यसमा पाइने यौगिकहरूको एक भलक

काँचका प्रकार	पाइने यौगिकहरू
सिलिका ग्लास	सिलिका
वाटर ग्लास	सिलिका र सोडियम कार्बोनेट
साधारण ग्लास	सिलिका (50%), सोडियम कार्बोनेट (15%), क्याल्सियम कार्बोनेट (10%) र काँचका टुक्रा (25%)
बोरोसिलिकेट ग्लास	सिलिका, सोडियम कार्बोनेट, क्याल्सियम कार्बोनेट र बोरिक अक्साइड
पोटास ग्लास	सिलिका, पोटासियम कार्बोनेट, क्याल्सियम कार्बोनेट
लेड क्रिस्टल ग्लास	लेड मोनोअक्साइड, पोटासियम कार्बोनेट र सामान्य ग्याँसको मिश्रण

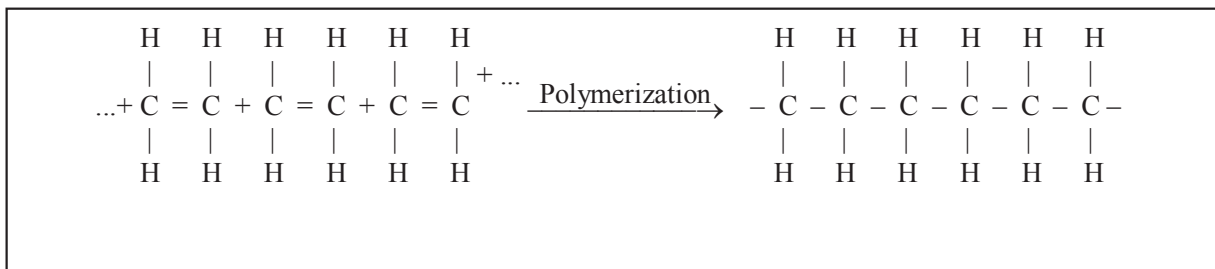
## सेरामिक्स (Ceramics)

एक विशेष प्रकारको माटोबाट बनाएका सामग्रीहरूलाई सेरामिक्स भनिन्छ । माटाको उद्योगमा प्रयोग गरिने कार्बन, नाइट्रोजन, अक्सिजन र सिलिकायुक्त यौगिकलाई सेरामिक्स भनिन्छ । यसमा पानीको अणुयुक्त एल्मुनियम सिलिकेट हुन्छ । यसमा क्याल्सियम र म्याग्नेसियमको कार्बोनेट्स तथा आइरन अक्साइड जस्ता पदार्थहरू हुन सक्छन् । सेरोमिक्स शुद्ध सेतो बनाउन प्रयोग गरिने माटालाई काओलिन (kaolin) भनिन्छ ।

माटाको भाँडा बनाउन माटालाई पानीसँग मुछी विभिन्न आकारमा ढालिन्छ । त्यसपछि यसलाई घाममा सुकाई भट्टीमा तताइन्छ । उच्च तापक्रममा तताउँदा रासायनिक क्रियाद्वारा माटो कडा र छिद्रयुक्त हुन्छ । यसलाई टल्कने बनाउन चमक राखिन्छ । चमक राख्न भट्टीमा तातेको अवस्थामा नुनको मसिनो धुलो छर्किन्छ वा टिन अक्साइड वा लेड अक्साइडको लेपन लगाई तताइन्छ । लेपन पग्लिएर सामग्रीको चमकता बढ्छ । यस प्रक्रियालाई ग्लेजिङ (glazing) भनिन्छ । यसले सेरामिक्सको सामग्रीलाई छिद्र रहित, चिल्लो र टल्कने बनाउँछ । यिनीहरूलाई आकर्षक बनाउन रङ र पालिस पनि राखिन्छ । सेरामिक्सका सामग्रीहरू अम्ल, क्षार, लवण र उच्च तापक्रमबाट प्रभावित हुँदैनन् । यिनीहरूलाई विद्युत् कुचालक सामग्री बनाउन उच्च तापक्रममा प्रयोग गरिने पोर्सेलिन बेसिन जस्ता सामग्री बनाउन प्रयोग गरिन्छन् । उच्च तापक्रम खप्न सक्ने र पानी नसोस्ने हुनाले कप, प्लेटलगायत विभिन्न खाद्य सामग्री राख्ने भाँडा बनाउन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ । केही कडा खालका सेरामिक्सहरू नक्कली दाँत र हाडजोर्नीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ । यिनीहरूलाई ईँटा, छानाको टायल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

## प्लास्टिक (Plastic)

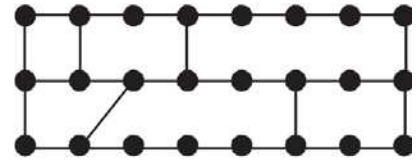
प्लास्टिकहरू भनेका मानव निर्मित पोलिमरहरू हुन्, जसलाई तताएर विभिन्न आकारमा बदल्न सकिन्छ । प्लास्टिक बनाउनका लागि कच्चा पदार्थको रूपमा प्रायजसो कच्चा तेलबाट प्राप्त रसायनहरूको प्रयोग गरिन्छ । नेपाली प्लास्टिक शब्द ग्रीक शब्द (plastiko) बाट आएको हो, जसको अर्थ आकार परिवर्तन गर्न सक्ने क्षमता भन्ने हुन्छ ।



सबै प्रकारका प्लास्टिकमा साना मोनोमर (monomer) अणुहरू रासायनिक प्रक्रियाद्वारा जोडिएका हुन्छन् । मोनोमरहरूलाई तताउँदा परस्पर गाँसिन गई लामो अणु पोलिमर (polymer) बन्छ । यस प्रक्रियालाई पोलिमराइजेसन (polymerization) भनिन्छ ।

प्लास्टिक मुख्यतया थर्मोप्लास्टिक र थर्मोसेटिड गरी दुई प्रकारका हुन्छन् । तताउँदा नरम र लचकदार भई पगिलने र चिस्याउँदा ठोस हुने प्लास्टिकलाई थर्मोप्लास्टिक (thermoplastic) भनिन्छ । यसका अणुहरू एक आपसमा linear polymer को रूपमा जोडिएका हुन्छन् । त्यसैले यसलाई पटक पटक विभिन्न आकारमा बदल्न सकिन्छ । पोलिथिन, पोलिभिनाइल क्लोराइड (PVC), पोलिस्टेरिन आदि यसका उदाहरणहरू हुन् ।

तताउँदा आकारमा परिवर्तन गर्न नसकिने र भन् कडा हुने प्रकृतिको प्लास्टिकलाई थर्मोसेटिड प्लास्टिक (thermosetting plastic) भनिन्छ । यसको कारण यसका अणुहरू एक आपसमा cross linkage polymer को रूपमा जोडिएका हुन्छन् र तिनीहरूबिच क्रस लिङ्क (cross link) हुन्छ । यसलाई एक पटक एक निश्चित आकार दिइसकेपछि पटक पटक विभिन्न आकारमा बदल्न सकिँदैन । बेकेलाइट, मेलामाइन, युरिया, फर्मेल्डिहाइड यसका उदाहरणहरू हुन् ।



चित्र 13.1

बेकेलाइट थर्मोसेटिड प्लास्टिक हो । यो कार्बोसिलिक अम्ल ( $C_6H_5OH$ ) र फर्मेल्डिहाइड ( $HCHO$ ) को पोलिमराजेसनबाट तयार गरिन्छ । यो एकदमै कडा हुन्छ । यो चुरोट दानी, स्विच, प्लग, सकेट, बोतलको बिको, प्रेसर कुकरका ह्यान्डल इत्यादि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

### विभिन्न प्लास्टिक र तिनीहरूको प्रयोग

प्लास्टिक	प्रयोग
पोलिथिन	पोलिथिन भोला, सिट (seat)
PVC	पाइप, रेनकोट, जुत्ताको सोल, हाते भोला, बोतलहरू
पोलिस्टेरिन	कन्टेनर, खेलौना, रेफ्रिजेरेटर र टेलिभिजनका केसहरू
पोलिस्टर	प्याकिङ सामग्री, थर्मोकोल, इन्सुलेसन सामग्री
बेकेलाइट	चुरोट दानी, स्विच, प्लग, सकेट, बोतलको बिको, प्रेसर कुकरको ह्यान्डल

### प्लास्टिकका विशेषताहरू (Characteristics of plastic)

1. प्लास्टिकहरू ताप र विद्युत्का कुचालक हुन्छन् । यिनीहरूले रसायनहरूसँग प्रतिक्रिया गर्दैनन् ।
2. प्लास्टिकहरू नखिइने, पारदर्शी, नभाँचिने, नकुहिने र वायु मण्डलीय फेरबदलले प्रभाव नपार्ने खालका हुन्छन् ।
3. प्लास्टिकहरू हलुका तथा यताउता लैजान सकिने र सजिलै रङ्गीन बनाउन सकिने हुन्छन् ।
4. यिनीहरू सस्तो र पुनः चक्रण गर्न सकिने प्रकृतिका हुन्छन् ।



## क्रियाकलाप 13.1

एउटा बिकरमा 40 ml वनस्पति तेल लिनुहोस् । अर्को बिकरमा 15 gm सोडियम हाइड्रोअक्साइडलाई 50 ml जति पानीमा घोल बनाउनुहोस् । अब दुई ओटै घोललाई मिसाई तताउँदै चलाउनुहोस् । यो बाक्लो पेस्ट बन्ने छ । त्यसमा अलिकति नुन र सोडा राखी चलाएर जुन आकारको साबुन चाहिन्छ, त्यही आकार भएको भाँडामा खन्याउनुहोस् । अब साबुन तयार हुन्छ । साबुन बनाई बाँकी रहेको भोल पदार्थबाट ग्लिसिरिन बनाउन सकिन्छ ।

### डिटर्जेन्ट (Detergent)

डिटर्जेन्ट कपडा सफाइको लागि प्रयोग गरिने साबुनभन्दा बढी घुलनशील वस्तु हो । हाइड्रोकार्बनबाट प्राप्त हुने साबुनभन्दा बढी घुलनशील संश्लेषित पेट्रोलियम रसायनलाई डिटर्जेन्ट भनिन्छ । यसलाई सोपलेस सोप (soapless soap) पनि भनिन्छ । साबुन जस्तै यिनीहरूले कपडा सफा गर्छन् । तर यसको रसायनिक प्रकृति भने साबुनभन्दा फरक छ । यसलाई कडा पानीमा पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । यसको कारण यसमा रहेको क्याल्सियम र म्याग्नेसियम पानीमा घुलनशील हुन्छ । सोडियम लरिल सल्फेट (sodium lauryl sulphate), अल्काइल बेन्जिन सल्फोनेट (alkyl benzene sulphonate), सोडियम पाइरो फोस्फेट (sodium pyrophosphate) इत्यादि यसका उदाहरणहरू हुन् । रासायनिक प्रकृतिको भएकाले यसको जैविक विच्छेदन (biodegradable) हुँदैन । जसले गर्दा यसले रासायनिक प्रदूषण निम्त्याउँछ ।

### कम्पोस्ट मल (Compost fertilizer)

एउटै खेतबारीमा लामो समयसम्म एकै प्रकारका बाली लगाउँदा ती बालीले माटामा भएको पोषक तत्त्वहरू प्रयोग गर्छन् । माटामा भएको पोषक तत्त्वहरू प्रयोग हुँदा तिनीहरूको मात्रा घटेर जान्छ । जसको कारण माटामा बाली उब्जनी क्षमता कायम राख्न बिरुवालाई चाहिने खनिज थप्नुपर्ने हुन्छ । तसर्थ माटाको उर्वराशक्ति बढाउन माटामा प्रयोग गरिने अतिरिक्त पोषक तत्त्वहरूलाई मल (fertilizer) भनिन्छ । मल कम्पोस्ट र रासायनिक गरी दुई प्रकारका छन् । कम्पोस्ट मल कार्बनिक वस्तुहरूबाट तयार गरिन्छ भने रासायनिक मल खनिजबाट तयार गरिन्छ । हरियो मल, वस्तुभाउहरूबाट प्राप्त मल कम्पोस्ट मलका उदाहरणहरू हुन् । नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास मलहरू रासायनिक मलका उदाहरणहरू हुन् । मृत बोट बिरुवा र जनावरहरूको शरीर कुहेर वा सडेर बनेको मललाई कम्पोस्ट मल भनिन्छ । यस मललाई हरियो मल र जनावरहरूबाट प्राप्त मल गरी दुई प्रकारमा विभाजन गरिएको छ । बिरुवालाई काटेर जमिनमा गाडी कुहाएर यो मल तयार गरिन्छ । दलहन बालीहरूको जरामा रहेका राइजोबियम ब्याक्टेरिया माटामा मिल्दा पनि उक्त मल प्राप्त हुन्छ । त्यसैगरी गाइभैसीको गोबर र कुखुरा फार्मिडबाट प्राप्त मल पनि यसमा पर्छ । खाल्डोमा मृत जनावर र सुकेको बिरुवालाई थुपाउँदै तहहरू निर्माण गरी ब्याक्टेरिया र फन्जाइले सडाएर बनाएको मललाई प्राङ्गारिक मल भनिन्छ । यस मलमा अप्राङ्गारिक पदार्थको मात्रा हुँदैन । त्यसैले खेतबारीमा रासायनिक मलको प्रयोग गरिन्छ ।

### कम्पोस्ट मलको भूमिका (Role of compost fertilizer)

1. यी मलहरूमा कार्बनिक पदार्थहरू प्रशस्त पाइने हुनाले बोट बिरुवाहरू राम्ररी हुर्कने र राम्रो फल दिने गर्छन् ।

2. यी मलहरूले वायु मण्डललाई नकारात्मक असर पार्दैनन् र माटाको अम्लीय वा क्षारीयपन थपघटमा कुनै भूमिका खेल्दैनन् ।
3. यी मलले माटामा पानीको मात्रालाई जोगाइराख्छन् ।
4. यी मलले भूक्षय र लिचिङ ( leaching ) हुनबाट बचाउँछन् ।
5. यिनीहरूले रासायनिक मल र विषादीहरूबाट वातावरणलाई जोगाइराख्छन् ।
6. यी मल कुहिने, सड्ने, गल्ने भएकाले वातावरणलाई प्रदूषण हुनबाट जोगाउँछन् ।

### रासायनिक मल र कीटनाशक औषधी (Chemical fertilizer and insecticide)

रासायनिक मल : रासायनिक पदार्थहरूको मिश्रणबाट बनेको मललाई रासायनिक मल भनिन्छ । विशेष गरी नाइट्रोजन (N), फस्फोरस (P) र पोटास (K) युक्त यौगिकहरू यस प्रकारको मल बनाउन प्रयोग गरिन्छन् । नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास मिलाएर बनाएको मललाई NPK मल भनिन्छ । NPK मलको प्रयोग निम्न प्रयोजनका लागि गरिन्छ ।

#### नाइट्रोजन मल (Nitrogen fertilizer)

एमेनियम नाइट्रेट ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), युरिया ( $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{NH}_2$ ) र एमोनियम सल्फेट ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) नाइट्रोजनयुक्त रासायनिक मलहरू हुन् । नाइट्रोजन मलमा नाइट्रोजनका लवणहरूले बिरुवाको तीव्र विकास गर्ने, प्रशस्त मात्रामा हरितकण संश्लेषण गर्ने र प्रोटीनको मात्रालाई जम्मा गर्ने गर्छन् । बिरुवाको वृद्धिका लागि प्रोटीन, प्रोटोप्लाज्म, क्लोरोफिल बनाउन नाइट्रोजन चाहिने हुनाले नाइट्रोजनयुक्त मलको प्रयोग गरिन्छ । यसको अभावमा बिरुवाको पातहरू पहेँला हुने, फुलहरू राम्ररी नफुल्ने हुन्छन् । फलस्वरूप फल र बिउको आकार साना हुन्छन् ।

#### फस्फोरस (Phosphorus) युक्त मलहरू

फस्फोरसयुक्त मल बिरुवाको जरा वृद्धि गर्नका लागि उपयोग गरिन्छ । यसले फल पाक्न र अन्नका दाना विकास गर्न सहयोग गर्छ । प्रोटीनको निर्माण, कोष विभाजन र पात एवम् टुसा हुर्कने क्रियाका लागि यो आवश्यक पर्छ । एमोनियम फस्फेट [ $(\text{NH}_4)_3 \text{PO}_4$ ], सुपर फस्फेट [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot 2\text{CaSO}_4$ ], ट्रिपल फस्फेट [ $3\text{Ca} (\text{H}_2 \text{PO}_4)_2$ ] आदि फस्फोरसयुक्त मलहरू हुन् । जनावरहरूको हड्डीको धुलोबाट पनि फस्फोरस पाउन सकिन्छ ।

#### पोटासियम (Potassium) युक्त मलहरू

पोटासियमले मुख्यतया बिरुवाको खाना बनाउन मदत गर्दछ । पोटासियम नभएमा प्रोटीनको निर्माण र कोष विभाजन हुन बाधा पुग्छ । यसको अभावमा बिरुवाका पात र टुसा ओइलाउँछन् । जसले गर्दा रोग निरोधक क्षमतामा ह्रास आउँछ । पोटासियम क्लोराइड (KCl), पोटासियम नाइट्रेट ( $\text{KNO}_3$ ) र पोटासियम सल्फेट ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) पोटासियमयुक्त मलहरू हुन् । खरानीमा पनि केही मात्रामा पोटासियम पाउन सकिन्छ ।

## रासायनिक प्रदूषण (Chemical pollution)

दैनिक जीवनमा प्रयोग गरिने विभिन्न प्रकारका वस्तुहरूले वातावरणलाई प्रदूषित गराएका छन् । प्रकृतिमा हुने विभिन्न घटनाहरू पनि वातावरण प्रदूषित बनाउन जिम्मेवार छन् । विभिन्न प्रकारका रासायनिक पदार्थहरूले गर्दा हुने प्रदूषणलाई रासायनिक प्रदूषण भनिन्छ । सिन्थेटिक क्लिन्जर, प्लास्टिक, रासायनिक मल, कीटनाशक औषधी यसका उदाहरणहरू हुन् ।

## रासायनिक प्रदूषण हुनुका कारणहरू (Causes of chemical pollution)

### रासायनिक मल (Chemical fertilizer)

रासायनिक मलको प्रयोगले खेतबारीमा उब्जनी बढे पनि यसका थुप्रै नकारात्मक असरहरू भेटिन्छन् । रासायनिक मलको अत्यधिक प्रयोगले हावा, पानी र माटोलाई प्रदूषित बनाउँछ । यदि एउटै रासायनिक मल पटक पटक एउटै खेतबारीमा प्रयोग गरियो भने यसले माटाको उर्वराशक्तिलाई घटाउँछ । बढी मात्रामा रहेको मललाई बोट बिरुवाले सबै लिन सक्दैन । मललाई वर्षाको पानीले बगाएर पानीका स्रोतहरू नदी, खोला, ताल, पोखरी, समुद्र आदिमा पुऱ्याउँछ । जसले गर्दा जलीय बिरुवाहरू मल पाएर तीव्र रूपमा वृद्धि हुन्छन् । ती बिरुवाहरूले पानीमा रहेको अक्सिजन उपयोग गर्दा अक्सिजनको कमी भई जलीय जनावरहरू निसास्सिएर मर्छन् । यसरी जलीय जनावरहरूको मृत्यु हुँदा जलीय पद्धति नराम्ररी प्रभावित हुन्छ । प्रदूषित पानी खाएमा विभिन्न रोगहरू लाग्दछ ।

### यातायातका साधन र उद्योगहरूबाट फ्याँकिएका वस्तुहरू (Automobiles and industrial wastes)

यातायातका साधनहरू र उद्योगहरूबाट विभिन्न किसिमका हानिकारक रसायनहरू वायु मण्डलमा निस्कन्छन् । फ्याँकिएका प्रमुख प्रदूषकहरू ग्याँसहरूमा कार्बन मोनोअक्साइड, कार्बन डाइअक्साइड, सल्फर डाइअक्साइड, हाइड्रोजन सल्फाइड, नाइट्रोजन डाइअक्साइडलगायत अन्य मर्करी, लेड इत्यादि पर्छन् । यी ग्याँसहरूको कारण अम्ल वर्षा हुन्छ । अम्ल वर्षाका कारण भौतिक र जैविक वातावरण नष्ट हुन्छ । फलस्वरूप माटाको उर्वराशक्तिमा कमी आउनुका साथै अन्य असरहरू पनि देखिन्छन् ।

वायु मण्डलमा कार्बन डाइअक्साइडको मात्रा बढ्दा ग्रीन हाउस असर (green house effect) पर्छ । यसले वायु मण्डलीय तापक्रममा वृद्धि हुन्छ । पृथ्वीको तापक्रम वृद्धि हुँदा ध्रुवीय क्षेत्रको हिउँ पग्लेर समुद्री तटीय क्षेत्रको बस्ती डुबानमा पर्छ । धुलो र धुँवाको प्रभावले श्वास प्रश्वास सम्बन्धी रोग लाग्छ ।

### सिन्थेटिक क्लिन्जर (Synthetic cleanger)

विभिन्न प्रकारका सिन्थेटिक क्लिन्जरहरूमा हानिकारक रासायनिक पदार्थहरू हुन्छन् । साबुन, डिटरजेन्ट आदि प्रयोग गर्दा विशेष ध्यान पुऱ्याउनुपर्छ । यस्ता क्लिन्जरहरू घोलिएको पानीबाट बिरुवालाई बचाइराख्नुपर्छ । अन्य बिरुवाहरू नष्ट भएर जान्छन् ।



## प्लास्टिक (Plastic)

प्लास्टिकबाट बनेका सामग्रीहरू जताततै प्रयोगमा आएका छन् । यिनीहरू धातु, सेरामिक्स, ढुङ्गा, काठ र अन्य वस्तुहरूको सट्टामा प्रयोग भइरहेका छन् । प्लास्टिकबाट बनेका सामग्रीहरू नकुहिने भएकाले यसले कालान्तरमा वातावरणलाई प्रदूषित गराउँछ । यिनीहरूलाई आगामा बाल्दा हानिकारक ग्याँस निस्कन्छ । प्लास्टिकको प्रयोगलाई दैनिक जीवनमा कम गर्ने र यसबाट बनेका सामग्रीहरूलाई पगाली पुनः चक्रण (recycling) गर्न सकेमा यसबाट हुने प्रदूषणबाट बच्न सकिन्छ ।

## रङ (Colouring matter)

कफी, चिया, मिठाइ, चकलेट आदि खाद्य पदार्थलाई आकर्षक बनाउन प्रयोग गरिने धेरै जसो रङहरू खान अयोग्य हुन्छन् । जसले गर्दा मानव शरीरमा नकारात्मक असर पर्छ । यी रङहरूका कारण क्यान्सर जस्ता डरलाग्दा रोगहरू लाग्न सक्छन् ।

## कीटनाशक औषधी (Insecticide)

हानिकारक किराहरू मार्नको लागि कीटनाशक औषधीको प्रयोग गरिन्छ । यी औषधीहरूमा थोरै वा धेरै मात्रामा विषादी हुन्छ । यी विषादीहरूले हानिकारक किरा मात्र नभएर उपयोगी किरा पनि मार्ने गर्छन् । यसबाट कुनै ठाउँको पारिस्थितिक पद्धतिमा असन्तुलन आउँछ । DDT पाउडरको प्रयोगले भौतिक र जैविक वातावरण प्रदूषित गराउँछ । प्रदूषित पानीले जलीय जीवहरूमा नराम्रो असर पर्छ । यसले जीवहरूको प्रजनन प्रणालीमा असर गर्छ । यसले श्वास प्रश्वास सम्बन्धी रोगहरू निम्त्याउँछ । चरा तथा माछाहरूको वृद्धि र प्रजनन क्षमतामा असर गर्छ । चराहरूले अन्डा कम पार्छन् । सबै अन्डाहरू फर्टाइल (fertile) हुँदैनन् । यिनीहरूले बाहिरी भाग पातलो हुन्छ । त्यसै गरी अन्य कीटनाशक विषादीहरूमा DDT, BHC, मेथोक्सिक्लोराइड (methoxychloride), एल्ड्रिन (aldrin), डायल्ड्रिन (dialdrin) इत्यादिले पनि जीवहरूमा त्यसै प्रकारका असर देखिन्छन् ।

## रासायनिक प्रदूषण समस्याको समाधान (Ways to get rid of chemical pollution)

प्लास्टिकको प्रयोगमा कमी ल्याउनुपर्छ । पुनः चक्रण गर्न सकिने खालका प्लास्टिकबाट बनेका सामग्रीहरू मात्र प्रयोगमा ल्याउनुपर्छ । माटाको अम्लीयपन टेस्ट गरेर मात्र रासायनिक मलको प्रयोग गर्नुपर्छ । यातायातका साधनहरू तथा उद्योगहरूबाट फ्याँकिने फोहोरलाई फ्याँक्नुभन्दा पहिले हानिरहित रूपमा बदलेर बाहिरी हावामा छोड्नुपर्छ । घरायसी फोहोरलाई कम्पोस्ट मलमा परिणत गर्ने व्यवस्था मिलाउनुपर्छ । कीटनाशक विषादीको प्रयोग गर्दा सावधानीका साथ गर्नुपर्छ । खानामा रङको प्रयोग गर्दा खान योग्य रङमात्र प्रयोग गर्नुपर्छ । यी कार्यहरू गर्न सकेमा रासायनिक प्रदूषण समस्याको समाधान निकाल्न सकिन्छ ।

## कुहिने र नकुहिने ठोस फोहोर मैला र तिनको व्यवस्थापन (Biodegradable and non biodegradable solid waste and their management)

ठोस फोहोर भन्नाले सड्ने, गल्ने, नगल्ने सबै खालका फोहोरहरू बुझिन्छ । विशेष गरी सहरी क्षेत्रहरूमा ठोस फोहोरहरूको मात्रा दिन प्रतिदिन वृद्धि भइरहेको छ । अत्यधिक जनसङ्ख्या वृद्धिका कारण मानवजन्य फोहोरहरूको मात्रामा वृद्धि हुनुको साथै औद्योगिक फोहोरहरूमा समेत वृद्धि भइरहेको छ । ठोस फोहोरले वातावरणलाई असन्तुलन गराउने काम गर्छ ।

वातावरणलाई प्रदूषित गराउने कृषि क्रियाकलाप, व्यापारिक क्रियाकलाप तथा औद्योगिक क्रियाकलापबाट सिर्जित अनावश्यक प्रयोग विहीन पदार्थहरूलाई ठोस फोहोर भनिन्छ । हाम्रो वरपर पाइने ठोस फोहोरहरूमा टिनका टुक्रा, प्लास्टिक, काठका टुक्रा, कागज, कपडा, उखेलेर फ्याँकिएका बिरुवाहरू आदि पर्दछन् । फोहोरहरूलाई खासगरी तिनीहरूको विशेषताका आधारमा सड्ने वा कुहिने फोहोर र नसड्ने वा नकुहिने फोहोर गरी दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

कुहिने फोहोर भन्नाले सड्ने वा गल्ने फोहोरहरू हुन् । यस्ता फोहोरहरू केही समयपछि सड्ने वा गल्ने गर्छन् । मिल्काइएका खाद्य पदार्थ, मरेका जनावर, कागज, कपडा आदि यसका उदाहरणहरू हुन् । त्यसैगरी नकुहिने फोहोर भन्नाले नसड्ने वा नगल्ने फोहोरहरू हुन् । यस्ता फोहोर लामो समयसम्म पनि नसड्ने वा नगल्ने हुन्छन् । फलस्वरूप वातावरण प्रदूषित हुन्छ । प्लास्टिक, सिसाका टुक्रा, फलाम, अभ्रख, बोतल आदि यसका उदाहरणहरू हुन् ।

### ठोस फोहोर व्यवस्थापन (Solid waste management)

ठोस फोहोर व्यवस्थापन भन्नाले ठोस फोहोरहरूको सङ्कलन, स्थानान्तरण, प्रशोधन तथा पुनः प्रयोग हुन सक्ने किसिमका फोहोरहरूको प्रयोग आदिलाई जनाउँछ । फोहोरको उचित किसिमको व्यवस्थापन नहुँदा विभिन्न प्रकारका रोगहरू लाग्न सक्छन् । तसर्थ फोहोर सङ्कलनदेखि यसको व्यवस्थापनसम्म होसियारीपूर्वक र उचित तरिकाले गर्नुपर्छ । सबै मानिसहरूले आफ्नो वरिपरि सफा सुगन्ध राख्ने, फोहोरलाई निश्चित ठाउँमा व्यवस्थित तरिकाले विसर्जन गर्ने, सड्ने र नसड्ने फोहोरलाई भिन्नभिन्नै सङ्कलन गर्ने र निश्चित ठाउँमा फ्याँक्ने गर्नुपर्छ । सरकारी र गैर सरकारी तवरबाट समेत फोहोर व्यवस्थापनका लागि व्यवस्था मिलाउनुपर्छ । ठोस फोहोर व्यवस्थापन गर्न निम्न लिखित व्यवस्था मिलाउन सकिन्छ ।

**सङ्कलन र विस्थापन (Collection and transportation):** फोहोर व्यवस्थापनको विविध उपायहरूमध्ये फोहोर सङ्कलन र विस्थापन पनि एक हो । दैनिक रूपमा निस्कासित हुने फोहोर सङ्कलन गरी व्यवस्थापन गर्न सकेको खण्डमा फोहोर व्यवस्थापन गर्न सकिन्छ । यसलाई सहरबाट टाढा लगी मानिस र अन्य वातावरण प्रणालीमा समेत कम असर पर्ने गरी व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।

**फोहोरको छनोट र व्यवस्थापन (Segregation and waste management):** फोहोर सङ्कलनपश्चात् यसलाई छनोट गर्नुपर्दछ । सड्ने र नसड्ने फोहोरलाई छुट्ट्याई छुट्टै व्यवस्थापन गर्नुपर्छ । यसरी फोहोरलाई अलग अलग तह लगाउँदा फोहोरलाई पुनः चक्रण तथा प्रशोधन गर्न सजिलो हुन्छ ।

**प्रशोधन र व्यवस्थापन (Processing and disposal):** विविध प्रशोधनशाला स्थापना गरी प्रशोधनपश्चात् विस्थापन गर्नुपर्छ । यसरी फोहोरलाई प्रशोधन गर्दा एकातिर फोहोरको मात्रा कम हुन्छ भने अर्कोतिर कृषिको लागि चाहिने मलसमेत उत्पादन गर्न सकिन्छ ।

**ल्यान्डफिल डम्पिङ (Landfill dumping):** फोहोरलाई प्रशोधन गरी प्राङ्गारिक डम्पिङ साइटमा लगेर जम्मा गर्नुपर्छ । डम्पिङ साइट निर्माण गर्दा वातावरणमा असर नपर्ने गरी वातावरणीय प्रभाव मूल्याङ्कनपश्चात् मात्र निर्माण गर्नुपर्छ । यसले गर्दा फोहोर व्यवस्थापनबाट मानवलागत वरिपरिको वातावरणमा पर्ने असरलाई कम गर्न सहयोग पुऱ्याउँछ ।

**जलाउने (Incineration):** फोहोरको गुण तथा अवस्थानुसार फोहोरलाई व्यवस्थापन गर्न जल्ने फोहोरलाई छनोट गरी जलाउनुपर्छ । फोहोरलाई जलाउँदा डम्पिङ साइटमा लगी जलाउने गर्नुपर्छ । यसरी विभिन्न स्रोतबाट उत्पादित फोहोरलाई व्यवस्थापन गर्न सकिन्छ ।

## सारांश

1. सिमेन्ट, काँच, सेरामिक्स, प्लास्टिक, साबुन, डिटरजेन्ट, विषादी, मल, औषधी, कस्मेटिकलगायतका पदार्थहरू हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोगमा आउने रासायनिक पदार्थहरू हुन् ।
2. चुनढुङ्गा र एक विशेष प्रकारको क्लेलाई 2:1 को अनुपातमा मिसाई धुलो हुने गरी ग्राइन्डरले पिसेर बनाइएको मसिनो खरानी रडको पाउडरलाई सिमेन्ट भनिन्छ ।
3. सिलिका र केही धातुहरूका यौगिकसित प्रतिक्रिया गरी बनेका सिलिकेटहरूबाट काँच बनाइन्छ ।
4. माटाको उद्योगहरूमा प्रयोग गरिने कार्बन, नाइट्रोजन, अक्सिजन र सिलिकायुक्त यौगिकलाई नै सेरामिक्स भनिन्छ ।
5. ताप दिएर विभिन्न आकारमा बदल्न सकिने कृत्रिम पोलिमरलाई प्लास्टिक भनिन्छ ।
6. मोनोमरलाई तताउँदा परस्पर गाँसिन गई लामो अणु पोलिमर बन्ने प्रक्रियालाई पोलिमराइजेसन भनिन्छ ।
7. वनस्पतिको तेल वा जनावरको बोसोलाई सोडियम हाइड्रोक्साइडसँग तताएर साबुन बनाइन्छ । यस प्रक्रियालाई सपोनिफिकेसन भनिन्छ ।
8. मृत बोट बिरुवा र जनावरहरूको शरीर कुहाएर वा सडाएर बनाएको मललाई कम्पोस्ट मल भनिन्छ । यो मल बनाउने विधिहरू विभिन्न प्रकारका छन् ।
9. खनिजहरूको रासायनिक प्रतिक्रियाबाट तयार पारिएका मललाई रासायनिक मल भनिन्छ । विशेषगरी नाइट्रोजन, फस्फोरस, पोटासयुक्त यौगिकहरू यस प्रकारको मल बनाउन प्रयोग गरिन्छ । यी तिन ओटा यौगिकहरू मिलाएर बनाएको मललाई NPK मल भनिन्छ ।
10. विभिन्न प्रकारका रासायनिक पदार्थहरू, जस्तै : कीटनाशक औषधी, प्लास्टिक, रड, रासायनिक मल, सिन्थेटिक क्लिन्जर आदिले गर्दा हुने प्रदूषणलाई रासायनिक प्रदूषण भनिन्छ ।
11. ठोस फोहोरहरूको सङ्कलन, स्थानान्तरण, प्रशोधन तथा पुनः प्रयोग हुन सक्ने किसिमका फोहोरहरूको प्रयोगलाई ठोस फोहोरको व्यवस्थापन भनिन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. सिमेन्ट बनाउन प्रयोग गरिने कच्चा पदार्थहरू तलका मध्ये कुन कुन हुन् ?
  - (i) चुनढुङ्गा र एक विशेष प्रकारको क्ले
  - (ii) सिलिका र सोडियम कार्बोनेट
  - (iii) सिलिका, चुनढुङ्गा, क्याल्सियम कार्बोनेट
  - (iv) चुनढुङ्गा र सिलिकन डाइअक्साइड

2. तलका मध्ये कुन चाहिँ काँचलाई पोटास लाइम काँच भनिन्छ ?
  - (i) वाटर काँच
  - (ii) सिलिका काँच
  - (iii) कडा काँच
  - (iv) साधारण काँच
3. तलका मध्ये कुन चाहिँ वस्तु पोर्सलेन बेसिन (porcelain basin) बनाउन प्रयोग गरिन्छ ?
  - (i) सेरामिक्स
  - (ii) सिमेन्ट
  - (iii) काँच
  - (iv) प्लास्टिक
4. भट्टीमा तातेको अवस्थामा सेरामिक्समा नुनको मसिनो धुलो किन छर्किन्छ वा टिन अक्साइड वा लेड अक्साइडको लेपन किन गरिन्छ ?
  - (i) सामग्री बलियो बनाउन
  - (ii) सामग्रीमा चमकता ल्याउन
  - (iii) सामग्री प्रयोग योग्य बनाउन
  - (iv) सामग्री पातलो बनाउन
5. डिटरजेन्टलाई किन सोपलेस सोप भनिन्छ ?
  - (i) साबुन जस्तै यसले पनि कडा पानीमा फिँज दिँदैन ।
  - (ii) साबुनको जस्तै यसको रासायनिक प्रकृति हुन्छ ।
  - (iii) साबुन जस्तै यसले सफा गर्छ र यसलाई कडा पानीमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।
  - (iv) साबुन जस्तै सफा गर्छ तर यसको रासायनिक प्रकृति भने फरक हुन्छ ।

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. सिमेन्ट भनेको के हो ? यसलाई कसरी तयार गरिन्छ ? यसको उपयोगिता लेख्नुहोस् ।
2. काँच भनेको के हो ? यसका प्रकारहरू उल्लेख गर्नुहोस् । विभिन्न प्रकारका काँचहरूको उपयोगिता लेख्नुहोस् ।
3. सेरामिक्स केलाई भनिन्छ ? सेरामिक्सका भाँडा बनाउने प्रक्रियाहरूबारे उल्लेख गरी यसको उपयोगिता बताउनुहोस् ।
4. प्लास्टिक भनेको के हो ? यसका प्रकारहरू उल्लेख गरी तिनीहरूलाई उदाहरणसहित परिभाषित गर्नुहोस् ।
5. साबुन र डिटरजेन्टबिच समानता र फरक बताउनुहोस् ।
6. साबुन कसरी बनाउन सकिन्छ ? समीकरणसहित वर्णन गर्नुहोस् ।
7. कृषिमा कम्पोस्ट मलको भूमिका के हुन सक्छ ? बुँदागत रूपमा लेख्नुहोस् ।
8. कृषिमा प्रयोग गरिने कीटनाशक औषधीको उपयोगिता र यसको प्रयोगले वातावरणमा पार्ने असरबारे चर्चा गर्नुहोस् ।

9. रासायनिक प्रदूषण भनेको के हो ? यसका कारण र न्यूनीकरणका उपायहरू उल्लेख गर्नुहोस् ।
10. ठोस फोहोर केलाई भनिन्छ ? सड्ने र नसड्ने फोहोरले वातावरणमा पार्ने असरहरूबारे चर्चा गर्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

1. केही रासायनिक मलको नाम र तिनीहरूको उपयोगिताबारे स्थलगत अध्ययन गरी प्रतिवेदन कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. हाम्रो वरिपरि वातावरणमा पाइने कुहिएर जाने र कुहिएर नजाने वस्तुहरू पत्ता लगाई तिनीहरूलाई सही तरिकाले व्यवस्थापन गर्ने प्रयोगात्मक कार्यको प्रतिवेदन तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

ग्राइन्डर : कुनै पनि वस्तु पिसेर पाउडर बनाउने मेसिन

होपर : साना पदार्थ राखी एउटा कन्टेनरबाट अर्को कन्टेनरमा खन्याइने एउटा छेउ चौडा भएको ठूलो ट्युब

पेस्ट : घोललाई पाउडरसँग मिसाएर बनाएको एक बाक्लो नरम वस्तु

एनिलिड : तातो धातु वा सिसाको वस्तु बिस्तारै चिस्याउने प्रक्रिया

वाटर प्रूफ : पानी छिर्न नदिने वस्तु

ढाड नभएका जनावरहरूलाई इनभर्टिब्रेट भनिन्छ । यसअन्तर्गत पर्ने फाइलम आथ्रोपोडाअन्तर्गत धेरै किसिमका किराहरू पर्छन् । यी किराहरूमध्ये कुनै मानिसलाई फाइदा पुऱ्याउने खालका हुन्छन् भने कुनैले बेफाइदा पुऱ्याउने खालका हुन्छन् । के तपाईंहरूले रेसम धागोबाट बनेको रेसम कपडा लगाउनुभएको छ ? रेसम धागो कसरी बन्छ होला ? त्यस्तै गरी मौरीले मह कसरी बनाउँछ होला ? विचार गरौं । रेसम धागो रेसम किराले बनाउँछ । रेसम धागोबाट बनेको कपडा बलियो र नरम हुन्छ । त्यस्तै गरी माहुरीले फुलको रसबाट मह बनाउँछ । मह हाम्रो लागि पौष्टिक तत्त्वयुक्त खाना हो । यस पाठमा हामी रेसम किरा र माहुरीको शरीरको बनोट, जीवन चक्र र यिनीहरूको उपयोगिताका बारेमा छलफल गर्ने छौं ।

### रेसम किरा (Silkworm)

रेसम किरा धेरै उपयोगी किरा हो । यो पनि एक प्रकारको पुतली हो । यसको कोकुनबाट रेसम धागो उत्पादन गरिने भएकाले यसलाई रेसम किरा भनिएको हो । रेसम किराले किम्बुको पात खाएर जीवन निर्वाह गर्छ । किम्बु बहु वर्षीय पतझर वनस्पति हो । नेपालमा रेसम धागो उत्पादनका लागि दुई किसिमका रेसम किराहरू प्रयोगमा ल्याइएको पाइन्छ । सेरी सिल्कवर्म (seri silkworm-bombyx mori) किम्बुको पात खाएर बाँच्छ भने ऐरी सिल्कवर्म (eri silkworm-attacus ricini) अडिरको पात खाएर बाँच्छ ।



चित्र 14.1

### रेसम किराको बाहिरी बनोट (External structure of silkworm)

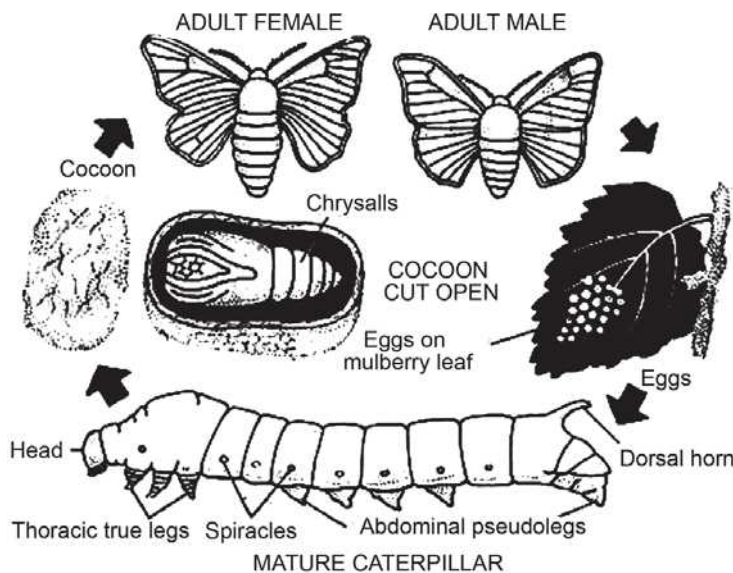
पूर्ण वयस्क रेसम किरा करिब 2.5 से. मि. लामो र क्रिम रङको (creamy white) हुन्छ । यसको शरीर टाउको, छाती र पेट गरी तिन ओटा खण्डमा छुट्टिएको हुन्छ । टाउकामा एक जोडा आँखा र एक जोडा एन्टिना (antennae) हुन्छन् । यसको छातीबाट तिन जोडा खुट्टाहरू निस्केका हुन्छन् भने दुई जोडा पखेटा हुन्छन् । पेट फराकिलो र रौंले ढाकिएको हुन्छ । भाले र पोथी छुट्टाछुट्टै हुन्छन् ।

### रेसम किराको जीवन चक्र (Life cycle of silkworm)

भालेभन्दा पोथी रेसम किराको शरीर ठुलो हुन्छ । यिनीहरूमा आन्तरिक गर्भाधान (internal fertilization) हुन्छ ।

भाले र पोथी रेसम किराको समागम (mating) भएपछि पोथी रेसम किराले फुल पार्छ । अन्य किराहरूले भैं रेसम किराले पनि फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क गरी चार ओटा अवस्था पार गर्छ । रेसम किराले करिब 45 दिनमा आफ्नो जीवन चक्र पुरा गर्छ ।

फुल (Egg): पोथी रेसम किराले किम्बुको पातमा एक पटकमा करिब 300 ओटा मसिना फुल पार्छ । प्रत्येक फुल सेतो रङको धेरै सानो पिनको टाउको (pin head) जत्रो हुन्छ । फुल पार्ना साथै पोथी रेसम किरा मर्छ । चिसो ठाउँमा राख्दा फुल धेरै दिनसम्म उस्तै रहिरहन्छ तर बिस्तारै तापक्रम बढाएमा



तपाईंलाई थाहा छ ?

एउटा कोकुनबाट करिब 1000 फिट लामो रेसम धागो प्राप्त गर्न सकिन्छ । करिब 23 मिलियन किलोग्राम रेसम धागो प्रत्येक वर्ष उत्पादन गरिन्छ ।

चित्र 14.2

एक हप्ताभित्रै लार्भा निस्कन्छ । रेसम कारखानामा जाडो समयमा किम्बुको पात पर्याप्त उपलब्ध नहुने हुँदा फुलहरू जम्मा गरी चिसो ठाउँमा राखिन्छ । जब किम्बुको पात प्रशस्त मात्रामा उपलब्ध हुन्छ । अनि बिस्तारै  $18^{\circ}\text{C}$  देखि  $25^{\circ}\text{C}$  सम्म तापक्रममा राखिन्छ । फुलबाट लार्भा निस्कन 10 देखि 12 दिन लाग्छ ।

लार्भा (Larva): फुलबाट निस्केको लार्भा सानो 6 mm लामो र खैरो रङको हुन्छ । यसको शरीर टाउको, छाती र पेट गरी 3 खण्डमा छुट्टिएको हुन्छ । लार्भाहरू किम्बुको पात खाएर हुर्कन्छन् । यी अति खन्चुवा हुन्छन् । यिनीहरू 25 देखि 32 दिनसम्म किम्बुको पात खाएर बाँच्छन् । लार्भाको शरीरको वृद्धि अति छिटो हुन्छ । यिनीहरूले 4 पटकसम्म छाला (काँचुली) फेर्छन् । प्रत्येक पटक छाला फेर्दा 20 देखि 24 घण्टासम्म खाना नखाई र नचली बस्छन् । पूर्ण विकसित भएको लार्भामा ज्याल ग्रन्थि (salivary gland) विकास हुन्छ, जसले एक प्रकारको तरल पदार्थ उत्पादन गर्छ । जुन हावाको सम्पर्कमा आउनासाथ रेसम धागामा परिणत हुन्छ । त्यही धागामा बेरिन गई गोलाकार अथवा डमरु आकारको प्युपा वा कोकुन (cocoon) बन्छ । रेसम किराको लार्भा अवस्था करिब एक महिनामा पुरा हुन्छ ।

प्युपा (Pupa): प्युपा अवस्था रेसम किराको जीवन चक्रको तेस्रो अवस्था हो, जुन निस्क्रिय हुन्छ । यो अवस्थामा यसले खाना खाँदैन र एक ठाउँमा स्थिर रहन्छ तर भित्रभित्रै विकास भइरहेको हुन्छ । यो अवस्था 12 देखि 14 दिनको हुन्छ । यही अवस्थामा रेसम भिक्नका लागि कोकुनलाई तातो पानी वा तातो हावामा राखिन्छ । यसले गर्दा प्युपामा रहेको टाँसिने पदार्थ नष्ट भई धागो सजिलोसँग निस्कन्छ । यस क्रममा कोकुनभित्रको प्युपा मर्छ । केही कोकुनलाई अर्को वंश वृद्धिका लागि सुरक्षित राखिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

चीन, कोरिया, जापान, भारत, ब्राजिल, रसिया, फ्रान्स जस्ता देशहरूमा रेसम उद्योग मुख्य उद्योगको रूपमा स्थापित भएको छ । चीन र भारतले प्रत्येक वर्ष विश्वको 60% भन्दा बढी रेसम धागो उत्पादन गर्छ ।

वयस्क (Adult): कोकुनभिन्न रहँदा प्युपामा सक्रिय मेटामरफसिस (metamorphosis) हुन्छ, जसबाट 3 जोडा खुट्टा र 2 जोडा पखेटा भएको रेसम किरा निस्कन्छ । पखेटालाई पूर्ण रूपमा सुकाइसकेपछि यो उड्न सक्छ । एउटा वयस्क रेसम किरा 5 देखि 7 दिनसम्म बाँच्छ ।

### रेसम किराबाट हुने फाइदा

रेसम किराको कोकुनलाई तातो हावा वा तातोपानीमा राखेर कोकुनबाट धागो उत्पादन गरिन्छ । एउटा कोकुनबाट करिब 1000 फिट लामो रेसम धागो प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

यसरी प्राप्त हुने रेसम धागो हल्का, मुलायम, चम्किलो र टिकाउ हुन्छ । यसबाट रेसम कपडा तयार गरिने हुनाले व्यापारिक दृष्टिकोणले यो धेरै महत्त्व छ । रेसम किराको खेती (sericulture) गरी आय आर्जन बढाउन सकिन्छ । रेसमबाट बनेको कपडा जुनसुकै मौसममा पनि लगाउन सकिने र विभिन्न किसिमका रङले रङ्गाउन पनि सकिन्छ । हाम्रो देश नेपालमा पनि यसको उत्पादन थालिएको छ ।

### क्रियाकलाप 14.1

रेसम किराको विभिन्न अवस्थाको अवलोकन

नजिकैको सेरिकल्चर फार्ममा भ्रमण गर्नुहोस् । रेसम किराको फुल, लार्भा, कोकुन सङ्कलन गर्नुहोस् । समूहमा बसी फुल, लार्भा र कोकुनका अवलोकन गरी चित्र कोर्नुहोस् । यदि फार्म उपलब्ध नभएमा इन्टरनेटमा खोजी रेसम किराको विभिन्न अवस्थाका बारेमा अध्ययन एउटा प्रतिवेदन तयार गर्नुहोस् ।

### मौरी (Honey Bee)

मौरी ठुलो समूहमा बस्ने सामाजिक किरा हो । फाइलम आध्रोपोडाअन्तर्गत किरा वर्गमा पर्ने यो अति उपयोगी किरा हो । यसले पौष्टिक तत्त्वयुक्त मह उत्पादन गर्छ । मौरीहरूले फुलको रस खाने गर्छन् । यिनीहरू सङ्गठित रूपमा समूहमा बस्छन् । यिनीहरू उच्च समझदारी र कडा अनुशासनमा रहेका हुन्छन् । यिनीहरूबिच उच्चस्तरीय श्रम विभाजन पाइन्छ । यिनीहरूको जीवन अत्यन्तै व्यस्त हुन्छ ।

मौरीको घरमा रानी मौरी (queen bee), भाले मौरी (drone bee) र कर्मी मौरी (worker bee) गरी जम्मा तिन प्रकारका मौरीहरू हुन्छन् ।

### रानी मौरी (Queen bee)

गोलामा हेर्दा कर्मी मौरी र भाले मौरीभन्दा अलि ठुलो र सलक्क परेको लाम्चो आकारको मौरी रानी मौरी हो । यसको टाउको अरूको भन्दा सानो र डोलो हुन्छ भने सुँड छोटो हुन्छ । रानी मौरीको पेटको अन्तमा सानो खिल हुन्छ । सामान्य अवस्थामा एउटा गोलामा एउटा मात्र रानी मौरी हुन्छ । यसको मुख्य काम फुल पार्नु हो । यसले गोलाको सम्पूर्ण मौरीलाई परिस्थितिअनुसार सञ्चालन गर्छ । यसको शरीरबाट विशेष किसिमको गन्ध आउँछ र त्यो गन्ध गोलाको सम्पूर्ण मौरीले ग्रहण गरेका हुन्छन् । यसैका आधारमा मौरीले आफ्नो गोला पत्ता लगाउँछ ।



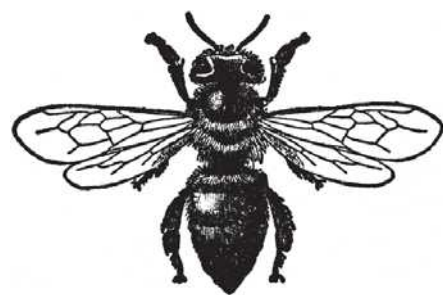
रानी मौरी

चित्र 14.3



## भाले मौरी (Drone bee)

भाले मौरी रानी मौरीभन्दा सानो तर कर्मी मौरीभन्दा ठुलो, कालो र भुसिलो हुन्छ । यसको विष ग्रन्थि, मह सङ्कलन ग्रन्थि र खुट्टामा पराग थैली केही पनि हुँदैन । यिनीहरूलाई खानासमेत कर्मी मौरीले खुवाउनुपर्छ । भाले मौरीको एक मात्र काम रानी मौरीलाई गर्भाधान गराउनु हो ।

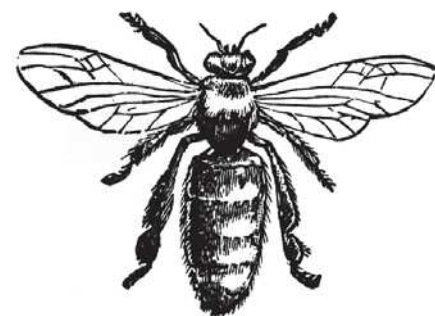


भाले मौरी

चित्र 14.4

## कर्मी मौरी (Worker)

मौरीहरूको समूहमा कर्मी मौरी सबैभन्दा सानो हुन्छ । यसको शारीरिक बनोट विशेष किसिमको हुन्छ । यसको शरीर टाउको, छाती र पेट गरी तिन खण्डमा छुट्टिएको हुन्छ । यसको मुखले चपाउने (chewing) र चाट्ने (lapping) गर्छ । जसले गर्दा कर्मी मौरीले फुलको रस सजिलैसँग जम्मा गर्न सक्छन् । यसको तिन जोडा खुट्टा हुन्छ र प्रत्येक खुट्टा रौले ढाकिएको हुन्छ । यसको खुट्टामा फुलको रस जम्मा गर्नका लागि पोलेन बास्केट हुन्छ । कर्मी मौरी असाध्यै मेहनती हुन्छ । यसले फुलको रस जम्मा गर्ने, घर बनाउने, लाभार्थको हेरचाह गर्ने, शत्रुसँग लड्ने आदि कार्य गर्छ ।



कर्मी मौरी

चित्र 14.5

## मौरीको जीवन चक्र (Life cycle of bee)

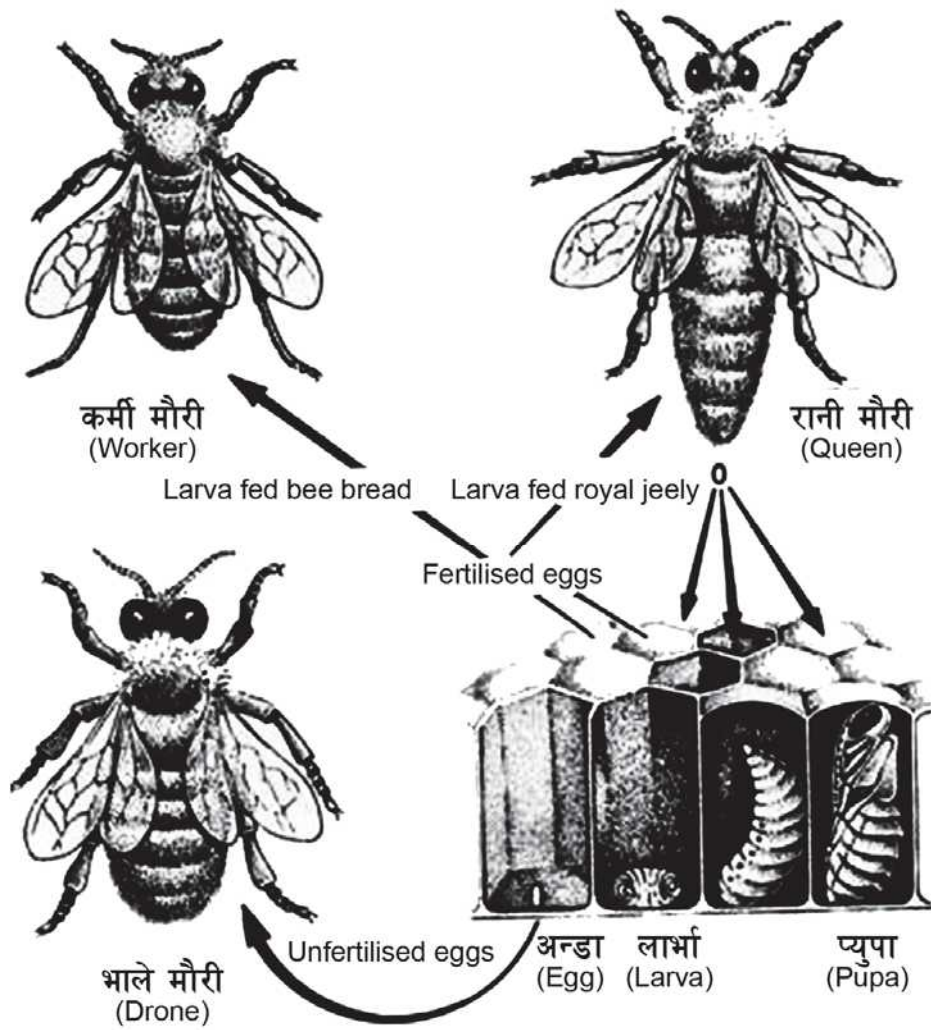
सबै किसिमका मौरीहरूको जीवन चक्रमा फुल, लाभार्थ, प्युपा र वयस्क गरी चार अवस्थाहरू पार हुन्छन् । यी अवस्थाहरू मौरीको जातअनुसार फरक फरक अवधिका हुन्छन् ।

मौरीको घरमा मौरीहरूको सङ्ख्या निकै बढेमा रानी मौरीले (old queen) थुप्रै कर्मी मौरीहरूसँग मिली नयाँ समूह निर्माण गर्छ । यस्तो अवस्थामा घरमा नयाँ रानी मौरी बन्छ । रानी मौरीको मेटिङ फ्लाइट (mating flight) वा नप्वल फ्लाइट (nuptial flight) हुन्छ । रानी मौरी र भाले मौरी सम्भोग गर्नका लागि मात्रै घरबाट बाहिर निस्कन्छन् । यसरी घरबाट निस्कने फ्लाइट (flight) लाई मेटिङ फ्लाइट भनिन्छ । जहाँ थुप्रै भाले मौरीसँग रानी मौरीले मेटिङ गर्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

मौरीको सबै फुलहरू गर्भाधान हुँदैनन् । गर्भाधान नभएका फुलमा 16 ओटा क्रोमोजोमसहित हेप्लोइड हुन्छन् भने गर्भाधान भएका फुलमा 32 ओटा क्रोमोजोम सहित डिप्लोइड हुन्छन् ।

फुल (Egg): रानी मौरीले सामान्य अवस्थामा वयस्क भएर निस्केको 3 देखि 5 दिनमा घर बाहिर हावामा गएर भालेसँग मेटिङ गर्छ । त्यसको 2 देखि 3 दिनपछि फुल पार्न थाल्छ । रानी मौरीले उपयुक्त समयमा प्रति दिन 3000 ओटासम्म फुल पार्छ । मौरीको जातअनुसार फुलको सङ्ख्या घटबढ



मौरीको जीवन चक्र (Life cycle of bee)

चित्र 14.6

हुन सक्छ । मौरीको फुल सेतो रङको लाम्चो आकारको हुन्छ । जुन पहिलो दिन अण्डाकोषको पिँधमा ठाडो हुन्छ, दोस्रो दिन ढल्केको हुन्छ र तेस्रो दिनमा ढलेको हुन्छ । रानी मौरीले भाले बनाउन भाले कोषमा, कमी बनाउन कमी कोषमा र रानी बनाउन रानी कोषमा फुल पार्छ । फुल अवस्था सबै मौरीमा तिन दिन नै हुन्छ ।

लार्भा (Larva): रानी मौरीले फुल पारेको 3 दिनपछि मौरीको किसिमअनुसार रानीकोषमा 5-5 ½ दिन, कमीकोषमा 6 दिन र भाले कोषमा 6 दिनसम्मको अवधिलाई लार्भा अवस्था भनिन्छ । यस अवस्थामा लार्भाले धेरै खान्छ । रानी र भाले मौरीको लार्भा कमी मौरीको भन्दा ठूलो हुन्छ । रानी मौरी र कमी मौरी दुवै पोथी हुन् । त्यसैले रानी मौरी बनाउने वा कामदार बनाउने भन्ने कुरा लार्भा अवस्थामा खुवाउने खानामा भर पर्छ । रानी मौरी बनाउनु परेमा लार्भा अवस्थाको अवधिभरि पोषणयुक्त तत्त्व (royal jelly) खुवाउँछन् भने कमी मौरी बनाउनका लागि 3 दिनसम्म रोयल जेली खुवाउँछन् । त्यसपछि मधुरोटी (मह र कुटको मिश्रण) खुवाउँछन् । भाले मौरीको लार्भालाई पनि 3 दिनसम्म पोषणयुक्त खाना खुवाउँछन् र त्यसपछि मह र कुटको मिश्रण खुवाउँछन् । लार्भा अवस्थामा यसले 4-5 पटकसम्म काँचुली फेर्छ ।

**प्युपा अवस्था (Pupa stage):** प्युपा अवस्थालाई अचल अवस्था पनि भनिन्छ । यस अवस्थामा यिनीहरू खाना नखाई निस्क्रिय रहन्छन् । मौरीको वर्गअनुसार रानी मौरीमा करिब 8 दिन, कर्मी मौरीमा 12 दिन र भाले मौरीमा 14 दिनको अवधि हुन्छ । यस अवस्थामा मौरीको सम्पूर्ण बाहिरी अङ्गहरूको विकास हुन्छ ।

**वयस्क अवस्था (Adult stage):** सामान्यतया फुलदेखि वयस्क अवस्थासम्म पुग्नका लागि मौरीको वर्गअनुसार रानीलाई 15-16 दिन, कर्मी मौरीलाई 20-21 दिन र भाले मौरीलाई 22-24 दिन समय लाग्छ । रानी मौरी, कर्मी मौरी र भाले मौरीको शारीरिक बनोट र कार्य फरक फरक हुन्छ । अनुकूल वातावरणमा तिनै प्रकारका मौरीहरूको विकास क्रमलाई निम्नानुसार तालिकामा प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

मौरी	फुल	लाभा	प्युपा	जम्मा
रानी मौरी	3	5.5	7.5	16 दिन
कर्मी मौरी	3	6	12	21 दिन
भाले मौरी	3	6	14.5	23.5 दिन

भर्खरै जन्मेका कर्मी मौरीहरूलाई करिब तिन हप्तासम्म घरभित्रै काममा लगाइन्छ । यिनीहरूले लाभालाई खाना खुवाउने, लाभा रहेको कोठाको हेरचाह र सुरक्षा गर्ने, घरको मर्मत तथा निर्माण गर्ने कार्य गर्छन् । त्यसपछि कर्मी मौरी बाहिरको काममा खटिन्छ । यिनीहरूले फुलको रस जम्मा गर्ने, घरको सुरक्षा गर्ने, शत्रुसँग लडाई गर्ने कार्य गर्छन् । साथै यिनीहरूले तापक्रम अनुकूल बनाउने र मह बनाउने कार्य गर्छन् ।

**मौरीको वर्ग र उमेरअनुसार कार्य विभाजन**

क्र. स.	वर्ग र उमेर	कार्यहरू
1	भाले	रानी मौरीलाई गर्भाधान गराउने र घरलाई न्यानो पार्ने कार्य गर्छ ।
2	रानी	फुल पार्ने, शरीरबाट विभिन्न किसिमका गन्धहरू निष्कासन गरेर गोलाको सञ्चालन र नियन्त्रण गर्ने गर्छ ।
3	कर्मी 1-3 दिन	यो उमेरको कर्मी मौरीलाई शिशु मौरी पनि भनिन्छ र यिनीहरू निकै कमजोर हुने हुँदा आफू तङ्ग्रिने, हिँड्न सिकने, चाकामा टाँसिएर अरू फुल, लाभा, प्युपालाई न्यानो दिने, आफ्नो वरिपरि छरिएको खाना खाने र अलि अलि कोष सफा गर्ने काम गर्छन् ।
	4-6 दिन	छिप्टिएका लाभालाई मह र कुट खुवाउँछन् र आफू पनि प्रशस्त खाना खान्छ ।

7-11 दिन	यो उमेरका कर्मी मौरीको टाउकामा शिरग्रन्थीको विकास हुन्छ । शिरग्रन्थीबाट Royal Jelly उत्पादन हुन्छ । यो Royal Jelly कर्मी मौरीले कम उमेरका लार्भा र रानी मौरीलाई खुवाउँछ र आफू पनि प्रशस्त आहारा खान्छ ।
12-17 दिन	यो उमेरका कर्मी मौरीको शिरग्रन्थी सुक्छ र पहिले खाएको प्रशस्त महले गर्दा पेटका 4 जोर मैन ग्रन्थी रसाएर मैन उत्पादन गर्छ । त्यही मैनलाई कोतरेर कर्मी मौरीले चाका लगाउँछ, लार्भा र मह कोषहरू बन्द गर्छ । यिनलाई निर्माणिका पनि भनिन्छ ।
18-20 दिन	यो उमेरमा कर्मी मौरीको ग्रन्थी सुक्छ । अनि विष ग्रन्थी र खिलको विकास हुने हुँदा आफ्नो घरको प्रवेशद्वारमा बसेर घरको सुरक्षा गर्छ ।
21 दिनपछि	यस अवस्थामा पुगेपछि बल्ल कर्मी मौरी घर बाहिरका काम, जस्तै : पुष्परस, पराग, चोप, पानी आदि सङ्कलन गर्नको लागि खेतबारी र वन जङ्गलमा चर्न जान्छ ।

## मौरीको उपयोगिता (Uses of honey bee)

मौरी हाम्रो लागि ज्यादै उपयोगी जीव हो । यसबाट धेरै किसिमको फाइदाहरू लिन सकिन्छ । मौरीले विशेष पौष्टिक तत्त्वयुक्त वस्तु मह बनाउँछ । जुन मधुमेह तथा अन्य रोगीहरूका लागि अति फाइदाजनक हुन्छ । महलाई एक प्रकारको शक्तिशाली टनिकको रूपमा लिइन्छ । महबाट विभिन्न प्रकारका क्यान्डी, केक तथा रोटीहरू तयार गरिन्छ ।

कर्मी मौरीहरूले मैन (wax) बनाउँछन् । मौरीबाट उत्पादित मैन ट्वाइलेटको सामान र कस्मेटिक्स सामानहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ । त्यस्तै गरी मैनबत्ती, सेभिड क्रिम, कोल्ड क्रिम आदि बनाइन्छ ।

यिनीहरू फुलको रस जम्मा गर्ने सिलसिलामा धेरै टाढा टाढा र ठुलो क्षेत्रमा जान्छन् । जसले गर्दा यिनीहरूले पोलिनेसनमा ठुलो भूमिका खेल्छन् । मौरी पालन गरेर कृषकहरूले मनगो आय आर्जन गर्न सक्छन् ।

## क्रियाकलाप 1

मौरी पालन गरिएको ठाउँमा भ्रमण गर्नुहोस् । रानी मौरी, कर्मी मौरी र भाले मौरी सङ्कलन गरी तिनीहरूको शारीरिक बनोटको अध्ययन गरी चित्र बनाउनुहोस् ।

## सारांश

1. हाल नेपालमा दुई थरीका रेसम किरा पालिएको पाइन्छ । ती हुन् : ऐरी र सेरी रेसम किरा ।

2. रेसम किराको जीवन चक्र चार अवस्थाबाट गुज्रिएको हुन्छ । ती हुन् : फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क ।
3. सेरी रेसम किराको खाना किम्बुको पात हो भने ऐरी रेसम किराको खाना अडिर हो ।
4. मौरीहरू तिन प्रकारका हुन्छन्, ती हुन् : कर्मी मौरी, रानी मौरी र भाले मौरी ।
5. रानी मौरी सबैभन्दा ठुलो हुन्छ र यसको काम फुल पार्नु हो ।
6. भाले मौरी अल्छी हुन्छ, जसले रानी मौरीसँग सम्भोग गर्ने कार्य गर्छ ।
7. कर्मी मौरी सबैभन्दा सानो हुन्छ र यसले घर बनाउने, रक्षा गर्ने, घरमा भएको लार्भालाई खाना खुवाउने, शत्रुलाई धपाउने, मह बनाउने कार्य गर्छ ।
8. मौरीको जीवन चक्रमा फुल, लार्भा, प्युपा र वयस्क गरी चार अवस्था हुन्छन् ।
9. मौरीले पोलिनेसनमा मदत गर्छ ।
10. रानी मौरीको लार्भालाई रोयल जेली मात्र खुवाइन्छ भने भाले र कर्मी मौरीको लार्भालाई रोयल जेली र पोलेन खुवाइन्छ ।
11. मौरीले पौष्टिक तत्त्वयुक्त मह दिन्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. रेसम किराले लार्भा अवस्थामा कति पटक छाला फेर्छ ?
 

(i) 2 पटक	(ii) 3 पटक
(iii) 4 पटक	(iv) 5 पटक
2. किम्बुको पात प्रशस्त नभएको समयमा रेसम किराको फुललाई कसरी सुरक्षित राखिन्छ ?
  - (i) फुललाई 18° से. भन्दा कम तापक्रम राखेर
  - (ii) फुललाई 25° से. भन्दा कम तापक्रम राखेर
  - (iii) फुललाई 30° से. भन्दा कम तापक्रम राखेर
  - (iv) फुललाई 35° से. भन्दा कम तापक्रम राखेर
3. मौरीको लार्भालाई रोयल जेली मात्र खान दिँदा कुन चाहिँ मौरी बन्छ ?
 

(i) रानी मौरी	(ii) भाले मौरी
---------------	----------------

- (iii) कर्मी मौरी (iv) (i) र (iii) दुवै
4. गर्भाधान नभएको मौरीको फुलमा कति ओटा क्रोमोजोम हुन्छन् ?  
 (i) 8 ओटा (ii) 16 ओटा  
 (iii) 32 ओटा (iv) 40 ओटा
5. कर्मी मौरी कति दिनको हुँदा मैन र घरको कोठा बनाउने गर्छ ?  
 (i) 3-6 दिन (ii) 8-16 दिन  
 (iii) 12-18 दिन (iv) 20-24 दिन

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

1. रेसम किराबाट रेसम धागो कसरी उत्पादन गरिन्छ, व्याख्या गर्नुहोस् ।
2. रेसम किराको जीवन चक्रको सफा चित्र बनाउनुहोस् ।
3. नेपालमा कुन कुन प्रकारका रेसम किराको खेती गरिन्छ ?
4. रेसम किराको जीवन चक्रमा लार्भाको कुन अवस्थामा रेसम धागो बनाउँछ ?
5. रेसम किरालाई किन उपयोगी किरा भनिन्छ ? कारणसहित लेख्नुहोस् ।
6. भाले मौरी र कर्मी मौरीबिच फरक लेख्नुहोस् ।
7. रानी मौरीको बनोटको चित्रसहित बयान गर्नुहोस् ।
8. मौरी मानव जीवनका लागि अत्यन्त लाभदायक किरा मानिन्छ, किन ? तर्कसहित प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
9. रेसम खेती र मौरी पालनबाट हुने फाइदाहरू के के हुन् ?
10. मौरीको जीवन चक्र चित्रसहित बयान गर्नुहोस् ।
11. रेसम किराको जीवन चक्रको अध्ययन किन आवश्यक पर्छ, दुई ओटा कारणसहित स्पष्ट पार्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

मौरी पालन गरेको ठाउँमा भ्रमण गर्नुहोस् । मौरीले मह सङ्कलन गर्ने तरिकाको अध्ययन तथा आवश्यक जानकारी लिई एउटा छोटो प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

### शब्दावली

1. रोयल जेली : पौष्टिक तत्त्वयुक्त खाना
2. घर : मौरी बस्ने घर

3. मेटामरफोसिस : फुलबाट निस्केको लार्भा परिवर्तन भई वयस्क बन्ने प्रक्रिया

## एकाइ 15 मानव स्नायु र ग्रन्थि प्रणाली (Human Nervous and Glandular System)

हाम्रो वरपर धेरै वस्तुहरू छन् । हामीले शरीरको ज्ञानेन्द्रिय, स्नायु तथा मस्तिष्कको मदतले त्यस्ता वस्तुको बारेमा जानकारी लिन्छौं । तपाईंले तातो वस्तु छुनुभयो भने के गर्नुहुन्छ ? हाम्रो शरीरका अङ्गहरूको सञ्चालनमा केले नियन्त्रण गरिरहेको होला ? विचार गरौं । एक्कासि तातो वस्तु छुँदा प्रतिक्रिया स्वरूप तुरुन्तै हात हटाउँछौं । शरीरका विभिन्न अङ्गहरूको सञ्चालनमा मस्तिष्कले सहयोग गरिरहेको हुन्छ । त्यस्तैगरी मानव शरीर सन्तुलित रूपमा सञ्चालन गर्न विभिन्न हर्मोनहरूले भूमिका खेलेका हुन्छन् । शरीरमा भएका विभिन्न ग्रन्थिहरूले विभिन्न हर्मोनहरू उत्पादन गर्ने गर्छन् । यस एकाइमा हामीहरू मानव शरीरमा हुने स्नायु प्रणाली र ग्रन्थि प्रणालीको परिचय तथा कार्यबारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### स्नायु प्रणाली (Nervous system)

हामीले वरपर रहेको वातावरणमा विभिन्न अभिप्रायले उत्तेजित भई प्रतिक्रिया देखाउँछौं । यस कार्यका लागि विशेष किसिमको अङ्गहरू मिली प्रणाली बनेको हुन्छ, यसलाई स्नायु प्रणाली भनिन्छ । स्नायु प्रणालीले ज्ञानेन्द्रियहरूमार्फत बाहिरी संसारको बारेमा जानकारी दिन्छ । त्यस्तैगरी यसले स्वेच्छक र ऐच्छक मांशपेशीहरूको क्रियाकलापलाई सन्तुलित रूपमा सञ्चालन गर्छ ।

स्नायु प्रणालीलाई तिन भागमा विभाजन गरिएको छ :

1. केन्द्रीय स्नायु प्रणाली (Central nervous system): यसअन्तर्गत मस्तिष्क र सुषुम्ना पर्छन् ।
2. पेरिफेरल स्नायु प्रणाली (Peripheral nervous system): यसअन्तर्गत क्रानियल र स्पाइनल स्नायु तन्तु पर्छन् ।
3. अटोनोमिक स्नायु प्रणाली (Autonomic nervous system): यसअन्तर्गत इनभोलुन्टरी मांशपेशीको कार्य नियन्त्रण गर्ने स्नायु तन्तु र ग्याङ्गलिया पर्छन् ।

### केन्द्रीय स्नायु प्रणाली (Central nervous system)

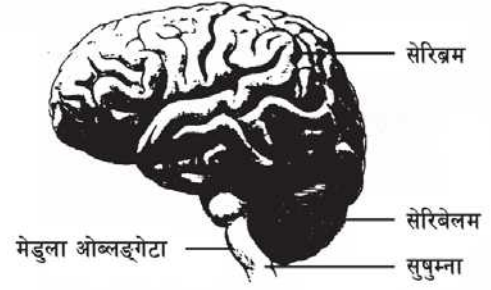
केन्द्रीय स्नायु प्रणालीअन्तर्गत मस्तिष्क (brain) र सुषुम्ना (spinal cord) पर्छन् ।

#### मस्तिष्क (Brain)

केन्द्रीय स्नायु प्रणालीको सबैभन्दा ठुलो र माथिल्लो खण्ड मस्तिष्क हो । यो टाउकामा भएको खप्परभित्र सुरक्षित रहेको हुन्छ । मस्तिष्कलाई तिन तहको भिल्लीले ढाकेको हुन्छ, जसलाई मेनिन्जस भनिन्छ ।

मेनिन्जसको तिन तह हुन्छन् । ती हुन् : डुरामाटर (duramater), पायमाटर (piamater) र एराक्न्वाइड (arachnoid) ।

डुरामाटर खप्परको भित्री तहमा टाँसिएर रहेको हुन्छ भने पायमाटर मस्तिष्कको सतहसँग टाँसिएर रहेको हुन्छ । एराक्न्वाइड र पायमाटरबिचको खाली ठाउँमा तरल पदार्थ हुन्छ, जसलाई सेरेब्रोस्पाइनल फ्लुइड (cerebrospinal fluid) भनिन्छ, यसले मस्तिष्कलाई चोट पटक लाग्नबाट बचाउँछ । मस्तिष्कलाई तिन खण्डमा विभाजन गरिएको छ :



चित्र 15.1

1. ठुलो मस्तिष्क (Cerebrum)
2. सानो मस्तिष्क (Cerebellum)
3. मेडुला अब्लङ्गोटा (Medulla oblongata)

**ठुलो मस्तिष्क (Cerebrum):** यसले मस्तिष्कको 80% भाग ओगटेको हुन्छ । यो खप्परको फ्रन्टल पेराइटल र अक्सिपिटल क्षेत्रमा फैलिएको हुन्छ । यो दायाँ र बायाँ गरी दुई ओटा अर्ध गोलाकारमा (cerebral hemisphere) विभाजित हुन्छ । ती अर्ध गोलाकारका माथिल्लो भाग (dorsal) मा गहिरो चिरा (fissure) ले दुई अर्ध गोलाकारलाई छुट्याएको हुन्छ । अर्ध गोलाकारको बाहिरी सतह गुजमुज्ज (convolutions) परेको हुन्छ, जसले सतहको क्षेत्रफल बढाउँछ । ठुलो मस्तिष्कको बाहिरी भाग खैरो पदार्थ (grey matter) र भित्री भाग सेतो पदार्थ (white matter) बाट बनेको हुन्छ । ठुलो मस्तिष्कले बास्ना, बोली, स्मरण, सुनाइ, चेतना (स्पर्श, दुखाइ, दबाव, तापक्रम) विचार, विश्लेषण, उत्तेजना, रिस, भविष्यवाणी आदिको सञ्चालन र नियन्त्रण आदि गर्छ । यसले मस्तिष्कको अन्य भागको कार्यलाई पनि नियन्त्रण गर्छ । ठुलो मस्तिष्कमा चोट लागेमा मानिस अर्धमृत (coma) अवस्थामा रहन्छ ।

**सानो मस्तिष्क (Cerebellum):** ठुलो मस्तिष्कको पछाडि र मेडुला अब्लङ्गोटाको माथि दुई ओटा कागतीका दाना जस्ता अर्ध गोलाकार भागहरू हुन्छन्, त्यसलाई सानो मस्तिष्क भनिन्छ । यो पनि खैरो (खरानी जस्तो) पदार्थ र सेतो पदार्थबाट बनेको हुन्छ । यसमा चोट लागेमा शरीर असन्तुलित हुन्छ र स्वेच्छक चालमा (voluntary movement) असर पर्छ । यो अपाङ्गताको अवस्था हो । सानो मस्तिष्कले निम्न लिखित कार्यहरू गर्छ :

1. शरीरलाई सन्तुलनमा राख्छ ।
2. माशंपेशीको टोन कायम गर्छ ।
3. स्वेच्छक चाललाई सञ्चालन गर्छ ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?

अल्कोहल (alcohol) ले सानो मस्तिष्कमा असर गर्छ र माशंपेशी सञ्चालन गर्न सकदैन र हिँड्दा लड्बडिने हुन्छ ।

**मेडुला अब्लङ्गोटा (Medulla oblongata):** यो मस्तिष्कको सबैन्दा तल्लो भाग हो । यो डन्डी जस्तो (cylindrical) नली आकारको हुन्छ । यो सुषुम्नाको माथिल्लो भागमा रहेको हुन्छ । यो पनि खैरो पदार्थ र सेतो पदार्थबाट बनेको हुन्छ । यसमा चोट लागेमा मानिसको तुरुन्तै मृत्यु हुन्छ । यसले निम्न लिखित कार्यहरू गर्छ :

1. यसले बान्ता गर्ने, खोक्ने, हाँच्छुँ गर्ने, खानेकुरा निल्ने कार्यलाई नियन्त्रण गर्छ ।
2. श्वास प्रश्वास क्रिया सञ्चालन गर्छ ।
3. रक्तनली खुम्च्याउने र तन्काउने कार्य गर्छ ।

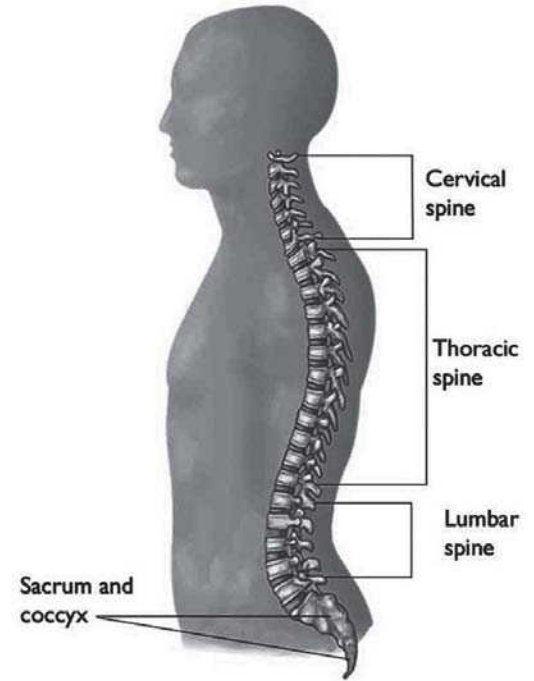


4. पाचन नलीको खुम्चाइ फुकाइ (peristalsis), पाचन रसको स्राव, हर्मोनको स्राव, च्यालको स्राव आदि नियन्त्रण गर्छ ।

### सुषुम्ना (Spinal cord)

सुषुम्ना ढाडभित्रबाट गएको एउटा लामो स्नायु तन्तु हो । यो मेडुला अब्लङ्गोटाको अन्तिम भागबाट सुरु भई ढाडको लम्बर भर्टेब्री (lumber vertebrae) सम्म फैलिएको हुन्छ । यसको बाहिरी भाग सेतो पदार्थ (white matter) बाट बनेको हुन्छ भने भित्री भाग खैरो पदार्थ (grey matter) बाट बनेको हुन्छ । सेतो पदार्थमा स्नायु रेशाहरू हुन्छन् । यो मस्तिष्कको विभिन्न भागसँग जोडिएको हुन्छ । यसलाई पनि मेनिन्जेज (meninges) ले ढाकेको हुन्छ । सुषुम्नामा रोग र चोट लागेमा चोट लागेको भागदेखि मुनिको शरीरको भाग चल्दैन । यसलाई मेरुदण्ड पक्षघात (spinal injury) भनिन्छ । यो पनि एक प्रकारको अपाङ्गताको अवस्था हो । सुषुम्नाले निम्न लिखित कार्यहरू गर्छ :

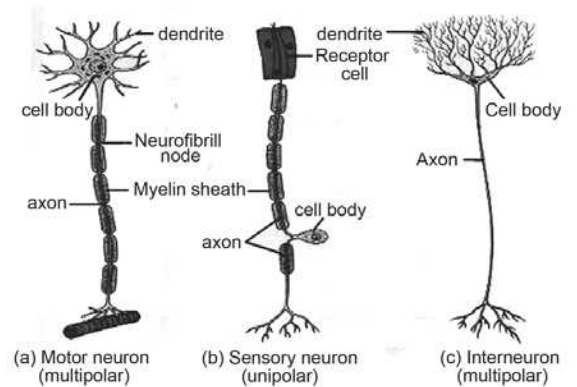
1. यो अकाम्य (reflex action) क्रियाको मुख्य केन्द्र हो । जसले परिवर्तित बाहिरी वातावरणप्रति तुरुन्त प्रतिक्रिया देखाउँछ ।
2. यसले शरीरको विभिन्न भाग र मस्तिष्कबिच सञ्चार गर्छ ।



चित्र 15.2

### न्युरोन (Neuron)

स्नायु प्रणालीको सबैभन्दा सानो एकाइलाई न्युरोन भनिन्छ । यसलाई नर्भ सेल (nerve cell) पनि भनिन्छ । एउटा न्युरोनमा सेल बडी (cell body) र यसबाट निस्केका लामा र छोटो हाँगाहरू हुन्छन् । न्युक्लियस र साइटोप्लाज्मा मिली सेल बडी बनेको हुन्छ । सेल बडी (cell body) बाट निस्केका थुप्रै ससाना हाँगाहरूलाई डेन्ड्राइट्स (dendrites) भनिन्छ । यसले स्नायु कोषमा उत्तेजना ल्याउने कार्य गर्छ । यसबाट एउटा लामो हाँगा निस्केको हुन्छ, त्यसलाई एक्जन (axon) भनिन्छ । यसले सेल बडीबाट प्राप्त उत्तेजनालाई बाहिर लैजाने कार्य गर्छ ।



चित्र 15.3

न्युरोनको एक्जन (axon) हरू मिली स्नायु रेशा (nerve fibres) बन्छ । स्नायु रेशा कार्यको आधारमा तिन प्रकारको हुन्छ ।

एफरेन्ट वा सेन्सरी स्नायु (Afferent or sensory neuron): यसले उत्तेजना (nerve impulse) लाई प्रापक (receptor) बाट मस्तिष्क वा सुषुम्नासम्म लैजाने कार्य गर्छ ।

इफरेन्ट वा मोटर स्नायु (Efferent or motor neuron): यसले खबर वा उत्तेजना (nerve impulse) लाई मस्तिष्क वा सुषुम्नाबाट शरीरको विभिन्न भागसम्म पुर्याउने कार्य गर्छ । स्नायु तन्तुहरूले सुषुम्ना वा मस्तिष्कको लागि संवाददाताको काम गर्छन् ।

इन्टर न्युरोन (Inter neuron): यसले सेन्सरी उत्तेजनालाई मोटर उत्तेजनामा परिणत गर्छ ।

## ग्याङ्ग्लिया (Ganglia)

ढाडभित्रको सुषुम्ना नजिकै फुस्रो वस्तु (grey matter) ले बनेका ससाना स्नायु तन्तुहरूका समूह हुन्छन् । यिनलाई ग्याङ्ग्लिया भनिन्छ । यिनीहरूले सुषुम्ना र मस्तिष्कसँग सम्पर्क राख्छन् ।

## पेरिफेरल स्नायु प्रणाली (Peripheral nervous system)

यस प्रणालीअन्तर्गत मस्तिष्क र शरीरको विभिन्न भागबिच सञ्चार गर्ने स्नायु तन्तु (nerve) हुन्छ । यो स्नायु रेशा (nerve fibres) बाट बनेको हुन्छ । स्नायु तन्तु दुई प्रकारका हुन्छन् ।

क्रोनियल स्नायु तन्तु (Cranial nerve tissue): मस्तिष्कबाट सुरु भइ मस्तिष्कमा अन्त हुने स्नायु तन्तुलाई क्रोनियल तन्तु भनिन्छ ।

मस्तिष्कबाट 12 जोडा स्नायुहरू निस्केका हुन्छन् । यसले टाउकामा रहेका विभिन्न अङ्गहरू आँखा, कान, नाक, जिब्रो आदि र मस्तिष्कबिच सञ्चार गर्छ ।

स्पाइनल स्नायु तन्तु (Spinal nerve tissue): सुषुम्नाबाट निस्केको र शरीरका विभिन्न भागहरूमा फैलने स्नायु तन्तुलाई स्पाइनल स्नायु तन्तु भनिन्छ । सुषुम्नाबाट 31 जोडा स्नायुहरू निस्केका हुन्छन् । यसले शरीरको विभिन्न भाग र मस्तिष्कबिच उत्तेजना ल्याउने र लैजाने कार्य गर्छ ।

## अटोनोमिक स्नायु प्रणाली (Autonomic nervous system)

ब्युँभेको वा सुतिरहेको अवस्थामा मांशपेशी र निश्चित प्रकारका ग्रन्थिको कार्य नियन्त्रण गर्ने स्नायु प्रणालीलाई अटोनोमिक स्नायु प्रणाली भनिन्छ । यो दुई प्रकारको हुन्छ :

सिम्पाथेटिक (Sympathetic): यसले मुटु, श्वास प्रश्वास, आमाशय, आन्द्रा, मूत्राशय आदिको कार्यलाई गति बढाउँछ ।

प्यारासिम्पाथेटिक (parasympathetic): यसले मुटु, श्वास

के तपाईंलाई थाहा छ ?

सुचालक तारबाट धारा विद्युत् 150000 किलोमिटर प्रति सेकेन्डको गतिमा जान्छ भने स्नायु उत्तेजना 100 मिटर प्रति सेकेन्डको गतिमा जान्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

सिम्पाथेटिक स्नायु प्रणाली र प्यारासिम्पाथेटिक स्नायु प्रणाली एक आपसमा विपरीत प्रकृतिका हुन्छन् । कुनै आकस्मिक घटना हुँदा सिम्पाथेटिकले रक्तचाप र मुटुको धड्कन बढाउँछ भने घटना भइसकेपछि प्यारासिम्पाथेटिक स्नायुले रक्तचाप र मुटुको धड्कन साधारण अवस्थामा ल्याउँछ ।

प्रश्वास, आमाशय, आन्द्रा, मूत्राशय आदिको कार्यलाई साधारण अवस्थामा ल्याउन मदत गर्छ ।

## ग्रन्थि प्रणाली (Glandular system)

अमिलो वस्तु देख्दा मुख रसाउँछ । उक्त रस कहाँबाट आयो होला ? विचार गरौं । हाम्रो मुखमा च्याल ग्रन्थि हुन्छ । अमिलो देख्दा यस ग्रन्थिले रस उत्पादन गर्छ । त्यस्तै गरी आँखामा धुलो पर्दा आँसु आउँछ, जहाँ अश्रु ग्रन्थि हुन्छ । यसले आँसु उत्पादन गर्छ । हाम्रो शरीरभित्र यस्तै विभिन्न प्रकारका रस उत्पादनका लागि थुप्रै ग्रन्थिहरू हुन्छन् ।

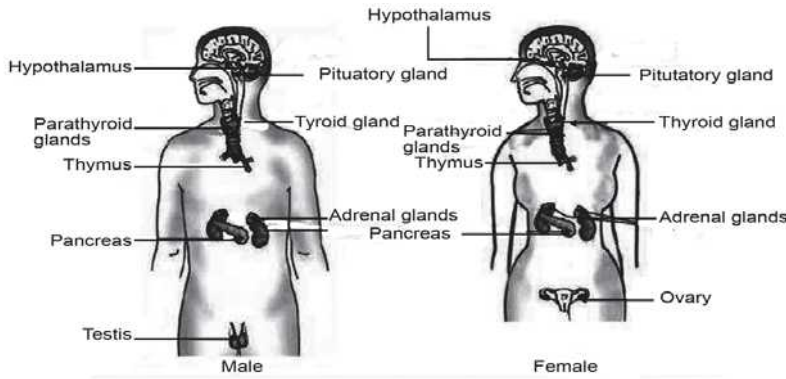
ग्रन्थिहरू नलीयुक्त र नलीविहीन गरी दुई प्रकारका हुन्छन् । नलीयुक्त ग्रन्थिलाई इक्जोक्राइन ग्रन्थि (exocrine gland) भनिन्छ । यी ग्रन्थिहरूले उत्पादन गर्ने रसलाई इन्जाइम भनिन्छ, जसले पाचन क्रियामा मदत गर्छ । यिनीहरूबाट उत्पादित रस नली भएर रगतमा मिसिन्छ । अस्रु ग्रन्थि (tear gland), पसिना ग्रन्थि (sweat gland), च्याल ग्रन्थि (salivary gland) आदि इक्जोक्राइन ग्रन्थिका उदाहरणहरू हुन् ।

नलीविहीन ग्रन्थिलाई इन्डोक्राइन ग्रन्थि (endocrine gland) भनिन्छ । यस प्रकारको ग्रन्थिबाट निस्केको रसलाई हर्मोन भनिन्छ । यो हर्मोन सिधै अङ्ग वा रगतमा मिसिन्छ । हर्मोनले शरीरका कोष तथा अन्य ग्रन्थिको कामलाई उत्तेजित पार्छ । त्यसैले यसलाई रासायनिक संवाददाता भनिन्छ । यी ग्रन्थिहरू साना भए पनि शरीरका लागि महत्त्वपूर्ण काम गर्छन् । हर्मोनको मात्रा कम वा धेरै भएमा हाम्रो शरीरको वृद्धि विकासमा असर पुग्छ । यी ग्रन्थिहरूले गर्ने कार्यमा सन्तुलन नहुँदा मोटो हुने, ज्यादै अग्लो हुने, पुड्को हुने आदि लक्षणहरू देखा पर्छन् । यी ग्रन्थिहरूलाई सन्तुलनमा राख्न शरीर स्वस्थ र निरोगी हुनुपर्छ ।

## इन्डोक्राइन ग्रन्थि र इक्जोक्राइन ग्रन्थिबिच भिन्नता

इक्जोक्राइन (exocrine gland)	इन्डोक्राइन (endocrine gland)
1. यो नलीयुक्त हुन्छ ।	1. यो नलीविहीन हुन्छ ।
2. यसले इन्जाइम उत्पादन गर्छ ।	2. यसले हर्मोन उत्पादन गर्छ ।
3. यसले नलीद्वारा इन्जाइमलाई सम्बन्धित ठाउँमा पठाउँछ ।	3. यसले हर्मोनलाई सिधै रगतको नलीमा पुऱ्याउँछ ।
4. यसको उत्पत्ति क्षेत्र र कार्य क्षेत्र नजिकै हुन्छ ।	4. यसको उत्पत्ति क्षेत्र र कार्य क्षेत्र फरक ठाउँमा हुन सक्छ ।

इन्डोक्राइन ग्रन्थिहरू निम्न लिखित प्रकारका हुन्छन् :



चित्र 15.4

### पिट्युटरी ग्रन्थि (Pituitary gland)

पिट्युटरी ग्रन्थि खप्परभित्र मस्तिष्कको तलतिर रहेको हुन्छ । यो केराउको गोडा जत्रै हुन्छ । अरू सबै प्रकारका ग्रन्थिको कार्य संयोजन र नियन्त्रण गर्ने भएकाले यसलाई नाइके ग्रन्थि (master gland) पनि भनिन्छ । यसले उत्पादन गर्ने हर्मोनलाई उत्प्रेरक हर्मोन (stimulating hormone) र वृद्धि हर्मोन (growth hormone) भनिन्छ । यसबाट निस्कने हर्मोनको मुख्य कार्य शारीरिक तथा मानसिक वृद्धि गर्नु हो । यो हर्मोन बढी भएमा मानिस ज्यादै अग्लो हुन्छ भने कम भएमा पुङ्को हुन्छ ।

### थाइरोइड ग्रन्थि (Thyroid gland)

थाइरोइड ग्रन्थि घाँटीमा रहेको हुन्छ । यो श्वासनलीको दायाँ र बायाँ गरी दुई ओटा हुन्छन् । यसले उत्पादन गर्ने हर्मोनलाई थाइरोक्सिन (thyroxin) वा थाइरोट्रोबिन (thyrotrobin) भनिन्छ । यस हर्मोनमा आयोडिन हुन्छ । यसले शरीरको कोषहरूको क्रियामा प्रभाव पार्नुका साथै शारीरिक वृद्धि विकास गर्छ । थाइरोक्सिन हर्मोन कमी भएमा शारीरिक तथा मानसिक दुर्बलता हुने, छाला सुख्खा हुने, कम पसिना आउने, बोली लट्पटिने र स्वर धोद्रो हुने हुन्छ । थाइरोक्सिन हर्मोन बढी भएमा उपापचायन (metabolism) क्रियादर बढ्छ । अत्यधिक पसिना आउने, बढी भोक लाग्ने, तौल घट्ने, मानसिक अस्थिरता हुने, आँखा बाहिर निस्कने आदि हुन्छ ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?

आयोडिनको कमीले थाइरोइड ग्रन्थि सुन्निएर आउनुलाई गलगण्ड (goitre) भनिन्छ ।

### प्यारा थाइरोइड ग्रन्थि (Parathyroid gland)

प्यारा थाइरोइड ग्रन्थि थाइरोइड ग्रन्थिको पछाडि रहेको हुन्छ । यी दुई जोडा हुन्छन् । यसले उत्पादन गर्ने हर्मोनलाई पाराथर्मोन (parathermone) वा प्यारा थाइरोइड हर्मोन (parathyroid hormone)

भनिन्छ । यसले रगत र हाडमा क्याल्सियम आदान प्रदान गर्छ र रगतमा क्याल्सियमको मात्रा वृद्धि गर्छ । यो हर्मोन बढी भएमा ट्युमर र मिगौलामा पत्थरी हुन्छ भने कम भएमा रगतमा क्याल्सियमको मात्रा घट्छ, माशंपेशी खुम्चन्छ । यस अवस्थालाई टिटानी (tetany) भनिन्छ ।

### एड्रिनल ग्रन्थि (Adrenal gland)

हाम्रो शरीरमा दुई ओटा मिगौला हुन्छन्, प्रत्येकको माथिल्लो भागमा एड्रिनल ग्रन्थि हुन्छ । एड्रिनल ग्रन्थिले उत्पादन गर्ने हर्मोनलाई एड्रिनलिन हर्मोन भनिन्छ । यस हर्मोनले शरीरलाई विभिन्न कामको लागि तयारी गर्छ । यो हर्मोन बढी भएमा रक्तचाप बढ्ने हुन्छ भने कम उत्पादन हुँदा कमजोर हुने, रक्तचाप घट्ने, चिनी कम हुने, वाक्वाकी लाग्ने हुन्छ ।

### प्यान्क्रियाज (Pancreas)

प्यान्क्रियाज ड्युडेनम (duodenum) को लुप (loop) मा रहेको हुन्छ । यसलाई मिश्रित ग्रन्थि पनि भनिन्छ किनभने यसले इन्जाइम र हर्मोन उत्पादन गर्छ । यसले इन्सुलिन (insulin) र ग्लुकागन (glucagon) हर्मोन उत्पादन गर्छ । इन्सुलिन हर्मोनले रगतमा चिनीको मात्रा नियन्त्रण गर्छ ।

इन्सुलिन कमी भएमा रगतमा चिनीको मात्रा बढ्ने, बढी भोक लाग्ने, तिर्खा लाग्ने, पिसाबको मात्रा बढ्ने हुन्छ । यस रोगलाई मधुमेह (diabetes) भनिन्छ ।

### गोनाड्स (Gonads)

पुरुषमा हुने अण्डकोष (testis) र महिलामा हुने अण्डाशय (ovary) लाई गोनाड्स भनिन्छ । यसलाई पनि मिश्रित ग्रन्थि भनिन्छ । यी ग्रन्थिहरू सन्तानोत्पादन गर्ने ग्रन्थिहरू हुन् । अण्डकोषले विर्य (sperm) र टेस्टोस्टेरोन हर्मोन (testosterone hormone) उत्पादन गर्छ । अण्डाशयले इस्ट्रोजेन (oestrogen) र प्रोजेस्टेरोन (progesterone) हर्मोन उत्पादन गर्छ ।

### सारांश

1. स्नायु प्रणालीअन्तर्गत शुष्मना, मस्तिष्क र स्नायुहरू पर्छन् ।
2. मस्तिष्कलाई तिन भागमा बाँडिएको छ : ठुलो मस्तिष्क, सानो मस्तिष्क र मेडुला अम्लङ्गोटा ।
3. सेरेब्रोस्पाइनल फ्लुइडले मस्तिष्क र स्पाइनल कर्डलाई चोट पटक लाग्नबाट बचाउँछ ।
4. क्रानियल स्नायुको उत्पत्ति मस्तिष्कबाट हुन्छ ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?

एड्रिनल ग्रन्थिलाई इमरजेन्सी ग्रन्थि पनि भनिन्छ किनभने यसबाट उत्पादित हर्मोनले कुनै पनि आकस्मिक खतरा अवस्थासँग सामना गर्ने बनाउँछ । एड्रिनल ग्रन्थिबाट कर्टिसन (cortison) हर्मोन उत्पादन हुन्छ । कहिलेकाहीं यस हर्मोनले सेक्स हर्मोनको काम पनि गर्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

वयस्क पुरुषमा एड्रिनल कर्टेक्सको बढी वृद्धि भएमा कर्टिसन हर्मोन बढी उत्पादन हुन्छ । फलतः स्तन बढ्ने जस्ता स्त्री लक्षणहरू (feminine characters) देखा पर्छन् । वयस्क महिलामा एड्रिनल कर्टेक्सको बढी वृद्धि भएमा पुरुष लक्षणहरू (masculine characters), जस्तै : जुँगा आउने, स्वर धोद्रो हुने आदि देखापर्छन् ।

5. एफरेन्ट वा सेन्सरी स्नायुले शरीरको विभिन्न भागबाट मस्तिष्कसम्म उत्तेजना पुऱ्याउने काम गर्छ ।
6. हाम्रो शरीरमा विभिन्न रस तथा हर्मोन उत्पादन गर्ने विभिन्न ग्रन्थिहरू छन् । यी ग्रन्थिहरू कुनै नलीविहीन हुन्छन् भने कुनै नलीयुक्त हुन्छन् ।
7. प्यान्क्रियाज मिश्रित ग्रन्थि हो किनभने यसले इन्जाइम र हर्मोन दुवै उत्पादन गर्छ ।
8. इन्सुलिन हर्मोनले रगतमा चिनीको मात्रालाई नियन्त्रण राख्छ ।
8. एड्रिनल ग्रन्थिलाई इमरजेन्सी ग्रन्थि पनि भनिन्छ किनभने यसले खतरापूर्ण अवस्थाको सामना गर्ने क्षमता बढाउँछ ।
10. हर्मोनलाई रासायनिक संवाददाता (chemical messenger) भनिन्छ किनभने यसले शरीरका कोष तथा ग्रन्थिहरूको कामलाई उत्तेजित पार्छ ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. शरीरका कोष र ग्रन्थिको कामलाई उत्तेजित पार्ने हर्मोनलाई के भनिन्छ ?
 

(i) इन्जाइम	(ii) रासायनिक संवाददाता
(iii) सेरेब्रोस्पाइनल फ्लुड	(iv) (i) र (ii) दुवै
2. मस्तिष्कको कुन चाहिँ भागमा चोट पटक लागेमा मानिस कोमामा जान्छ ?
 

(i) सेरेब्रम	(ii) सेरेबेलम
(iii) मेडुला अब्लङ्गोटा	(iv) क्रोनियम
3. शरीरको विभिन्न भागहरूबाट मस्तिष्क उत्तेजना लाने स्नायुलाई के भनिन्छ ?
 

(i) मोटर स्नायु	(ii) सेन्सरी स्नायु
(iii) क्रोनियल स्नायु	(iv) (i) र (ii) दुवै
4. रगतमा चिनीको मात्रा नियन्त्रण गर्ने कुन चाहिँ हर्मोन हो ?
 

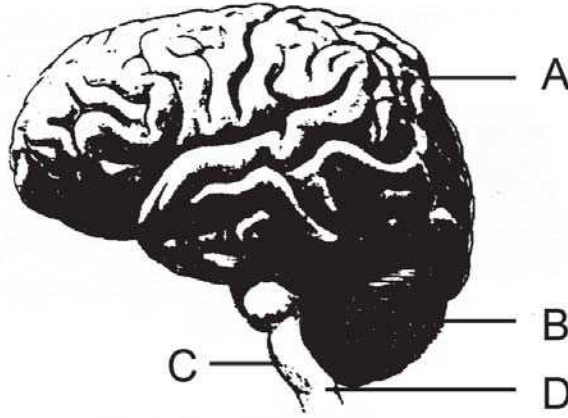
(i) थाइरोक्सिन	(ii) इन्सुलिन
(iii) पाराथर्मोन	(iv) एड्रिनलिन
5. स्नायु प्रणालीलाई कति ओटा उप प्रणालीमा विभाजन गरिएको छ ?
 

(i) 2	(ii) 3
(iii) 4	(iv) 5

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

1. न्युरोन भनेको के हो ? यो कति प्रकारको हुन्छ ?
2. मेनिन्जस केलार्ई भनिन्छ ? सेरेब्रोस्पाइनल फ्लुडको कार्य लेख्नुहोस् ।
3. पिट्युटरी ग्रन्थिलाई किन नाइके ग्रन्थि भनिन्छ ?

4. मानव मस्तिष्कको सफा चित्र बनाई सेरेब्रम, सेरेबेलम र मेडुला अब्लङ्गोटा नामाकरण गर्नुहोस् ।
5. ठूलो र सानो मस्तिष्कबिच दुई ओटा फरक लेख्नुहोस् ।
6. प्यान्क्रियाजलाई मिश्रित ग्रन्थि भनिन्छ, किन ?
7. हामीले खाने खानामा आयोडिनको मात्रा हुनुपर्छ, किन ?
8. दिइएका चित्र A, B, C, D भागको नामाकरण गर्नुहोस् र एक ओटा कार्य लेख्नुहोस् ।



9. निम्न लिखित हर्मोनहरू बढी वा कमी भएमा हाम्रो शरीरमा कस्तो असर देखापर्छ, लेख्नुहोस् ।
 

(i) वृद्धि हर्मोन	(ii) इन्सुलिन
(iii) कर्टिसन	(iv) प्याराथाइरोइड
10. क्रानियल नर्भ र स्पाइनल नर्भबिच दुई ओटा फरक लेख्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

कक्षामा साथीहरूको 4-5 समूह बनाउनुहोस् । शिक्षकको सहयोग लिई प्रयोगशालामा भएको मस्तिष्कको नमुना ल्याउनुहोस् । मस्तिष्कको नमुनाको अध्ययन गर्नुहोस् र यसको विभिन्न भागहरू पत्ता लगाउनुहोस् । प्रत्येक भागको कार्यबारे छलफल गर्नुहोस् । उक्त मस्तिष्कको चित्रसमेत खिच्नुहोस् ।

### शब्दावली

न्युरोन : स्नायुकोष

क्रानियम : मस्तिष्कलाई सुरक्षित राख्ने हाडको केज

मेनिन्जस : मस्तिष्कलाई ढाक्ने तिन पत्रे पातलो झिल्ली

सेरेब्रोस्पाइनल फ्लुड : मस्तिष्कलाई चोट पटकबाट बचाउने रस

सेतो पदार्थ (White matter) : न्युरोनको एक्सन मिली बनेको स्नायु तन्तु

खैरो पदार्थ (Grey matter) : न्युरोनको डेन्ड्राइट्स मिली बनेको स्नायु तन्तु

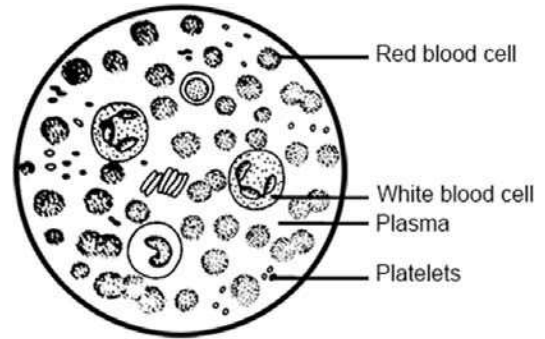
ग्याङ्ग्लिया (Ganglia) : शुष्मना र मस्तिष्क वरिपरि भएको स्नायुहरूको समूह

## एकाइ 16 मानव शरीरमा रक्त सञ्चार क्रिया (Blood Circulation in Human Body)

हाम्रो शरीरमा चोट पटक लागेमा घाउबाट रगत बगेको देख्नुभएको होला । शरीरभित्र यसको कार्य के होला ? विचार गरौं । शरीरको कोष तथा तन्तुहरूलाई आवश्यक पर्ने पौष्टिक तत्त्वको परिवहन कसरी हुन्छ होला ? हाम्रो शरीरभित्र रक्तनलीबाट रगत प्रवाह भइरहेको हुन्छ, जसले आवश्यक पौष्टिक तत्त्व, अक्सिजन कोष तथा तन्तुमा पुऱ्याउँछ भने हानिकारक वस्तुको निष्कासन गर्न मद्दत गर्छ । रगतमा प्रोटिन, कार्बोहाइड्रेट, लवण, युरिक एसिड आदि घुलिएर रहेको हुन्छ । त्यस्तैगरी रगतमा चिनीको मात्रा बढी हुँदा मधुमेह रोग लाग्छ । यस एकाइमा रगतको बनावट, कार्य, रक्त सञ्चार तथा ब्लड प्रेसर, ब्लड सुगर एवम् युरिक एसिडको परिचय र सोबाट बच्ने उपायहरूको बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### रगतको बनोट (Structure of blood)

रगत रातो र बाक्लो तरल संयोजी तन्तु हो । यसमा शरीरलाई चाहिने अत्यावश्यक सबै वस्तुहरू हुन्छन् । यसले शरीरको सम्पूर्ण अङ्गहरूमा पौष्टिक तत्त्व र अक्सिजन पुऱ्याउने कार्य गर्छ भने अनावश्यक हानिकारक पदार्थहरू हटाउन मद्दत गर्छ । रगत शरीरको विभिन्न कोष तथा तन्तुहरूमा निरन्तर रूपमा प्रवाह भइरहन्छ । एउटा स्वस्थ वयस्क मानिसको शरीरमा 5.5 लिटर रगत हुन्छ । रगत मुख्यतया प्लाज्मा र रक्तकोषहरूबाट बनेको हुन्छ । रक्तकोष तिन प्रकारका हुन्छन् : रातो रक्तकोष (red blood cells), सेता रक्तकोष (white blood cell) र प्लेटलेट्स (platelets) ।



चित्र 16.1

### प्लाज्मा (Plasma)

रगतमा करिब 55% प्लाज्मा हुन्छ । यो पहुँलो रङको पारदर्शक तरल पदार्थ हो । यसमा 90 % पानी र 10% जति प्रोटिन, बोसो, लवण, कार्बोहाइड्रेट आदि हुन्छन् ।

### प्लाज्माको काम

प्लाज्माले शरीरभित्र पानीको प्रवाह र मात्रालाई सन्तुलित राख्छ । प्लाज्माले आन्द्राबाट छिरेर आएको पौष्टिक तत्त्व र अक्सिजनलाई शरीरको विभिन्न भागमा पुऱ्याउँछ । प्रत्येक अङ्गबाट निस्केका अनावश्यक पदार्थ निष्काशनमा मद्दत गर्छ । यसले कलेजोबाट निस्केको युरियालाई मिर्गौलासम्म पुऱ्याउने काम गर्छ । इन्डोक्राइन ग्रन्थिबाट निस्केको हर्मोनलाई तन्तुसम्म पुऱ्याउँछ । प्लाज्मामा भएको एक प्रकारको फाइब्रिनोजेन (fibrinogen) प्रोटिनले गर्दा रगत जम्न मद्दत गर्छ । यो प्रोटिनको कमी भएमा रगत नजम्ने र शरीरमा चोट पटक लागदा रगत शरीरबाट बगिरहने समस्या हुन्छ । यस प्रकारको रोगलाई हेमोफिलिया भनिन्छ ।



## क्रियाकलाप 16.1

रगतको बनावट अवलोकन

- (i) एक टुक्रा कपासलाई अलिकति स्पिरिटमा भिजाई औँलाको टुप्पा सफा राख्नुहोस् ।
- (ii) निर्मलीकरण गरिएको सियाले औँलाको टुप्पामा घोची एक थोपा रगत निकाल्नुहोस् ।
- (iii) रगतको थोपालाई स्लाइडको एक छेउमा राखी अर्को स्लाइडको छेउले बिस्तारै घोटेर रगत सुकाउनुहोस् ।
- (iv) एक थोपा लेसम्यान स्टेन राखी 5 मिनेट जति छोड्नुहोस् र बिस्तारै स्लाइड पखाल्नुहोस् ।
- (v) सुकेपछि स्लाइडलाई सूक्ष्म दर्शक यन्त्रमा राखेर हेर्नुहोस् ।
- (vi) RBC, WBC र platelets छुट्याउनुहोस् ।
- (vii) स्लाइडमा देखिएका रक्त कोषिकाहरूबारे छलफल गर्नुहोस् र चित्र कोर्नुहोस् ।

### राता रक्तकोष (Red blood cells)

रगतमा राता रक्तकोषहरू प्रशस्त मात्रामा पाइन्छन् । यिनीहरूलाई इरिथ्रोसाइट्स (erythrocytes) पनि भनिन्छ । यी कोषहरूको आकार बाइकन्केभ (biconcave) गोलाकार (circular) हुन्छन् । यी रक्तकोषहरूमा न्युक्लियस हुँदैन । एक घन मिलिलिटर रगतमा 45 लाखदेखि 50 लाखसम्म राता रक्त कोषिकाहरू हुन्छन् । यिनको आयु 90 देखि 120 दिनसम्म हुन्छ । यिनीहरू बोन म्यारो (bone marrow) मा बन्छन् । यी कोषहरू प्रत्येक सेकन्डमा 20 लाख जति बन्छन् भने त्यत्तिकै सङ्ख्यामा नासिन्छन् । राता रक्त कोष बन्ने र नासिने प्रक्रिया बाँचुन्जेल चलिरहन्छ । पुराना रक्त कोषहरू कलेजो (liver) र फियो (spleen) मा नष्ट हुन्छन् । यसमा भएको फलाम तत्त्व पुनः प्रयोगमा आइरहन्छ ।

राता रक्त कोषमा एक प्रकारको पिग्मेन्ट (pigment) हुन्छ, जसलाई हेमोग्लोबिन (haemoglobin) भनिन्छ । यसले गर्दा रगत रातो हुन्छ । हेमोग्लोबिनमा फलाम तत्त्व हुन्छ, जसले गर्दा प्रशस्त मात्रामा अक्सिजन आपूर्ति हुन्छ । अक्सिजनयुक्त हेमोग्लोबिनलाई अक्सिहेमोग्लोबिन (oxyhaemoglobin) भनिन्छ । रगतमा राता रक्त कोषको सङ्ख्या कमी भएमा रक्त अल्पता (anaemia) रोग लाग्छ । यसले गर्दा शरीरमा अक्सिजनको मात्रा कम हुन्छ । राता रक्तकोषको मुख्य कार्य शरीरमा अक्सिजन र कार्बन डाइअक्साइडको परिवहन गर्नु हो ।

### सेता रक्तकोष (White blood cell)

सेता रक्तकोषको निश्चित आकार हुँदैन । यिनीहरूको न्युक्लियस हुन्छ । यिनीहरू राता रक्त कोषभन्दा ठुला आकारका हुन्छन् र यिनीहरूलाई ल्युकोसाइट्स (leukocytes) पनि भनिन्छ । यिनीहरूमा हेमोग्लोबिन (haemoglobin) हुँदैन । सेता रक्तकोषहरू ग्रानुलर र ननग्रानुलर गरी दुई किसिमका हुन्छन् ।

न्यूट्रोफिल (neutrophyl), इओसिनोफिल (eosinophyll) र ब्यासोफिल (basophills) लाई ग्रानुलर लिउकोसाइट भनिन्छ भने लिम्फोसाइट (lymphocyte) र मोनोसाइटलाई (monocytes) ननग्रानुलर लिउकोसाइट भनिन्छ ।

यिनीहरूको आयु करिब दुई हप्ता हुन्छ । एक घन मिलिमिटर रगतमा 6000 देखि 10,000 सम्म सेता कोषहरू हुन्छन् । यिनीहरू हाडको मासी लिम्फ नोड (lymph node) र फियो (spleen) मा बन्छन् ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?  
हाम्रो शरीरमा सेता रक्त कणिकाको सङ्ख्या औसतभन्दा बढी भएमा ल्युकेमिया (leukemia) रोग लाग्छ, जसलाई ब्लड क्यान्सर (blood cancer) पनि भनिन्छ ।

सेता रक्तकोषका कार्यहरू

1. यिनीहरूमध्ये केही रोग सङ्क्रमण गर्ने कीटाणुसँग लड्छन् ।
2. केहीले रोगका कीटाणुलाई नष्ट गर्छन् ।
3. केहीले सङ्क्रामक कीटाणुसँग लड्दा नाश भएका वस्तुहरूलाई हटाउँछन् र घाउ निको पार्छन् ।

**प्लेटलेट्स (platelets)**

प्लेटलेट्सलाई थ्रोम्बोसाइट्स (thrombocyte) पनि भनिन्छ । यिनीहरू अति सूक्ष्म र गोलाकार (circular) आकारका हुन्छन् । राता रक्त कणिका र सेता रक्त कणिकाको तुलनामा यी रक्त कणिकाहरू धेरै साना हुन्छन् । यिनीहरूमा न्युक्लियस हुँदैन र नियमित आकार पनि हुँदैन । यिनीहरू रङहीन हुन्छन् र रातो बोनम्यारो (red bone marrow) मा बन्छन् । एक घन मिलिमिटर रगतमा 2 देखि 4 लाखसम्म प्लेटलेट्स हुन्छन् । यिनीहरूको आयु 2 देखि 3 दिनसम्म हुन्छ । यसले शरीरमा चोट पटक लाग्दा फाइब्रिनोजेनसँग मिलेर रगत जम्नमा मदत गर्छ ।

**रगतका कार्यहरू (Functions of blood)**

शरीरमा सञ्चालित रगतले मुख्यतया तिन प्रकारको कार्य गर्छ ।

1. परिवहन (transportation)
2. नियन्त्रण (regulation)
3. सुरक्षा (protection)

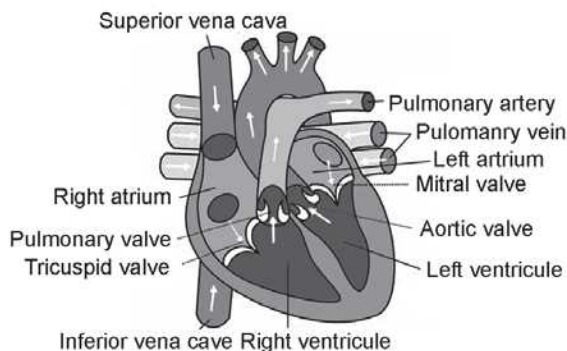
**परिवहन (Transportation):** रगतले फोक्सोबाट अक्सिजनलाई शरीरको कोष र तन्तुहरूमा लैजाँन्छ र विभिन्न कोष तथा तन्तुबाट कार्बन डाइअक्साइड फोक्सोमा ल्याउँछ । रगतले आन्द्राबाट सोसिएको पौष्टिक पदार्थलाई शरीरको कोष र तन्तुमा लैजाँन्छ । ग्रन्थिबाट निस्केको हर्मोनलाई शरीरको विभिन्न भागमा लैजाँन्छ । यसले शरीरलाई काम नलाग्ने वस्तुहरूलाई कलेजो, फोक्सो, मिर्गौला आदि अङ्गसम्म निष्कासनको लागि पुऱ्याउने काम गर्छ ।

**नियन्त्रण (Regulation):** यसले शरीरको तापक्रमलाई नियमित राखी शरीरलाई न्यानो बनाउँछ । साथै तन्तुहरूमा तरल पदार्थ र विभिन्न रासायनिक पदार्थहरूको मात्रा नियन्त्रण गर्छ ।

**सुरक्षा (Protection):** रगतले रोगका कीटाणुहरूसँग लड्न, सङ्क्रमित भएको ठाउँमा सेता रक्तकोषहरूलाई पुऱ्याउने कार्य गर्छ । घाउ, चोट लागेको ठाउँमा फाइब्रिनोजेनले (fibrinogen) रगत जमाउन मदत गर्छ भने ग्लोबुलिनले रोगबाट सुरक्षा गर्छ ।

## मुटु (Heart)

मुटु शरीरको छातीभित्र दुई फोक्सोको बिचमा रहेको शक्तिशाली कार्डियाक मांसपेशी (cardiac muscle) बाट बनेको अङ्ग हो । यसको बढी भाग शरीरको बायाँपट्टि हुन्छ । मुटुलाई दुई पत्रे पातलो झिल्लीले ढाकेको हुन्छ, जसलाई पेरिकार्डियम (pericardium) भनिन्छ । यसमा एक प्रकारको तरल पदार्थ हुन्छ । यसलाई पेरिकार्डियल फ्लुड (pericardial fluid) भनिन्छ । यसले मुटुलाई चोट पटक लाग्नबाट बचाउँछ ।



चित्र 16.2

मुटुभित्र दायाँ अरिकल (right auricle), दायाँ भेन्ट्रिकल (right ventricle), बायाँ अरिकल (left auricle) र बायाँ भेन्ट्रिकल (left ventricle) सहित चार ओटा कोठाहरू हुन्छन् । दायाँपट्टिको कोठा र बायाँपट्टिको कोठामा बाक्लो मांसपेशीको भित्ता हुन्छ । मुटुबाट शरीरमा रगत जाने ठुलो नलीलाई एओर्टा (aorta) भनिन्छ । मुटुबाट फोक्सोमा जाने नली पल्मोनरी धमनी हो भने फोक्सोबाट मुटुमा फर्केको नली पल्मोनरी शिरा हो । शरीरको विभिन्न भागबाट अशुद्ध रगत सुपेरियर भेनेकाभा (superior venecava) र इन्फेरियर भेनेकाभा (inferior venecava) हुँदै मुटुमा फर्कन्छ ।

मुटुमा चार ओटा भल्लभ हुन्छन् । ती हुन् :

**ट्राइकस्पिड भल्लभ (Tricuspid valve):** यो भल्लभ मुटुको दायाँ अरिकल र दायाँ भेन्ट्रिकलबिचमा रहेको हुन्छ । यो तिनपत्रे हुन्छ । यी पत्रहरू खुल्दा रगत अरिकलबाट भेन्ट्रिकलमा जान्छ । जब दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चन्छ, उक्त भल्लभ बन्द हुन्छ र रगत पल्मोनरी धमनीतर्फ जान्छ ।

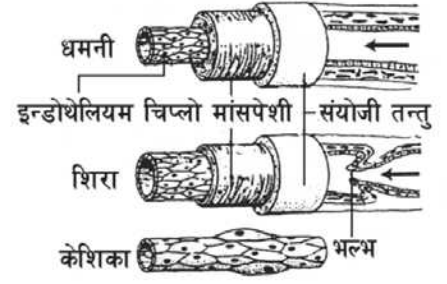
**बाइकस्पिड भल्लभ (Bicuspid valve):** मुटुको बायाँ अरिकल र बायाँ भेन्ट्रिकलबिचमा रहेको भल्लभलाई बाइकस्पिड भल्लभ भनिन्छ । रगत अरिकलबाट भेन्ट्रिकलमा जाँदा यो खुल्छ भने भेन्ट्रिकलमा खुम्चँदा बन्द हुन्छ र रगत एओर्टातिर जान्छ ।

**पल्मोनिक भल्लभ (Pulmonic valve) :** यो भल्लभ दायाँ भेन्ट्रिकल र पल्मोनरी धमनीबिचमा हुन्छ । दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा भल्लभ खुल्छ र रगत फोक्सोतिर जान्छ ।

**एओर्टिक भल्लभ (Aortic valve) :** बायाँ भेन्ट्रिकल र एओर्टाबिचको भल्लभलाई एओर्टिक भल्लभ भनिन्छ । बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा यो भल्लभ खुल्छ र रगत एओर्टातिर जान्छ ।

## धमनी (Artery)

मुटुबाट शुद्ध रगत बाहिर लैजाने नलीलाई धमनी भनिन्छ । एओर्टा बाँडिएर धमनी बन्छ । धमनी पनि बाँडिएर आर्टेरियोल्स (arterioles) बन्छ र अन्तमा साना कोषिका भई जालोको रूपमा फिँजिन्छ । यी कोषिकाहरूले रगतमा घोलिएका लवण, चिनी, एमिनो अम्ल आदि कोषमा पुऱ्याउँछन् । धमनीको भित्ता बाक्लो मांसपेशीले बनेको हुन्छ । यसले रगतको ठुलो चाप खप्न सक्छ । यसमा भल्भ हुँदैन ।



चित्र 16.3

## शिरा (Vein)

शरीरबाट मुटुमा रगत पुऱ्याउने रक्तनलीलाई शिरा भनिन्छ । यो धमनीभन्दा पातलो भित्ता भएको रक्तनली हो । यसबाट विकार वस्तुसहितको रगत मुटुमा फर्कन्छ । यसमा भल्भ हुन्छ । जसले गर्दा रगत एउटै दिशामा प्रवाह हुन्छ ।

## क्रियाकलाप 16.2

### मुटुको अवलोकन

- मासु पसलबाट खसीको मुटु ल्याउनुहोस् ।
- मुटुलाई लम्बाइबाट काट्नुहोस् ।
- अरिकल र भेन्ट्रिकलको आकार हेर्नुहोस् ।
- मुटुमा जोडिएका ठुला ठुला नलीहरू अवलोकन गर्नुहोस् ।
- धमनी र शिराबिच फरक छुट्याउनुहोस् ।
- मुटुमा पाइने भल्भहरूको अवलोकन गर्नुहोस् ।

## कोषिकाहरू (Capillaries)

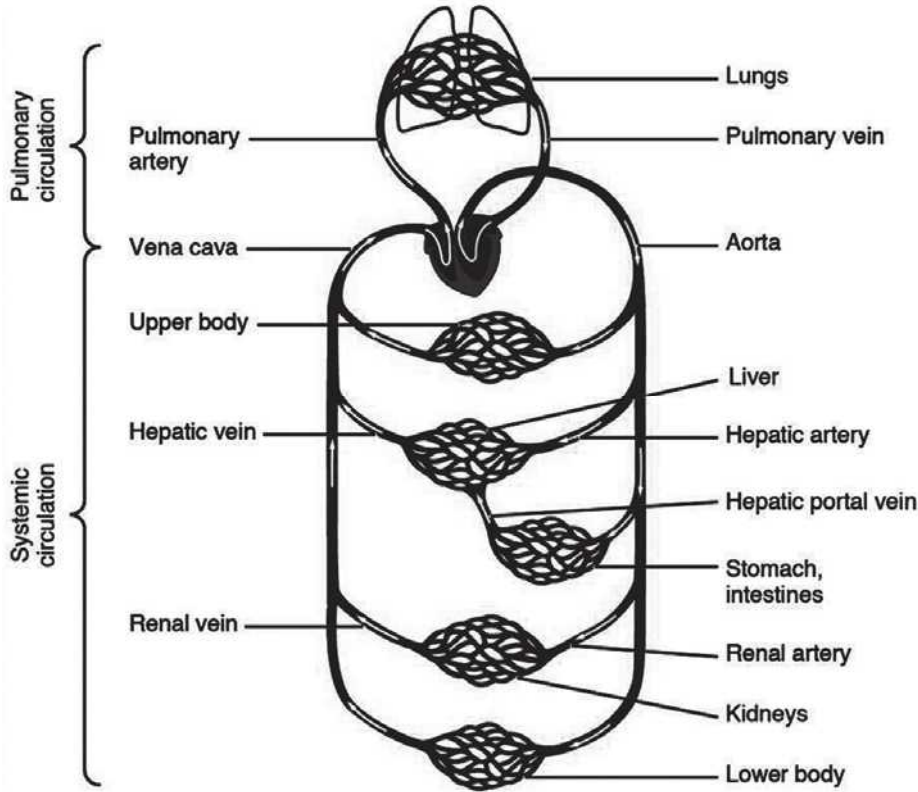
रक्त कोषिकाहरू कोषहरूको एक तहबाट बनेका हुन्छन् । यिनीहरूले रगत र कोषबिच पोषक तत्त्व, ग्याँस आदि आदान प्रदान गर्छन् । यिनीहरूले धमनी र शिरालाई जालीको रूपमा जोड्छन् ।

## रक्त सञ्चार प्रक्रिया (Blood circulation)

मानव शरीरमा रक्त सञ्चार दुई प्रकारका हुन्छन् । ती हुन् :

- सिस्टमिक रक्त सञ्चार (Systemic circulation)
- पल्मोनरी रक्त सञ्चार (Pulmonary circulation)

सिस्टमिक रक्त सञ्चार (Systemic circulation): मुटु र शरीरका विभिन्न अङ्गहरूबिच धमनी र शिराद्वारा हुने रक्त सञ्चारलाई सिस्टमिक रक्त सञ्चार भनिन्छ । मुटुको बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा एओर्टाबाट शरीरको विभिन्न भागमा रगत जान्छ । एओर्टा बाँडिएर धमनी बन्छ । धमनी पनि अझ ससाना नलीहरूमा बाँडिन्छन् । यी साना साना नलीहरूलाई रक्त कोषिका भनिन्छ । यिनीहरूले रगतको माध्यमबाट पौष्टिक तत्त्व, अक्सिजन आदि कोष तथा तन्तुहरूमा पुऱ्याउँछन् । यी पौष्टिक तत्त्व तथा अक्सिजन कोषहरूको उपयोग गरी सकेपछि उत्पादित विकार वस्तु र कार्बन डाइअक्साइड ग्याँस शिराले जम्मा गर्छ । शिराहरू मिलेर भेनाकाभा बन्छ र यसले अशुद्ध रगत मुटुको दायाँ अरिक्लमा ल्याउँछ ।



चित्र 16.3

पल्मोनरी रक्त सञ्चार (Pulmonary circulation): मुटु र फोक्सोबिच पल्मोनरी धमनी र शिराबाट हुने रक्त सञ्चालनलाई पल्मोनरी रक्त सञ्चार भनिन्छ । दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चँदा पल्मोनरी धमनीबाट रगत फोक्सोमा जान्छ । त्यहाँ रगत शुद्ध भई पल्मोनरी शिराले मुटुको बायाँ अरिक्लमा ल्याउँछ । शरीरमा धमनीले शुद्ध रगत लैजान्छ भने शिराले अशुद्ध रगत मुटुमा ल्याउँछ । तर पल्मोनरी धमनीले अशुद्ध रगत फोक्सोमा लैजान्छ र पल्मोनरी शिराले शुद्ध रगत मुटुमा ल्याउँछ ।

### रक्त चाप (Blood pressure)

रक्तनलीका भित्तामा रगतले दिने चापलाई रक्तचाप (blood pressure) भनिन्छ । रक्तनलीको आकार, प्रवाह र

के तपाईंलाई थाहा छ ?

फोक्सोमा लाखौं वायुथैलीहरू हुन्छन् । प्रत्येक वायुथैलीलाई रक्त कोषिकाको जालोले ढाकेको हुन्छ । श्वास लिँदा अक्सिजन ग्याँस वायुथैलीमा जम्मा भएको हुन्छ । जब हेमोग्लोबिनयुक्त रगत रक्त कोषिकाबाट प्रवाह हुन्छ, यसले अक्सिजन लिई अक्सिहेमोग्लोबिन बनाउँछ भने रगतमा भएको कार्बन डाइअक्साइड त्यहीँ छोड्छ र रगत शुद्ध हुन्छ ।

रगतको मात्रा तथा मुटुले पम्प गर्दा उत्पन्न हुने बलमा रक्तचाप निर्भर गर्छ । रक्तचापले गर्दा नै रक्तनलीबाट रगत प्रवाह हुन्छ । रक्तचाप सिस्टोलिक र डायस्टोलिक गरी दुई अवस्थामा हुन्छ । मुटु खुम्चिँदा उत्पन्न हुने रक्तचापलाई सिस्टोलिक रक्तचाप (systolic blood pressure) भनिन्छ । वयस्क मानिसमा यो 90 mm Hg देखि 130 mmHg सम्म हुन्छ । अर्थात् सरदर रक्तचापको उच्च सिमाना 120 mm Hg हुन्छ । यसलाई आर्टिरियल भनिन्छ ।

के तपाईंलाई थाहा छ ?

उच्च हिमाली भागमा बढी उचाइमा बस्ने मानिसहरूको शरीरमा राता रक्त कणिकाको सङ्ख्या करिब 30% ले वृद्धि हुन्छ ।

भेन्ट्रिकलका मांसपेशी यथावत् अवस्थामा आउँदा भेल्ट्रिकलहरू रगतले भरिन्छन् । यस अवस्थामा रक्त नलीहरूमा रगतको न्यून चाप हुन्छ । यसलाई डायस्टोलिक रक्तचाप (diastolic blood pressure) भनिन्छ । वयस्क मानिसमा यो 60mmHg देखि 90 mmHg सम्म हुन्छ । अर्थात् सरदर 70 mmHg हुन्छ । रक्तचाप नाप्नका लागि स्फिग्मोम्यानोमिटर (sphygmomanometer) प्रयोग गरिन्छ । रक्तचाप समय, मानसिक अवस्था, उमेर, लिङ्ग र शारीरिक चाल आदिमा भर पर्छ । कुनै व्यक्तिको चाप 120 mmHg 80 mmHg छ भन्नुको अर्थ त्यस व्यक्तिको सिस्टोलिक रक्तचाप 120 mmHg र डायोस्टोलिक रक्तचाप 80 mm Hg छ भन्ने बुझिन्छ ।

उच्च रक्तचाप हुनुका कारणहरू यस प्रकार छन् :

- निरन्तर धूमपान गर्नु
- मोटोपन अनि बढी तौल हुनु
- शारीरिक अभ्यास नगर्नु
- खानामा नुनको मात्रा बढी हुनु
- धेरै मद्यपान गर्नु
- उमेर चालिसभन्दा बढी हुनु
- एड्रिनल र थाइरोइड डिसअर्डर हुनु
- वंशानुगत रूपमा उच्च रक्तचाप देखापर्नु
- तनाव हुनु

उच्च रक्तचापबाट बच्ने उपायहरू

उच्च रक्तचापबाट बच्नका लागि दैनिक खानेकुरामा ध्यान पुऱ्याउनुपर्छ । चिल्लो पदार्थ भएको खानाहरू खानु हुँदैन । त्यस्तै गरी धूमपान र मद्यपान गर्नु हुँदैन । शरीरलाई आवश्यक पर्ने सन्तुलित खानेकुरा खानुपर्छ । आफ्नो व्यवहारमा परिवर्तन गर्न सक्नुपर्छ । प्रशस्त मात्रामा शारीरिक अभ्यास गर्नुपर्छ । समयमा समयमा रक्तचाप परीक्षण गरी सावधानी अपनाउनुपर्छ ।

## मधुमेह (Diabetes)

शरीरमा खानाबाट प्राप्त ग्लुकोजको व्यवस्थापन र उपयोगमा सहयोग गर्ने इन्सुलिन हर्मोनको कमी भई रगतमा ग्लुकोजको मात्रा बढ्नुलाई मधुमेह (चिनीरोग) भनिन्छ । प्यान्क्रियाज एक प्रकारको मिश्रित ग्रन्थि हो । यसले इन्सुलिन हर्मोन उत्पादन गर्छ । इन्सुलिन हर्मोनले रगतमा चिनीको मात्रा सन्तुलित अवस्थामा राख्दछ ।

मधुमेह रोगका लक्षणहरू निम्न लिखित छन् :

यो रोग लागेपछि धेरै पिसाब हुने, तिर्खा र भोक धेरै लाग्ने हुन्छ । रिगाँटा लाग्ने, बेहोस हुने, आँखा धमिलो हुँदै जाने, दुब्लाउने, हातखुट्टा भ्रमभ्रमाउने, बाउँडिने, घाउ छिटो निको नहुने हुन्छ ।

मधुमेह रोगबाट बच्ने उपायहरू

- आफ्नो जीवन शैलीमा फरकपना ल्याउने र सन्तुलित खाना खाने
- मोटोपन घटाउने
- तनाव हटाउने
- धूमपान र मद्यपान नगर्ने
- हरियो सागसब्जी र फलफुल प्रशस्त मात्रामा खाने
- नियमित शारीरिक व्यायाम गर्ने
- बिहान पसिना आउने गरी हिँड्ने

## युरिक एसिड (Uric acid)

हाम्रो शरीरको कोष तथा खानामा भएको प्युरिन (purine) रासायनिक प्रतिक्रियास्वरूप टुक्रिँदा बाइप्रोडक्ट (bioproduct) को रूपमा उत्पन्न अम्ललाई युरिक एसिड भनिन्छ । हाम्रो शरीरको लागि प्युरिन महत्त्वपूर्ण वस्तु हो किनभने यसले प्रोटीन प्रदान गर्छ । युरिक एसिडले विषाक्त पदार्थलाई हटाउनुका साथै रक्तनलीको भित्री भागलाई सुरक्षित राख्छ । शरीरमा मिर्गौलाले यसको उत्पादन गर्छ ।

युरिक एसिड बढी हुनाका कारण र असरहरू

शरीरको मिर्गौलाले शत प्रतिशत कार्य गर्न नसकेको अवस्थामा युरिक एसिडको प्रयोग र निष्कासन हुन सक्दैन र रगतमा युरिक एसिडको मात्रा बढ्छ । त्यस्तै प्युरिनको बढी उपापचयन (metabolism) हुँदा बढी मात्रामा युरिक एसिड उत्पादन हुन्छ ।

रगतमा युरिक एसिडको मात्रा बढेमा हाडका जोर्नीहरू दुख्ने, मांशपेशीको भित्री भागको गहिरो दुखाइ हुने हुन्छ । यसले गर्दा हिँड्नुल गर्न मुस्किल हुन्छ । शरीरमा छालाहरू राता हुने, सुनिने, पोल्ने, खुट्टाका जोर्नीहरू दुख्ने र सुनिनेसमेत हुन्छ ।

## रगतमा युरिक एसिड घटाउने तरिका

रगतमा आवश्यकताभन्दा बढी युरिक एसिड भएमा यसलाई घटाउन प्रशस्त मात्रामा पानी पिउनुपर्छ । पानी थोरै मात्रामा तर धेरै पटक पिउने गर्नुपर्छ । बेकिङ सोडा (baking soda) को सेवन बढी मात्रामा गर्नाले पनि रगतमा युरिक एसिड घटाउन मदत गर्छ । चेरीहरू (cherries) मा एन्थोसायानिन (anthocyanins) हुन्छन्, जसले शरीरभित्रको जलन (पोल्ने) लाई कम गर्छ । दिनको 10 देखि 40 ओटा चेरीहरू सेवन गर्नाले युरिक एसिड घटाउन मदत गर्छ । बोसोयुक्त रातो मासु, समुद्री खाना, गेडागुडी नखानाले युरिक एसिड घट्छ ।

## सारांश

1. शरीरमा रगतको माध्यमबाट पोषक तत्वहरू तथा अक्सिजन विभिन्न भागहरूमा पुग्ने र शरीरलाई काम नलाग्ने वस्तुहरू निस्कासन अङ्गसम्म पुग्ने गर्छ ।
2. रगत तरल संयोजी तन्तु हो । यसमा प्लाज्मा, सेता रक्तकोष, राता रक्तकोष र प्लेटलेट्स हुन्छन् ।
3. राता रक्तकोष बाइकन्केभ आकारका हुन्छन्, यिनीहरूको न्युक्लियस हुँदैन । यिनीहरूले अक्सिजन बोक्ने काम गर्छन् ।
4. सेता रक्तकोषको आकार निश्चित हुँदैन, यिनीहरूले रोगका कीटाणुलाई नष्ट गर्छन् ।
5. प्लेटलेट्स धेरै आकार र प्रकारका हुन्छन् । यिनीहरूले रगत जम्ने कार्यमा मदत गर्छन् ।
6. मुटु कार्डियाक मसलबाट बनेको हुन्छ, जसको चार ओटा कोठाहरू हुन्छन् । यसमा चार ओटा भल्भ हुन्छन् ।
7. रक्त सञ्चार दुई प्रकारका हुन्छन्, सिस्टमिक र पल्मोनरी ।
8. मुटु निरन्तर खुम्चने र फैलने गर्छ ।
9. पल्मोनरी धमनीले मुटुबाट अशुद्ध रगत फोक्सोसम्म पुऱ्याउँछ भने पल्मोनरी शिराले शुद्ध रगत फोक्सोबाट मुटुमा ल्याउँछ ।
10. रगतले रक्तनलीबाट भित्तामा दिने चापलाई रक्तचाप भनिन्छ ।
11. रगतमा चिनीको मात्रा बढनुलाई मधुमेह (चिनी रोग) भनिन्छ, जुन इन्सुलिन हर्मोनको कमीले गर्दा हुन्छ ।
12. हाम्रो शरीरभित्र खानामा भएको प्युरिन रासायनिक प्रतिक्रिया भई टुरिडा युरिक एसिड बन्छ र रगतमा मिसिन्छ । यसलाई युरिक एसिड भएको भनिन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :



1. तल दिइएका मध्ये कुन रक्तनलीमा भल्भ हुन्छ ?
 

(i) रक्त कोषिका	(ii) शिरा
(iii) धमनी	(iv) आर्टेरियोल्स
2. मुटुमा कति ओटा कोठाहरू हुन्छन् ?
 

(i) 2 ओटा	(ii) 3 ओटा
(iii) 4 ओटा	(iv) 6 ओटा
3. अक्सिहेमोग्लोबिनयुक्त रगत शरीरको कुन भागमा बन्छ ?
 

(i) मिगौला	(ii) फोक्सो
(iii) मुटु	(iv) फियो
4. हाडजोर्नी दुख्ने, मांशपेशीमा गहिरो दुखाइ हुने लक्षण कुन रोगले गर्दा हुन्छ ?
 

(i) उच्च रक्त चाप	(ii) मधुमेह
(iii) युरिक एसिड	(iv) i र ii दुवै
5. ल्युकेमिया के कारणले हुन्छ ?
 

(i) RBC को सङ्ख्या बढी भएर	(ii) WBC को सङ्ख्या अत्यधिक बढेर
(iii) प्लेटलेट्सको सङ्ख्या घटेर	(iv) WBC को सङ्ख्या घटेर

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

1. रगत भनेको के हो ? यो कुन कुन पदार्थ मिली बनेको हुन्छ ? तिनको काम लेख्नुहोस् ।
2. रगतको मुख्य कार्य लेख्नुहोस् ।
3. फरक छुट्याउनुहोस् :
 

(i) बायाँ भेन्ट्रिकल र दायाँ भेन्ट्रिकल
(ii) धमनी र शिरा
(iii) राता रक्तकोष र सेता रक्तकोष
4. रक्त अल्पता भनेको के हो ?
5. सेता रक्तकोषहरू बढी भएमा के बेफाइदा हुन्छ ?

6. मुटुको चित्र बनाई यसका मुख्य भागहरूको नामाङ्कन गर्नुहोस् ।
7. मानिसको शरीरमा हुने रक्त सञ्चार क्रियाको चित्र बनाई व्याख्या गर्नुहोस् ।
8. रक्तचाप भनेको के हो ? रक्तचाप नाप्ने उपकरणको नाम लेख्नुहोस् ।
9. मानिसको शरीरमा रक्त सञ्चारको फाइदा लेख्नुहोस् ।
10. कारण दिनुहोस् :
  - (i) शिराको भन्दा धमनीको भित्ता बाक्लो हुन्छ ।
  - (ii) बायाँ अरिक्लभन्दा दायाँ अरिक्ल ठुलो हुन्छ ।
  - (iii) बायाँ भेन्ट्रिकल बाक्लो मांशपेशीयुक्त हुन्छ ।
11. मधुमेह भनेको के हो ? यसका लक्षण के के हुन्छन् ? यसबाट बच्न के के गर्नुपर्छ, लेख्नुहोस् ।
12. उच्च युरिक एसिडबाट बच्न के के गर्नुपर्छ ?
13. रक्तचाप (Blood pressure) भएको मानिसले कस्तो खाना लिने गर्नुपर्छ, लेख्नुहोस् ।

## परियोजना कार्य

### मधुमेह रोगको सर्वेक्षण

1. कक्षाका साथीहरूको 4-4 जनाको समूह बनाउनुहोस् ।
2. शिक्षकको सहायताबाट मधुमेह रोगको सर्वेक्षण सम्बन्धी प्रश्नावली बनाउनुहोस् ।
3. तपाईंको परिवार, छिमेक, टोल, गाउँमा भ्रमण गरी उक्त प्रश्नावली भराउनुहोस् ।
4. सङ्कलित सूचनाका बारेमा आफ्नो साथीहरूसित छलफल गर्नुहोस् । एउटा सामूहिक प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

### शब्दावली

बोनम्यारो : हाडभित्र पाइने एक प्रकारको बाक्लो तरल पदार्थ

बाइकस्पिड : दुइपत्रे भल्भ

ट्राइकस्पिड : तिनपत्रे भल्भ

आर्टेरियोल्स : धमनीका शाखाहरू

वनस्पति तथा जन्तुहरूको शरीर असङ्ख्य कोषहरू मिली बनेको हुन्छ । जन्तु तथा वनस्पतिहरूको शरीरको बनावट, गुण आदि एकअर्कामा फरक फरक रहेको पाइन्छ । त्यस्तै मानिसहरूको एउटै जातिमा पनि बनावट, रूप, रङ र गुणहरूसमेत फरक फरक भएको पाइन्छ ।

यिनीहरूमा पाइने गुणहरू सजीवहरूको उत्पत्ति तथा विकास भएदेखि नै सदैँ आएको पाइन्छ । परिवर्तित वातावरणअनुसार अनुकूलताका गुणहरू थपिँदै एउटा वंशबाट अर्को वंशमा लक्षणहरू सदैँ जान्छन् । एउटा वंशबाट अर्को वंशमा गुणहरू सार्ने काम क्रोमोजोमका माध्यमबाट भइरहेको हुन्छ । क्रोमोजोम थुप्रै वंशाणु (gene) मिली बनेको हुन्छ भने प्रत्येक वंशाणु डिएनए (DNA) अणु (deoxyribonucleic acid) मिली बनेको हुन्छ । यिनै वंशाणुले वंशाणुगत गुणहरू एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सार्दछन् । यसले गर्दा सजीवहरूमा निश्चित गुणहरू रहिरहन्छन् । यसर्थ जन्तु तथा वनस्पतिका गुणहरूको निर्धारण क्रोमोजोमले गर्छ ।

क्रोमोजोमले शारीरिक गुणहरू सार्नुका साथै हेमोफिलिया जस्ता लैङ्गिक रोग (sex linked disease) पनि सार्ने गर्छ । सजीवमा क्रोमोजोमको सङ्ख्या घटबढ भएमा विभिन्न प्रकारका क्रोमोजोम डिस्अर्डर (chromosome disorder) भई जीवन पद्धतिमा नकारात्मक असर पर्छ । हामी यस एकाइमा क्रोमोजोमको परिचय र लिङ्ग निर्धारणबारे अध्ययन गर्ने छौँ ।

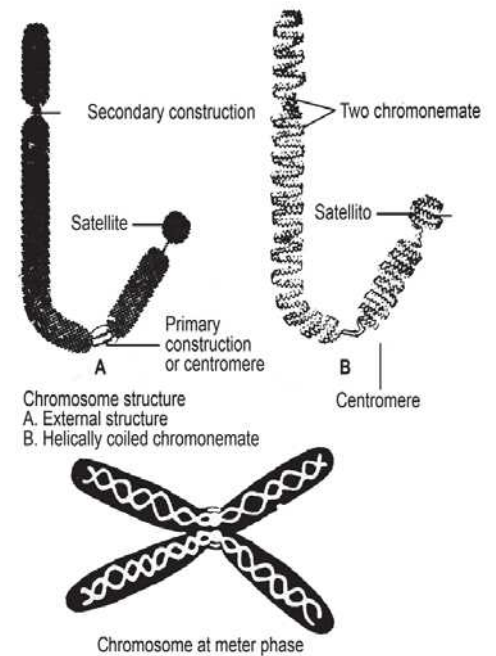
### क्रोमोजोम (Chromosome)

जन्तु तथा वनस्पतिको शरीर असङ्ख्य कोषहरू मिली बनेको हुन्छ । प्रत्येक कोषको न्युक्लियसमा मसिना त्यान्द्राहरूको जालो (network of fine threads) हुन्छ । त्यसलाई क्रोमेटिक रेटिकुलम (chromatic reticulum) भनिन्छ । कोष विभाजन हुने क्रममा उक्त क्रोमेटिन रेसाहरू रिबन जस्तो मोटो र प्रस्टसँग देखिन्छ, जसलाई क्रोमोजोम (chromosome) भनिन्छ ।

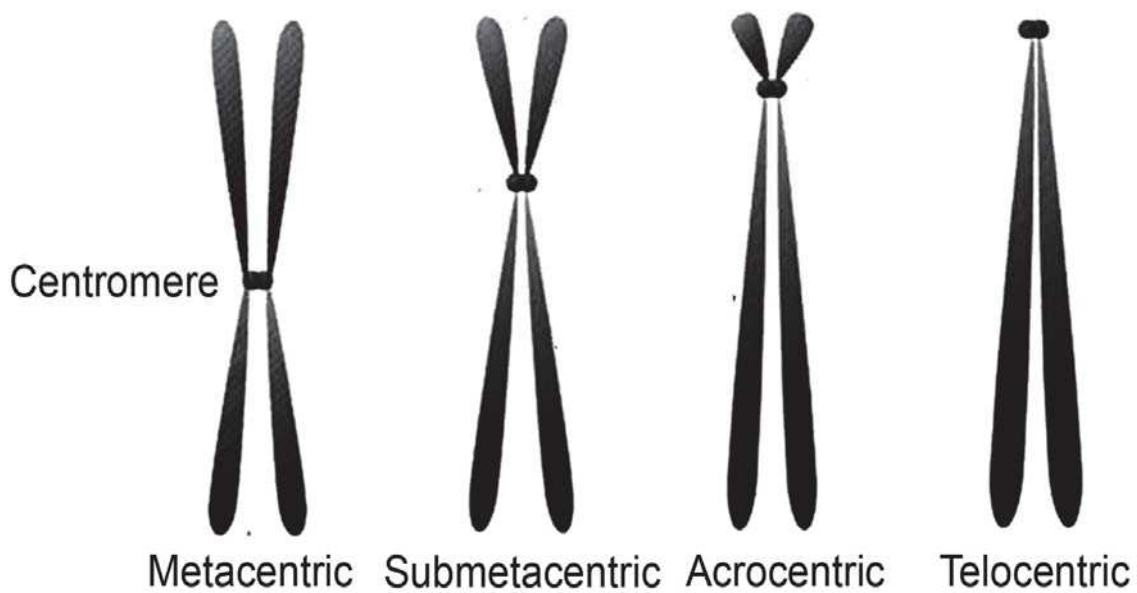
प्रत्येक क्रोमोजोम डिएनए अणु र प्रोटीन मिली बनेको हुन्छ । प्रत्येक क्रोमोजोममा गाँठो (constriction) हुन्छ, जसलाई सेन्ट्रोमियर (centromere) भनिन्छ । यसलाई काइनेटोकोर (kinetochore) पनि भनिन्छ ।

क्रोमोजोममा हुने सेन्ट्रोमियरका स्थानको आधारमा क्रोमोजोम चार प्रकारका हुन्छन् :

मेटासेन्ट्रिक क्रोमोजोम (metacentric chromosome): सेन्ट्रोमियर क्रोमोजोमका बिचमा रहेको र यसका पाखुरा (arms) बराबरी भएको छ भने त्यसलाई मेटासेन्ट्रिक क्रोमोजोम (metacentric chromosome) भनिन्छ ।



चित्र 17.1



चित्र 17.2

सब मेटासेन्ट्रिक क्रोमोजोम (sub-metacentric chromosome): क्रोमोजोममा सेन्ट्रोमियर करिब छेउमा छ भने त्यसलाई सब मेटासेन्ट्रिक क्रोमोजोम भनिन्छ ।

एक्रोसेन्ट्रिक क्रोमोजोम (acrocentric chromosome): यसको एउटा पाखुरा लामो हुन्छ र सेन्ट्रोमियर क्रोमोजोमको छेउमा हुन्छ ।

टिलोसेन्ट्रिक क्रोमोजोम (telocentric): यसमा सेन्ट्रोमियर क्रोमोजोमको एक छेउमा रहेको हुन्छ ।

### क्रोमोजोमको सङ्ख्या (Number of chromosome)

जन्तु तथा वनस्पति कोषमा पाइने क्रोमोजोमको सङ्ख्या निश्चित हुन्छ । साधारणतया जन्तु र वनस्पतिको सोमाटिक कोष (somatic cell) मा डिप्लोइड क्रोमोजोम हुन्छ भने ग्यामेटमा हेप्लोइड क्रोमोजोम हुन्छ । डिप्लोइड जीवहरूले आमा (maternal chromosome) र बाबु (paternal chromosome) बाट आधा आधा क्रोमोजोमहरू प्राप्त गर्छन् ।

केही जन्तु तथा वनस्पति कोषमा पाइने क्रोमोजोम सङ्ख्या निम्नानुसार रहेको पाइन्छ :

- (i) मानिस : 46
- (ii) भिँगा : 12
- (iii) भ्यागुतो : 26
- (iv) गोरिल्ला : 48
- (v) सोलानम : 16
- (vi) प्याज : 16
- (vii) सल्ला : 24
- (viii) ढुसी : 2

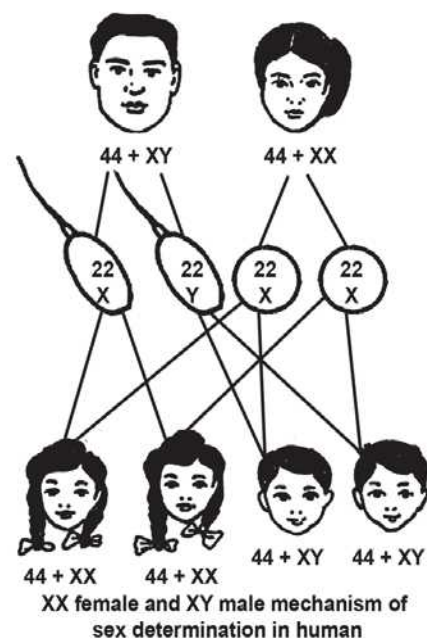
## लिङ्ग निर्धारण (Sex determination)

सजीवहरूको कोषमा दुई किसिमका क्रोमोजोम हुन्छन् । जसमध्ये एउटालाई अटोसोम (autosome) र अर्कोलाई सेक्स क्रोमोजोम (sex chromosome) भनिन्छ । अटोसोमले शरीरका गुणहरू निर्धारण गर्छ भने सेक्स क्रोमोजोमले जन्मिने बच्चामा लिङ्ग निर्धारण गर्छ ।

मानिसको शरीरमा 23 जोडा क्रोमोजोम हुन्छन्, जसमध्ये 22 जोडा क्रोमोजोमलाई अटोसोम भनिन्छ भने बाँकी एक जोडा क्रोमोजोमलाई सेक्स क्रोमोजोम भनिन्छ । पुरुषमा 22 जोडा अटोसोम र बाँकी x र y क्रोमोजोम हुन्छ भने महिलामा 22 जोडा अटोसोम र एक जोडा xx क्रोमोजोम हुन्छन् । पुरुषमा ग्यामेट बन्ने प्रक्रियामा 50% x क्रोमोजोम भएको ग्यामेट बन्छ भने बाँकी 50% y क्रोमोजोम भएको ग्यामेट बन्छ । तर महिलामा एउटै किसिमको x क्रोमोजोम भएको पोथी ग्यामेट बन्छ । यदि x क्रोमोजोम भएको भाले ग्यामेट (sperm) र x क्रोमोजोम भएको पोथी ग्यामेट (Ovum) मिली गर्भाधान भयो भने छोरी (female) हुन्छ । y क्रोमोजोम भएको भाले ग्यामेट (sperm) र x क्रोमोजोम भएको पोथी ग्यामेट (ovum) मिली गर्भाधान भयो भने छोरा (male) हुन्छ । गर्भाधान प्रक्रियामा छोरा वा छोरी बन्ने सम्भावना 50% हुन्छ ।

वास्तवमा क्रोमोजोमले शरीरका विभिन्न गुणहरू निर्धारण गर्नुको साथै वंशाणुगत गुणहरू एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सार्ने कार्य गर्छ । प्रत्येक क्रोमोजोम थुप्रै वंशाणुहरू (genes) मिली बनेको हुन्छ । क्रोमोजोममा हुने एउटा वंशाणुले एउटा निश्चित गुण बोकेको हुन्छ । प्रत्येक वंशाणु डिएनए अणुबाट बनेको हुन्छ ।

क्रोमोजोम वा क्रोमोजोममा भएको वंशाणुहरू फेरबदल भएको अवस्थामा हाम्रो शरीरमा धेरै किसिमका डिस्अर्डर (disorder) आउन सक्छन् । ती विभिन्न किसिमका डिस्अर्डरहरूमध्ये हेमोफिलिया पनि एक किसिमको रोग हो, जसलाई लैङ्गिक रोग (sex linked disease) भनिन्छ । लैङ्गिक रोग भनेको त्यस्तो रोग हो, जुन कुनै एउटा लिङ्ग विशेषमा मात्र देखापर्छ । हेमोफिलिया रोग लागेको मानिसको शरीरमा घाउ भएमा वा काटेमा रगत निरन्तर बगिरहन्छ र रगत जम्दैन । यस किसिमको रोग बाबु आमाबाट सन्ततिहरूमा सरेर जान्छ ।



चित्र 17.3

## क्रोमोजोम डिस्अर्डर (Chromosomal disorder)

मानिसको शरीरमा क्रोमोजोम सङ्ख्याको घटबढले गर्दा हुने डिस्अर्डरलाई क्रोमोजोमल डिस्अर्डर (chromosomal disorder) भनिन्छ । अर्थात् एक वा एकभन्दा बढी क्रोमोजोम नहुँदा वा बढी हुँदा वा क्रोमोजोममा असामान्य मिलान हुँदा क्रोमोजोम डिस्अर्डर हुन्छ । कोष विभाजनको समयमा क्रोमाटिड छुट्टिन नसक्दा क्रोमोजोमको सङ्ख्यामा थपघट हुन्छ, जसलाई एनाप्लोइड (aneuploidy) भनिन्छ । डाउन्स सिन्ड्रोम (Down's syndrome), क्लेनाइफेल्टर सिन्ड्रोम (Klinefelter's syndrome), टर्नर्स सिन्ड्रोम (Turner's syndrome) आदि क्रोमोजोम डिस्अर्डरका उदाहरणहरू हुन् ।

## डाउन्स सिन्ड्रोम (Down's Syndrome)

डाउन्स सिन्ड्रोम डिस्अर्डरलाई सबैभन्दा पहिले व्याख्या गर्ने व्यक्ति लाङ्गडन डाउन (Langdon Down) हुन् । यसको प्रभाव परेको व्यक्ति छोटो कद (short statured) सहितको सानो, गोलो टाउको, चिरा परेको जिब्रो (furrow tongue) र आधा खुलेको मुख हुने हुन्छ । क्रिज (crease) सहितको बाक्लो हत्केला हुन्छ । यस प्रकारको समस्या भएको व्यक्तिको शारीरिक, मानसिक र मनोवैज्ञानिक वृद्धिमा मन्दता आउँछ । यस आनुवंशिक डिस्अर्डरको मुख्य कारण एक्काइसौं क्रोमोजोम (trisomy of 21) जोडीमा अतिरिक्त क्रोमोजोम थपिनु हो ।

## क्लेनाइफेल्टर सिन्ड्रोम (Klinefelter's syndrome)

सेक्स क्रोमोजोमको सङ्ख्या बढ्न जाँदा यस किसिमको जेनेटिक डिस्अर्डर (genetic disorder) हुन्छ । एक्स (X) क्रोमोजोम बढ्न गई (47, XXY) क्यारियोटाइप (karyotype) बन्छ । यस अवस्थाका व्यक्ति प्रायः पुरुष जस्ता देखिए पनि महिलाको जस्तो स्तन देखिने हुन्छ तर ती व्यक्तिहरू भने नपुङ्सक हुन्छन् ।

## टर्नर्स सिन्ड्रोम (Turner's syndrome)

यस किसिमको disorder X क्रोमोजोमको कमीले गर्दा हुन्छ । अर्थात् क्रोमोजोमको सङ्ख्या 45 with XO हुन्छ । यस प्रकारका मानिसहरूमा secondary sexual characteristics को कमी हुनुको साथै ovaries राम्रोसँग विकसित हुँदैन । यसले गर्दा महिलाहरू नपुङ्सक (female sterile) हुन्छन् ।

## सारांश

1. प्रत्येक कोषमा क्रोमोजोमहरू जोडामा रहन्छन् । जीवअनुसार क्रोमोजोमको सङ्ख्या फरक फरक हुन्छ ।
2. क्रोमोजोमभित्र रहेको वंशाणु (gene) ले एक वंशबाट अर्को वंशमा पुर्ख्यौली गुण सार्छ ।
3. क्रोमोजोम सङ्ख्यामा फेरबदलका कारणले शरीरमा हुने डिस्अर्डरलाई क्रोमोजोमल डिस्अर्डर भनिन्छ ।
4. कोषको डिस्अर्डर न्युक्लियसमा देखिने मसिना त्यान्द्राहरूलाई क्रोमोजोम भनिन्छ ।
5. मानिसको शरीरमा 23 जोडा क्रोमोजोम हुन्छन् । यीमध्ये 22 जोडा क्रोमोजोमलाई अटोसोम भनिन्छ भने बाँकी एक जोडालाई सेक्स क्रोमोजोम भनिन्छ ।
6. सेक्स क्रोमोजोमले (sex chromosome) लिङ्ग निर्धारण गर्छ ।
7. गर्भाधान अवस्थामा यदि x क्रोमोजोम भएको भाले र x क्रोमोजोम भएका पोथी प्रजनन कोषबिच संयोजन भएमा छोरी हुन्छ भने y क्रोमोजोम भएको भाले र x क्रोमोजोम भएको पोथी प्रजनन कोषबिच संयोजन भएमा छोरा हुन्छ ।

8. क्रोमोजोममा हुने सेन्ट्रोमियरको स्थानअनुसार क्रोमोजोमहरू विभिन्न प्रकारका हुन्छन्, जस्तै :  
मेटासेन्ट्रिक, सबमेटासेन्ट्रिक, एक्रोसेन्ट्रिक र टिलोसेन्ट्रिक ।
9. हेमोफिलिया रोग लागेको मानिसको शरीरमा चोट पटक लागेमा रगत जम्दैन र घाउबाट रगत निरन्तर बगिरहन्छ ।
- 10 डाउन्स सिन्ड्रोम, क्लेनाइफेल्टर सिन्ड्रोम र टर्नर्स सिन्ड्रोम क्रोमोजोम डिस्अर्डरका उदाहरणहरू हुन् ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा चिह्न लगाउनुहोस् :

1. उखुमा कति जोडा क्रोमोजोम सङ्ख्या हुन्छन् ?  

(i) 20 जोडा	(ii) 30 जोडा
(iii) 40 जोडा	(iv) 50 जोडा
2. एउटा वंशबाट अर्को वंशमा पुर्ख्यौली गुण सार्ने एकाइलाई के भनिन्छ ?  

(i) वंशाणु	(ii) क्रोमाटिड
(iii) क्रोमोजोम	(iv) i र ii दुवै
3. क्रोमोजोममा हुने सेन्ट्रोमियरको स्थानअनुसार क्रोमोजोमलाई कति प्रकारमा विभाजन गर्न सकिन्छ ?  

(i) 2	(ii) 3
(iii) 4	(iv) 5
4. लिङ्ग निर्धारण गर्ने क्रोमोजोमलाई के भनिन्छ ?  

(i) अटोसोम	(ii) सेक्स क्रोमोजोम
(iii) क्रोमोजोम	(iv) क्रोमाटिड
5. क्रोमोजोम x को कमीले (45 + X) कस्तो लक्षण (syndrome) देखा पर्छ ?  

(i) डाउन्स सिन्ड्रोम	(ii) क्लेनाइफेल्टर सिन्ड्रोम
(iii) टर्नर्स सिन्ड्रोम	(iv) माथिका सबै

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

1. क्रोमोजोम भनेको के हो ?

2. सेन्ट्रोमियरको स्थानअनुसार क्रोमोजोम कति प्रकारका हुन्छन्, चित्रसहित बयान गर्नुहोस् ।
3. वंशाणु (gene) भनेको के हो ? यो कहाँ पाइन्छ ? वंशानुको मुख्य काम लेख्नुहोस् ।
4. मानिस, भ्यागुतो, प्याज र सल्लामा पाइने क्रोमोजोम सङ्ख्या कति हुन्छ, लेख्नुहोस् ।
5. क्रोमोजोम डिस्अर्डर (chromosome disorder) भनेको के हो, उदाहरणसहित लेख्नुहोस् ।
6. छोरा वा छोरी कसरी निर्धारण हुन्छ, चित्रसहित वर्णन गर्नुहोस् ।
7. अटोसोम र सेक्स क्रोमोजोमबिच फरक छुट्याउनुहोस् ।

### परियोजना कार्य

छोरा वा छोरीको अनुपातको सर्वेक्षण गर्ने

आआफ्नो टोल, समाजमा भएका विभिन्न किसिमका जात, जातिको (बाहुन, क्षेत्री, नेवार, राई, यादव) घरमा भ्रमण गर्नुहोस् । प्रत्येक परिवारका जम्मा सदस्य सङ्ख्यामा महिला र पुरुषको तथ्याङ्क सङ्कलन गर्नुहोस् । कक्षा कोठामा शिक्षक, साथीसँग छलफल गरी छोरा र छोरीको अनुपात निकाली प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

1. अटोसोम : शरीरको गुण निर्धारण गर्ने क्रोमोजोम
2. सेक्स क्रोमोजोम (sex chromosome): लिङ्ग निर्धारण गर्ने क्रोमोजोम
3. सेन्ट्रोमियर : क्रोमोजोमको पाखुरा (arm) जोडिने ठाउँ
4. क्रोमाटिड : क्रोमोजोममा पाइने मसिना त्यान्द्राहरू
5. डिप्लोइड : दुई सेट क्रोमोजोम भएको कोष, जसलाई '2n' ले सङ्केत गरिन्छ ।
6. हेप्लोइड : एक सेट क्रोमोजोम भएको कोष जसलाई 'n' ले सङ्केत गरिन्छ ।
7. सेमाटिक सेल : शरीरको विभिन्न भागमा (प्रजनन कोषबाहेक) पाइने कोष



## एकाइ 18 (क) अमैथुनिक र मैथुनिक प्रजनन (Asexual and Sexual Reproduction)

हाम्रो वरिपरि विभिन्न किसिमका जन्तु तथा वनस्पतिहरू पाइन्छन् । अनुकूल वातावरण भएको अवस्थामा यी जन्तु तथा वनस्पतिको सङ्ख्या, स्वरूप आदिमा परिवर्तन भएको पाइन्छ । आज संसारमा विद्यमान जन्तु तथा वनस्पतिहरूका पुर्खा कस्ता थिए होलान् ? अहिलेको सजीवको सङ्ख्या बराबर पुर्खाको सङ्ख्या पनि थिए होलान्, चिन्तन गरौं । प्रत्येक सजीवमा सन्तानोत्पादन गर्ने क्षमता हुन्छ । आआफ्नो जातिलाई निरन्तरता दिनको लागि आफू जस्तै सन्ततिहरू जन्माउने गर्छन् । यस प्रक्रियालाई प्रजनन भनिन्छ । प्रजनन वनस्पति वा जन्तुको एउटै शरीरबाट पनि हुन्छ भने भाले र पोथीको संयोगबाट पनि हुन्छ । जन्तु तथा वनस्पतिको सन्तानोत्पादन गर्ने तरिका फरक फरक हुन्छ । यस एकाइमा हामी बिरुवा र जनावरमा हुने अमैथुनिक र मैथुनिक प्रजनन सम्बन्धी अध्ययन गर्ने छौं ।

### अमैथुनिक प्रजनन (Asexual reproduction)

माउ जीव (parent) को शरीरको कुनै भागबाट नयाँ सन्तानहरू बन्ने प्रजननलाई अमैथुनिक प्रजनन (asexual reproduction) भनिन्छ । यस प्रक्रियाबाट बनेका सन्ततिहरू माउ जस्तै हुन्छन् । स्पन्ज, हाइड्रा, प्लानेरिया, टेपवर्म जस्ता जीवहरूले यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छन् ।

### अमैथुनिक प्रजननका विशेषताहरू

यस प्रक्रियामा एउटा जीव मात्र संलग्न हुन्छ । सन्ततिहरू वशाङ्गुगत रूपमा माउ जस्तै हुन्छन् । प्रजनन प्रक्रिया छोटो समयमै सम्पन्न हुन्छ । यसमा माइटोसिस कोष विभाजन हुन्छ ।

### मैथुनिक प्रजनन (Sexual reproduction)

भाले र पोथी लैङ्गिक कोषहरूको (gametes) को संयोजन (fusion) बाट हुने प्रजनन क्रियालाई मैथुनिक प्रजनन भनिन्छ । भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग अलग अलग भएका जीवलाई एकलिङ्गी (unisexual) भनिन्छ । कुनै कुनै जीवमा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग एउटै जीवको शरीरमा पाइन्छ । यस्ता जीवलाई द्विलिङ्गी (bisexual) भनिन्छ । यिनलाई हर्माफ्रोडाइट (hermaphrodite) पनि भनिन्छ । उदाहरणको लागि मानिस, गाई एकलिङ्गी हुन् भने हाइड्रा, गड्यौंला द्विलिङ्गी हुन् ।

### मैथुनिक प्रजननका विशेषताहरू

यस प्रक्रियामा भाले र पोथी दुवै जीव संलग्न हुन्छन् । सन्ततिहरू बाबु आमा जस्तै दुरुस्त हुँदैनन् । केही गुणमा फरक देखिन्छन्, तथापि गुणहरू सरेर गएको हुन्छ । यो प्रक्रिया धेरै लामो हुन्छ । यसमा पहिले मिओसिस कोष विभाजन र त्यसपछि माइटोसिस कोष विभाजन हुन्छ ।

### बिरुवामा हुने अमैथुनिक प्रजनन (Asexual reproduction in plant)

खासगरी बिरुवाहरूमा फिसन, बडिड, प्र्याग्मेन्टेसन, स्पोरुलेसन र भेजिटेटिभ प्रोपागेसन प्रक्रियाबाट अमैथुनिक प्रजनन हुन्छ ।

## फिसन (Fission)

एउटा जीव विभाजन भई दुई वा दुईभन्दा बढी उस्तै प्रकारका जीव बन्ने प्रक्रियालाई फिसन भनिन्छ । फिसन प्रक्रिया न्युक्लियस र साइटोप्लाज्मा गरी दुई भागमा विभाजित हुन्छ । यो बाइनरी फिसन (binary fission) र मल्टिपल फिसन (multiple fission) गरी दुई प्रकारका हुन्छन् ।

### क्रियाकलाप 18 (क).1

एक कोषीय जीवमा हुने अमैथुनिक प्रजनन क्रियाको अवलोकन

- 100 मि. लि. पानी लिनुहोस् र 10 ग्राम चिनी घुलाउनुहोस् ।
- करिब 20 मि. लि. उक्त चिनीको घोल लिनुहोस् र अलिकति यिस्ट राख्नुहोस् ।
- टेस्टट्युबको मुख कपासले बन्द गर्नुहोस् र तातो ठाउँमा राख्नुहोस् र अवलोकन गर्नुहोस् ।

**बाइनरी फिसन (Binary fission):** एउटा मातृकोष (mother cell) विभाजन भई दुई ओटा उस्तै सन्तति कोषहरू (daughter cells) बन्छन् भने यसलाई बाइनरी फिसन भनिन्छ । एक कोषीय जीवहरू ब्याक्टेरिया, डाइएटम आदिले यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छन् ।

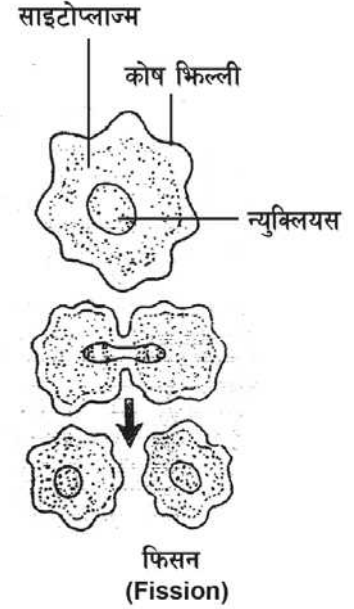
**मल्टिपल फिसन (Multiple fission):** एउटा मातृकोष (mother cell) विभाजन भई दुई ओटाभन्दा बढी सन्तति कोषहरू (daughter cells) बन्छन् भने यसलाई मल्टिपल फिसन भनिन्छ । क्लामाइडोमोनास (chlamydomonas) आदिमा यस प्रक्रियाबाट प्रजनन हुन्छ ।

## बडिड (Budding)

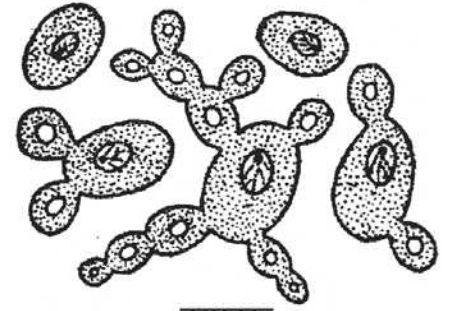
यस प्रक्रियामा जीवहरूको शरीरको कुनै भाग वा कोषबाट टुसा (bud) जस्ता भागहरू निस्कन्छन् । यी टुसाहरू वृद्धि भई नयाँ सन्तति बन्छन् । यस प्रक्रियालाई बडिड भनिन्छ । एक कोषीय वनस्पति यिस्टले यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छ ।

## फ्र्यागमेन्टेशन (Fragmentation)

एक कोषीय वा बहु कोषीय वनस्पतिहरूको शरीर टुकामा विभाजन भई उक्त टुकामा फेरि पूर्ण जीव विकसित हुने प्रक्रियालाई फ्र्यागमेन्टेशन भनिन्छ । स्पाइरोगाइराले यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छ ।



चित्र 18 (क) 1



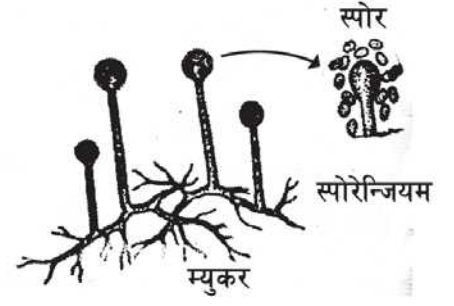
चित्र 18 (क) 2



चित्र 18 (क) 3

## स्पोरुलेसन (Sporulation)

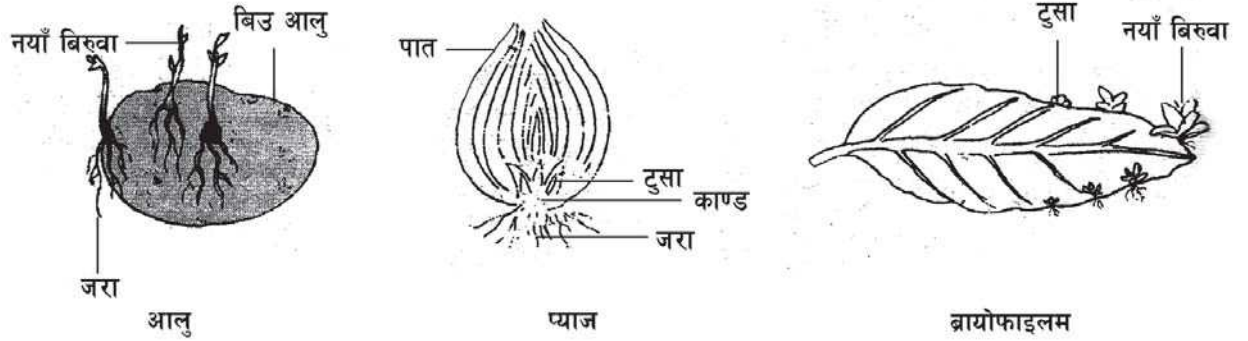
केही निम्न स्तरका वनस्पतिहरूले विजाणु (spore) बाट प्रजनन गर्छन् । यस प्रक्रियालाई स्पोरुलेसन भनिन्छ । यस किसिमका बिरुवाहरूमा स्पोरेन्जिया (sporangia) हुन्छ । यसभित्र विजाणुहरू बन्छन् । स्पोरेन्जिया छिप्पिएपछि फुट्छ र थुप्रै विजाणुहरू बाहिर आउँछन् । उनिउँ, च्याउ, हुसी जस्ता बिरुवाहरूले यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छन् ।



चित्र 18 (क) 4

## भेजिटेटिभ प्रोपागेसन (Vegetative propagation)

बिरुवाको जरा, काण्ड र पातलाई भेजिटेटिभ अङ्ग (vegetative part) भनिन्छ । यसबाट हुने प्रजननलाई भेजिटेटिभ प्रोपागेसन भनिन्छ । सखरखण्ड, लाउरे फुल जस्ता बिरुवाले जराबाट प्रजनन गर्छन् । आलु, प्याज, उखु, गुलाफको फुल जस्ता बिरुवाले काण्डबाट प्रजनन गर्छन् भने ब्रायोफाइलम, बेगोनिया जस्ता बिरुवाले पातबाट प्रजनन गर्छन् ।



चित्र 18 (क) 5

## क्रियाकलाप 18 (क) 2

काण्डबाट हुने भेजिटेटिभ प्रोपागेसनको अध्ययन

एउटा आलु लिनुहोस् र यसको सतहको अवलोकन गर्नुहोस् । आलुका टुक्राहरू बनाउनुहोस् । एउटा ट्रेमा भिजेको कपास राख्नुहोस् र आलुको टुक्राहरू राख्नुहोस् । केही दिनपछि आलुका टुक्रामा आएका परिवर्तन अवलोकन गर्नुहोस् ।

## भेजिटेटिभ प्रोपागेसनका फाइदाहरू (Advantages of vegetative propagation)

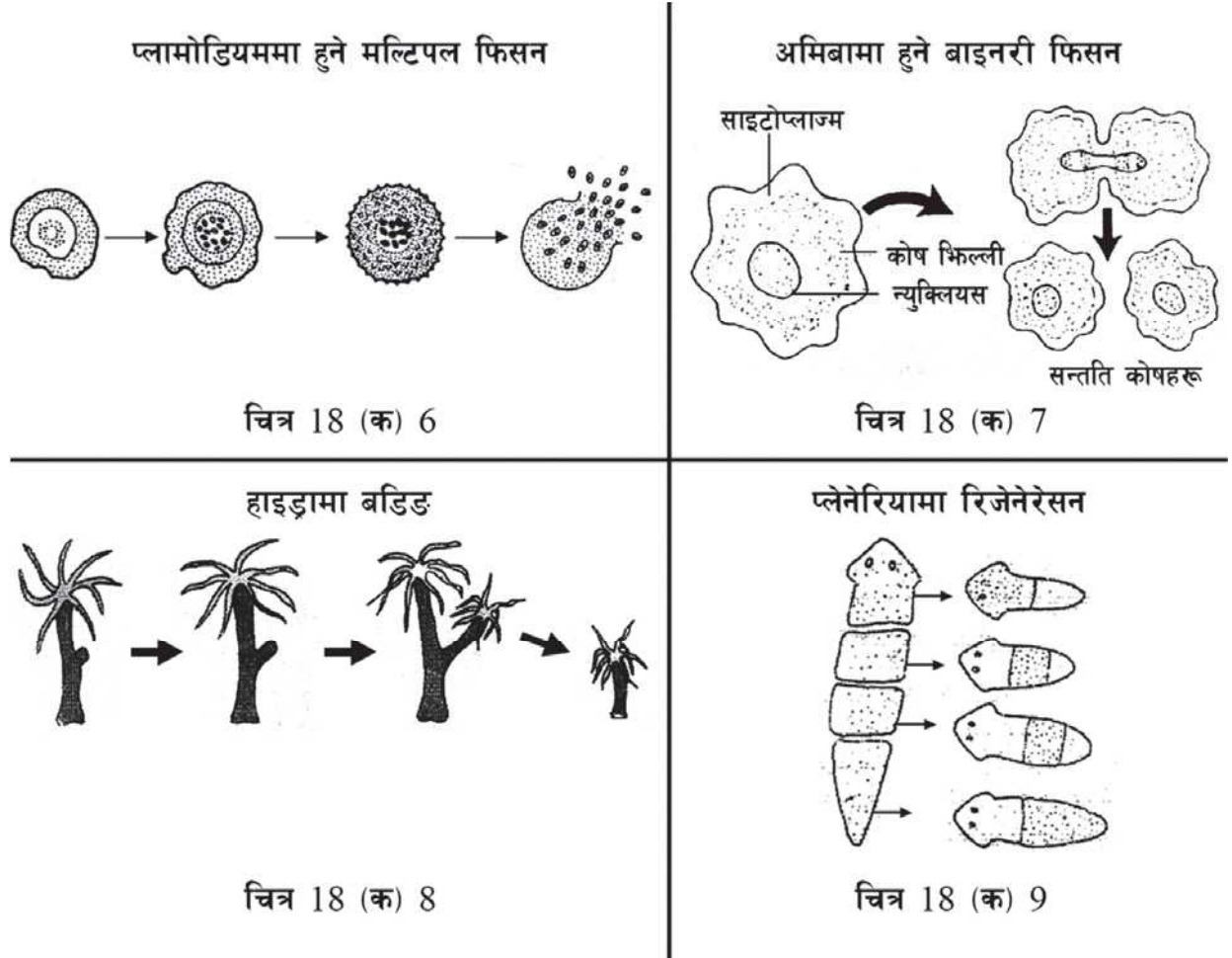
1. प्रायजसो किसान तथा वनस्पति सन्बन्धी काम गर्ने व्यक्तिहरूले भेजिटेटिभ प्रोपागेसनबाट धेरै फाइदा उठाउँछन् । यस विधिबाट नर्सरीमा एउटा बिरुवाबाट धेरै बिरुवा उमान सकिन्छ ।
2. राम्रा खालका बिउ नबन्ने बिरुवाहरूमा यस प्रक्रियाबाट प्रजनन गराउन सकिन्छ, जस्तै : केरा, उखु, गुलाफ, आलु आदि ।

3. यो प्रक्रिया सस्तो, छिटो र सजिलो हुन्छ ।

4. लोप हुन लागेका र दुर्लभ वनस्पतिको संरक्षण गरी सङ्ख्या बढाउन सकिन्छ ।

### जनावरमा हुने अमैथुनिक प्रजनन (Asexual reproduction in animals)

जनावरहरूमा हुने मुख्य रूपमा फिसन, बडिड र रिजेनेरेसन प्रक्रियाद्वारा अमैथुनिक प्रजनन हुने गर्छ ।



**फिसन (Fission):** एक कोषीय जीवहरू आधा भएर दुईभन्दा बढी जीवहरू बन्ने प्रक्रियालाई फिसन भनिन्छ । अनुकूल वातावरणमा युगिलना, अमिबा र प्यारामेसियम जस्ता एक कोषीय जीवहरूमा बाइनरी फिसन (binary fission) हुन्छ । प्रतिकूल अवस्था (unfavorable condition) मा प्लामोडियममा मल्टिपल फिसन (multiple fission) हुन्छ । यस अवस्थामा प्लामोडियमले कोषलाई कडा आवरणले वा सिस्टले घेर्छ, उक्त सिस्टभित्र न्युक्लियस धेरै पटक विभाजित हुन्छ । अनुकूल वातावरणमा सिस्ट फुट्छ र थुप्रै सन्तति कोषहरू निस्कन्छन् । यसरी हुने अमैथुनिक प्रजननलाई मल्टिपल फिसन भनिन्छ ।

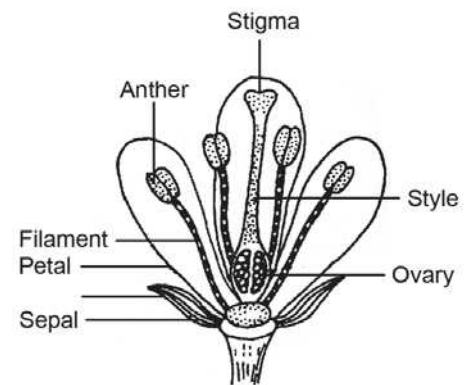
**बडिड (Budding):** यस प्रक्रियामा शरीरको कुनै एक ठाउँमा औंला जस्तो भाग उठेर आउँछ । यसलाई टुसा (bud) भनिन्छ । उक्त टुसा वयस्क अवस्थामा पुगेपछि शरीरबाट छुट्टिन्छ । यसलाई बडिड भनिन्छ । हाइड्रा (hydra) मा बडिडबाट अमैथुनिक प्रजनन हुन्छ ।

रिजेनेरेसन (Regeneration): कुनै जीवको शरीर दुई वा दुईभन्दा बढी टुकामा काटियो भने उचित वातावरणमा काटिएका भागहरू नयाँ जीवमा विकसित हुन्छन् । यस प्रक्रियालाई रिजेनेरेसन भनिन्छ । हाइड्रा, प्लानेरिया, टेपवर्म, तारा माछाले रिजेनेरेसन प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छन् ।

### बिरुवामा हुने मैथुनिक प्रजनन (Sexual reproduction in plant)

बिरुवाको प्रजनन अङ्ग फुल हो । फुलमा क्यालिक्स (calyx), कोरोला (corolla), एन्ड्रोसियम (androecium) र गाइनोसियम (gynoecium) हुन्छन् । फुलमा यी सबै भाग भएको अवस्थामा त्यसलाई पूर्ण फुल (complete flower) भनिन्छ । फुलहरू एक लिङ्गी (unisexual) र द्विलिङ्गी (bisexual) हुन्छन् ।

फुलमा पाइने भागहरू चक्का (whorl) मा रहेका हुन्छन् । फुलको पहिलो चक्कामा (first whorl) क्यालिक्स रहेको हुन्छ । यो पात जस्तै हरियो हुन्छ र फुलको कोपिला वा अन्य भागलाई सुरक्षा दिन्छ । फुलको दोस्रो चक्कालाई (second whorl) कोरोला भनिन्छ । यो रङ्गीन हुन्छ । यसले परागसेचनमा सहयोग गर्छ । फुलको तेस्रो चक्कालाई (third whorl) एन्ड्रोसियम भनिन्छ । यो चक्का स्तामेनहरू (stamen) मिली बनेको हुन्छ । त्यसलाई भाले अङ्ग (male organ) भनिन्छ । स्तामेनको एन्थर र फिलामेन्ट गरी दुई भाग हुन्छन् । एन्थरले (anther) परागकण बनाउँछ र एन्थर फुटेपछि हावामा छरिन्छ । सबैभन्दा भित्री भागमा पोथी अङ्ग (female organ) हुन्छ, जसलाई गाइनोसियम (gynoecium) भनिन्छ । यसको तिन भाग हुन्छ, ती हुन् : स्तिग्मा (stigma), स्टाइल (style) र ओभरी (ovary) । ओभरीमा ओभ्युल (ovule) हुन्छ ।



चित्र 18 (क) 10

तपाईंलाई थाहा छ ?

एन्थर (anther) मा चार ओटा पराग थैली (pollen sac) हुन्छन् । जहाँ माइक्रोस्पोर माउ कोषहरू (microspore mother cells) हुन्छन् । यसमा मियोसिस कोष विभाजन भई परागकणहरू (pollen grains) बन्छ । यसले भाले ग्यामेट बनाउँछ ।

### क्रियाकलाप 18 (ख) 3

फुलको भाग अवलोकन

तोरीको फुल सङ्कलन गर्नुहोस् । प्रत्येक बेन्चमा एउटा वा दुई ओटा फुल वितरण गर्नुहोस् । पिनको सहायताले पत्रदल (calyx), पुष्पदल (corolla), पुङ्केशर (androecium), स्त्रीकेशर (gynoecium) होसियारीपूर्वक छुट्याउनुहोस् । फुलको प्रत्येक भागको हाते लेन्सबाट अवलोकन गर्नुहोस् । समूहमा छलफल गरी प्रत्येक भागको चित्र कोर्नुहोस् ।

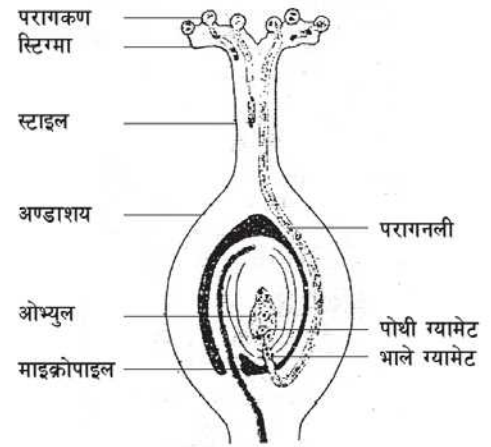
### परागसेचन (Pollination)

एन्थर (anther) मा परागकणहरू (pollen grains) बन्छन् । त्यस्तै गाइनोसियमको अण्डासय (ovary) मा ओभ्युलहरू (ovules) हुन्छन् । एन्ड्रोसियममा भएका परागकण गाइनोसियमको स्तिग्मा (stigma) सम्म पुग्ने प्रक्रियालाई परागसेचन (pollination) भनिन्छ । परागसेचन दुई प्रकारले हुन्छ : स्वपरागसेचन (self pollination) र परपरागसेचन (cross pollination) ।

एउटै फुलको एन्थरमा रहेको परागकण त्यही फुलको स्तिग्मासम्म पुग्ने क्रियालाई स्वपरागसेचन भनिन्छ । प्रायजसो द्विलिङ्गी फुलहरूमा स्वपरागसेचन हुन्छ । किनकि यस प्रकारका फुलमा एन्थर र स्तिग्मा एकै समयमा परिपक्व हुन्छन् । यसको उदाहरणका रूपमा केराउ, कपास आदिका फुललाई लिन सकिन्छ । हावा, पानी, किरा, जनावर आदि विभिन्न माध्यमबाट एउटा बिरुवाको फुलको एन्थरमा भएका परागकण त्यही बिरुवाको अर्को फुलको स्तिग्मामा वा अर्को बिरुवाको फुलको स्तिग्मामा पुग्नुलाई परपरागसेचन भनिन्छ ।

### गर्भाधान (Fertilization)

स्तिग्मामा ससाना भुस वा च्यापच्यापे पदार्थ निस्कनाले परागकण त्यहाँ टाँसिन्छ । परागकण दुई ओटा आवरणले ढाकिएको हुन्छ । भित्री आवरणबाट पराग नली (pollen tube) बन्छ । यो पराग नली स्टाइल हुँदै ओभरीमा पुग्छ । परागकणको न्युक्लियस मियोसिस कोष विभाजन भएर भाले ग्यामेटहरू बन्छन् । पराग नलीका टुप्पामा भएका दुई ओटा भाले ग्यामेट गर्भाशयको माइक्रोपाइल (micropyle) हुँदै ओभ्युलतर्फ बढ्छन् । एउटा भाले ग्यामेट ओभ्युलको अण्ड (पोथी ग्यामेट) सँग मिली जाइगोट (zygote) बन्छ । यसरी भाले र पोथी ग्यामेटको संयोजन हुने क्रियाकलापलाई गर्भाधान (fertilization) भनिन्छ । माइटोसिस प्रक्रियाको जाइगोटबाट भ्रूण (embryo) बनी बिउभित्र रहिरहन्छ । अनुकूल वातावरणमा उपलब्ध भएको खण्डमा बिउ अङ्कुरन भई नयाँ बिरुवा बन्छ ।



चित्र 18 (क) 11

### जनावरमा हुने मैथुनिक प्रजनन (Sexual reproduction in animal)

जनावरहरूमा मैथुनिक प्रजनन छुट्टाछुट्टै किसिमबाट हुन्छ । विकसित तथा बहु कोषीय जनावरहरूमा भालेले भाले ग्यामेट (male gamete) बनाउँछ भने पोथीले पोथी ग्यामेट (female gamete) बनाउँछ । भाले ग्यामेटलाई शुक्रकीट (sperm) र पोथी ग्यामेटलाई अण्ड (egg) भनिन्छ । शुक्रकीट र अण्डको संयोजन भई जाइगोट बन्छ । यस प्रक्रियालाई गर्भाधान भनिन्छ । गर्भाधान दुई प्रकारका हुन्छन् :

तपाईंलाई थाहा छ ?

मैथुनिक प्रजननमा सर्वप्रथम मिओसिस कोष विभाजन भई डिप्लोइड (diploid) कोष न्यूनीकरण भई हाप्लोइड (haploid) कोष बन्छ ।

1. भित्री गर्भाधान (Internal fertilization)
2. बाहिरी गर्भाधान (External fertilization)

भ्यागुता तथा माछाहरूले पानीमा फुल पार्छन् र भालेले शुक्रकीटहरू अण्डमाथि छरिदिँदा गर्भाधान हुन्छ । यस प्रक्रियालाई बाहिरी गर्भाधान भनिन्छ । स्तनधारी, घसने जनावर, चराहरूमा भित्री गर्भाधान (Internal fertilization) हुन्छ । यस प्रक्रियामा भालेले पोथीको प्रजनन अङ्गभित्र शुक्रकीटहरू

जम्मा गरिदिन्छ र जाइगोट बन्छ । विकसित जनावरहरूमा मैथुनिक प्रक्रियाबाट प्रजनन हुन्छ । भाले ग्यामेट सानो र बढी सक्रिय हुन्छ भने पोथी ग्यामेट ठुलो र निष्क्रिय हुन्छ ।

### अमैथुनिक प्रजननका फाइदाहरू

1. अमैथुनिक प्रजनन सरल र छिटो हुन्छ । साथै अमैथुनिक प्रजननका लागि एउटा मात्र जीव भए पुग्छ ।
2. यस प्रक्रियाबाट बनेका सन्ततिहरूमा एकरूपता आउनुका साथै पैतृक गुण यथावत रहन्छ र उस्तै विशेषता भएका जीवहरूको उत्पादन बढाउन सकिन्छ ।

### मैथुनिक प्रजननका फाइदाहरू

1. मैथुनिक प्रजननले गर्दा जीवहरूको सङ्ख्यामा वृद्धि भई पछिसम्म कायम भइरहन्छन् । यसले गर्दा जीवहरूको सन्तुलनमा स्थिरता आउँछ ।
2. यस प्रक्रियामा सन्तानहरूमा नयाँ नयाँ लक्षणहरू देखा पर्छन् ।
3. यसले जीवहरूको विकास क्रमलाई मद्दत गर्छ ।

### सारांश

1. प्रजनन क्रियाबाट जीवहरूको विकास हुनुको साथै वंशजको निरन्तरता कायम गर्न सहयोग पुग्छ ।
2. प्रजनन अमैथुनिक र मैथुनिक गरी दुई प्रकारका हुन्छन् ।
3. अमैथुनिक प्रजननमा भाले र पोथी लैङ्गिक कोषको आवश्यकता पर्दैन । सजीवहरूमा फिसन, बडिड, रिजेनेरेसन, स्पोरुलेसन र भेजिटेटिभ प्रोपागेसन आदिबाट अमैथुनिक प्रजनन हुन्छ ।
4. भाले र पोथी लैङ्गिक कोषहरूको संयोजनबाट हुने प्रजननलाई मैथुनिक प्रजनन भनिन्छ ।
5. जनावरहरू एकलिंगी (unisexual) र द्विलिंगी (bisexual) हुन्छन् । गाई, भैंसी एकलिंगी जनावर हुन् भने गड्यौंला द्विलिंगी जीव हो ।
6. बिरुवाको मुख्य प्रजनन अङ्ग फूल हो । एन्ड्रोसियम भाले प्रजनन अङ्ग हो भने गाइनोसियम पोथी प्रजनन अङ्ग हो ।
7. जनावरहरूमा बाहिरी र भित्री गर्भाधान गरी दुई प्रकारको मैथुनिक प्रजनन हुन्छ ।
8. माछा, भ्यागुतामा बाहिरी प्रजनन हुन्छ भने स्तनधारी र घस्रने जनावरहरूमा भित्री गर्भाधान हुन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक चिह्न लगाउनुहोस् :

1. क्लामाइडोमोनासले कुन विधिबाट अमैथुनिक प्रजनन गर्छ ?
  - (i) बाइनरी फिसन
  - (ii) मलिटपल फिसन
  - (iii) बडिड
  - (iv) स्पोरुलेसन
2. एउटा जीव टुक्रिएर दुई वा दुईभन्दा बढी उस्तै प्रकारका जीव बन्ने प्रक्रियालाई के भनिन्छ ?
  - (i) स्पोरुलेसन
  - (ii) फ्रयागमेन्टेसन
  - (iii) भेजिटेटिभ प्रोपागेसन
  - (iv) फिसन
3. किसान र मालीहरूका लागि भेजिटेटिभ तरिकाबाट प्रजनन गराउने विधि किन महत्त्वपूर्ण हुन्छ ?
  - (i) यो प्रक्रिया सस्तो, सजिलो र छिटो हुन्छ ।
  - (ii) राम्रो खालको बिउ नबन्ने बिरुवाबाट प्रजनन गराउन सजिलो हुन्छ ।
  - (iii) लोप हुन लागेका वनस्पतिको संरक्षण गर्न सकिन्छ ।
  - (iv) माथिका सबै
4. माछा, भ्यागुता जस्ता जीवमा हुने गर्भाधानलाई के भनिन्छ ?
  - (i) बाहिरी गर्भाधान
  - (ii) भित्री गर्भाधान
  - (iii) गर्भाधान
  - (iv) बाहिरी र भित्री गर्भाधान
5. स्पाइरोगाइराले कुन प्रक्रियाबाट प्रजनन गर्छ ?
  - (i) फ्रयागमेन्टेसन
  - (ii) बडिड
  - (iii) फिसन
  - (iv) स्पोरुलेसन

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् :

1. अमैथुनिक प्रजनन भनेको के हो ? यसका दुई ओटा विशेषताहरू लेख्नुहोस् ।
2. मैथुनिक प्रजनन भनेको के हो ? फुल फुल्ने बिरुवामा हुने मैथुनिक प्रजनन प्रक्रियाको चित्रसहित बयान गर्नुहोस् ।



3. गर्भाधान भनेको के हो ? बाहिरी गर्भाधान र भित्री गर्भाधानबिच फरक लेख्नुहोस् ।
4. अमैथुनिक प्रजननबाट हुने फाइदाहरू लेख्नुहोस् ।
5. उखुको काण्ड काटेर उखु उमारिन्छ । यो कुन प्रकारको प्रजनन हो ? यो विधि अपनाउनुपर्ने तिन ओटा कारणहरू लेख्नुहोस् ।
6. जाइगोटमा डिप्लोइड (2n) क्रोमोजोम सङ्ख्या कसरी हुन्छ, लेख्नुहोस् ।
7. फरक लेख्नुहोस् :
  - (i) ग्यामेट र जाइगोट
  - (ii) भाले ग्यामेट र पोथी ग्यामेट
  - (iii) बाहिरी गर्भाधान र भित्री गर्भाधान
8. मैथुनिक प्रजनन नहुँदा संसारमा यति धेरै प्रकारका जन्तु र वनस्पतिहरू हुने थिएनन्, पुष्टि गर्नुहोस् ।
9. परागसेचन केलाई भनिन्छ ? स्वसेचन र परसेचनबिच फरक लेख्नुहोस् ।
10. निम्न जन्तु तथा वनस्पतिले कसरी प्रजनन गर्छ ?
 

(i) अमिबा	(ii) यिस्ट
(iii) तारामाछा	(iv) ब्रायोफाइलम
(v) आलु	

### परियोजना कार्य

वर्षायाममा पानी जमेको पोखरीमा जानुहोस् । उक्त ठाउँमा माछा, भ्यागुताको बाहिरी गर्भाधान सम्बन्धी अवलोकन गरी छोटो प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।

### शब्दावली

गर्भाधान : भाले र पोथी ग्यामेट संयोजन भई जाइगोट बन्ने प्रक्रिया

हेप्लोइड : एक सेट क्रोमोजोम भएको कोष, जसलाई n ले सङ्केत गरिन्छ ।

डिप्लोइड : दुई सेट क्रोमोजोम भएको कोष, जसलाई 2n ले सङ्केत गरिन्छ ।

मिओसिस : एउटा माउकोष विभाजन भई 4 ओटा सन्तति कोषहरू बन्ने प्रक्रिया

## एकाइ 18 (ख) बिरुवामा हुने कृत्रिम प्रजनन (Artificial Vegetative Propagation in Plant)

राम्रा बिउ नहुने बिरुवाहरूको प्रजनन तिनीहरूको काण्ड, जरा, पात आदि भागबाट पनि कृत्रिम तरिकाबाट गराउन सकिन्छ । उन्नत जातको केराको तन्तुबाट टिस्यु कल्चर विधिद्वारा थुप्रै केराका बेर्ना तयार पार्न सकिन्छ । उक्त बेर्नाहरू रोपी छोटो समयमै केरा फलाउन सकिन्छ । ठुलो, रसिलो नास्पाती फल्ने बिरुवाको काण्डबाट पनि कृत्रिम तरिकाबाट प्रजनन गराउन सकिन्छ । यसरी एउटै बिरुवाबाट धेरै बिरुवाहरू कृत्रिम तरिकाबाट उमाने प्रक्रियालाई कृत्रिम प्रजनन भनिन्छ । यस प्रकारको प्रजनन विधि तरकारी खेती, फलफुल खेती आदिमा प्रयोग गरिन्छ ।

### लेयरिङ (Layering)

माउ बोटमा भएका हाँगाहरूबाट जरा निकाली नयाँ बिरुवा बनाउने विधिलाई लेयरिङ (layering) भनिन्छ । फलफुलका बोटहरूमा यस विधिबाट धेरै नयाँ बिरुवाहरू बनाउन सकिन्छ । लेयरिङ विभिन्न प्रकारका हुन्छन् । तीमध्ये केही विधिबारे तल वर्णन गरिन्छ ।

#### साधारण लेयरिङ (Simple layering)

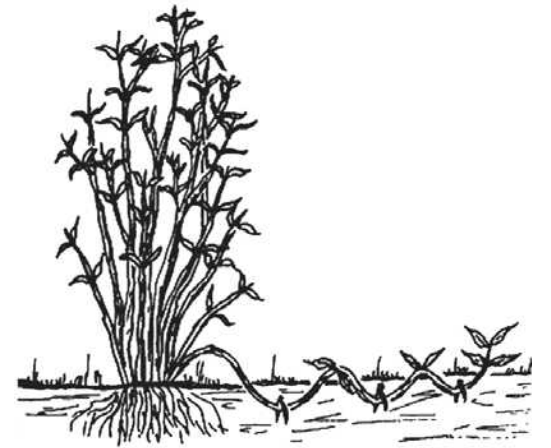
माउ बोटबाट निस्केका एक वर्षभन्दा पुराना तल्ला हाँगाहरूबाट साधारण लेयरिङ विधि अपनाई नयाँ बिरुवाहरू बनाइन्छ । माउ बोटको हाँगाको टुप्पोभन्दा करिब 20 cm परको भागलाई नुवाएर (bending) माटामा गाडिन्छ । करिब 2-3 महिनापछि नुवाएको भागमा जरा पलाउँछ । जरा आइसकेपछि वर्षायामको अन्त्यतिर माटाबाट छुट्याई नर्सरी ब्याडमा सारिन्छ । कागती, निबुवा आदिमा यस विधिबाट प्रजनन गराइन्छ ।



चित्र 18 (ख) 1

#### कम्पाउन्ड लेयरिङ (Compound layering)

माउ बोटको जमिन नजिकैको हाँगालाई जमिनमा ओछ्याएर यसको मुन्टा (टुप्पो) बाहिर राखी पुरै हाँगालाई माटाले पुरिदिँदा हाँगाको प्रत्येक आँखलाबाट नयाँ बिरुवा उम्रिन्छ । यसरी नयाँ बिरुवा उमाने विधिलाई कम्पाउन्ड लेयरिङ भनिन्छ । यस प्रकारको विधि अपनाई स्याउ, नास्पाती, ओखर आदिमा नयाँ बिरुवाहरू उमान सकिन्छ ।



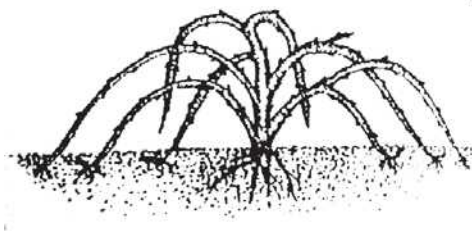
चित्र 18 (ख) 2

## क्रियाकलाप 18 (ख) 1

लामो लहरा भएको सखरखण्ड छान्नुहोस् । माउ बोटबाट निस्केको एउटा लहरालाई माटामा एक आँख्ला पछि अर्को आँख्लालाई छुने गरी राख्नुहोस् । करिब 20-25 दिनपछि अवलोकन गर्नुहोस् । यसलाई त्यस ठाउँबाट छुट्टाई नर्सरी ब्याडमा सारिन्छ । ती आँख्लाहरूमा नयाँ बिरुवा देख्नुहुन्छ ।

### टिप लेयरिङ (Tip layering)

छनोट गरिएका बिरुवाको हाँगाको टुप्पोलाई जमिनमा गाडी नयाँ बिरुवा उमाने विधिलाई टिप लेयरिङ भनिन्छ । यस विधिमा बिरुवाको टुप्पोलाई 5-8 cm माटोमा गाडिन्छ । जसबाट जरा र डाँठ पलाउँछ । त्यसपछि 3-4 महिनाभित्र माउ बोटबाट अलग गरी बिरुवा सारिन्छ, जस्तै : ब्याकबेरी, रसबेरी आदिमा टिप लेयरिङ गरिन्छ ।



चित्र 18 (ख) 3

### माउन्ड वा स्टुल लेयरिङ (Mound or stool layering)

यस विधिमा छनोट गरिएको बिरुवालाई जमिनबाट 5-10 cm माथिबाट पुरै काटेर राखिन्छ । बसन्त ऋतुमा काटेको भागभन्दा मुनिबाट धेरै नयाँ मुनाहरू पलाएर आउँछन् । उक्त मुनाहरूलाई 8-15 cm अग्लो भएपछि माटो वा काठको धुलोको मिश्रणले 20-25 cm अग्लो बनाई पुरिदिनुपर्छ । यसले गर्दा जरा पलाउँछ । करिब एक वर्षपछि उक्त बिरुवाहरू भिक्न योग्य हुन्छन् । यस तरिकाबाट स्याउ, आलुबखडा, नास्याती, आँप, अम्बा आदि बिरुवाहरू उमान सकिन्छ ।



चित्र 18 (ख) 4

### एयर लेयरिङ (Air layering)

यस विधिमा करिब 2 वर्षको हाँगामा पातहरू हटाई 2-3 cm लामो बोकालाई औँठी आकार बनाई निकालिन्छ । साथै बोक्रा र काठमा भएका रेसाहरू राम्ररी हटाइन्छ । यसले गर्दा पातमा तयार भएको हर्मोन तथा खाना तल जान पाउँदैन र जरा उत्पादनमा मदत गर्छ ।

बोक्रा निकालिएको ठाउँमा अक्सिजन दिएर वा आई. बी. ए. हर्मोनको लेप लगाएर उपचार गर्न सकिन्छ । भिजेको माटो र भ्याउ मिलाएर प्लास्टिकले हावा पानी नपस्ने गरी बाँधी राख्नुपर्छ । हाँगाको अवस्थाअनुसार 4-8 हप्तामा जरा निस्कन्छ । जरा पलाएको करिब एक महिनापछि त्यसलाई काटेर छुट्टै बिरुवाको रूपमा नर्सरी ब्याडमा सार्नुपर्छ । यो विधि सजिलो र लोकप्रिय भएकाले व्यावसायिक रूपमा नयाँ बिरुवाहरू उत्पादन गर्न प्रयोग गरिन्छ ।



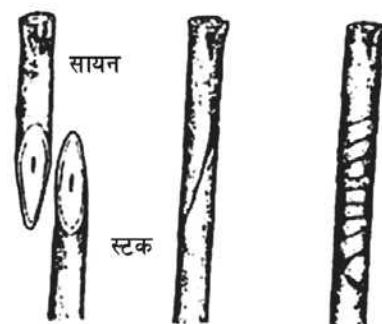
चित्र 18 (ख) 5

## ग्राफिटड (Grafting)

बोट बिरुवाहरूको दुई भिन्दाभिन्दै भागहरू आपसमा गाँसेर नयाँ बिरुवाहरू उत्पादन गर्ने विधिलाई ग्राफिटड भनिन्छ । यस विधिमा फरक बिरुवाको भागलाई एक आपसमा जोडेर बाँधिन्छ । जसको माथिल्लो भागलाई सायन (scion) भनिन्छ भने तल्लो भागलाई स्टक (stock) भनिन्छ । सफल कलमीको लागि सायन र स्टकको सम्बन्ध नजिकको हुनुपर्छ । यस विधिद्वारा भागहरू जोड्दा क्याम्बियन तह (cambian layer) एक अर्कामा ठ्याक्क मिल्ने हुनुपर्छ । केही मुख्य तरिकाको छोटकरीमा वर्णन गरिएको छ ।

### ह्विप ग्राफिटड (Whip grafting)

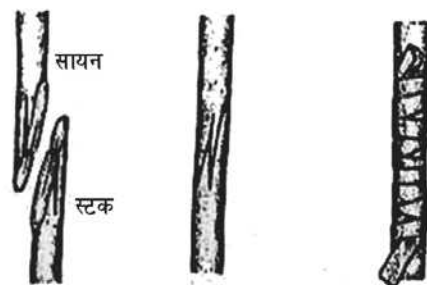
ह्विप ग्राफिटड विधि साधारण र सजिलो विधि हो, जसमा बराबर आकारको सायन र स्टकको छनोट गरी दुवैमा 3.5 cm लामो छड्के काटिन्छ । काटिएका दुई भागलाई एक आपसमा मिलाई हावा नछिर्ने गरी प्लास्टिकले छोपेर बाँध्नुपर्छ । सायन र स्टक राम्ररी जोडिएपछि प्लास्टिक हटाउनुपर्छ । साधारणतया 2-3 महिनासम्ममा घाउ पुरिई बलियो जोर्नी बन्छ । प्रायः फलफुलहरूमा नयाँ पालुवा आउनु अगावै यो विधिबाट कलमी गरिन्छ ।



चित्र 18 (ख) 6

### जिब्रे ग्राफिटड (Tongue grafting)

बोट बिरुवाहरूमा गरिने ग्राफिटड विधिमध्ये सजिलो र भरपर्दो विधि जिब्रे ग्राफिटड विधि पनि एक हो । यस विधिअन्तर्गत सायनको तल्लो भाग र स्टकको माथिल्लो भागमा 3 cm देखि 5 cm लामो छड्के काटिन्छ । दुवै काण्डमा करिब 2 cm गहिरो चिरेर जिब्रो जस्तो बनाइन्छ । सायन र स्टकको जिब्रो मिल्ने गरी घुसाई प्लास्टिकले हावा नछिर्ने गरी बाँध्नुपर्छ । करिब 2-3 महिनामा बलियो जोर्नी बन्छ । यो विधि लेकाली फलफुलहरूमा लोकप्रिय छ ।



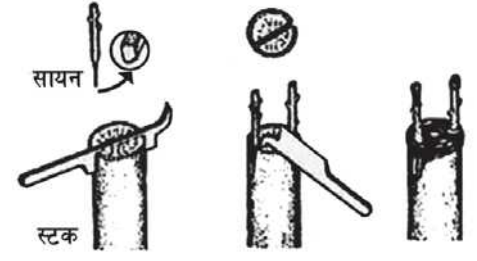
चित्र 18 (ख) 7

### क्रियाकलाप 18 (ख) 2

1. कलमी (grafting) गर्नुपर्ने सायन र स्टकको छनोट गर्नुहोस् ।
2. शिक्षकको सहयोगमा 2-3 cm लामो सायन र स्टकमा उल्टो V आकारमा काट्नुहोस् । काट्दा सायनको भाग स्टकको चुच्चोमा ठ्याक्क मिल्ने गरी काट्नुहोस् ।
3. काटिएको दुई भागलाई एक आपसमा मिलाई हावा नछिर्ने गरी प्लास्टिकले छोपेर बाँध्नुहोस् ।
4. दुई महिनादेखि तिन महिनासम्मको समय अवधिसम्म अवलोकन गर्नुहोस् ।

## क्लेफ्ट ग्राफ्टिङ (Cleft grafting)

यस विधिमा स्टकलाई सम्म पारेर काटिन्छ र बिचमा 5-8 cm गहिरो ठाडो गरी चिनिन्छ । अर्कोतर्फ सायनहरू छिना आकारका बनाइन्छन् । चिरिएको स्टकमा सायनलाई घुसाई राखिन्छ र मैन वा टेपले राम्ररी छोपिन्छ ।



## टिस्यु कल्चर (Tissue culture)

चित्र 18 (ख) 8

कृत्रिम माध्यम तयार गरी सजीवहरूको भागबाट कोष, तन्तु, अङ्गहरूको सङ्कलन गरी त्यसबाट थुप्रै बेर्नाहरू तयार पार्ने प्रक्रियालाई टिस्यु कल्चर भनिन्छ । यस प्रक्रियाबाट एकै प्रकारका गुण भएका सन्ततिहरू प्राप्त गर्न सकिन्छ । अमैथुनिक प्रजननका लागि नयाँ टिस्यु कल्चर गर्नुका कारणहरू निम्न लिखित छन् :

1. यस प्रक्रियाबाट निश्चित प्रकारका फुल, फल वा तोकिएको गुण भएका वनस्पतिहरूको धेरै सङ्ख्यामा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
2. तुरुन्तै वयस्क वनस्पति उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
3. बिउ नभएका अवस्थामा धेरै बेर्नाहरू उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
4. रोग नलागेका स्वस्थ वनस्पतिहरू उत्पादन गर्न सकिन्छ ।

## टिस्यु कल्चर गर्ने विधि

टिस्यु कल्चर गर्नका लागि सर्वप्रथम प्रयोगशालामा निर्मलीकरण अवस्थामा तयार गरिएको कृत्रिम माध्यम तयार गरिन्छ । यसमा वनस्पति हर्मोन र नाइट्रोजन तत्त्वको स्रोत हुन्छ, त्यसमा बिरुवाको तन्तु तथा कोषका भागहरू लिई वृद्धि गराइन्छ । उदाहरणका लागि अक्सिन (auxin) प्रशस्त भएको अवस्थामा जराको वृद्धि अत्यधिक हुन्छ भने साइटोकाइनेन (cytokinin) बढी भएमा काण्डको वृद्धि हुन्छ । तर अक्सिन (auxin) र साइटोकाइनेन (cytokinin) सन्तुलित रूपमा मिलाई राखेमा अत्यधिक कोष तथा तन्तुको विकास हुन्छ । यसलाई कालस भनिन्छ । यसरी वृद्धि भएको तन्तुहरूलाई टुक्रा पारी अर्को नयाँ माध्यममा सारिन्छ र वृद्धि गराइन्छ । उक्त कल्चर (culture) बाट काण्डहरू वृद्धि भएर आउन थालेपछि टुक्रा टुक्रा पारी छुट्याइन्छ । जरा आएपछि उक्त ससाना बिरुवाहरूलाई वृद्धि विकासका लागि हरित गृहमा राखी वृद्धि गराइन्छ ।

टिस्यु कल्चर विधि वनस्पति विज्ञान, फोरेस्ट्री र बागबानीमा व्यापक रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यसका उपयोगिताहरू निम्नानुसार छन् :

1. बिरुवाको मेरिस्टेम, काण्डको कल्चर गरी उही प्रकारका असङ्ख्य वनस्पतिहरू औद्योगिक रूपमा उमार्न सकिन्छ ।
2. लोप हुन लागेका वनस्पतिको संरक्षण गर्न सकिन्छ ।
3. निर्मलीकरण भएका ठिमाहा जातिको अत्यधिक सङ्ख्यामा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।

## सारांश

1. माउ बोटको हाँगाका जराहरू निकाली नयाँ बिरुवा तयार पार्ने विधिलाई लेयरिड भनिन्छ ।
2. लेयरिड विधि विभिन्न प्रकारका हुन्छन्, ती हुन् : साधारण लेयरिड, टिप लेयरिड, कम्पाउन्ड लेयरिड, स्टुल लेयरिड, एयर लेयरिड आदि ।
3. बोटको दुई भिन्दाभिन्दै भागहरू आपसमा गाँसेर नयाँ बिरुवा उत्पादन गर्ने तरिकालाई ग्राफिटिड भनिन्छ ।
4. ग्राफिटिडमा प्रयोग हुने माथिल्लो भागलाई सायन (scion) र तल्लो भागलाई स्टक (stock) भनिन्छ ।
5. ग्राफिटिड विभिन्न किसिमका हुन्छन् । ती हुन् : हिवप ग्राफिटिड, जिब्रे ग्राफिटिड, क्लेफ्ट ग्राफिटिड, आदि ।
6. बिरुवाका कोष तथा तन्तुहरूलाई प्रयोगशालामा तयार पारिएको कृत्रिम माध्यममा राखेर विषाणु रहित अवस्थामा थुप्रै बिरुवाहरू उमार्ने विधिलाई टिस्यु कल्चर भनिन्छ ।
7. बिरुवाको विभिन्न भागको कोष तथा तन्तुबाट कृत्रिम तरिकाबाट प्रजनन गराउँदा एउटै गुण भएका बिरुवाहरू उमार्न सकिन्छ ।
8. केरा, स्याउ, नास्पाती, आँप जस्ता राम्रा फल दिने बिरुवाहरूमा कृत्रिम प्रजनन गराई धेरै फलफुल उत्पादन गर्न सकिन्छ ।
9. लोप हुन लागेका वनस्पतिहरूको कृत्रिम प्रजनन गराई संरक्षण गर्न सकिन्छ ।
10. वन विज्ञान, बागबानी र कृषि क्षेत्रमा कृत्रिम प्रजननले महत्त्वपूर्ण स्थान ओगट्छ । यस विधिबाट धेरै खोज तथा अनुसन्धान गर्न मदत मिल्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. निमर्लीकरण गरिएको कृत्रिम माध्यम तयार पारी बिरुवाका कोष तन्तुको वृद्धि गरी थुप्रै बिरुवाहरू तयार पार्ने विधिलाई के भनिन्छ ?
  - (i) ग्राफिटिड
  - (ii) लेयरिड
  - (iii) टिस्यु कल्चर
  - (iv) बडिड
2. ग्राफिटिड विधिमा प्रयोग हुने माथिल्लो भागलाई के भनिन्छ ?
  - (i) स्टक
  - (ii) सायन
  - (iii) काण्ड
  - (iv) स्टक र सायन

3. माउ बोटमा भएका हाँगाहरूबाट जरा निकाली नयाँ बिरुवा तयार पारिने विधि कुन हो ?
  - (i) लेयरिड
  - (ii) कटिड
  - (iii) ग्राफिटड
  - (iv) बडिड
4. स्टकको हाँगा र सायनको हाँगा जोडी गरिने ग्राफिटडलाई के भनिन्छ ?
  - (i) इनचिड
  - (ii) जिब्रे ग्राफिटड
  - (iii) ह्विप ग्राफिटड
  - (iv) लेयरिड
5. बागबानीमा टिस्यु कल्चर किन आवश्यक छ ?
  - (i) स्वस्थ बिरुवाहरू तयार पारी धेरै फलफुल उत्पादन गर्न
  - (ii) राम्रा फल दिने बिरुवाको तन्तुबाट धेरै बेर्नाहरू तयार गर्न
  - (iii) धेरै बिरुवाहरू उर्मान
  - (iv) माथिका सबै

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

1. लेयरिड भनेको के हो ? यी कति प्रकारका हुन्छन्, लेख्नुहोस् ।
2. ग्राफिटड भनेको के हो ? यी कति प्रकारका हुन्छन् ?
3. सायन भनेको के हो ? सायन र स्टकको छनोट कसरी गरिन्छ, चित्रसहित वर्णन गर्नुहोस् ।
4. टिस्यु कल्चर केलाई भनिन्छ ? यस विधिको महत्त्वबारे लेख्नुहोस् ।
5. लेयरिड र ग्राफिटड विधिमा के फरक छ, लेख्नुहोस् ।
6. नेपालको सन्दर्भमा लेयरिड, कटिड, ग्राफिटड, टिस्यु कल्चर विधिमध्ये कुन विधि सजिलो र उपयोगी हुन्छ ? दुई ओटा कारणसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।
7. ग्राफिटड विधिमध्ये कुनै दुई विधिको चित्रसहित बयान गर्नुहोस् ।
8. कुन किसिमका वनस्पतिहरूको ग्राफिटड, लेयरिड र टिस्यु कल्चर विधिबाट प्रजनन गराइन्छ, लेख्नुहोस् ।
9. कृत्रिम प्रजननको महत्त्वबारे उल्लेख गर्नुहोस् ।

## परियोजना कार्य

तपाईंको विद्यालय नजिकै रहेको बागबानी, कृषिफार्म वा वन विज्ञान संस्थामा भ्रमण गर्नुहोस् । उक्त स्थानमा कृत्रिम प्रजनन सम्बन्धी अवलोकन तथा विशेषज्ञबाट जानकारी लिई छोटो प्रतिवेदन तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

साइटोकाइनिन : एक प्रकारको रसायन जसको माध्यममा काण्ड बन्छ ।

अक्सिन : एक प्रकारको रसायन, जसको माध्यममा जरा वृद्धि हुन्छ ।

IBA: एक प्रकारको वनस्पति हर्मोन (Indole-3-butyric acid)

भ्याउ : एक प्रकारको रूख विशेषमा पाइने वनस्पति हर्मोन (मस)



## एकाइ 19 वंशाणुक्रम (Heredity)

हाम्रा वरिपरि धेरै किसिमका जनावर तथा वनस्पतिहरू पाइन्छन् । यिनीहरूमा पाइने गुणहरू पनि फरक फरक हुन्छन् । जीवहरू हेर्दा उस्तै देखिए पनि एक आपसमा केही न केही गुणहरू फरक हुन्छन् । यसरी जीवहरू एक आपसमा के कारणले फरक फरक भएका होलान् ? आज भोलि पाइने जीवका पुर्खाहरू अहिलेका सन्ततिहरू जस्तै थिए वा फरक थिए होलान्, एक छिन्न विचार गरौं ।

प्रत्येक जीवको कोषमा हुने क्रोमोजोमले बोक्ने वंशाणु (gene) मा जीवहरूको गुण तथा लक्षण निर्भर हुन्छ । वंशाणुले गुणहरू बोक्ने भएकाले यसले माता पितामा भएका गुण तथा लक्षणहरू सन्ततिहरूमा सार्दै जान्छ । यसरी माता पिताबाट आफ्ना सन्ततिहरूमा सर्न सक्ने लक्षणलाई वंशाणुगत गुण भनिन्छ । तपाईंले आफ्नो परिवारका सम्पूर्ण सदस्यहरूमा पाइने गुणहरूको अध्ययन तथा अवलोकन गर्नुभएको छ ?

वातावरण परिवर्तन हुँदै जाँदा जीवहरूका गुणहरूमा पनि बिस्तारै परिवर्तन हुँदै जान्छ । सन्ततिहरू बाबु आमाभन्दा फरक हुँदै जान्छन् । कहिलेकाहीं सजीवहरूमा एककासि नयाँ गुणहरू पनि देखा पर्छन् । यस एकाइमा वंशानुगत गुणहरू सम्बन्धी मेन्डल (Mendel) का नियमहरू, परिवृत्ति र उत्परिवर्तनका बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।

### मेन्डलको प्रयोग (Mendel's experiment)

वंशानुगत लक्षणहरू सन्तानहरूमा सार्दै जाने केही प्राकृतिक नियमहरू छन् । यी नियमहरूका बारेमा सबैभन्दा पहिले अध्ययन गर्ने वैज्ञानिक अस्ट्रियाका ग्रेगोर जोहान मेन्डल (Gregor Johann Mendel) हुन् । उनलाई जेनेटिक्सका पिता (father of genetics) भनिन्छ । मेन्डलले आफ्नो बगैँचामा उमारिएको केराउको बिरुवामा (pisum sativum) प्रयोग गरेका थिए । उनले केराउको बोटमा प्रयोग गर्दा सात ओटा विभिन्न लक्षणहरूलाई आधार लिएका थिए । ती हुन् :

1. बिरुवाको उचाइ : अग्लो र होचो
2. फुलको स्थान : काप र टुप्पो
3. कोसाको रङ : हरियो र पहेँलो
4. कोसाको आकार : पोटिलो र खुम्चिएको
5. बिउको आकार : गोलो र चाउरिएको
6. फुलको रङ : खैरो र सेतो
7. बिउको रङ : पहेँलो र हरियो

मेन्डलले प्रयोगका लागि केराउको बोट छान्नुका कारणहरू यस प्रकार छन् :

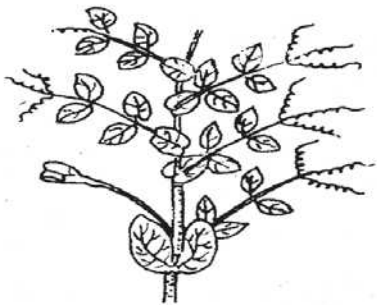
1. केराउको फुल बन्द र उभयलिङ्गी (bisexual) भएकाले प्राकृतिक रूपले नै प्रजनन हुन सक्छ ।

2. यसमा आवश्यकताअनुसार पर प्रजनन (cross pollination) गराउन सकिन्छ ।
3. यसको जीवन चक्र छोटो भएकाले छिटो छिटो नतिजा लिन सकिन्छ ।
4. यसमा थुप्रै जोडा फरक फरक गुणहरू (contrasting characters) हुन्छन्, जस्तै : अग्लो होचो, पोटिलो चाउरिएको आदि ।
5. यिनीहरूलाई उमान (cultivate) सजिलो हुन्छ ।

मेन्डलले केराउको बोटमा पाइने सात जोडा गुणहरू शुद्ध (pure) र ठिमाहा (hybrid) का बारेमा छुट्टाछुट्टै अध्ययन गरे । उनले प्रत्येक वंशजको गुणअनुसार वर्गीकरण पनि गरे । मेन्डलले जीवहरूका सन्तानहरूमा वंशाणुगत गुणहरू कसरी सँदै जान्छन् भनी थाहा पाउन केराउका अग्ला र होचा बिरुवाहरू छानी परपरागसेचन (cross pollination) गराए । यस परागसेचनबाट प्राप्त भएको बिउबाट बिरुवा उमारियो, जसलाई पहिलो वंश (first filial generation) अथवा  $F_1$  भनियो । यसरी पहिलो वंशमा प्राप्त बिरुवाहरू अग्ला र होचा नभई सबै अग्ला मात्र भएको पाइयो । यसरी नै उनले बाँकी 6 ओटा जोडा गुणहरूको पनि छुट्टाछुट्टै रूपमा परागसेचन गराई अध्ययन गरे तर पहिलो वंशमा एउटै मात्र लक्षण पाए । फरक जोडा गुणहरूलाई आपसमा परागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा प्राप्त हुने गुणलाई मेन्डलले प्रबल गुण (dominant character) नाम दिए भने जुन गुण लुकेर बस्छ, त्यसलाई लुप्त गुण (recessive character) नाम दिए ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

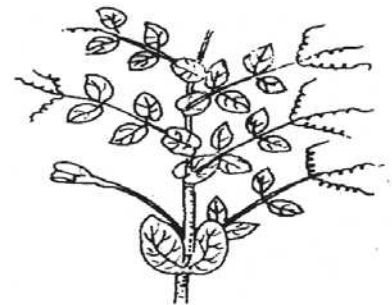
एउटा मात्र फरक गुण भएका बिरुवाहरूबिच परागसेचन गराउने प्रक्रियालाई मोनोहाइब्रिड क्रस (monohybrid cross) भनिन्छ, जस्तै : अग्लो र होचो ।



शुद्ध अग्लो



शुद्ध होचो



ठिमाहा अग्लो

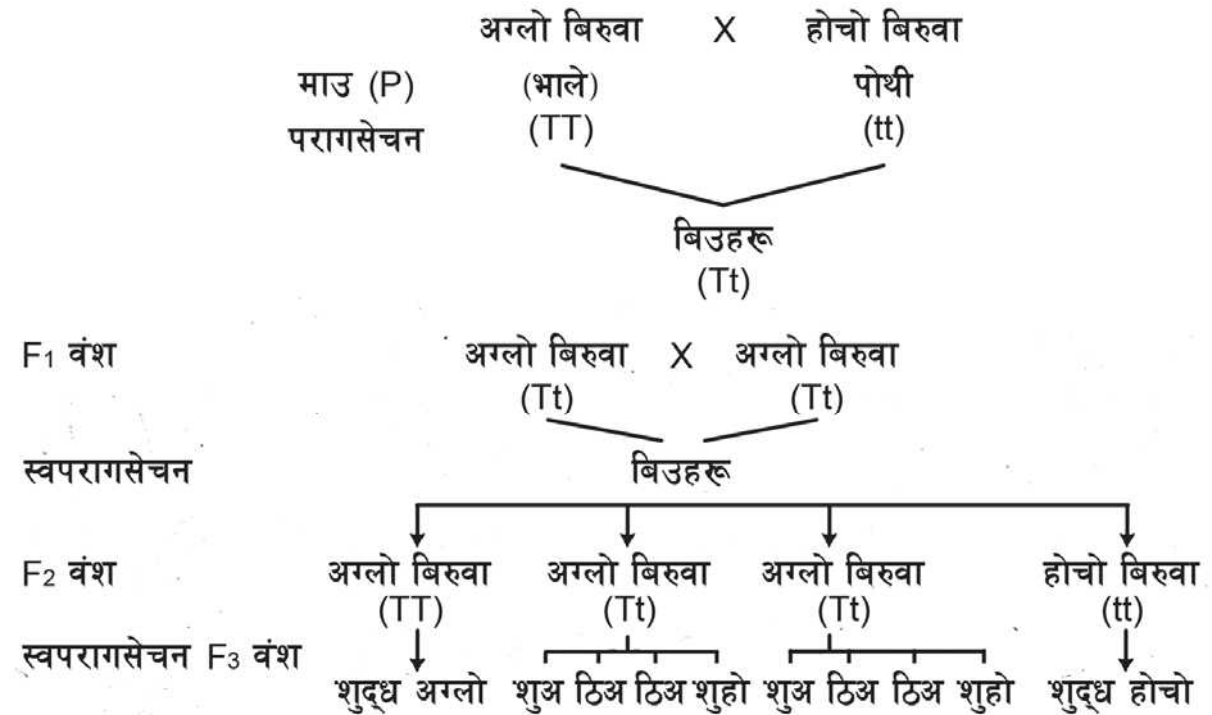
चित्र 19.1

मेन्डलले पहिलो वंशमा प्राप्त ठिमाहा अग्ला बिरुवाहरूबिचमा स्वसेचन (self pollination) गराए र दोस्रो वंशका बिरुवाहरू अवलोकन गर्दा अग्ला र होचा दुवै गुण भएका केराउका बोटहरू देखा परे । जसमा 75% अग्ला केराउको बोट पाए भने 25% होचा केराउको बोट पाए । अर्थात् अग्लो र होचो गुणको अनुपात 3:1 पाए । फेरि दोस्रो वंशमा प्राप्त केराउको बोटलाई स्वसेचन (self pollination) गराउँदा शुद्ध अग्लो केराउको बोटबाट अग्लो केराउ पाए । ठिमाहा अग्लो बिरुवालाई परसेचन गराउँदा 1/3 शुद्ध अग्लो, 2/3 ठिमाहा अग्लो र 1/3 शुद्ध होचो पाए । जसमा अग्लो र होचो अनुपात 3:1 थियो र शुद्ध होचो केराउको बोटबाट होचो केराउ पाए ।

मेन्डेलले यस प्रयोगबाट पाएका नतिजाहरू निम्नानुसार थिए :

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

मेन्डलले सबै सात जोडा गुणहरूको यही प्रक्रियाबाट प्रयोग र अवलोकन गर्दा उस्तै प्रकारको परिणाम पाए । मेन्डलको मोनोहाइब्रिड क्रसमा फिनोटाइप अनुपात 3:1 र जिनोटाइप अनुपात 1:2:1 थियो ।



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

चित्र 19.2

### मेन्डलका नियमहरू (Mendel's law)

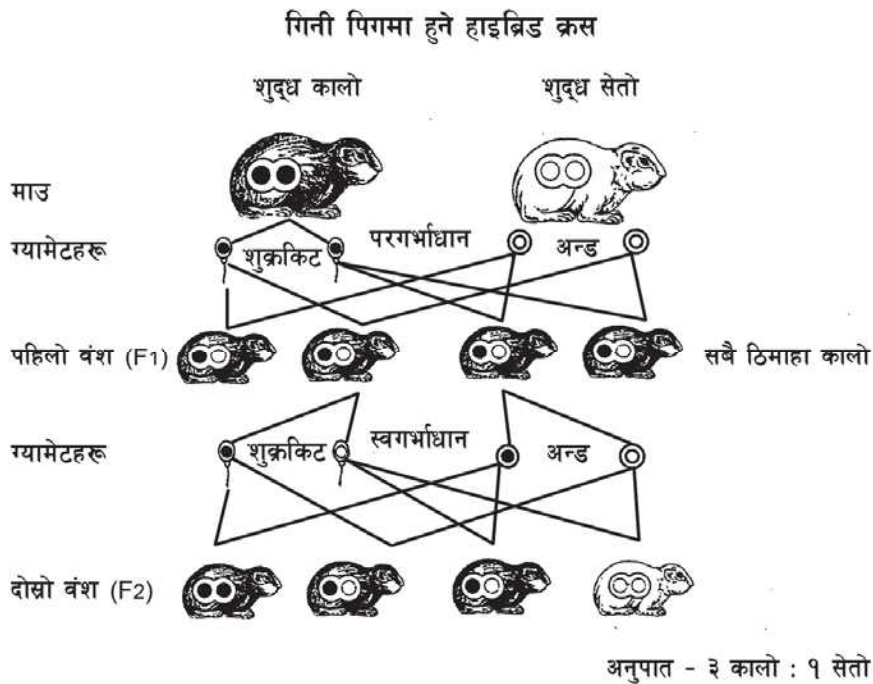
ग्रेगोर जोहान मेन्डलले विभिन्न गुण भएका केराउको बिरुवाहरू रोपेर तिनबाट आएको नतिजाबाट निम्न लिखित नियमहरू प्रतिपादन गरे :

1. प्रबलताको नियम (Law of dominance)
2. लैङ्गिक शुद्धताको नियम (Law of purity of gametes)
3. स्वतन्त्र गुण प्रसारणको नियम (Law of independent assortment)

मेन्डलका तिन ओटा नियममध्ये पहिलो र दोस्रो नियमबारे यहाँ वर्णन गरिएको छ :

### प्रबलताको नियम (Law of dominance)

एक जोडा फरक शुद्ध गुण भएका जीवहरूको परप्रजनन गराउँदा पहिलो वंशमा कुनै एउटा मात्र गुण देखा पर्नुलाई नै प्रबलताको नियम भनिन्छ । मेन्डलको केराउको बिउको प्रयोगमा कुनै गुण बढी प्रबल भई प्रत्यक्ष रूपमा देखा परेको पाइयो भने कुनै गुण दबिएर रहेको पाइयो । यसरी प्रत्यक्ष रूपमा देखा पर्ने गुणलाई प्रबल गुण र देखिएर नरहने गुणलाई लुप्त गुण भनियो । चित्र 19.2 मा उल्लेख भएअनुसार केराउका अग्ला र होचा बिरुवालाई परप्रजनन गराउँदा पहिलो वंशमा सबै अग्ला बिरुवा अर्थात् सबै प्रबल गुण भएका बिरुवा प्राप्त भए ।



चित्र 19.3

मेन्डलको प्रबलताको नियम केराउको बोटमा जस्तै गरी जनावरहरूमा पनि उतिकै प्रयोगमा आएको देखिन्छ । यसका लागि गिनी पिग (guinea pig) लाई लिन सकिन्छ किनभने यिनीहरूलाई हेरचाह गर्न सजिलो हुन्छ । जीवन चक्र छोटो हुने भएकाले धेरै वंशहरूको अध्ययन गर्न सकिन्छ । यिनीहरूले वंशाणुगत भिन्नताका फरक फरक गुणहरू देखाउन सक्छन् ।

यस प्रयोगमा कालो रङको गिनी पिग (BB) र सेतो रङको गिनी पिग (bb) लाई आपसमा क्रस गराउँदा पहिलो वंशमा (F1) ठिमाहा कालो गिनी पिग मात्र जन्मन्छन् । यहाँ कालो रङ प्रबल गुण र सेतो गुण लुप्त गुण हुन्छ । यसैगरी पहिलो वंशको ठिमाहा कालो गिनी पिगहरूबिच गर्भाधान गराउँदा दोस्रो वंशमा कालो र सेतो गिनी पिगको अनुपात 3:1 हुन्छ । दोस्रो वंशको गिनी पिगको वंशाणु (gene) को बोट अध्ययन गर्ने हो भने 25% शुद्ध कालो, 50% ठिमाहा कालो र 25% शुद्ध सेतो पाइन्छ । यसमा जिनोटाइपको अनुपात 1:2:1 हुन्छ ।

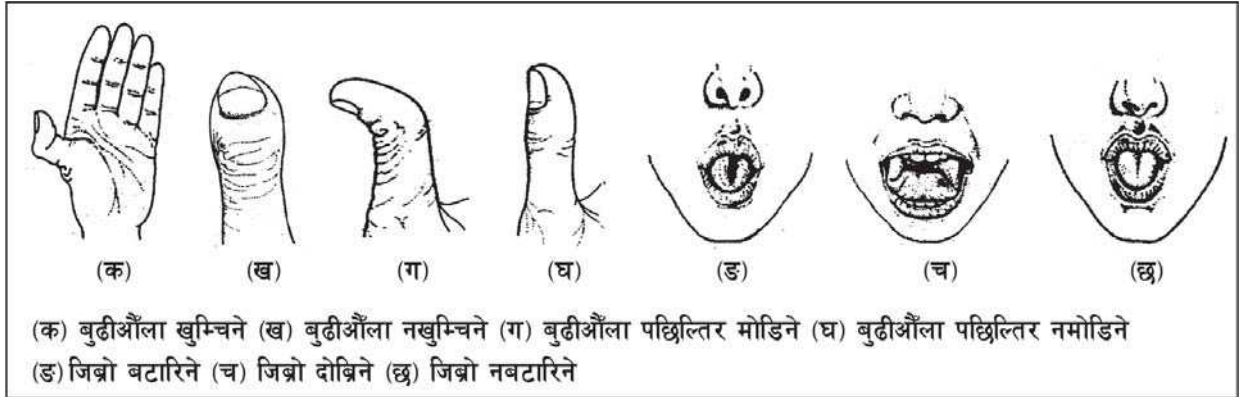
## मानिसमा देखिने केही वंशाणुगत गुणहरू (Genetic characteristics in human beings)

मानिसमा थुप्रै किसिमका प्रबल र लुप्त गुणहरू पाइन्छन् । तीमध्ये केही गुणहरू यस प्रकार छन् :

प्रबल गुण (Dominant character)

लुप्त गुण (Recessive character)

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. बुढीऔँला पछाडि नमोडिने  | बुढीऔँला पछाडि मोडिने     |
| 2. जिब्रो दोब्रिने/बटारिने | जिब्रो नदोब्रिने/नबटारिने |
| 3. गालामा खाल्टो पर्ने     | गालामा खाल्टो नपर्ने      |
| 4. कानको लोती नजोडिने      | कानको लोती जोडिने         |
| 5. घुम्रिएको कपाल          | नघुम्रिएको कपाल           |
| 6. बुढीऔँला खुम्चिने       | बुढीऔँला नखुम्चिने        |



चित्र 19.4

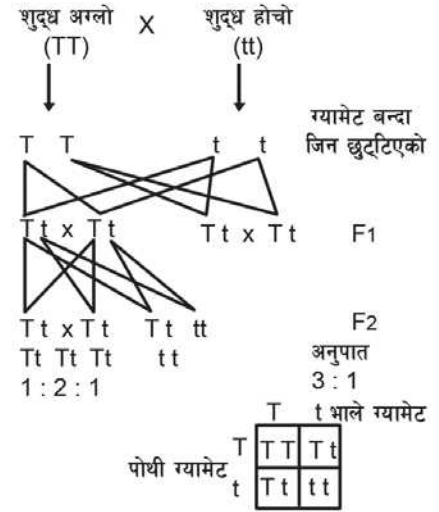
### क्रियाकलाप 19.1

प्रबल र लुप्त गुणहरूको अवलोकन (Observation of dominant and recessive character)

1. कक्षाका साथीहरू मिलेर 5 ओटा समूह बनाउनुहोस् ।
2. प्रत्येक समूहमा टोली नेता चयन गर्नुहोस् ।
3. शिक्षकद्वारा तयार गरिएको प्रबल र लुप्त गुणको तालिका प्रत्येकले लिनुहोस् ।
4. कक्षाका प्रत्येक साथीमा पाइने प्रबल र लुप्त गुण अवलोकन गरी तालिकामा भर्नुहोस् ।
5. एक आपसमा छलफल गरी टोली नेताद्वारा कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
6. शिक्षकसँग छलफल गरी निष्कर्षमा पुग्नुहोस् ।

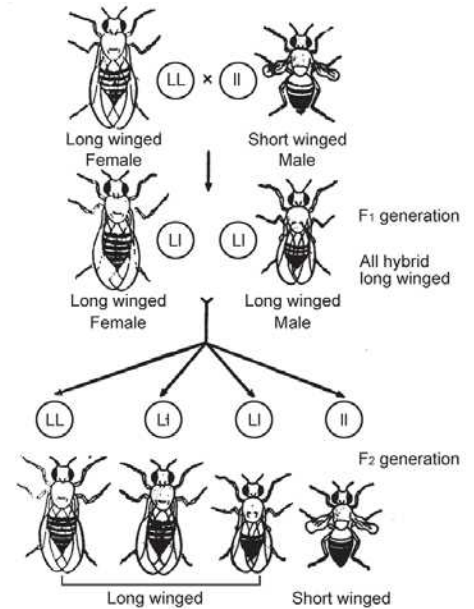
## लैङ्गिक शुद्धताको नियम (Law of purity of gametes)

पहिलो वंशको ठिमाहामा दुई फरक गुणहरू सँगै रहे तापनि आआफ्नै मौलिकता नगुमाई शुद्ध नै रहेका हुन्छन् । जब कोषमा मिओसिस कोष विभाजन हुन्छ र ग्यामेट बन्छ, तब जोडामा रहेका ती गुणहरूबाहेक जिनहरू छुट्टिन्छन् र एउटा ग्यामेटमा एउटा गुण र अर्को ग्यामेटमा अर्को गुण हुन्छ । यस नियमलाई लैङ्गिक शुद्धताको नियम भनिन्छ । उदाहरणका लागि मेन्डेलको मोनोहाइब्रिड क्रसको प्रयोगमा अग्लो र होचो केराउको बिरुवालाई परप्रजनन गराउँदा पहिलो वंशमा प्राप्त हुने ठिमाहा अग्लो देखापर्छ किनभने बिरुवाहरू शुद्ध अग्ला वा शुद्ध होचा नभई ठिमाहा अग्ला हुन्छन् । बाहिरबाट हेर्दा मात्र अग्ला देखिन्छन् । होचो गुण लुप्त भएकाले यस वंशमा देखा परेनन् । यी ठिमाहा अग्ला केराउको बिरुवाहरूमा स्वप्रजनन गराउँदा दोस्रो वंशमा अग्ला होचा केराउका बिरुवाहरू 3:1 को अनुपातमा देखा पर्छन् ।



चित्र 19.5

शुद्ध अग्ला, ठिमाहा अग्ला र शुद्ध होचा बिरुवाहरू क्रमशः 1:2:1 को अनुपातमा प्राप्त हुन्छन् । जस्तै : चित्रमा देखाएअनुसार तिन किसिमका गुणहरू देखा पर्छन् । शुद्ध अग्लो (TT), ठिमाहा अग्ला (Tt) र शुद्ध होचा (tt) हुन्छन् । जीवहरूको बाहिरी रूप वा बाहिरबाट देखिने गुणलाई फिनोटाइप (phenotype) भनिन्छ भने कुनै पनि जीवको जिनले बोकेको गुणलाई जिनोटाइप (genotype) भनिन्छ । उदाहरणका लागि शुद्ध अग्ला र ठिमाहा अग्ला बिरुवाहरूको फिनोटाइप एउटै (अग्लो) हुन्छ भने तिनीहरूको जिनोटाइप फरक फरक (क्रमशः TT र Tt) हुन्छ । ठिमाहा बिरुवाहरूको बाहिरी रूप अग्लो हुन्छ तर जिनको बनावटमा अग्ला र होचा गुणहरू (Tt) मिसिएका हुन्छन् । शुद्ध र ठिमाहा छुट्याउनका लागि तिनीहरूको स्वसेचन गराउनुपर्छ ।



चित्र 19.6

टी. एच. मॉर्गन (T H Morgan) ले यो नियम ड्रोसोफिला नामक एक प्रकारको भिँगा प्रयोग गरेका थिए । उनले लामो पखेटा र छोटो पखेटा भएको ड्रोसोफिलाको मोनोहाइब्रिड क्रस गराउँदा पहिलो वंशमा सबै लामो पखेटा भएको ड्रोसोफिला प्राप्त भए । उक्त पहिलो वंशमा प्राप्त ठिमाहा लामो पखेटा भएको ड्रोसोफिलालाई स्वप्रजनन गराउँदा दोस्रो वंशमा लामो पखेटा, छोटो पखेटा र ठिमाहा लामो पखेटा भएको भिँगा पाएका थिए ।

## परिवृत्ति (Variation )

तपाईंले कक्षामा आफ्ना सबै साथीहरूको अवलोकन गर्दा सबैको एउटै उचाइ पाउनुहुन्छ ? कक्षाका साथीहरू कोही अग्ला, कोही होचा, कोही मोटा अनि कोही दुब्ला हुन्छन् । सबै जना केही न केही गुणहरूमा एक अर्कामा फरक हुन्छन् । एउटै आमाबाबुबाट जन्मेका सन्ततिहरू पनि दुरुस्त उस्तै हुँदैनन् । उनीहरूको छालाको रङ, शारीरिक बनावट आदि गुणहरू फरक भएकै हुन्छन् । यस प्रकार हरेक व्यक्ति वा सन्ततिहरूमा हुने आआफ्नै भिन्नताले गर्दा तिनीहरू एक अर्कामा फरक देखिन्छन् । यसलाई परिवृत्ति भनिन्छ ।

परिवृत्ति खास गरी दुई किसिमका हुन्छन् :

1. वंशाणुगत परिवृत्ति (heredity variation)
2. वातावरणीय परिवृत्ति (environmental variation)

**वंशाणुगत परिवृत्ति (heredity variation):** मैथुनिक प्रजननबाट उत्पन्न भएका सजीवहरू एक अर्कामा फरक देखिन्छन् । तिनीहरू दुरुस्त एकै किसिमका हुँदैनन् । तिनीहरूमा पाइने वंशाणुको बनोट र कार्यको फरकले गर्दा फरकपना आउँछ । यसरी जीवहरूमा भिन्नता ल्याउन मिओसिस कोष विभाजन हुँदा मातृकोषमा भएको क्रोमोजोमले भूमिका खेलेको हुन्छ । अकोतर्फ जीवहरूको पैतृक गुणको आधारमा पनि फरक हुन्छन् । वंशाणुले गुणहरू सन्ततिहरूमा सारेर लैजाने भएकाले यसलाई वंशाणुगत परिवृत्ति भनिन्छ ।

**वातावरणीय परिवृत्ति (environmental variation):** जीवहरूमा आफू वरिपरि भएको वातावरणले प्रत्यक्ष असर पारिरहेको हुन्छ । एउटै आमाबाबुका सन्तानहरू फरक फरक वातावरणमा हुँदा उनीहरूको बाहिरी रूपमा फरकपना आउँछ । यी जीवहरू वंशाणुगत रूपले (genotypically) एउटै भए पनि वातावरणको असरले बाहिरी रूपमा भिन्नता हुन्छ, यसलाई वातावरणीय परिवृत्ति भनिन्छ ।

माथि उल्लिखित दुवै किसिमका परिवृत्तिहरू निरन्तर (continious) वा अकस्मात् (discontinious) हुने गर्छन् । निरन्तर परिवृत्ति एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सदैँ जान्छ भने अकस्मात् परिवृत्ति एउटा वंशबाट अर्को वंशमा सदैँन । यसरी पूर्वजबाट सरेर नआएको तर पछि एक्कासि जीवहरूमा विकास भएको गुणलाई उत्परिवर्तन (mutation) भनिन्छ । उत्परिवर्तनको अवधारणा डच जीवशास्त्री ह्युगो डि भेरिजले (Hugo De Varies) दिएका हुन् । मानिसको एउटा हातमा 6 ओटा औंलाहरू हुनु, गाइको छ ओटा खुट्टा हुनु यसका उदाहरणहरू हुन् ।

### उत्परिवर्तन हुने कारणहरू

परावैजनी किरण, एक्स रे, गामा रे जस्ता हानिकारक विकिरणहरू एवम् विभिन्न किसिमका रसायनहरूको असरले गर्दा उत्परिवर्तन हुन्छ । परिवृत्ति र उत्परिवर्तनलाई निम्नानुसार देखाउन सकिन्छ :

परिवृत्ति (variation)	उत्परिवर्तन (mutation)
1. जीवहरूमा केही न केही गुणमा फरक हुनुलाई परिवृत्ति भनिन्छ ।	1. जीवहरूमा अकस्मात् नयाँ गुणहरू देखा पर्नुलाई उत्परिवर्तन भनिन्छ ।
2. यस किसिमको परिवृत्तिलाई निरन्तर परिवृत्ति भनिन्छ ।	2. यस किसिमको परिवृत्तिलाई अनिरन्तर परिवृत्ति भनिन्छ ।
3. यो वंश वंशमा देखापर्छ ।	3. यो पुर्खाबाट नआएको तर कुनै वंशमा अर्पभट देखा पर्छ ।
4. यसलाई वातावरण, मिओसिस कोषमा हुने क्रसिड ओभर, खाना बासस्थानले असर पर्छ, जस्तै : मानिसको उचाइ फरक फरक हुनु, छालाको रङ, केश आदिमा फरकपन देखिनु ।	4. परावैजनी किरण, एक्स रे, गामा रे जस्ता हानिकारक विकिरणहरू एवम् विभिन्न किसिमका रसायनहरूको असरले गर्दा उत्परिवर्तन हुन्छ । जस्तै : एउटा हातमा 6 ओटा औंलाहरू हुनु, (अपाङ्ग) आँखा, हात वा अन्य कुनै अङ्ग नभएको जीव हुनु आदि ।

## सारांश

1. बाबु आमाबाट सन्ततिहरूमा सरेर जाने लक्षणहरूलाई वंशाणुगत गुण (hereditary character) भनिन्छ । जीवहरूका आकार प्रकार, रङ आदिमा विभिन्नता हुनु तिनमा भएको वंशाणुले (gene) ले गर्दा हो ।
2. वंशाणुगत गुणहरूको नियम र परिवृत्तिबारे अध्ययन गर्ने विषयलाई जेनेटिक्स (Genetics) भनिन्छ ।
3. वंशाणुगत गुणहरू सन्तानमा सरेर जाने नियमको प्रयोग मेन्डलले केराउको बिरुवामा गरेका थिए । मेन्डलले प्रतिपादन गरेका नियमहरूमा प्रबलताको नियम, लैङ्गिक शुद्धताको नियम र स्वतन्त्र गुण प्रसारणको नियम पर्छन् ।
4. मेन्डलले अग्ला र होचा बिरुवामा गरेको प्रयोगबाट निस्केको पहिलो वंशको नतिजामा सबै बिरुवा अग्ला थिए । यसलाई F1 वंश भनिन्छ ।
5. पहिलो वंशमा सन्तानमा देखिने बाबु आमाको गुणलाई प्रबल गुण र देखा नपरेको गुणलाई लुप्त गुण भनिन्छ ।
6. जीवहरूको बाहिरबाट देखिने गुणलाई फिनोटाइप भनिन्छ भने वंशाणुले बोकेको गुणलाई जिनोटाइप भनिन्छ ।
7. हरेक व्यक्ति वा सन्ततिपिच्छे देखिने फरकपन नै परिवृत्ति हो ।
8. कुनै वंशमा देखिएको आकस्मिक परिवर्तनलाई उत्परिवर्तन भनिन्छ ।



## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नको सही उत्तरमा (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. पहिलो वंशमा देखापर्ने गुणलाई के भनिन्छ?
  - (i) प्रबल गुण
  - (ii) लुप्त गुण
  - (iii) वंशाणुगत गुण
  - (iv) माथिका सबै
2. मेन्डलले किन आफ्नो प्रयोगको लागि केराउको बिरुवा छानेका थिए ?
  - (i) केराउमा थुप्रै जोडी फरक जोडी गुणहरू हुने भएकाले
  - (ii) स्वप्रजनन र परप्रजनन गर्न सजिलो भएकाले
  - (iii) जीवन चक्र छोटो भएकाले
  - (iv) माथिका सबै
3. मोनोहाइब्रिड क्रसको फिनोटाइप अनुपात कति हुन्छ ?
  - (i) 3:1
  - (ii) 2:1
  - (iii) 1:2:1
  - (iv) 9:3:3:1
4. उत्परिवर्तन कस्तो प्रकारको परिवृत्ति हो ?
  - (i) नियमित परिवृत्ति
  - (ii) अनियमित परिवृत्ति
  - (iii) वंशाणुगत परिवृत्ति
  - (iv) वातावरणीय परिवृत्ति
5. मेन्डलको प्रयोग गिनी पिगमा पनि किन गर्न सकिएको हो ?
  - (i) गिनी पिगले वंशानुगत भिन्नताका फरक फरक गुणहरू देखाउन सक्ने भएकाले
  - (ii) यसको जीवन चक्र छोटो भएकाले
  - (iii) यसलाई क्रस गराउन सजिलो भएकाले
  - (iv) माथिका सबै

(ख) तल दिइएका प्रश्नको उत्तर लेख्नुहोस् :

1. जेनेटिक्स भनेको के हो ?
2. मेन्डलले आफ्नो प्रयोगका लागि केराउकै बिरुवा छान्नुका कारणहरू के के हुन्, लेख्नुहोस् ।

3. मेन्डेलको प्रयोग बिरुवामा मात्र नभएर जनावरहरूमा पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ भन्ने तथ्यलाई दुई ओटा कारणहरूसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।
4. मोनोहाइब्रिड क्रस भनेको हो ? शुद्ध अग्लो केराउ र शुद्ध होचो केराउको बोटलाई परप्रजनन अनि स्वप्रजनन गराउँदा पहिलो र दोस्रो वंशमा पाउने परिमाणको फिलियल चार्टद्वारा देखाउनुहोस् ।
5. मेन्डलको नियमहरू उल्लेख गर्दै प्रबलताको नियमको व्याख्या गर्नुहोस् ।
6. परिवृत्ति भनेको के हो ? यो कति प्रकारको हुन्छ, उदाहरणसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।
7. उत्परिवर्तन र परिवृत्तिबिच फरक लेख्नुहोस् ।
8. एउटा कालो कुकुर र अर्को खैरो कुकुरबिच गर्भाधान भई सन्तानोत्पादन भएछ र पहिलो वंशमा सबै सन्तानहरू काला जन्मेछन् । किन खैरा कुकुर देखा परेनन् होला ?
9. रातो फुल फुल्ने र सेतो फुल फुल्ने केराउबिच प्रजनन गराउँदा आउने परिणाम तलको तालिकामा देखाइएको छ । त्यो तालिकाको आधारमा तलका प्रश्नको उत्तर दिनुहोस् ।

(i) कुन चाहिँ वंशमा यो परिणाम देखा पर्छ ?

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

(iii) कुन चाहिँ शुद्ध रातो फुल फुल्ने बिरुवा हो ?

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

### परियोजना कार्य

उचाइ, छालाको रङ, आँखाको रङ, कपालको स्वरूप आदि जस्ता वंशानुगत गुणहरूका बारेमा आफ्नो परिवारको तिन पुस्तासम्मको अध्ययन गरी प्रबल तथा लुप्त गुणहरूको चार्ट बनाउनुहोस् र कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

ड्रोसोफिला : एक प्रकारको भिँगा

ठिमाहा : दुई फरक गुण भएका जातिलाई क्रस गराउँदा प्राप्त भएको सन्तति

मिओसिस : ग्यामेटहरू बन्ने क्रममा रिडक्सन प्रक्रियाद्वारा मातृकोषमा रहेको क्रोमोजोमको सङ्ख्या आधा आधा भई नयाँ सन्तति कोष बन्ने प्रक्रिया

## एकाइ 20 वातावरणीय प्रदूषण र व्यवस्थापन (Environmental Pollution and Management)

मानवलागत सबै जीव जगत्लाई जीवन बिताउन कठिनाइ उत्पन्न गराउने एक समस्या वातावरणीय प्रदूषण हो । यसले गर्दा वातावरणका विभिन्न तत्वहरू हावा, पानी, माटो आदिमा ह्रास ल्याई पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन गराउँछ । फलस्वरूप विभिन्न जीवहरूमा नकारात्मक असर पर्छ । वायु प्रदूषण हुँदा वायुबाट विभिन्न रोगहरू सर्नु, जल प्रदूषण हुँदा जलबाट सर्ने रोगहरू सर्नु र माटो प्रदूषित हुँदा माटाबाट रोगहरू सर्नु आदि वातावरण प्रदूषणका नकारात्मक असरहरू हुन् । वातावरण प्रदूषित हुने दर तीव्र छ । यो क्रम जारी रहँदा निकट भविष्यमा पृथ्वीको वायु मण्डलमा कार्बन डाइअक्साइडको मात्रा बढी तापको मात्रामा वृद्धि हुन्छ । जसले गर्दा सम्पूर्ण सजीव जगत्मा प्रत्यक्ष प्रभाव पर्छ । यस पाठमा हामी वायु प्रदूषण, पानी प्रदूषण र माटो प्रदूषणको कारण, असर र न्यूनीकरण गर्ने उपायहरू तथा वन जङ्गल र पानीको संरक्षण तथा यिनीहरूको व्यवस्थापन गर्ने उपायहरू सम्बन्धी कुराहरू अध्ययन गर्ने छौं ।

### वायु प्रदूषण (Air pollution)

हरेक सजीव प्राणीहरूलाई श्वास प्रश्वास प्रक्रियाका लागि स्वच्छ वायु आवश्यक पर्छ । वायु मण्डलमा रहेको यस्तो स्वच्छ वायुमा सामान्य तथा अनावश्यक बाहिरी वस्तुहरू मिसिई हावाको मौलिक संरचनामा परिवर्तन आउनुलाई नै वायु प्रदूषण भनिन्छ । उत्पादनका आधारमा वायु प्रदूषकलाई प्राथमिक र द्वितीय गरी दुई भागमा बाँडिन्छ । स्रोतबाट निस्कने बिल्टिकै वायु मण्डलमा प्रवेश गरी प्रदूषकको भूमिका खेल्ने प्राथमिक प्रदूषक हुन् । यस्तो प्रदूषकको प्रमुख स्रोत जैविक इन्धनको जलन नै हो । यसरी जलन हुँदा उत्सर्जन हुने मसिना कण, खस्रा कण, गन्ध, नाइट्रोजन, अक्सिजनको यौगिक, हेलोजन समूहका पदार्थहरू, रेडियोधर्मी विकिरण पदार्थहरूले वायु प्रदूषित बनाउँछन् । वातावरणमा दुई वा दुईभन्दा बढी प्राथमिक प्रदूषकको साधारण प्रतिक्रियाद्वारा उत्पन्न भएका प्रदूषकहरू द्वितीय प्रदूषकहरू छन् । द्वितीय प्रदूषकले अप्रत्यक्ष रूपमा वायु मण्डल प्रदूषण गराउँछन् । फर्मेल्डहाइड, पेरोक्याइल, एसिटालाइल नाइट्रेट आदि यसका स्रोतहरू हुन् ।

विभिन्न प्रकृतिका उद्योग धन्दा र कल कारखानाबाट निस्कने धुलो, धुँवा, निर्माण कार्यबाट निस्कने धुलो, जैविक पदार्थको जलन, कुहिएको वस्तुबाट निस्कने दुर्गन्ध, यातायातका साधनबाट निस्कने धुँवा, घरायसी क्रियाकलापबाट निस्कने धुलो, धुँवा आदि वायु प्रदूषणका कारणहरू हुन् ।

### वायु प्रदूषणका स्रोतहरू (Sources of air pollution)

वायु प्रदूषणका स्रोतहरूलाई निम्नानुसार मुख्य दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ :

1. प्राकृतिक स्रोतहरू (Natural sources): प्राकृतिकबाट स्वतः निस्कने वा उत्पन्न हुने स्रोतहरूलाई प्राकृतिक स्रोतहरू भनिन्छ, जस्तै : ज्वालामुखी विस्फोटन, वन आगलागी, माटाको क्षयीकरण, बिरुवाद्वारा उत्सर्जित वाफ आदि ।
2. कृत्रिम स्रोतहरू (Artificial sources): प्राकृतिकमा स्वतः नभई कृत्रिम रूपमा वा मानवद्वारा उत्पन्न गराइएका वायु प्रदूषकहरूलाई कृत्रिम स्रोतहरू भनिन्छ, जस्तै : CO, CO<sub>2</sub> NO, NO<sub>2</sub>,

SO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) आदि । जलाउँदा निस्कने फोहोर, औद्योगिक क्षेत्र तथा कल कारखानाबाट निस्कने फोहोर, आणविक परीक्षणबाट निस्कने फोहोर, गाडीहरूबाट निस्कने फोहोर, कृषिजन्य फोहोर वायु प्रदूषणका कृत्रिम स्रोतहरू हुन् ।

### वायु प्रदूषणका असरहरू (Effects of air pollution)

वायु प्रदूषणले अल्पकालीन वा दीर्घकालीन रूपमा मानिसको स्वास्थ्य, स्थानीय वातावरण, पारिस्थितिक प्रणाली, हावापानीमा प्रतिकूल प्रभाव पारेको हुन्छ । वायु प्रदूषणका कारणबाट पर्ने प्रतिकूल प्रभावहरू निम्नानुसार छन् :

**दृश्यावलोकनमा बाधा (Reduction in visibility):** स्थानीय वायु मण्डलमा विभिन्न प्रकारका प्रदूषणहरू मिसिनाले वायु मण्डल धमिलो हुन्छ । यसले गर्दा टाढा टाढा देख्न सकिँदैन । हिउँदमा हुस्सु लाग्ने र चैत्र वैशाखतिर तुँवालो लाग्ने हुनाले एक ठाउँबाट अर्को नजिकका वस्तुहरू देखिँदैनन् । फलतः दृश्यावलोकनमा प्रभाव पर्नुका साथै मोटर गाडीलगायत हवाई जहाजहरू पनि दुर्घटनामा पर्ने गर्छन् ।

**पृथ्वीको सतहमा सौर्य विकिरणमा कमी (Reduction in solar radiation):** वायु प्रदूषणका कारण सौर्य विकिरणलाई प्रदूषकहरूले आफूमा लिने काम गर्छन् वा यता उता तितरबितर गराउँछन् । यसले गर्दा पृथ्वीको सतहमा सौर्य विकिरणको कमी हुन आउँछ । साथै वायु मण्डलको तापक्रममा वृद्धि हुँदा नकारात्मक प्रभावहरू देख्न सकिन्छ ।

**हरित गृह प्रभाव (Green house effect):** वायु प्रदूषण हुँदा वायु मण्डलमा विभिन्न हरित गृह ग्याँसहरूको उपस्थिति बढी हुन्छ । कार्बन डाइअक्साइड, नाइट्रस अक्साइड, मिथेन, सल्फर डाइअक्साइड, पानीको बाफ जस्ता हरित गृह ग्याँसहरूको मात्रा वृद्धि हुँदा सूर्यबाट पृथ्वीको सतहमा आएका विकिरणहरू पृथ्वीको सतहबाट परावर्तन भई वायु मण्डलमा जान पाउँदैनन् । यसले गर्दा पृथ्वीको तापक्रममा वृद्धि हुन्छ । पृथ्वीको तापक्रममा आउने यस परिवर्तनलाई हरित गृह प्रभावको असर भनिन्छ । यही असरको कारणबाट ध्रुवीय खण्डमा रहेका हिउँ पग्लेर समुद्रको सतह बढ्दै गएको विभिन्न तथ्याङ्कहरूले देखाएको छ ।

**वनस्पतिको जैविक विकासमा बाधा (Inhibition in biological growth of plants):** वायु मण्डलमा प्रदूषकको मात्रा बढ्दा सौर्य विकिरणको कमी हुन्छ । यसरी सौर्य विकिरण कमी हुँदा बिरुवाका पातमा रहेमा स्टोमाटा राम्ररी खुल्न पाउँदैनन् । जसले गर्दा प्रशस्त मात्रामा कार्बन डाइअक्साइड भित्र जान सक्दैन र प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियामा गतिरोध खडा हुन्छ । परिणामस्वरूप बिरुवाको भौतिक गतिविधि र विकासमा बाधा पुग्छ ।

**मानिसको स्वास्थ्यमा नकारात्मक प्रभाव (Adverse affect on human health):** वायु मण्डलसँग मानिसको प्रत्यक्ष सम्बन्ध रहेको हुन्छ । मानिसले एक दिनमा लगभग 22,000 पटक श्वास लिने गर्छ । यसरी मानिसले दूषित हावामा श्वास प्रश्वास लिँदा दूषित हावाबाट सने श्वास प्रश्वास सम्बन्धी रोगहरू (श्वासनली पोल्ने, नाक, आँखा पोल्ने, ब्रोन्काइटिस, मुटुसम्बन्धी विभिन्न रोग, क्यान्सर आदि) लाग्न सक्छन् । यसका अतिरिक्त दूषित हावाले निद्रा नपर्ने, शरीर आलस्य हुने आदि जस्ता समस्या पनि देखा पर्छन् ।

**ओजोन तहको विनाश (Depletion of ozone layer):** वायु प्रदूषण हुँदा वायुमा ओजोन तहलाई विनाश गर्ने मुख्य रसायन क्लोरोफ्लोरो कार्बन (CFCs) को साथै मिथाइल क्लोरोफर्म (methyl

chloroform), कार्बन टेट्राक्लोराइड (carbontetrachloride), मिथाइल ब्रोमाइड (methyl bromide) जस्ता ग्याँसहरूको पनि उपस्थिति हुन्छ । यी यौगिकहरू लामो समयसम्म रहिरहने हुनाले यिनीहरू विच्छेदन हुँदा नेसेन्ट क्लोरिन, ब्रोमिन आदि जस्ता तत्त्वहरू निस्की ओजोन तहलाई नष्ट गर्छन् ।

अम्ल वर्षा (Acid rain): उद्योगहरू, कल कारखानाहरू तथा गाडीहरूबाट निस्किएका ग्याँसहरूको कारणले गर्दा सल्फर डाइअक्साइड, नाइट्रोजन डाइअक्साइडलगायतका ग्याँसहरू वायु मण्डलमा मिसिन पुग्छन् । यस्ता अक्साइडहरू पानीमा घुलनशील हुन्छन् । वर्षा हुँदा यी अक्साइडहरू र पानीका अणुहरूबिच वायु मण्डलमा प्रतिक्रिया हुँदा सल्फ्युरिक अम्ल, सल्फ्युरस अम्ल, नाइट्रिक अम्ल बनी अम्लीय वर्षाको रूपमा पृथ्वीमा खस्छन् । फलस्वरूप धातुहरू र चुनढुङ्गाबाट बनेको संरचना नष्ट भएर जान्छन् ।

ऐतिहासिक स्मारकहरू नष्ट (Destruction of historical monuments): दूषित वायुले ऐतिहासिक र पुरातात्विक महत्त्वका स्मारक र भवनहरू दिन प्रतिदिन नष्ट हुँदै गएका छन् । वायु प्रदूषणकै कारण ऐतिहासिक स्मारकका संरचनालाई प्रति दिन असर परिरहेको छ ।

हावापानीमा परिवर्तन (Change in climate): वायु मण्डलको प्रदूषणको कारण हरित गृहको प्रभावको असरमा वृद्धि हुन्छ । लामो समयसम्म असर रहिरहँदा पृथ्वीको जलवायु ढाँचामा परिवर्तन आउँछ । यसलाई जलवायु परिवर्तन भनिन्छ । जलवायु परिवर्तनको कारणबाट जाडो समयमा ज्यादै जाडो हुने, गर्मी समयमा अत्यधिक गर्मी हुने, अतिवृष्टि, खडेरी आदि हुने गर्छ ।

### वायु प्रदूषण नियन्त्रणका उपायहरू (Measures to control air pollution)

वायु प्रदूषण नियन्त्रण गर्न निम्न लिखित उपायहरू अवलम्बन गर्न सकिन्छ :

1. उद्योगहरूले विषालु ग्याँस निकाल्ने भएकाले यिनीहरूलाई वस्तीहरूबाट टाढा स्थापना गर्ने एवम् विषालु ग्याँसलाई फिल्टर गरेर बाहिर पठाउने
2. उद्योगहरूमा अग्ला अग्ला चिमनीहरूको प्रयोग गरी स्थानीय वातावरणमा पर्ने असर कम गर्ने
3. जनसङ्ख्या वृद्धिलाई नियन्त्रण गर्ने
4. आणविक भट्टीहरूको प्रयोगमा प्रतिबन्ध लगाउने
5. जताततै वृक्षरोपण कार्य गरी तिनीहरूको संरक्षणमा ध्यान दिने
6. गाडीहरू वा उद्योगहरू सञ्चालनका लागि सौर्य, वायु तथा इलेक्ट्रिक पावर जस्ता वैकल्पिक ऊर्जाको विकास गर्ने
7. वायु प्रदूषण गराउने विभिन्न ग्याँसहरूको उत्पादन तथा प्रयोगमा कटौती गर्ने
8. वायु प्रदूषण नियन्त्रणबारे जन चेतना अभिवृद्धि गर्ने

## पानी प्रदूषण (Water pollution)

पानी रडहीन र गन्धहीन यौगिक हो । विभिन्न मानवीय र प्राकृतिक कारणले गर्दा पानीमा विभिन्न प्रकारका प्रदूषणहरू हुन्छन् । यसको कारणले पानीको वास्तविक वा मौलिक गुणमा फरकपना आउँछ । यसरी विभिन्न कारणले गर्दा पानीको वास्तविक गुणमा परिवर्तन आई त्यसले मानव स्वास्थ्य एवम् अन्य सजीवहरूको स्वास्थ्यमा नराम्रो असर पर्नुलाई जल प्रदूषण वा पानी प्रदूषण (water pollution) भनिन्छ ।

## पानी प्रदूषणका स्रोतहरू (Sources of water pollution)

जल प्रदूषण भौतिक र मानवीय दुवै कारणले भएता पनि मानवीय कारणलाई नै प्रमुख मानिन्छ । पानीमा धुलो, गन्ध एवम् कीटाणु पैदा भएर पानीको वास्तविक रूपलाई नष्ट गरिदिन्छ । पानीको वास्तविक गुणहरू नष्ट हुने प्रमुख कारणहरू निम्नानुसार छन् :

**ढलको पानी (Sewage water):** शरीरबाट निष्काशित मलमूत्र, घरायसी प्रयोगबाट निस्किएका फोहोर पानी आदि खोला, पोखरी, ताल, नदी जस्ता पानीका स्रोतमा मिसिन जाँदा त्यसमा भएका विभिन्न पदार्थहरूले पानीको मौलिक गुणलाई नष्ट पार्छन् । शुद्ध पानीमा मानिसको मलमूत्रको मिसावट हुँदा विभिन्न किसिमका सूक्ष्म जीवहरू उत्पन्न हुन्छन् । यिनीहरूले पानीलाई प्रदूषित बनाउँछन् । यस्तो प्रदूषित पानीको प्रयोगले गर्दा विभिन्न रोगहरूको प्रकोप हुन्छ र महामारी फैलिन सक्छ ।

**कल कारखानाबाट निस्कने फोहोर रसानययुक्त पानी (Contaminated water from industries):** कल कारखानाबाट विभिन्न उपयोगी सामग्रीको उत्पादन हुनुका साथै अनुपयोगी वस्तुहरू पनि निष्कासन हुने गर्छन् । विभिन्न किसिमका रसायन, कागज, गन्ध आउने पानी (प्रशोधन नगरिएको पानी), रेडियोधर्मी पदार्थहरू फ्याँकिने गरिन्छ । यी वस्तुहरू पानीमा मिसिनाले पानी प्रदूषित हुन जान्छ । फलस्वरूप पानीमा कुनै किसिमका जीवहरू बाँच्न सक्दैनन् । साथै पानी पिउन योग्य पनि हुँदैन ।

**कृषिजन्य सामग्रीहरू (Agricultural wastes):** कृषिलाई आधुनिकीकरण गर्दै लैजाने क्रममा विभिन्न किसिमका कीटनाशक औषधीहरू (DDT, BHC, Aldrin, Dieldrin) प्रयोग गरिएको पाइन्छ । रासायनिक मलको प्रयोग पनि अत्यधिक मात्रामा भइरहेको पाइन्छ । वर्षाको पानी र पानीको बहावका कारण वा अन्य मानवीय कारणहरूले गर्दा यस्ता कीटनाशक औषधी र रासायनिक मल पानीका स्रोतहरूमा पुगी पारिस्थितिक प्रणाली असन्तुलन हुन जान्छ । यसले गर्दा पानीमा बस्ने जीवहरू नष्ट हुन जान्छन् ।

**पानीको बहावमा गतिरोध (Obstruction in flow of water):** पानीको बहावमा गतिरोध हुन जाँदा पानी प्रदूषित हुन जान्छ । यसबाट पानीमा रहने जीवहरूको जीवन प्रक्रियामा नकारात्मक असर पुग्छ ।

**तैलीय प्रदूषण (Oily pollution):** विभिन्न माध्यमबाट तैलीय पदार्थहरू पानीका स्रोतहरूमा पुगी पानी प्रदूषित हुन जान्छ । तेल ट्याङ्करबाट चुहिएर वा विभिन्न वस्तुहरूले शोषेर लिएको तेल पानीमा मिसिन जाँदा पानी प्रदूषित जान्छ । यसले गर्दा पानीमा रहने जीवहरू नष्ट हुन्छन् ।

**ताप (Heat):** विभिन्न उद्योगहरूबाट फ्याँकिएका धातुका टुक्रा, पेट्रोलियम पदार्थ, विद्युत् शक्ति आदिमा प्रशस्त ताप हुने हुँदा उक्त वस्तुहरू विभिन्न तरिकाबाट पानीमा मिसिन जाँदा पानी प्रदूषित हुन्छ । यसले गर्दा जलीय जीवहरू नष्ट भएर जान्छन् ।

रेडियोधर्मी वस्तुहरू (Radioactive substances): आणविक भट्टीहरूबाट निस्किएका रेडियोधर्मी वस्तुहरू विभिन्न तरिकाले पानीमा मिसिन पुग्दा पानी प्रदूषित हुन जान्छ । फलतः पानीमा बस्ने जीवजन्तुहरू नष्ट भएर जान्छन् ।

### पानी प्रदूषण नियन्त्रण गर्ने उपायहरू (Measures to control water pollution)

1. घर वा बस्तीहरूबाट फ्याँकिने फोहोरलाई पानीमा नमिसाई सही तरिकाले व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।
2. मृत जीवजन्तुहरूलाई निश्चित ठाँउमा पुरिदिने वा जलाइदिने गर्नुपर्छ ।
3. पानीका स्रोतहरू वरिपरि सफा सुगन्ध राख्ने, बोट बिरुवा लगाउने र संरक्षण गर्ने गर्नुपर्छ ।
4. खेतीपाती गर्दा कम्पोस्ट मलको प्रयोगमा जोड दिने तथा रासायनिक मल र विषादीको प्रयोग नगर्ने वा विकल्प खोज्ने गर्नुपर्छ ।
5. वस्तुभाउहरूलाई खानेपानीका स्रोतहरूमा डुल्न नदिने गर्नुपर्छ ।
6. सबैलाई प्रदूषित पानीका असरहरूबारे चेतना फैलाउन र नियम कानून बनाई कडाइका साथ लागू गर्नुपर्छ ।

### माटो प्रदूषण (Soil pollution)

सबै जीवित प्राणीहरूको जीवनको आधार माटोलाई मानिन्छ । हरिया बोट बिरुवाहरूले कच्चा पदार्थको उपस्थितिमा परपोषित जीवहरूको लागि खाना बनाउने काम गर्छन् । बिरुवाहरूले आफूलाई चाहिने यी कच्चा पदार्थहरूमध्ये विभिन्न खनिजहरू जमिनबाट लिने गर्छन् । माटोलाई बोट बिरुवा, सूक्ष्म जीव जनावर तथा मानवलागायतका लागि अति आवश्यक अजैविक तत्त्वको रूपमा लिइन्छ । खेतीपाती उत्पादन गर्नका लागि मानिसले रासायनिक मल तथा विषादीहरू खेतबारीमा प्रयोग गर्छन् । यी मल एवम् विषादीको प्रयोगले माटामा उपयोगी जीवहरूको नाश हुनुको साथै माटाको भौतिक, रासायनिक र जैविक गुणहरूमा परिवर्तन ल्याइदिन्छ । साथै विभिन्न प्रयोजनका लागि जमिनको अतिक्रमण गर्दा माटाको गुणस्तरमा कमी आउँछ, जसलाई माटाको प्रदूषण भनिन्छ । प्रदूषित माटामा बोट बिरुवाहरू राम्ररी उब्जन सक्दैनन् । प्रदूषित माटो अन्य जीवहरूका लागि समेत उक्त उपयोगी हुँदैन ।

### माटोको प्रदूषणका स्रोतहरू (Source of soil pollution)

विभिन्न कारणहरूले गर्दा माटो प्रदूषण हुने गर्छ । माटो प्रदूषित गराउने प्रमुख स्रोतहरूलाई निम्नानुसार छोटकरीमा व्याख्या गरिन्छ :

घरेलु फोहोर मैला (Domestic wastes): घरमा विभिन्न सामग्री र खाद्य पदार्थहरू प्रयोग हुने गर्छन् । यसरी सामग्री प्रयोग गर्दा त्यसबाट विभिन्न फोहोर पदार्थहरू निस्कन्छन् । खाद्य पदार्थहरूको फोहोर, धुलो, मलमूत्र, फुटेका भाँडाकुँडा, प्लास्टिक, सडे गलेका फलफुलहरू, कागज आदि पनि निस्कने गर्छन् । यस्ता वस्तुहरू माटामा मिसिँदा विभिन्न हानिकारक सूक्ष्म जीवहरू निस्कन्छन् । यसले रोगका लागि उपयुक्त वातावरण सिर्जना गर्ने, माटाको उत्पादनशीलतामा कमी ल्याउने जस्ता कार्यहरू गर्छन् ।

कीटनाशक औषधीहरूको अत्यधिक प्रयोग (Excessive use of pesticides): खेतीपातीलाई विभिन्न किराहरूले नष्ट गरिदिने गर्छन् । खेतीपातीलाई किराहरूबाट बचाउनका लागि विभिन्न किसिमका कीटनाशक औषधीहरूको प्रयोग गरिन्छ । यसले खेतीपातीलाई किराहरूबाट बचाउने काम गरेता पनि माटालाई प्रदूषित बनाउने काम गर्छ । Insecticides, fungicides, weedicides जस्ता कीटनाशक औषधीलाई प्रदूषक पदार्थका स्रोतहरूको रूपमा लिइन्छ । खासगरी डिडिटी, डायलिड्रिन, एलड्रिन, पाराथाइओन जस्ता पदार्थहरूले माटाको गुणस्तरमा ह्रास ल्याउने काम गर्छन् ।

औद्योगिक फोहोर मैला (Industrial wastes): औद्योगिक क्षेत्रबाट उपयोगी सामानहरू उत्पादन हुनुका अतिरिक्त हानिकारक वस्तुहरू पनि उत्पादन हुन्छन् । उद्योगबाट फ्याँकिने वस्तुहरूमा रासायनिक पदार्थहरू, धातु तथा अधातुका टुक्राहरू, उद्योगबाट निस्केका फोहोर वस्तुहरू, जैविक फोहोर आदिले माटालाई प्रदूषित बनाउने काम गर्छन् । उसबाट माटाको उत्पादनशीलतामा कमी आउनुका साथै त्यस्ता विषालु पदार्थले जीवहरूको स्वास्थ्यमा समेत नराम्रो असर पार्छ ।

रासायनिक मलको प्रयोग (Use of chemical fertilizers): जमिनको बढी उत्पादन क्षमता बढाउन रासायनिक मलको प्रयोग गरिन्छ । रासायनिक मलका मुख्य प्रदूषकका रूपमा As, Ba, Bo, Ca, Co, Cu, Zn, Hg, Pb आदि रहेका छन् । यी पदार्थहरूले माटामा प्रदूषण गराई माटामा रहेका उपयोगी सूक्ष्म जीवहरू नष्ट गरी माटामा रहेका पोषक तत्त्वहरूमा असन्तुलन ल्याई उत्पादनमा कमी ल्याउँछन् ।

नगरीय फोहोरहरू (Municipal wastes): नगरहरूमा विभिन्न प्रकारका फोहोरहरू फ्याँकिने गरिन्छ । यी फोहोर जैविक एवम् अजैविक दुवै हुने गर्छन् । यसरी फ्याँकिएका फोहोरहरूले माटालाई प्रदूषित बनाउने काम गर्छन् । यसले गर्दा माटाको उब्जाउपनमा कमी आउँछ ।

अम्ल वर्षा (Acid rain): सामान्यतया वर्षाको पानीमा अम्लीय पदार्थको उपस्थिति रहनुलाई अम्लीय वर्षा भनिन्छ । अम्लीय वर्षा गराउने रसायनहरू सल्फरडाइ अक्साइड ( $SO_2$ ), नाइट्रोजन अक्साइड ( $N_2O$ ) आदि हुन् । यी रसायनहरू हावामा मिसिँदा वर्षाको समयमा पानीसँग रासायनिक प्रतिक्रिया भई अम्लीय वर्षाका रूपमा पृथ्वीमा आउँछन् । यसले गर्दा माटामा अम्लीयपना वृद्धि भई माटाको उब्जाउ क्षमतामा कमी आउँछ ।

### माटो प्रदूषण नियन्त्रण गर्ने उपायहरू (Measures to control soil pollution)

1. अत्यधिक मात्रामा प्रयोग भइरहेको कीटनाशक विषादीहरूको प्रयोगलाई कम गरी जैविक विधिहरू अपनाएर हानिकारक किराहरूलाई नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।
2. प्रति हेक्टर क्षेत्रफलमा बढी उब्जनी गर्ने हिसाबले प्रयोगमा ल्याइएको रासायनिक मलको प्रयोगलाई कम गरी कम्पोस्ट मलको प्रयोगमा बढावा दिनुपर्छ ।
3. घरबाट फ्याँकिने विभिन्न प्रकारका फोहोरहरूलाई सही तरिकाले व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।
4. प्रदूषित पानीबाट खेतबारीमा सिँचाइ गर्ने कामलाई निरुत्साहित गर्नुपर्छ ।
5. आणविक भट्टी, प्रयोगशालाबाट निस्कने रेडियोधर्मी फोहोरहरूलाई सुरक्षित ठाँउमा विसर्जन गर्ने व्यवस्था मिलाउनुपर्छ ।



6. मानवले प्रयोग गर्ने शौचालय र वस्तुभाउहरूको मलमूत्रलाई सही व्यवस्थापन गर्नुपर्छ ।
7. कृषि वन प्रणालीको प्रयोग गरी खेतीपाती गर्नुपर्छ ।
8. माटो संरक्षण सम्बन्धी जन चेतना जगाउनुको साथै भूमि संरक्षण एवम् फोहोर मैला व्यवस्थापन सम्बन्धी कानून बनाउनुपर्छ ।
9. भूक्षय, नदी कटान, बाढी, पहिरो इत्यादिबाट हुने माटाको ह्रासलाई बचाउनुपर्छ ।
10. नसङ्गे वा नकुहिने पदार्थहरूको प्रयोगमा कमी ल्याउने व्यवस्था गर्नुपर्छ ।

### वन जङ्गलको संरक्षण एवम् व्यवस्थापन (Conservation and management of forest)

कुनै पनि ठाँउको पर्यावरणीय सन्तुलनका लागि वन जङ्गल महत्त्वपूर्ण मानिन्छ । विभिन्न प्रकारका जनावरहरू तथा सूक्ष्म जीवजन्तुहरूका लागि आश्रय स्थल वन जङ्गल नै हो । वन जङ्गलबाट प्राप्त हुने बोट बिरुवा तथा वनस्पति एवम् अन्य प्रकारका जैविक अवशेषहरू हरेक वर्ष माटामा मिल्न गई माटाको उर्वराशक्ति बढाउन मद्दत गर्छन् । वन जङ्गल भएको क्षेत्रमा भूमिगत पानीको सतह तल भर्न पाउँदैन । वन जङ्गलले वर्षा गराउन सहयोग गर्नुको साथै जडीबुटी उपलब्ध गराउन सहयोग गर्छ । वन जङ्गल संरक्षण एवम् व्यवस्थापनका लागि हालसम्म विश्वमा निम्न लिखित तरिकाहरू अपनाइएको पाइन्छ :

1. योजनाबद्ध रूपमा रुख काट्ने र लगाउने
2. वन जङ्गलमा आगलागी नियन्त्रण गर्ने
3. पुननिर्माण एवम् वृक्षरोपण र संरक्षण गर्ने
4. वन जङ्गलको संरक्षणका लागि कानूनको पालना गर्ने
5. वन जङ्गलको उचित उपयोग गर्ने
6. बाभ्रो जमिन र पहाडका भिरालो ठाँउमा वृक्षरोपण गर्ने

### पानीको संरक्षण एवम् व्यवस्थापन (Conservation and management of sources of water)

पानी प्राकृतिक स्रोत हो । यसको मात्रा र उपयोग क्षमताले अर्थतन्त्रको विकासमा महत्त्वपूर्ण सघाउ पुऱ्याउँछ । पानी मानिसको सामान्य जीवन सञ्चालनदेखि औद्योगिक व्यवसाय सञ्चालन गर्न, सिँचाइ गर्न, विद्युत् उत्पादन गर्नसमेत उपयोग गरिन्छ । त्यसैले पानीलाई संरक्षण गर्न निम्न लिखित उपायहरू अवलम्बन गर्नुपर्छ :

1. जलाधार र हिमताल संरक्षण सम्बन्धी अभियान चलाउने
2. पानीमा माछा मार्ने प्रयोजनका लागि विषादी र विद्युतीय सामग्रीको प्रयोगमा रोक लगाउने

तपाईंलाई थाहा छ ?

पृथ्वीको कुल भागको लगभग 71 प्रतिशत भाग पानीले ओगटेको छ । जसमा 97 प्रतिशत भाग समुद्रको पानी रहेको छ भने बाँकी 3 प्रतिशत मात्र पानी अन्य रूपमा रहेको पाइन्छ ।

3. भूक्षय, नदी कटान, बाढी, पहिरो जाने ठाउँमा वृक्षरोपण गर्ने
4. अनावश्यक रूपमा पानीलाई खेर फाल्ने कार्यलाई नियन्त्रण गर्न मानिसहरूका बिचमा चेतना फैलाउने
5. पानीको भण्डारण तथा वितरण वैज्ञानिक तरिकाले गर्ने
6. पानीका स्रोतहरूको संरक्षणका लागि फोहोर पानीको सुधार, जमिनको पानीलाई भण्डारण र बढी भएको पानीलाई स्थानान्तरण गर्ने
7. मानव जातिको फाइदाका लागि फोहोर पानीको पुनः प्रयोगको प्रक्रिया मिलाउने

तपाईंलाई थाहा छ ?

नेपालको कुल क्षेत्रफलको 15.5 प्रतिशत क्षेत्र 12 महिना हिउँले ढाकेको छ भने 2.7 प्रतिशत क्षेत्रफलमा नदीनाला र तालको रूपमा शुद्ध पानी रहेको पाइन्छ ।

### सारांश

1. प्राकृतिक र मानवीय क्रियाकलापद्वारा वातावरणका तत्त्वहरूमा प्रत्यक्ष एवम् अप्रत्यक्ष प्रभाव परी तिनको गुणमा आएको परिवर्तन तथा यसले पार्ने प्रतिकूल प्रभावको अवस्थालाई वातावरण प्रदूषण भनिन्छ । वातावरणीय ह्रासमा जिम्मेवार कारक तत्त्वहरूको उचित व्यवस्थापन गरी वातावरण संरक्षणको दिशामा सुधार ल्याउनु वातावरणीय व्यवस्थापन हो ।
2. वायु मण्डलमा रहेको स्वच्छ वायुमा सामान्य तथा अनावश्यक बाहिरी वस्तुहरू मिसिई हावाको मौलिक संरचनामा परिवर्तन आउनुलाई नै वायु प्रदूषण भनिन्छ । वायु प्रदूषण प्राथमिक र द्वितीय गरी दुई प्रकारका हुन्छन् ।
3. वायु प्रदूषणको कारणबाट दृश्यावलोकनमा बाधा, सौर्य विकिरणमा कमी, हरित गृह प्रभाव, वनस्पतिको जैविक विकासमा बाधा पुग्ने हुन्छ । साथै मानिसको स्वास्थ्यमा नकारात्मक प्रभाव, ओजोन तहको विनाश, अम्ल वर्षा, ऐतिहासिक स्मारकहरू नष्ट, हावापानीमा परिवर्तन जस्ता प्रतिकूल प्रभावहरू पर्छन् ।
4. वायु प्रदूषण नियन्त्रणका लागि उद्योगहरूलाई वस्तीहरूबाट टाढा स्थापना गर्ने एवम् विषालु ग्याँसलाई फिल्टर गरेर बाहिर पठाउने, जनसङ्ख्या वृद्धिलाई नियन्त्रण गर्ने, आणविक भट्टीहरूको प्रयोगमा प्रतिबन्ध लगाउने गर्नुपर्छ । साथै जताततै वृक्षरोपण कार्य गरी तिनीहरूको संरक्षणमा ध्यान दिने, गाडीहरू वा उद्योगहरू सञ्चालनका लागि वैकल्पिक ऊर्जाको विकास गर्ने जस्ता कार्यहरू समेत गर्नुपर्छ ।
5. विभिन्न कारणले गर्दा पानीको वास्तविक गुणमा परिवर्तन आई मानव स्वास्थ्य एवम् अन्य सजीवहरूको स्वास्थ्यमा नराम्रो असर पार्नुलाई जल प्रदूषण भनिन्छ ।
6. मलमूत्र, कल कारखानाबाट निस्कने फोहोर रसायनयुक्त पानी, कृषिजन्य सामग्रीहरू, पानीको बहाबमा गतिरोध, तैलीय प्रदूषण, ताप, रेडियोधर्मी वस्तुहरू जल प्रदूषणका कारणहरू हुन् ।

7. घर वा वस्तीहरूबाट फ्याँकिने फोहोरलाई पानीमा नमिसाई सही तरिकाले व्यवस्थापन गर्ने, मृत जीवजन्तुहरूलाई निश्चित ठाउँमा पुरिदिने वा जलाइदिने, पानीका स्रोतहरू वरिपरि सफा सुग्घर राख्ने, बोट बिरुवा लगाउने र संरक्षण गर्ने, खेतीपाती गर्दा कम्पोस्ट मलको प्रयोगमा जोड दिने तथा रासायनिक मल र विषादीको प्रयोग नगर्ने वा विकल्प खोज्ने गर्नुपर्छ ।
8. माटाको भौतिक, रासायनिक एवम् जैविक गुणहरूमा परिवर्तन भई मानव तथा अन्य जीवहरूमा नकारात्मक असर पर्नुलाई माटो प्रदूषण भनिन्छ ।
9. रासायनिक मलको प्रयोग र कीटनाशक विषादीहरूको प्रयोगलाई कम गरी जैविक विधिहरू अपनाएर हानिकारक किराहरूलाई नियन्त्रण गर्नुपर्छ ।
10. योजनाबद्ध रूपमा रुख काट्ने र लगाउने, वन जङ्गलमा आगलागी नियन्त्रण गर्ने, पुनःनिर्माण एवम् वृक्षरोपण र संरक्षण गर्ने, वन जङ्गलको संरक्षणका लागि कानुनको पालना गर्ने, वन जङ्गलको उचित उपयोग गर्ने, बाभो जमिन र पहाडका भिरालो ठाउँमा वृक्षरोपण गर्ने गर्नुपर्छ ।
11. पानीको संरक्षणका लागि जलाधार र हिमताल संरक्षण सम्बन्धी अभियान चलाउने, पानीमा माछा मार्ने प्रयोजनका लागि विषादी र विद्युतीय सामग्रीको प्रयोगमा रोक लगाउने, पानीको मुहान, ताल, पोखरी क्षेत्रमा हुने फोहोरको मात्रालाई व्यवस्थित गर्ने जस्ता कार्यहरू गर्नुपर्छ । साथै भूक्षय, नदी कटान, बाढी, पहिरो जाने ठाउँमा वृक्षरोपण गर्ने, मानिसहरूका बिचमा चेतना फैलाउने, पानीको भण्डारण तथा वितरण वैज्ञानिक तरिकाले गर्ने कार्यबाट समेत पानीको संरक्षण र व्यवस्थापन गर्न सकिन्छ ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

1. स्वच्छ वायुमा सामान्य तथा अनावश्यक बाहिरी वस्तुहरू मिसिई यसको मौलिक संरचनामा परिवर्तन आउनुलाई के भनिन्छ ?
 

(i) जल प्रदूषण	(ii) वायु प्रदूषण
(iii) माटो प्रदूषण	(iv) ध्वनि प्रदूषण
2. तलका मध्ये कुन चाहिँ कारणले गर्दा दृश्यावलोकनमा बाधा र सौर्य विकिरणमा कमी हुन आउँछ ?
 

(i) जल प्रदूषण	(ii) वायु प्रदूषण
(iii) माटो प्रदूषण	(iv) ध्वनि प्रदूषण
3. बिरुवाद्वारा उत्सर्जित वाफ वातावरणीय प्रदूषणको कुन चाहिँ स्रोत हो ?
 

(i) प्राथमिक स्रोत	(ii) द्वितीय स्रोत
(iii) तृतीय स्रोत	(iv) कृत्रिम स्रोत
4. वायुमा ओजोन तहलाई विनाश गर्ने मुख्य रसायन क्लोरोफ्लोरो कार्बनको साथै अन्य कुन कुन रसायनहरू जिम्मेवार छन् ?

- (i) मिथाइल क्लोरोफर्म
- (ii) कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल क्लोरोफर्म
- (iii) कार्बन टेट्राक्लोराइड
- (iv) मिथाइल क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल ब्रोमाइड

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

1. वातावरण प्रदूषण र वातावरणीय व्यवस्थापन केलाई भनिन्छ, लेख्नुहोस् ।
2. वायु प्रदूषण भनेको के हो ? यसका असरहरू र नियन्त्रण गर्ने उपायहरू बुँदागत रूपमा लेख्नुहोस् ।
3. तपाईंको घर वरपर भएको वायु प्रदूषणले स्थानीय स्तरमा पारेका असर के के देख्नुभएको छ, उल्लेख गर्नुहोस् ।
4. जल प्रदूषण भनेको के हो ? यसका असरहरू र नियन्त्रण गर्ने उपायहरूको सूची तयार गर्नुहोस् ।
5. माटो प्रदूषण भनेको के हो ? यसका असरहरू र नियन्त्रण गर्ने उपायहरू बुँदागत रूपमा लेख्नुहोस् ।
6. वन जङ्गलको अवधारणा लेखी यसको संरक्षण र व्यवस्थापन गर्ने उपायहरू के के छन्, पहिचान गर्नुहोस् ।
7. पानीको महत्त्वबारे चर्चा गर्दै यसको संरक्षण र व्यवस्थापन गर्ने उपायहरू के के हुन सक्छन्, लेख्नुहोस् ।
8. 'वातावरणीय प्रदूषणले पारिस्थितिकीय पद्धतिमा असर पुऱ्याउँछ ।' तर्कसहित पुष्टि गर्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

1. आफ्नो वरपर भएको वायु प्रदूषणको अध्ययन गरी यसको रोकथाम र नियन्त्रणको लागि अपनाउनुपर्ने उपायसहितको प्रतिवेदन तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. आफ्नो वरपर भएको पानी वा माटो प्रदूषणको अध्ययन गरी यसको रोकथाम र नियन्त्रणको लागि अपनाउनुपर्ने उपायसहितको प्रतिवेदन तयार पारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
3. वर्षायाममा परेको पानी सङ्कलन गरी सो पानी अम्लीय भए नभएको परीक्षण गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

हेलोजन : पाँच ओटा निश्चित रासायनिक तत्वहरूको एक समूहको एक सदस्य

रेडियोधर्मी : परमाणुहरू टुक्रिएर शक्ति उत्पादन हुने

ब्रोन्काइटिस : ब्रोन्कियल ट्युबहरू सङ्क्रमण हुने र सुन्निई खकार लाग्ने र श्वास फेर्न गारो हुने एक प्रकारको रोग

## एकाइ 21 पृथ्वीको इतिहास (History of the Earth)

मानिसमा ब्रह्माण्डलगायत सौर्य मण्डलको उत्पत्ति सम्बन्धी विभिन्न जिज्ञासाहरू भएको पाइन्छ । यस सम्बन्धी जिज्ञासाहरू तपाईंहरूमा पनि अवश्य छन् होला । के तपाईंहरू पृथ्वीको उत्पत्ति कसरी भएको भन्नेबारे केही भन्न सक्नुहुन्छ ? यस पाठमा हामी पृथ्वीको इतिहास, जीवहरूको विकास र खनिज इन्धनहरूबारे अध्ययन गर्ने छौं ।

### पृथ्वीको उत्पत्ति सम्बन्धी केही परिकल्पनाहरू (Some hypothesis about origin of the earth)

पृथ्वी सौर्य मण्डलको एक सदस्य हो । ब्रह्माण्डमा यसले सूर्यको परिक्रमा गर्छ । यसकारण पृथ्वीको उत्पत्ति पनि सौर्य मण्डलको उत्पत्तिसँग सम्बन्धित छ । पृथ्वी र सौर्य मण्डलको तुलनामा मानिसको उमेर नगण्य भएकाले पृथ्वीको उत्पत्ति कहिले भएको हो भन्ने कुरा गारो छ । पृथ्वीको उत्पत्तिबारे वैज्ञानिकहरूको मत पनि फरक फरक रहेको छ । यसरी हेर्दा अहिलेसम्म सौर्य मण्डलको उत्पत्ति सम्बन्धी सर्वमान्य सिद्धान्त प्रतिपादन भइसकेको छैन । यस सम्बन्धी केही परिकल्पनाहरू यस प्रकार छन् :

**जर्ज बफन परिकल्पना (George Wofan hypothesis):** सन् 1749 मा सर्वप्रथम फ्रान्समा जर्ज बुफोँ (George Buffon) ले पृथ्वीको उत्पत्ति सम्बन्धी आफ्नो धारणा प्रस्तुत गरे । उनको धारणाअनुसार धेरै समय पहिले ब्रह्माण्डमा घुम्दै गरेको एउटा विशाल लामपुच्छे तारा अन्तरिक्षमा रहेको तातो ग्याँसको विशाल गोलामा ठक्कर खाँदा त्यसबाट उछिट्टिएका पदार्थहरूबाट ग्रह र उपग्रहहरू बने । बाँकी रहेको गोलाबाट सूर्य बन्यो ।

**नेबुलर परिकल्पना (Nebular hypothesis):** सन् 1755 मा जर्मन दार्शनिक इमानुयल कान्ट (Immanuel Kant) ले अर्को परिकल्पना प्रस्तुत गरेका थिए । यसलाई सन् 1796 मा फ्रान्सका पियरे सिमोँ लाप्लास (Pierre Simon Laplace) ले परिमार्जन गरेका थिए । यस परिकल्पनाअनुसार आकाशमा फैलिएका ग्याँस र धुलाका कणहरूबाट बनेका ठुला पिण्डहरू वा नेबुला (nebula) आफ्नो अक्षमा घुम्दै जाँदा बिस्तारै चिसियो र यसको भूमध्य रेखीय भागमा पदार्थको चक्का बन्यो । उक्त चक्का मुख्य पिण्डबाट उछिट्टिएर पहिले ग्रहको निर्माण भयो । यो क्रम पुरै सौर्य मण्डल नबनुजेल चलिरह्यो र बाँकी रहेको पिण्डबाट सूर्य बन्यो ।

**टाइडल परिकल्पना (Tidal hypothesis):** सन् 1917 मा बेलायतका जेम्स जिन्स (James Jeans) र ह्यारोल्ड जेफ्रे (Harold Jeffrey) ले पृथ्वीको उत्पत्ति सम्बन्धी परिकल्पना प्रस्तुत गरे । उनीहरूका अनुसार प्राचीन कालमा एउटा ठूलो पुच्छेतारा घुम्दै घुम्दै सूर्यको नजिक पुग्यो । यस ताराको आफ्नो गुरुत्वाकर्षणले गर्दा सूर्यमा ज्वार उत्पन्न भयो । उक्त ज्वारीय पदार्थ ठन्डा भई टुक्रिन जाँदा पृथ्वीलगायत विभिन्न ग्रह तथा उपग्रहहरू बने ।

विभिन्न वैज्ञानिक खोजहरूका आधारमा पृथ्वीको उत्पत्ति, यसको आयु, बनावट आदिबारे पत्ता लगाइएको छ । चट्टान, जीवावशेष आदिका आधारमा पृथ्वीको आयुको गणना गरिएको छ । दि वर्ल्ड

बुक इन्साइक्लोपेडिया (The World Book Encyclopedia) मा उल्लेख गरिएअनुसार पृथ्वी सम्बन्धी केही महत्त्वपूर्ण तथ्याङ्कहरू यस प्रकार छन् :

अनुमानित उमेर : 4.5 अरब वर्ष

सतहको जम्मा क्षेत्रफल : 509,700,000 वर्ग किलोमिटर

स्थलखण्ड : 148,400,000 वर्ग किलोमिटर

जलखण्ड : 361,300,000 वर्ग किलोमिटर

व्यास : 12,756.3 किलो मिटर

मुख्य ग्याँसहरू : N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>

सरदर सापेक्षिक घनत्व : 5.5 ग्राम प्रति से.मि.

पिण्ड : 6×10<sup>21</sup> मेट्रिक टन

उपग्रह सङ्ख्या : 1 चन्द्रमा

### भौगर्भिक समय तालिका (Geological time scale)

भौगर्भविद्हरूले विभिन्न तरिकाबाट पृथ्वीको भौगर्भिक इतिहास र चट्टानका तहहरूको उमेर अनुमान गर्ने प्रयास गरे । पृथ्वीको उत्पत्तिको इतिहासदेखि अहिलेसम्मको पुरै समयावधिलाई भौगर्भिक समय स्केल (Geological time scale) भनिन्छ । भुगर्भविद्हरूले पृथ्वीको इतिहासलाई इओन (eon), इरा (era), पिरियड (period) र इपोक (epoch) गरी चार समूहमा विभाजन गरेका छन् । इओन भौगर्भिक समय स्केलको सबैभन्दा ठुलो एकाइ हो । यसलाई फेनेरोजोइक, प्रोटेरोजोइक, आर्कियन र हेडियन गरी चार भागमा बाँडिएको छ । यसपछि इओनलाई इरा, इरालाई पिरियड र पिरियडलाई इपोकमा विभाजन गरिएको छ । यसरी भौगर्भिक समय तालिकाको सबैभन्दा ठुलो खण्डलाई इओन र सानो खण्डलाई इपोक भनिन्छ । तर हामी यस पाठमा विभिन्न इराहरूको बारेमा अध्ययन गर्ने छौं । सम्पूर्ण भौगर्भिक समय तालिकालाई मुख्य रूपमा चार ओटा इरामा विभाजित गरिएको छ । ती यस प्रकार छन् :

1. सिनोजोइक इरा (Cenozoic era): वर्तमानदेखि 6 करोड 50 लाख वर्ष पूर्वसम्म
2. मिसोजोइक इरा (Mesozoic era): 6 करोड 50 लाख वर्ष पूर्वदेखि 25 करोड वर्ष पूर्वसम्म
3. प्यालिओजोइक इरा (Palaeozoic era): 25 करोड वर्ष पूर्वदेखि 57 करोड वर्ष पूर्वसम्म
4. प्रिक्व्याम्ब्रियन इरा (Pre cambrian era): 57 करोड वर्ष पूर्वदेखि पृथ्वीको उत्पत्तिसम्म

सेनोजोइक इरा (Cenozoic era): यस इराको अवधि हालदेखि 6 करोड 50 लाख वर्ष पूर्वसम्मको अवधिलाई मानिन्छ । त्यसैले यस इरामा चट्टान फुट्ने, फैलिने, विभिन्न किसिमका पर्वतहरू बन्ने जस्ता क्रम चलिरह्यो । ज्वालामुखी विष्फोटन भयो । तापको कारणले वायु मण्डलीय स्थितिमा परिवर्तन भइरह्यो । धेरै चिसो हुनाले पृथ्वीमा हिँउ जम्न थाल्यो । जसले गर्दा प्राचीन जीवहरू नष्ट भई नयाँ

नयाँ जीवहरूको विकास भयो । यसै इरामा स्तनधारी वर्गका जनावरहरूको विकास भएको मानिन्छ । त्यसैले यस इरालाई स्तनधारीहरूको इरा पनि भनिन्छ ।

**मेसोजोइक इरा (Mesozoic era):** यस इरा (महाकल्प) को अवधि करिब 25 करोड वर्ष अघिदेखि 6 करोड 50 लाख वर्ष पहिलासम्मको अवधिलाई मानिन्छ । यस अवधिमा पाइएका चट्टानहरूको अध्ययनबाट विभिन्न किसिमका पहाड तथा पर्वतहरू निर्माण भएको अनुमान गरिन्छ । साथै यस अवधिमा स्थल, जल र वायुमा बाँच्न सक्ने जीवहरूको स्थिति सिर्जना भएको अनुमान गरिन्छ । यस अवधिमा धेरै सङ्ख्यामा सरीसृपहरूको विकास भएकाले यस इरालाई सरीसृपको समय भनिन्छ । यस समयमा विशाल जीव (डाइनोसोरहरू) को उत्पत्ति र प्रभुत्व हुनाका साथै लोप पनि भएको पाइन्छ । यस इरालाई घस्रने जीवहरूको इरा भनेर पनि चिनिन्छ ।

**प्यालियोजोइक इरा (Palaeozoic era):** यस इराको अवधि करिब 54 करोड वर्ष अघिदेखि 25 करोड वर्षसम्मलाई मानिन्छ । यस अवधिका पत्रे चट्टानहरूमा रहेका अवशेषहरूको अध्ययनबाट जीव र वनस्पतिहरूको विकास भएको पाइन्छ । त्यस्तै वायु मण्डल एवम् जलवायुमा परिवर्तन भएको अनुमान गरिन्छ । यस अवधिमा स्थल तथा जलमा रहने ढाड नभएका र ढाड भएका जीवहरूको विकास भएको प्रमाणहरू पत्ता लागेका छन् ।

**प्रिक्व्याम्ब्रियन इरा (Pre cambrian era):** 57 करोड वर्षपूर्वको समयलाई प्रिक्व्याम्ब्रियन इरा भनिन्छ । यस इराको सुरुमा सजीवहरूको अस्तित्व नै नरहेको पाइन्छ । करिब 3.8 अरब वर्षपूर्व ब्याक्टेरिया र 3.2 अरब वर्षपूर्व लेउ अस्तित्वमा आएको प्रमाण भेटिन्छ । यही इरामा नाइस (gneiss) र ग्रेनाइट (granite) जस्ता आग्नेय चट्टान बनेको मानिन्छ । यस इराको सँघारतिर ढाड नभएका जनावरहरूको बाहुल्यताका प्रमाणहरू पनि फेला परेका छन् ।

### पृथ्वीको भौगर्भिक तथा जैविक इतिहासको सङ्क्षिप्त विवरण

#### भौगर्भिक युग तथा जीव विकासको क्रम

इरा (Era)	अवधि (Duration in years)	जीवहरूको प्रादुर्भाव (Origin of organisms)
सेनोजोइक (Cenozoic)	6 करोड 50 लाख वर्ष अघिदेखि वर्तमानसम्म	पहिलो स्तनपायी र घोडाहरूको उत्पत्ति विभिन्न स्तनधारीहरू, जस्तै : हात्ती, ह्वेल तथा माछा, लाटोकोसेरोको विकास तिखा दाँत भएका बिरालो र बाँदरहरूको विकास घाँस चर्ने जनावरहरूको विकास पाषणकालीन मानिसको विकास आधुनिक मानिस, अन्य स्तनधारीहरू र मानिसको प्रभुत्व

<p>मेसोजोइक (Mesozoic)</p>	<p>25 करोड वर्ष अघिदेखि 6 करोड 50 लाख वर्ष अघिसम्म</p>	<p>डाइनोसर, चरा चुरुङ्गी, कछुवा, घस्रने जन्तुको उत्पत्ति, कोणधारी बिरुवाको उत्पत्ति</p> <p>घस्रने जन्तुहरूको प्रभुत्व, डाइनोसर र अन्य जन्तुहरूको उत्पत्ति र विकास</p> <p>फुल फुल्ने बिरुवाहरू र विभिन्न किराहरूको उत्पत्ति एवम् डाइनोसर र ठुला घस्रने जन्तुहरूको विनाश</p>
<p>प्यालियोजोइक (Palaeozoic)</p>	<p>57 करोड वर्ष अघिदेखि 25 करोड वर्ष अघिसम्म</p>	<p>केही सामुद्रिक जीवहरूको विकास</p> <p>समुद्रमा पहिलो ढाड भएका जीवहरूको विकास</p> <p>पहिलो स्थल र हरिया वनस्पति तथा माछाको उत्पत्ति र विकास</p> <p>पखेटा भएका किरा, माछा र बिरुवाको उत्पत्ति र विकास</p> <p>घस्रने र उभयचर जीवको उत्पत्ति, उनिउँ जातिका बोट बिरुवाको उत्पत्ति र विकास</p> <p>ढाड भएका र नभएका विभिन्न जीवहरूको लोप तथा प्रथम सरीसृपको विकास</p>
<p>प्रिक्व्याम्ब्रियन इरा (Pre cambrian era)</p>	<p>57 करोड वर्षपूर्वदेखि पृथ्वीको उत्पत्तिसम्म</p>	<p>करिब 3.8 अरब वर्षपूर्व ब्याक्टेरिया र 3.2 अरब वर्षपूर्व लेउको अस्तित्व</p> <p>धेरै पुरानो एक कोषीय साधारण जीवाणुको उत्पत्तिपछि बहु कोषीय जीवहरूको विकास</p>

स्रोत : The ICS's Geologic Time Scale, 2012



## जीवहरूको विकास (Evolution of life)

पृथ्वीको उत्पत्ति हुँदा पृथ्वीमा जीवहरूको लागि उपयुक्त वातावरण थिएन । समय बित्दै जाँदा पृथ्वीमा विभिन्न किसिमका हलचल र परिवर्तनहरू हुँदै गए र जीव विकासको लागि करिब चार अरब वर्षअघि उपयुक्त वातावरण बन्यो । जीव विकासको क्रममा पृथ्वीमा अनगिन्ती जीवहरू उत्पन्न भए पनि सबै बाँच्न सफल भएनन् । यी जीवहरूले यस पृथ्वीमा आफ्ना अस्तित्व, विकास र विनाशको विभिन्न प्रमाणहरू छोडेका छन् । यी जीवहरूले ढुङ्गा र माटामा आफ्नो शरीरका कडा अङ्गहरू र बोट बिरुवाहरूको कुनै न कुनै भागहरू छोडेका छन् । जनावरहरू र बोट बिरुवाहरूका मृत शरीर कुनै न कुनै रूपमा पत्रे चट्टानमा संरक्षित भएर रहेका हुन्छन् । यिनीहरूलाई जीवावशेष (fossils) भनिन्छ । वैज्ञानिकहरूले पत्रे चट्टानमा पाइने यिनै जीवावशेषलाई अध्ययन र विश्लेषण गरी जीव विकासको क्रम पत्ता लगाउँछन् । जीवहरूको उत्पत्ति र विकासका लागि चाहिने उपयुक्त वातावरण सिर्जना भएपछि करिब 3.8 अरब वर्षपूर्व ब्याक्टेरिया र 3.2 अरब वर्षपूर्व लेउको उत्पत्ति भएको हो । जसबाट विभिन्न बहु कोषीय सजीवहरूको विकास हुँदै प्यालियोजोइक इरामा विभिन्न जलीय र स्थलीय तथा ढाड नभएका र ढाड भएका जीवहरू उत्पत्ति भए । यसै अवधिमा जमिन र समुद्रमा क्रमशः प्रशस्त वनस्पति एवम् घाँसहरू पनि उत्पन्न भएको पाइन्छ । मेसोजोइक इरामा स्थल र जलमा रहने विभिन्न किसिमका जीवहरूको विकास हुने क्रम चल्यो । पृथ्वीको सतहमा विभिन्न किसिमका वनस्पति र कोणधारी बोट बिरुवासमेत उत्पन्न भए । फुल फुल्ने वनस्पतिहरूको यसै इरामा विकास भएको थियो । यस इरामा जमिन र समुद्रमा बस्ने घस्रने जन्तुहरूको प्रशस्त विकास भएकाले यस इरालाई घस्रने युगका रूपमा पनि चिनिन्छ । यस इरामा कछुवा, विशाल डाइनोसोरलगायत अन्य जीवहरूको विकास भएको मानिन्छ भने यसैको अन्त्यतिर डाइनोसोरहरूको विनाश भएको विश्वास गरिन्छ ।

सेनोजोइक इरामा तापक्रममा कमी आउनाले वायु मण्डलमा परिवर्तन हुने, चट्टान फुट्ने जस्ता विभिन्न हलचलहरू भए । यस समयमा धेरै जीवहरू नाश भए । चरा चुरुङ्गी तथा स्तनधारी जन्तुहरूको उदय, विकास तथा विस्तार भयो । यस इरालाई स्तनधारीको प्रभुत्व भएको इरा भनिन्छ ।

## जीवावशेष (fossil)

प्राचीन समयमा उत्पन्न भएका जीवहरूका शरीरका अङ्गहरू तथा छापहरू पत्रे चट्टानमा संरक्षित भएर रहेका हुन्छन्, जसलाई जीवावशेष भनिन्छ । यी जीवावशेषहरू ढुङ्गा, माटो, चट्टान आदिमा तिनीहरूको वास्तविक संरचना वा छाप वा कास्ट (cast) रहेको पाइन्छ । आग्नेय चट्टान म्याग्मा चिसो भई बन्ने गर्छ भने परिवर्तित चट्टान अत्यधिक ताप र चापको कारणले आग्नेय र पत्रे चट्टान परिवर्तन भएर बन्ने गर्छ । यसो हुँदा जनावर र बिरुवाको मृत शरीर संरक्षित हुन पाउँदैन र नष्ट हुन्छ । जीवावशेष सम्बन्धी अध्ययन गर्ने विज्ञानको शाखालाई प्यालेन्टोलोजी (palaeontology) भनिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

फोसिल (fossil) शब्द ल्याटिन भाषाको फोसिलिस (fossilis) बाट आएको हो । यसको अर्थ खनेर निकाल्नु (dug up) हुन्छ । प्रायजसो सबै फोसिलहरू पत्रे चट्टानका पत्रहरूबाट निकालिन्छ ।

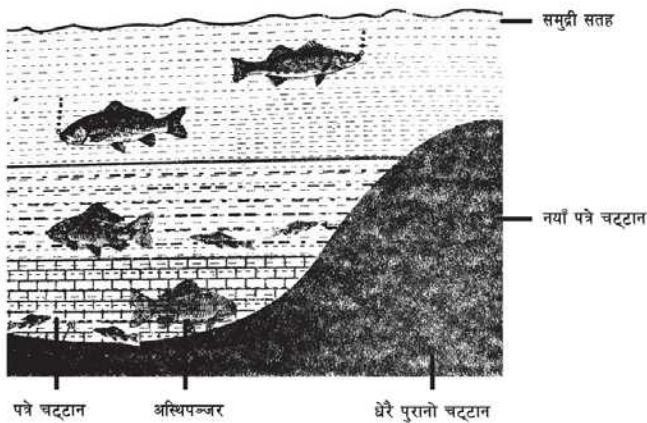
## जीवावशेषको पहिचान (Identification of fossil)

जीवहरूले चट्टान, ढुङगा तथा माटामा छाडेका शारीरिक अङ्गहरूका आकृतिहरूबाट विभिन्न किसिमका जीवावशेषहरू पहिचान गर्न सकिन्छ। यसलाई यस प्रकार उल्लेख गर्न सकिन्छ :

1. मृत्यु जीवको पुरै भाग वा कुनै अङ्गको छाप पत्रे चट्टानहरूमा सुरक्षित रहेको हुन्छ। यी छापहरूको अध्ययनबाट जीवावशेष पहिचान गर्न र छाप बनेको समय अनुमान गर्न सकिन्छ।
2. पत्रे चट्टानहरू बन्ने क्रममा कुनै बोट बिरुवा तथा पशुपन्छीको पुरै भाग वा केही भाग चट्टान तथा माटामा थिचिएर अवशेषका रूपमा रहेको हुन्छ। कालान्तरमा यिनीहरूको सहायताबाट जीवावशेष सजिलै पहिचान गर्न सकिन्छ।
3. कुनै जीवहरूको हाड, दाँत, अस्थिपञ्जर जस्ता कडा भागहरू चट्टान तथा माटामा सञ्चित भएर रहेको पाइन्छ। जीवहरू मरिसकेपछि माटो तथा बालुवालगायतका पदार्थबाट थिचिँदा तिनीहरूको शरीर कुहिएर खाली भएको स्थानमा बनेको जीवको बाहिरी भागको आकृतिबाट जीवावशेष पहिचान गर्न सकिन्छ। त्यस्तै जीवहरू हिँडेका पाइलाहरूका रूपरेखाबाट पनि जीवावशेष पहिचान गर्न सकिन्छ।

## जीवावशेष बन्ने प्रक्रिया (Process of fossil formation)

जीवावशेष विभिन्न किसिमबाट बन्छ। जीवावशेष बन्नका लागि जीवको शरीरका कडा हाडलाई छिटोभन्दा छिटो माटाले छोपिनुपर्छ। पृथ्वीमा ज्वालामुखी तथा बाढी पहिरो जाँदा नरम माटोको साथमा मृत जीवहरू पनि जम्मा हुन्छन् वा समुद्रको पिँधमा नरम माटो थिचिँदा मृत जीवहरू पनि साथै रहन्छन्। यी मृत जीवहरूको कुनै अङ्ग वा पुरा शरीर माटो, बालुवा, आदिमा गाडिँदा वा समुद्रको माटोभित्र पुरिँदा नरम भाग गलेर माटामा मिल्छ भने कडा भाग सुरक्षित रहन्छ। यस प्रक्रियामा मृत जीवहरूको सुरक्षित भाग तथा शरीरको अस्थिपञ्जर कालान्तरमा चट्टान, कडा माटामा छापका रूपमा रही जीवावशेष बन्छ। समुद्र, जलीय स्थल, नरम माटो आदिमा मृत जीवहरूको शरीर संरक्षण हुने बढी सम्भावना हुन्छ। यसरी तिनीहरूको मृत शरीरको कडा भाग वा छाप पत्रे चट्टानमा बन्ने क्रममा सुरक्षित रही अवशेषहरूका रूपमा पाइन्छन्। नयाँ उमेरका अवशेषहरू चट्टानको माथिल्लो भागमा र पुराना उमेरका अवशेषहरू भने पत्रे चट्टानको तलतिर थिचिएर रहेका हुन्छन्।



चि 21.1

त्यस्तै मृत जीवहरूको नरम शरीर कुहिएर माटामा मिलेपछि त्यहाँ खाली स्थान रहन्छ । त्यो खाली ठाउँ अरू वस्तुहरूले भरिँदा जीवको बाह्य भागको आकृतिहरू कडा वस्तुहरूमा छापका रूपमा रहन्छन् । तिनीहरूका अस्थिपञ्जर, दाँत आदिलाई सुरक्षित किसिमबाट निकालेर अध्ययन गरी जीव विकास क्रम तथा त्यस समयको हावापानी पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

### जीवावशेषको महत्त्व (Importance of fossil)

जीवावशेषको अध्ययनबाट जीवहरूको विकास क्रमको विश्वासिलो आधार प्राप्त गर्न सहयोग पुग्छ । त्यस्तै यिनीहरूबाट चट्टानको पत्रका बारेमा पनि थाहा पाउन सकिन्छ । यिनीहरूबाट विभिन्न भौगोलिक कालहरू र जीवावशेषको सम्बन्ध थाहा पाउन सकिन्छ । यिनीहरूको अध्ययनबाट जीवहरूको विकास कहिलेदेखि कसरी सुरु भयो भन्ने अनुमान गर्नका लागि सहयोग पुग्छ । साथै जीवावशेषको उमेरको आधारमा चट्टानहरूको उमेरका अतिरिक्त सो समयको हावापानी पनि थाहा पाउन सकिन्छ ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

मूलतः हाडको अवशेषमा कुनै हाड हुँदैन । जीवावशेष बनेको वस्तु वास्तविक वस्तुको आकारमा रहन्छ तर यसरी बनेको वस्तु रासायनिक रूपमा चट्टान जस्तै कडा हुन्छ ।

### खनिज इन्धन (Fossil fuel)

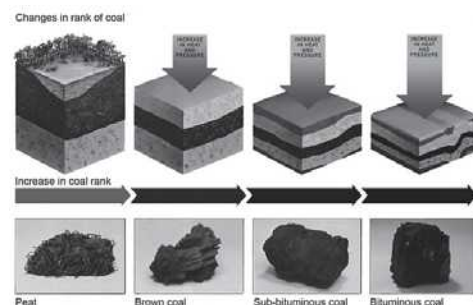
कोइला, तेल र प्राकृतिक ग्याँस जीवावशेषबाट बनेका महत्त्वपूर्ण खनिज इन्धन हुन् । यिनीहरू बिरुवा र जनावरहरू लाखौं लाख वर्ष लागेर माटो र चट्टानमुनि बनेका हुन्छन् ।

### कोइला (Coal)

कोइला पृथ्वीको सतहमुनि बाक्लो पत्रका रूपमा रहेको कार्बन, हाइड्रोजन, अक्सिजन र केही स्वतन्त्र कार्बनबाट बनेको एक पत्रे चट्टान हो । यो प्रायः एक इन्चदेखि केही फिट बाक्लोसम्म सेल (shale) ढुङ्गा तथा पत्रे चट्टानको बिचमा तह बनी रहेको हुन्छ । बिरुवाका भागहरूमा अत्यधिक चाप र तापका कारण पृथ्वीको सतहमुनि कोइला बन्ने गर्छ । कोइलामा भएको कार्बनको प्रतिशतको आधारमा कोइला पिट (peat), लिग्नाइट (lignite), ब्युटामिनस (bituminous) र एन्थ्रासाइट (anthracite) गरी चार प्रकारका हुन्छन् । कार्बनको मात्रा बढी भएको कोइला राम्रो मानिन्छ । एन्थ्रासाइट सबैभन्दा राम्रो कोइला हो तर यो नेपालमा पाइँदैन । नेपालको दाङ जिल्लामा अन्य प्रकारको कोइला पाइन्छ । सिमेन्ट, ईटा तथा फलाम आदि उद्योगहरूमा यसको प्रयोग मुख्य इन्धनका रूपमा रहेको पाइन्छ ।

### कोइला बन्ने तरिका (Formation of coal)

भौर्गभिक प्रमाणअनुसार वनस्पतिका विभिन्न भागहरू जमिनभित्रको उच्च चाप र तापक्रमले गर्दा विच्छेदन भई कोइलामा परिणत हुन्छन् । भुइँचालो र ज्वालामुखी विष्फोटन जस्ता प्राकृतिक विपदका कारण पृथ्वीको सतहमुनि जमिनको भागको साथै घना जङ्गल पनि भाँसिन्छ ।



चित्र 21.2

त्यसपछि यो भागलाई हिलो माटो र अन्य वस्तुले पृथ्वीको बाहिरी सतहसम्म छोपिन्छ । जमिनभित्रको उच्च चाप र तापक्रमले गर्दा बोट बिरुवामा रहेका मुख्य तत्त्वहरू सेलुलोज (cellulose) र लिग्निन (lignin) लाई ब्याक्टेरियाले विच्छेदन गराउँछन् । परिणामस्वरूप कोइलामा रहेका कार्बन, हाइड्रोजन र अक्सिजन जस्ता रसायन कार्बन डाइअक्साइड, मिथेन र पानीमा परिणत हुन्छन् । अवशेषमा कार्बनको मात्रा बढी हुन्छ । जमिनभित्रको उच्च चाप र तापक्रमले गर्दा कडा खैरो पदार्थमा परिणत हुन्छ, जसलाई कोइला भनिन्छ । जमिनभित्रको उच्च चाप र तापक्रमले गर्दा बोट बिरुवाहरूबाट कोइला बन्ने प्रक्रियालाई कार्बोनाइजेसन (carbonization) भनिन्छ । यो बिस्तारै हुने प्रक्रिया भएकाले कोइला बन्न हजारौं वर्ष लाग्छ ।

### कोइलाको महत्त्व (Importance of coal)

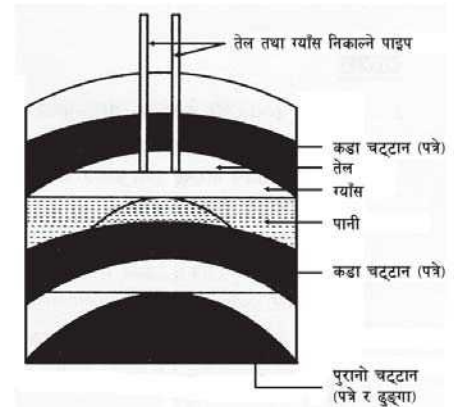
कोइला इन्धनको महत्त्वपूर्ण स्रोत हो । यसलाई घर, उद्योग तथा विद्युत् उत्पादनमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । इँटा भट्टा तथा फलाम उद्योगमा कोइलाको प्रयोग गर्न सकिन्छ । रेलको इन्जिनलाई चलाउन पनि कोइलाको प्रयोग गरिन्छ । यसबाट कार्बनिक यौगिकहरू पनि उत्पादन गर्न सकिन्छ । सडक निर्माणमा प्रयोग गरिने कोलटार (coal tar) बनाउनका लागि पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

### खनिज तेल (Mineral oil)

प्रकृतिमा पाइने कालो रडको भिस्कस (viscous) तरल तथा नराम्रो गन्ध आउने (foul smelling) तेललाई पेट्रोलियम भनिन्छ । पृथ्वीको क्रष्टमा रहेको दुई ओटा चट्टानको बिचमा पाइने भएकाले यसलाई पेट्रोलियम भनिएको हो । यसमा मुख्यतया कार्बन र हाइड्रोजन पाइन्छ । प्रशोधन नगरिएको पेट्रोलियम पदार्थलाई कच्चा खनिज तेल (crude oil) भनिन्छ । कच्चा तेलको तौलको जम्मा भागमा करिब 90 देखि 95 प्रतिशत हाइड्रोकार्बन नै हुन्छ । साथै यसमा अक्सिजन, सल्फर, नाइट्रोजन र अन्य खनिज वस्तुहरू पनि थोरै मात्रामा मिसिएर रहेका हुन्छन् ।

### खनिज तेल बन्ने तरिका (Formation of mineral oil)

हजारौं वर्ष पहिले समुद्रको तल दबिएर रहेका अत्यन्त साना बिरुवा र जनावरका बाँकी अंशहरूको विच्छेदनबाट पेट्रोलियम बन्छ । ससाना मृत जीवहरू समुद्रको पिँधमा रहँदा बालुवा र माटामा मिसिन्छन् । हजारौं वर्षसम्मको उच्च चाप, ताप तथा ब्याक्टेरियाका कारणले कार्बनिक वस्तुहरू तरल हाइड्रोकार्बनका यौगिकमा परिणत हुन्छन् । यी यौगिकहरूबाट नै कच्चा खनिज तेल (crude oil) बन्छ । यो तेल जमिनको धेरै तल कडा चट्टान (impermeable cap rock) को मुनि रहेको हुन्छ । यस तेलमा पानी, खनिज लवणहरू, चट्टानी पदार्थ मिसिएर रहेका हुन्छन् । उक्त कच्चा तेललाई फ्र्याक्सनल डिस्टिलेसन (fractional distillation) विधिद्वारा प्रशोधन गरी विभिन्न पेट्रोलियम पदार्थहरू प्राप्त गर्न सकिन्छ ।



चित्र 21.3

केही पेट्रोलियम पदार्थहरू र तिनको उपयोगिता निम्नानुसार छन् :

पेट्रोलियम पदार्थ	उपयोगिता
पेट्रोलियम ग्याँस (petroleum gas)	ग्याँस इन्धनका रूपमा
पेट्रोलियम इथर (petroleum ether)	घोलक तथा सरसफाइ गर्न
पेट्रोल (petrol)	साना सवारी साधनमा इन्धनको रूपमा
डिजेल (diesel)	ठुला सवारी साधनमा इन्धनको रूपमा
मटितेल (kerosene)	घरायसी इन्धनको रूपमा
लुब्रिकेटिङ तेल (ग्रीज, भ्यासेलिन) (lubricating oil: grease, Vaseline)	घर्षणलाई कम गर्न
पाराफिन वाक्स (paraffin wax)	मैनबत्ती, सलाई आदि बनाउन
पेट्रोलियम कोक (petroleum coke)	इन्धनका रूपमा

### खनिज तेलको महत्त्व (Importance of mineral oil)

खनिज तेल यातायातका साधन सञ्चालन गर्न र विद्युत् निकाल्न प्रयोग गरिन्छ । साथै खानेकुरा पकाउन, रासायनिक मल बनाउन, कीटनाशक विषादीका रूपमा, औषधी बनाउन, विस्फोटन पदार्थ बनाउन, विभिन्न उद्योगहरूमा प्रयोग गरिने यन्त्रहरू सञ्चालन गर्नका लागि समेत यसको प्रयोग गरिन्छ ।

### सारांश

1. पृथ्वीको उत्पत्तिबारे वैज्ञानिक परिकल्पनाहरू फरक फरक पाइन्छन्, जसमा George Wofon, Nebular, Tidal परिकल्पनाहरू पनि पर्छन् ।
2. पृथ्वीको हालको उमेर करिब 4.5 अरब वर्ष भएको अनुमान गरिएको छ । पृथ्वीको उत्पत्तिको इतिहासदेखि अहिलेसम्मको पुरै समयवधिलाई भौगर्भिक समय स्केल भनिन्छ । भुगर्भविद्हरूले पृथ्वीको इतिहासलाई इयोन, इरा, पिरियड र इपोक गरी चार समूहमा विभाजन गरेका छन् ।
3. भौगर्भिक समय तालिकाका 4 ओटा इराहरू सेनोजोइक, मेसोजोइक, प्यालियोजोइक र प्रिक्व्याम्ब्रियन हुन् । यी इराहरूमा भएका चट्टान र जीवावशेषहरूको अध्ययनबाट पृथ्वीमा भएका विभिन्न हलचल, जीव विकास क्रम आदिबारे थाहा पाउन सकिन्छ ।
4. प्यालियोजोइक, मेसोजोइक र सेनोजोइक इराहरू जीव विकासका लागि महत्त्वपूर्ण इराहरू हुन् र प्रत्येक इरामा उत्पन्न भएका जीवहरू फरक फरक किसिमका छन् ।
5. पृथ्वीमा भएको हलचल र परिवर्तनहरूले गर्दा कतिपय जीवहरू जमिनको तल्लो भागमा दबिएर लोप भए । ती लोप भएका जीवहरूको हाडखोर, कुनै अङ्ग, बोट बिरुवाहरूका विभिन्न

भागहरूको आकृति हजारौं वर्षपछि पत्रे चट्टान, कडा माटो आदिमा अवशेषका रूपमा रहेका हुन्छन्, जसलाई जीवावशेष भनिन्छ । जीवावशेष सम्बन्धी अध्ययन गर्ने शास्त्रलाई प्यालेन्टोलोजी (paleontology) भनिन्छ । जीवावशेषको अध्ययनबाट पृथ्वीको इतिहास, जीव विकास र त्यसबेलाको हावापानीबारे थाहा पाउन सकिन्छ ।

6. कोइला, तेल र प्राकृतिक ग्याँस जीवावशेषबाट बनेका महत्त्वपूर्ण खनिज इन्धन हुन् । कोइला पृथ्वीको सतहमुनि बाक्लो पत्रका रूपमा रहेको कार्बन, हाइड्रोजन, अक्सिजन र केही स्वतन्त्र कार्बनबाट बनेको एउटा पत्रे चट्टान हो । प्रकृतिमा पाइने कालो रडको भिस्कस (viscous) तरल तथा नराम्रो गन्ध आउने (foul smelling) तेललाई पेट्रोलियम भनिन्छ ।
7. मानिसले खनिज इन्धनलाई खाना पकाउन, घर तातो बनाउन, यातायातका साधन र विभिन्न यन्त्रहरू सञ्चालन गर्न प्रयोग गर्छन् ।

## अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको उत्तरमा सही चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

1. पृथ्वीको उत्पत्तिबारे वैज्ञानिक परिकल्पनाहरूमध्ये Nebular परिकल्पना तलका मध्ये कुनसँग सम्बन्धित छ ?
  - (i) धेरै समय पहिले ब्रह्माण्डमा घुम्दै गरेको एउटा विशाल लामपुच्छे तारा सूर्यसँग ठक्कर खान गई पृथ्वीलगायतका विभिन्न ग्रह तथा उपग्रहहरू बने ।
  - (ii) आकाशमा फैलिएका ग्याँस र धुलाका कणहरूबाट बनेका ठुला पिण्डहरू आफ्नो अक्षमा घुम्दै जाँदा बिस्तारै चिसिए र यसको भूमध्यरेखीय भागमा पदार्थको रिड बन्थो । यो क्रम पुरै सौर्य मण्डल नबनुञ्जेल चलिरह्यो र बाँकी रहेको पिण्डबाट सूर्य बयो ।
  - (iii) प्राचीन कालमा एउटा ठुलो तारा घुम्दै घुम्दै सूर्यको नजिक पुग्यो । यस ताराको आफ्नो गुरुत्वाकर्षणले गर्दा सूर्यबाट ज्वार उत्पन्न भयो । उक्त ज्वारीय पदार्थ ठण्डा भई टुक्रिन जाँदा पृथ्वीलगायत विभिन्न ग्रह तथा उपग्रहहरू बने ।
  - (iv) माथिका सबै
2. भुगर्भविद्हरूले पृथ्वीको इतिहासलाई कति समूहमा विभाजन गरेका छन् ?
 

(i) 2	(ii) 3
(iii) 4	(iv) 5
3. जीव विकासका लागि महत्त्वपूर्ण इराहरू तलका मध्ये कुन कुन हुन् ?
 

(i) प्यालियोजोइक, प्रिक्व्याम्ब्रियन	(ii) प्यालियोजोइक, मेसोजोइक
(iii) प्यालियोजोइक, मेसोजोइक र सेनोजोइक	(iv) प्रिक्व्याम्ब्रियन

4. जीवावशेष सम्बन्धी अध्ययन गर्ने शास्त्रलाई के भनिन्छ ?
- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| (i) प्यालेन्टोलोजी | (ii) इकोलोजी    |
| (iii) कस्मोलोजी    | (iv) ओस्टिओलोजी |
5. कोइलामा तलका मध्ये कुन कुन तत्त्वहरू पाइन्छन् ?
- |                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| (i) हाइड्रोजन, अक्सिजन | (ii) कार्बन, हाइड्रोजन          |
| (iii) कार्बन, अक्सिजन  | (iv) कार्बन, हाइड्रोजन, अक्सिजन |

(ख) तलका प्रश्नहरूको सही उत्तर लेख्नुहोस् :

1. पृथ्वीको उत्पत्तिबारे तिन ओटा परिकल्पनाहरू लेखी कुनै एकको सङ्क्षेपमा व्याख्या गर्नुहोस् ।
2. भौगर्भिक समय तालिका भनेको के हो ? यसलाई कति ओटा अवयवमा बाँडिएको छ ?
3. मेसोजोइक र सेनोजोइक इराहरूमा भएको जीव विकासबारे समानता र असमानता लेख्नुहोस् ।
4. तलका जीवहरूको विकास कुन कुन इरामा भएको हो, पत्ता लगाई लेख्नुहोस् ।
  - (i) माछाको उत्पत्ति र विकास
  - (ii) उनिउ जातिका बोट बिरुवाको उत्पत्ति र विकास
  - (iii) डाइनोसोरको उत्पत्ति
  - (iv) फुल फुल्ने बिरुवाहरूको उत्पत्ति
  - (v) हात्ती, ह्वेल, माछाको विकास
  - (vi) मानिसको उत्पत्ति र विकास
  - (vii) मानिसको प्रभुत्व
5. जीवावशेष भनेको के हो ? जीवावशेष बन्ने प्रक्रियाबारे व्याख्या गर्नुहोस् ।
6. कोइला भनेको के हो ? कोइला बन्ने प्रक्रियाबारे वर्णन गर्नुहोस् ।
7. खनिज इन्धन भनेको के हो ? खानीमा इन्धन बन्ने प्रक्रियाबारे वर्णन गरी यसको महत्त्व बुँदागत रूपमा लेख्नुहोस् ।
8. वैज्ञानिकहरूले केका आधारमा पृथ्वी र मानव एकै समयमा अस्तित्वमा आएका होइनन् भन्ने कुरा पुष्टि गरेका छन्, लेख्नुहोस् ।

## परियोजना कार्य

1. तपाईंको विद्यालय र घर वरपर पाइने विभिन्न प्रकारका चट्टानहरू सङ्कलन गरी तिनीहरूलाई शिक्षकको सहायताले वर्गीकरण गर्नुहोस् ।
2. आफ्नो बसोबास क्षेत्र नजिकको जमिन, वन जङ्गल नदीमध्ये कुनै एक स्थान छनोट गर्नुहोस् । त्यस स्थानमा विभिन्न समयमा के कस्ता परिवर्तनहरू भए, ज्येष्ठ व्यक्तिहरूसँग सोधी पत्ता लगाउनुहोस् र त्यस स्थानको बनावट त्यहाँका जीवजन्तु आदिबारे विगत र वर्तमान स्पष्ट हुने गरी प्रतिवेदन तयार गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
3. एउटा कागजको बट्टा लिनुहोस् । उक्त बट्टामा प्लास्टर अफ पेरिसको घोल लिनुहोस् । त्यस घोलमाथि कुनै बोट बिरुवाको पात वा अङ्ग लिनुहोस् । त्यसमाथि फेरी प्लास्टर अफ पेरिसको घोल राख्नुहोस् । उक्त घोल सारो भएपछि त्यस बट्टालाई फोरेर बिरुवा राखिएको माथिल्लो भाग निकाल्नुहोस् र अवलोकन गर्नुहोस् र त्यहाँ देखिएको कुरा कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

## शब्दावली

फ्राक्सनल डिस्टिलेसन : उम्लने तापक्रमको आधारमा विभिन्न पदार्थहरू छुट्याउने रासायनिक विधि

भिस्कस : सजिलै नबग्ने बाक्लो र चिपकने खालको तरल

ग्रेनाइट : घर बनाउन प्रयोग गरिने कडा, खैरो र कालो चट्टान

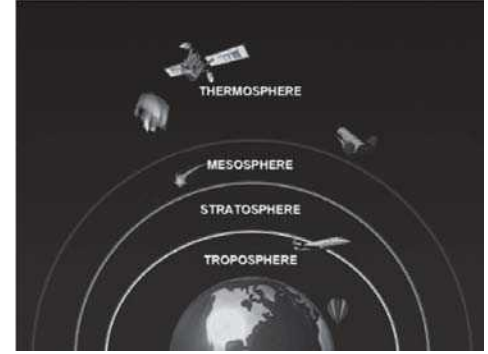
पाराफिन वाक्स : विशेषगरी मैनबत्ती बनाउन प्रयोग गरिने पेट्रोलियमबाट बनेको सेतो महिन जस्तो पदार्थ

प्लास्टर अफ पेरिस :  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  अणुसूत्र भएको रसायन, जसलाई भाँच्चिएको हड्डीको उपचारलाई प्लास्टर गर्न प्रयोग गरिन्छ ।



## एकाइ 22 जलवायु परिवर्तन र वायु मण्डल (Climate Change and Atmosphere)

पृथ्वीलाई जल मण्डल, भू मण्डल र वायु मण्डल गरी 3 भागहरूमा विभाजन गरिएको छ । तपाईंहरूले पृथ्वीको वरिपरि रहेको वायु मण्डल के हो, के के मिलेर बनेको छ, कसरी अडिएको छ र जलवायु परिवर्तनले वायु मण्डललगायत पृथ्वीमा के असर परेको छ, कहिले विचार गर्नुभएको छ ? छैन भने आउनुहोस् एक छिन विचार गरौं । पृथ्वीको वरिपरि रहेको हावाको बाक्लो तहलाई वायु मण्डल भनिन्छ । यो नाइट्रोजन, अक्सिजन, कार्बन डाइअक्साइड, जलवाष्प तथा धुलाका कणहरूको समिश्रण हो । वायु मण्डल पृथ्वीको गुरुत्वाकर्षण शक्तिको कारण अस्तित्वमा रहेको छ । वायु मण्डलको तापक्रम तथा आद्रतामा परिवर्तन हुँदा यसले जीवहरूको जीवन पद्धतिमा प्रतिकूल असर पार्छ । यस एकाइमा जलवायु परिवर्तनको असर न्यूनीकरणका प्रयासहरू, वायु मण्डलका तहहरू, ओजन तह, औद्योगिक ग्याँस आदिका बारेमा अध्ययन गर्ने छौं ।



चित्र 22.1

### जलवायु परिवर्तनको न्यूनीकरण र अनुकूलनका लागि राष्ट्रिय तथा अन्तर्राष्ट्रिय प्रयासहरू

जलवायु परिवर्तन एक विश्वव्यापी समस्याको रूपमा रहेको छ । यसको प्रभाव विश्वभरि नै बढ्दै गएको पाइन्छ । यसको प्रभावबाट प्रकृति तथा मानवलगायत सम्पूर्ण जीवहरूमा थुप्रै नकारात्मक असरहरू देखा पर्दै गएको छ । यो क्रम बढ्दै गएमा जीवहरूको अस्तित्वमाथि नै सडकट उत्पन्न हुन सक्छ भन्ने कुरा विभिन्न अध्ययनहरूले देखाएका छन् । सबै मिलेर जलवायु परिवर्तनको सडकटसँग जुध्नुपर्छ । यस प्रकारको समस्यालाई निराकरण गर्ने सम्बन्धमा संयुक्त राष्ट्रसङ्घले समेत पहल गरिसकेको छ । यसरी संस्थागत र सङ्गठित रूपमा गरिएका प्रयासहरूबाट समस्याको समाधान अवश्य पनि सम्भव छ । यस्ता विभिन्न प्रयासहरूमध्ये एउटा प्रयासको रूपमा शैक्षिक संस्थाहरू विशेषतः विद्यालय, क्याम्पस तथा विश्व विद्यालयहरूले आआफ्नो पाठ्यक्रममा यी विषय वस्तुहरू राखी पठन पाठन गराउनु पनि हो । हालसम्म जलवायु परिवर्तनको न्यूनीकरण र अनुकूलनका लागि राष्ट्रिय तथा अन्तर्राष्ट्रिय रूपमा गरिएका प्रयासहरू यस प्रकार रहेका छन् :

#### राष्ट्रिय स्तरमा गरिएका प्रयासहरू

जलवायु परिवर्तनका असर न्यूनीकरणका लागि नेपालभित्रै गरिएका प्रयासहरूलाई राष्ट्रिय प्रयासहरू भनिन्छ । यस्ता प्रयासहरू र तिनीहरूको सामान्य जानकारीलाई निम्नानुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

##### 1. राष्ट्रिय सञ्चार प्रतिवेदन

2. जलवायु परिवर्तन नीति, 2067
3. जलवायु परिवर्तन समानुकूलन रणनीतिक कार्यक्रम
4. राष्ट्रिय अनुकूलन कार्यक्रम
5. जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी स्थानीय अनुकूलन कार्यक्रम
6. अन्य कार्यक्रमहरू

राष्ट्रिय सञ्चार प्रतिवेदन : जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्र सङ्घीय महासन्धिको कोपलाई नेपालले आफ्नो प्रथम राष्ट्रिय सञ्चार प्रतिवेदन बुझाएको छ । यस प्रतिवेदनमा जलवायु परिवर्तनबाट नेपालमा हुने प्रभाव र यसको अनुकूलनका उपायहरू, जलवायु परिवर्तनको प्रतिरोध गर्नुपर्ने क्षमता विकास तथा आवश्यक नीति, नियम र योजनाका बारेमा उल्लेख गरिएको छ । यसमा जलवायु परिवर्तनले असर पार्ने क्षेत्रहरू यातायात, उद्योग, कृषि, वन, स्वास्थ्य, फोहोर मैला व्यवस्थापनको थप अध्ययन र अनुसन्धान गर्नुपर्ने कुरा समेत उल्लेख छ । यी अध्ययनहरूको आधारमा वैज्ञानिक सिकाइका लागि छुट्टै संयन्त्रको स्थापना गर्नुपर्ने कुरामा पनि जोड दिइएको छ ।

जलवायु परिवर्तन नीति, 2067: जलवायु परिवर्तनका कारण वायु मण्डलीय तापक्रम वृद्धि हुँदा नेपालको कृषि, वन, जनस्वास्थ्य, जैविक विविधता, सामाजिक, आर्थिक पक्षहरूमा नकारात्मक प्रभाव पर्छ । यस प्रकारको असरलाई न्यूनीकरण, अनुकूलन तथा समानुकूलताका उपायहरू अबलम्बन गर्दै जलवायु परिवर्तन विरुद्ध जन चेतना जगाउनु आवश्यक छ । साथै विभिन्न तहका व्यक्तिहरूको क्षमता विकास गर्नुपर्ने देखिन्छ । यी कुराहरूलाई सम्बोधन गर्नका लागि निश्चित उद्देश्य र नीतिहरू समेटेर जलवायु परिवर्तन नीति, 2067 ल्याइएको छ ।

जलवायु परिवर्तन समानुकूलन रणनीतिक कार्यक्रम : सन् 2009 मे मा जलवायु लगानी कोषले नेपाल सरकारलाई जलवायु परिवर्तन समानुकूलका लागि विश्वव्यापी नमुना कार्यक्रममा सहभागी हुन आमन्त्रण गरेको थियो । विश्व जलवायु नमुना कार्यक्रमले गरिब मुलुकहरूलाई जलवायु परिवर्तन समानुकूलका उपायहरू आर्थिक सहयोग गर्ने गर्छ । नेपालको जलवायु समानुकूलन रणनीतिक कार्यक्रमलाई पाँच क्षेत्रमा विभाजन गरी दीर्घकालीन कार्यक्रमका रूपमा लिइएको छ :

1. पहाडी पारिस्थितिकीय क्षेत्रभित्र पर्ने जलाधारहरूको जलवायु समानुकूलन
2. जलवायु उत्पन्न जोखिम समानुकूलन
3. विकास आयोजनामा जलवायु परिवर्तन जोखिम व्यवस्थापनको मूल प्रवाहीकरण
4. निजी क्षेत्रको सक्रिय सहभागितामा जलवायु समानुकूलनका लागि सक्षम समुदाय निर्माण
5. लोपोन्मुख प्रजातिहरूको जलवायु समानुकूलन अभिवृद्धि

राष्ट्रिय अनुकूलन कार्यक्रम : यो कार्यक्रम नेपाल सरकारले सन् 2010 सेप्टेम्बरमा तयार पारेको हो । यस कार्यक्रमले मुख्यतया जलवायु परिवर्तन र जोखिमको मूल्याङ्कन गर्छ । यसले 250 कार्यक्रमहरूलाई 9 ओटा एकीकृत कार्यक्रमको रूपमा परिचालन गरेको छ ।

जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी स्थानीय अनुकूलन कार्यक्रम : यो कार्यक्रम ग्रामीण तथा समुदाय स्तरमा सञ्चालन गरिने कार्यक्रम हो । यसले जलवायु अनुकूलन तथा समानुकूलनको प्रक्रिया चयन गर्दा

ऊर्ध्वगामी, समावेशी, तत्परता र लचिलो गरी मुख्य रूपमा चार ओटा सिद्धान्तलाई आत्मसात् गरी काम गर्छ । यसले स्थानीय तथा राष्ट्रिय स्तरमा पर्ने कार्यक्रमहरूको तर्जुमा गर्ने, गराउने र समन्वय गर्ने समेत गर्छ । यस कार्यक्रमअन्तर्गत जलवायु परिवर्तनले गर्दा स्थानीय स्तरमा पर्ने असरहरूलाई कम गर्न विभिन्न कार्यक्रमहरू सञ्चालन गरिन्छ । यी कार्यक्रमहरूले अति सङ्कटापन्न समुदाय, क्षेत्र र परिवारहरूलाई अनुकूल सेवा प्रदान गर्ने वातावरण तयार गर्छ ।

अन्य कार्यक्रमहरू : यसअन्तर्गत सुधारिएको इँटा भट्टा सम्बन्धी कार्यक्रम, सुधारिएको चुलो र गोबर ग्याँस कार्यक्रम, कार्बन सञ्चयमा प्रोत्साहन कार्यक्रम, वर्षाको पानी सङ्कलन कार्यक्रम, प्राकृतिक प्रकोप सम्बन्धी पूर्व सूचना प्रणाली, सभा, गोष्ठीलगायतका कार्यक्रमहरू समेटिएका छन् ।

### अन्तर्राष्ट्रिय स्तरमा गरिएका प्रयासहरू

जलवायु परिवर्तनका असर न्यूनीकरणका लागि नेपाल बाहिर गरिएका प्रयासहरूलाई अन्तर्राष्ट्रिय स्तरमा गरिएका प्रयासहरू भनिन्छ । यस्ता प्रयासहरू यस प्रकार छन् :

1. जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्र सङ्घीय महासन्धि
2. जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी जानकारी पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन
3. एजेन्डा 21
4. अन्तरसरकारी मञ्च
5. क्योटो अभिसन्धि
6. क्योटो प्रोटोकलअनुसार हरित गृह ग्याँस उत्सर्जन कम गर्ने उपायहरू
7. वन विनाशबाट हुने उत्सर्जन घटाउने

जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्र सङ्घीय महासन्धि : विश्वभरका 154 देशहरूको सहभागितामा सन् 1992 मा ब्राजिलको रियो दि जेनेरियोमा पृथ्वी शिखर सम्मेलन भएको थियो । यस सम्मेलनले बढ्दो वातावरण प्रदूषण, दिगो विकास कार्यक्रम, जलवायु परिवर्तनले ल्याएको परिस्थिति जस्ता विषयहरूलाई सम्बोधन गरेको थियो । जलवायु परिवर्तनलाई पूर्ण रूपमा रोक्न नसकिने हुनाले परिवर्तित जलवायुसँगै आफ्नो जीवन शैली मिलान गर्दै जानु आवश्यक छ । नेपालले 12 जुन 1992 मा उक्त महासन्धिमा हस्ताक्षर गरेको थियो । संसदले सन् 1994 मा अनुमोदन गरेपछि उक्त महासन्धिको प्रावधानहरू नेपालमा लागू भएका छन् ।

जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी जानकारी पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन : सन् 1992 को महासन्धिअनुसार महासन्धिमा हस्ताक्षर गर्ने राष्ट्रहरूले आफ्नो देशमा जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी भएका कामहरूको जानकारी सदस्य राष्ट्रहरूलाई गराउनुपर्ने प्रावधान छ । सन् 2013 सम्ममा 19 पटक जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी जानकारी पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन भइसकेको छ । सन् 2014 मा यस सम्बन्धी सम्मेलन पेरुमा भएको थियो । नेपालले पनि यही महासन्धिको आधारमा सन् 2011 मा राष्ट्रिय जलवायु परिवर्तन नीति तयार पारि लागू गरेको छ ।

एजेन्डा 21: जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण एवम् अनुकूलनका लागि 'Think Globally and Act Locally' भन्ने नारालाई ध्यान दिई 21 औं शताब्दीमा वातावरण संरक्षण तथा दिगो विकास प्राप्त गर्नका लागि कार्य योजना तयार पारेको हो । एजेन्डा 21 सोही कार्य योजनाको नाम हो । यस योजनामा वातावरण, विकास र समाजलाई सन्तुलित एवम् दीर्घकालीन विकासमा कसरी लिएर जान सकिन्छ भन्ने कुरालाई प्राथमिकताका साथ उल्लेख गरिएको छ ।

अन्तरसरकारी मञ्च : यो मञ्च जलवायु परिवर्तनको अध्ययन र अनुसन्धानका लागि गठन भएको हो । यो मञ्च विश्व मौसम संस्था र संयुक्त राष्ट्र सङ्घीय वातावरण कार्यक्रम मिलेर सन् 1988 मा गठन भएको हो । यसले जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी वैज्ञानिक खोज, अनुसन्धान र प्रभावबारे मूल्याङ्कन प्रतिवेदन प्रस्तुत गर्छ ।

क्योटो अभिसन्धि : 11 डिसेम्बर 1997 मा यो अभिसन्धि आएको थियो । सन् 2008 सम्ममा 36 विकसित र 137 विकासशील राष्ट्रहरूले यसको अनुमोदन गरिसकेका छन् । यस अभिसन्धिको प्रमुख उद्देश्य हावापानी परिवर्तन नियन्त्रण तथा हरित गृह ग्याँसहरूको अप्राकृतिक उत्पादन कम गराई विश्वको तापक्रम वृद्धि हुनबाट बचाउनु हो । नेपालले 16 सेप्टेम्बर 2005 मा क्योटो अभिसन्धि अनुमोदन गरेको थियो । यो अभिसन्धिअनुसार विकसित मुलुकहरूले आफ्नो हरित गृह ग्याँस उत्सर्जन दरलाई सन् 1990 को स्तरभन्दा 5.25 प्रतिशतका दरले घटाउनुपर्ने प्रावधान रहेको छ । यसको समयावधि सन् 2008 देखि 2012 सम्म तोकिएको थियो । यस अवधिलाई प्रथम प्रतिबद्धता अवधि मानिन्छ । सन् 2012 डिसेम्बर 8 मा कतारको दोहामा क्योटो अभिसन्धिबारे छलफल गरी केही संशोधन गरेको थियो । यस संशोधनअनुसार सन् 2013 देखि सन् 2020 सम्म विकसित राष्ट्रहरूले 8 वर्षको दोस्रो प्रतिबद्धता अवधिभित्र आफ्नो देशको हरित ग्याँस घटाउनुपर्ने हुन्छ ।

क्योटो अभिसन्धिअनुसार हरित गृह ग्याँस उत्सर्जन कम गर्ने उपायहरू : विकसित देशहरूले ठुला ठुला उद्योगहरू सञ्चालन गरी आफ्नो आर्थिक विकास गर्दै आएका छन् । ती देशहरूले खनिज इन्धन अत्यधिक खपत गर्छन् । फलस्वरूप विकसित देशहरूबाट नै हरित गृह ग्याँसको उत्सर्जन बढी हुन्छ । त्यसलाई कम गर्न सजिलो छैन । यस कार्यलाई सरल बनाउन क्योटो अभिसन्धिले विकसित र विकासोन्मुख देशहरूलाई अन्तर्राष्ट्रिय उत्सर्जन व्यापार, संयुक्त कार्यान्वयन र स्वच्छ विकास प्रक्रिया गरी तिन प्रक्रियामा कार्य गर्न प्रोत्साहन गरेको छ ।

वन विनाशबाट हुने उत्सर्जन घटाउने : जलवायु परिवर्तनको कारक तत्त्वका रूपमा रहेको कार्बन अवसोस र भण्डारण गर्न वन एक प्रभावकारी स्रोत हो । यस सन्दर्भमा धेरै हरित गृह ग्याँस उत्सर्जन गर्ने विकसित देशहरूले वन विनाश कम गर्नुपर्छ । साथै ती देशहरूले वन संरक्षण र व्यवस्थापनमा अल्पविकसित र विकासोन्मुख देशहरूले कार्बन बढी उत्सर्जन गर्ने विकसित देशबाट क्षतिपूर्ति पाउँछन् । यस किसिमका कार्यहरू गर्न विकसित र विकासोन्मुख देशहरू सैद्धान्तिक रूपमा सहमत भएका छन् ।

## वायु मण्डलका तहहरू (Layers of Atmosphere)

पृथ्वीको सतहबाट माथितिर उचाइ बढ्दै जाँदा वायु मण्डलीय तहको घनत्व पनि घट्दै जान्छ । वायु मण्डलमा विभिन्न ग्याँसहरूको उपस्थितिको कारण सौर्यताप सञ्चय भइरहन्छ । वायु मण्डलीय तहको घनत्व, उचाइ र तापक्रमको आधारमा यसलाई छ तहमा विभाजन गर्न सकिन्छ । ती निम्न प्रकार छन् :

1. निम्न मण्डल (Troposphere)
2. समताप मण्डल (Stratosphere)
3. मध्य मण्डल (Mesosphere)
4. तापीय मण्डल (Thermosphere)
5. बाहिरी मण्डल (Exosphere)

### निम्न मण्डल (Troposphere)

वायु मण्डलको सबैभन्दा तल्लो तह निम्न मण्डल हो । यो तह पृथ्वीको सतहबाट लगभग 16 km उचाइसम्म फैलिएर रहेको छ । ध्रुवीय क्षेत्रमा यसको चौडाइ 8 देखि 10 km र भूमध्य रेखीय क्षेत्रमा 16km सम्म रहेको छ । यस तहमा नाइट्रोजन, अक्सिजन, कार्बन डाइअक्साइड, जलवाष्प तथा धुलाका कणहरू रहेका हुन्छन् । पृथ्वीको वायु मण्डलको लगभग 95% अवयवहरू निम्न मण्डलमा रहेको अनुमान छ । निम्न मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तहलाई ट्रपोपोज (tropopause) भनिन्छ । यस तहको उचाइ बढेअनुसार प्रति किलोमिटरमा करिब  $6.5^{\circ}\text{C}$  तापक्रम घट्छ । यो क्रम ट्रपोपोजसम्म भइरहन्छ । यस तहमा उचाइ बढेअनुसार तापक्रम परिवर्तन भइरहने हुनाले यसलाई परिवर्तन मण्डल (changeable layer) पनि भनिन्छ । मानवीय क्रियाकलापको कारण निस्कने धुलाका कणहरू र धुवाले यस तहलाई नकारात्मक प्रभाव पारिरहेको छ ।

### समताप मण्डल (Stratosphere)

पृथ्वीको निम्न मण्डलभन्दा माथि रहेको तह समताप मण्डल हो । यो तह पृथ्वीको सतहबाट लगभग 16 देखि 50km उचाइसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहमा ओजोन, नाइट्रोजन, अक्सिजन आदि मुख्य ग्याँसहरूका रूपमा रहेका हुन्छन् । समताप मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तहलाई स्ट्राटोपोज (stratopause) भनिन्छ । यस तहको उचाइ बढेअनुसार तापक्रममा वृद्धि हुँदै जान्छ । यो क्रम स्ट्राटोपोजसम्म भइरहन्छ । यस तहमा नगण्य मात्रामा ओसिलोपन हुने हुनाले बादल कम बन्छ । यस तहको विशेषगरी 20 देखि 30 km माथि परावैजनी विकिरणको उपस्थितिमा ओजोन ग्याँसको तह निर्माण र विनाश हुन्छ । त्यसैले यस तहलाई ओजोनोस्फियर (ozonosphere) पनि भनिन्छ । यस तहले 99% परावैजनी सौर्य विकिरणलाई शोषेर लिन्छ । फलस्वरूप ती हानिकारक विकिरणहरू पृथ्वीसम्म आइपुग्दैनन् । यसले गर्दा पृथ्वीमा प्राणी र वनस्पतिहरू बाँच्न अनुकूल वातावरण बन्छ ।

### मध्य मण्डल (Mesosphere)

समताप मण्डलभन्दा माथिको वायु मण्डलीय तहलाई मध्य मण्डल भनिन्छ । यो तह पृथ्वीको सतहबाट करिब 50 देखि 80 km माथिसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहमा हावाको तह पातलो हुन्छ । यस तहमा उचाइ बढेअनुसार तापक्रम घट्दै जान्छ । यो सबैभन्दा चिसो तह हो । उल्काबाट निस्कैका तातो ग्याँसका रेखाहरू यस तहमा देखिन्छन् । यस मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तहलाई मेसोपोज (mesopause) भनिन्छ । यस तहमा कडा बतास बहन्छ । यस्तो बतास हिउँदमा पश्चिमबाट पूर्वतर्फ र वर्षायाममा पूर्वबाट पश्चिमतर्फ बहन्छ ।

## तापीय मण्डल (Thermosphere)

मध्य मण्डलभन्दा माथिको वायु मण्डलीय तहलाई तापीय मण्डल भनिन्छ । यो तह पृथ्वीको सतहबाट करिब 80 देखि 720 km माथिसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहमा हावाको तह पातलो र हावा कम हुन्छ । यस तहमा सौर्य विकिरणको प्रभाव बढी पर्ने हुनाले उचाइ बढेअनुसार तापक्रम पनि बढ्दै जान्छ । यस तहको तल्लो भागमा नाइट्रोजन, अक्सिजन आदिका अणुहरू विच्छेदन भई परमाणु बन्छन् भने यसको माथिल्लो तहमा खासगरी हिलियम र हाइड्रोजन हुन्छन् । यस तहमा ग्याँसका अणुहरू आयोनहरूमा परिणत हुने भएकाले यसलाई आयोनोस्फेयर (ionosphere) भनिन्छ । यस मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तहलाई थर्मोपज (thermopause) भनिन्छ ।

## बाहिरी मण्डल (Exosphere)

तापीय मण्डलभन्दा माथिको वायु मण्डलीय तहलाई बाहिरी मण्डल भनिन्छ । यो तह पृथ्वीको सतहबाट करिब 720 km भन्दा माथि फैलिएर रहेको छ । यस तहलाई सिमा प्रदेश (fringe region) पनि भनिन्छ । यो वायु मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तह हो । यस तहमा हावा नगण्य मात्रामा भए पनि हावाका अणु र परमाणुहरू ज्यादै तीव्र गतिमा बहन्छन् । यी अणु र परमाणुहरूको गति अत्यधिक बढी हुने भएकाले तिनीहरूलाई पृथ्वीको गुरुत्वाकर्षण शक्तिले समेत प्रभाव पार्न सक्दैन । गुरुत्वाकर्षणबाट स्वतन्त्र भएका अणु र परमाणुहरू अन्तरिक्षतर्फ फुटकिन्छन् ।

## ओजोन तह (Ozone layer)

अक्सिजनका तिन ओटा परमाणुहरू रासायनिक प्रतिक्रियाबाट मिली ओजोन बनेको हुन्छ । वायु मण्डलमा पाइने अक्सिजनको अणुलाई सूर्यको विकिरणले विच्छेदन गरी अक्सिजनको परमाणुमा परिणत गरिदिन्छ । त्यही अक्सिजनको परमाणु र अक्सिजनको अणु मिलेर ओजोन बन्छ । जब यो यौगिक अत्यधिक मात्रामा वायु मण्डलको समताप मण्डलमा जम्मा हुन जान्छ, तब त्यहाँ बाक्लो तह निर्माण हुन्छ । वायु मण्डलको समताप मण्डलमा बनेको यस तहलाई ओजोन तह भनिन्छ । यो तह पृथ्वीको सतहदेखि लगभग 25 देखि 40 km सम्म फैलिएको हुन्छ । यसले सूर्यबाट आउने करिब 99 प्रतिशत परावैजनी विकिरणलाई आफैँले शोषेर लिन्छ । जसले गर्दा हानिकारक विकिरणहरू पृथ्वीको सतहसम्म आउन पाउँदैनन् । त्यसैले यस तहलाई रक्षा मण्डल (protective layer) भनिन्छ । यस तहले पृथ्वीको मौसम र तापक्रम सन्तुलन राख्न महत्त्वपूर्ण भूमिका निर्वाह गरेको हुन्छ ।

## ओजोन तहको निर्माण र विनाश



निम्न मण्डलमा पनि मिथेन र कार्बन मोनोअक्साइड जस्ता ग्याँसहरू अक्सिजन ग्याँससँग मिलेर ओजोन ग्याँसको निर्माण हुन्छ । त्यसैले ओजोन ग्याँस वायु मण्डलको निम्न मण्डल र समताप मण्डल गरी दुवै तहमा फैलिएको हुन्छ तर यसको मात्रा निम्न मण्डलमा निकै थोरै र समताप मण्डलमा निकै बढी भने अवश्य हुन्छ ।

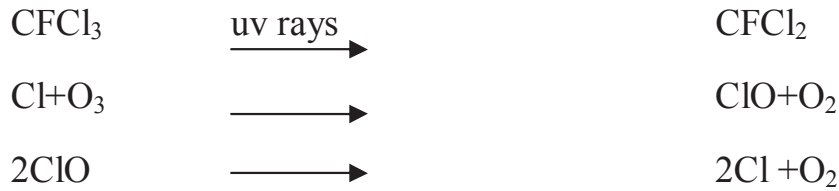
## ओजोन तहको महत्त्व (Importance of ozone layer)

ओजोन तहले सूर्यबाट उत्सर्जित अधिकांश हानिकारक विकिरणहरूलाई रोक्छ । जसले गर्दा ती विकिरणहरू पृथ्वीको सतहसम्म आउन पाउँदैनन् । यसले पृथ्वीमा भएका स्थलीय, जलीय आदि पारिस्थितिक पद्धतिलाई जोगाउन सहयोग गर्छ । फलस्वरूप प्रकृतिमा पारिस्थितिक प्रणालीहरू सन्तुलित अवस्थामा रहन्छन् । यसले जीवहरूमा हानिकारक विकिरणबाट लाग्ने विभिन्न रोगबाट बचाउँछ ।

## ओजोन तहको हास (Depletion of ozone layer)

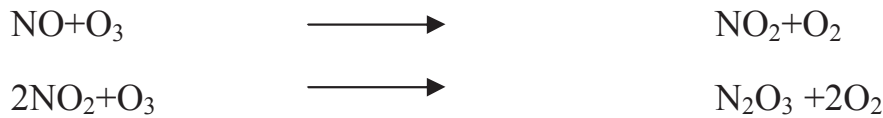
ओजोन तहलाई विनाश गर्ने मुख्य रसायन क्लोरो फ्लोरोकार्बन (CFCs) हो । यसका साथै मिथाइल क्लोरोफर्म (methyl chloroform), कार्बन टेट्राक्लोराइड (carbontetrachloride), मिथाइल ब्रोमाइड (methyl bromide) पनि यसको विनाशमा सहयोग पुऱ्याइरहेका हुन्छन् । यस किसिमका ग्याँसलाई हावाले उडाएर वायु मण्डलमा पुऱ्याउँछ । यी यौगिकहरू त्यहाँ लामो समयसम्म रहिरहने हुनाले यिनीहरू विच्छेदन हुँदा क्लोरिन, ब्रोमिन आदि जस्ता तत्वहरू निस्की ओजोन तहलाई नष्ट गर्छन् ।

जस्तै :



नाइट्रोजनका अक्साइडले पनि ओजोनसँग प्रतिक्रिया गरी यसलाई नष्ट गर्छन् ।

जस्तै :



क्लोरोफ्लोरो कार्बनको आविष्कार थोमस मिज (Thomas Midgley, Junior) ले सन् 1928 मा गरेका हुन् । यसलाई चिस्याउने वस्तु, घोलक आदिको रूपमा प्रयोग गरिन्छ । यो एक रसायनिक यौगिक हो । यसमा कार्बन, हाइड्रोजन, क्लोरिन र फ्लोरिनका परमाणुहरू रहेका हुन्छन् । औद्योगिक रसायन भएकाले यसको आफ्नो प्राकृतिक स्रोत भने छैन । यो स्थिर (stable), विषाक्त नभएको (non-poisonous), अप्रज्वलनशील (non-inflammable) र सस्तो (cheaper) हुन्छ । यो ग्याँस एमोनिया ग्याँसभन्दा पनि सस्तो हुन्छ । त्यसकारण सन् 1955 देखि यसलाई चिस्याउने ग्याँसका रूपमा प्रयोग गरिँदै आइएको छ । सन् 1974 मा पृथ्वीको वायु मण्डलमा यो ग्याँस रहेको तथ्य पत्ता लगाइएको थियो ।

मानवद्वारा उत्पादन गरिएका रसायनिक वस्तुहरू पनि ओजोन तह ह्रास हुनाका कारण मानिन्छन् । CFC प्रयोग गरी बनेका वस्तुहरू, जस्तै : रेफ्रिजेरेटर (refrigerator), एरोसोल स्प्रे क्यान (aerosol spray can) र एयर कन्डिसनर्स (air conditioners) आदि हुन् । यसैगरी प्लास्टिक (plastics) ज्वलन हुँदा पनि CFC ग्याँस निस्कन्छ । यसरी उत्सर्जन भएका विभिन्न ग्याँसहरू पृथ्वीको सतहबाट बिस्तारै माथि फैलिई समताप मण्डलमा पुग्छन् ।

ओजोन तहको पातलो हुनुमा मुख्य रसायनका रूपमा CFCs लाई मानिन्छ । तर यसले आफैँ ओजोन तहलाई नष्ट भने गर्दैन । यसले सूर्यबाट उत्सर्जित परावैजनी विकिरणको उपस्थितिमा रासायनिक प्रतिक्रियाबाट श्रद्धाखलाबद्ध रूपमा पारमाणविक क्लोरिनहरूको उत्पादन गर्छ । तिनै पारमाणविक क्लोरिनहरूले नै ओजोन तहलाई नष्ट गर्छन् । एक पारमाणविक क्लोरिनमा लगभग एक लाखभन्दा बढी अणु नष्ट गर्ने क्षमता हुन्छ । ओजोन अणुलाई नष्ट गर्ने क्षमता पारमाणविक क्लोरिनको अणु र वायु मण्डलमा CFC को मात्रामा निर्भर गर्छ । तसर्थ समताप मण्डलमा जम्मा भएको ओजोनको तह पातल्लिँदै जानुलाई ओजोन तह पातलीकरण भनिन्छ । क्लोरोफ्लोरो कार्बन हरित गृह प्रभाव तथा ओजोन तहको विनाश गर्ने कार्यमा जिम्मेवार छ । सन् 1980 को दशकको मध्यतिर एन्टार्कटिका महादेशमाथि ओजोन तहमा ह्रास आएको पत्ता लगाइएको थियो । CFC बाहेक वायु मण्डलमा पाइने हाइड्रोक्साइड आयोन र नाइट्रिक अक्साइड जस्ता ग्याँसहरूले पनि ओजोन तह नष्ट गरिरहेका छन् ।

### ओजोन तह ह्रासका असर (Effect of depletion of ozone layer)

ओजोन तहको ह्रास भएमा सौर्य परावैजनी विकिरण बढी मात्रामा पृथ्वीको सतहमा आउन सक्छन् । यसले जैविक तथा भौतिक पक्षहरूलाई असर पुऱ्याउँछ । ओजोन तह ह्रासबाट हुने असरहरू निम्नानुसार छन् :

1. स्वास्थ्यमा पर्ने असर : परावैजनी विकिरणको असरले मानिसको आँखामा मोतीविन्दु गराउँछ । यसले जीवजन्तुको शरीर पोल्ने, छाला चिरीने तथा छालाको क्यान्सर हुने सम्भावना हुन्छ । मानिसमा रोगबाट बच्न सक्ने प्रतिरक्षा प्रणाली पनि क्षीण हुन्छ । साथै यसले जीवजन्तुको प्रजनन क्षमतामा पनि कमी ल्याउँछ ।
2. बोट बिरुवामा पर्ने असर : ओजोन तहको विनाशले गर्दा पृथ्वीमा आउने परावैजनी विकिरणले बोट बिरुवाको वृद्धिमा बाधा पुऱ्याउँछ । बोट बिरुवाको प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियामा पनि अवरोध ल्याउँछ । जसले गर्दा कृषि उत्पादनमा कमी आउँछ । जीवहरूको वृद्धिमा बाधा पुग्नुको साथै तिनीहरूको प्रजनन क्षमता पनि घट्छ ।
3. तापक्रममा वृद्धि : ओजोन तहको विनाशले गर्दा परावैजनी किरणहरू बढी मात्रामा पृथ्वीमा आउँछन् । सूर्यबाट आएको ताप सञ्चय भई हरित गृह प्रभाव बढ्नुका साथै पृथ्वीमा बढी ताप सञ्चय हुन्छ । फलस्वरूप पृथ्वीको तापक्रम वृद्धि हुन जान्छ । तापक्रम वृद्धि हुँदा हिँउ पग्लिएर डुबानको समस्या आउँछ ।
4. पारिस्थितिक प्रणालीमा असर : यसले पारिस्थितिक प्रणालीका तत्त्वहरूलाई असर पार्ने हुँदा पारिस्थितिक प्रणाली असन्तुलित हुन्छ ।

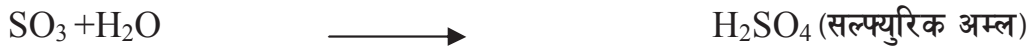


## ओजोन तहको संरक्षण गर्ने तरिका (Ways to protect ozone layer)

क्लोरोफ्लोरो कार्बन ओजोन तह विनाशको प्रमुख कारण भएकाले यसको संरक्षणका लागि क्लोरोफ्लोरो कार्बन प्रयोग हुने यन्त्र तथा साधनहरूको प्रयोग कम गर्नुपर्छ । यसको बदला हाइड्रोफ्लोरो कार्बन प्रयोग गर्न प्रोत्साहित गर्नुपर्छ । नाइट्रोजन मलको प्रयोग कम गर्नुपर्छ । विद्युतीय सवारी साधनहरूको प्रयोग गर्नुपर्छ ।

## औद्योगिक ग्याँस (Industrial gas)

औद्योगिक उत्पादन प्रक्रियामा विभिन्न विषालु ग्याँसहरू, कार्बनिक यौगिकहरू, सल्फर डाइअक्साइड, कार्बन डाइअक्साइड, कार्बन मोनोअक्साइड, नाइट्रसअक्साइड पनि उत्पादन हुन्छन् । साथै धुलाका कणहरू, पानी, धुँवा, ठोस फोहोर पनि निस्कन्छन् । यी सबै प्रदूषकहरूले वायु मण्डललाई प्रदूषित गराउँछन् । उद्योगहरूबाट निस्कने प्रदूषकहरूबाट प्रतिक्रिया भई अन्य प्रदूषकहरू बन्छन् । उदाहरणका लागि औद्योगिक उत्पादन प्रक्रियामा निस्केको नाइट्रोजन डाइअक्साइड अक्सिजनको उपस्थितिमा पानीमा मिसिँदा नाइट्रिक अम्ल र सल्फर डाइअक्साइड पानीमा मिसिँदा सल्फ्युरस अम्ल बन्छ । उक्त सल्फर डाइअक्साइड अक्सिजनसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फर ट्राइअक्साइड बन्छ, जुन पानीमा मिसिँदा सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ र वर्षाको पानीसँगै पृथ्वीमा भर्छ । यसलाई निम्नानुसार समीकरणमा देखाउन सकिन्छ :



## औद्योगिक ग्याँसका असरहरू (Effects of industrial gas)

1. उद्योगहरूबाट निस्केको ग्याँसले रिंगटा लाग्ने, टाउको दुख्ने, आँखा चिलाउने, खोकी लाग्ने घाँटीमा समस्या हुने, छाती दुख्ने हुनुका साथै फोक्सोको क्यान्सरसमेत गराउँछ ।
2. कार्बन मोनोअक्साइडले शरीरका तन्तुहरूमा पारवहनको समस्या गराउँछ । श्वास प्रश्वास सम्बन्धी रोगहरू ब्रोन्काइटिस, दम आदि लाग्न सक्छन् ।
3. वायु प्रदूषणको कारणले गर्दा मानवीय मांसपेशीको कार्यमा बाधा पुऱ्याउँछ ।
4. कुनै औद्योगिक ग्याँसहरूले अम्ल वर्षा गराउने हुँदा यसले धातु र चुनढुङ्गाबाट बनेको संरचनालाई नष्ट गर्छ ।
5. वायु मण्डलमा  $\text{CO}_2$  को मात्रामा वृद्धि हुँदा ग्लोबल वार्मिङ हुन्छ ।

## सारांश

1. जलवायु परिवर्तनका असर न्यूनीकरणका लागि गरिएका राष्ट्रिय प्रयासहरूमा राष्ट्रिय सञ्चार प्रतिवेदन, जलवायु परिवर्तन नीति, 2067, जलवायु परिवर्तन समानुकूलन रणनीतिक कार्यक्रम, राष्ट्रिय अनुकूलन कार्यक्रम, जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी स्थानीय अनुकूलनका कार्यक्रम आदि छन् ।
2. जलवायु परिवर्तनका असर न्यूनीकरणका लागि गरिएका अन्तर्राष्ट्रिय प्रयासहरूमा जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्र सङ्घीय महासन्धि, जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी जानकारी पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन, एजेन्डा 21, अन्तरसरकारी मञ्च, क्योटो अभिसन्धि, क्योटो प्रोटोकल अनुसार हरित गृह ग्याँस उत्सर्जन कम गर्ने उपायहरू, वन विनाशबाट हुने उत्सर्जन घटाउने जस्ता प्रयासहरू छन् ।
3. पृथ्वीको वरिपरि रहेको हावाको बाक्लो तहलाई वायु मण्डल भनिन्छ । वायु मण्डलीय तहको घनत्व, उचाइ र तापक्रमको आधारमा यसलाई निम्न मण्डल, समताप मण्डल, मध्य मण्डल, तापीय मण्डल र बाहिरी मण्डल गरी 5 तहमा विभाजन गरिएको छ ।
4. निम्न मण्डल पृथ्वीको सतहबाट करिब 16 km माथिसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहको उचाइ बढेअनुसार प्रति किलोमिटरमा करिब  $6.5^{\circ}\text{C}$  तापक्रम घट्छ । यस तहमा उचाइ बढेअनुसार तापक्रम परिवर्तन भइरहने हुनाले यसलाई परिवर्तन मण्डल पनि भनिन्छ ।
5. समताप मण्डल करिब 16 km देखि 50 km उचाइसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहमा ओजोन तह पाइन्छ, जसले परावैजनी विकिरण शोषेर लिन्छ । फलस्वरूप यस तहमा उचाइ बढेअनुसार तापक्रममा पनि वृद्धि हुन्छ । ओजोन तह पाइने हुनाले यसलाई ओजोनोस्फियर भनिन्छ ।
6. मध्य मण्डल पृथ्वीको सतहबाट करिब 50 km देखि 80 km माथिसम्म फैलिएर रहेको छ । यस तहमा उचाइ बढेअनुसार तापक्रम घट्दै जान्छ । यो तह सबैभन्दा चिसो तह हो ।
7. तापीय मण्डल पृथ्वीको सतहबाट करिब 80km देखि 720 km माथिसम्म फैलिएर रहेको छ । यस मण्डलमा सौर्य विकिरणको प्रभाव बढी पर्ने हुनाले उचाइ बढेअनुसार तापक्रम बढ्दै जान्छ । यसमा ग्याँसका अणुहरू आयोनहरूमा परिणत हुने भएकाले यसलाई आयोनोस्फियर पनि भनिन्छ ।
8. बाहिरी मण्डल पृथ्वीको सतहबाट करिब 720 km भन्दा माथि फैलिएर रहेको छ । यस तहलाई फ्रिन्ज क्षेत्र पनि भनिन्छ । यो वायु मण्डलको सबैभन्दा माथिल्लो तह हो । यस तहमा हावा नगण्य मात्रामा भए पनि हावाका अणु र परमाणुहरू ज्यादै तीव्र गतिमा बहन्छन् ।
9. अक्सिजनका तिन ओटा परमाणुहरू रासायनिक प्रतिक्रियाबाट मिली ओजोन बनेको हुन्छ । वायु मण्डलमा पाइने अक्सिजनको अणुलाई सूर्यको विकिरणले विच्छेदन गरी अक्सिजनको परमाणुमा परिणत गरिदिन्छ । त्यही अक्सिजनको परमाणु र अक्सिजनको अणु मिलेर ओजोन बन्छ । यसले सूर्यबाट आउने करिब 99 प्रतिशत परावैजनी विकिरणलाई आफैले शोषेर लिन्छ । त्यसैले यस मण्डललाई रक्षा मण्डल भनिन्छ ।

10. ओजोन तहलाई विनाश गर्ने मुख्य रसायन क्लोरोफ्लोरो कार्बन हो । यसका साथै मिथाइल क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल ब्रोमाइडले पनि ओजोन तहको विनाशमा सहयोग पुऱ्याइरहेका हुन्छन् ।
11. ओजोन तहको विनाशबाट मानव स्वास्थ्य, बोट बिरुवा, तापक्रम वृद्धि, पारिस्थितिक प्रणालीमा असर देखिने गर्छ ।
12. उद्योगहरूबाट निस्कने कार्बन डाइअक्साइड, सल्फर डाइअक्साइड, नाइट्रस अक्साइडलगायत अन्य ग्याँसहरूले वायु प्रदूषण गराउँछन् ।

### अभ्यास

(क) तलका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरमा ठिक (✓) चिह्न लगाउनुहोस् :

1. नेपालको जलवायु समानुकूलन रणनीतिक कार्यक्रमलाई कति क्षेत्रमा विभाजन गरिएको छ ?
 

(i) 3	(ii) 4
(iii) 5	(iv) 6
2. कुन कुन कुराहरूलाई आधार बनाई वायु मण्डललाई निम्न मण्डल, समताप मण्डल, मध्य मण्डल, तापीय मण्डल र बाहिरी मण्डल गरी 5 भागमा विभाजन गरिएको छ ?
 

(i) घनत्व र उचाइ	(ii) घनत्व र तापक्रम
(iii) घनत्व, उचाइ र तापक्रम	(iv) घनत्व र आद्रता
3. तलका मध्ये कुन चाहिँ वायु मण्डलीय तहलाई परिवर्तन मण्डल भनिन्छ ?
 

(i) निम्न मण्डल	(ii) समताप मण्डल
(iii) मध्य मण्डल	(iv) तापीय मण्डल
4. तलका मध्ये कुन चाहिँ वायु मण्डलीय तहलाई रक्षा मण्डल भनिन्छ र किन ?
 

(i) निम्न मण्डल किनभने यसले परावैजनी विकिरणबाट जीवहरूलाई बचाउँछ ।	(ii) समताप मण्डल किनभने यसले परावैजनी विकिरणबाट जीवहरूलाई बचाउँछ ।
(iii) मध्य मण्डल किनभने यसले परावैजनी विकिरणबाट जीवहरूलाई बचाउँछ ।	(iv) तापीय मण्डल किनभने यसले परावैजनी विकिरणबाट जीवहरूलाई बचाउँछ ।
5. ओजोन तहलाई विनाश गर्ने मुख्य रसायन क्लोरोफ्लोरो कार्बन हो । यसको विनाशमा जिम्मेवार अन्य ग्याँसहरू तलका मध्ये कुन कुन हुन् ?

- (i) मिथाइल क्लोरोफर्म र अक्सिजन
  - (ii) मिथाइल क्लोरोफर्म र कार्बन टेट्राक्लोराइड
  - (iii) मिथाइल क्लोरोफर्म र मिथाइल ब्रोमाइड
  - (iv) मिथाइल क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड, मिथाइल ब्रोमाइड
6. उद्योगहरूबाट निस्कने सल्फर डाइअक्साइडबाट कसरी सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ ?
- (i) सल्फर डाइअक्साइडले अक्सिजनसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ ।
  - (ii) सल्फर डाइअक्साइडले पानीसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ ।
  - (iii) सल्फर डाइअक्साइडले क्रमशः अक्सिजन र अक्सिजनसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ ।
  - (iv) सल्फर डाइअक्साइडले क्रमशः अक्सिजन र पानीसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फ्युरिक अम्ल बन्छ ।

(ख) तलका प्रश्नहरूको सही उत्तर लेख्नुहोस् :

1. जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी कुनै 5 ओटा राष्ट्रिय प्रयासहरूको सूची बनाई कुनै 3 को व्याख्या गर्नुहोस् ।
2. जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी कुनै 5 ओटा अन्तर्राष्ट्रिय प्रयासहरूको सूची बनाई कुनै 3 को व्याख्या गर्नुहोस् ।
3. वायु मण्डल भनेको के हो ? यसका विभिन्न तहहरूको नाम लेख्नुहोस् ।
4. ओजोन तहको पातलिनु भनेको के हो ? यो तह विनाशका दुई ओटा कारणहरू लेख्नुहोस् ।
5. ओजोन तहको पातलिँदा हुने असरहरू बुँदागत रूपमा उल्लेख गर्नुहोस् ।
6. क्लोरोफ्लोरो कार्बनले ओजोन तहलाई कसरी विनाश गर्छ, वर्णन गर्नुहोस् ।
7. वायु मण्डलमा रहेको ओजोन तहमा प्वाल परेमा सजीव प्राणीहरूमा के असर पर्ला, लेख्नुहोस् ।
8. हाम्रो दैनिक जीवनमा CFC को प्रयोगलाई कम गर्नु पर्नाका 2 ओटा कारणहरू लेख्नुहोस् ।

9. यदि सूर्यमा लामो समयसम्म शरीरका भागहरू नाङ्गै राखियो भने छाला पोल्ने र छालाको क्यान्सर हुने जस्ता समस्याहरू देखा पर्छन् भने यसको आधारमा तलका प्रश्नहरूको जवाफ दिनुहोस् :
- यसको कारण के होला र यस अवस्थामा वातावरणमा के असर देखिएला, लेख्नुहोस् ।
  - माथिको अवस्थाबाट बच्न के गर्नुपर्ला ?
10. औद्योगिक ग्याँसबाट कसरी प्रदूषण हुन्छ ? व्याख्या गर्नुहोस् ।
11. औद्योगिक ग्याँसको प्रदूषणबाट हुने कुनै 4 ओटा असरहरू लेख्नुहोस् ।
12. फरक लेख्नुहोस् :
- निम्न मण्डल र समताप मण्डल
  - समताप मण्डल र तापीय मण्डल
  - निम्न मण्डल र मध्य मण्डल

### परियोजना कार्य

- तपाईं बसोबास गरेको क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको असरलाई कम गर्न टेवा पुऱ्याउने के कस्ता किसिमका गतिविधि छन् ? ती गतिविधिहरूको बारेमा सोधखोज गरी प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस् ।
- वायु मण्डलको विभिन्न तहलाई वर्गीकरण गरी तिनीहरूको पृथ्वीको सतहबाट दुरी, तापक्रमको स्थिति, त्यहाँ हुने गतिविधि र तिनका विशेषताहरू तालिकामा लेख्नुहोस् । यी तथ्यहरूको आधारमा वायु मण्डलको तहको चित्र कोरी यसबारे सारांश लेख्नुहोस् ।

### शब्दावली

ओजोन : अक्सिजनका तिन ओटा परमाणुहरू रासायनिक प्रतिक्रियाबाट मिलेर बनेको यौगिक

पज : दुई मण्डल छुट्याउने हावाको पातलो तह

अप्रज्वलनशील : राम्ररी नबल्ने

मोतीविन्दु : आँखामा लाग्ने रोग

क्लोरोफर्म : ओजोन तह नष्ट गर्ने एक रसायन

## एकाइ 23 ब्रह्माण्डमा पृथ्वी (The Earth in the Universe)

हाम्रो वरपर रहेको अत्यन्त विशाल क्षेत्रलाई ब्रह्माण्ड भनिन्छ । यस ब्रह्माण्डमा पृथ्वी, सूर्य, चन्द्र, ग्रह तारा, तारापुञ्ज, तारा मण्डल आदि रहेका हुन्छन् । सौर्य मण्डल रहेको तारापुञ्जलाई आकाश गङ्गा तारापुञ्ज (milky way galaxy) भनिन्छ । ब्रह्माण्डमा लगभग  $10^{22}$  ताराहरू अस्तित्वमा रहेको अनुमान गरिएको छ । त्यसमध्ये कुनै ताराहरू अति ठुला (super giants), कुनै ठुला (giants), कुनै मझौला (medium) र कुनै साना (small) छन् । सूर्य एक मझौला खालको तारा हो । यस एकाइमा हामी सौर्य मण्डलको बनोट र आकार, पुच्छ्रेतारा, उल्का, तारापुञ्ज, राशी मण्डल सम्बन्धी छोटकरीमा अध्ययन गर्ने छौं ।

तपाईंलाई थाहा छ ?

सौर्य मण्डलभन्दा बाहिर अन्य ताराहरूमा पनि ग्रहहरू भएको प्रमाण भेटिएको छ । सन् 1994 मा अमेरिकी ज्योतिर्विद् अलेक्जेन्डर वल्सान (Alexander Wolszcan) ले एउटा पल्सार तारामा तिन ओटा ग्रहहरू रहेको घोषणा गरेका थिए ।

### सौर्य मण्डल (Solar system)

सूर्य र सूर्यको परिक्रमा गरिरहेका ग्रहहरू (planets), उपग्रहहरू (satellites) लगायत शिशुग्रह (asteroids), धूमकेतुहरू (comets), उल्कापिण्ड (meteorites), ग्रहहरूका बिचमा छरिएर रहेका विद्युत् चार्जयुक्त परमाणु प्लाज्मा र धुलाका कणहरू आदि मिलेर सौर्य मण्डल बनेको हुन्छ । सौर्य मण्डलको केन्द्रमा सूर्य रहेको छ । सूर्यले आफ्नो गुस्त्वाकर्षण शक्तिले गर्दा सौर्य परिवारभित्रका सबै सदस्यहरूलाई समेटेर राखेको छ ।



चित्र 23.1

## सूर्य (The Sun)

सौर्य मण्डलको केन्द्रमा रहेको सूर्य एक मझौला खालको तारा (medium sized star) हो । सौर्य मण्डलमा सबैभन्दा ठुलो पिण्ड सूर्यको छ । जसको पिण्ड लगभग  $1.99 \times 10^{30}$  kg छ । यसको औसत व्यास  $1.3924 \times 10^6$  km छ भने यो आकाश गङ्गा तारापुञ्ज (milky way galaxy) को केन्द्रबाट  $2.5 \times 10^4$  प्रकाश वर्ष टाढा रहेको छ । सूर्य र पृथ्वीबिचको दुरी  $1.5 \times 10^8$  km छ । यसको सापेक्षिक घनत्व (relative density) 1.41 छ । यसको सतहको औसत तापक्रम (surface temperature) लगभग  $5700^\circ\text{C}$  र कोरको तापक्रम (core temperature)  $1.5 \times 10^7$   $^\circ\text{C}$  भएको अनुमान गरिएको छ । थर्मोन्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रिया (thermonuclear fusion reaction) द्वारा सूर्यबाट निरन्तर रूपमा ताप र प्रकाश शक्ति निस्किरहेको हुन्छ । सूर्यबाट खासगरी दृश्य प्रकाश (visible waves), इन्फ्रारेड (infra red), अल्ट्राभाइलेट (ultraviolet), एक्सरे रेडियो तरङ्ग (x-rays) तथा अन्य विकिरणहरू चारैतिर फैलिएका हुन्छन् । प्लाज्मा (plasma) नाम गरिएका चार्जयुक्त ग्यासीय आयोनहरू (charged particles) को धार सौर्य बतास (solar wind) का रूपमा उत्सर्जन भइरहेको हुन्छ । सौर्य बतासको वेग (speed) करिब 500 km/s हुन्छ । सूर्यमा हाइड्रोजनको मात्रा करिब 70 प्रतिशत छ । यसको आयु हाइड्रोजनको मात्रामा निर्भर गर्छ ।

## ग्रहहरू (Planets)

सौर्य मण्डलमा रहेका सबै ग्रहहरूले सूर्यको चारैतिर परिक्रमा गर्छन् । सूर्यको नजिकदेखि टाढासम्म निम्न क्रममा ग्रहहरू रहेका छन् : बुध (Mercury), शुक्र (Venus), पृथ्वी (Earth), मङ्गल (Mars), बृहस्पति (Jupiter), शनि (Saturn), अरुण (Uranus) र वरुण (Neptune) । यी ग्रहहरूमध्ये बुध, शुक्र, पृथ्वी र मङ्गललाई भित्री ग्रहहरू (inner planets) र बृहस्पति, शनि, अरुण र वरुणलाई बाहिरी ग्रहहरू (outer planets) भनिन्छ । आठ ग्रहहरूमध्ये बुध र शुक्रबाहेक अरू सबैका उपग्रहहरू (satellites) छन् । सबै ग्रहहरू सूर्यको वरिपरि घुम्ने भएकाले ताराहरूबिच यिनीहरूको स्थान परिवर्तन भइरहन्छ । त्यसैले अङ्ग्रेजीमा यिनीहरूको नाम प्लानेट (planet) भएको हो, जसको अर्थ ग्रीक भाषामा घुमन्ते (wanderer) हुन्छ ।

## ग्रहहरूबारे केही जानकारी

आठ ओटा ग्रहहरूले सूर्यको चारैतिर आआफ्नो कक्ष (orbit) मा परिक्रमा गर्छन् । यी ग्रहहरूको आफ्नै गति, तापक्रम, वायु मण्डल, उपग्रहहरू आदि हुन्छन् ।

## बुध (Mercury)

बुध सौर्य मण्डलको सबभन्दा सानो र सूर्यबाट नजिक रहेको ग्रह हो । यही कारण यस ग्रहलाई टेलिस्कोपबिना देख्न गारो हुन्छ । यो पश्चिमी आकाशमा सूर्योदय हुनुपूर्व वा सूर्यास्तपछि छोटो समयका लागि देखिन्छ । यस ग्रहको वायु मण्डल र उपग्रह छैन ।

यस ग्रहको सतहमा क्रेटर (craters) छन् । यो ग्रह सूर्यबाट  $5.8 \times 10^7$  km टाढा छ । अरू ग्रहभन्दा छिटो 88 दिनमा



चित्र 23.2

यसले सूर्यको परिक्रमा गर्छ । आफ्नो अक्षमा 59 दिनमा एक पटक घुम्छ । यस ग्रहको एउटा भाग सधैं सूर्यतिर फर्किएर रहेको हुन्छ । यसको व्यास 4851 km र तापक्रम  $427^{\circ}\text{C}$ - $170^{\circ}\text{C}$  बिचमा हुन्छ ।

### शुक्र (Venus)

यो ग्रह पृथ्वीको सबैभन्दा नजिक रहेको ग्रह हो । यो ग्रहको पिण्ड र आकार पृथ्वीकै जत्रै भएकाले यसलाई पृथ्वीको जुम्ल्याहा ग्रह (twin planet) भनिन्छ । यो सौर्य मण्डलमा भएको सबभन्दा चहकिलो ग्रह (brightest planet) पनि हो । यसलाई बेलुका पश्चिमी आकाशमा र बिहान पूर्वी आकाशमा देख्न सकिन्छ । त्यसैले यस ग्रहलाई मर्निङ र इभिनिङ स्टार (morning and evening star) भनिन्छ । यो ग्रहमा पनि पृथ्वीबाट हेर्दा काला दागहरू देखिन्छन् । यो ग्रह सूर्यबाट  $10.7 \times 10^7$  km टाढा छ भने यसको व्यास 12035 km छ । यस ग्रहले लगभग 225 दिनमा सूर्यको परिक्रमा गर्छ भने लगभग 243 दिनमा आफ्नो अक्षमा एक पटक घुम्छ । यस ग्रहका उपग्रहहरू छैनन् । यस ग्रहको वायु मण्डलमा  $\text{CO}_2$  को बाक्लो मात्रा र  $\text{H}_2\text{SO}_4$  को बादल पाइन्छ, जसले सौर्य विकिरण शोषेर लिन्छ र तातो बनाउँछ । यस ग्रहको तापक्रम  $480^{\circ}\text{C}$  सम्म हुन्छ ।



चित्र 23.3

### पृथ्वी (Earth)

सूर्यबाट दुरीको हिसाबले पृथ्वी तेस्रो स्थानमा पर्छ र आकारको हिसाबले यो पाचौँ स्थानमा पर्छ । यस ग्रहको सतहको औसत तापक्रम लगभग  $15^{\circ}\text{C}$  छ । ग्रहहरूमध्ये जीवहरूका लागि अनुकूल ग्रह पनि यही हो । यस ग्रहमा 71 प्रतिशत पानी, 21 प्रतिशत अक्सिजन छ । यस ग्रहको व्यास करिब 12,672 km छ भने यसको एक प्राकृतिक उपग्रह चन्द्रमा छ । यो ग्रह सूर्यबाट  $14.88 \times 10^7$  km टाढा रहेको छ । यस ग्रहले लगभग 365 दिनमा सूर्यको परिक्रमा गर्छ भने आफ्नो अक्षमा घुम्न लगभग 24 घण्टा लगाउँछ ।



चित्र 23.4



## मङ्गल ग्रह (Mars)

दूरीको हिसाबले सूर्यबाट चौथो स्थानमा मङ्गल ग्रह पर्छ । व्यासको हिसाबले पृथ्वीको भन्दा यसको व्यास लगभग आधा जति छ । यसको सतह पृथ्वीबाट टेलिस्कोपको सहायताले विस्तृत रूपमा देख्न सकिन्छ । यो ग्रहका दुई ओटा उपग्रहहरू डिमोस (deimos) र फोबोस (phobos) छन् । यस ग्रहको व्यास लगभग 6,742 km छ भने यो ग्रह सूर्यबाट लगभग  $22.56 \times 10^7$  km दूरी टाढा छ । यस ग्रहलाई सूर्यको वरिपरि एक चक्कर लगाउन 687 दिन लाग्छ । दिनको समयमा यस ग्रहको तापक्रम पृथ्वीको तापक्रमसँग मिल्दोजुल्दो भएपनि रातमा तापक्रम  $-38^{\circ}\text{C}$  सम्म तल भर्छ । यस ग्रहमा  $\text{CO}_2$  को मात्रा बढी र  $\text{O}_2$  को मात्रा कम छ । आफ्नो वरिपरि एक पटक घुम्न यसलाई 24 घण्टा 37 मिनेट लाग्छ ।



चित्र 23.5

यो ग्रहको रङ फिक्का रातो भएकाले आकाशमा सजिलै चिन्न सकिन्छ । लिमोनिट (limonite) नामको फिक्का रातो रङको खनिज भएको चट्टान र धुलाका कारणले यसको रङ रातो देखिएको अनुमान गरिन्छ । यस ग्रहमा ठुला खाल्डाहरू र ज्वालामुखीहरू पनि देखिन्छन् । यसको एक तिहाइ भागमा काला दागहरू देखिन्छन् । पानी नभए पनि यसलाई मङ्गल ग्रहका समुद्रहरू भनी नाम दिएको छ । यस ग्रहमा दुईपट्टि सेता ध्रुवीय टोपीहरू (polar caps) देखिन्छन् ।

## बृहस्पति (Jupiter)

यो ग्रह सौर्य मण्डलको सबैभन्दा ठुलो ग्रह हो । यो पृथ्वीभन्दा लगभग 319 गुणा ठुलो छ । यो ग्रहको वायु मण्डलमा मुख्यतया हाइड्रोजन र हिलियम पाइन्छ । यसको बाहिरी भाग मिथेन र एमोनियाको बाक्लो बादलको तहले ढाकेको हुनाले यसको सतहलाई बाहिरबाट देख्न सकिँदैन । यस ग्रहमा सबैभन्दा धेरै 67 ओटा उपग्रहहरू छन् । यस ग्रहको व्यास लगभग  $1.13904 \times 10^6$  km छ भने यो ग्रह सूर्यबाट  $76.8 \times 10^7$  km टाढा रहेको छ । यस ग्रहले सूर्यको परिक्रमा गर्न लगभग 12 वर्ष समय लगाउँछ भने आफ्नो वरिपरि घुम्न 9 घण्टा 55 मिनेट लगाउँछ । यस ग्रहको औसत तापक्रम  $-143^{\circ}\text{C}$  रहेको छ ।

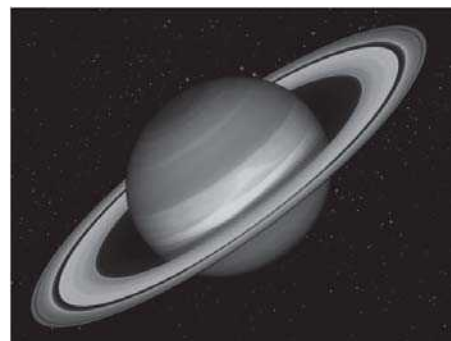


चित्र 23.6

बृहस्पतिको बादलमा एउटा रातो दाग (red spot) देख्न सकिन्छ । ज्योतिर्विद्हरूले यो रातो दाग वायु मण्डलीय तुफान (hurricane) जस्तो गडबडीको कारणले पैदा भएको अनुमान गरेका छन् ।

## शनि (Saturn)

यो ग्रह बृहस्पतिपछिको दोस्रो ठुलो ग्रह हो । यो ग्रह तिन ओटा चेप्टा आकारका चक्काहरूले घेरिएका हुन्छन् । प्रत्येक चक्कामा ससाना विभाजनहरू देखिन्छन् । यी चक्काहरू ग्रहको चारैतिर घुमिरहेका बरफका टुक्राहरूबाट बनेका हुन्छन् । यो ग्रह बृहस्पतिपछिको सबैभन्दा बढी आफ्नो अक्षमा घुम्ने ग्रह हो । यो ग्रहले आफ्नो अक्षमा घुम्न 10 घण्टा 30 मिनेट लगाउँछ । यो ग्रहले कक्षीय धरातलसँग 270 कोण बनाएर ढल्केको हुन्छ । त्यसकारण सबै ठाउँमा दिन र रात बराबर हुँदैन । चक्काहरू बाहेक शनि ग्रहका 62 ओटा उपग्रहहरू छन् । यिनीहरूमध्ये सबैभन्दा ठुलो उपग्रह टाइटन (titan) हो, जसको व्यास 5,140 km छ ।



चित्र 23.7

## अरुण (Uranus)

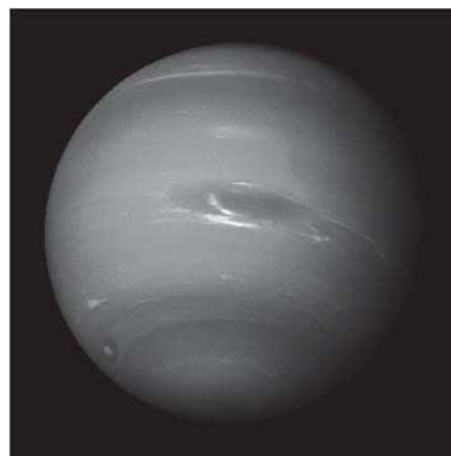
यो ग्रह सबैभन्दा पहिले पत्ता लागेको ग्रह हो । यो ग्रह सूर्यबाट लगभग  $288 \times 10^7$  km टाढा रहेको छ । यसको व्यास करिब 50442 km छ । यसको वायु मण्डलमा हाइड्रोजन, हिलियम तथा मिथेन ग्याँसहरू पाइन्छ । यसको सतहको तापक्रम  $-216^{\circ}\text{C}$  जति छ । यो ग्रह ग्याँस र तरल पदार्थबाट बनेको छ । यो ग्रह ठोस नभई मसिना मिथेन मणिभहरूको बादलले बनेको छ । यी मणिभहरू ग्रहको वायु मण्डलबाट थिग्रिएर बनेका हुन् । पृथ्वीबाट देखिने मिथेन मणिभहरूको बादलमुनि तरल पानी र एमोनिया बरफका सतहहरू छन् । यसमा पनि पानी र एमोनियाको सतहभन्दा मुनि केन्द्रमा चट्टानी कोर हुन सक्ने विश्वास गरिएको छ । यस ग्रहको उपग्रहहरू 27 ओटा छन् ।



चित्र 23.8

## वरुण (Neptune)

यो ग्रह सूर्यबाट सबैभन्दा टाढाको ग्रह हो । यसको सतहमा  $\text{H}_2$ , He, Ne, सिलिकेट, र पानी पाइएका छन्, तर सिलिकेटहरू भएपनि यस ग्रहमा पृथ्वीको जस्तो ठोस सतह छैन । एउटा चट्टानी कोर छ भने अधिकांश मात्रामा तरल र ग्याँसबाट यो ग्रह निर्मित भएको छ । यस ग्रहमा पृथ्वी जत्रो एउटा ठुलो कालो धब्बा देखिन्छ । यसका 14 ओटा उपग्रहहरूमध्ये ठुलो ट्राइटन (triton) हो, जसको व्यास करिब 2705 km छ ।



चित्र 23.9

## पुच्छे ताराहरू (Comets)

सूर्यको चारैतिर अण्डाकार कक्षमा घुमिरहने ग्याँसीय बरफका डल्लाहरूलाई नै पुच्छे ताराहरू भनिन्छ । यिनीहरू कुचो आकारका सौर्य मण्डलका सदस्यहरू हुन् । यिनीहरूको आफ्नो प्रकाश हुँदैन । यिनीहरू एक निश्चित कक्षमा सूर्यको वरिपरि लामो कक्षीय दुरीमा परिक्रमा गर्छन् । एक निश्चित पुच्छे ताराका मुख्यतया तिन ओटा भागहरू केन्द्रीय भाग (nucleus), कोमा (coma) र पुच्छर (tail) हुन्छन् । यसको केन्द्रीय भाग जमेको ग्याँस, बरफ र धुलाका कणहरू मिलेर बनेको हुन्छ । केन्द्रीय भागको वरिपरि ग्याँस र धुलाका कणहरू मिलेर कोमा (coma) बनेको हुन्छ । यो भाग पनि ग्याँस र धुलाका कणहरू मिलेर बनेको हुन्छ । कोमालाई हाइड्रोजन ग्याँसको बादलले ढाकेको हुन्छ ।

पुच्छे ताराहरू सूर्यको नजिक आउँदा पुच्छर देखिने गर्छ । सौर्य विकिरणको कारणले गर्दा पुच्छे ताराहरूको बाहिरी भागमा रहेको बरफ पग्लिएर बाफमा परिणत हुन्छ र ठोस पदार्थहरू धुलाका कणको रूपमा बाहिर निस्कन्छन् । यसरी बनेका ग्याँस र बरफका कणहरू सौर्य बतासले गर्दा सूर्यको उल्टो दिशातिर उडेर जान्छन् र प्रकाशका विकिरणहरू यसमा पर्दा बाहिरबाट पुच्छरका रूपमा देखिन्छन् ।

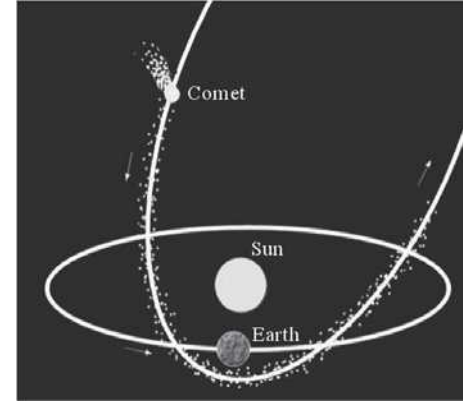
अधिकांश पुच्छे ताराहरूलाई दूर दर्शक यन्त्रको सहायताले देख्न सकिन्छ । यी ताराहरू सूर्यको नजिक आउँदा पुच्छर हुने हुनाले नाङ्गो आँखाले पनि देख्न सकिन्छ । यिनीहरू केही वर्षको अन्तरालमा सूर्योदयभन्दा केही अघि पूर्वी आकाशमा र सूर्यास्तपछि पश्चिमी आकाशमा देखिन्छन् । तर केही दिनपछि यिनीहरू टाढा टाढा हुँदै क्रमशः हराएर जान्छन् ।

तलको तालिकामा केही प्रसिद्ध पुच्छे ताराहरूको नाम, तिनीहरू पहिलो पल्ट देखिएको साल र तिनीहरूको सूर्य परिभ्रमण गर्न लाग्ने समय दिइएका छन् :

पुच्छे ताराहरूको नाम	पहिलो पल्ट देखिएको साल	सूर्य परिभ्रमण गर्न लाग्ने समय
हेलि पुच्छेतारा (Halley's comet)	240 B.C.	76 वर्ष
टेम्पल टुटल (Temple tute)	1366	33 वर्ष
एन्के (Enke)	1786	3.3 वर्ष
स्वास्मायन वास्मायन (Schwasman-washman)	1927	15 वर्ष
बेन्नेट (Bennet)	1969	-
सुमेकर लेभी (Shoemaker levy)	1993	1994 मा बृहस्पति ग्रहसँग ठोकिएर चकनाचुर भएको

तपाईंलाई थाहा छ ?

सूर्यबाट वेगले छुट्टिएर गएका चार्जयुक्त पारमाणविक कणहरूलाई सौर्य बतास (solar wind) भनिन्छ ।



चित्र 23.10

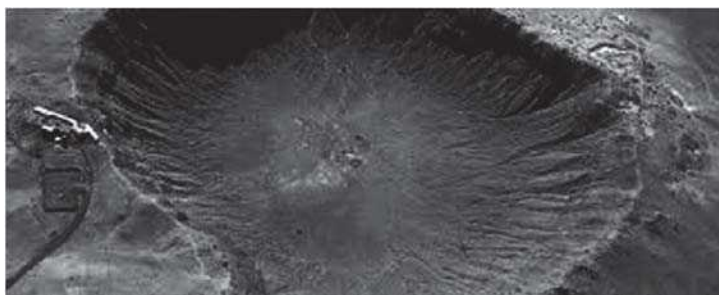
## उल्काहरू (Meteors)

कहिलेकाहीं राती सफा आकाशमा ताराहरू खसे जस्तो देखिने प्रकाशको धर्सो, जुन अकस्मात् हराएर जान्छ, त्यसलाई उल्कापात भएको भनिन्छ । आकाशमा एउटा दिशाबाट अर्को दिशामा तारा छिटो खसे जस्तो देखिने भएकाले यिनलाई अङ्ग्रेजीमा सुटिङ स्टार (shooting star) वा फलिङ स्टार (falling star) पनि भनिन्छ । धेरै ठुलो र चहकिलो उल्कापातलाई फायर बल (fire ball) पनि भनिन्छ । तिनीहरू या त सौर्य मण्डलको उत्पत्तिको सुरुवातसँगै उत्पत्ति भएका हुन् या त पुच्छे ताराहरूबाट फ्याँकिएका हुन् ।



चित्र 23.11

अन्तरिक्षमा भएका यी साना आकाशीय पिण्ड जब घुम्दै पृथ्वीको आकर्षण क्षेत्रभित्र तीव्र वेगले प्रवेश गर्छन्, तब वायु मण्डलीय घर्षणले गर्दा तिनीहरूमा ताप पैदा हुन्छ र यही तापको कारण तेजिलो भई चम्कन थाल्छन् । त्यसमा भएका पदार्थहरू ग्याँस वा बाफमा बदलिन्छन् र बिचैमा बिलाएर जान्छन् । यसैलाई उल्कापात भनिन्छ । कुनै कुनै उल्काहरू अत्यधिक ठुला हुन्छन्, जसले गर्दा बलेर बाफ हुन बाँकी रहेका पिण्ड पृथ्वीको सतहसम्म आइपुग्छन् । यिनीहरूलाई उल्कापिण्ड (meteorites) भनिन्छ ।



चित्र 23.12

उल्कापिण्डहरू स्टोनी (stony), आइरन (iron) र स्टोनी आइरन (stony iron) गरी तिन प्रकारका छन् । स्टोनी उल्कापिण्डमा बढी सिलिका र कम आइरन तथा म्याग्नेसियम रहेको हुन्छ । आइरन उल्कापिण्डमा बढी आइरन र अत्यन्त कम मात्रामा सिलिका पाइन्छन् भने स्टोनी आइरन उल्कापिण्डमा सिलिका र आइरन लगभग बराबर मात्रामा पाइन्छन् । ठुला उल्कापिण्डहरूले पृथ्वीको सतहमा क्रेटरहरू (craters) बनाउँछन् । पृथ्वीमा भेटिने उल्कापिण्ड प्रायजसो आइरन प्रकृतिका हुन्छन् । हालसम्म भेटिएका उल्कापिण्ड 100 ग्रामदेखि 20,000 किलोग्रामसम्मका छन् । उल्कापिण्डको अध्ययनबाट ग्रहहरूको बनाबटबारे निष्कर्ष निकाल्न वैज्ञानिकहरू सफल भएका छन् ।

करिब पचास हजार वर्ष जति पहिले एउटा ठुलो उल्कापिण्ड अमेरिकाको एरिजोनामा खसेको थियो । यसको व्यास लगभग 1265 मिटर र गहिराइ 174 मिटर छ, जुन आज पनि देख्न सकिन्छ । नामिवियामा खसेको सबैभन्दा ठुलो उल्कापिण्डको तौल करिब 60 मेट्रिक टन रहेको छ । यसलाई होबा (hoba) भनिन्छ । लगभग 25 करोड जति उल्काहरू पृथ्वीको वायु मण्डलमा प्रवेश गर्ने अनुमान गरिएको छ । तिनीहरूको वेग 35km/s देखि 95 km/s सम्म हुन्छ । एक वर्षको समयमा करिब 500 उल्कापिण्डहरू पृथ्वीको सतहमा खस्ने गरेको अनुमान गरिएको छ ।

## तारा मण्डल (Constellations)

रातमा आकाशको कुनै एक स्थानमा देखिने ताराहरूको समूहलाई तारा मण्डल भनिन्छ । तारा मण्डल विभिन्न आकारका हुन्छन् । ज्योतिर्विद्हरूले अहिलेसम्म ८८ ओटा तारा मण्डलहरूको नामाकरण गरेका छन् । यिनीहरूको स्वरूप वर्षभरि नै एकै प्रकारको हुन्छ । तर पृथ्वीले सूर्यको परिक्रमा गर्ने भएकाले कुनै तारा मण्डलहरू कुनै निश्चित ऋतुमा मात्र देखिन्छन् । त्यसैगरी विभिन्न तारा मण्डलहरू उत्तरी र दक्षिणी गोलार्धबाट एकै साथ देख्न सकिन्छ तर ध्रुव ताराको स्थान भने उर्सा मेजरको सहायताले पदस्थापना गरिएको हुन्छ । सबै तारा मण्डलहरू यही ध्रुव ताराको वरिपरि घुमिरहेका देखिन्छन् । किनभने पृथ्वीको कक्षको सिधै माथि उत्तरी ध्रुव पर्छ ।

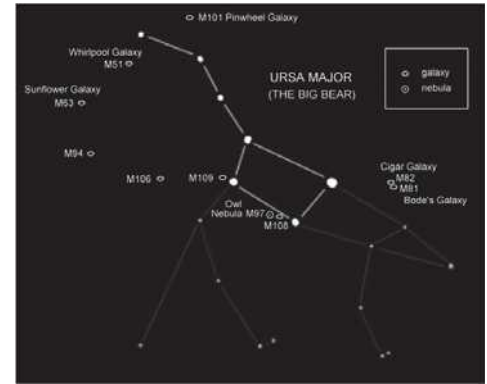
प्राचीन ग्रीस, रोम र अन्य सभ्यताका मानिसहरूले उत्तरपट्टिका तारा मण्डलहरू हेरी यी मण्डलहरू देखिएका आकृतिहरूसँग मिल्दा ग्रीक नायक, देवता, जनावर र सामग्रीहरूको नाम दिएका थिए, जस्तै : उर्सा मेजर, उर्सा माइनर, आरियन, लिओ, पिसेस्, एन्ड्रोमेडा, क्यासिओपिया आदि । त्यसैगरी सन् १४०० देखि १७०० को अवधिमा जहाजीहरूले दक्षिण गोलार्धको अध्ययन गर्दा देखिएका तारा मण्डलहरूलाई वैज्ञानिक सामग्रीहरू, जनावर आदिको नाम दिएका छन्, जस्तै : टेलेस्कोपको लागि टेलेस्कोपियम र झिँगाको लागि मुस्का आदि । अन्तरिक्ष यात्रीहरूले भने आकाशलाई विभिन्न तारा मण्डलमा विभाजन गरी ८८ ओटा तारा मण्डलको नामाकरण गरेका छन् । तिनीहरूको नाम त्यसमा संलग्न रहेको सबैभन्दा चहकिलो ताराहरूको समूहबाट राखिएको छ, जस्तै : उर्सा मेजर, ओरियन, लिओन आदि ।

### उर्सा मेजर (Ursa Major)

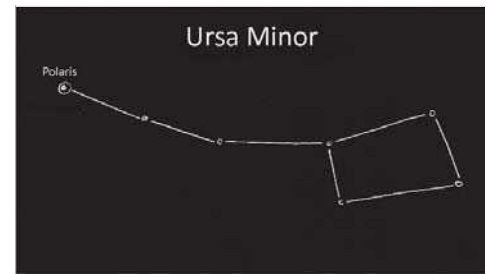
उर्सा मेजरलाई ग्रेट बियर (great bear) वा सप्तऋषि (saptarishi) भनिन्छ । ल्याटिन भाषामा उर्साको अर्थ महिला हुन्छ । यसको आकार बियर (bear) को जस्तो भएको अनुमान गरिएको छ । हिन्दुशास्त्रअनुसार यसमा सात ओटा ताराहरू भएकाले यसलाई सप्तऋषि भनिन्छ । वैशाख जेष्ठ महिनातिर गर्मी ऋतुमा रातको समयमा यसलाई उत्तरी आकाशमा देख्न सकिन्छ ।

### उर्सा माइनर (Ursa Minor)

उर्सा माइनरलाई लिटिल बियर (Little Bear) वा लघु सप्तऋषि (Laghu saptarishi) पनि भनिन्छ । यसमा पनि सात ओटा चहकिलो ताराहरू छन् । यसको प्रारूप पनि उर्सा मेजर जस्तो छ । यसका ताराहरू नजिक छन् । तिनीहरू सानो बियर जस्तै देखिन्छन् । उर्सा माइनरको अन्त्यमा ध्रुव तारा पर्छ । असार साउन महिनामा यसलाई उत्तरी आकाशमा देख्न सकिन्छ ।



चित्र २३.१३



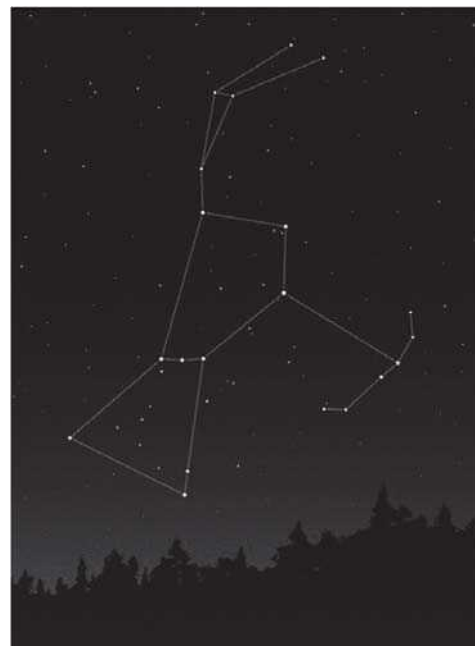
चित्र २३.१४

## ओरिओन (Orion)

यस तारा मण्डलमा पनि सात ओटा ताराहरू छन् । यसको प्रारूप सिकारुको जस्तै हुन्छ । पुस माघ महिनाको जाडो ऋतुतिर यसलाई आकाशमा देख्न सकिन्छ ।

## राशी मण्डल सम्बन्धी अन्ध विश्वासहरू

आकाशका ८८ ओटा तारा मण्डलहरूमध्ये वर्षभरिमा सूर्य सरेको देखिने रविमार्गका खास १२ ओटा तारा मण्डललाई राशी भनिन्छ । सूर्यमार्गमा १२ ओटा मात्र तारा मण्डलहरू नभई अरू पनि पर्छन् तर तीमध्ये १२ ओटा तारा मण्डललाई मात्र राशीको रूपमा लिइन्छ । ती राशीहरूमा : १. मेष (Aries) २. वृष (Taurus) ३. मिथुन (Gemini) ४. कर्कट (Cancer) ५. सिंह (Leo) ६. कन्या (Virgo) ७. तुला (Libra) ८. वृश्चिक (Scorpius) ९. धनु (Sagittarius) १०. मकर (Capricorn) ११. कुम्भ (Aquarius) १२. मीन (Pisces) रहेका छन् । १२ ओटा राशी मण्डलको चित्र तल दिइएको छ :



चित्र २३.१५



मकर (Capricorn)



कुम्भ (Aquarius)



मीन (Pisces)



मेष (Aries)



वृष (Taurus)



मिथुन (Gemini)



कर्कट (Cancer)



सिंह (Leo)



कन्या (Virgo)



तुला (Libra)



वृश्चिक (Scorpius)



धनु (Sagittarius)

चित्र २३.१६

राशी मण्डल सम्बन्धी केही अन्धविश्वासहरू यस प्रकार छन् :

1. राशीहरू जम्मा 12 ओटा मात्र हुन्छन्, तर मानिसहरूको सङ्ख्या भने करोडौं छ । त्यसैले नामको आधारमा राशी हेरेर सबै मानिसहरूको भविष्यवाणी गरेको मिल्छ नै भन्ने कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।
2. औँसीमा जन्मिएकालाई औँसिया भन्ने र औँसिया नै खोजेर विवाह बन्धनमा बाँधिदिने सामाजिक प्रचलन छ । यसो गरिएन भने त्यसको परिणाम नराम्रो हुने सामाजिक मान्यता बताइएता पनि यसको कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।
3. मूल नक्षत्रमा बच्चा जन्मिदा खेरी मूल परेको भनी सामाजिक रूपमा अपहेलना गरेको पाइन्छ, जसको पनि कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।
4. विभिन्न राशी भएका व्यक्तिलाई विभिन्न उपनामहरू दिएर गिज्याउने गरिन्छ । ती व्यक्तिहरूको स्वभाव राशीअनुसार मेल खान्छ भन्ने कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।
5. विभिन्न राशी भएकाहरूको शुभ साइत हेर्दा राशीअनुसार हेरेर व्याख्या गर्ने गरिन्छ । यसो गर्दा राम्रो साइत पर्छ भनिएता पनि यसको कुनै वैज्ञानिक आधार भने पाइएको छैन ।
6. नाम र राशीका आधारमा यात्रा गर्ने, दिशाको आधारमा साइत हेरी शुभ साइत सार्ने हाम्रो परम्परा रहेता पनि यसको कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।
7. विवाहका लागि नक्षत्र र राशी मिलाएर विवाह गर्दा मात्र राम्रो हुने भन्ने चलनअनुसार अन्य कुरा नहेरी विवाह गर्ने गरिन्छ । यसले पछि वैवाहिक जीवन सफल नभएका थुप्रै उदाहरण भेटिन्छन् ।
8. हाम्रो समाजमा राशी हेर्न जान्ने व्यक्तिहरूले राशी हेरेर औँठीहरू लगाउन दिने प्रचलन छ । यसबाट उनीहरूलाई मनले चिताएको पुग्छ भन्ने विश्वास पनि यदाकदा समाजमा देख्ने गरिन्छ । तर यसको कुनै वैज्ञानिक आधार छैन ।

यी माथि उल्लिखित कुराहरूको कुनै वैज्ञानिक आधार भेटिँदैन । त्यसैले यी कुराहरूमा विश्वास गर्नु हुँदैन । प्रमाण विनाको भनाइले कुनै अर्थ राख्दैन । वैज्ञानिक तथ्यको आधारमा मात्र विश्वास गर्नुपर्छ । यसको लागि सबैमा वैज्ञानिक सोचको विकास हुनु जरुरी छ ।

## राशी मण्डलको महत्त्व

मानिसहरू राशी मण्डललाई अध्ययन गरेर रातको समय पत्ता लगाउने, मौसमको बारेमा अनुमान गर्ने, ताराहरूको स्थान पहिचान गर्ने काम गर्छन् । यसको साथै जहाजीहरूले यसैलाई आधार बनाएर आफू रहेको ठाउँ पत्ता लगाउनुको साथै आफू जान चाहेको दिशा पनि पत्ता लगाउँछन् ।

## तारापुञ्ज (Galaxy)

ब्रह्माण्डमा रहेका अरबौं ताराहरूको विशाल समूहलाई तारापुञ्ज भनिन्छ । यस्ता तारापुञ्जहरू असङ्ख्य मात्रामा चारैतिर फैलिएर रहेका हुन्छन् । यी तारापुञ्जहरूको व्यास 1000 प्रकाश वर्षदेखि 10 हजार प्रकाश वर्षसम्म रहेका हुन्छन् । हाम्रो सौर्य मण्डल आकाशगङ्गा तारापुञ्ज (milky way

galaxy) को एक कुनातिर अवस्थित छ । पृथ्वीबाट यस तारापुञ्जको केन्द्रतिर हेर्दा असङ्ख्य ताराहरूको बाक्लो लामो जमघटका रूपमा ग्यासीय पिण्डहरू देखिन्छन् । यिनलाई आकाश गङ्गा भनिन्छ । यसकै आधारमा हाम्रो तारापुञ्जको नाम आकाश गङ्गा तारापुञ्ज रहन गएको हो ।

तारापुञ्जलाई यिनीहरूको आकारको आधारमा स्पाइरल (spiral), इलिप्टिकल (elliptical), इरेगुलर (irregular) गरी तिन समूहमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

### स्पाइरल तारापुञ्ज (Spiral galaxy)

स्पाइरल तारापुञ्ज घुमिरहेको चक्राकार जस्तो देखिन्छ । यसमा केन्द्रीय भागमा चारैतिर घुमाउरा भुजाहरू रहेका हुन्छन् । यी तारापुञ्जहरूमा प्रशस्त मात्रामा ग्याँस र धुलोका कणहरू हुन्छन् । धेरैजसो ग्याँस तथा धुलाका कणहरू घुमाउरा भुजाहरूमा बाँडिएका हुन्छन् । यी तारापुञ्जहरू अरुभन्दा चहकिला हुन्छन्, जस्तै : आकाश गङ्गा, एन्ड्रोभेडा तारापुञ्जहरू ।

### इलिप्टिकल तारापुञ्ज (Elliptical galaxy)

यी तारापुञ्जहरू गोलाकार र चेप्टा इलिप्स (ellipse) आकारका हुन्छन् । यिनीहरूमा थोरै मात्रामा इन्टरस्टेलर पदार्थ (Interstellar matter) हुन्छ । यिनीहरूमा पाइने ताराहरू नितान्त पुराना हुन्छन् । यस तारापुञ्जको माथबाट तेजिलो प्रकाश निस्कन्छ भने छेउतिर भने धमिलिँदै गएको देखिन्छ ।

### इरेगुलर तारापुञ्ज (Irregular galaxy)

यी तारापुञ्जहरूको आकार स्पाइरल वा इलिप्टिकल जस्तै नभएर अनियमित आकारका हुन्छन् । यिनीहरू स्पाइरल तारापुञ्जभन्दा कम चहकिला हुन्छन् ।

### आकाश गङ्गा तारापुञ्ज (Milky way galaxy)

हाम्रो सौर्य मण्डल आकाश गङ्गा तारापुञ्जको एक कुनातिर अवस्थित छ । यस तारापुञ्जमा लगभग  $10^{11}$  ताराहरू छन् । यसको बिचमा डिस्क (disc) आकारको संरचना छ भने किनारातिर यो संरचना पातलिँदै गएको छ । यस तारापुञ्जमा रहेका ताराहरूबिचको स्थानमा धुलाको बादल पाइन्छ । यसको पिण्ड सूर्यको पिण्डभन्दा लगभग  $1.33 \times 10^{11}$  गुणा बढी छ ।

### उपग्रह (Satellite)

ग्रहको वरिपरि परिक्रमा गर्ने आकाशीय पिण्डहरूलाई उपग्रह



चित्र 23.17



चित्र 23.18



चित्र 23.19



चित्र 23.20



भनिन्छ । यी पिण्डहरूको आफ्नो प्रकाश हुँदैन । यिनीहरू पनि ग्रहहरू जस्तै सूर्यको प्रकाशलाई परावर्तन गरी चम्किन्छन् । उपग्रहहरू प्राकृतिक र कृत्रिम गरी 2 प्रकारमा छन् । प्रकृतिमा स्वतः उत्पन्न भएका उपग्रहहरू प्राकृतिक उपग्रहहरू (natural satellite) हुन् भने मानवद्वारा निर्माण गरी बाहिरी स्पेसमा छाडिएका उपग्रहहरू कृत्रिम उपग्रहहरू (artificial satellites) हुन् ।

चन्द्रमा पृथ्वीको एक मात्र प्राकृतिक उपग्रह हो । चन्द्रमा र पृथ्वीको दुरी लगभग 384,400km छ । चन्द्रमाको सतहको क्षेत्रफल  $3.7940000 \times 10^7 \text{km}^2$  छ भने यसको व्यास 3456 km छ । चन्द्रमाले पृथ्वीको पुरा एक परिक्रमा गर्न 27 दिन 7 घण्टा 43 मिनेट 11.5 सेकेन्ड समय लगाउँछ । यस अवधिलाई नक्षत्र मास (sidereal month) भनिन्छ । त्यसैगरी एक पूर्णिमादेखि अर्को पूर्णिमासम्मको अवधि 29 दिन 12 घण्टा 44 मिनेट 2.8 सेकेन्ड हुन्छ । यसलाई चन्द्रमास (synodic month) भनिन्छ । चन्द्रमामा वायु मण्डल छैन । यसको गुरुत्व बल पृथ्वीको भन्दा 1/6 गुणा कम छ ।

बुध र शुक्र बाहेक सबै ग्रहहरूका उपग्रहहरू छन् । सबैका ग्रहहरूका उपग्रहहरू अहिलेसम्म 173 छन् । यिनीहरूलाई निम्नानुसार तालिकामा देखाउन सकिन्छ ।

ग्रहको नाम	उपग्रहको सङ्ख्या
बुध	0
शुक्र	0
पृथ्वी	1
मङ्गल	2 (Phobos and Deimos)
बृहस्पति	67 (Europa, IO, Callisto, etc)
शनि	62 (Titan)
अरुण	27(Miranda, ariel etc)
बरुण	14 (Triton Nereid, etc)

### कृत्रिम उपग्रहहरू (Artificial satellites)

मानवद्वारा निर्मित पृथ्वीको वरिपरि परिक्रमा गर्ने उपग्रहहरूलाई कृत्रिम उपग्रहहरू भनिन्छ । कृत्रिम उपग्रहहरूलाई पृथ्वीको सतहबाट निश्चित दुरी 36,900 km, जसलाई जिओ स्टेसनरी अर्बिट (geostationary orbit) मा छोडिएका हुन्छन् । यिनीहरूलाई रकेटको सहायताले अन्तरिक्षमा छोडिएको हुन्छ । यिनीहरूमा उर्जा सौर्य ब्याट्रीबाट उपलब्ध गराइन्छ ।



चित्र 23.21

## अन्तरिक्षमा कृत्रिम उपग्रहरू छोडनुको उद्देश्य

1. सौर्य मण्डल, ताराहरू, नेबुला जस्ता आकाशीय पिण्डहरूको बारेमा बढी तथ्यहरू प्राप्त गर्न
2. पृथ्वीमा गर्न नसकिने प्रयोगहरू गर्न र मौसमको बारेमा अनुमान गर्न
3. सैनिकहरूलाई आफ्नो शत्रु पत्ता लगाउन र बाहिरी अन्तरिक्षमा जीवहरू खोजी गर्न
4. चन्द्रमामा स्पेस अनुसन्धान प्रयोगशाला स्थापना गर्न र भविष्यमा कृत्रिम स्पेससिप (spaceship) बनाउन

## सारांश

1. सूर्य वरिपरिको अन्तरिक्षको त्यो क्षेत्र जहाँसम्म सूर्यको आकर्षण बल फैलिएको हुन्छ, त्यस क्षेत्रलाई सौर्य मण्डल भनिन्छ । सौर्य परिवारका सदस्यहरूमा सूर्यलगायत सूर्यलाई परिक्रमा गर्ने सम्पूर्ण आकाशीय वस्तुहरू पर्दछन् । जसमा 8 ओटा ग्रहहरू र तिनीहरूका उपग्रहहरू, शिशुग्रहहरू, पुच्छ्रेताराहरू, उल्कापिण्डहरू एवम् अन्तर ग्रहीय धुलका कण समावेश हुन्छन् ।
2. सौर्य मण्डलमा रहेको सबैभन्दा ठुलो पिण्ड सूर्य एक मझौला खालको तारा हो । जसको पिण्ड लगभग  $1.99 \times 10^{30}$  kg छ ।
3. बुध, शुक्र, पृथ्वी र मङ्गललाई भित्री ग्रहहरू हुन् भने बृहस्पति, शनि, अरुण र बरुणलाई बाहिरी ग्रहहरू हुन् ।
4. सूर्यको चारैतिर एक निश्चित लामो कक्षीय दुरीमा घुमिरहने ग्याँसीय बरफका डल्लाहरूलाई पुच्छ्रे ताराहरू भनिन्छ । यिनीहरू कुचो आकारका सौर्य मण्डलका सदस्यहरू हुन् । यिनीहरूको आफ्नो प्रकाश हुँदैन । एक निश्चित पुच्छ्रे ताराका मुख्यतया तिन ओटा भागहरू केन्द्रीय भाग, कोमा र पुच्छर हुन्छन् ।
5. कहिलेकाहीं राती सफा आकाशमा ताराहरू खसे जस्तो देखिई अकस्मात् हराएर जाने प्रकाशको धर्सोलाई उल्कापात भएको भनिन्छ । आकाशमा एउटा दिशाबाट अर्को दिशामा तारा छिटो खसे जस्तो देखिने भएकाले यिनलाई अङ्ग्रेजीमा सुटिङ स्टार (shooting star) वा फलिङ (falling star) पनि भनिन्छ ।
6. रातमा आकाशको कुनै एक स्थानमा देखिने ताराहरूको सानो समूहलाई तारा मण्डल भनिन्छ । तारा मण्डल विभिन्न आकार प्रकार छन् । ज्योतिर्विद्हरूले अहिलेसम्म 88 ओटा तारा मण्डलहरूको नामकरण गरेका छन् ।
7. ब्रह्माण्डमा रहेका अरबौँ ताराहरूको विशाल समूहलाई तारापुञ्ज भनिन्छ । यस्ता तारापुञ्जहरू असङ्ख्य मात्रामा चारैतिर फैलिएर रहेका छन् । यी तारापुञ्जहरूको व्यास 1000 प्रकाश वर्षदेखि 10 हजार प्रकाश वर्षसम्म रहेका छन् ।
8. तारापुञ्जलाई यिनीहरूको आकारको आधारमा स्पाइरल, इलिप्टिकल, इरेगुलर गरी तिन समूहमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।
9. हाम्रो सौर्य मण्डल आकाश गङ्गा तारापुञ्जको एक कुनातिर अवस्थित छ । यस तारापुञ्जमा लगभग  $10^{11}$  ताराहरू छन् । यसको बिचमा डिस्क (disc) आकारको संरचना छ भने

किनारातिर यो संरचना पातलिदै गएको छ । यस तारापुञ्जमा रहेका ताराहरूबिचको स्थानमा धुलाको बादल पाइन्छ ।

10. ग्रहको वरिपरि परिक्रमा गर्ने आकाशीय पिण्डहरूलाई उपग्रह भनिन्छ । यी पिण्डहरूको आफ्नो प्रकाश हुँदैन । यिनीहरू पनि ग्रहहरू जस्तै सूर्यको प्रकाशलाई परावर्तन गरी चम्किन्छन् । उपग्रहहरू प्राकृतिक र कृत्रिम गरी 2 प्रकारमा छन् । प्रकृतिमा स्वतः उत्पन्न भएका उपग्रहहरू प्राकृतिक उपग्रहहरू हुन् भने मानवद्वारा बनाइएका उपग्रहहरू कृत्रिम उपग्रहहरू हुन् ।

### अभ्यास

(क) तल दिइएका बहु वैकल्पिक प्रश्नहरूको सही उत्तरका ठिक चिह्न (✓) लगाउनुहोस् :

- सौर्य परिवार आकाश गङ्गा तारापुञ्जको केन्द्रबाट कति दूरीमा पर्दछ ?
  - 20 हजार प्रकाश वर्षको दूरीमा
  - 30 हजार प्रकाश वर्षको दूरीमा
  - 40 हजार प्रकाश वर्षको दूरीमा
  - 50 हजार प्रकाश वर्षको दूरीमा
- सौर्य मण्डलमा रहेको सबैभन्दा ठुलो सदस्य सूर्यको पिण्ड लगभग कति छ ?
  - $1.99 \times 10^{20}$  kg
  - $1.99 \times 10^{30}$  kg
  - $1.99 \times 10^{40}$  kg
  - $1.99 \times 10^{50}$  kg
- तलका ग्रहहरूमध्ये कुन कुन ग्रहहरूलाई बाहिरी ग्रहहरूअन्तर्गत राखिएको छ ?
  - बुध, शुक्र, पृथ्वी र मङ्गल
  - बृहस्पति, शनि, अरूण र बरुण
  - पृथ्वी, मङ्गल, बृहस्पति र शनि
  - शुक्र, पृथ्वी, अरूण र बरुण
- पुच्छ्रे ताराहरू कुचो आकारका देखिनुका कारण के हो ?
  - सौर्य प्रकाशले पगिएर बनेका हुनाले
  - सौर्य वायुको कारणले
  - सौर्य प्रकाश र वायुका कारणले
  - स्वतः उत्पन्न हुने भएकाले
- उल्कापातलाई अङ्ग्रेजीमा सुटिड स्टार भन्नुको कारण के हो ?
  - आकाशमा एउटा दिशाबाट अर्को दिशामा तारा छिटो खसे जस्तो देखिने भएकाले
  - आकाशमा एउटा दिशाबाट अर्को दिशामा ताराको लम्बाइ बढी भएकाले
  - आकाशमा अर्को दिशामा मात्र तारा देखिने भएकाले
  - आकाशमा एउटा दिशामा तारा ठुलो देखिने भएकाले

(ख) तलका प्रश्नहरूको उत्तर दिनुहोस् :

- सौर्य मण्डल भनेको के हो ? यसभित्र के के पर्दछन्, लेख्नुहोस् ।
- सौर्य मण्डलको बनोट र आकार चित्रसहित छोटकरीमा वर्णन गर्नुहोस् ।

3. मङ्गल ग्रहलाई किन रातो ग्रह भनेर चिनिन्छ, बताउनुहोस् ।
4. बृहस्पति ग्रहको बाहिरी सतह देख्न नसक्नुको कारण के होला, लेख्नुहोस् ।
5. पुच्छ्रेतारा र उल्काहरूको परिचय दिई यी दुईबिच फरक छुट्याउनुहोस् ।
6. तारापुञ्ज भनेको के हो ? यसका प्रकारहरूबारे उदाहरणसहित परिचय दिनुहोस् ।
7. तारा मण्डल र तारापुञ्जबिच फरक लेख्नुहोस् ।
8. आकाश गङ्गा तारापुञ्जबारे छोटकरीमा व्याख्या गर्नुहोस् ।
9. राशी मण्डलको परिचय दिई कुनै दुई राशी मण्डलको चित्रसहित व्याख्या गर्नुहोस् ।
10. उपग्रह केलाई भनिन्छ ? प्राकृतिक र कृत्रिम उपग्रहबारे छलफल गर्नुहोस् ।

### परियोजना कार्य

1. सौर्य मण्डलको बनोट स्पष्ट पार्ने खालको मोडल तयार पार्नुहोस् । तिनीहरूको बारेमा छोटो तथ्याङ्क साथमा लेखी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
2. रातमा सफा आकाश भएको बेला आकाशको अवलोकन गर्नुहोस् । सम्भव भएसम्म दूर दर्शकयन्त्रको प्रयोग गरी शुक्र, बृहस्पति र मङ्गल ग्रहहरू कुन बेला देखिन्छन्, पत्ता लगाउनुहोस् । अवलोकन गरेर प्राप्त सूचनाहरूलाई कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।
3. समाजमा राशी मण्डलसँग सम्बन्धित अन्ध विश्वासहरूबारे अनुसन्धान गरी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस् ।

### शब्दावली

क्रेटर : चन्द्रमाको सतहमा रहेको गोलो प्वाल

हुरिक्यान : वृत्ताकार चालमा रहेको खतरानाक हावा

फायर बल : विशेषगरी खतरानाक विष्फोटनको कारण उत्पन्न हुने आगाको ठुलो बल

इन्टरस्टेलर पदार्थ : ताराहरूबिच रहेको पदार्थ