विज्ञान शिक्षण

सक्षमतामा आधारित माध्यमिक शिक्षक तालिम
(५ महिने-दोस्रो मोड्युल)

स्वाध्ययन सामग्री

नेपाल सरकार
शिक्षा तथा खेलकुद मन्त्रालय
शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र
सानोठिमी, भक्तपुर

२०६४

विज्ञान शिक्षण

सक्षमतामा आधारित माध्यमिक शिक्षक तालिम

(५ महिने-दोस्रो मोड्युल)

स्वाध्ययन सामग्री

नेपाल सरकार
शिक्षा तथा खेलकुद मन्त्रालय
शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र
सानोठिमी, भक्तपुर
२०६४

प्रकाशक
नेपाल सरकार
शिक्षा तथा खेलकुद मन्त्रालय
शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र
सानोठिमी, भक्तपुर

507
NCE-6
2064BS

© सर्वाधिकार : शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र

G1580

प्रथम संस्करण - २०६२
दोस्रो संस्करण - २०६३
तेस्रो संस्करण - २०६४

टेलिफोन - ६-६३०१८०, ६-६३०७६६, ६-६३८१५०
फ्याक्स - ६-६३०१९३, ६-६३०४५७,
पो.ब.नं. - २१४५, ३६५२
E-mail - decedu@wlink.com.np, necd@ntc.net.np

सुझाव एवम् सल्लाह

श्री रामस्वरुप सिन्हा | श्री लक्ष्मीप्रसाद खत्री
श्री विष्णुप्रसाद थैब | श्री कमला पोखरेल
श्री इन्द्रबहादुर श्रेष्ठ | श्री गणेश सिंह

लेखन समूह

डा. चिदानन्द पण्डित | श्री बौधराज निरौला
श्री बालकृष्ण चापागाईं | श्री जीवनहरि श्रेष्ठ
श्री इन्दिरा थापा | श्री कृष्णप्रसाद भण्डारी
श्री नन्दकुमारी महर्जन

विषयवस्तु सम्पादन

डा. उदयराज खनाल
डा. शारदा महर्जन
डा. चिदानन्द पण्डित
श्री बौधराज निरौला

भाषा सम्पादन

श्री सुकदेव सापकोटा
श्री विष्णु अधिकारी

आवरण तथा चित्राङ्कन डिजाइन

श्री सुमन बज्राचार्य

कम्प्यूटर टाइप सेटिङ

श्री सूर्यविना श्रेष्ठ

भूमिका

शिक्षाको गुणस्तर र प्रभावकारी शिक्षणका लागि शिक्षक तालिम अनिवार्य मानिन्छ । शिक्षण सिकाइमा प्रभावकारिता ल्याई गुणस्तरीय शिक्षा हासिल गर्न पेसागत रूपमा दक्ष र योग्य शिक्षकहरूको खाँचो पर्दछ । निम्नमाध्यमिक तथा माध्यमिक तहको शिक्षामा गुणस्तर अभिवृद्धि गर्ने उद्देश्यले माध्यमिक शिक्षा सहयोग कार्यक्रम कार्यान्वयनमा आएको छ । शिक्षक शिक्षा र विकास यस कार्यक्रमको एउटा महत्त्वपूर्ण अङ्ग हो । शिक्षकहरूको पेसागत दक्षता अभिवृद्धि गरी कक्षाकोठाको सिकाइ वातावरणमा सुधार ल्याउने प्रमुख उद्देश्यका साथ शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्रद्वारा निम्नमाध्यमिक तहका पाँचओटा र माध्यमिक तहका ६ ओटा मुख्य विषयलाई समेटेर सक्षमतामा आधारित १० महिने प्रमाणीकरण शिक्षक तालिमको पाठ्यक्रम तयार गरिएको छ । सोही पाठ्यक्रमअनुसार उक्त शिक्षक तालिमलाई तीन मोडुलमा विभाजन गरिएको छ । तीमध्ये दोस्रो मोडुल दूर शिक्षा पद्धतिमा आधारित छ । दोस्रो मोडुलको विज्ञान शिक्षण विषयको लागि यो सामग्री प्रस्तुत गरिएको छ ।

विज्ञान शिक्षणको यो स्वाध्ययन सामग्री माध्यमिक तहको सक्षमतामा आधारित पाठ्यक्रममा आधारित छ । माध्यमिक तहमा विज्ञान शिक्षणमा देखिएका कमीकमजोरीहरू हटाई शिक्षणमा प्रभावकारिता बढाउन सम्बन्धित शिक्षकमा आवश्यक मात्रामा ज्ञान बढाउने उद्देश्यबाट यो स्वाध्ययन सामग्री तयार गरिएको हो ।

विज्ञान शिक्षणको यस स्वाध्ययन सामग्रीमा एउटा एकाइभित्र एक वा एकभन्दा बढी पाठ छन् । एकाइको सुरुमा सक्षमता र एकाइ परिचय दिइएको छ । त्यसपछि पाठसम्बन्धी विषयवस्तु उल्लेख गरिएका छन् । पाठसम्बन्धी कुरा उल्लेख गर्दा विषय प्रवेशका रूपमा विषयवस्तुको विवरण, परियोजनाकार्य अध्ययनका लागि थप सामग्रीहरूको सूची तथा सन्दर्भसामग्री प्रस्तुत गरिएको छ । पाठको बीचबीचमा लेख्ने ठाउँ पनि दिइएको छ । स्वाध्ययन सामग्रीलाई हुनेसम्म सरल बनाउन विषयवस्तुको विवरण विस्तृत रूपमा दिइएको छ । यस सामग्रीलाई बोधगम्य बनाउन शिक्षणका समस्या र सिद्धान्तसमेत ख्याल गरेर पाठ तयार पारिएका छन् । यसैले यस स्वाध्ययन सामग्रीले तालिमका सहभागी शिक्षकहरूलाई विज्ञान शिक्षणको सम्बन्धमा पर्याप्त जानकारी दिन सक्छ भन्ने हाम्रो विश्वास छ ।

यस स्वाध्ययन सामग्रीलाई प्रकाशनयोग्य बनाउने सन्दर्भमा परिमार्जन कार्यमा संलग्न डा. शारदा महर्जन, जीवनहरी श्रेष्ठ, कृष्णप्रसाद भण्डारी, इन्दिरा थापा, बौधराज निरौला, बालकृष्ण चापागाई, डम्बरध्वज आङ्ददम्बे र भाषा सम्पादनमा सहयोग गर्नुहुने तोयानाथ खनाललगायत सबै धन्यवादका पात्र हुनुहुन्छ । यसलाई अझ प्रभावकारी र त्रुटिरहित बनाउन सुझाव प्रदान गर्ने सम्बद्ध सबै पक्षमा शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र आभार व्यक्त गर्दछ ।

२०६४

रामस्वरुप सिन्हा
कार्यकारी निर्देशक

विषय सूची

एकाइ	शीर्षक	पृष्ठ
१	जीवित वस्तुहरू	१
२	जीवन प्रक्रिया	२७
३	प्राकृतिक सन्तुलन	९१
४	पदार्थ र पदार्थको परिवर्तन	११३
५	हाम्रा वरपरका वस्तुहरू	१५१
६	चाल र शक्ति	२०२
७	ताप, प्रकाश र ध्वनी	२३१
८.	धारा विद्युत् र चुम्वकत्व	२६४
९.	भू विज्ञान	२८५
१०.	अन्तरिक्ष विज्ञान	३०८

जीवित वस्तुहरू (Living beings)

सक्षमता :- जीवित वस्तुहरूका बारेमा आफूलाई कठिन लागेका, अस्पष्ट भएका र समस्यामूलक विषयवस्तु छनौट गरी स्थानीय, प्राकृतिक, वैज्ञानिक स्रोतसाधन प्रयोग गरी उक्त विषयमा आफ्नो ज्ञानको दायरालाई फराकिलो पारेर उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति अपनाई सुहाउँदो कक्षाकोठा व्यवस्थापन र विद्यार्थी मूल्याङ्कन गरी विज्ञान शिक्षाको उत्थानका लागि शिक्षण गर्न ।

परिचय

संसारमा असङ्ख्य बिरुवा र जनावरहरू छन् । यिनीहरूको बारेमा जति धेरै जानकारी पायो हामीलाई त्यति धेरै फाइदा हुन्छ । प्रत्येक बिरुवा र जनावरको नालीवेली केलाउन एउटा मानिसको आयुभित्रमा सम्भव छैन् । त्यसैले वैज्ञानिकहरूले चतुऱ्याइँ गरेर समान गुण भएका जनावर र वनस्पतिहरूलाई एउटै वर्गमा राखी अध्ययन गर्न सजिलो पारिदिएका छन् ।

जीवित प्राणीहरूको जन्म भएपछि क्रमिक रूपमा वृद्धि हुँदै जान्छ र एक दिन यसले आफ्नो इहलीला समाप्त गर्छ । प्रकृति अचम्मको छ । दुनियाँमा अहिलेसम्म एउटै प्रकारको अथवा भनौं दुरुस्तै उस्तै प्राणी जन्माएर कोष विभाजनको यो रमाइलो खेलको बारेमा दर्जनौं वैज्ञानिकहरूले वर्षौं वर्ष लगाएर बनाएका सिद्धान्तका बारेमा पनि यस पाठमा चर्चा गरिनेछ ।

सूक्ष्म जीवको संसार अलग्गै छ । देखिनेभन्दा नदेखिने संसार ठूलो छ । सूक्ष्म जीवहरूले हाम्रा लागि फाइदा र हानि दुवै पुऱ्याएका छन् । जङ्गली च्याउले गर्दा मानिस मर्ने दर्दनाक कथाहरू हाम्रा गाँउ वस्तीहरूमा छ्यासछ्यास्ती पाइन्छन् । रेशमबाट बनेको बर्को हाम्रा लागि सधैं प्यारो छ । हरेक वर्षायाममा लामखुट्टेको टोकाइबाट सहरदेखि गाँउसम्मका बस्तीहरूमा हल्लाखल्ला मच्चिन्छ । शरीरको रोग प्रतिरोधात्मक शक्ति कम भएर भनौं वा सूक्ष्म जीवहरू शक्तिशाली भएर रोगीहरूको सङ्ख्या दिनानुदिन बढिरहेको छ । हामी भने हाम्रा वहुमूल्य औषधीजन्य वनस्पतिहरू अन्धाधुन्द डढेलो लगाएर जलाउछौं वा विदेशमा निर्यात गर्छौं अनि फेरि बिरामी परेको बेलामा हामीबाटै निर्यात गरिएका वनस्पतिबाट निर्मित औषधीहरू महङ्गो दरमा किनेर प्रयोग गर्न बाध्य हुन्छौं । यस्तै यस्तै विषयवस्तुका बारेमा यस एकाइमा चर्चा गरिएको छ ।

विषयवस्तु

१.१ जीवहरूको वर्गीकरण (Classification of living beings)

पृथ्वीमा साना ठूला गरी करिव ५३ लाख किसिमका जीवहरू पाइन्छन् । यी सबै जीवहरूको अध्ययन अलग अलग गर्न सजिलो छैन । विभिन्न जीवहरूमा रचना, आकार, रङ, स्वभाव जीवनप्रक्रिया आदि जस्ता कुराहरूमा कुनै न कुनै किसिमको फरक हुन्छ । तैपनि कुनैकुनै जीवहरूमा आपसमा समानताका गुणहरू पनि पाइन्छन् । यी जीवहरूमा पाइने समान गुणहरूका आधारमा

यिनीहरूलाई विभिन्न वर्गक्रममा राखिएको छ । यसरी जीवहरूलाई निश्चित वर्गक्रममा मिलाइ राख्ने प्रक्रियालाई वर्गीकरण (Classification) भनिन्छ । सर्वप्रथम Aristotle ले वर्गीकरणको कार्य सुरु गरे तापनि Charka र John Ray पछि क्रमश: रुपमा Swedish Scientist Carolus Linnaeus द्वारा सन् 1953 मा प्रत्येक वनस्पतिलाई वैज्ञानिक नाम (Scientific name) दिइएका थिए । कुनै पनि सजीवको वैज्ञानिक नाम ल्याटिन भाषाको दुईओटा शब्दहरूबाट बनेको छ । पहिलो शब्द Genus र दोस्रो Species हुन् । यसरी Genus र Species नाउँहरू प्रचलनमा ल्याउने प्रणालीलाई *Bionomial* system of nomenclature भनिन्छ । जस्तै: आलुलाई *Solanum* tuberosum, गहुँलाई *Triticum aestivum* लेखिन्छ ।

Linnaeus द्वारा वर्गीकरण गर्दा सजीवहरुलाई दुई जगत (किङडम) Plant र animal मा छुट्याइएको छ । Kingdom plantae मा कुनै ठाउँमा जडित रहने, फिंजिएका आकृति भएको प्राय: आफ्नो खाना आफै बनाउन सक्ने र कोषमा सेलुलोज भएका सेलवाल भएका सजीवहरु पर्दछन् भने Kingdom Animalia मा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँ हिडडुल गर्न सक्ने, निश्चित आकारको शरीर भएका, आफ्नो खाना आफै बनाउन नसक्ने र सेलवाल नभएका सजीवहरु पर्दछन् । यसमा बहुकोषीय साथै एक कोषीय जीव पर्दछन् । यूग्लिना, ढुसी, लाइकेन, ब्याक्टेरिया आदिका लक्षणहरु अध्ययन गर्दा माथिका दुई किङडममा मात्र राख्न असजिलो हुँदा सन् 1969 मा Whittaker ले तलका गुणहरुको आधारमा पाँच किङडमको वर्गीकरण गरेका छन् :-

1. कोषको संरचना - Prokaryotic वा Eukaryotic
2. शरीरको संरचना - एक कोषीय वा बहु कोषीय
3. खाना लिने तरिका - स्वपोषणमा परपोषण

5 kingdom को वर्गीकरण यसप्रकार छ :

1. Kingdom - Monera
   - एककोषीय, अत्यन्त शुक्ष्म, संख्यात्मक रुपमा बढी भएका जीवन हुन् ।
   - माइक्रोस्कोप द्वारामात्र देखिने, न्युक्लियर मेम्ब्रेन नभएका कोष हुन् ।
   - प्रायमा सेलवाल हुन्छ ।
   - सोषण (Heterotropic nutrition)

   उदाहरण - ब्याक्टेरिया
2. Kingdom - Protista
   - पानीमा पाइने, Eukayotic कोष भएका,
   - Cilica वा flogella जस्ता अङ्गले चल्न मद्दत गर्दछन् ।
   - पोषण (स्वपोषण र परपोषण दुवै)

   उदाहरण - अमिवा, यूग्लिना, Diaform

3. Kingdom - Plantae

- Chlaroplyll भएका स्वपोषक (Produce)
- Cell wall भएका
- एकै ठाउँमा fixed भएका
- Heterotropic

उदाहरण : Algae – Spirogyra
Bryophyta - Moss
Pteridophyta - Fern
Gymnosper - Cycus
Angiosper - Mustard

4. Kingdom Fungi

- Microscopic to huge.
- Sapropytic to parasitic

5. Kingdom Animalia

- Multi cellular

मैले विद्यालयको धारावरिपरि पानीमा र चिसो पर्खाल आदिमा अवलोकन गर्दा जरा, काण्ड र पात नछुट्टिएका बिरुवाहरू पनि देखें । यिनीहरू फूल नफुल्ने फल नलाग्ने बिरुवा पो रहेछ जसलाई Thallus भन्दारहेछन् । आफ्ना वरिपरि करिब आधा घण्टा जति मात्र अवलोकन गर्दा निम्न लिखित बिरुवाहरू फेला परेका थिए :

(i) Spirogyra (ii) Mushroom (iii) Riccia
(iv) Marchantia (v) Moss (vi) Fern

यसरी हामी शिक्षकहरूले आफ्ना वरिपरि भएका विभिन्न जीव जनावरको अध्ययन अवलोकन गरी तिनीहरूको वर्गीकरण गर्ने, तिनीहरूको जीवन प्रक्रिया, वासस्थान बनोट आदिको अध्ययन गर्ने बानीको विकास गर्न सक्यौं भने विद्यार्थीहरूलाई यथार्थ रूपमा ज्ञान र सीप विकास गराउन सक्षम हुनेछौं । आफ्नो अध्ययनको आधारमा निर्धक्क भई विद्यार्थीलाई स्थलगत अध्ययन, परियोजना कार्य सञ्चालन गरी सिकाइमा प्रभावकारिताको सुनिश्चितता गर्न सक्नेछौं ।

धेरै बिरुवाको सरसर्ती अवलोकनपछि विद्यार्थीहरूलाई यस विषय अध्यापनका लागि Minifield trip को आयोजना गरियो । चार समूह बनाए प्रत्येक समूहलाई बिरुवा सङ्कलन गर्ने र त्यसको वर्गीकरण कसरी गर्ने बारे छलफल गरिसकेपछि निम्न तालिकामा भर्ने समेत सल्लाह गऱ्यौं । विद्यार्थीले सङ्कलन गरेका बिरुवाहरू पहिचान गरेपछि उनीहरूको उत्सुकता नै बढेको पाइयो । बिरुवाको वर्गीकरण तलको तालिकामा विद्यार्थी र आफू मिली भरियो ।

क्र.सं	स्थानीय नाम	वैज्ञानिक नाम	बासस्थान	लक्षण	समूहको नाम	उप समूह	डिभिजन
१.	च्यालवता	ग्लाइकेनिया	ओसिलो ठाउँ	पातजस्तै Sorus भएको फूल फुल्ने	उन्यू	फूल नफुल्ने	टेरिडोफाइटा
२.	…………						
३.	…………						

वर्गीकरण सूत्र तथा पाठ्यपुस्तक एवम् सन्दर्भ पुस्तक प्रयोग गरी बिरुवाको वर्गीकरण गर्न सकिन्छ । हामी शिक्षकहरू विषयवस्तुमा सधैँ अद्यावधिक भइराख्नुपर्छ भन्ने सोचले मैले एउटा छोटो नोट पनि तयार गर्ने प्रयास गरेको छु जसलाई यहाँहरू समक्ष राख्न चाहन्छु ।

यस संसारमा पाइने विभिन्न किसिमका अनगिन्ती बोटबिरुवा वनस्पति जगत (Plant Kingdom) मा पर्दछन् । यसलाई दुई उपजगतमा विभाजन गर्न सकिन्छ । ती फूल नफुल्ने र फूल फुल्ने बिरुवा हुन् । तिनलाई division, subdivision गरी विभाजन गरिसकेको छ ।

१.१.१ फूल नफुल्ने बिरुवा (Cryptogams)

१. यिनीहरूमा फूल फुल्दैनन् वा बीउ लाग्दैनन् ।

२. यिनीहरू सबै निम्नस्तरीय साधारण किसिमका बिरुवाहरू हुन् । धेरैजसो अति साना हुन्छन् । कतिपय एककोषीय पनि हुन्छन् । यिनलाई तीन डिभिजनमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

(क) Thallophyata (ख) Bryophyta (ग) Pteridophyta

(क) Thallophyta

१. यिनीहरूमा जरा, काण्ड र पात छुट्टिएको हुँदैन । अत: यसलाई Thallus भनिन्छ ।

२. प्राय: पानी भएको र ओसिलो ठाउँमा पाइन्छ ।

३. यिनीहरू एक कोषीय वा बहुकोषीय हुन्छन् ।

यसलाई तीनओटा सव डिभिजनमा बाँडिएको छ :

(अ) एक कोषीय वनस्पति (आ) एल्गी (इ) फन्जाई

(अ) एक कोषीय बिरुवामा क्लामाइडोमोनस, Bacteria, Volvox आदि पर्दछन् ।

१. यस उपवर्गमा पर्ने विरुवाहरू एक कोषीय हुन्छन् ।

२. प्रायजसोमा क्लोरोफिल नहुनाले अन्य जीवित प्राणी वा प्रङगरिक वस्तुवाट खाना प्राप्त गर्दछन् ।

३. धेरै किसिमका ब्याक्टेरियाले मानिसलाई विभिन्न रोग ल्याउछन् भने कुनै फाइदाजनक पनि हुन्छन् ।

(आ) Algae

१. यस उपवर्गमा पर्ने विरुवालाई काई पनि भनिन्छ ।

२. यसको जरा, काण्ड र पात छुट्टिएको हुँदैन ।

३. प्राय: यी बिरुवा त्यान्द्राजस्ता हुने र ओसिलो जमिनमा खोलाको किनारामा पोखरी वा समुद्रमा पाइन्छन् ।

४. यिनीहरू हरियो हुन्छन् । यसमा Chloroplast पाइन्छ । Nostoc, spirogyra, chara यसका उदाहरण हुन् ।

(इ) Fungi

१. यिनीहरूलाई ढुसी पनि भनिन्छ ।

२. यिनीहरू हरितकण नपाइने हुँदा हरिया हुँदैन र आफ्नो खाना आफैं तयार गर्दैन ।

३. कोष भित्ता Cellulose बाट बनेको हुन्छ ।

च्याउ, म्यूकर, Ringworm आदि यसका उदाहरण हुन् ।

(ख) Bryophyta

१. गर्भाधान क्रियाका लागि पानी अत्यावश्यक भएको हुँदा यिनीहरूलाई उभयचर बिरुवा पनि भनिन्छ ।

२. रौंजस्ता मसिना विरुवा हरिया साना अविकसित हुन्छन् । एक कोषीय Rhizoids ले जराको काम गर्दछ ।

३. यिनीहरूमा जीवनचक्र खास गरेर मैथुनिक र अमैथुनिक प्रजनन् गरी मात्र पूरा हुन्छन् जसलाई अल्टरनेसन अफ जेनेरेसन भनिन्छ । यसमा ग्यामेटोफाइट (Gametophyte) प्रवल (Dominant) हुन्छ र स्पारोफाइट (Sporophyte) पछि आउँछ ।

४. यिनीहरूमा सञ्चार तन्तु Primitive हुन्छन् । Liver worts (Marchantia), Moss, Riccia आदि यसका उदाहरण हुन् ।

(ग) Pteridophyta

१ अपुष्पक उपजगतमा सबभन्दा विकसित बिरुवा यसै डिभिजंनमा पर्दछन् । यसको सञ्चार तन्तु (Vascular tissue) मा xylem र Phloem विकसित भएकाले यसलाई Tracheophyta पनि भनिन्छ ।

२. यिनीहरूको जरा, काण्ड र पात हुन्छन् ।

३. यसका पातहरू ठूल-ठूला र संयुक्त हुन्छन् । पातको तल्लो सतहमा कालो वा खैरो थोप्ला थोप्ला भएका थैलाहरू हुन्छन् जसलाई सोरस भनिन्छ ।

४. यिनीहरूको जीवनचक्र Sporophyte र Gametophyte भई पूरा हुन्छ । जसमा Sporophyte प्रवल हुन्छ । उन्यू, इक्वीसिटम आदि यसका उदाहरण हुन् ।

१.१.२ फूल फूल्ने बिरुवाहरू Phanerogams

१. यी विरुवाहरूमा जीवनचक्रको कुनै समयमा फूल फुल्ने र फूलबाटै फल र बीउ (seed) बन्दछन् ।

२. यिनीहरू बीउबाट सन्तान वृद्धि गर्दछन् । बीउ उत्पादन गर्नु नै यसका प्रमुख विशेषता हुन् । यसका दुई श्रेणी छन् ।

(क) जिम्नोस्पर्म (Gymnosperm)

(ख) एन्जियोस्पर्म (Angiosperm)

(क) Gymnosperm

(अ) बीउको आवरण (बोक्रा) हुँदैन । अर्थात् यिनीहरूको बीउ फलभित्र हुँदैन ।

(आ) प्राय: यिनीहरू मझौलादेखि ठूला रूखको रूपमा रहेका हुन्छन् ।

(इ) बाह्रै महिना हरियो हुन्छन् । Cycas, सल्ला (Pinus), धुपी, लार्च यसका उदाहरण हुन् ।

(ख) Angiosperm

वनस्पति जगतमा सबैभन्दा विकसित र ठूला समूहका बिरुवाहरू हुन् । यिनीहरूलाई पूर्ण विकसित वनस्पति पनि भनिन्छ ।

(i) बीउलाई आवरणले ढाकिएको अथवा फलभित्र हुन्छ ।

(ii) द्विलिङ्गी (Bisexual) वा एकलिङ्गी (Unisexual) हुन्छ ।

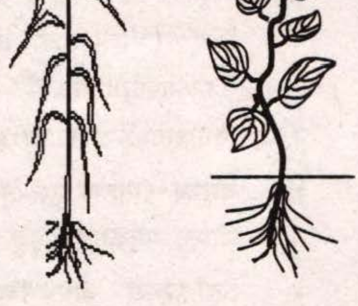
(iii) झारपात, बुट्यान र रूखको रूपमा पान्छन् ।

बीउको बनावटको आधारमा दुई उपश्रेणीमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

(क) एकदलीय (Monocotyledon)

(ख) द्विदलीय (Dicotyledon)

विद्यार्थीहरूलाई सङ्ख्याअनुसार समूहसमूहमा छुट्याएर विभिन्न थरिका एकदलीय र दुईदलीय बिरुवाको पूर्ण रूपमा अवलोकन गर्न लगाई तल दिइएका तालिका भर्न लगाउने । यिनीहरूलाई नै प्रस्तुतीकरण गर्न दिने र यसो गर्दा पछिसम्म सम्झिरहन सहयोग पुग्दछ भन्ने अनुभव तपाईंसँग Share गर्न चाहन्छु ।



विरुवाको नाम	जरा		काण्ड		पातको डाँठ		शिराक्रम		पत्रफलक		फूल		वीउ
			सजिलै भाच्न										
	मूल	गुच्छे	सकिने	नसकिने	भएको	नभएको	जालिदार	समानान्तर	एउटा	धेरै	पत्रदल संख्या	पुष्पदल संख्या	
तोरी	√		√			√	√		√		४	४	दुई दलीय
केराउ	√		√		√		√			√		५	दुई दलीय

यो पाठ्यवस्तु अध्यापन गराउँदा मैल यी क्रियाकलापहरू गराएको थिएँ र उपलब्धिमूलक महसुस गरेँ । तपाईं पनि गराई हेर्नुहुन्छ कि ?

क्रियाक्लाप

→ Minifield Trip आयोजना गरी Plant collection र Herbarium बनाउने ।

→ बिरुवाको वर्गीकरण सूत्र प्रयोग गरी वर्गीकरण गर्न लगाउने ।

→ Multimedia वा चार्ट बाट Plant kingdom को तालिका स्पष्ट गर्ने ।

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा हो !

(i) फूल नफुल्ने बिरुवा Cryptogams हुन् ।

(ii) फूल फुल्ने बिरुवा Phanerogams हुन् ।

(iii) फन्जाइले आफ्नो खाना आफैं बनाउन सक्दैन । यसमा हरित कण हुँदैन ।

(iv) बीउमा खोल नहुने बिरुवा जिम्नोस्पर्म हुन् ।

(v) बीउमा एक फक्लेटा मात्र भएका बिरुवा Monocot-yeldonous र दुई फक्लेटा भएका बिरुवा Dicot-yeldonous हुन् ।

१.२ जन्तुजगत (Animal Kingdom)

जन्तु जगतका बारेमा दुई शिक्षकबीचको कुराकानी सुनौं न त ।

जगतबहादुर घले (शिक्षक) : यो जन्तुजगत अध्यापन गराउन मलाई साह्रै अप्ठ्यारो लाग्छ । यसलाई सरल तरिकाबाट कसरी अध्यापन गराउन सकिन्छ ?

रमा महर्जन (शिक्षिका) : जगत सर । यो पाठ अध्यापन गराउन सजिलो त छैन तर म सर्वप्रथम विद्यार्थीलाई कुनै एक जन्तुको नाम भन्न लगाउँछु । जस्तै: कुकुर भनी कसैले जवाफ दियो भने कक्षामा भएका विभिन्न भाषाबाट कुकुरको स्थानीय नाम सूचीकृत गर्न लगाउन सकिन्छ ।

उदाहरणका लागि : नेपालीमा - कुकुर

अङ्ग्रेजीमा - Dog

हिन्दीमा - कुत्ता

नेवारीमा - खिचा

तामाङमा - निगी/नागी

यसरी विभिन्न भाषामा एउटै जीवलाई पनि फरक फरक नाम भनिने हुँदा बुझ्न र बुझाउन कठिन पर्दछ । यसै कारण Carolus Linnaeus ले वर्गीकरण गरेको Bionomial system of Nomenclature को आवश्यकता महसुस गराउने र त्यसको प्रयोगले जीवहरूको पहिचानलाई सरल र सहज वनाउछ भनी बताउने ।

जगत : यस पाठको लागि Mini field visit गर्न सकिन्छ ?

रमा : किन नसक्नु यसको सबभन्दा सरल उपाय भनेको नै Field visit हो । यसका लागि Visit गर्दा ध्यान दिनुपर्ने कुराहरूमा सम्पूर्ण विद्यार्थीहरूलाई सावधानी बनाइसकेपछि प्रत्येकले करिब ५/५ ओटा जीवहरू सङ्कलन गर्न लगाउने । ती जीवहरूको सूचीकृत गरी वर्गीकरण तालिकाको सहयोग लिई वर्गीकरण गर्न सकिन्छ । निम्नअनुसारको तालिका बनाई यिनीहरूलाई भर्न लगाउन सक्दछौं ।

समूहको तर्फबाट प्रस्तुतीकरण गर्न दिने ।

जनावरको वर्गीकरण

क्र. स.	नाम		वास स्थान	मुख्य लक्षण			फाइलम	श्रेणी (Class)
	स्थानीय	बैज्ञानिक		आकार	आवरण	चालको लागि अङ्ग		
१.	गड्यौला	Pheritima	माटोमुनि	लाम्चो वेलनाकार खण्डखण्ड परेको	ओसिलो नाम छाला	सिधा	एनिलिडा	Oligocheta
२.								
३.								

निम्न लक्षण भएका जीवको नाम भन्न लगाउन सकिन्छ :

(i) यिनीहरूको शरीरमा असङ्ख्य छिद्रहरू हुन्छन्, जसलाई Ostia भनिन्छ ।

(ii) यिनीहरूको शरीरमा एउटा मात्र Cavity हुन्छ ।

(iii) शरीरमा नरम र रसिलो छाला (Cuticle) ले ढाकेको हुन्छ ।

(iv) यिनीहरूको शरीर खण्डखण्ड परेका हुन्छन् ।

(v) नरम शरीरलाई Shell ले ढाकेको हुन्छ ।

(vi) यिनीहरूको शरीर Radially Symetrical (Pentamerous) हुन्छ ।

जन्तु जगत

उपजगत (Sub Kingdom)

Invertebretaes (ढाड नभएका जीव)

फाइलम (phylum)

- Protozoa e.g. *Amoeba*
- Porifera e.g. *Sycon*
- Coelenterate e.g. *Hydra*
- Platy- helminthes e.g. *Tape worm*
- Nemathelminthes e.g. *Ascaris*
- Annelida e.g. *Earth worm*
- Arthropoda e.g. *Bee*
- Mollusca e.g. *Slug*
- Echinodermata e.g. *Star Fish*

Vertebreta (phylum Chordata) (ढाड भएका जीव)

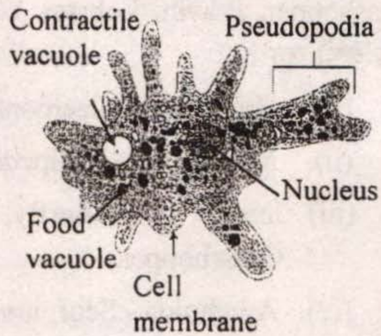
श्रेणी (Class)

- Pisces e.g. *fish*
- Amphibian e.g. *frog*
- Reptiles e.g. *snake*
- Aves e.g. *crow*
- Mammal e.g. *cow*

(1) जन्तुको शरीरमा मेरुदण्ड वा भित्री हाड (Endoskeleton) नहुने जीवलाई Invertebrate भनिन्छ ।

(2) मेरुदण्ड वा भित्री हाड हुने जीवलाई Vertebrate भनिन्छ ।

Protozoa : Protozoa ग्रीक भाषाबाट आएको शब्द हो । यसको अर्थ "प्रथम जीव" हो । पृथ्वीमा सबैभन्दा पहिले यिनै जीवहरू उत्पन्न भएको अनुमान गरिन्छ । यिनीहरू सूक्ष्म र एककोषीय हुन्छन् । सम्पूर्ण जीवन प्रक्रिया (Physiological Activities) उही कोषमा हुन्छन् । चालका लागि Pseudopodia, Cilia, Flagella आदि हुन्छन् । *Amoeba, Euglena, Paramecium* आदि यसका उदाहरण हुन् ।



Porifera : यिनीहरू बहुकोषीय हुन्छन् । शरीरमा दुई तह कोष (Diploblastic) मिलेर बनेको हुन्छ । शरीरभरि छिद्रहरू (Ostia) हुन्छन् जसबाट पानी शरीरभित्र प्रवेश हुन्छ । शरीरको माथिल्लो भागमा ठूलो प्वाल हुन्छ जसलाई Osculum भनिन्छ । यसबाट निष्कासनको कार्य हुन्छ । उदाहरण : स्पन्ज, ल्युकोसोलेनिया, स्पन्जिला र साइकन ।

Sponge

Coelenterata : शरीर नली आकारको खोक्रो हुन्छ । यिनीहरूमा तन्तुको विकास भइसकेको हुन्छ । Jelly fish, Sea-anemone, Hydra, Obelia यसका उदाहरण हुन् ।

Jelly fish

Platyhelminthes : यिनीहरू लामा, पातला र चेप्टा आकारका हुन्छन् । प्राय: जसो परजीवी हुन्छन् । प्लानेरिया स्वच्छ पानीमा रहन्छ । Tapeworm, Liverfluke आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Tape worm

Nemathelminethes (Aschelminthes) : यिनीहरूको शरीर गोलो लामो हुन्छन् । शरीरलाई Cuticle ले ढाकेका हुन्छ । भाले र पोथी छुट्टाछुट्टै हुन्छन् । Ascaris(Naucheria), Filarial worm, Hook worm, Pin worm आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Pin worm

Annelida : एनेलिडाको शरीरलाई तीन तह तन्तुले ढाकेको हुन्छन् जसलाई Triploblastic भनिन्छ । शरीर Metamerically segmented हुन्छन् र प्रत्येक खण्डहरूमा Setae हुन्छन् जसको मदतले हिँड्छ । गड्यौला, जुका आदि यस वर्गमा पर्ने प्राणीहरू हुन् ।

Earth worm

Arthropoda : जन्तु जगतको सबभन्दा ठूलो फाइलम (धेरै थरी र जीवको सङ्ख्या जीव भएको फाइलम) हो । यसका खुट्टाहरू खण्ड खण्ड परेका हुन्छन् । शरीरलाई Chitin ले बनेको खोलले ढाकेका हुन्छन् । आँखा Compound किसिमका हुन्छन् । यिनीहरूमा Open blood vascular system हुन्छ । Palaemon, Butterfly, Millipede, Butterfly, Drangonfly, Musquito, housefly, Bugs, Grasshopper, Prawn, Lobster, Centipede, Scorpion आदि यसका उदाहरण हुन् । यसका ४ ओटा श्रेणी छन् :

(i) Crustacea- Palaemon(Prawn), lobster, crab.

(ii) Myriapoda - Hillipede, Centipede

(iii) Insecta - Butterfly, Moth, Dragonfly, Mosquito, Housefly, Bugs, Grasshopper.

(iv) Arachnida - Scorpion, Spider, Ticks, Mitos.

Mollusca : नरम शरीर भएका खण्डहीन र अति नै विस्तारै हिँड्ने जन्तुहरू यस फाइलमभित्र पर्दछन् । यिनीहरूको शरीर मुलायम र चिप्लो हुन्छ । यिनीहरूको शरीर टाउको, पाउ म्यान्टल र भिसेरल पिण्डमा विभाजित हुन्छ । नरम शरीरलाई क्याल्सीयम कार्बोनेटबाट बनेको कडा खोल (Shell) ले ढाकेको हुन्छन । भाले र पोथी छुट्टाछुट्टै हुन्छ । जस्तै: Snail, Slug, Squids, Cuttle fish, Pila, Octopus, सिप (Unio) आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Cuttle fish

Class - Echinodermata : यस फाइलममा क्याल्सियम पदार्थबाट बनेको काँडासहितको आवरणले ढाकिएको शरीर भएका अति नै ढिलो गतिमा चल्ने समुद्री जन्तुहरू पर्दछ । शरीरको माथिल्लो भागमा क्याल्सियम जमेर काँडा Spines का रूपमा रहेका हुन्छन् । यसमा Water vascular system हुन्छ । शरीरभरि तरल पदार्थले भरिएको Tube feet हुन्छ । स्टार फिस, सि-अर्चिन, सि-कुकम्वर आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Phylum - Vertebrata : शरीरमा ढाड भएका जीवहरू यस समूहमा पर्छन् । यिनीहरू केही जमिनमा र केही पानीमा बस्छन् । शरीर स्पष्ट रूपमा दुई भागमा बाँडिएको हुन्छ । यिनीहरूमध्ये केहीले गिल्सबाट र केहीले फोक्सोबाट सास फेर्छन् । यो समूहमा पर्ने जनावरहरूमध्ये केही चिसो रगत भएका (शरीरको तापक्रम वातावरणअनुसार परिवर्तन हुने माछा, भ्यागुता, सर्प) र केही तातो रगत भएका (चरा, गाईवस्तु, मानिस आदि) हुन्छन् ।

Class - Pisces : शरीर लाम्चो र सलक्क परेको हुन्छ । टाउकोको पछाडि दायाँ र बायाँ फुल्काहरू रहेका हुन्छन् । Dorsal ventral, Anal आदि पानी चाल्ने पखेटा Fins हुन्छन् । यिनीहरूमा Internal Ear हुन्छन् । Sea horse, Rohu, Hilsa, Flat fish, traut आदि यसका उदाहरण हुन् । यिनीहरू पानीमा बस्दछन् ।

Sea horse

Class - Amphibia : यिनीहरू विषमतापीय र मेरुदण्डीय जन्तु हुन् । यिनीहरू पानी तथा जमिन दुवैमा बस्दछन् । यिनीहरूमा चार खुट्टा भएका (Tetrapodus) हुन्छन् । प्रत्येकमा ४-५ ओटा औँलाहरू (Digits) हुन्छन् । यिनीहरूको मुटुमा तीन कोठा हुन्छन् । Frog, Salamandres, Tree frog (Hyla), Mud puppy (Necturus) आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Frog

Class - Reptilia : यिनीहरू जमिनमा घस्रिएर हिड्ने विषमतापी मेरुदण्डीय जीव हुन् । छाला सुख्खा हुन्छ र कडा कत्लाले ढाकिएको हुन्छ । यिनीहरूले फोक्सोबाट सास फेर्दछन् । यिनीहरूको मुटु तीन कोठे हुन्छ । यिनीहरू बच्चा जन्माउने र फूल पार्ने हुन्छन् । कछुवा, छेपारो, माउसुली, अजिङ्गर (Python), गोमन (Cobra), गोही (Crocodiles) आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Class - Aves : यिनीहरू उष्ण रक्तधारी (शरीरको तापक्रम स्थिर रहने) मेरुदण्डीय जन्तुहरू हुन् । यिनीहरूको शरीरमा प्वाँखले ढाकेको हुन्छ । हाडमा प्रशस्त छिद्रहरू हुन्छन् । अगाडिको खुट्टा पखेटामा परिणत भएको हुन्छ । Crow, Sparrow, Parrot, Duck, Chicken आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Sparrow

Class - Mammalia : शरीर पूर्ण वा आँशिक रूपमा रौंले ढाकेको हुन्छ । छालाभित्र पसिना ग्रन्थी हुन्छन् । स्त्री जातिको शरीरमा बच्चालाई स्तनपान गराउन विकसित स्तन ग्रन्थी (Mammary glands) हुन्छ । एक जोडा बाहिरी कान (Pinnae) हुन्छन् । यिनीहरूको शरीरभित्र छाती र पेटलाई छुट्याउने पातलो माँसपेशीय पर्दा (Muscular Diaphragm) हुन्छ । चमेरो, गाई, दुम्सी, लोखर्के, न्याउरीमुसा, खरायो आदि यसका उदाहरण हुन् ।

Bat

यो पाठ्यवस्तु अध्ययन गराउँदा मैले तल लेखिएका विधि र क्रियाकलापहरू गराएको थिएँ । तपाईं पनि आवश्यकताअनुसार प्रयोग गरी हेर्नुहोस न त ।

(1) Lecture cum demonstration, discussion, and observation method with charts showing vertebrate र invertebrate

(2) Activities
- Museum specimens- preparation
- Collection of species.
- Preservation of species.
- Multimedia
- Group work.

१.३ कोष विभाजन (Cell division)

"एउटा किसानले खसी पालेको रहेछ । ४ कक्षामा पढ्ने उसको छोराले खसीको मासु माग गरेछ । किसानले बच्चालाई सम्झायो । अब दसैंसम्ममा यो खसी ठूलो हुन्छ अनि काटेर खाउँला । त्यसपछि बालकले जिज्ञासा राख्यो - दसैंमा खसी किन ठूलो हुन्छ ? भोलि नै यो खसी किन ठूलो हुँदैन ?" त्यसपछि किसानलाई फसाद परेछ । बच्चालाई के उत्तर दिने ?

जीवहरूको शरीर कोषहरूबाट बनेको हुन्छ । कोषहरू सूक्ष्म हुन्छन् । एककोषीय होस् या बहुकोषीय, एउटा जीवको क्रियाकलाप त्यसमा भएका कोषहरूको क्रियाकलापमा निर्भर रहन्छ । कोष भनेको जीवको बनोट र कार्यको आधारभूत एकाइ हो । कोषको एउटा विशेषता के हो भने उचित वातावरण र अवस्था प्राप्त भएमा यो आफैं विभाजन भई यसको सङ्ख्या वृद्धि हुँदै जान्छ । एउटा कोष विभाजन भई दुईओटा, त्यसबाट चारओटा एवम् तरिकाले कोषको सङ्ख्या अनगिन्ती हुन् पुग्दछ । यसरी नै सबै जीवहरूको सुरुवात एउटै कोषबाट हुन्छ । त्यो हात्ती र ह्वेल जस्ता विशाल प्राणीदेखि अमिवा जस्ता साना प्राणीको जीवन एउटै कोषबाट सुरु हुन्छ । कोष विभाजनमा

मुख्य भूमिका न्युक्लियसको हुन्छ । कोष विभाजनभन्दा पहिले न्युक्लियसको विभाजन हुन्छ । न्युक्लियस विभाजनलाई कारियोकाइनेसिस् भनिन्छ । यसपछि साइटोप्लाज्म विभाजन भई कोष टुक्रिन्छ । साइटोप्लाज्म विभाजनलाई साइटोकाइनेसिस् भनिन्छ । न्युक्लियस विभाजन भनेको यसभित्र पाइने क्रोमोजोमहरूको विकास र विभाजन हो । यसैले कोष विभाजनमा प्रमुख भूमिका क्रोमोजोमहरूको हुन्छ । हरेक जीवमा त्यसको जात (Species) अनुसार क्रोमोजोमको सङ्ख्या निश्चित हुन्छ । जस्तो मानिसमा २३ जोडा, मुसामा २० जोडा, भ्यागुतोमा १३ जोडा, प्याजमा ४ जोडा, धानमा २० जोडा, उखुमा ४० जोडा आदि हुन्छन् । क्रोमोजोमको सङ्ख्या वा बनोटमा परिवर्तन भएमा जीवहरूको लक्षणहरू र शारीरिक बनोट परिवर्तन हुन्छ । अर्को कुरा एउटा जातिको जीवमा भएका सम्पूर्ण कोषहरूमा क्रोमोजोम सङ्ख्या समान हुन्छन् । प्रत्येक कोषमा क्रोमोजोमहरू दुई समूहमा विभाजित हुन्छन् । क्रोमोजोमहरूको एउटा मात्र समूह भएको कोषलाई हाप्लवाइड (haploid) भनिन्छ । यस्ता कोषहरू अपूर्ण र अस्थायी हुन्छन् । यसले प्रजनन क्रियामा मात्र भाग लिन्छ । अरू कोषले गर्ने सामान्य क्रियाकलाप गर्न सक्दैन । क्रोमोजोमहरूको दुवै समूह भएको कोषलाई डिप्लवाइड (Diploid) भनिन्छ । यी सामान्य कोषहरू हुन् र यिनले सबै क्रियाकलाप गर्दछन् । हाप्लवाईड सङ्ख्यालाई 'n' र डिप्लवाइडलाई '2n' ले जनाइन्छ । जस्तो मुसाको कोषमा क्रोमोजोम सङ्ख्या '2n' हुन्छ । यहाँ n को मतलब १० ओटा क्रोमोजोम हो ।

- मानव कोषमा n ले कतिओटा क्रोमोजोम जनाउँछ ?
- डिम्बलाई किन हाप्लवाइड कोष भनिन्छ ?

१.३.१ माइटोसिस कोष विभाजन (Mitosis cell division) :

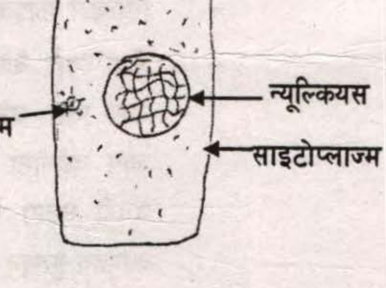
सन्तति कोषमा क्रोमोजोम सङ्ख्या अरू सामान्य कोष वा माउ कोषमा जति नै हुने गरी कोष विभाजन हुने विधिलाई माइटोसिस कोष विभाजन भनिन्छ । यस प्रकारको कोष विभाजनले शरीरमा विकास र वृद्धि हुन्छ । प्रजनन कोषबाहेक अरू सम्पूर्ण कोषहरू (सोमाटिक कोषहरू) मा यस प्रकारको कोष विभाजन हुन्छ । कोष विभाजनको क्रममा कोषभित्र हुने परिवर्तनका आधारमा यसलाई विभिन्न चरणमा विभाजन गरिएका छन् ।

(i) **इन्टर फेज (Inter phase) :** यो कोष विभाजन सुरु हुनुअगाडिको अवस्था हो । यसमा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :

(क) कोष अत्यन्त सक्रिय हुन्छ ।

(ख न्युक्लियर मेम्ब्रेन र न्युक्लियोलस स्पष्ट हुन्छन् ।

(ग) क्रोमोजोममा डि.एन.ए. को मात्रा दुई गुणा बढेको हुन्छ ।

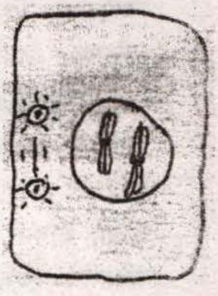


(घ) क्रोमोजोमहरु लामा र फिजिएमा धागोजस्तै हुन्छन् जसलाई क्रेमाटिन भनिन्छ ।

(ङ) जन्तुकोषमा सेन्ट्रिओलहरु विभाजन हुन लागेका हुन्छन् ।

(ii) कोष विभाजनको प्रक्रियालाई निम्न चार चरणहरूमा विभाजन गर्न सकिन्छ :

(क) **प्रोफेज (Prophase) :** यस अवस्थामा कोषभित्र पनि निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :



- क्रोमोजोम छोटा तथा मोटा हुन्छन् ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन पातलो हुँदै जान्छ ।
- न्युक्लियस सानो हुँदै जान्छ र हराउँछ ।
- प्रत्येक क्रोमोजोममा दुईओटा क्रोमाटिड सेन्ट्रोमेरले जोडिएको हुन्छ ।
- सेन्ट्रिओल विभाजन भई कोषको विपरीत छेउतिर लाग्छ ।

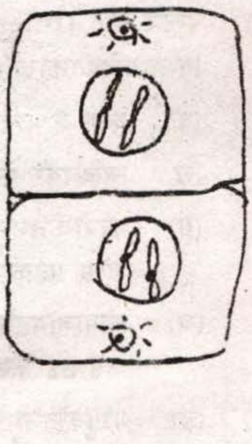
(ख) **मेटाफेज (Metaphase) :**

- सेन्ट्रोओलहरू कोषको विपरीत ध्रुवमा पुग्दछन् ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन विलय हुन्छ । स्पिन्डल फाइवरहरू बन्दछन् ।
- क्रोमोजोमहरू कोषको मध्य भागमा लहरै मिलेर बस्दछन् ।
- स्पिन्डल फाइवरले प्रत्येक क्रोमोजोमको सेन्ट्रोमेरलाई दुवै ध्रुवका सेन्ट्रोजोमसँग जोड्छ ।

(ग) **एनाफेज (Anaphase) :** यस अवस्थामा निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :

- प्रत्येक क्रोमोजोमका क्रोमाटिडहरू एक अर्कासँग छुट्टिन्छन् । यो छुटिने क्रिया सेन्ट्रोमेरबाटै सुरु हुन्छ ।
- स्पिन्डल फाइवर खुम्चिन थाल्दछ ।
- क्रोमाटिडका दुई समूहहरू कोषको विपरीत ध्रुवतिर सर्न थाल्छ । ती प्रत्येक समूहमा क्रोमाटिड सङ्ख्या डिप्लवाइड (अरू सामान्य कोषमा जति) हुन्छ । ती क्रोमाटिडहरू पछि क्रोमोजोममा परिणत हुन्छ ।

(घ) **टिलोफेज (Telophase) :** यस अवस्थामा निम्न परिवर्तन हुन्छन् ।



- क्रोमाटिड समूह विपरीत ध्रुवमा पुगेपछि न्युक्लियर मेम्ब्रेन पुन: बन्दछ ।
- स्पिन्डल फाइवर हराउँछ ।
- ठीक त्यही बेला कोषको मध्ये भाग खुम्चिँदै गएर वा सेल प्लेट बनेर साइटोप्लाज्मको विभाजन हुन्छ र कोष दुईओटा सन्तति कोषहरूमा विभाजित हुन्छ । यसरी एउटा डिप्लाइड कोषबाट दुईओटा डिप्लाइड कोषहरु हुन्छन् ।

१.३.२. **मियोसिस कोष विभाजन (Meiosis cell division) :** विभाजित भएर बन्ने सन्तति कोषहरूमा क्रोमोजोम सङ्ख्या माउ कोषको भन्दा आधा मात्र (हाप्लवाइड) रहने गरी कोष विभाजन हुने क्रियालाई मियोसिस कोष विभाजन भनिन्छ । यस विभाजनपछि माउ कोषको भन्दा क्रोमोजोम सङ्ख्या घट्ने भएकाले यसलाई न्यूनीकरण विभाजन (Reduction division) पनि भनिन्छ ।

यस प्रकारको विभाजन क्रिया प्रजनन् कोषहरूमा हुन्छन् । यसबाट ग्यामेटहरू (शुक्रकीट र डिम्ब) उत्पादन हुन्छन् । त्यसैले ग्यामेटहरूमा क्रोमोजोम सङ्ख्या हाप्लवाइड (n) मात्र हुन्छ । मियोसिस कोष विभाजन दुई चरणमा पूरा हुन्छ :

(क) मियोसिस - I (Meiosis – I) (ख) मियोसिस - II (Meiosis – II)

मियोसिस कोष विभाजन सुरु हुनुअगाडि एउटा अवस्था आउँछ त्यो हो इन्टरफेज (Interphase) अवस्था । यस अवस्थामा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :

- यो भौतिक रूपमा अत्यन्त सक्रिय हुन्छ ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन र न्युक्लियोलस स्पष्ट देखिने हुन्छ ।
- प्रत्येक डि.एन.ए. ले आफूजस्तै अर्को डि.एन.ए. निर्माण गर्छ वा रिप्लिकेट गर्छ ।
- क्रोमोजोम छोटो, मोटो हुन सुरु गर्छ । प्रत्येक क्रोमोजोममा दुईओटा क्रोमाटिड बन्न सुरु गर्दछन् ।

मियोसिस I (Meiosis – I) : वास्तविक अर्थमा न्यूनीकरण विभाजन यस चरणमा हुन्छ । यस चरणपछि बन्ने सन्तति कोषमा क्रोमोजोम सङ्ख्या आधा (हाप्लवाइड) हुन्छ । यो चरण बढी जटिल र लामो छ । यसलाई चार अवस्थामा विभाजन गरिएको छ ।

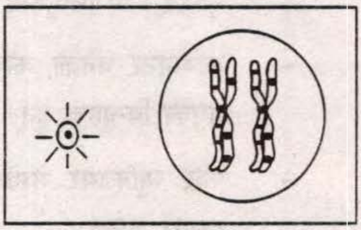
(क) **प्रोफेज-I (Prophase-I) :** यो पहिलो अवस्था हो । यो सबैभन्दा लामो र महत्त्वपूर्ण अवस्था हो । यसलाई निम्नअनुसार पुन: पाँच चरणमा विभाजन गरिएका छन् :

(i) लेप्टोटिन (Leptotene) (ii) जाइगोटिन (Zygotene)

(iii) पाचिटिन (Pachytene) (iv) डिप्लोटिन (Deplotene)

(v) डाइकाइनेसिक (Diakinesis)

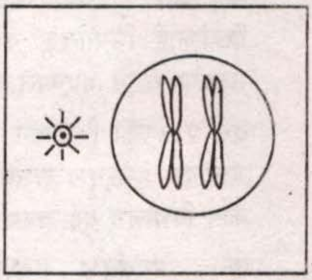
(i) **लेप्टोटिन (Leptotene) :** यो प्रोफेज – I को सबैभन्दा पहिलो चरण हो । यस चरणमा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :



- न्युक्लियस साथै कोषको आकार ठूलो हुन्छ ।
- क्रोमोजोममा क्रोमोमेयरहरु दानाजस्ता देखिन्छन् ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन र न्युक्लियोलस स्पष्ट देखिन्छन् ।
- जन्तु कोषमा सेन्ट्रिओल विभाजन भएर विपरीत धुवतिर लाग्दछन् ।

(चित्रमा क्रोमोजोम सङ्ख्या उदाहरणका लागि मात्र एकजोडा देखाइएका हुन्)

(ii) **जाइगोटिन (Zygotene) :** लेप्टोटिनपछि यो चरण सुरु हुन्छ । यस चरणमा निम्न लक्षणहरू कोषभित्र देखिन्छन् ।



- सजातीय क्रोमोजोमहरू **(homologous chromosons)** जोडा मिलेर बस्छन् । यी प्रत्येक जोडामा एउटा आमाबाट र अर्को बाबुबाट प्राप्त भएका क्रोमोजोम रहन्छन् । यसरी सजातीय क्रोमोजोमहरू जोडा बन्ने प्रक्रियालाई सिनाप्सिस (Synapsis) भनिन्छ ।
- न्युक्लियोलस विलिन हुन सुरु गर्दछ ।
- क्रोमोजोमका क्रोमाटिडहरू छुटिएर वाइभालेन्ट (Bivalent) का रूपमा देखिन्छ ।

(iii) **पाचिटिन (Pachytene) :** यो जाइगोटिनपछिको चरण हो । यस चरणमा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् ।

- क्रोमोजोमहरु छोटा र मोटा हुन्छन् ।
- सजातीय जोडाका क्रोमोजोमहरू एकले अर्कालाई बेर्छन् । प्रत्येक जोडा क्रोमोजोमका क्रोमाटिडहरू चारओटा (Tetrad) देखिन्छन् ।
- प्रत्येक जोडाबीच क्रोमाटिड टुक्राहरू साटफेर (Crossing over) हुन्छन् ।

(iv) **डिप्लोटिन (Deplotene) :** यस चरणमा निम्न परिवर्तनहरू देखिन्छन् :

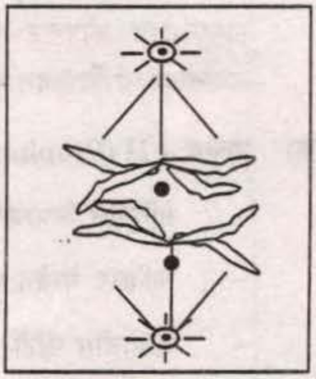
- होमोलोगस जोडाका क्रोमोजोमहरूबीच विकर्षण हुन्छ र एक अर्काबाट छुटिन थाल्दछन् । तिनीहरूबीच विकर्षण हुन्छ ।
- जोडाका क्रोमोजोमहरू अझै केही विन्दुहरूमा जोडिएका हुन्छन् । ती विन्दुलाई काज्माटा (Chaismata) भनिन्छ ।
- काज्माटा भनेको क्रोमाटिड साटफेर (Crossing over) भएका विन्दुहरू हुन् ।
- पछि न्युक्लियर मेम्ब्रेन पातलो हुँदै जान्छ । न्युक्लियोल्स हराएर जान्छ ।

(v) डाइकाइनेसिस (**Diakinesis**) : प्रोफेज – I को अन्तिम चरण हो । यस चरणमा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :

- न्युक्लियर मेम्ब्रेन विलीन हुन्छ ।
- सेन्ट्रिओल कोषको विपरीत ध्रुवतिर लाग्छन् ।
- स्पिन्डल फाइबर बन्न सुरु गर्दछ ।
- जोडाका क्रोमोजोमहरू एक अर्काबाट टाढा जान्छन् ।

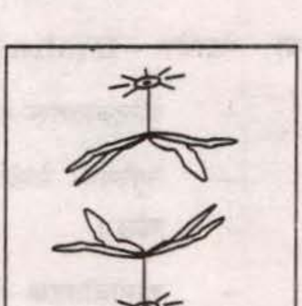
त्यसैले कायज्माटा क्रोमोजोमको छेउतिर सर्दै जान्छ । तिनीहरूको टुप्पोहरू अझै जोडिएका हुन्छन् । यस प्रक्रियालाई टर्मिनलाइजेशन भनिन्छ ।

(ख) मेटाफेज (**Metaphase – I**) : यो मियोसिस कोष विभाजनको दोस्रो अवस्था हो । यस अवस्थामा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् ।



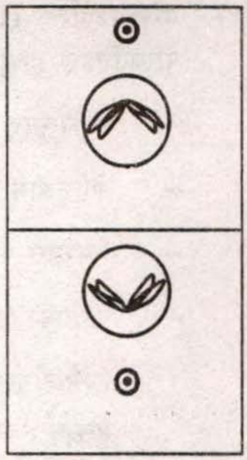
- क्रोमोजोमका सजातीय जोडाहरू कोषको मध्ये भागमा पङ्क्तिबद्ध भएर बस्न थाल्दछन् ।
- प्रत्येक क्रोमोजोमको सेन्ट्रोमेरलाई स्पिन्डल फाइबरले सेन्ट्रिओलसँग जोड्छ ।
- जोडामा रहेका क्रोमोजोमहरूका सेन्ट्रोमेयर कोषको ध्रुवतिर फर्केका हुन्छन् भन्ने क्रोमाटिडका टुप्पोहरूभित्रतिर फर्केका हुन्छन् ।

(ग) एनाफेज (**Anaphase – I**) :



- स्पिन्डल रेसा खुम्चिन थाल्दछन् । यसले क्रोमोजोमलाई ध्रुवतिर तान्दछन् ।
- जोडामा रहेका क्रोमोजोमहरू एक अर्काबाट टाढा जान्छन् ।
- यसरी क्रोमोजोमहरूको दुई समूह बन्दछन् । प्रत्येक समूहमा क्रोमोजोम सङ्ख्या माउ कोषको आधा (haploid) हुन्छ । त्यसैले वास्तविक न्यूनीकरण विभाजन (Reduction division) यस अवस्थामा हुन्छ ।
- दुवै समूह आ-आफ्नो ध्रुवतिर बढ्छन् ।

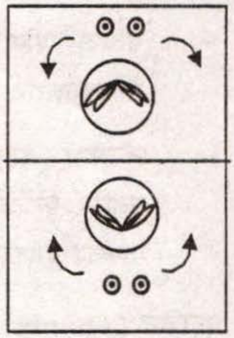
(घ) **टिलोफेज – I (Telophase – I) :** यो मियोसिस – I को अन्तिम अवस्था हो । यस अवस्थामा कोषभित्र निम्न परिवर्तनहरू हुन्छन् :



- क्रोमोजोम समूह विपरित ध्रुवमा पुगेपछि स्पिन्डल फाइवर हराउँछ ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन बन्दछ र यसले क्रोमोजोम समूहलाई घेरेर न्युक्लियस बनाउँछ ।
- न्युक्लियोलस पुन: देखा पर्दछ ।
- कोषको मध्ये भागमा सेल प्लेट बनेर दुईओटा सन्तति कोषहरू बन्दछ । ती सन्तति कोषमा क्रोमोजोम सङ्ख्या हाप्ल्वाइड हुन्छ ।

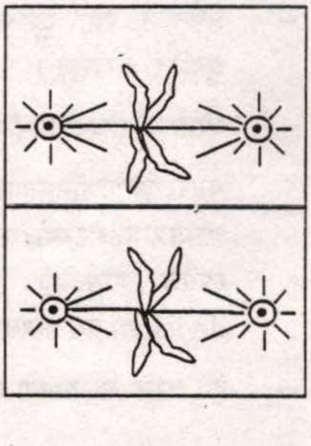
मियोसिस – II (Meiosis – II) : मियोसिस – I बाट बनेका दुवै सन्तति कोषहरूमा पुन: विभाजनको प्रक्रिया सुरु हुन्छ । यो विभाजन माइटोसिस कोष विभाजनजस्तै हो । यसमा दुईओटा हाय्प्ल्वाइड कोषबाट चारओटा हाय्प्ल्वाइड कोषहरू बन्दछन् । यो क्रियालाई पनि चारओटा अवस्थाहरूमा विभाजन गरिएका छन् ।

(क) **प्रोफेज – II (Prophase – II) :**



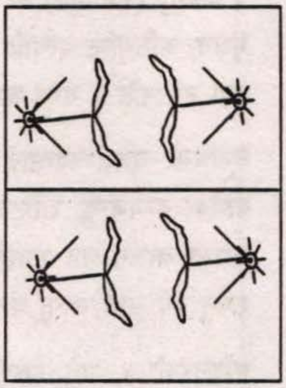
- सेन्ट्रिवल विभाजन भई कोषको विपरीत ध्रुवतिर लाग्छन् ।
- न्युक्लिय मेम्ब्रेन पातलो हुँदै जान्छ ।
- क्रोमोजोम छोटो तथा मोटो हुँदै जान्छ ।
- प्रत्येक क्रोमोजोममा दुईओटा क्रोमाटिड बन्छ ।

(ख) **मेटाफेज – II (Metaphase – II) :**



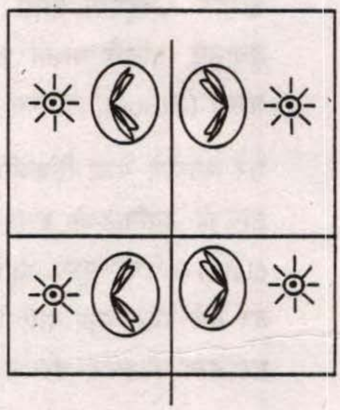
- सेन्ट्रिओलहरू कोषको विपरीत ध्रुवमा पुग्दछन् ।
- न्युक्लियर मेम्ब्रेन विलिन हुन्छ र स्पिन्डल फाइवर देखा पर्दछ ।
- क्रोमोजोमहरू कोषको मध्य भागमा लहरै बस्छन् ।
- स्पिन्डल फाइवरले प्रत्येक क्रोमोजोमको सेन्ट्रोमेरलाई दुवै ध्रुवका सेन्ट्रिवलसँग जोडिन्छ ।

(ग) एनाफेज – II (Anaphase – II) :



- प्रत्येक क्रोमोजोमका क्रोमाटिडहरू एक अर्कासँग छुट्टिन्छन् । क्रोमाटिडहरू सेन्ट्रोमेरबाट चिरिन सुरु गर्दछ ।
- स्पिन्डल फाइवर खुम्चिन थाल्दछ ।
- क्रोमाटिडका दुई समूहहरू कोषको विपरीत ध्रुवतिर सर्न थाल्दछन् । ती प्रत्येक समूहमा क्रोमाटिड सङ्ख्या माउकोषमा जस्तै हाप्ल्वाइड हुन्छ । ती क्रोमाटिडहरू पछि गएर क्रोमोजोममा परिणत हुन्छन् ।

(घ) टिलोफेज – II (Telophase – II) :



- क्रोमोजोमहरु कोषका दुई विपरीत ध्रुवमा पुग्दछन् ।
- स्पिण्डल फाइवर हराउँछ ।
- प्रत्येक क्रोमोजोम घुँघुरिन छोडेर मसिनो, लामो अस्पष्ट क्रोमाटिनमा परिवर्तन हुन्छन् ।
- न्युक्लियर, मेम्ब्रेन र न्युक्लियोलीं पुन: देखा पर्दछन् ।
- प्रत्येक सेन्ट्रिओल दोब्बर हुन्छन् ।
- यस अवस्थाको अन्तमा आमाबाबुको भन्दा फरक किसिमका गुण भएका चारओटा ह्याप्लाइड कोषहरु बन्छन् ।

भालेमा ती चारओटै कोषहरू शुक्रकीट बन्दछन् । तर पोथीमा यसरी बन्ने चारओटामध्ये एउटा डिम्ब बन्दछ र बाँकी तीनओटा पोलार वडिज बनेर शरीरबाट परित्याग गरिन्छ ।

१.४ नेपालका महत्त्वपूर्ण जनावर तथा वनस्पतिहरू (Important plants and Animals of Nepal)

नेपाल सानो मुलुक भए तापनि धेरै प्रकारका बोटबिरुवा, औषधीयुक्त वनस्पति र प्रशस्त जनावर, चराहरू पाइन्छ । यसको कारण के हुन् सक्दछ ?

नेपालको भौगोलिक बनावटमा विविधताका साथै यसको प्राकृतिक भूबनौट र स्वरूपमा भौगोलिक प्रदेशअनुसार भिन्नता रहेको छ । भौगोलिक भिन्नताले गर्दा नेपालको भूबनौट, धरातल, हावापानी, तापक्रम, वनस्पति, पशुपन्छी आदिमा पनि विविधता पाइन्छ । भौगोलिक भिन्नताले गर्दा कृषि प्रणाली मानिसको बसोबास सँस्कृति आदिमा फरक रहेको छ । यसरी भूबनौटमा भएको विषमताले

गर्दा यहाँ उष्ण प्रदेशीय हावापानीदेखि हिमाली पर्वतीय (अति शीत प्रदेशीय) हावापानी पनि यहाँ पाइन्छ । भूबनौट तथा हावापानीको विषमताले गर्दा नेपालमा विभिन्न जातका वनस्पति (Flora) र वन्यजन्तु (Fauna) का निमित्त उचित आश्रय प्राप्त भइरहेको छ । यसो भएर पनि बाढी पहिरो, भूक्षय, अतिवृष्टि इत्यादि प्राकृतिक प्रकोप मात्र नभएर जथाभावी वनसम्पदा मास्ने क्रियाकलापहरूले गर्दा वनस्पति र वन्य जन्तुहरू लोप हुँदै गएका छन् ।

नेपालको वनसम्पदालाई सुरक्षित राख्न अत्यन्त आवश्यक छ । किन कि यहाँ विदेशी पर्यटकहरू यहाँका वन्यजन्तु, राष्ट्रिय निकुञ्जहरू र हिमाली पर्वतहरू हेर्न प्रशस्त आउँछन् र हामी विदेशी मुद्रा प्रशस्त आर्जन गर्न सक्छौँ । प्राकृतिक सन्तुलन कायम गर्न पनि वनसम्पदा र वन्यजन्तुलाई सुरक्षित राख्नु पर्ने साथै आफू बँच्न पनि संरक्षण गर्नुपर्दछ ।

मङ्सिरको ५ गते विष्णुदेवीको जात्रा पर्दछ । आउने बेला धुपी (सिलु) Junipors ल्याउनु भनी आमाले विद्यालय जाने बेला भन्नुभयो । म आफैँले सोचेँ अरू बिरुवाको सट्टामा धुपीलाई किन आमाले रोज्नुभयो होला ? अहँ यो धेरै दिनसम्म हरियो हुने चाँडै नसुक्ने, रथलाई रौनकयुक्त बनाउने, सजिलै पाउन सक्ने एक वृक्ष भएर होला ? यस्तै धेरै दिनसम्म हरियो भइरहने बिरुवा सल्लो (Pinus), साइकस (Cycas), Cedrus, Larch, Tsuga आदि हुन् ।

घर बनाउने बेला सिकर्मीसँग कुन काठको झ्याल ढोका बनाउने भन्ने सल्लाह लिँदा अग्राख भन्यो । सालको क्युफिटको रु.११००।- पर्दछ तर अन्य काठ जस्तै सिसौ, कर्मा, असना (Terminalia elata) आदिको मूल्य क्युफिटको रु.५००।- मात्र पर्दछ । मेरो मनमा लाग्यो सस्तो नै किन नराख्ने । तर मैले पछि थाहा पाएँ कि सालको काठमा हावापानीले केही असर गर्दैन, कीराले चाँडै पनि खाँदैन तर अन्य काठलाई कीराले खाने डर हुन्छ भन्ने कुरा ।

क्षेत्रफलको हिसाबले नेपाल सानो मुलुक भए पनि यहाँ बोटबिरुवाको अध्ययन गर्दा संसारको वैज्ञानिक थलोका रूपमा लिन सकिन्छ । तराई, पहाड र हिमालयको हावापानीअनुसार जनावर र बोटबिरुवाको जाति पनि त्यहीअनुसार फरक फरक पाइन्छ । यस्तै प्रकारले आ-आफ्नो क्षेत्रमा ५/१० ओटा रूखहरूको नाम, जनावरको नाम (स्थानीय, अङ्ग्रेजी, वैज्ञानिक) लेख्न सकिन्छ । आफ्नै क्षेत्रको बिरुवाहरूको नाम लेख्न पाउँदा विद्यार्थीहरू अति खुसी हुन्छन् । छरछिमेकी आफ्ना बा, आमा, बाजे, बज्यैसँग सोधेर नाम लेख्न सकिन्छ ।

हाम्रो टोलको सानुको आँखा रातो भएको निकै दिन भयो । धेरै औषधी गर्दा पनि निको भएन । धना दिदीकहाँ आँखा रातो हुँदा लगाइने औषधी छ भनी सानुको ठूलीआमाले सल्लाह दिनुभयो । आँखा रातो हुँदा कुन औषधी लगाइएको हो भनी खुल्दुली भयो र वहाँसँग भेट्न गई सोध्दा हाम्रो गाउँको अलि उचाइमा ओसिलो ठाउँमा पाइने एक प्रकारको झार हो भनी देखाउनुभयो । त्यो बिरुवा त Malvaceae Plant पो रहेछ । यस्तै किसिमले आफ्नै स्थानीय क्षेत्रमा प्रयोगमा आइरहेको औषधीजन्य बिरुवाहरूको खोजी गर्दा त बिरुवाहरूको नाम प्रकाशमा आएको छ । जस्तै :

(i) *Acacia catechu* (khayer)

(ii) *Adina cordifolia* (karma)

(iii) *Aegle marmelos* (bell)

(iv) *Agare cantula Roxb* (ketu)

(v) *Amaranthus caudalus* (ratosag)

(vi) *Artemisia indica* (titepati)

(vii) *Azadirachta indica* (neem)

(viii) *Cynodon dactylon* (dubo)

(ix) *Datura sitramonium* (dhatur)

(x) *Elsholtzia blanda* (silam)

(xi) *Euphorbia hirta* (dudhi)

(xii) *Mimosa pudica* (Lajaune Jhar)

केही औषधीजन्य बिरुवा

क्र.सं.	तराइमा पाइने	पहाडमा पाइने	हिमालमा पाइने
१.	घोडताप्रे	टिम्मुर	पाँच औले
२.			
३.			
४.			

यी माथिका तालिकाअनुसार बिरुवाको नाम स्थानीय व्यक्तिसँग सोधी भर्न सकिन्छ ।

क्र.सं.	औषधीयुक्त बिरुवा वैज्ञानिक नाम	स्थानीय नाम	उपयोगिता
1.	*Artemisia indica*	तितेपाती	मर्केको ठाउँमा लगाउन सकिन्छ ।
2.	*Centella asiatica*	घोड ताप्रे	पेट जलन हुँदा खान सकिन्छ ।
3.			
4.			

तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा हो :

(1) नेपालको जङ्गलमा बढी मात्रामा पाइने जन्तुहरू हात्ती, गैंडा, बाघ, भालु, चितुवा, बँदेल, जरायो, बाहसिँगे, रतुवा, मृग, चित्तल, ब्वाँसो, गौर, वन कुकुर, फ्याउरो, स्याल, लङ्गुर, गोही, दुम्सी, अर्ना, घोरल नाउर आदि ।

(2) प्राकृतिक वातावरणलगायत वन्यजन्तु, पन्छी, वनस्पति भू- दृश्यको हेरचाह तथा सुव्यवस्था गर्नका लागि छुट्याइएको क्षेत्रलाई राष्ट्रिय निकुञ्ज भनिन्छ ।

केही औषधीयुक्त बिरुवाहरू

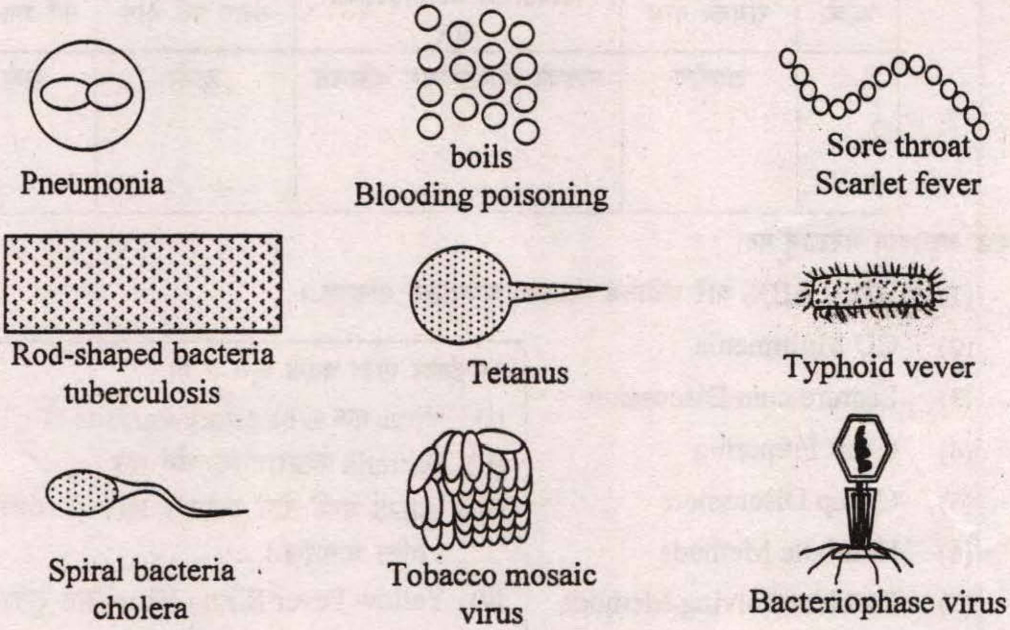
क्र सं	नाम	वैज्ञानिक नाम	स्थान	मुख्य भाग	उपयोग
१	विष	*Aconitum chaomanthum*	हिमाली क्षेत्र	जरा	वाथ ज्वरो हटाउन
२	बोझो	*Acorus calamus*	हिमाली क्षेत्र	राइजोम	खोकी
३	बेल	*Aegle marmelos*	पहाड वा होचो भूभाग	फल	कब्जियत, स्वादिलो सर्बत
४	कुरिलो	*Asparagus racemosus (wild)*	पहाड	जरा	झाडाबान्ता
५	चुत्रो	*Berberis aristata*	पहाड	फल	कमलपित्त, औलो ज्वरो
६	भोजपत्र	*Betula utilis*	पहाड	बोक्रा	घाउ
७	सिमल	*Bombax malabaricum*	पहाड	रेसा	आउँ

१.५ सूक्ष्म जीवहरू (Micro organism)

राति २ बजे Telephone को घण्टीले ब्युझायो । हतपत्त Recieve गर्दा बहिनीको छोरा ओस्कार डङ्गोल 101^0F ज्वरो आएको र एउटा बायाँ हात नचलेको खबरले मनमा ढुकढुक बढ्यो । तुरुन्तै हस्पिटलको आकस्मिक कक्षमा पुऱ्यायौं । बिरामीको प्रकृति हेरी एक्कासि डाक्टरले तिम्रो बच्चालाई Encephalitis भएको छ भनी जवाफ दिनुभयो । विना सूक्ष्म तरिकाबाट परीक्षण नभई कसरी यो रोग भएको भनी पत्ता लगाउनुभयो भन्ने कुरामा प्रश्न चिन्ह उठ्यो ? Blood, cerebrospinal fluid, पिसाब आदि Culture गर्न लगाइयो । सबै Report बाट आखिर Encephalitis भएको नै ठहऱ्याइयो । ऊ भर्खर १७ वर्षको कलिलो किशोरावस्थाको केटा हो । SLC जाँचका लागि तयारीमा थियो । उक्त रोग लागेपछि विस्तारै Sense हराउँदै गयो । श्वासप्रश्वासमा अति अप्ठ्यारो महसुस भयो । डाक्टरले Ventiletor (मेसिन) को सहायताबाट पनि केही उपाय नलाग्दा यो संसारबाट ऊ बिदा भयो । यो रोग खास गरी भाइरसबाट भएको हो भन्ने कुरा पछि थाहा भयो । रोगबाट बच्न लामखुट्टेको टोकाइबाट बच्नु पर्ने रहेछ । यो रोग सार्ने प्रमुख माध्यम लामखुट्टे नै रहेछ ।

Micro भनेको सूक्ष्म Organism जीव हो । यो भनेको अति सूक्ष्म जीव जसलाई Microscope ले मात्र देख्न सकिने हुनाले Micro organism लाई Microbs पनि भनिन्छ । यो अति सरल एक कोषले मात्र बनेको हुन्छ । Micro organism प्राय: हावा, पानी, माटो, समुद्र, वनस्पति र शरीरका विभिन्न भागमा रहन्छ । Microbs प्राय सबै ठाउँ Lithosphere, hydrosphere र atmosphare मा पाइन्छ । Microbs सम्बन्धी अध्ययन गर्ने विज्ञानलाई Microbiology भनिन्छ ।

ब्याक्टेरियासम्बन्धी अध्ययन गर्ने विज्ञानलाई Bacteriology भनिन्छ । त्यस्तै Viruses सम्बन्धी अध्ययन गर्ने विज्ञानलाई Virology भनिन्छ ।



Bacteria Monera Kingdom मा पर्दछ । यो अति सानो हुन्छ । यसलाई Microscope को सहायताले मात्र हेर्न सकिन्छ । यो हाम्रो छाला, मुख, नाक, फोक्सो, आन्द्रामा रहन सक्छ । केही Bacteria हावा, पानी, माटोको माथिल्लो तहमा पाइन्छन् ।

धेरै प्रकारका ब्याक्टेरिया हाम्रा लागि फाइदाजनक/उपयोगी हुन्छन् । तर सबै ब्याक्टेरिया उपयोगी मात्र नभएर केही प्रकारका ब्याक्टेरिया हानिकारक पनि हुन्छन् जसले गर्दा विभिन्न रोग फैलाउँछन् । जस्तै: Tuberculosis, Typhoid, Dysentery आदि ।

विषाणु (Virus) Adolph Mayer ले सन् 1885 मा भाइरस पत्ता लगाएका थिए । भाइरस अत्यन्त सूक्ष्म विषाणु हो । यिनीहरू विभिन्न आकारका हुन्छन् । तर यिनीहरूको बनौट उस्तै हुन्छ । यिनीहरूको नाप 25 nanometer देखि 250 namometer सम्म हुन्छ । यो Filter paper बाट पनि छिर्न सक्छ ।

Nature : (i) यो parasite हो ।

(ii) यिनीहरूले मानिसमा विभिन्न प्रकारका रोगहरू लगाउँछन् ।

(iii) यसको बनौट अत्यन्तै साधारण किसिमको हुन्छ । यो DNA वा RNA बाट बनेको हुन्छ । DNA वा RNA लाई प्रोटिनको खोलद्वारा घेरिएको हुन्छ, जसलाई Capsid भनिन्छ ।

(iv) ब्याक्टेरियामा प्रवेश भएको Virus लाई Bacteriophase virus भनिन्छ ।

(v) यिनीहरू जीवित कोषभित्र मात्र Multiply हुन्छन् ।

शिक्षक साथी तलको तालिका तपाईं पूरा गर्नुहुन्छ कि ?

क्र.सं.	रोगको नाम	ब्याक्टेरिया वा भाइरसको नाम	असर पर्ने भाग	सर्ने माध्यम
1.	क्षयरोग	माइक्रो ब्याक्टेरियम बेसिलस	छाती	हावा
2.				
3.				

यो पाठ अध्यापन गराउनु पर्दा

(1) HIV / AIDS बारे अभिनय (नाटक) अपनाउन सकिन्छ ।

(2) CD Multimedia

(3) Lecture cum Discussion

(4) Chart Preparing

(5) Group Discussion

(6) Heuristic Methods

(7) Problem Solving Methods.

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो :

(i) Virus एक Obligatory Parasite हो ।

(ii) Bacteria फाइदाजनक पनि छन् ।

(iii) AIDS आफैं रोग होइन । HIV ले प्रतिरोध शक्ति घटाउँछ ।

iv) Yellow Fever Rhino Virus बाट हुन्छ ।

१.६ च्याउ, रेशम कीरा र लामखुट्टे (Mushroom, Silkworm and Mosquito):-

च्याउ (Mushroom) :–

पल्लो घरको एउटा परिवारमा बिहान ९ बजिसक्दा पनि कोही बाहिर नआएको कारणले गाउँलेहरू मिलेर ढोका फोरीभित्र हेर्दा ५ जना नै बेहोस भएको पाइयो । छरछिमेकी मिलेर स्वास्थ्य चौकी पुऱ्याइयो । उनीहरू होसमा आएपछि डाक्टर र बिरामीबीच भएको एक अन्तर्वार्ताको रिपोर्ट यसप्रकार छ :

डाक्टर - हिजो तपाईंहरूले के खाना खानुभयो ?

बिरामी - बेलुका मेरो भाइले जङ्गलबाट ल्याएको च्याउसँग खाना खाएका हौं ।

डाक्टर - त्यो कस्तो खालको च्याउ हो ?

जीवन प्रक्रिया (Life process)

सक्षमता : जीवन प्रक्रियाअन्तर्गतका विषयवस्तुहरूमा शिक्षकहरूले कठिन पाठ, अस्पष्ट बुँदाहरू, नबुझिएका धारणाहरू र समस्यामूलक क्षेत्र पहिचान प्रकृति र प्राकृतिक साधनको उपयोग गरेर, उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति सही कक्षा व्यवस्थापन र विद्यार्थी सिकाइको सही लेखाजोखा गरेर विषयवस्तुको ज्ञान र सीपको प्रवर्द्धन गर्दै प्रभावकारी विज्ञान शिक्षण गर्न ।

परिचय

प्राणी तथा वनस्पतिहरू जीवित छन् । निर्जीव वस्तुभन्दा यिनीहरू फरक छन् । जीवहरूमा विभिन्न प्रकारका भौतिक तथा रासायनिक प्रक्रियाहरू आफैं सञ्चालन भएका हुन्छन् । ती प्रक्रियाहरू सञ्चालन गर्न विभिन्न अङ्गहरूले महत्त्वपूर्ण भूमिका खेलेका हुन्छन् । यसवाहेक विभिन्न प्रकारका हार्मोन र इन्जाइमले ती अङ्गहरूलाई उत्प्रेरित गर्नुको साथै प्रक्रिया सञ्चालनका लागि क्याटालिस्टको काम गरिएका हुन्छन् ।

जीवन प्रक्रियाको अर्को पक्ष भौतिक प्रक्रिया हो जुन निर्जीव वस्तुमा पनि सञ्चालन हुन्छ । त्यसले जीवन प्रक्रिया सञ्चालन गर्न धेरै मद्दत गर्दछ । यसमा चाप, अस्मोसिस, डिफ्युजन आदि पर्दछन् । उक्त कुराका अतिरिक्त यस एकाइमा हामी शोषण, उत्स्वेदन, परिवहन, प्रकाश संश्लेषण, पाचन, निष्कासन, रगत सञ्चार, श्वासप्रश्वास, उत्प्रेरणा र प्रतिक्रिया, अकाम्य क्रिया, प्रजनन - मैथुनिक र अमैथुनिक, अनुकूलता, अनुवांशिकता र क्रम विकास आदिका बारेमा चर्चा गर्नेछौं ।

विषयवस्तु

२.१ शोषण (Absorption)

मानिसहरू खाना नखाई कति दिनसम्म बाँच्न सक्छन् होला ? खाना नखाई धेरै दिनसम्म बाच्न सक्दैनन् , किन ?

एउटा गाडी गुडाउनलाई इन्धन चाहिन्छ । इन्धनबाट शक्ति प्राप्त हुन्छ । कुनै पनि स्वचालित यन्त्रहरू शक्तिविना चल्दैनन् । मानिसजस्तै सम्पूर्ण प्राणीहरू र वनस्पतिहरू पनि जीवित रहन शक्तिको जरुरत पर्दछ । शक्तिले शरीरभित्रका कोषहरूलाई सक्रिय राख्छ । ती कोषहरू निष्कृय भएपछि मृत हुन्छन् । प्राणी र वनस्पति सानाबाट ठूला हुन्छन् । तिनीहरूको शरीर वृद्धि हुन्छ । यसका लागि नयाँ नयाँ कोष थपिनुपर्छ । शरीरमा घाउ चोटपटक लाग्दा केही कोषहरू (तन्तु) विनास हुन्छ । त्यस्ता कोषहरू र तन्तुहरू प्रतिस्थापित गर्न नयाँ कोषहरू निर्माण हुनुपर्छ ।

यसरी शक्ति परिपूर्ति गर्न र नयाँ निर्माण गर्न विभिन्न पदार्थको जरुरत पर्छ । ती पदार्थहरू शरीरले बाहिरबाट प्राप्त गर्दछ । यसरी शरीरलाई आवश्यक पर्ने पदार्थहरू शरीरले ग्रहण गर्ने (प्राप्त गर्ने)

प्रमुख क्रिया शोषण हो । बिरुवाको जराले माटोबाट पानी, खनिज पदार्थ शोषण गर्छ । प्राणीहरूको शरीरमा आन्द्राले खाद्यवस्तुहरू शोषण गर्दछ । शोषण क्रियामा भौतिक र रासायनिक दुवै प्रक्रिया पर्छन् ।

मैले उपर्युक्त विषयवस्तुका बारेमा शिक्षण गर्दा कक्षामा अक्सर विद्यार्थीहरूले नबुझेको पाएँ । मलाई त्यसबेला कसरी विद्यार्थीलाई ठोस क्रियाकलाप देखाउने भन्ने समस्या भयो । त्यसपछि एउटा क्रियाकलाप गर्ने सुझ प्राप्त भयो जुन यसप्रकार छ :

क्रियाकलाप १ : अस्मोसिस क्रिया

आवश्यक सामग्री

पातलो प्लास्टिकको ब्याग

अलिकति मैदा वा चामल पखालेको पानी

आयोडिन दुईचार थोपा

बाटर ट्रफ वा डेक्ची

विधि

मैले उक्त विषयवस्तु शिक्षण गर्दा निम्न क्रियाकलाप गरें

i प्लास्टिकको ब्यागमा चामल पखालेको पानी वा मैदा पानी राखें ।

ii. ब्यागको मुख रबर ब्यान्ड वा धागोले बाँधेर बन्द गरें । यसबाट पानी विल्कुलै नचुहिने पारें ।

iii. डेक्चीमा पानी राखेर ४/५ थोपा आयोडिन मिसाएँ ।

iv. विधि II को ब्यागलाई डेक्चीको आयोडिन पानीमा डुबाएँ ।

v. १० मिनेटपछि ब्याग उठाएर देखाएँ । के ब्यागभित्रको पानीको रङ परिवर्तन भयो ? किन ? भनी छात्रछात्रासँग प्रश्न सोधेँ ।

vi. एउटा गिलासमा चामल पखालेको पानी लिएँ ।

vii. गिलासमा २/४ थापा आयोडिन मिसाएँ । के भयो ? किन ? भनी प्रश्न गरें । यस प्रयोगको प्रदर्शनीपछि विद्यार्थीहरूले प्रत्यक्ष रूपमै अस्मोसिस क्रिया देख्न पाउँदा उनीहरूको रुचि झन् बढ्यो । यसबाट उत्प्रेरित भएर विद्यार्थीहरूले निम्न प्रश्नहरू सोधे :

१) पखालेको चामल वा मैदा पानीमा कुन पदार्थ हुन्छ ?

२) के प्लास्टिकमा छिद्रहरू छन् ?

३) प्लास्टिकभित्रको पदार्थ किन कालो नीलो भए ?

४) प्लास्टिकभित्र पानी वा आयोडिन कुन प्रवेश गर्‍यो ?

५) प्लास्टिकभित्रको पदार्थ किन बाहिर निस्कन सकेन ?

उक्त प्रश्नहरूको उत्तर खोजी गर्न विद्यार्थीहरूबीच छलफल चलाएँ । यसरी छलफल गराउँदा हल्ला नहोस् भनेर प्रत्येक बेन्चका विद्यार्थीहरूबीच सानो स्वरले विचार विमर्श गर्न भनें । ५ मिनेटपछि केही विद्यार्थीको समूहले उत्तर बनाई प्रस्तुत गरे । अरू विद्यार्थीहरूले आ-आफ्नो प्रतिक्रिया जनाए । त्यसपछि मैले आफ्नो उत्तर निम्नअनुसार प्रस्तुत गरें ।

पाठको सारांश

उक्त क्रियाकलापमा प्रयोग गरिएको प्लास्टिकको व्यागमा मसिना छिद्रहरू छन् जुन छिद्रबाट सामान्य अवस्थामा पानीका अणुहरू पनि छिर्दैन । त्यस्तो प्रकारको पातलो झिल्लीलाई अर्ध प्रवेश्य झिल्ली भनिन्छ । फरक गाढापन भएको दुई घोलहरूलाई त्यस्तो झिल्लीले छुट्याउँदा बढी गाढापन भएको घोलबाट घुलित पदार्थहरू कम गाढापन भएको घोलतिर पस्छन् । त्यस्तै कम गाढापन भएको घोलबाट घोलक पदार्थ बढी गाढापन भएको घोलतिर प्रवेश गर्छ । यस्तो क्रियालाई अस्मोसिस क्रिया भनिन्छ । बिरुवाको जराले अस्मोसिस क्रियाद्वारा पानी र खनिज लवण माटोबाट सोस्छ । अस्मोसिस क्रियाबाट नै आन्द्राका कोषहरूले पचेका खाद्यपदार्थहरू सोस्ने गर्छ । कोषको आवरण पनि अर्धप्रवेश्य झिल्ली हुन् ।

केही विद्यार्थीहरूले फेरि थप जिज्ञासा राखे

१. एउटा जरासहितको बिरुवालाई नुनपानीको गाढा घोलमा जरा डुवाइराख्दा केही बेरमा बिरुवा ओइलाएर जान्छ, किन ?
२. मूला र काँक्रोलाई ससाना टुक्रा हुने गरी काटेर नुन मिसाई राख्दा पानी निस्कन्छ, किन ?
३. बढी नुन खाएको बखत हामीलाई किन प्यास बढी लाग्छ ?
४. काँक्रो र विमिरो जस्ता फलफूललाई खानु केही बेरअगाडि चिसो पानीमा डुबाइराख्दा फलफूल ताजा हुन्छ, किन ?
५. गेडागुडीलाई पानीमा भिजाएर राख्दा दाना पुष्ट भई नरम हुनुको कारण के हुन् सक्छ ?

दैनिक जीवनका यस्ता उदाहरणलाई विज्ञानसँग सम्वद्ध गरी पढाउन सके विज्ञान विषय बढी रुचिकर हुने हो कि ?

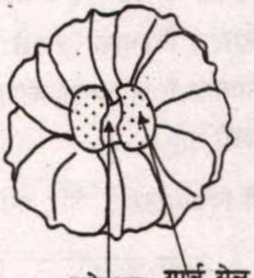
२.२ उत्स्वेदन

आज साँझ बिद्यालयबाट घर फर्कँदा गमलाका बिरुवाहरू सबै दिनभरिको घामले ओइलाएको पाइयो । हिजो पनि पानी दिन बिर्सिएछ । छोरालाई बोलाएर सबै गमलाका बिरुवामा पानी दिन अऱ्हाएँ । छोराले त बिरुवा सबै मरिसके अब पानी दिनु बेकार छ भन्न थाल्यो । पानी दिएर त हेर भनेर मैले कर गरेपछि छोराले बिरुवामा पानी दिन सुरु गऱ्यो र मैले पनि सघाइ दिएँ । दुईघण्टाजतिको समय भएपछि बिरुवा के भएछ भनी छोरा बिरुवा हेर्न गयो । बिरुवाहरू विस्तारै

तर्ङ्रिँदै गएको देखेर छोरा छक्क परेर मसँग कारण सोध्यो; मैले निम्नअनुसार उत्तर दिएँ :

हामीलाई गर्मी भएपछि पसिना आउने कुरा त तिमीलाई थाहै छ । हाम्रो शरीरका छालामा मसिना छिद्रहरू हुन्छन् । ती छिद्रबाट पसिना निस्कन्छ । पसिना निस्कँदा हाम्रो शरीरको तापक्रम सन्तुलन गर्न मद्दत गर्दछ । अन्यथा हाम्रो शरीरको तापक्रम वृद्धि भई अत्यधिक बढ्छ र असजिलो महसुस हुन्छ । तराईमा अत्यधिक गर्मीले लू लागेर मानिस मर्ने गरेको समाचार त गर्मी ऋतुको बेला तिमीले पनि सुनेकै हौला ।

सजीवहरूको शरीरमा स्वचालित रूपमा तापक्रम सन्तुलन गर्न विभिन्न जीवन प्रक्रियाहरू सञ्चालन भइरहेका हुन्छन् । वनस्पतिमा पनि पातको तल्लो सतहमा ससाना छिद्रहरू हुन्छन् । ती छिद्रलाई स्टोमाटा भनिन्छ । ती स्टोमाटाबाट बिरुवाले पानीलाई बाफको रूपमा वायुमण्डलमा फाल्छन् । यो क्रियालाई उत्स्वेदन क्रिया भनिन्छ । उत्स्वेदन क्रिया गर्दा पानी फाल्छ भन्ने कुरा कसरी देखाउन सकिन्छ त ?



क्रियाकलाप २ : उत्स्वेदन क्रिया

सामग्री : एउटा गमलामा रोपेको बिरुवा, पोलिथिन ब्याग, धागो

विधि :

१) बिरुवाको एउटा हाँगा ब्यागभित्र घुसारेर ब्यागको मुख बन्द गरौं ।

२) १०।१५ मिनेट पछि ब्यागको भित्री सतहमा पानीका थोपाहरू जम्मा भएको पाउने छौं । ती पानीका थोपाहरू कहाँबाट कसरी बने ? बिरुवाले उत्स्वेदन क्रियामा छोडेका पानी ब्यागमा थोपा भई जम्मा भएको हो ।

२.३ परिवहन (Transportation)

बिरुवाले यसरी पातबाट पानी फाल्नका लागि जराबाट लगातार पानी माथि पातसम्म पुऱ्याइरहेका हुन्छन् । पातसम्म पानी पुऱ्याउने क्रिया परिवहन (Transportation) हो । पानीका साथै बिरुवालाई आवश्यक पर्ने विभिन्न खनिज पदार्थ र लवणहरू पनि जराले पातसम्म पुऱ्याउँछ । यसका अतिरिक्त पातमा भएका उपयोगी र पौष्टिक पदार्थ जरा, काण्ड, फलफूल र अन्य भागहरूमा पुऱ्याउने काम जराले गर्दछ । यी सबै क्रियाहरू परिवहन नै हुन् । परिवहन क्रिया गर्न बिरुवामा हाम्रो शरीरमा जस्तो रगत नली हुँदैन । त्यसको सट्टा विशेष प्रकारका तन्तुहरू हुन्छन् ।

क) जाइलम (Xylem)

ख) फ्लोएम (Phloem)

जाइलमले जराबाट पानी, खनिज लवण आदि पातसम्म पुऱ्याउँछ । जाइलम तन्तु चार किसिमका मृत (निष्कृय) कोषहरूबाट बनेका हुन्छन् । ती हुन् : Trachea, Trachied, Wood fibre र Woodparenchyma। त्यसैले जाइलमलाई जटिल तन्तु पनि भनिन्छ ।

फ्लोएमले पातमा तयार भएको पौष्टिक र खाद्य पदार्थ बिरुवाको विभिन्न भागमा पुऱ्याउने कार्य गर्दछ । यो चार किसिमका सजीव कोषहरू जस्तै : Sieve tube, Companion cell, Phloem parencaema र Bast fiber मिलेर बनेको हुन्छ । यो तन्तु पनि जटिल तन्तु नै हो । के बिरुवामा भएको परिवहन क्रिया देख्न सकिन्छ त ? भन्ने प्रश्न फेरि उठ्यो । मैले विचार गरेँ एउटा क्रियाकलाप गरी हेर्नु पर्ला । हामीले निम्नअनुसार क्रियाकलाप गरेर हेऱ्यौं ।

क्रियाकलाप ३ : परिवहन अवलोकन

आवश्यक सामग्री

बिरुवा, बिकर, साफ्रीनिन, ब्लेड, माइक्रोस्कोप, स्लाइड् आदि

विधि :

१. बिकरमा आधाजति पानी लिउँ ।

२. बिकरको पानीमा सफ्रिनिन (रातो रङ) मिलाइदिउँ ।

३. पातहरूसहितको विरुवाको ताजा हाँगा काटेर त्यसको फेद पानीमा डुबाउँ । बिरुवालाई घाममा राखौं ।

४. २/३ घण्टापछि काण्डको पानीमा नडुबेको भाग ट्रान्सभर्स सेक्सन काटेर माइक्रोस्कोपमा अवलोकन गराउँ ।

५. कुनै तन्तुहरू रातो भएको हुनेछ ।

उक्त प्रयोगमा बिरुवाले उत्स्वेदन क्रिया गर्दा काण्डको तल्लो भागबाट पानी लवण पाततिर परिवहन भएको कुरा स्पष्ट हुन्छ ।

२.४ प्रकाश संश्लेषण क्रिया (Photosynthesis)

एक दिन कक्षाकोठामा एकजना विद्यार्थीले प्रायजसो वनस्पतिहरू हरिया हुन्छन् तर अरू प्राणीहरू हरिया हुँदैनन् । यसको कारण के होला ? भनेर प्रश्न गरे । शिक्षकको उत्तर यस्तो थियो : वनस्पतिमा एक किसिमका हरियो पदार्थ क्लोरोफिल भन्ने रासायनिक पदार्थ पाइन्छ । यो अन्य प्राणीहरूमा पाईँदैन । यसले वनस्पति र अन्य प्राणीहरूको पोषण शैलीमा भिन्नता ल्याएको छ । प्राणीहरू आफूलाई चाहिने पौष्टिक पदार्थ वनस्पतिबाट प्राप्त गर्दछन् । उनीहरूले निर्जीव पदार्थबाट आफ्नो खाना बनाउन सक्दैनन् । तर वनस्पतिले कार्बनडाइअक्साइड ग्यास, पानी र प्रकाश शक्तिबाट ग्लुकोज जस्ता सरल कार्वोहाइड्रेड निर्माण गर्दछ । यो क्रियालाई प्रकाश संश्लेषण क्रिया भनिन्छ । यो क्रिया वनस्पतिमा पाइने क्लोरोफिलमा सम्पन्न हुन्छ । यो क्रियाबाट उत्पादन भएको

ग्लुकोज पछि गएर स्टार्च, सेलुलोज, प्रोटिन, चिल्लो आदि पदार्थ निर्माणमा उपयोग हुन्छ । यसैले बिरुवा सप्रिनका लागि घामको बढी आवश्यकता पर्दछ ।

वास्तवमा प्रकाश संश्लेषण क्रिया हुँदा सौर्य शक्ति (प्रकाशमा भएको शक्ति) लाई रासायनिक शक्तिमा रूपान्तर गरी ग्लुकोजका अणुमा सञ्चित हुन्छ । तिनै शक्ति अन्य खाद्यवस्तुहरूमा पनि रहेको हुन्छ । प्राणीहरूले खाद्यवस्तु खानुको उद्देश्य तिनै शक्ति प्राप्त गर्नु हो । प्राणीहरू आफ्नो शरीर सञ्चालनका निमित्त आवश्यक पर्ने शक्ति वनस्पतिबाट निर्मित खानाबाट मात्र प्राप्त गर्दछन् । त्यसैले वनस्पतिलाई उत्पादक र अन्य प्राणीलाई उपभोक्ता भनिन्छ । प्रकाश संश्लेषण क्रियाका लागि आवश्यक पर्ने पानी बिरुवाको जराले शोषण गर्दछ । पातको तल्लो सतहमा बढी मात्रामा पाइने स्टोमाटा भन्ने छिद्रबाट वायुमण्डलको कार्बनडाइअक्साइड ग्यास शोषण हुन्छ ।

अर्को विद्यार्थीले प्रश्न उठाए , के वनस्पतिले श्वास फेर्दा CO_2 ग्यास लिन्छ र अक्सिजन ग्यास छोड्छ भनेको कुरा साँचो हो ?

शिक्षकको उत्तर थियो : बिल्कुल होइन । बरु वनस्पतिले आफ्नो क्लोरोफिलमा प्रकाश संश्लेषण क्रिया गर्दा अक्सिजन ग्यास उत्पादन गर्दछ । यो रासायनिक प्रतिक्रिया हो । यसलाई निम्न समीकरणबाट सरल तरिकाले व्यक्त गर्न सकिन्छ :

$$\text{कार्बनडाइअक्साइड + पानी} \xrightarrow[\text{प्रकाश शक्ति}]{\text{हरितकण शोषेका}} \text{ग्लुकोज + अक्सिजन}$$

$$6CO_2 + 6CO_2 \xrightarrow[Light\ energy]{Chlorophyll} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

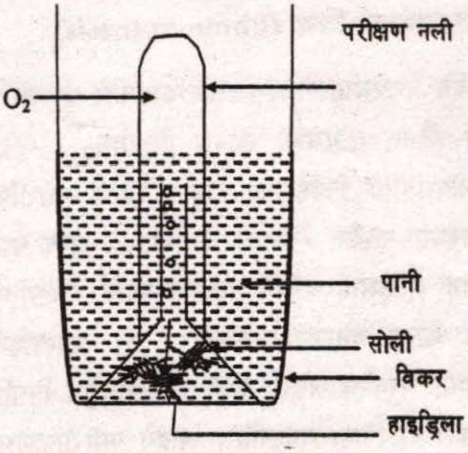
यसरी उत्पादन भएको (By product) अक्सिजन ग्यास केही आन्तरिक स्वास प्रस्वासको लागि प्रयोग भएर बाँकी वायुमण्डलमा फ्याँकिन्छ ।

बिरुवाले प्रकाश संश्लेषण क्रिया गर्दा अक्सिजन ग्यास छोड्छ भन्ने कुरा अध्ययन गर्न निम्न क्रियाकलाप गरेर देखाइदिएँ ।

क्रियाकलाप ४ : प्रकाश संश्लेषणबाट अक्सिजन

आवश्यक सामग्री :

परीक्षण नली
काँचको सोली
विकर
हाइड्रिला वनस्पति (Hydrila Plant)



विधि :

१) एउटा विकर लिएर त्यसमा हाईड्रिला राखेर सोलिले छोपियो ।

२) विकरमा सोली डुब्ने गरी पानी राखियो ।

३) परीक्षण नलीमा पानी भरेर विकरको पानीमा घोप्ट्याइयो । परीक्षण नलीभित्र सोलीको टुटी घुसाइयो । यसो गर्दा परीक्षण नलीभित्र हावा पस्न दिइएन ।

४) उक्त सबै उपकरणलाई घाममा राखियो ।

५) केही बेरपछि हाइड्रिलाबाट ग्यासका फोकाहरू निस्केर परीक्षण नलीमा जम्मा हुन् थाले । यो देखेर विद्यार्थीहरू दङ्ग परे । यसो गर्दा पनि ग्यासका फोकाहरू नआएको भए पानीमा CO_2 ग्यासको कमी छ भन्ने बुझेर खाने सोडा अलिकति मिसाइदिनुपर्छ । खाने सोडाले CO_2 ग्यास छोड्छ जुन पानीमा घुलेर वनस्पतिले प्राप्त गर्दछ ।

६) उक्त सामग्रीलाई घामबाट अँध्यारो ठाउँमा लगेर राखियो । वनस्पतिबाट ग्यास निस्कन बन्द भयो ।

७) परीक्षण नलीमा प्रशस्त ग्यास जम्मा भएपछि सोडियम पाइरोग्यालिल रसायन राखियो । यसले अक्सिजन शोषण गर्‍यो ।

८) परीक्षण नलीमा ग्यास भरेपछि बलेको छेस्को घुसाएर पनि हेर्न सकिन्छ । अक्सिजन ग्यास भए छेस्को ज्वालासहित बल्छ ।

प्रकाशको उपस्थितिमा मात्र प्रकाश संश्लेषण क्रिया हुन्छ र यस क्रियामा अक्सिजन ग्यास उत्पादन हुन्छ भन्ने कुरा उक्त क्रियाकलापबाट स्पष्ट हुन्छ ।

२.५ पाचन (Digestion)

एक दिन शिक्षकले कक्षामा वनस्पति र प्राणीहरूको भिन्नता बारे पढाइरहेका थिए । त्यत्तिकैमा एकजना विद्यार्थीले प्रश्न गरे - "वनस्पति र प्राणीको खानामा के भिन्नता हुन्छ र किन भिन्नता हुन्छ ?"

शिक्षकको जवाफ यस्तो थियो : वनस्पतिले सरल निर्जीव पदार्थ CO_2, पानी, खनीज, सौर्यशक्तिको उपस्थितिमा खाना निर्माण गर्दछ । तर प्राणीहरूले वनस्पतिबाट तयार गरिएको जटिल खाद्यवस्तुलाई सरल वस्तुहरूमा रूपान्तरण गरी शरीरले ग्रहण गर्दछ । यसको मुख्य कारण प्राणीहरू विकसित छन्, उनीहरूको शारीरिक बनोट पनि जटिल नै छ । उनीहरूमा विभिन्न प्रकारका अङ्गहरू र प्रणाली विकसित भएका हुन्छन् जुन वनस्पतिमा पाईंदैन । यसका उदाहरण पाचन प्रणाली र अङ्ग नै पनि हुन् ।

फेरि अर्को विद्यार्थीले सोधे : के सबै प्राणीहरूको खाद्यवस्तु एउटै हो त ? के सबैमा पाचन अङ्ग उस्तै हुन्छन् ?

शिक्षक : प्राणीहरूको जातिअनुसार खाद्यवस्तुहरू फरक देखिन्छन् तापनि तिनीहरूको शरीरले ग्रहण गर्ने पोषण तत्त्वमा भने समानता पाइन्छ । उदाहरण लिउँ; मृग, खरायो आदि शाकाहारी प्राणीहरू घाँस खान्छन् । तर कुकुर बिरालो चितुवा आदि मासुमात्र खान्छन् । मानिसले विभिन्न प्रकारका अन्न, गेडागुडी, फलफूल माछामासु, दूध आदि खान्छन् । ती सबै प्राणीहरूले खाएका वस्तुहरू शरीरभित्र पाचन भई ग्लुकोज, एमिनोएसिड, फ्याटिएसिड, भिटामिन आदिमा रूपान्तर (पाचन) भएपछि मात्र शरीरले शोषण गर्दछ । प्राणीहरूले खाने वस्तुहरू फरक भएजस्तै ती खाद्यवस्तु पाचन गर्ने अङ्गमा पनि भिन्नता हुन्छ । जस्तो खसी बोकामा आन्द्रा र भुँडी हुन्छ, कुखुरामा भुँडी हुँदैन आन्द्रा हुन्छ साथै मांसपेसीयुक्त मोटो पाँग्रा (Gizzard) हुन्छ ।

अंकिता : के ससाना प्राणीहरू पारेमेसियम, एमिवा, आदिमा पनि पाचन अङ्गहरू हुन्छन् ?

शिक्षक : अहँ, एक कोषीय प्राणीहरूमा अङ्ग हुने कुरै भएन, किनभने अङ्ग भनेकै तन्तुहरू मिलेर बनेको हुन्छ । फेरि कोषहरू मिलेर तन्तु बन्दछ । त्यस्ता एक कोषीय प्राणीमा कोषभित्र नै पाचनक्रिया भई शोषणसमेत कोषभित्रको जीवरसले गर्दछ । यस्तो प्रकारको पाचनक्रियालाई अन्तरकोषीय पाचन (Inter Cellular Digestion) भनिन्छ । जब कि ठूला प्राणीहरूमा कोषबाहिर पाचन हुने कार्यलाई वाह्य कोषीय पाचन (Extra Cellular Digestion) भनिन्छ ।

प्रयाग : उसो भए कुखुरा, खसी, बोका, मानिस आदिमा बाह्य कोषीय पाचन हुने भयो । होइन त सर ?

शिक्षक : हो ।

स्नेह : खसी बोका काट्दा वा कुखुरा काट्दा हामीले तिनीहरूको पाचन अङ्ग मुखदेखि मलद्वारसम्म जोडिएको लामो नली देखेका छौं । ती नलीको सबै भागमा एक नासको नभई कहीं साँगुरिएको, कहीं गुडुल्किएको फरकफरक आकार र लम्बाइ हुन्छ । यस्तो किन भएको होला ? सर ।

शिक्षक : खाना पाचन गर्ने त्यो लामो नलीलाई पाचन नली (Alimentary canal) भनिन्छ । यो नली मुखबाट सुरु भएर मलद्वारमा अन्त हुन्छ । प्राणीहरूले खाने गरेको खानामा विभिन्न प्रकारका तत्त्वहरू हुन्छन् । ती तत्त्वहरूलाई पचाउने क्रिया र पाचन रस फरकफरक हुन्छ । फरक क्रिया सञ्चालन गर्न अङ्गहरूको बनोटमा पनि भिन्नता आउनु परेको हो । खाद्यवस्तु मुखबाट विस्तारै पाचन नलीभित्र सर्दै जाँदा पाचन क्रिया हुँदै जान्छ र अन्ततिर पचेका वस्तु पनि शोषण भई नपचेका पदार्थ शरीरले परित्याग गर्दछ । पचाउने क्रिया विस्तारै हुने भएकाले पाचन नली लामो हुनु परेको हो । मानिसमा त पाचन नली करिब ८ मिटर लामो हुन्छ । नली लामो भएपछि पाचन बढी र राम्ररी हुनुका साथै शोषण पनि राम्रोसँग हुन् पाउँछ ।

कल्पना : सरले भर्खरै पाचन रसको नाम लिनुभयो । यो के हो ? कहाँ हुन्छ ?

शिक्षक : जटिल बनोट भएको रासायनिक पदार्थ, जसले खाद्यवस्तु पाचन गर्न उत्प्रेरक (Calalyst) को कार्य गर्दछ त्यसलाई इन्जाइम भनिन्छ । इन्जाइम विभिन्न प्रकारका छन् जस्तै :

इन्जाइमको नाम	उत्पादन गर्ने ग्रन्थि
टाइलिन (Ptyalin)	सेलिवरी
एमाइलेज (Amylase)	ग्याष्ट्रिक
पेप्सिन (Pepsin)	ग्याष्ट्रिक
रेनिन (Renin)	ग्याष्ट्रिक
ट्रिप्सिन (Trypsin)	प्यान्क्रियाज (फियो)
लाइपेज (Lipase)	इन्टेष्टिनल
एमिनापेप्टिडेज (Aminopeptidase)	इन्टेष्टिनल
डाइसाकराइडेज (Disacharidase)	इन्टेष्टिनल

उपर्युक्त इन्जाइमहरू पाचन नलीका फरकफरक खण्डहरूमा श्रवित हुन्छन् । तिनीहरूले भिन्नाभिन्नै खाद्यवस्तु पाचन गर्दछन् । ती इन्जाइम उत्पादन गर्ने ग्रन्थि पनि अलगअलग हुन्छन् ।

(पाचनक्रियाको वर्णन गर्दा यी इन्जाइमहरूको नाम कण्ठ गर्नु राम्रो हुन्छ । त्यसैले ५ मिनेटभित्र यी नामहरू स्मरण गर्न शिक्षकले निर्देशन दिए । सबै विद्यार्थीहरू इन्जाइमको नाम घोक्नतिरलागे । पाँच मिनेटपछि पुन संवाद सुरु भयो ।)

कल्पना : सर ! पाचन रसहरू (Enzyme) को नाम हामीलाई सम्झना भयो । अब कृपया, पाचन नलीका विभिन्न भागहरू र त्यसमा हुने पाचन क्रिया बारे बताइदिनुहोस् न ।

शिक्षक : (पाचन नलीको चार्ट प्रदर्शन गरी चार्टमा भएका पाचन नलीका विभिन्न भागहरू देखाउँदै) सुरुमा मुख घाँटी (Pharynx), भोजन नली (Esophagus), त्यसपछि क्रमश: आमासय (Stomach), पाक्वाशय (Duodenum), इलियम (Ileum), ठूलो आन्द्रा (Large intestine), सानो आन्द्रा (Small intestine), रेक्टम (Rectom), मलद्वार (Anus) हुन् । के तिमीहरू खाने कुरा चपाएर खान्छौ ?

रिता : हो ! हामी खानेकुरा चपाएर खान्छौं । खानेकुरा चपाउँदा मसिनो टुक्रा बन्छ र यसलाई पचाउन सजिलो हुन्छ । तर मकै, चिउरा, पाउरोटी, भातलाई धेरै वेर चपाइरहँदा किन गुलियो भएर आउँछ सर ?

शिक्षक : वास्तवमा पाचनक्रिया मुखबाट नै सुरु हुन्छ । मुखमा निस्कने र्‍यालले खानेकुरालाई चिप्लो बनाई निल्न सजिलो पार्छ फेरि यसमा टाइलिन नामको इन्जाइम हुन्छ । यसले खानेकुरामा भएको स्टार्चलाई माल्टोज नामको चिनीमा रूपान्तर गर्छ । यसैले खानेकुराहरू चपाइरहँदा गुलियो हुन्छ । राम्ररी चपाएर खानु स्वास्थ्यलाई फाइदा हुन्छ । इसोफागस एउटा लामो नली हो । यिनै नली भएर खानेकुरा आमाशयमा जान्छ ।

प्रविण : "तस्बिर देखाउँदै, उ त्यो देखिएको आँपको आकारको थैलीजस्तो वस्तु के हो, सर ?"

शिक्षक : हो, त्यही त आमाशय हो नि ! यसमा आएपछि खाद्यपदार्थलाई पाचनरससँग मिलाई ओल्टाइपल्टाइ राम्ररी चलाउँछ । यसको भित्तामा ग्यास्ट्रिक ग्रन्थि हुन्छ । यसबाट हाइड्राक्लोरिक अम्ल र ग्यास्ट्रिक रस निस्कन्छ । हाइड्रोक्लोरिक अम्लले खानालाई अम्लीय बनाई प्रोटिन पचाउन सजिलो पार्छ । बच्चामा पाइने Renin ले दूधलाई फटाई दही जस्तो पदार्थ बनाउँछ र पचाउन सजिलो पार्छ ।

लक्ष्मण : त्यसैले होला साना वच्चाहरू दूध खाइसकेपछि बान्ता गरेभने दही जस्तो देखिन्छ, हो सर ?

शिक्षक : तिमीले ठिक भन्यौ, रेनिनले दूधमा भएको प्रोटिन अर्थात केशिनोजिनलाई दहीजस्तो केसिनमा परिणत गर्दछ । फेरि आमाशयमा श्रवित हुने ग्यास्ट्रिक रसमा पेप्सिन इन्जाइम पाइन्छ । पेप्सिनले प्रोटिनलाई पोली पेप्टाइडमा परिणत गर्छ ।

सुजाता : मैले अस्ति भोज जाँदा पुग्यो भन्दा पनि थपी थपी खुवायौं । पछि त मेरो पेट टन्न भएर उकुसमुकुस भई बस्नै कस्तो गाऱ्हो र असजिलो भयो । यस्तो किन भएको होला ?

शिक्षक : हामीले खाएको सबै खानेकुरा आमाशयमा जम्मा हुन्छ । यहाँ खानेकुरालाई दही चिउरा मुछेजस्तै ओल्टाइपल्टाई चलाउने काम हुन्छ । टन्न भरेपछि चलाउन असजिलो त हुने नै भयो । आमाशयको भित्तामा समेत खानाको चाप परी दुख्न थाल्छ । यसरी खाएको खानेकुरा पच्दैन । त्यसैले पेटको केही भाग खालिरहने गरी खाँदा राम्ररी पच्ने भई पौष्टिक पदार्थ खेर जाँदैन र खाइसकेपछि पढ्न र अन्य कार्य गर्न पनि असजिलो हुँदैन ।

प्रविण : त्यो S आकारको ड्युडेनमको काम चैं के हो नि ?

शिक्षक : आमाशयबाट थोरैथोरै गरी खानालाई ड्युडेनममा पठाउँछ । डयुडेनममा पित्त(Bile) र पान्क्रियाज (Pancreas) बाट निस्कने पान्क्रियाटिक रस श्रवित हुन्छ । पित्तले वोसो, तेल, घिउलाई पानीमा मिसिने बनाउँछ साथै आमाशयमा अमिलो भएको खानालाई तटस्थ पार्छ । पान्क्रियाटिक जुसमा ट्रिप्सिन, एमाइलेज र लाइपेज इन्जाइमहरू हुन्छन् । ट्रिप्सिनले पेप्टाइड् र बाँकी प्रोटिनलाई एमिनो एसिडमा बदल्ने कार्य गर्दछ । एमाइलेजले स्टार्चलाई माल्टोज वनाइदिन्छ । लाइपेजले तेल, वोसो घिउलाई फ्याटी एसिड् र ग्लिसेरोल वनाउँछ ।

दिपक : त्यो आमाशय र ड्युडेनमका बीचमा किन साँघुरो देखिएको हो ? हामीले कुखुरा, खसी काट्दा कलेजोमा हरियो थैलीजस्तो देखिने के हो ? कृपया बताइदिनु हुन्छ कि, सर ?

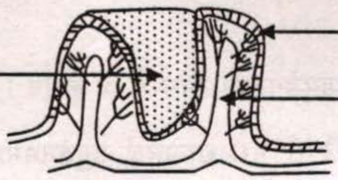
शिक्षक : तिमीले त दुईओटा प्रश्न एकै पटक सोध्यौ नि ? आमाशय र ड्युडेनमको बीचमा साँघुरिएको भागलाई पाइलोरिक कन्स्ट्रिक्सन भनिन्छ । यसले खाद्यपदार्थलाई आमाशयमा रोकी राख्छ र अलिअलि गरेर मात्र ड्युडेनमतिर छोड्छ । प्राणीहरूको कलेजोमा देखिने हरियो थैली पित्त थैली हो र त्यसभित्र भएको हरियो तरल नै पित्त (Bile) हो ।

कल्पना : उसो भए ड्युडेनमसम्म आइपुग्दा खाद्यवस्तु सबै पाचन भई सक्छ त ?

शिक्षक : होइन । २५ से. मी. लामो ड्युडेनममा पनि पाचन हुन् बाँकी रहेका खाद्यपदार्थ २ मिटर लामो Jejinum हुँदैसानो आन्द्राको तल्लो भाग ३ मिटर लामो इलियममा पाचन हुन्छ । चित्रमा गुडुल्किएर रहेको अलि मसिनो पाइप जस्तो देखियो नि । हो त्यही नै इलियम हो । त्यसको भित्ताबाट आन्द्रेरस (Intestinal juice) निस्कन्छ । यसमा एमिनो पेप्टिडेज, डाइसाकराइडेज र लाइपेज इन्जाइम हुन्छन् । एमिनोपेप्टिडेजले बाँकी रहेको पेप्टाइडलाई एमिनोएसिडमा बदल्छ । डाइसाकराइडेजले माल्टोज र सुगरलाई ग्लुकोजमा बदल्छ । लाइपेजले चिल्लो पदार्थलाई फ्याटी एसिड र ग्लिसेरोलमा बदल्छ ।

लक्ष्मण : खाद्यपदार्थ पाचन हुने कुरा त बुझियो । अब यी पचेका र नपचेका पदार्थ कहाँ जान्छन् बताइ दिनुस् न सर ?

शिक्षक : यसरी विभिन्न खाद्यवस्तुहरू पचेर बनेका ग्लुकोज, एमिनोएसिड, फ्याटिएसिड, भिटामिन, खनिज, पानी आदिलाई आन्द्राको भित्ताले शोषण गर्दछ । आन्द्राको भित्री सतहमा निस्केका रौंजस्ता मसिना औंला आकारका भिलाइ (Villi) ले सतहको क्षेत्रफल बढाउँछ । भिलाइको सतहमा रहेका कोषहरूमार्फत पचेका खाद्यवस्तुहरू अस्मोसिस क्रियाद्वारा रगतमा प्रवेश गर्दछन् । भिलाइमा भएका रक्तनली भएर मूल प्रवाहको रगतमा मिसिन्छ । सानो आन्द्रासम्म आइपुग्दा पनि पच्न नसकेका बाँकी वस्तुहरू ठूलो आन्द्रामा जान्छ । यहाँ पानी धेरै मात्रामा शोषण गरिन्छ । बाँकी रहेका पदार्थहरू मलद्वारबाट त्याग गरिन्छ ।



रिता : आमाशय र आन्द्राभित्र खाद्यवस्तु कसरी सर्दै जान्छ ? यो कुरा पनि प्रस्ट पारिदिनुहोस् न, सर ।

शिक्षक : यो कुरा त मैले भन्नै बिर्सें ।

आमाशय र आन्द्राको भित्तामा मांसपेशी हुन्छ । यी चिल्लो मांसपेशी तन्तु भनेर हामीले पढिसकेका छौ । यिनीहरू नियमित रूपले तन्किने र खुम्चिने कार्य गर्दछन् । खुम्चिँदा आन्द्रालाई साघुँरो पार्छ र खाद्यवस्तु अगाडि (मलद्वार) तिर धकेलिन्छ । यी मांसपेशी involuntary भएकाले यसले गरेको काम हामीले चाल पाउदैनौं । यसरी हाम्रो शरीरमा पाचनक्रिया सम्पन्न हुन्छ ।

२.६ निष्कासन क्रिया (Excretion) -

गर्मीको समय थियो । सामाजिक पढाउने रामविलास सर हस्याङ्गफस्याङ्ग गर्दै विद्यालयमा आइपुग्नु भयो । लुगा सबै पसिनाले निथ्रुक्कै भिजेको थियो । उहाँले सुरु गरी हाल्नुभयो ।

रामविलास : कस्तो गर्मी ! गर्मी त भयो रे मानौं फेरि यो पसिना किन आउनु पर्‍यो ? फेरि पसिना आएपछि जीउ गन्हाउने उस्तै समस्या त छदैंछ ।

(विज्ञान शिक्षकको हैसियतले अजय सरलाई बोल्न कर लाग्यो र थाहा भएका दुई चार कुरा भन्नु उपयुक्त सम्झिनुभयो । ती दुईको बीच वार्तालाप सुरु भयो)

अजय : होइन सर । पसिना आउनु त राम्रो कुरा हो । हाम्रो शरीरमा हरेक क्रियाहरू स्वचालित किसिमले सञ्चालन भइरहेका हुन्छन् । हाम्रो शरीरमा हुने क्रियाहरूमध्ये कति कुराहरू त हामीलाई पनि थाहा नै हुँदैन । अब भनौं न हाम्रो शरीरको तापाक्रम सधैं स्थिर हुनुपर्छ हामी स्वस्थ हुनका लागि । शरीरमा तापक्रम वृद्धि भएपछि हामीलाई गर्मी महसुस हुन्छ । असजिलो महसुस हुन्छ । अब तापक्रम सन्तुलन गर्न शरीरले पसिना छोड्छ । पसिनासँगै शरीरमा बढी भएको लवण, युरियाजस्ता विकार पदार्थहरू पनि त बाहिर फालिन्छन । यसले शरीर स्वस्थ भई स्फूर्ति बढ्छ । ती विकार पदार्थहरू शरीरमा रहन दियो भने शरीरलाई हानि गर्छ । यिनै पदार्थले गर्दा पसिना ले गंन्ध आउँछ । त्यसैले बेलाबेलामा नुहाउनुपर्छ ।

रामविलास : ए ! हो र मलाई यस बारे त्यति राम्रो थाहा छैन, वेसै भयो ।

अजय : फेरि हाम्रो शरीरमा विभिन्न प्रकारका रासायनिक र भौतिक क्रियाहरू भइरहन्छन् जुन कुरा हामीले देख्न सक्दैनौं । ती क्रियामा केही नयाँ पदार्थहरू बन्दछन् भने केही पदार्थहरू नष्ट हुन्छन् । जस्तो नयाँ कोषहरू र तन्तुहरू निर्माण हुन्छन् । अर्कोतिर पुराना र मृत कोषहरू नष्ट हुँदै जान्छन् । त्यस्तै श्वास प्रश्वास हुँदा शक्तिका साथै CO_2 ग्यास पनि उत्पादन हुन्छ । पुराना RBC नष्ट हुँदा युरिया उत्पादन हुन्छ । यस्ता विकार पदार्थहरू शरीरबाट बाहिर फालिने क्रियालाई निष्कासन (Excretion) भनिन्छ ।

रामविलास : ए..... यस्तो हुँदोरहेछ ? ती पदार्थहरू कसरी निष्कासन हुन्छ त ?

अजय: CO_2 ग्यास त श्वासफेर्दा निष्कासन हुन्छ । रगतले शरीरभरिका CO_2 ग्यास सङ्कलन गरेर फोक्सोमा पुऱ्याउँछ । श्वास फेर्ने बेला O_2 ग्यास शोषण हुन्छ र CO_2 ग्यास फोक्सोबाट वायुमण्डलमा फालिन्छ । श्वास फेर्दा CO_2 ग्यास फालिने कुरा विद्यार्थीहरूलाई हामी निम्न प्रयोग गरेर देखाउने गर्छौं ।

क्रियाकलाप नं. ५ : फोक्सोबाट CO_2 फालेको देखाउन ।

आवश्यक सामग्री : विकर, टेस्ट ट्युव, ग्लास ट्युव, पानी, क्याल्सियम हाइड्रोअक्साइड, सोली, फिल्टर पेपर आदि ।

विधि:

१) एउटा ठूलो विकरमा १ लिटर पानी भरेर २.३ ग्राम Calcium Hydride मिसाउनुहोस ।

२) उक्त मिश्रणलाई ग्लास रडले वेसरी हल्लाउनुहोस ।

३) विकरलाई एक छिन् नचलाइकन राख्दा थिग्रिन्छ र पानीलाई फिल्टर पेपरले छानेर अर्को विकरमा जम्मा गर्नुहोस ।

४) अब विकरमा भएको सफा चुन पानी विद्यार्थीलाई अलि अलि टेस्ट ट्युवमा दिने र काँचको नली डुबाउन लगाई लामो श्वास तानेर नलीबाट विकरमा फुक्न लगाउनुहोस ।

५) यसरी फुक्दा चुन पानी सेतो दूधिलो हुन्छ ।

कार्बनडाइअक्साइड ग्यास र चुन पानीमा भएको क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडसँग प्रतिक्रिया गरी अघुलनशील क्याल्सियम कार्वोनेट निर्माण हुन्छ । यसले चुन पानीलाई सेतो पार्छ ।

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

चुनपानी + कार्वनडाइअक्साइड ⟶ क्याल्सियम कार्वोनेट + पानी

सेतो भइसकेको चुन पानीमा धेरैवेर फुकिरहँदा (CO_2पठाउँदा) सेतोपन हराउँछ । यसबेला घुलनसील क्याल्सियमबाईकार्वोनेट बन्दछ ।

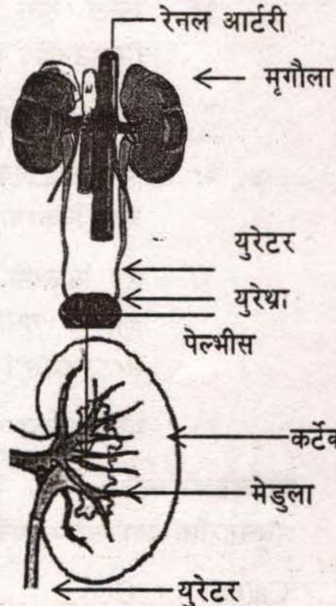
$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

क्याल्सियम कार्बोनेट + पानी + कार्बनडाइअक्साइड ⟶ क्याल्सियमबाईकार्वोनेट

यसबाट थाहा हुन्छ कि श्वास फेर्दा शरीरले कार्बनडाइअक्साइड परित्याग गरी अक्सिजन ग्रहण गर्दछ ।

रामविलास : के अब पिसाव परित्याग गर्नु पनि शरीरको लागि आवश्यक निष्कासन क्रिया हो ? पिसाव कसरी बन्छ ? यसको निष्कासन कसरी हुन्छ ? बताइदिनुहोस् न त सर ।

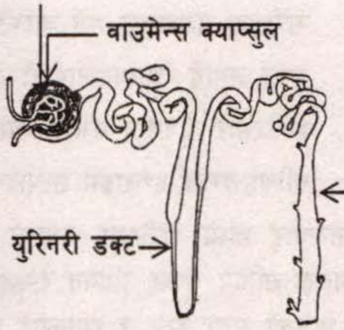
अजय : रातो रक्तकोषमा रङ्गहीन स्पन्जी स्ट्रोमा भन्ने वस्तुमा हेमोग्लोविन नामक कण हुन्छ । हेमोग्लोविन नामक कण फलामयुक्त भाग हेनिन (Haenin) र प्रोटिनयुक्त भाग ग्लोविन (Globin) मिलेर बनेको हुन्छ । अक्सिजन हेमोग्लोविनसँग तुरुन्तै मिलेर अक्सिहेमोग्लोविन आवश्यक तन्तुहरुमा पुग्दछ । रगतमा पाइने यस्ता राता रक्तकोषहरूको करिव १२० दिन वाँच्दछन् । परिपक्व राताकोषको न्यूक्लियस हुँदैन । पुराना र कमजोर राता रक्तकोषहरू फियो वा कलेजोमा गएर नाश हुन्छन् । तीनका फलामयुक्त भाग कलेजोमै रहन्छ । कलेजोले त्यसलाई टुक्राई फलामयुक्त यौगिकले अर्को रक्तकोष बनाउन उपयोग गर्छ । प्रोटिनको भाग युरिया र युरिक एसिडमा परिणत हुन्छ । उक्त युरिया रगतसँगै मृगौलामा जान्छ । मृगौलामा युरिया, युरिक एसिडको साथै शरीरका विभिन्न भागबाट सङ्कलन गरिएको टक्सिन (विषालु पदार्थ), शरीरमा बढी भएको लवण र पानीबाट पिसाब बन्छ । मृगौलाले रगत छानेर पिसाव छुट्याई शरीरबाट परित्याग गरिदिन्छ ।



अब म मृगौलाको बनोट र यसले कसरी रगत छान्ने क्रिया गर्दछ भन्ने बारे केही कुरा भन्नु उपयुक्त ठान्छु । पेटभित्र कमरको हाड (लुम्वर भर्टिव्रा) को दायाँबायाँ दुइओटा सिमी आकारका ठूलाठूला वस्तुहरू हुन्छन् । यसलाई मृगौला भनिन्छ । मृगौलाका साइज ११ से.मि. × ६ से.मि. × ३ से.मि. हुन्छ । रेनल आर्टरीले मृगौलामा रगत पुऱ्याउँदछ । मृगौलाबाट फर्केको रगत रेनल भेन भएर मुटुतिर लाग्छ । मृगौलाले रगत फिल्टर गरेर निस्केको पिसाव युरेटर भएर ब्लाडरमा जम्मा हुन्छ । मृगौलालाई लम्वरूपले चिऱ्यो भने दुई खण्ड प्रस्ट देखिन्छ । वाह्य खण्ड अलि गाढा हुन्छ, यसलाई कर्टेक्स (Cortex) भनिन्छ । अलि फिक्काभित्री भागलाई मेडुला (Medula) भनिन्छ । मेडुलासँग पिसाव सङ्कलन गर्ने ठाँउ रेनल पेल्भिस जोडिएको हुन्छ । पेल्भिस फेरि युरेटरसँग जोडिएको हुन्छ । मृगौलाभित्र अनगिन्ती स-साना नली आकारका नेफ्रोनहरू (Nephron) हुन्छन् । एउटा मृगौलामा यस्ता नेफ्रोनहरू करिब १० लाखभन्दा बढी हुन्छन् ।

रामविलासः यस्ता ससाना नेफ्रोनले रगत छान्ने काम कसरी गर्छन् त ?

अजयः ती साना नेफ्रोन एउटा लामो नली र त्यसको टुप्पामा कचौरा आकारको वाउमेन्स क्यापसुल हुन्छ । कचौराभित्र रेनल आर्टरीको एउटा हाँगा प्रवेश गरी केसिकाहरूको गुच्छाको रूप लिएको हुन्छ । उक्त गुच्छालाई ग्लोमेरुलस भनिन्छ । ग्लोमेरुलसमा रगत लग्ने एफरेन्ट नली अलि मोटो र त्यसबाट रगत फर्काउने इफरेन्ट नली अलि मसिनो हुन्छ । यसले गर्दा ग्लोमेरुलसमा रक्तचाप बढी पर्छ ।



बढी रक्तचापले गर्दा ग्लोमेरुलसमा रगत छान्ने क्रिया हुन्छ । यसका भित्ताबाट पानी र अरू ससाना अणुहरू निस्कने छिद्रहरू हुन्छन्, उक्त छिद्रबाट रक्तकोष, प्रोटिन आदि निस्कन सक्तैन । यसरी ग्लोमेरुलसबाट छानिएर आएका पदार्थहरू पानी युरिया, युरिक एसिड, लवण, फ्याटिएसिड, एमिनो एसिड, ग्लुकोज आदि रक्त प्लाज्मामा जस्तै हुन्छन् । ती पदार्थहरू नेफ्रोनको लामो नली भएर बग्दा उपयोगी पदार्थहरू ग्लुकोज, एमिनो एसिड, फ्याटिएसिड र उपयोगी लवणहरू पुन: शोषण भई रगतमा मिसिन्छ । बाँकी पदार्थमा पानी ९६% , युरिया २% र युरिक एसिड २% हुन्छ । यसलाई नै पिसाव भनिन्छ । उक्त पिसाव रेनल पेल्भिसबाट निस्केको सङ्ग्रह नलीमा (Collecting tube) जम्मा हुन्छ । रेनल पेल्भिसलाई मेडुलाको पिरामिड पनि भनिन्छ । उक्त पिरामिडबाट लाखौं संग्रहनली निस्केका हुन्छन् । सङ्ग्रह नलीबाट पिसाव उक्त पिरामिड भएर युरेटर र त्यहाँबाट पिसाव थैलीमा जम्मा हुन्छ । हाम्रो शरीरमा करिब १.५ लिटर पिसाव २४ घण्टामा बन्छ । पिसाव थैलीमा २५० देखि ३०० मि.लि. पिसाव भएपछि फेर्न मनलाग्छ । हुन त यसमा ५०० मि.लि.सम्म अटाउँछ तर यति धेरै जम्मा हुँदा पिडा हुन्छ । अन्तमा पिसाब यूरेथ्राबाट वाहिर निस्कन्छ ।

२.७ रक्त सञ्चार क्रिया (Blood circulation)

जिर्गा आज सहर बजारमा बस्ने मानिसहरूमा अक्सर उच्च रक्तचाप, हार्टफेल, ब्रेनस्ट्रोक आदि खतरनाक रोगहरूले सताएको पाइन्छ । ती रोगहरू गाँउघर, पहाड, तराइ, हिमाल बस्ने जोसुकैलाई लाग्न सक्छ । ती रोगहरू किटाणु, भाइरस, फङ्गस्ले गर्दा हुने रोगहरु होइनन् । त्यसैले यी रोगहरु सरुवारोग अन्तर्गत पर्दैनन् । यी मुख्य गरी रक्त सञ्चारमा हुने गडबडीले गर्दा हुने रोग हुन् । कसरी त्यस्ता घातक रोगहरु रक्त सञ्चारबाट हुन्छन् भन्नेकुरा बुझ्नुअगाडि रक्तसञ्चार भनेको के हो ? कसरी हुन्छ ? भन्ने बारे बुझ्नु जरुरी हुन्छ ।

रक्तसञ्चार क्रियाले हाम्रो शरीरमा मुख्यतया निम्न कार्य गर्दछन् :

१) खाद्यपदार्थ परिवहन गर्ने

२) अक्सिजन ग्यास परिवहन गर्ने

३) इन्जाइम र हर्मोनहरूको परिवहन गर्ने

४) पानीको परिवहन गर्ने

५) विकार पदार्थहरू - युरिया, युरिक एसिड, टक्सिन, CO_2 आदि निष्कासन गर्ने अङ्गसम्म पुऱ्याउने

६) शरीरमा सङ्क्रमण गर्ने व्याक्टेरियासँग लड्ने कार्य गर्ने

७) रगत जमाई रक्तस्रावलाई रोक्ने

८) शरीरभरि तापक्रम समान राख्न ताप वितरण गर्ने

९) ग्रन्थिहरूलाई इन्जाइम उत्पादन गर्न चाहिने पदार्थ आपूर्ति गर्ने ।

रक्तसञ्चार हाम्रो शरीरमा अत्यन्त महत्त्वपूर्ण क्रिया हो । यो क्रियाले हाम्रो शरीरका विभिन्न अङ्गहरू सक्रिय राख्छ, जीवित राख्छ र उपयोगी बनाउँछ । शरीरको जुन भागमा रक्तसञ्चार हुँदैन त्यो भागको मृत्यु हुन्छ र त्यसलाई काटेर फाल्नुपर्दछ । मस्तिष्कमा विशेषगरी मेडुला ओब्लङ्गतामा (Medula oblongata) रक्त सञ्चार भएन भने त केही मिनेटपछि नै व्यक्तिको मृत्यु हुन्छ । यस्तो महत्त्वपूर्ण रक्त सञ्चार क्रियामा निम्न अवयवहरूले प्रमुख भूमिका खेल्छन् :

१) रगत

२) मुटु

३) रगत नलीहरू

रगतको बनोट

माइक्रोस्कोपबाट हेर्दा रगतमा स-साना कणहरू अनगिन्ती मात्रामा देखिन्छन् । ती कणहरूलाई रक्त कोष (Blood corpuscles) भन्दछन् । रगतमा ठोस भाग यिनै हुन् । रगतमा तरल भाग पनि हुन्छ, यसलाई प्लाज्मा भनिन्छ ।

क) प्लाज्मा : रगतमा पाइने परालजस्तो पहेँलो रङको सफा तरल पदार्थलाई प्लाज्मा भन्दछन् । यसले सम्पूर्ण रगतको ५५ प्रतिशत भाग ओगट्छ । निम्न वस्तुहरू मिलेर प्लाज्मा बनेको हुन्छ :

⇨ करिब ९० प्रतिशत पानी हुन्छ ।

⇨ खनिज लवण; जस्तै सोडियम, पोटासियम र क्याल्सियमका क्लोराइड, फस्फेट र बाईकार्बोनेट हुन्छन् । मुख्यतया सोडियम क्लोराइड ।

⇨ प्लाज्मा प्रोटिन; जस्तै एल्वुमिन, ग्लोवुलिन, फाइव्रिनोजिन, प्रोथ्रोम्बिन र हेपारिन ।

⇨ सरल रूपका खाद्यपदार्थ: ग्लुकोज, एमिनोएसिड, फ्याटीएसिड, ग्लिसेरोल र भिटामिन ।

⇨ घुलेर रहेका ग्यासहरू अक्सिजन, कार्बनडाइअक्साईड र नाइट्रोजन ।

⇨ तन्तुबाट निस्केका विकार पदार्थहरू युरिया, युरिक एसिड र टक्सिन

⇨ वाह्‍य कीटाणुबाट शरीर रक्षा गर्न एन्टिवडिज र एन्टिटक्सिन ।

⇨ नलीविहीन नलीबाट निस्केका हर्मोनहरू ।

⇨ इन्जाइमहरू ।

प्लाज्माको कार्य :प्लाज्माले निम्न कार्यहरू गर्दछन्

⇨ शरीरमा र कोषहरूमा पानीको मात्रा सन्तुलन गर्ने,

⇨ आवश्यक खनिज पदार्थ आपूर्ति गर्ने,

⇨ रगत जम्न मद्दत गर्ने,

⇨ बाहिरी कीटाणुको सङ्क्रमणबाट शरीर रक्षा गर्ने,

⇨ कोष र तन्तुलाई चाहिने खाद्यपदार्थ, भिटामिन, हर्मोन, इन्जाइम आदि आपूर्ति गर्ने,

⇨ युरिया, युरिक एसिड र टक्सिनजस्ता विकार पदार्थहरू विसर्जन गर्न मद्दत गर्ने ।

रक्तकोषहरू निम्न प्रकारका छन् :-

- राता रक्तकोष (Red blood cells or erythrocytes)
- सेता रक्तकोष (White blood cells)
- प्लेटलेट्स (Platelets)

२.७.१ राताकोषहरूको बनोट

यसलाई इरिथ्रोसाइट (Erythrocytes) पनि भनिन्छ यी अत्यन्त साना बाटुलो र वाइ कन्केभ आकारका कणहरू हुन् । यसको व्यास ७.२ μ (माइक्रोन) हुन्छ । प्रति क्युविक मिलिमिटर रगतमा करिब ५० लाख रक्तकोष हुन्छन् ।

यसमा न्युक्लियस हुँदैन तर विशेष किसिमको प्रोटिन हेमोग्लोविन हुन्छ । यसले गर्दा रगत रातो देखिन्छ । हेमोग्लोविनमा फलाम हुन्छ । हाम्रो शरीरको सबै फलाम जम्मा गर्ने हो भने २ इन्च लामो किला बन्छ ।

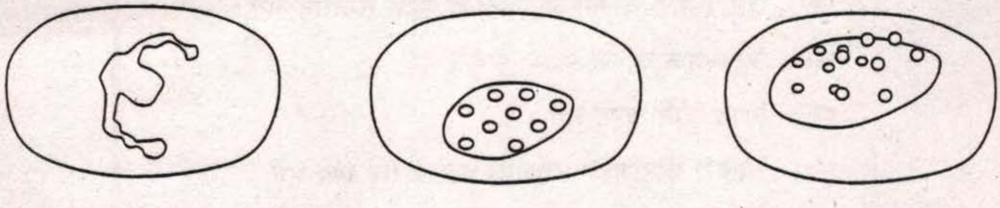
कार्य

रातो रक्तकोषले फोक्सोबाट अक्सिजन लिएर तन्तु र कोषहरूमा पुऱ्याउँछ । हेमोग्लोविनले फोक्सोमा अक्सिजनसँग संयोजन गरी अक्सिहेमोग्लोविन बनाउँछ । जुन चम्किलो रातो देखिन्छ । कोषमा अक्सिजन छोडेपछि हेमोग्लोविन मात्र रहन्छ, जुन कालो रातो देखिन्छ । सामान्य रूपले १०० मि.लि. रगतमा १४ देखि १६ ग्रामसम्म हेमोग्लोविन हुन्छ । राता रक्तकोषहरू हड्डीमा रहेका रातामासीमा उत्पादन हुन्छन् । राता रक्तकोष बन्न प्रोटिन, फलाम, भिटामिन B_{12}, भिटामिन C, फोलिक एसिड र थोरै मात्रामा कपर र म्यान्गानिज आवश्यक पर्दछ ।

राता रक्तकोषको आयु १२० दिन मात्र हुन्छ । कलेजोमा गएर विच्छेदन भई हेमिन र ग्लोविन (Heamin + globin) मा छुटिन्छ । ग्लोविनबाट युरिन बन्छ । हेमबाट फलाम छुट्टिएर सञ्चित भई बाँकी पिग्मेन्ट पित्त (Bile) मा परिणत हुन्छ ।

२.७.२ सेता रगत कोष

यसलाई ल्युकोसाइट (leucocyte) पनि भनिन्छ । यिनीहरू रक्तकोषभन्दा ठूला, व्यास १०μ सम्म हुन्छन् । प्रति क्युविक मिलिमिटर रगतमा यिनीहरूको सङ्ख्या ७ देखि १० हजारसम्म हुन्छन् । शरीरमा संक्रमण भएको बेला यो सङ्ख्या वढेर ३० हजारसम्म पुग्छन् । ल्युकोसाइटहरू तीन प्रकारका हुन्छन् ।



पोलिमर्फोन्युक्लियर ल्युकोसाइट लिम्फोसाइट मनोसाइट

एमिवाजस्तै अनियमित आकारका यी कणहरूमा न्युक्लियस हुन्छन् । यीमध्ये ल्युकोसाइटको निर्माण रातो हाडमासीमा हुन्छ । यसको सङ्ख्या जम्मा WBC मध्ये ७५ प्रतिशत हुन्छन् । यिनीहरूले बाहिरबाट प्रवेश गर्ने कीटाणुहरूलाई खाइदिन्छन् । सङ्क्रमण भएको ठाउँमा रक्तकोशिकाबाट बाहिर निस्केर पनि कीटाणुलाई नष्ट गर्दछन् । जम्मा WBC मध्ये लिम्फोसाइट २० प्रतिशत र मनोसाइट ५ प्रतिशत हुन्छ । यी कोषहरू लिम्फनोड र कलेजो, फियो (Spleen) मा भएका लिम्फ तन्तुमा निर्माण हुन्छन् । यिनीहरूले एन्टीवडीहरू निर्माण गर्दछन् ।

२.७.३ प्लेटलेट्स (**Platelets**)

यिनीहरूलाई थ्रम्वोसाइट (Thrombocyte) पनि भनिन्छ । यी राता रगतकोषभन्दा पनि साना हुन्छन् । यिनीहरूको सङ्ख्या प्रति क्युविक मिलिमिटर रगतमा २ लाख ५० हजार जति हुन्छन् । यिनीहरू साना प्लेट (रिकापी) आकारका हुन्छन् । यिनीहरूको निर्माण पनि हाडमासीमा हुन्छन् । यिनीहरूले काटिएको ठाउँबाट रगत धेरै वग्न नदिन रगत जमाउने कार्य गर्दछन् । रगत जम्ने कार्यलाई निम्न चरणमा देखाउन सकिन्छ :

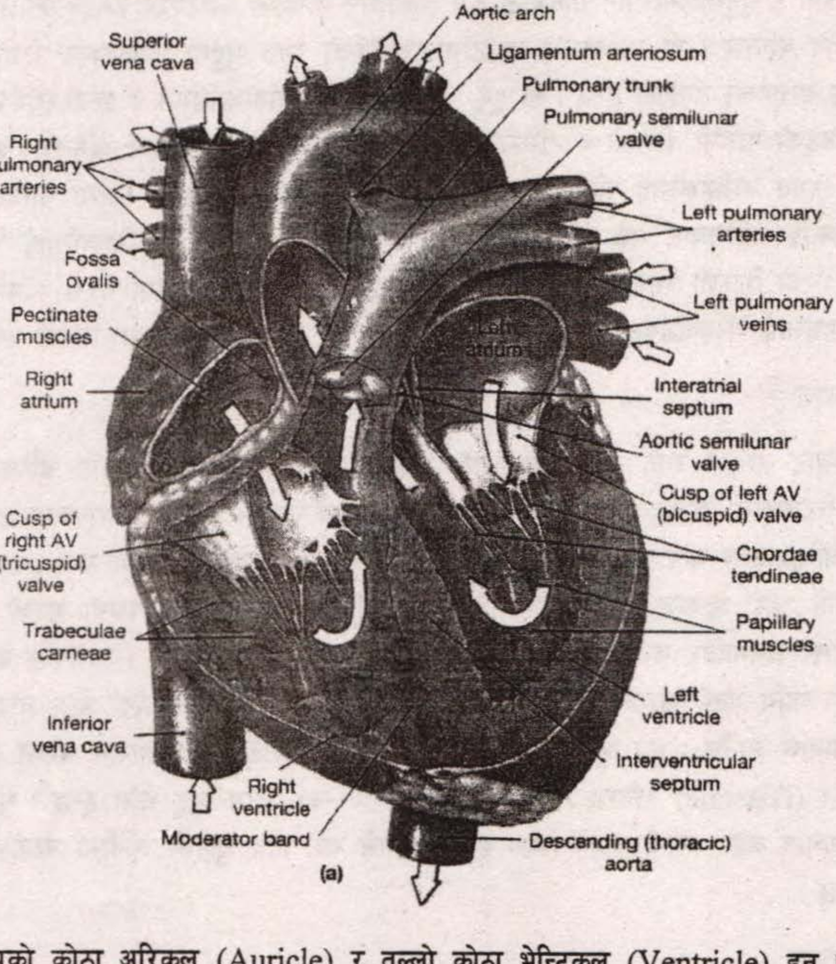
रगत जम्ने चरणहरू

- क्षय भएका प्लेटलेट वा रगत नलीको तन्तुकोषबाट निस्कने पदार्थ - थ्रम्वोकाइनेज
- थ्रम्वोकाइनेज + प्रोथ्रोम्विन + क्याल्सियम = थ्रोम्विन
- थ्रोम्विन + फाइव्रिनोजिन = फाइव्रिन
- फाइव्रिन + रगतका कोषहरू = जमेको रगत

२.७.४ मुटु (Heart)

छातीको अलिकति देब्रेपट्टि फोक्सोले मुटुलाई छोपेर राखेको हुन्छ । यो कोन (Cone) आकारको कार्डिक मांसपेशीले बनेको भित्र खोक्रो हुन्छ । यो करिब १२ से.मि. लम्वाइ, ९ से.मि. चौडाइ र ६ से.मि. बाक्लो लगभग व्यक्तिको मुठिजत्रो हुन्छ ।

मुटुको आधारदेखि टुप्पासम्म सेप्टम नाम गरेको मांसपशसीले दाया र बायाँ गरी दुई खण्डमा विभाजन गरेको हुन्छ । यी खण्डहरूबीच रगत आदान प्रदान हुँदैन । यी प्रत्येक खण्ड तल र माथि गरी दुईओटा कोठामा विभाजित हुन्छ ।



(a)

माथिको कोठा अरिकल (Auricle) र तल्लो कोठा भेन्ट्रिकल (Ventricle) हुन् । यसरी मुटुमा जम्मा ४ कोठाहरू - दुईओटा अरिकल र दुईओटा भेन्ट्रिकलहरू हुन्छन् । अरिकल र भेन्ट्रिकलबीचमा भल्भ हुन्छ दायाँतिरको भल्भलाई ट्राइकस्पिड् (Tricuspid Valve) र बायाँतिरको भल्भलाई वाइकस्पिड (Bicuspid Valve) वा माइट्रल भल्भ भनिन्छ ।

अरिकलहरूको भित्ता पातलो र भेन्ट्रिकलहरूको भित्ता बाक्लो हुन्छ । भेन्ट्रिकलहरूमध्ये पनि बायाँ

भेन्ट्रिकलको भित्ता अझ बाक्लो हुन्छ । अरिकलले रगत सङ्कलन गर्छ । तर भेन्ट्रिकलले रगत वितरण गर्दछ । दायाँभन्दा बायाँ भेन्ट्रिकल अलि सानो हुन्छ । किन कि यसको वाक्लो मांसपेशीले एओर्टाद्वारा शरिरका विभिन्न भागहरुमा रगत वितरण गर्दछ ।

दायाँ अरिकलमा दुईओटा ठूला शिराहरू सुपेरियर भेनेकामा र इन्फेरियर भेनेकामा जोडिएका हुन्छन् । दायाँ भेन्ट्रिकलबाट एउटा धमनी निस्केर फोक्सोतिर जान्छ । उक्त धमनीलाई पल्मोनरी धमनी भनिन्छ । पल्मोनरी धमनी र दायाँ भेन्ट्रिकलबीच तीनओटा अर्ध चन्द्राकार भल्भहरू हुन्छन् । बायाँ अरिकलमा चारओटा पल्भोनरी शिराहरू जोडिएका हुन्छन् । बायाँ भेन्ट्रिकलबाट एउटा ठूलो धमनी (Great Aorta) निस्केको हुन्छ । उक्त धमनीले रगत शरीरभरि वितरण गर्दछ ।

उक्त धमनी र मुटुबीचमा पनि तीनओटा अर्ध चन्द्राकार भल्भहरू जोडिएका हुन्छन् जसलाई एओर्टिक भल्भ पनि भनिन्छ । यी भल्भहरूले एओर्टामा गइसकेको रगत मुटुमा फर्किनबाट रोक्छ । मुटुलाई तीन तह तन्तुहरुले ढाकेको हुन्छ । ती हुन् - पेरिकार्डियम, मायोकार्डियम र इन्डोकार्डियम । मुटुको भित्री सतहको पातलो, चिल्लो र टल्किने खालको झिल्लीलाई इन्डोकार्डियम भनिन्छ । सो झिल्लीले भल्भ र रगत नलीहरूलाई पनि ढाकेको हुन्छ । मुटु र रगत नलीहरूको मुटुमा जोडिएको आधार खण्डहरूलाई बाहिरबाट एक तह पातलो झिल्लीले ढाकेको हुन्छ । ती झिल्लीलाई पेरिकार्डियम भनिन्छ । त्यो झिल्ली रेसादार तन्तुबाट बनेको हुन्छ । मुटुको बीचको भाग तरल पदार्थले भरिएको हुन्छ । जसलाई पेरिकार्डियल फ्लुड भनिन्छ । उक्त तरलले मुटुलाई बाहिरी आघातबाट बचाउँछ ।

मुटुको चाल

शिराहरूबाट आएको रगत अरिकलमा जम्मा हुन्छ । अरिकलमा रगत भरिएपछि खुम्चिन्छ र सबै रगत भेन्ट्रिकलमा जान्छ । यो खुम्चिने क्रिया ०.१ सेकेन्डसम्म रहन्छ । अरिकलबाट खनिएको रगतले भेन्ट्रिकलमा चाप बढ्छ । यसले गर्दा अरिकल र भेन्ट्रिकलबीचको भल्भ बन्द हुन्छ । यसैबेला अलि सानो 'धप' आवाज आउँछ । अब भेन्ट्रिकल खुम्चिने क्रिया हुन्छ । यसमा भएको सबै रगत भल्भ खोलेर धमनीतिर बग्छ । यो खुम्चिने क्रिया ०.३ सेकेन्डसम्म रहन्छ । त्यसपछि करिब ०.४ सेकेन्डका लागि मुटुले आराम गर्छ । यो बेला ठूलो धमनीमा रक्त चापले गर्दा भल्भ वन्द भई ठूलो 'धप्प' आवाज आउँछ । मुटु खुम्चिने अवस्थालाई सिस्टोल (Systole) र आराम गरेको अवस्थालाई डायास्टोल (Diastole) भनिन्छ । यसरी प्रतिमिनेट ७०-७४ पटक मुटु चाल हुन्छ । मुटु खुम्चिने बेला रक्तचाप वढेर धमनी फुक्ने क्रिया हुन्छ । यसले गर्दा हात खुट्टाको जोर्नीमा नाडीको धड्कन थाहा हुन्छ ।

रक्त सञ्चार

शरीरका सम्पूर्ण भागबाट आएको रगत दांयाँ अरिकलमा खनिन्छ । सुपेरियर भेनेकाभाले छातीभन्दा माथिबाट र इन्फेरियर भेनेकाभाले छातीभन्दा तलबाट रगत सङ्कलन गरेर ल्याउँछ । दायाँ अरिकल खुम्चिदा ट्राइकस्पिड भल्भ खोलेर दायाँ भेन्ट्रिकलमा रगत जम्मा हुन्छ । दायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चिने

बेला रगत पल्मोनरी धमनीबाट फोक्सोमा जान्छ । फोक्सोको Air sack मा पुगेपछि रगतमा भएको CO_2 ग्यास त्यहाँ भएको हावामा छोड्छ र हावाबाट O_2 ग्यास लिन्छ । यसरी शुद्धीकरण भएको रगत पल्मोनरी शिराबाट बायाँ अरिकलमा जम्मा हुन्छ । बायाँ अरिकल भरिएपछि वाईकस्पिड भल्भ खुल्छ र बायाँ भेन्ट्रिकलमा रगत जान्छ । बायाँ भेन्ट्रिकल खुम्चिँदा सबै रगत मूल धमनी एओर्टा भई शरीरभरी फैलन्छ ।

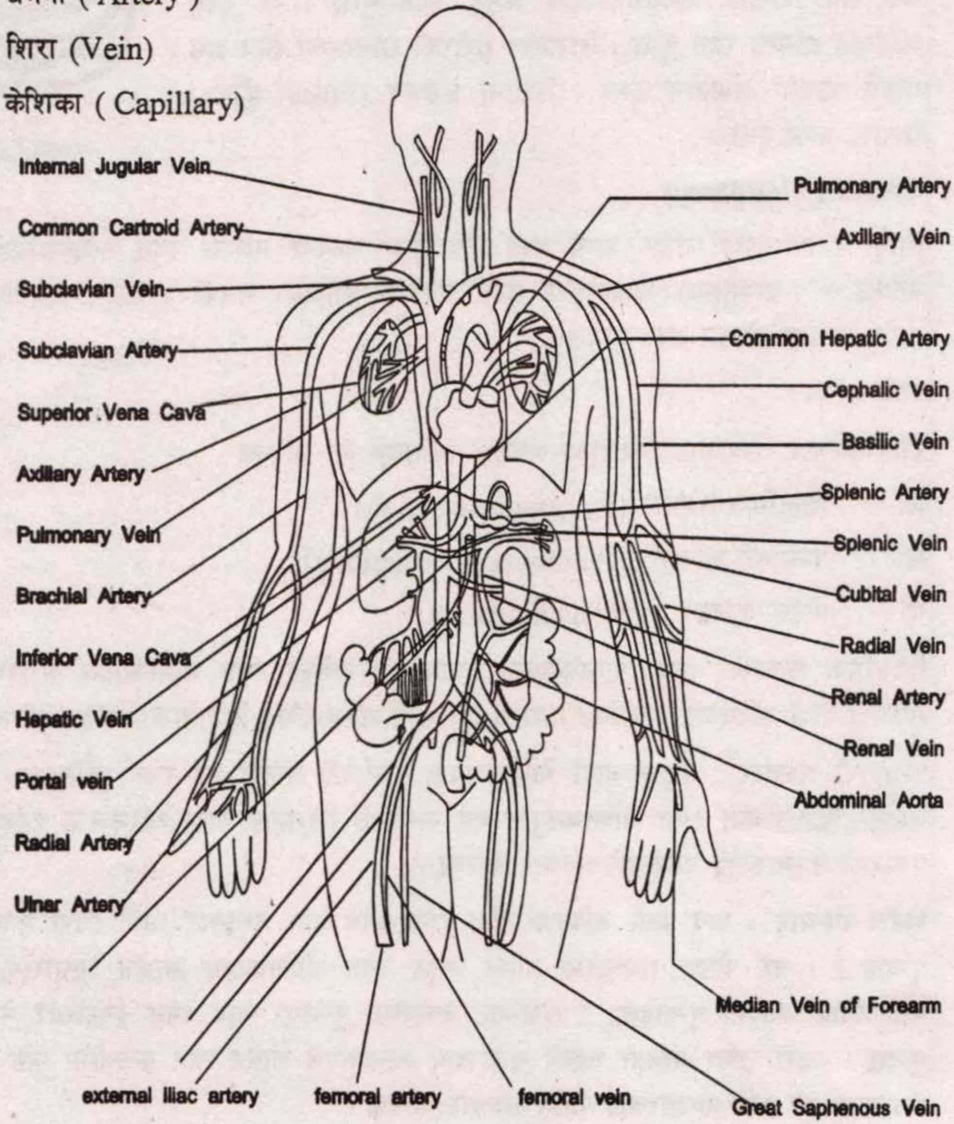
रगत नलीहरू

शरीरमा रगत सञ्चार क्रिया रगत नलीहरू मार्फत हुन्छ । रगत नलीहरू तीन प्रकारका छन् :-

क) धमनी (Artery)

ख) शिरा (Vein)

ग) केशिका (Capillary)



मुटुबाट शरीरका सम्पूर्ण अङ्गहरूमा रगत पुऱ्याउने नलीहरूलाई धमनी (Aretery) भनिन्छ । धमनीमा रगत चाप बढी हुन्छ र धमनीको भित्ता बाक्लो भित्तायुक्त हुन्छ । भित्ता रगत नभएको अवस्थामा पनि यो दरो भएर वस्छ । पल्मोनरीवाहेक अरू सबै धमनीहरू अक्सिजनयुक्त शुद्ध र रातो चहकिलो रगत बग्छ । धमनीहरू शरीरको गहिरो भागमा अवस्थित हुन्छन् तर जोर्नीहरूमा यी सतह नजिक रहेको हुन्छ । यसैले जोर्निहरूमा छामेर नाडिको धडकन पाउन सकिन्छ ।

शिरा (Vein)

शरीरका विभिन्न भागबाट रगत मुटुमै फर्काउने नलीलाई शिरा भनिन्छ । धमनीमा भन्दा शिरामा रगत चाप कम हुन्छ । शिराहरूको भित्ता केही पातलो हुन्छ तर ठाउँ ठाउँमा भल्भ हुन्छ । पल्मोनरीबाहेक अरू सबै शिरामा अक्सिजनविहीन अशुद्ध रगत हुन्छ । यो रगत अलिकति धमिलो रातो हुन्छ । शिराहरू शरीरको छालाभन्दा भित्र कम गहिरो भागमा अवस्थित हुन्छ । शिरामा धड्कन (Pulse) हुँदैन । शिरामा भल्भ हुन्छ ।

कोशिका (Capillary)

धमनी र शिरालाई जोडेर जालो जस्तै फैलिरहेका अत्यन्त मसिना रगत नलीहरूलाई कोशिका भनिन्छ । इन्डोथेलियल कोषहरूको एउटै तहबाट कोशिका बनेको हुन्छ । कोशिकामार्फत नै शरीरका कोष कोषमा रगत पुग्दछ ।

रगत सञ्चार

रगत सञ्चार क्रियालाई तीन मुख्य खण्डमा विभाजन गर्न सकिन्छ :

क) सिस्टमिक सञ्चार (Systemic ciculation)

ख) पल्मोनरी सञ्चार (Pulmonary circulatioon)

ग) पोर्टल सञ्चार (Portal circulation)

सिस्टमिक सञ्चार: बायाँ भेन्ट्रिकलबाट रगतनलीले लगेको रगत सामान्यतया शरीरभरी फिँजी सकेपछि दायाँ अरिकलमा फर्किन्छ । यसरी हुने रगत सञ्चारलाई सिस्टमिक सञ्चार भनिन्छ ।

पल्मोनरी सञ्चार : मुटुको दायाँ भेन्ट्रिकलबाट पल्मोनरी आर्टरी भई रगत दुईतिरबाट फोक्सोमा जान्छ । फोक्सोबाट रगत अक्सिजनयुक्त भई पल्मोनरी शिराहरू बायाँ अरिकलमा फर्किन्छ । यस प्रकारको सञ्चारलाई पल्मोनरी सञ्चार भनिन्छ ।

पोर्टल सञ्चार : प्राय जसो अक्सिजनरहित रगत कोष तथा तन्तुबाट सोझै शिरा मार्फत मुटुमा पुऱ्याइन्छ । तर पोर्टल सञ्चारमा पहिले असुद्ध रगत कोशिकाहरू मार्फत आमाशय, फियो र प्यान्क्रियाज आदिमा पुऱ्याइन्छ र त्यहाँवाट कलेजोमा पुऱ्याएर मात्र रगत इन्फेरियर भेनाकामामा पुग्दछ । यसरी उच्च मात्रमा भएको खाद्यपदार्थ आमाशयले सोसेर मात्र कलेजोमा पुगि इन्फेरियर भेनाकामा हुने रक्त सञ्चारलाई पोर्टल सञ्चार भनिन्छ ।

२.८ श्वासप्रश्वास क्रिया (Respiratory system)

श्वास प्रश्वास दुई प्रकारको हुन्छ जसको वारेमा तल वर्णन गरिएको छ ।

२.८.१ आन्तरिक श्वास क्रिया (Internal Respiration)

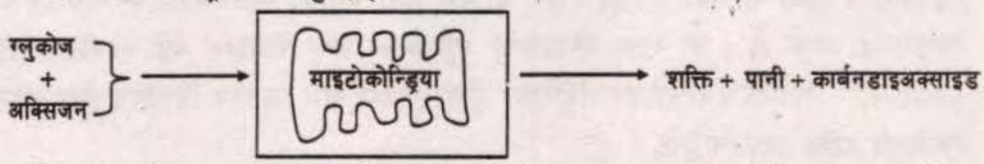
यो शरीर शक्तिद्वारा सञ्चालन भइरहेको छ । कोषले गर्ने सबै क्रियाकलाप सञ्चालन गर्न कोष विभाजन गर्न, शरीरभित्र हुने सबै रासायनिक प्रतिक्रियाका लागि, विभिन्न नयाँ कोष तन्तु निर्माणका लागि, मांशपेसीमा चाल उत्पन्न गर्न, प्रोटिन इन्जाइम आदि संश्लेषण गर्नु स्नायुहरूमा संवेदना सञ्चार गर्न शक्ति आवश्यक पर्दछ । शरीरलाई आवश्यक पर्ने शक्ति कोषहरूमा नै उत्पादन हुन्छन् । कोषहरूमा ग्लुकोजका अणु टुक्रिएर शक्ति उत्पादन हुन्छ । यस क्रियालाई आन्तरिक श्वासप्रश्वास क्रिया भनिन्छ ।

२.८.२ एरोविक श्वास क्रिया (Aerobic respiration)

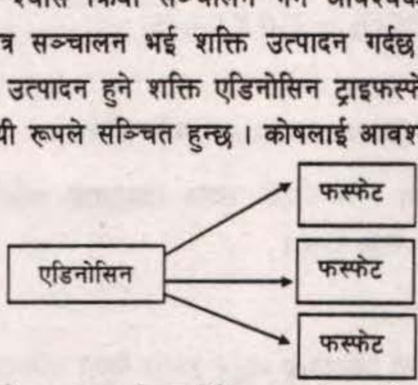
जब कोषभित्र ग्लुकोजका अणुहरू अक्सिजन ग्याससँग रासायनिक प्रतिक्रिया गर्दछन् , यसबाट शक्तिका साथै पानी र कार्बनडाइअक्साईड ग्यास पनि उत्पादन हुन्छ । यसलाई एरोविक श्वास क्रिया (Aerobic respiration) भनिन्छ जस्तै:

$$\underset{\text{(ग्लुकोज)}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 \xrightarrow[\text{माइटोकोनड्रिया}]{} 6CO_2 + 6H_2O + 2898KJ \text{ शक्ति}$$

यस श्वास क्रियामा १८० ग्राम ग्लुकोज विच्छेदन हुँदा २८९८ किलोजुल शक्ति दिन्छ । अब माइटोकोन्ड्रिया भनेको के हो ? भन्ने प्रश्न उठ्न सक्छ । यसको उत्तर म दिन्छु । भाइबहिनी हो सुन । जीवकोषभित्र न्युक्लियस, साइटोप्लाज्म आदिका साथै अत्यन्त स-साना क्याप्सुल आकारका कणहरू माइटोकोन्ड्रिया पनि हुन्छन् ।



यसले श्वास क्रिया सञ्चालन गर्न आवश्यक पर्ने इन्जाइम उत्पादन गर्दछ । श्वास क्रिया पनि यसभित्र सञ्चालन भई शक्ति उत्पादन गर्दछ । त्यसैले माइटोकोन्ड्रियालाई शक्ति केन्द्र भनिन्छ । यसरी उत्पादन हुने शक्ति एडिनोसिन ट्राइफस्फेट (Adenosine triphosphate) नामको यौगिकमा अस्थायी रूपले सञ्चित हुन्छ । कोषलाई आवश्यक पर्ने बेला उक्त अणुले शक्ति उपलब्ध गराउँछ ।



एडिनोसिन र फस्फेट जोडिन उपयोग हुने शक्ति यी दुईबीचको Bond मा सुरक्षित रहन्छ । कोषलाई शक्ति आवश्यक परेको बेला ती वोण्ड टुक्रिएर त्यसमा भएको शक्ति छोड्छ ।

२.८.३ एनरोविक श्वास क्रिया (Anerobic respiration)

विद्यालयको स्थापना दिवस नजिक आएकाले आशिषले एथलेटिक्समा सहभागी हुन दौड (रेस) को अभ्यास गर्न थालेको तीनचार दिन भयो । अलि कडा मिहिनेत गरेछ क्यारे । तिघ्रा र पिँडौला दुख्यो भनेर हिजो पनि स्कुल आएन । आज पनि आएनछ । यसरी कडा परिश्रम गर्दा स्वाँ स्वाँ आउने र पछि मांसपेशी दुख्ने कारण के रहेछ भनेर सन्तोषले कक्षामा विज्ञान शिक्षकसँग प्रश्न गरे । हरेक प्राकृतिक घटना र दुर्घटनाका वैज्ञानिक कारण हुन् सक्छन् । सकेसम्म यसको कारण जान्न खोज्नु र व्याख्या गरिदिनु उपयोगी नै हुन्छ । विज्ञान शिक्षकले सन्तोषलाई यसरी व्याख्या गरे - कडा परिश्रम गर्दा शरीरलाई धेरै शक्तिको आवश्यकता पर्दछ । धेरै शक्ति उत्पादन गर्न अक्सिजनको आपूर्ति बढी हुनुपर्दछ । यसैका लागि श्वासको गति बढ्छ र रगत प्रवाह पनि बढ्छ । श्वासको गति बढ्दा स्वाँस्वाँ आउँछ । रगत प्रवाह बढाउन मुटुको चाल तेजिलो हुन्छ । तर यतिले पनि अक्सिजन पर्याप्त नहुन् सक्छ । उक्त थप शक्ति उपलब्ध गर्न मांसपेशी कोषले अक्सिजनविना नै ग्लुकोजका अणुलाई टुक्राएर ल्याक्टिक एसिड (Lactic acid) मा रूपान्तर गरिदिन्छ । यस प्रतिक्रियामा केही शक्ति उत्पादन हुन्छ । प्रति १८० ग्राम ग्लुकोज यसरी विच्छेदन हुँदा करिब १५० किलोजुल शक्ति दिन्छ ।

$$\underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{ल्याक्टिक एसिड}}{2CH_3\,CHOH\,COOH} + 150\text{ KJ शक्ति}$$

यसरी उत्पादन हुने ल्याक्टिक एसिडले गर्दा कडा परिश्रमपछि मांसपेशी दुख्ने र थकान महसुस हुन्छ । आराम गर्दा ती ल्याक्टिक एसिड CO_2 र पानीमा रूपान्तर भई पुन: शक्ति दिन्छ । पानीमा रहने विभिन्न प्रकारका ब्याक्टेरियाहरू र यिष्ट जस्ता ढुसी (Fungus) जातिका वनस्पतिले पनि एनरोविक विधिबाट नै शक्ति उत्पादन गर्दछन् । तर यो विधि ठूला जन्तुको मांसपेशीमा हुने एनरोविक श्वास क्रियाभन्दा फरक छ । ती साना जीवहरूमा ग्लुकोजका अणु विच्छेदन भई अल्कोहल (Ethyle alcohol) र कार्बनडाइअक्साइडमा विच्छेदन हुन्छ । १८० ग्राम ग्लुकोज विच्छेदन हुँदा करिब २१० किलोजुल शक्ति उत्पादन हुन्छ ।

$$\underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{अल्कोहल}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2 + 210\text{ KJ शक्ति}$$

यसरी शक्ति उत्पादन गर्ने क्रियालाई फर्मेन्टेसन (Fermaentation) पनि भनिन्छ ।

यी त भए कोषभित्र हुने आन्तरिक श्वासक्रिया । आन्तरिक श्वास क्रियालाई चाहिने अक्सिजन शरीरले ग्रहण गर्ने क्रिया पनि प्राणीहरूअनुसार फरक हुन्छ ।

२.८.४ बाहृय श्वासक्रिया (External respiration)

शरीरले अक्सिजन लिई कार्बनडाइअक्साईड फाल्ने क्रियालाई बाहृय श्वास क्रिया भनिन्छ । यो क्रिया प्राणीहरूमा फरक फरक विधिबाट सञ्चालन हुन्छ । जस्तै एककोषीय र सूक्ष्म जीवहरूमा शरीरको

अक्सिजन डिफ्युजन क्रियाबाट सोसिन्छ र साइटोप्लाज्ममा रहेको माइटोकोन्ड्रियासम्म पुग्दछ । त्यसै गरी कार्बनडाइअक्साईड ग्यास पनि साइटोप्लाज्मबाट कोष आवरण भएर डिफ्युजन क्रियाद्वारा बाहिर निस्कन्छ । अमिवा प्यारेमेसियम, हाइड्रा, स्पन्ज यसका उदाहरण हुन् ।

गड्यौँला, जुका, जस्ता केही ठूला प्राणीहरूको शरीर मुलायम छालाले ढाकेको हुन्छ । हावाको अक्सिजन छालाबाट त्यसभित्रका रगत नलीमा प्रवेश गर्दछ । उक्त अक्सिजनलाई रगत सञ्चार प्रणालीद्वारा शरीरका विभिन्न भागमा पुऱ्याउँछ । त्यस्तै रगतमा भएको CO_2 पनि छालाबाट सोझै हावामा जान्छ ।

पुतली, फट्याङ्ग्रा, साङलाजस्ता प्राणीहरूमा ट्राकियल नलीहरू शरीरभरि फैलिएर रहेको जाली जस्तै हुन्छ । यसका प्वालहरू पेटको दायाँ बायाँ खुलेका हुन्छन् । ती प्वाललाई स्पाइराकल (Spirical) भनिन्छ । स्पाइराकलहरू दसजोडा हुन्छन् । स्पइराकलबाट ट्राकियल नली भएर फैलिएका हावाबाट अक्सिजन आन्तरिक रसमा घुल्छ । त्यस्तै गरी कार्बनडाइअक्साइड परित्याग हुन्छ । आन्तरिक रस भएर अक्सिजन शरीरका कोष कोषमा पुग्दछन् । माछाजस्तै पानीमा रहने केही ठूला जीवहरूमा गिल्सबाट श्वास फेर्ने कार्य हुन्छ । माछाको टाउको पछाडि दुवैपट्टि ५ जोडा गिल्स हुन्छ । यसमा भएका सयौँ गिल पत्र (Gillplates) हरूमा रगत नली जालोजस्तै फिँजिएका हुन्छन् । पानीको सम्पर्कमा आएपछि त्यसमा भएका रगतले पानीबाट अक्सिजन लिएर कार्बनडाइअक्साइड छोड्छ ।

भ्यागुतोले पनि पानीमा रहँदा छालाबाटै श्वास फेर्ने गर्दछन् तर हावामा रहँदा भने फोक्सोबाट श्वास फेर्दछन् ।

ठूला प्राणीहरू जस्तै रेप्टाइल, पन्छी, स्तनधारीहरू भने फोक्सोबाटै श्वास फेर्दछन् । मानिसहरू पनि फोक्सोबाट श्वास फेर्दछन् । श्वास फेर्ने क्रियामा निम्न अङ्गहरूले मद्दत गर्दछन् ।

फोक्सोको बाटो

नाक (Nose)

फारिन्क्स् (Pharynx)

लारिन्क्स् (Larynx)

ट्राकिया (Trachea)

फोक्सोभित्रका भागहरु

व्रोन्की (Bronchi)

व्रोन्कियलस् (Bronchioles)

फोक्सो

आलभियोलर डक्ट र आल्भियोली (Alveolar duct & alveoli)

नाक र मुखको पछाडिको भागलाई फारिन्क्स् भनिन्छ । त्यस्तै ट्राकियाको माथिल्लो भाग लारिन्क्स हो । स्वर-यन्त्र (Vocal chord), यी नै लारिन्कसमा रहेको हुन्छ । ट्राकिया एउटा लामो नली हो यो कुकुरे हाड (Cartilage bone) का चक्काहरूलाई ऐच्छिक मांसपेशी र रेसादार तन्तुहरूले जोडेर बनेको हुन्छ । कुकुरे हाड अपूरो चक्काहरूले बनेको हुँदा दवावले चेप्टो पर्ने सम्भावना

रहँदैन । यसबाट हावा तान्न सजिलो हुन्छ । यी ट्राकिया दुई हाँगामा छुट्टिन्छन् । प्रत्येक हाँगा दायाँ वा बायाँ खण्डको फोक्सोमा प्रवेश गर्दछ । यी प्रत्येक हाँगालाई ब्रोन्कस (Bronchus) भनिन्छ ।

मानिसको छातीभित्र दुईओटा ठूलाठूला स्पन्जजस्तो बनोट भएको कोन आकारका अङ्ग फोक्सो हो । यसले मुटुलाई ढाकेर रहेको हुन्छ ।

फोक्सोको प्रत्येक खण्डमा असङ्ख्य ससाना कोठाहरू हुन्छन् । ती कोठालाई आल्भ्योली (Alveoli) भनिन्छ । त्यस्तै ब्रोन्कस पनि अत्यन्त मसिना असङ्ख्य नलीकाहरूमा विभाजित हुन्छ । ती नलीकालाई आल्भ्योलार डक्ट भनिन्छ । ती नलीकाले आल्भ्योलीमा हावा लग्छ । आल्भ्योलीको भित्तामा स-साना रक्त केशिकाहरू जालोजस्तै फिँजिएका हुन्छन् ।

श्वास फेर्ने क्रिया

श्वास तान्दा वायुमण्डलको हावा नाकबाट प्रवेश गर्छ । त्यसपछि क्रमशः फारिन्क्स, लारिन्क्स, ट्राकिया, ब्रोन्कन्स र आल्भ्योलर डक्ट हुँदै आल्भ्योलीमा प्रवेश गर्दछ । आल्भ्योलीको भित्तामा भएका रक्तनली भएर हावाको अक्सिजन रगतमा घुल्छ । रगतमा भएको हेमोग्लोविनले अक्सिजन शोषण गर्दछ । त्यस्तै रगतमा भएको कार्बनडाइअक्साइड ग्यास उक्त हावामा जान्छ । उक्त कार्य डिफ्युजन क्रियाद्वारा हुन्छ । ग्यासहरू साटफेर भएपछि फोक्सोबाट श्वास छाड्ने कार्य हुन्छ । फोक्सोभित्र प्रवेश गर्ने हावामा करिब २१ प्रतिशत अक्सिजन र ०.०४ प्रतिशत कार्बनडाइअक्साइड हुन्छ भने फोक्सोबाट निस्कने हावामा १६.५ प्रतिशत मात्र अक्सिजन र कार्बनडाइअक्साइड ४-५ प्रतिशत हुन्छ । यसरी श्वास फेर्दा हावाबाट ४-५ प्रतिशत जति अक्सिजन फोक्सोले सोस्छ । तर शरीरमा हेमोग्लोविनको मात्रा कमी भएमा अक्सिजन सोस्ने क्षमता पनि कम हुन्छ । यहाँनिर एउटा क्रियाकलाप गर्न सकिन्छ ।

क्रियाकलाप

एउटा परीक्षण नलीमा अलिकति चुनपानी लिने । एउटा काँचको लामो नली चुनपानीमा डुबाउने । सास तानेर विस्तारै चुन पानीमा फुक्ने । केही बेरपछि चुन पानी सेतो (दुधिलो) हुन्छ । चुन पानीको क्याल्सियम हाइड्रोसाइडसँग CO_2 को प्रतिक्रिया भई क्याल्सियम कार्बोनेट बन्ने भएकाले चुन पानी सेतो हुन्छ ।

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow \underset{\text{अघुलनशील}}{Ca\,CO_3 \downarrow} + H_2O$$

अब प्रश्न उठ्छ, फोक्सोमा त कुनै मांशपेशी तन्तु छैन भने फोक्सो फुक्ने र खुम्चिने क्रिया कसरी हुन्छ ?

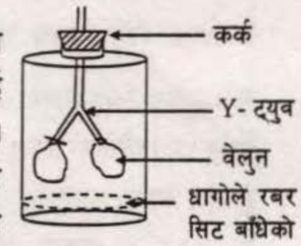
वास्तवमा फोक्सो आफैँ फुक्ने र खुम्चिने होइन । यो कार्यका लागि करङ्का हाडमा रहेको मांसपेशी तन्तु र डायफ्रामले मद्दत गर्दछ । राम्ररी अवलोकन गर्दा चाल पाइन्छ कि सास तान्नका लागि कि त छाती फुलाउनुपर्छ कि त पेट फुलाउनुपर्छ । छाती र पेटका बीचमा रहेका डायफ्राम तलतिर

फुक्दा पेट फुल्ने हुन्छ । छाती वा डायफ्राम फुक्दा छातीभित्र हावाको चाप कम हुन्छ । वायुमण्डलीय चापले फोक्सोभित्र हावा पठाउँछ र फोक्सो फुकाउने गरिन्छ । त्यस्तै छाती वा डायफ्राम खुम्चाएपछि छातीभित्र हावाको चाप बढ्न गई फोक्सोबाट हावालाई बाहिरतिर धकेली दिन्छ ।

डायफ्राम फुक्दा फोक्सो कसरी फुल्छ भन्ने कुरा देखाउन सकिन्छ । यसका लागि निम्न क्रियाकलाप गरेर देखाउन सकिन्छ ।

क्रियाकलाप

चित्रमा देखाएजस्तै एउटा Y आकारको नली लिने । Y को दुईओटा टुप्पामा एउटा एउटा बेलुन कसिने गरी बाँध्ने । अर्को नलीलाई एउटा कर्कबाट छिराएर मिनरलवाटर बोत्तलको मुखमा जोड्ने । बोत्तलको आधा भाग काटेर एउटा ठूलो रबर बेलुनले प्वाल बन्द गर्ने । रबरको बीचमा एउटा धागो बाँध्ने । यसरी बनेको उपकरणलाई हावा नचुहिने बनाइसकेपछि फोक्सोको नमुना तयार भयो । धागो तान्दा रबर बेलुन फोक्सो जस्तै फुलेको देख्न सकिन्छ ।



२.९ उत्प्रेरणा र प्रतिक्रिया (Stimulation and reaction)

पानी पऱ्यो भने मानिसहरू छाता ओढ्छन् । जाडो भयो भने बाक्लो उनी लुगा लगाउँछन् । त्यस्तै मीठो खाने कुराको वास्ना आयो भने मुखमा ऱ्याल आउँछ । कहीं कतै घटना दुर्घटना भयो भने त्यहाँ धेरै मानिसहरू झुम्छन् । भुँइचालो आयो भने मानिसहरूको भागदौड चल्छ । हाम्रा वरपर वातावरणमा भइरहने अनेक प्रकारका परिवर्तन र त्यसप्रति मानिसले देखाउने गरेका प्रतिक्रियाका केही उदाहरणहरू हुन् ।

आन्तरिक र बाह्य वातावरणमा हुने परिवर्तनले हाम्रो शरीरको स्नायु मांसपेशी, अङ्ग वा शरीरलाई उत्तेजित पार्दछ भने त्यसलाई उत्प्रेरणा भनिन्छ । उत्तेजना प्राप्त भएपछि शरीर, अङ्ग वा मांसपेशीले देखाउने चाल वा जनाउने प्रत्युत्तरलाई प्रतिक्रिया भनिन्छ । तन्तु र अङ्गहरूबीच हुने सञ्चारले उत्प्रेरणा र प्रतिक्रिया सञ्चालित हुन्छन् ।

शरीरका विभिन्न अङ्गहरू र तन्तुहरूबीच पनि सञ्चार प्रणाली स्थापित भएका छन् त्यसलाई स्नायु प्रणाली भनिन्छ । स्नायु प्रणालीले निम्न कार्य गर्दछन् :

क) वातावरण र शरीरका तन्तु र अङ्गहरूबाट सबै प्रकारका सूचना (चेतना) प्राप्त गर्दछन् ।

ख) भूतकालमा प्राप्त भई स्मृति भण्डारमा रहेका त्यस्तै सूचनाको आधारमा वर्तमानमा प्राप्त सूचनालाई विश्लेषण गरी अर्थ प्रस्ट्याउने कार्य गर्दछन् ।

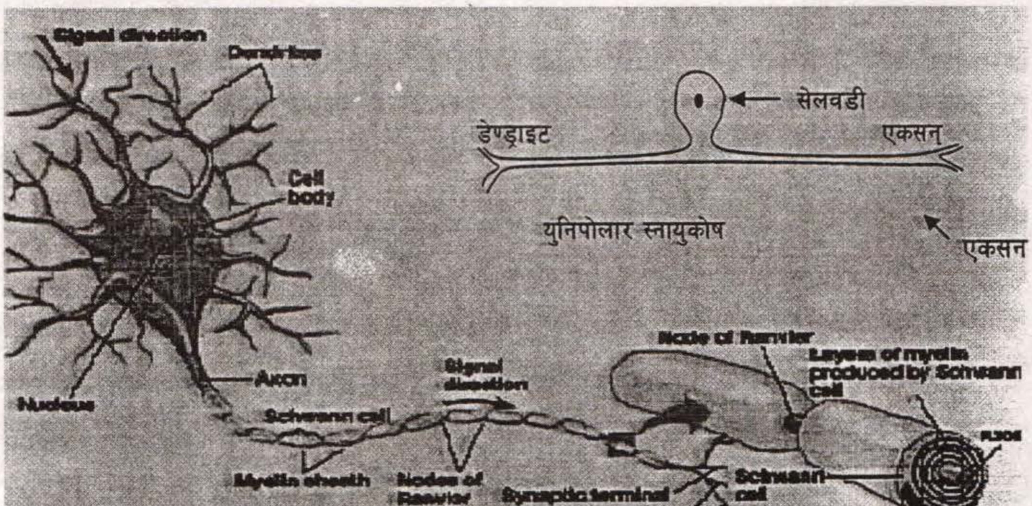
ग) तन्तु मांसपेशी, अङ्ग वा अन्य भागका स्नायुमा चेतना वा उत्तेजना पठाउने कार्य गर्दछन् ।

स्नायुकोष (Nerve cell or Neuron)

सञ्चारजस्तो विशिष्ट कार्य गर्ने तन्तु पनि विशेष बनोट भएको कोषबाट बनेको हुन्छ । सन्देश वा सूचना आदान प्रदान गर्ने कोषलाई स्नायुकोष (Neuron) भनिन्छ । यसको एउटा ठूलो कोष बडी हुन्छ । यसबाट रेसा आकृतिका हाँगाहरू निस्केका हुन्छन् । यीमध्ये ससाना हाँगाहरूलाई डेन्ड्राइट (Dendrites) भनिन्छ । एउटा ठूलो हाँगा हुन्छ, त्यसलाई एक्सन (Axon) भनिन्छ । डेन्ड्राइटबाट सूचना कोषभित्र प्रवेश गर्दछ भने एक्सनले सूचनालाई कोषबाट बाहिर लग्छ । एक्सन केही मिलिमिटरदेखि धेरै सेन्टिमिटर लामो पनि हुन सक्छ । मस्तिष्क र सुषुम्नाको सेतो पदार्थ (White matter) यिनै एक्सन रेसाबाट बनेको हुन्छ ।

युनिपोलार स्नायुकोषमा डेन्ड्राइटले सूचनालाई अङ्गबाट कोषतिर लग्छ र एक्सनले कोषबाट केन्द्रीय स्नायु प्रणालीतिर लग्छ । एक्सनलाई मायलिन शिथ (Myelin Sheth) भन्ने पदार्थले ढाकेको हुन्छ । यसले स्नायुलाई कुचालक पदार्थले ढाकेको जतिकै हुन्छ । यसले गर्दा सूचनाहरूसँगैको रेसा वा अङ्ग र तन्तुमा जाँदैन । रेसाको टुप्पाबाट मात्र सूचना प्रसारण हुन्छ । यस्तो एक्सनलाई मेड्डुलेटेड भनिन्छ ।

अक्सिजनको अभावमा वा टक्सिन र विषालु पदार्थले गर्दा स्नायुकोष तुरन्तै क्षतिग्रस्त हुन्छ । मरिसकेको स्नायुकोष पुन स्थापना गर्न सकिँदैन ।



स्नायु प्रणालीलाई तीन खण्डमा विभाजन गर्न सकिन्छ

क) केन्द्रीय स्नायु प्रणाली

ख) पेरिफेरल स्नायु प्रणाली

ग) स्वचालित स्नायु प्रणाली

केन्द्रीय स्नायु प्रणाली : यसअन्तर्गत मस्तिष्क र सुषुम्ना तथा यसका कार्यहरू पर्दछन् ।

मस्तिष्क : अत्यन्त कडा खोपडीभित्र मस्तिष्क सुरक्षितसाथ रहेको हुन्छ । मस्तिष्क र सुषुम्नालाई तीन तहको झिल्ली (Meninges) ले ढाकेको हुन्छ - पायामाटर, एराक्न्वाइड् र डुरा माटर । डुरामाटर खोपडीको हाडमा पायामाटर मस्तिष्कसँग टाँसिएर रहेको हुन्छ । पायामाटर र एराकन्वाइड्को बीचमा सेरेब्रो स्पाइनल फ्लुड (Cerebro spiral fluid) भन्ने तरल पदार्थले भरेको हुन्छ । उक्त तरल पदार्थको बनोट रगतको प्लाज्माजस्तै हुन्छ तर यसमा प्रोटिनको मात्रा अलि कम हुन्छ । रोगअनुसार यसको अवयवमा केही परिवर्तन हुनसक्छ । यसको मुख्य काम कमलो स्नायु तन्तुलाई संरक्षण गर्नु मस्तिष्कमा दवाव सन्तुलन गर्नु, र टक्सिन र विकार पदार्थलाई निष्कासन गर्न लग्नु पनि हो ।

मस्तिष्कलाई तीन खण्डमा विभाजन गर्न सकिन्छ:

क) सेरेब्रम (Cerebrum)

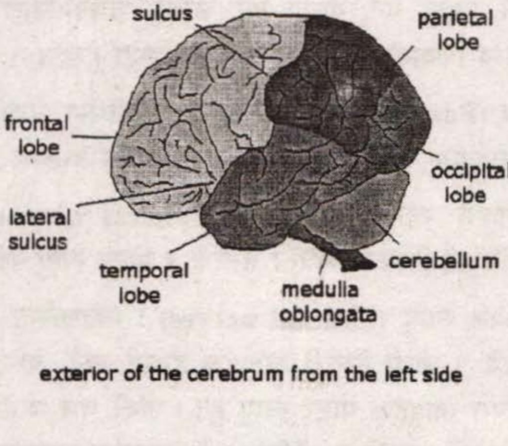
ख) सेरेबिलम (Cerebellum)

ग) मेडुला अव्लङ्गटा (Medulla oblongata)

क) सेरेब्रम (Cerebrum)

मस्तिष्कको सबैभन्दा ठूलो खण्ड हो र यो अगाडितिर रहेको हुन्छ । यसलाई लामो र गहिरो चिराले दायाँ र बायाँ दुई अर्धगोलाहरूमा विभाजन गरिएको हुन्छ । तर बीच भागमा स्नायुहरूको ठूलो मुठ्ठाले जोडेको हुन्छ । उक्त स्नायुको मुठ्ठालाई कर्पस कलासम (Corpus callosum) भनिन्छ ।

मस्तिष्कको बाहिरी पत्रलाई कर्टेक्स भनिन्छ । सेलवडीहरू (Cell bodies) ले बनेको खैरो पदार्थ (Grey matter) मात्र हुन्छ । मस्तिष्कको भित्री तह सेतो पदार्थ (White Matter) ले बनेको हुन्छ । यो तह मेडुलेटेड स्नायु रेसाबाट बनेको हुन्छ ।



exterior of the cerebrum from the left side

सेरेब्रमले निम्न कार्यहरू गर्दछ

१) स्नायु र विभिन्न इन्द्रीयहरू आँखा, नाक, कान, जिब्रो, छालाबाट सूचना प्राप्त गर्नु । अर्थात् देख्नु, सुन्नु, सुध्नु, स्वाद पाउनु आदिको चेतना प्राप्त गर्नु ।

२) शरीरका विभिन्न अङ्गहरूको मांसपेशीलाई आवश्यकताअनुसार चालमा ल्याउन सूचना पठाउनु वा निर्देशन दिनु । जस्तै: हात, खुट्टा, छाती, टाउकोका मांसपेशीहरू चलाउनु ।

३) स्मरण गर्नु : विचार गर्नु, विश्लेषण गर्नु, निष्कर्ष निकाल्नु, पूर्व स्मरणमा रहेका सूचनासँग दाँजेर पहिचान गर्नु आदि ।

ख) सेरेबेलम (Cerebellum) :

खोपडीको पछाडितिर अक्सिपिटल खण्डमा रहेका सेरेब्रमको तलतिर रहेका गोलाकार वस्तु नै सेरेबेलम हुन् । यसबाट निस्केका स्नायु रेसाहरूले सेरेब्रम र मेडुला अब्लङ्गटासँग जोडेका हुन्छन् । सेरेबिलमले निम्न मुख्य कार्यहरू गर्दछन् :-

- **शरीरलाई सन्तुलन गर्ने** : जस्तो जीउ ढल्कदा पनि नलड्ने गरी अर्को भाग उठाउनु ।
- **स्वैच्छिक मांसपेशीको गति नियन्त्रण गर्ने** : जस्तो फुटबल हान्दा कुन गतिमा खुट्टा चलाउँदा आफूले ताकेको ठाउँसम्म पुग्छ त्यसैअनुसार मांसपेशीमा चाल ल्याउनु, बक्सरले कुन गतिमा हात चलाउने हो सोहीअनुसार मांशपेसी खुम्चिन सेरेबिलमले सूचना दिन्छ ।
- **मांसपेशीको टोन (Tone) कायम गर्ने:** जस्तो जमिनबाट कुनै वस्तु उचाल्दा कुनै निश्चित उचाइमा स्थिर राखी राख्न मांसपेशी खुम्चिने क्रियालाई पनि स्थिर अवस्थामै राखेर दरोपन कायम राख्नु पर्ने हुन्छ । खुट्टा उचालिराख्ने, हात उठाइराख्ने भारी बोकेर उभिरहने क्रियामा मांसपेशीको टोन कायम गर्नु पर्दछ ।

ग) मेडुला अब्लङ्गटा (Medulla oblongata)

मास्तिष्कको पछाडि तलतिर विँडजस्तो लाम्चो आकारको वस्तु हुन्छ । यसलाई मेडुला अब्लङ्गटा भनिन्छ । तलतिर सुषुम्ना र माथितिर पोन्स भ्यारोलीको बीचमा रहेको हुन्छ । सुषुम्ना यसैको निरन्तरता हो । यसले मुटुचाल, श्वाशप्रश्वास क्रिया र प्रतिक्षेप क्रिया सञ्चालन गर्दछ । खासगरी, निल्ने, हाछ्युँ गर्ने, वान्ता गर्ने, खोक्ने, पाचननलीको चाल, इन्जाइम श्रवित गर्ने आदि कार्यको र अकाम्य क्रियाको केन्द्र मेडुला अब्लगङ्गटा हुन्छ ।

पोन्स (Pons) : मेडुला र सेरेविलमको बीचमा पोन्स रहेको हुन्छ । यसमा स्नायुहरूको मुठ्ठा हुन्छ । यी स्नायुहरू सेरेब्रम, सेरेविलम र मेडुलासँग समन्वय गरी चेतना आदानप्रदान गर्ने कार्य गर्दछ ।

पेरिफेरल स्नायु प्रणाली (Peripheral nervous system) : यसअन्तर्गत केन्द्रीय स्नायु प्रणालीबाट निस्कने विभिन्न सेन्सरी र मोटर स्नायु पर्दछन् ।

क्रेनियल स्नायु (Cranial nerves) : मतिष्कबाट जम्मा १२ जोडा स्नायुहरू निस्केका हुन्छन् । यीमध्ये ३ जोडा सेन्सरी स्नायुहरू हुन्छन् जस्तै: अप्टिक, ओल्फाक्टरी र अडिटरी स्नायु । ५ जोडा क्रेनियल स्नायुहरू मोटर स्नायु हुन् । बाँकी चार जोडामा मोटर र सेन्सरी मिस्रित स्नायु हुन्छन् । यी स्नायुहरूले टाउको र घाँटीका सबै अङ्गहरू सञ्चालन र नियन्त्रण गर्न मद्दत गर्छ ।

स्पाइनल स्नायु (Spinal nerves) : सुषुम्नाबाट जम्मा ३१ जोडा स्नायुहरू निस्केका हुन्छन् । यी सबै सेन्सरी र मोटर स्नायु मिसिएर बनेका मिश्रित स्नायुहरू हुन् । यीमध्ये ८ सर्भिकल, १२ थोरासिक, ५ लम्बर, ५ साक्रल र १ कक्सिजियल हुन् । भर्टिब्रा हाडबीचका फोरामिन भन्ने प्वाल भएर ढाडबाट बाहिर निस्केका हुन्छन् । यी स्नायुहरूले टाउको र घाँटीबाहेक शरीरका सम्पूर्ण अङ्ग, तन्तु र मासपेशीमा चेतना जगाउनुका साथै तिनीहरूमा चाल उत्पन्न गर्न र तिनीहरूको कार्य नियन्त्रण गर्न मद्दत गर्दछन् ।

अटोनोमिक स्नायु प्रणाली (Autonomic nervous system) : यस प्रणालीमा ग्याग्लिया (Gangalia) र वाह्य (Peripheral) मोटर स्नायु सङ्लग्न हुन्छन् । यसले विभिन्न अङ्ग र ग्रन्थिहरूलाई उत्तेजित पारी तिनीहरूको कार्यको गति बढाउने वा घटाउने र दबाउनेसमेत गर्दछ । यस्ता कार्यमा हाम्रो इच्छा र चाहनासँग कुनैं सम्बन्ध हुँदैन अर्थात् मतिष्कको नियन्त्रण विना स्वतन्त्ररूपले कार्य सञ्चालन हुन्छ । यसअन्तर्गत दुई प्रकारका प्रणालीहरू सञ्चालित हुन्छ ।

क) सिम्पाथेटिक स्नायु प्रणाली (Sympathetic nervous system)

आकस्मिक डर, रिस वा उत्तेजनाले तनाव हुँदाको बखत शरीरले विभिन्न अङ्गहरू र आड्रेनल ग्रन्थिको सक्रियताले मुटुचाल, रक्तचाप बढाउने श्वाश क्रिया छिटो हुने, आखाँको नानी ठूलो हुने, पिसाव थैली ठूलो पार्ने, पाचन रस र र्यालको श्रवण कम हुने, पसिना निस्कने, रौं ठाडो हुने, पाचन नलीको भित्तामा हुने चाल (Peristalsis) नियन्त्रण आदि क्रिया हुन्छ ।

ख) पारोसिम्पाथेटिक स्नायु प्रणाली (Parasympathetic nervous system)

यस प्रणालीमा सिम्पाथेटिक स्नायु प्रणालीको भन्दा ठीक उल्टो असर हुन्छ । यसमा पाचन प्रणाली सक्रिय हुन्छ, मुटुचाल र श्वास क्रियाको गति घट्छ । सन्तुष्ट मन र सुखको अनुभूति भएको वखत, रमाइलो उत्तेजना भएको वखत यस्तो हुन्छ ।

२.१० अकाम्य क्रिया (Reflex action)

शरीरको कुनै प्रापकमा क्रियाशील उत्तेजना (stimulus) प्रति प्राणीलाई जानकारी नभई कुनै केन्द्रीय स्नायु प्रणालीमार्फत जनाउने सहज र स्वचालित प्रतिक्रिया (Response)लाई अकाम्य क्रिया भनिन्छ । अकाम्य क्रियाका केही उदाहरणहरु यसप्रकार छन् :

- खुट्टालाई झुन्डाएर बेन्चमा बस्दा, घुँडाका जोर्नीमा हातले हिर्काउदा खुट्टा झट्किन्छ ।
- सियोले घोच्दा हात झट्कारेर तान्छ ।
- शरीरमा पसिना आउनु
- काउकुति लाग्नु
- खानाको मीठो वास्नाले वा खाना देखेपछि मुखमा थुक(पानी) आउनु
- अँध्यारोमा नानी ठूलो हुनु र उज्यालोमा सानो हुनु ।
- खोकी लाग्नु, हाछ्यूँ आउनु, श्वास क्रिया, पित्तको श्राव आदि

रिफ्लेक्स आर्क **(Reflex arc)** : अकाम्य क्रिया हुँदा प्रापकमा उत्तेजनाले उत्पन्न आवेग (Impulse) प्रसारण हुने पथलाई रिफ्लेक्सआर्क भनिन्छ । निम्न पाँच अङ्गहरू मिलेर रिफ्लेक्स आर्क बन्छ, प्रापक(Receptor organ), सावेदिक स्नायु (Sensory nerve), सुषुम्ना(Spinal cord), मोटर स्नायु (Motor nerve) र इफेक्टर अङ्ग (Effector organ) हुन् ।

- प्रापक भन्नाले बाहिरी वा आन्तरिक उत्तेजना प्राप्त गर्ने अङ्ग, तन्तु वा कोष हुन् । जस्तै: छाला, आँखा, कान, नाक आदि ।
- सावेदिक स्नायु (Sensory nerve) ले उत्तेजनाले गर्दा प्रापकमा उत्पन्न भएको आवेगलाई केन्द्रीय स्नायु प्रणालीसम्म पुर्‍याउने कार्य गर्दछ ।
- मस्तिष्कले आवेगलाई चालक स्नायुमा प्रसारण गर्दछ ।
- चालक स्नायुले केन्द्रीय स्नायु प्रणालीबाट प्राप्त आवेगलाई इफेक्टरसम्म पुऱ्याउँछ ।
- इफेक्टर अङ्ग भन्नाले प्राप्त आवेगलाई कार्यान्वयन गर्ने अङ्ग, मासपेशी वा ग्रन्थि हुन् सक्छ ।

अकाम्य क्रियाको महत्त्व

- छिटो प्रतिक्रिया देखाई शरीरलाई हानिकारक उत्तेजनाबाट हुने नोक्सान कम गर्दछ ।
- प्रतिक्रिया उपयोगी, उदेश्ययुक्त र सही (Accurate) हुन्छ ।
- यसले मस्तिष्कमा पर्ने भार कम गरिदिन्छ ।
- शरीरका विभिन्न क्रियाकलापहरूबीच समन्वय गर्दछ ।

हर्मोनहरु (Hormones)

एक दिन कक्षामा जीवविज्ञान पढाउदै जादा विद्यार्थीले मसँग अग्लो हुने कुनै उपाय छ कि भनी प्रश्न गरे । उनलाई आफू पुड्को भएकोमा पिर परेछ । संसारमा विभिन्न थरीका मानिसहरू छन् कोही अग्लो कोही पुड्को, कोही लाटा, कोही अत्यन्त तीक्ष्ण बुद्धि भएका, कोहीले चिनी पचाउन नसक्ने आदि । यस्तो किन हुन्छ होला भन्ने मनमा प्रश्न उठ्न सक्छ । कसलाई आफू अग्लो, सुन्दर र स्वस्थ हुने इच्छा नहोला ? यी प्रश्नहरूको सही उत्तर दिन नसके पनि हामी के भन्न सक्छौं भने हाम्रो शरीरको बनोट र विकासलाई प्रभाव पार्ने तीनओटा कारक तत्त्वहरू हुन् - हर्मोन, वातावरण र शरीरमा भएका वंशाणुको प्रभाव । वातावरण भन्नाले हामी रहने ठाउँको हावापानी, खाना, व्यायाम, आराम र मानसिक उत्तेजना आदि पर्दछन् । यी कुराहरूलाई हामी नियन्त्रण गर्न सक्दछौं । वंशाणु हाम्रो शरीरमा जस्तो छ त्यस्तै रहन्छ त्यसलाई परिवर्तन गर्न सक्ने अवस्था अहिले छैन । जहाँसम्म हर्मोनको कुरा छ यसलाई अध्ययन गर्नु जरुरी छ, जुन यहाँ छलफल गरिन्छ ।

हर्मोन (Harmone) भनेको इन्डोक्राइन ग्रन्थिमा उत्पादन हुने अर्गानिक यौगिक हुन् जसले रासायनिक सूचना प्रवाहक (Chemical messanger) को कार्य गर्दछ । हर्मोनहरू अक्सर

प्रोटिनबाट निर्मित हुन्छन् । कुनै कुनै स्टेरोइड (Steroid) पनि हुन्छन् । रगतले यसलाई शरीरको अर्को भागमा पुऱ्याउँछ, त्यहाँ यसले विशेष प्रभाव पार्दछ । यसले फिजियोलोजिकल प्रक्रियालाई दबाउँछ र निष्क्रिय पार्छ वा उत्तेजित पार्दछ । हर्मोनको मात्रा ज्यादै कम भए पनि यो प्रभावकारी हुन्छ ।

इन्डोक्राइन ग्रन्थि (Endocrine gland) : हर्मोन उत्पादन गर्ने नलीविहीन ग्रन्थिलाई इन्डोक्राइन ग्रन्थि भनिन्छ । यसको उत्पादन सोझै रगतमा मिसिन्छ । त्यसैले यसलाई नलीविहीन ग्रन्थि पनि भनिन्छ । मानव शरीरमा निम्न प्रकारका हर्मोन ग्रन्थिहरूले कार्य गरिरहेका हुन्छन् ।

क) पिट्युटरी ग्रन्थि (Pituitary gland)

यसबाट निस्कने हर्मोनले अन्य इन्डोक्राइन ग्रन्थिलाई समेत प्रभाव पार्ने भएकाले यसलाई नाइके ग्रन्थि (Master gland) पनि भनिन्छ । यसबाट निस्कने प्रमुख हर्मोन वृद्धि हर्मोन नै हुन् । यसलाई सोमाटो ट्रोपिन भनिन्छ । यसले क्याल्सियमलाई जम्मा गरी शरीरका लामो हड्डी र अन्य हाडको वृद्धि गराउँछ । यसले गर्दा शरीरको उचाइ वृद्धि हुन्छ । पिट्युटरी ग्रन्थिबाट अन्य १० भन्दा बढी प्रकारका हर्मोनहरू पनि उत्पादन गर्दछन् । तिनीहरूले शरीरमा चिल्लो उपयोग गर्ने,पोथीमा दूध उत्पादन बढाउने,बच्चा जन्माउन पाठेघर खुम्चाउने आदि अनेक कार्य गर्दछ । हर्मोनको उत्पादन कम भएमा शरीर पुड्को र बढी भएमा शरीर ज्यादै अग्लो हुन्छ । यसबाट उत्पादन हुने हर्मोन निम्नअनुसार छन् ।

थाइन्वाइड् स्टिमुलेटिङ्ग हर्मोन (TSH or thyrotrophic stimulating hormon)

- **एड्रिनोकोर्टिक ट्रपिक हर्मोन (Adrenocortico trophic hormon) :** यसले चिल्लोको उपयोग, मांसपेशीमा ग्लाइकोजन वृद्धि,थकान अबरोध गर्न मद्दत गर्दछ ।
- **सोमाटोट्रपिक हर्मोन (Somatotrophic hormon) :** यसलाई वृद्धि हर्मोन भनिन्छ ।
- **फोलिकल स्टिमुलेटिङ्ग हर्मोन (Folicle stimulating hormon) :** अन्डासयको फोलिकल परिपक्व गर्ने कार्य नियन्त्रण गर्दछ ।
- **ल्युटिनाइजिङ्ग हर्मोन (Luteiniging hermon) :** केटीमा परिवर्तन ल्याउने, दूध श्राव गर्न दूध ग्रन्थिलाई तयार पार्छ । पुरुषमा यसको सट्टा इन्टर स्टिसियल सेल स्टिमुलेटिङ्ग हर्मोन (ICSH) हुन्छ । यसले टेस्टोस्टेरोन हर्मोन श्राव गर्ने कार्य नियन्त्रण गर्दछ ।
- **ल्याक्टोजेनिक हर्मोन (Lactogenic hermon) :** यो महिलामा मात्र पाइन्छ, दूध ग्रन्थिमा दूध उत्पादन गर्ने कार्य गर्दछ । पिट्युटरी ग्रन्थिको पछाडिको भाग हाइपोथालामसमा निम्न दुई हर्मोन उत्पादन गर्दछ ।
- **अक्सिटोसिन (Oxytocin) :** यसले शरीरभरि धर्सा नभएका मांसपेशी खुम्च्याउने कार्यमा मद्दत गर्दछ । विशेषगरी पाठेघर र दूध ग्रन्थिका नली बरपर मांसपेशीमा ।
- **एन्टी डाइन्युटिक हर्मोन** (Antidiuretic hermon) : यसले मृगौलामा पानी पुन शोषण गर्ने कार्य वृद्धि गर्दछ । यसको कमीले पिसाव बढी हुन्छ । यसले रक्त चाप पनि वृद्धि गर्दछ ।

थाइन्वाइड् ग्रन्थि (Thyroid gland)

तल्लो सर्भिकल भर्टिब्रा र पहिलो थोरासिक भर्टिब्राका अगाडि लारिक्सको दायाँ बायाँ पाइने ग्रन्थि हो । कोल्वाइड (Colloid) नामका अर्ध तरल भएको धेरै फोलिकल मिलेर यो ग्रन्थि बनेको छ । यसमा भएका कोषहरूले थाइरोक्सिन (Thyroxin) हर्मोन उत्पादन गर्दछ । यो हर्मोन सिधै रगतमा जान पनि सक्छ र प्रोटिनसँग मिलेर थाइरोल्गोवुलिन बनी कोल्वाइड्मा सञ्चित हुन पनि सक्छ ।

तन्तुहरूमा उपापचयन (मेटावोलिज्म) नियमित पार्ने कार्य यस हर्मोनले गर्दछ । वृद्धि हर्मोनसँग मिलेर मस्तिष्कको पूर्ण विकास गर्ने कार्य गर्दछ । बच्चाहरूमा यसको कमीले मानसिक दुर्वलता र पुड्को हुन्छ । वयष्कमा यसको कमीले छाला सुखा र खस्रो हुन्छ । मोटोपन बढ्छ र शरीरको तापक्रम कमी भई बढी जाडो हुन्छ । यसको उत्पादन बढेमा मेटावोलिज्म बढछ, नाडीको चाल बढ्छ छिटो नर्भस हुन्छ, शरीरको तौल कम हुन्छ, छाला ओसिलो हुन्छ । यो ग्रन्थि ठूलो भएमा गलगाँड बन्छ र स्वर धोद्रो हुन्छ ।

पाराथायन्वाइड ग्रन्थि (Parathyroid gland)

थाइन्वाइड ग्रन्थिको पछाडीतिरको भागमा केराउजत्रो चारओटा ग्रन्थि हुन्छ । यसलाई पाराथायन्वाइड भनिन्छ । यसबाट पाराथर्मोन (Parathermon) उत्पादन गर्दछ । यसले शरीरमा क्याल्सियम र फस्फोरसको वितरण र मेटावोलिज्म गर्ने कार्य नियमित पार्छ । यो हर्मोन बढी भएमा हड्डीमा भएको क्याल्सियम बढी रगतमा गई पिसावबाट निष्कासन हुन्छ । हड्डी बढी छिद्रयुक्त भई कमजोर पार्छ । मृगौलामा पत्थरी पनि हुन् सक्छ । यो हर्मोन कम भएमा रगतमा क्याल्सियम कमी भई मांसपेशी कडा हुन्छ र वटारिने हुन्छ ।

आड्रिनल ग्रन्थि (Adrinal gland) : प्रत्येक मृगौलाको माथि भागमा रहेको ग्रन्थि हो यो । यसबाट निम्न हर्मोन उत्पादन हुन्छ ।

- **मिनरल कर्टिक्वाइड् (Minerral corticoid)** : यी स्टेरोइड (Steroid) हर्मोन हुन् । यसले शरीरमा, पसिना, पित्त, पिसाव र थुकमा पानी र इलेक्ट्रोलाइट (Na^+, Ca^+, K^+) को मात्रा नियन्त्रण गर्छ । यस हर्मोनको कमीले त लवण र पानी बढी पिसावबाट गुम्छ । रगतमा ती लवणको कमी हुन्छ ।
- **ग्लुको कर्टिक्वाइड् (Glucocorticoids)** : यसले कार्वोहाइड्रेड, चिल्लो र प्रोटिनको मेटावोलिज्म गर्ने कार्य गर्छ । चिल्लो र प्रोटिनबाट पनि ग्लाइकोजिन निर्माण गरी कलेजोमा सञ्चित गर्छ । यसले कोषको ग्लुकोज उपयोग घटाई रगतमा चिनीको मात्रा बढाउँछ । यो हर्मोन बढी भए रक्त चाप वढने र रोगसँग लड्ने क्षमता कम हुन्छ । यी हर्मोन कमी भएमा मांशपेसीकमजोर हुने, रक्तचाप घट्ने र रगतमा चिनी कम हुने आदि हुन्छ । यो हर्मोन बढी भएमा अनुहार, छाती, पेटमा बोसो बढ्ने हुन्छ तर हात र खुट्टामा होइन । पुरुष सेक्स हर्मोन Androgens र महिला हर्मोन इष्ट्रोजिन (Oestrogens) पनि उत्पादन गर्दछ । यसले प्रजनन अङ्गहरूको विकास र कार्यलाई असर गर्दछ ।

- **एड्रीनालिन (Adrenalin)** : यस हर्मोनले शरीरलाई आकस्मिक पर्दा, रिस उठ्दा, डर, त्रास, दु:ख, घाउ चोटपटक लाग्दा, दुखाइको बेला तयारी राख्दछ । यसले मांसपेशी र मुटुमा रगत बढी आपूर्ति गर्न मद्दत गर्दछ । यसले स्वाशक्रियाको गति र गहिराइ बढाउँछ, रगतमा चिनीको मात्रा बढाउँछ ।

- **नरएड्रिनालिन (Noradrenaline)** : यसलाई रगत सञ्चार क्रियाको टनिक (Tonic) हर्मोन पनि भनिन्छ ।

पान्क्रियाज (Pancreas)

यसले पाचन इन्जाइम र हर्मोन दुबै उत्पादन गर्ने भएकाले मिस्रित ग्रन्थि पनि भनिन्छ । यसबाट उत्पादन हुने हर्मोनहरू यसप्रकार छन् ।

- **इन्सुलिन (Insulin)** यसले रगतमा ग्लुकोजको मात्रा घटाउँछ । ती ग्लुकोजलाई कोषले शोषण गरी शक्ति उत्पादन गराउँछ र कलेजोले सोषेर ग्लाइकोजनमा परिणत गराउँछ । यसको कमीले रगतमा चिनीको मात्रा बढ्न गई पिसाबद्वारा निष्कासन गराउँछ । जसलाई डायबेटिज भनिन्छ । यसले शरीर कमजोर भई रक्तचाप कम र दुब्लो हुन्छ ।

- **ग्लुकागोन (Gulcagon)** : यसले कलेजोमा भएको ग्लाइकोजिनलाई ग्लुकोजमा वदलेर रगतमा पठाउँछ । एमिनोएसिडलाई ग्लुकोजमा परिणत गर्दछ ।

मृगौलाले पनि हर्मोन उत्पादन गर्दछ - रेनिन र इरिथ्रोप्वाइटिन । मुटुले बढी तनावको बेला पेप्टाइड हर्मोन निकाल्छ । सालिवरी ग्रन्थिले पारोटिन (Parotin) हर्मोन निकाल्छ । यसले दाँतमा क्याल्सियम जम्मा गर्छ ।

त्यस्तै पाचन नलीमा भएका केही कोषहरूले पनि हर्मोन उत्पादन गर्छ । जस्तै: आमाशयमा ग्याष्ट्रिकरस श्रवित गर्दछ र ड्युडेनममा निस्कने सेक्रिटिनले पित्तमा पानी र वाइकार्वोनेट बढाउँछ आदि ।

गोनायड (Gonads)

पुरुषमा अण्डकोष र स्त्रीमा अन्डासयलाई गोनायड भनिन्छ । पुरुषमा अण्डकोषबाट एन्ड्रोजिन उत्पादन हुन्छ । टेस्टोस्टेरोन र एन्ड्रोस्टेरोन दुवै एन्ड्रोजिन हुन् । टेस्टस्टेरोनले पुरुषमा प्रजनन अङ्गहरूको विकास र परिपक्व बनाउँछ । पुरुष लक्षणहरू जस्तै चौडा छाती, जुँगा दाह्री, मांसपेशीको वृद्धि, मेटावोलिज्म बढी आदि गराउँछ । महिलाहरूमा अण्डाशयले इष्ट्रोजिन र प्रोजिस्ट्रोन हर्मोन उत्पादन गर्दछ ।

इष्ट्रोजिनले महिला प्रजनन अङ्गहरूको विकास र वृद्धिमा नियन्त्रण गर्दछ । साथै स्त्रित्वको विकास गर्छ जस्तै तिखो स्वर, स्तनको विकास, तिघ्रामा बोसो जम्मा गर्ने, नितम्ब चौडा पार्ने आदि गर्छ । प्रोजेस्टेरोनले गर्भाशयमा अस्थायी परिवर्तन ल्याई अण्डलाई ग्रहण गर्ने कार्य गराउँछ । गर्भको बेला भ्रूणलाई गर्भाशयको भित्तामा टाँसेर राख्छ । साल (Placenta) को विकास गराउँछ ।

ह्युमान कोरियोनिको गोनाडोट्रोपिन (Human chorionic gonadotropin) : यो हर्मोन सालले उत्पादन गर्दछ । यसले गर्दा प्रोजेस्टेरोन हर्मोनको उत्पादन जारी रहन्छ । पिसावमा h c g को उपस्थितिले महिला गर्भवती भएको सङ्केत गर्दछ ।

२.११ प्रजनन क्रिया

प्रकृतिमा हरेक जीव एउटा निश्चित उमेर पुगेपछि मरेको देखिन्छ । जन्मिनु र मर्नु सजीवहरूको प्रमुख लक्षण नै हो । तर सबै जसो जीवले वयस्क भएपछि आफूजस्तै नयाँ जीव उत्पादन गर्दछ । यसरी नै हरेक जीवले आफ्नो जातीय अस्तित्त्व कायम राख्न सघाउँछ । प्रकृतिमा जीवहरूले आफूजस्तै सन्तान जन्माउने क्रियालाई प्रजनन क्रिया भनिन्छ । प्रजनन क्रिया दुई प्रकारका छन् ।

(क) अमैथुनिक (Asexual) (ख) मैथुनिक (Sexual)

(क) **अमैथुनिक प्रजनन (Asexual reproduction)** लैङ्गिकहरू (Gametes) को निर्माण र संयोजन विना कुनै जीवको शरीरको कुनै भागबाट नयाँ जीव उत्पत्ति हुने क्रियालाई अमैथुनिक प्रजनन भनिन्छ । अमैथुनिक प्रजनन क्रिया हुँदा एउटै मात्र जीव सङ्लग्न रहन्छ, भाले र पोथी हुँदैन । यस क्रियामा ग्यागेटहरू बन्दैनन् । यस क्रियामा माइटोसिस क्रियाबाट मात्र कोष विभाजन हुन्छ । यसमा हाप्लाइड (Haploid) र डिप्लाइड (diploid) एकपछि अर्को दोहोरिने गर्दैन । माउ र सन्तानबीच वंशाणुगत समानता हुन्छ । अमैथुनिक प्रजनन क्रिया धेरै प्रकारका हुन्छन् : भेजिटेटिभ र स्पोरुलेसन

२.११.१ भेजिटेटिभ प्रजनन (Fission)

(क) **फिसन (Fission) :** कुनै जीवको शरीर दुई वा बढी सन्ततिहरूमा विभागजन हुने प्रजनन क्रियालाई फिसन भनिन्छ । एउटा परिपक्व जीव दुईओटामा विभाजन भयो भने त्यसलाई द्विभाजन (Binary fission) भनिन्छ । अमिवा, पारेमेसियम, युग्लिना जस्ता एक कोषीय जीवमा यस प्रकारको प्रजनन हुन्छ । एउटा जीव विभाजित भएर धेरै उस्तै किसिमका सन्ततिहरू भए भने त्यस्तो प्रकारको प्रजननलाई बहुविभाजन (Multiple fission) भनिन्छ । अमिवा प्लाज्मोडिज्म र मनोसाइटहरूमा यस प्रकारको विभाजन हुन्छ ।

(ख) **वडिङ्ग (Budding) :** माइटोसिस कोष विभागजन क्रिया भई जीवको शरीरमा टुसा निस्कन्छ । उक्त टुसा पूर्ण विकसित भई माउबाट छुट्टिन्छ । जस्तै हाइड्रामा यस प्रकारको प्रजनन हुन्छ । त्यस्तै एककोषीय वनस्पति यिस्टमा कोषको एक भागमा टुसा निस्कन्छ । अनि न्युक्लियस विभाजन भई एउटा न्युक्लियस उक्त टुसामा जान्छ । उक्त टुसा विकसित भई नयाँ कोष बन्छ र माउबाट छुट्टिन्छ । यसरी वडिङ्गबाट यिस्टमा कोषहरू जोडेर सिक्रीजस्तै लामो शाखा र उपशाखाहरू बनिरहेका पनि देखिन्छन् । तर अन्तमा ती कोषहरू एक अर्कासँग छुट्टिन्छन् ।

(ग) **एड्भान्टिसस् वड (Adventitious buds) :** कुनै कुनै विरुवाको पातको किनारामा नशाको टुप्पामा नयाँ टुसाहरू निस्केर जरासहितको साना बिरुवा बन्दछ । ती बिरुवा पातबाट माटोमा झरेर नयाँ बिरुवामा विकसित हुन्छन् । यस प्रकारको प्रजनन ब्रायोफाइलम (Bryophyllum) कलाँची (Kalanchoe), विगोनिया (Bigonia) आदिमा हुन्छन् ।

(घ) **जमिनमुनिको काण्डबाट** : आलु, प्याज, लसुन, अदुवा, वेसार आदिमा काण्ड रोपेपछि तिनैका आँख्लाबाट पलाएर नयाँ कोपिला बन्दछ । तिनै कोपिला विकसित भएर नयाँ बिरुवा बन्दछ ।

(ङ) **काण्डलाई काटेर (Stem cuttings)** : काण्डलाई काटेर टुक्रा पारी रोप्दा प्रत्येक टुक्राबाट कोपिला निस्कन्छ र नयाँ जीव बन्दछ । जस्तै: उखु, गुलाव, नीलकाँडा (Duranta), कोलियस (Coleus) आदिमा यस प्रकारको प्रजनन हुन्छ ।

(च) **रिजेनेरेसन (Regeneration)** : कुनै कुनै जीवहरूको शरीरलाई टुक्रा पारे भने ती प्रत्येक टुक्रा नयाँ जीव बन्दछ भने यस प्रकारको प्रजननलाई रिजेनेरेसन वा फ्राग्मेन्टेसन भनिन्छ । हाइड्रा टेपवर्म, आदि ।

(छ) **कलमी (Grafting)** : आँप, सुन्तला, अम्वा आदि फलका बोटहरूमा कलमीबाट नयाँ बिरुवा उमारिन्छ । यसको लागि एउटा बिरुवाको हाँगा अर्को जरासहितको बिरुवामा काटेर जोडिन्छ । जुन हाँगा जोडिएको हो त्यस्तै अनुरूपको बिरुवा बन्दछ ।

(ज) **स्पोरुलेसन (Sporulation)** : यस प्रकारको प्रजनन क्रियामा विशेष प्रकारका कोषहरू वीजाणुहरू (Spores) निर्माण हुन्छ । माऊ वनस्पतिमा बन्ने यी वीजाणुहरू अङ्कुरण भई नयाँ वनस्पति बन्दछ । वीजाणुहरू अत्यन्त साना र एक कोषीय हुन्छ । ढुसी जातका वनस्पतिहरू म्युकर, च्याउका साथै मस, उन्यू आदि जातका वनस्पतिमा वीजाणुबाट प्रजनन हुन्छ । हरियो अल्गीका वीजाणु पानीमा पौडिन सक्ने पनि हुन्छ । जस्तै भौचेरिया (Voucheria) मा वीजाणु पौडिन सक्ने हुन्छ । वीजाणुहरू अवलोकन गर्न निम्न क्रियाकलाप गराउन सकिन्छ :

क्रियाकलाप

परिपक्व भई छिपेको उन्यूको पातमा तल्लो सतहमा सेता पाउडर देखिन्छ । ती पाउडरका प्रत्येक कण, वीजाणु हुन् । एउटा हाते लेन्सको मद्दतले वीजाणुहरू अवलोकन गर्न सकिन्छ :

फाइदा : अमैथुनिक प्रजनन क्रियाबाट निम्न फाइदाहरू हुन्छन् :

- वीउ नबन्ने, कमसल खालको वीउ बन्ने, वीउ वन्न गाह्रो हुने बिरुवालाई अमैथुनिक विधिबाट सजिलै प्रजनन गर्न सकिन्छ ।
- यस विधिबाट बनेका सन्तानमा पैतृक गुण यथावत रहन्छ । त्यसैले एकचोटी उन्नत गुणहरू विकसित गरेपछि सो गुण सन्तानमा कायम राख्न यो विधि बढी उपयोगी छ ।
- यो विधि सस्तो, छिटो र सजिलो छ ।

२.११.२ मैथुनिक प्रजनन (Sexual reproduction)

भाले ग्यामेट र पोथी ग्यामेट संलग्न भई गर्भाधान भएर बनेको जाइगोटबाट नयाँ जीव विकसित हुने प्रजनन क्रियालाई मैथुनिक प्रजनन भनिन्छ । यस प्रक्रियामा ग्यामेटहरू मियोसिस कोष विभाजन क्रियाबाट बन्ने भएकाले तिनीहरूमा क्रोमोजोम सङ्ख्या हायप्लाइड (Haploid) हुन्छ । ग्यामेटहरू सधै एककोषीय नै हुन्छन् । दुईओटा भाले र पोथी हायप्लाइड् ग्यामेटहरू संयोजन भई जाइगोट बन्ने

भएकाले यसमा क्रोमोजोम सङ्ख्या डिप्लाइड नै हुन्छ । जाइगोट कोष माइटोसिस क्रियाबाट विभाजन भई नयाँ सन्तान बन्ने भएकाले उक्त सन्तानमा क्रोमोजोम सङ्ख्या त्यही जातिका अन्य जीवमा जस्तै डिप्लाइड् नै हुन जान्छ । ठूला र विकसित प्राणीहरूमा भाले र पोथी जीव अलग हुन्छ । तिनीहरू एक लिङ्गी (Unisexual) हुन् । भाले जीवमा भाले ग्यामेट (शुक्रकीट) उत्पादन हुन्छ भने पोथी जीवमा पोथी ग्यामेट (डिम्ब) उत्पादन हुन्छ । कुनै जीवहरूमा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग एउटै जीवमा हुन्छ । तिनीहरूलाई हर्माफ्रोडाइट (Hermaphrodite) भनिन्छ । जस्तै गड्यौला, टेपवर्म, जुका, लिभरफ्लुक आदि । वनस्पतिहरूमा फूल नै प्रजनन अङ्ग हो । फूलमा भाले र पोथी प्रजनन अङ्ग एउटैमा भएमा, तिनीहरूलाई द्विलिङ्गी (Bisexual) भनिन्छ । उदाहरण: तोरी, घण्टी फूल । एउटा फूलमा भाले वा पोथी अङ्ग मात्र भएमा एक लिङ्गी फूल (Unisexual) भनिन्छ ।

कन्जुगेसन (Conjugation)

सरल र अविकसित वनस्पतिहरूमा दुई ओटा ग्यामेटहरू (भाले र पोथी नछुटिएका) संयोजन भई जाइगोस्पोर बन्ने क्रियालाई कन्जुगेसन भनिन्छ । यसमा भाले र पोथी नभई दुवै एकै प्रकारका हुन्छन् । जाइगोस्पोर विकसित भई नयाँ वनस्पति उत्पत्ति हुन्छन् । कन्जुगेसन हुँदा भाले र पोथी ग्यामेट छुट्टिँदैन । यस्तो क्रिया म्युकर, युलोथ्रिक्स, स्पाइरो गाइरा जस्ता वनस्पतिमा हुन्छ । यस्तै अमिवा, पारेमेसियम जस्ता एक कोषीय प्राणीमा पनि कन्जुगेसन क्रिया हुन्छ ।

पार्थिनोजिनेसिस (Parthenogenesis)

एगसेल (Egg cell) मा गर्भाधान क्रिया नभई जाइगोटमा विकास हुने क्रियालाई पार्थिनोजिनेसिस भनिन्छ । यसपछि जाइगोट विकास भएर नयाँ जीव बन्छ । स्पाइरोगाइरा,म्युकर र केही जातका उन्यूमा यस्तो हुन्छ । पार्थीनोजिनेसिस भई उत्पादन हुने फलमा बीउ हुँदैन । जस्तै केरा, भुइकटहर, अम्बा, अङ्गुर, स्याउ, नासपाती, मेवा आदिमा यस्तो हुन् सक्छ । मौरीमा गर्भाधान नभएको फुलबाट भाले मौरी बन्दछ यो पनि पार्थिनोजिनेसिस नै हो । नाप्थालिन वा एसेटिक एसिड छर्केर पनि पार्थिनोजिनेसिस् गराउन सकिन्छ ।

मैथुनिक प्रजनन क्रियाका फाइदाहरू :

* ग्यामेटहरू मियोसिस कोष विभाजनबाट बन्दछन् । मियोसिस क्रियामा क्रसिङ्ग ओभर हुँदा आमा र बुबापट्टिका पुर्ख्यौली गुणहरू साटफेर हुन्छ । दुवैपट्टिका गुणहरू सन्तानमा देखापर्दछन् ।
* मैथुनिक प्रजनन भई जन्मिने सन्तानमा परिवृत्ति हुन्छ नयाँ नयाँ लक्षणहरू देखा पर्दछन् । यसले क्रम विकासमा मद्दत गर्दछ ।
* मैथुनिक प्रजनन हुने जीवहरूमा कृत्रिम तरिकाबाट गुण सुधार गरी उन्नत जातिका जीवहरू विकसित गराउन सकिन्छ ।
* प्रयाजसो कमसल गुणहरू लुप्त हुन्छन् । मैथुनिक प्रजननले गर्दा लुप्त गुण देखा पर्न दिँदैन ।

२.१२ अस्थी प्रणाली (Skeletal system)

शरीरलाई निश्चित आकार दिन, प्रमुख अङ्गहरूको सुरक्षा गर्न, खनिज पदार्थहरू भण्डार गर्न, शरीरमा चाल उत्पन्न गर्न, रक्तकोषहरू उत्पादन गर्न आदि विभिन्न कार्यका लागि हाडहरूको ढाँचा (Frame) निर्माण भएको छ । त्यसलाई अस्थिपञ्जर (Skeletal frame work) भनिन्छ । यसलाई निम्न भागहरूमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।

१. टाउकोको हाड (Bones of head)

२. धडको हाड (Bones of trunk)

३. हातको हाड र पेक्टोरल गर्डल (Bones of upper limb and sholder girdle)

४. खुट्टाको हाड र पेल्भिक गर्डल (Bones of lower limb and pelvic girdle)

टाउको र जीउको हाडलाई संयुक्त रूपमा अक्षीय हाड (Axial skeleton) प्रणाली भनिन्छ । यसले शरीरलाई थाम्ने कार्य गर्दछ । त्यस्तै हात, खुट्टा र गर्डल हाडहरूलाई एपेन्डिकुलर हाड प्रणाली (Appendicular skeletion) भनिन्छ ।

टाउकोको हाडलाई दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ :

१. **खप्परको हाड (Cranium bones)**

२. **अनुहारको हाड (Facial bones)**

खप्पर एउटा बक्सजस्तो हुन्छ जसभित्र मस्तिष्क सुरक्षित रहन्छ । यसमा आठ टुक्रा हाडहरू हुन्छन् । जस्तै :

फ्रन्टल हाड (Frontal bone)	१
पेराइटल हाड (Parietal bone)	२
अक्सिपिटल हाड (Occiptal bone)	१
टेम्पोरल हाड (Temporal bone)	२
इथम्वाइड हाड (Ethmoid bone)	१
स्फेन्वाइड हाड (Sphenoid bone)	१

निम्न १४ टुक्रा हाडहरू मिलेर अनुहारको निर्माण हुन्छ । अनुहारको सुन्दरता ती हाडको बनोटमा पनि निर्भर रहन्छ ।

तल्लो बङ्गारा (Mandible) १

माथिल्लो बङ्गारा (Maxilla) २

जाइगोमाटिक हाड (Zygomatic) २

नाकको हाड (Nasal) २

लाक्रीमल (Lacrimal) २

भोमर (Vomer) १

प्यालाटाइन (Palatin) २

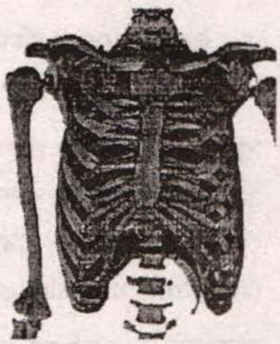
इन्फेरियर नेजल कन्की (Inferior nasal conchea) २

धड्को हाड **(Bones of trunk)** : टाउको हात खुट्टावाहेकको शरीरको भागलाई धड् (Trunk) भनिन्छ । यसका हाडहरू निम्नअनुसार छन्:

१. स्टर्नम (Sternum) - १

२. करङ्ग (Ribs) - २४ ओटा (१२ जोडा)

३. मेरुदण्ड (Vertebral column) - ३३ ओटा



स्टर्नम

छातीको बीचमा रहेको लामो चेप्टो हाड हो । यसको माथिल्लो भागले क्लाभिकललाई थाम्छ । यसमा करङको पहिलो सात जोडा हाडहरू जोडिएको हुन्छ । करङ, स्टर्नम र ढाडको हाडमिलेर छातीको पिँजडा बन्दछ जसभित्र मुटु र फोक्सो सुरक्षित रहन्छ ।

करङ्ग

पहिलो सात जोडालाई सही करङ्ग (True ribs) भनिन्छ । यिनीहरू शरीरको पछाडिपट्टि रहेको मेरुदण्डका हाडहरू र अगाडितिर स्टर्नमसँग जोडिएको हुँदा अत्यन्त बलिया हुन्छन् । आठौं नवौं र दसौं करङ्गहरू मेरुदण्डको हाडहरूसँग जोडिए तापनि अगाडितिर सातौं करङ्गसँग मात्र संयुक्त भएर जडान भएकोले कमजोर हुने हुँदा भुठा करङ्ग (False ribs) भनिन्छ । अन्तिम एघारौं र बाह्रौ करङ्गहरू मेरुदण्डको हाडसँग मात्र जोडी अगाडिको छेउ स्वतन्त्र भएकाले धेरै कमजोर हुन्छ । यिनीहरूलाई तैरिएको करङ्ग (Floating ribs) भनिन्छ ।

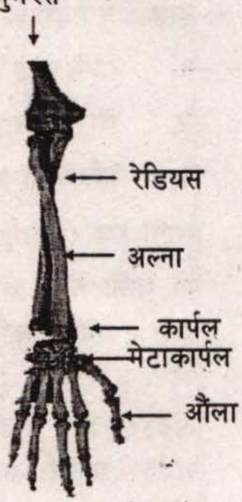
मेरुदण्ड (Vertebral column)

ससाना अनियमित आकारका हाडका टुक्रा मिलेर मेरुदण्डको निर्माण भएको हुन्छ । यी हाडका टुक्राहरूलाई भटिव्रा (Vertebra) भनिन्छ । मेरुदण्डबीचको अक्ष (धुरी) को काम गर्दछ साथै यसले सुषुम्नालाई पनि सुरक्षा दिन्छ । ससाना हाडका टुक्राहरू मिलेर बनेको हुँदा यसलाई केही हदसम्म वटार्न र बङ्ग्याउन सकिन्छ । यो अलिकति लचिलो भई चोट थाम्न सक्ने हुन्छ । भर्टिव्रालाई निम्न समूहमा छुट्टाइएको छ :

गर्दनको सर्भिकल भर्टिब्री (Cervical vertebrae) : ७ ओटा
छातीको थोरासिक „ (Thoracic vertebrae) १२ „
कमरको लुम्बर „ (Lumber vertebrae) ५ „
नितम्बको साक्रल „ (Sacral vertebrae) ५ „
पुच्छरको कक्सिजियल „ (Coccegial vertebrae) ४ „

साक्रल भर्टिब्री ५ ओटा वयस्कहरूमा जोडिएर एउटै बनेको हुन्छ । त्यस्तै कक्सिजियल भर्टिब्री पनि जोडिएर एउटै बनेको हुन्छ ।

एपेन्डिकुलर हाड (Appendicular skeletion)



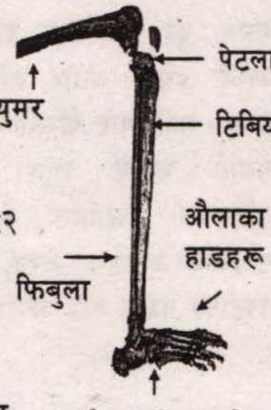
- अगाडिको काँधको गर्डल (Shoulder or pectoral gerdle) यसअन्तर्गत : क्लाभिकल (Clavicle) – एकजोडा (२ ओटा) र स्कापुला (Scapula) १ जोडा (२ ओटा)
- हातको हाड (Bones of upper limb) यसअन्तर्गत निम्न हाडहरू पर्दछन्

– पाखुराको ह्युमरस हाड (Humerus bone) १X२ ओटा
– नाडीको हाड रेडियस अल्ना (Radius ulna)२X२
– नाडीको हाड कार्पल्स (Carpels) ८X२ ओटा
– हत्केलाका मेटाकार्पल्स (Metacarpels) ५X२ ओटा
– औंलाका हाडहरू (Phalanges) १४X२ ओटा

काँध र दुइओटा हातहरूमा जम्मा ६४ ओटा हाडका टुक्राहरू हुन्छ ।

खुट्टाको हाड (Bones of hind or lower limb) : यसअन्तर्गत निम्न हाडहरू पर्दछन्

– नितम्बमा रहेको पेल्भिक गर्डल (Pelvic girdle) २ ओटा
– तिघ्राको फ्युमर हाड (Femur bone) १X२ ओटा
– घुँडाको हाड पटेला (Patella) १X२ ओटा
– पिँडौलाको हाड टिवियर फिवुला (Tibia and fibula) २X२
– कुर्कुच्चाको हाड टार्सल (Tarsal) ७X२ ओटा
– पैतालाका मेटाटार्सल (Metatarsal) ५X२=१० ओटा
– खुट्टाको औंलाका हाडहरू (Phallanges) १४X२=१४ ओटा



पेल्भिक गर्डल र दूईवटा खुट्टाहरूमा जम्मा गरेर स्राक्टबाहेक ६४ ओटा हाडमा टुक्राहरू हुन्छ । यसरी शरीरभरि जम्मा २०६ टुक्रा हाडहरू मिलेर अस्थिपञ्जर (Skeletal system) बनेको हुन्छ ।

–	टाउकोको हाड	२२
–	छातीको हाड	२५
–	ढाडको हाड	३३
–	हातको हाड	६४
–	खुट्टाको हाड	६२
		२०६

हाडको किसिम (Types of bones)

हाड तीन प्रकारका छन् :

१. लामो हाड (long bone)

२. चेप्टो हाड (Flat bone)

३. अनियमित आकारका हाड (Irregular bone)

लामो हाड (Long bone)

यो लामो नली आकारको र दुई टुप्पा भएको हुन्छ । नलीभित्र पहेँलो मासी (bone marrow) हुन्छ । यसको बाहिरी भागमा कडा हाड (Compact bone) हुन्छ । मासीमा चिल्लो र रगत कोषहरू रहेका हुन्छन् । यस हाडका दुई छेउमा स्पन्जी हाडको पिण्ड हुन्छ । यसभित्र खाली ठाउँहरू रातो हाडमासीले भरिएको हुन्छ । स्पन्जी हाडको बाहिर कडा हाडले ढाकेको हुन्छ । हाडको बाहिरी भाग रेसादार र बलियो तन्तुको पातलो तहले ढाकेको हुन्छ । यस तहलाई पेरिओस्टिम (Periosteum) भनिन्छ ; यसमा प्रसस्त रक्तनलीहरू हुन्छन् जसले हाडलाई आवश्यक पौष्टिक पदार्थ आपूर्ति गर्दछन् । नली हाडका उदाहरणमा ह्युमर, फ्युमरस, रेडियसअल्ना, क्लाभिकल र औलाका हाडहरू आदि पर्दछन् ।

चेप्टो हाड

यसमा दुई तह कडा हाडलाई बीचमा रहेको स्पन्जी हाडले जोडेर बनेको चेप्टो आकारको हुन्छ । बाहिरबाट पेरिओस्टियमले ढाकेको हुन्छ । यसमा भएका रगत नलीहरूले हाडलाई आवश्यक पदार्थहरू आपूर्ति गरिरहन्छ । टाउकोका हाडहरू, करङ्ग, स्कायपुला, पेल्भिक र पेक्टोरल गर्डल आदि चेप्टा हाड हुन् ।

अनियमित आकारका हाड

यसमा स्पन्जी हाडको पिण्डलाई कडा हाडले ढाकेर बनेको अनियमित आकार (कुनै ज्यामितीय आकार नभएको) को हुन्छ । यसको पनि बाहिरी तह पेरिओस्टिमले ढाकेको हुन्छ । यस्ता हाडहरू हत्केला, ढाड, कुर्कुचा आदि ठाउँमा पाइन्छन् ।

यहाँनिर हामीले एउटा क्रियाकलाप देखाउन सकिन्छ । क्रियाकलापले हाडको आकारका बारेमा प्रस्ट पार्दछ ।

क्रियाकलाप

विभिन्न प्रकारले हाड भाँचिएर वा अन्य उपचारका लागि खिचिएका जुन एक्सरे छन् त्यस्ता एक्सरेहरू सङ्कलन गरेर राख्न सकिन्छ । त्यस्ता एक्सरे देखाएर विद्यार्थीहरूलाई हाडको आकार देखाउन सकिन्छ ।

हाडका जोर्नीहरू (Bone joints)

हाडको पाठ पढाउने सिलसिलामा खप्पर हाड पढाउँदा विद्यार्थीले मसँग प्रश्न गरे कि खप्परको हाड एउटै ढिक्का हो ? होइन भने त्यँहा किन जोर्नी देखिएन र जोडिएको ठाँउमा चलाउन सकिएन ? उक्त जिज्ञासा मेट्न मैले जोर्नीहरू बारे पढाउन र खप्परका हाडको नमुना देखाउन उपयुक्त ठानें । के तपाईंको विद्यालयमा अस्थिरपञ्जरको नमुना छ ? छैन भने कुनै ससाना जनावर खरायो, मुसा, परेवा कुखुरा आदिबाट प्राप्त गर्न सकिन्छ । मरेका जनावरलाई ६ महिनाजति जमिनमुनि गाडेर राख्ने मासु जम्मै कुहिन्छ हाडमात्र बाँकी रहन्छ । अथवा त्यस्ता मरेका जनावरलाई पोटासियमहाइड्रोक्साइड हालेर उमाल्ने मासु जति गलेर जान्छ हाडमात्र बाँकी रहन्छ ।

अब हाडका जोर्नीहरू बारे विचार गरौं । दुईओटा हाडका छेउहरू एक अर्कासँग भेटिने ठाउलाई जोर्नी भनिन्छ । जोर्नीहरू तीन वर्गका हुन्छन् ।

१. अचल जोर्नी (Fixed joint)

२. अर्धचल जोर्नी (Slightly movable joint)

३. चल जोर्नी (Movable joints)

१. अचल जोर्नी : दुईओटा हाडका किनाराहरू जोडिएर डोभटेल (Dovetail) प्रकारको जोर्नी बन्दछ । बीचमा पातलो रेसादार तन्तु हुन्छ । यस्ता जोर्नीहरू सामान्यतया चलाउन सकिदैन । जस्तै खोपडीमा यस्तै जोर्नीहरू पाइन्छ । जसलाई सुचर (Sutures) भनिन्छ । यस प्रकारको जोर्नीलाई रेसादार जोर्नी पनि भनिन्छ ।

२. अर्धचल जोर्नी : यस प्रकारका जोर्नीमा दुईओटा हाडका छेउहरू कुरकुरे हाडले ढाकेको हुन्छ । तिनीहरूको बीचमा पनि रेसादार कुर्कुरे हाड हुन्छ । जोर्नीलाई लिगामेन्ट तन्तुले ढाकेको हुन्छ । भर्टिव्राहरूको जोर्नी, स्टर्नमको जोर्नीहरू यस प्रकारका हुन् । यस्ता जोर्नीहरू केही हदसम्म चलाउन सकिन्छ । यस्तो जोर्नीलाई कार्टिलेज जोर्नी पनि भनिन्छ ।

३. **चलजोर्नी** : जोडिएका हाडका छेउहरू कुर्कुरे हाडले ढाकेको हुन्छ । यसले घर्षण कम गर्नुको साथै हाडहरू ठोकिँदा चोट कम पार्न मद्दत गर्छ । । जोर्नीको बीचमा साइनोभियल तरलले भरेको हुन्छ । यसले हाडहरूको चालमा घर्षण कम गरी हाड खिइनुबाट बचाउँछ । जोर्नीलाई साइनोभियल झिल्ली र लिगामेन्टले पूरै ढाकेको हुन्छ । यस्तो जोर्नीलाई राम्ररी चलाउन सकिन्छ । घुँडा, कुहिनो, कुम आदि ठाउँका जोर्नीहरू यस प्रकारका हुन् । यस्ता जोर्नीलाई साइनोभियल जोर्नी पनि भनिन्छ । यी जोर्नी निम्न प्रकारका हुन्छन् :

- कब्जावाल जोर्नी (Hinge joint) : यस प्रकारका जोर्नीमा अङ्गहरू एउटै दिशामा मात्र चलाउन सकिन्छ । घुँडा र कुहिनोको जोर्नी यस प्रकारका छन् ।
- किले जोर्नी (Pivot joint) : यस प्रकारका जोर्नीमा अङ्गहरू घुमाउन सकिन्छ । जस्तै: कुइनोमा रेडियस अल्ना, गर्दनमा पहिलो र दोस्रो सर्भिकल (Atlo र Anus) भर्टिब्राको जोर्नी ।
- बल सकेट जोर्नी : यस प्रकारको जोर्नीमा एउटा हाडको छेउ गोलाकार टाउको र अर्कोको छेउमा कप आकारको सकेट हुन्छ । सकेटमा टाउको ठीक मिल्ने हुन्छ । उदाहरण हिप र कुमको जोर्नी । यस्तो जोर्नीलाई विभिन्न दिशामा घुमाउन सकिन्छ ।
- घिस्रने जोर्नी (Gliding joints) : हाडहरू एक अर्कासँग घिस्रेर चालमा आउने तर चाललाई लिगामेन्टले सीमित पार्ने जोर्नीलाई घिस्रने जोर्नी भनिन्छ । टार्सल, मेटायर्सल, कार्पल आदि यस प्रकारका जोर्नी हुन् ।

जोर्नीमा चाल : मांसपेशीबाट जोडिएका टेन्डनको अर्को छेउ हाडमा टाँसिएका हुन्छन् । टेन्डन नतन्किने र अत्यन्त वलियो रेसादार तन्तु हो । मांपेशीखुम्चिने र फुक्ने क्रममा हाडलाई तान्ने र घचेट्ने गर्दछ । यसरी हाडलाई चालमा ल्याइन्छ । हाडहरूका बीचमा हुने साइनोभियल तरल अन्यन्त चिप्लो हुनाले यसले हाडहरू घिस्रँदा घर्षण कम गरी चाललाई सजिलो पार्छ र हाड खिइनुबाट बचाउँछ । हाडका टुप्पालाई कार्टिलेजले ढाकेको हुन्छ । यसले सतह चिप्लो पार्छ र घर्षण कम गर्छ । यो नरम भएकोले शोषण गरी चोट लाग्नबाट बचाउँछ । त्यस्तै जोर्नीमा हाडका छेउहरूलाई लिगामेन्टले लपेटेर जोडेको हुन्छ । लिगामेन्ट पनि अत्यन्त बलियो रेसादार तन्तुले बनेको तर अलि तन्किने खालको हुन्छ । यसले जोर्नी फुस्किनबाट बचाउँछ ।

२.१२ **अनुकूलता (Adaptation) :** हामी कुनै कामको सिलसिलामा मुस्ताङ्को जोमसोम गएका थियौं । भाद्रको महिना थियो । काठमाडौंमा धेरै गर्मी नै मान्नुपर्छ । तर जोमसोममा साँझ विहान चिसो थियो । त्यहाँका अधिकांश डाँडाहरू त मरुभूमिजस्तै नाङ्गा चट्टान र बालुवा माटो मात्रै भएका थिए । एक किसिमको मरुभूमि थियो । मलाई एउटा कुरा अचम्म लाग्यो त्यो के भने त्यहाँ कुनै लामखुट्टे वा झिङ्गा थिएन । मैले बुझ्दा त्यहाँ सर्प र भ्यागुता जस्ता प्राणीहरू पनि नपाइने रहेछ । हामीले काठमाडौंमा देखेका कतिपय जनावरहरू र वनस्पति त्यहाँ थिएनन् । काठमाडौंमा नभएका बिरुवाहरू भने त्यहाँ प्रशस्तै थिए । स्याउ पनि प्रशस्तै फल्ने र त्यहाँका स्याउ अत्यन्त मीठो र रसिलो पनि रहेछ ।

त्यस्तै कामका सिलसिलामा हामी एक पटक पुस महिनामा जनकपुर गएका थियौं । काठमाडौंमा जाडो निकै थियो तर जनकपुरमा त्यस्तो थिएन । काठमाडौंमा धेरै पहिलेदेखि लामखुट्टे गायव भइसकेका थिए । तर जनकपुरमा त अझै लामखुट्टेको बिगबिगी थियो । यसरी हामीलाई के अनुभव गरायो भने एउटै देशमा पनि विभिन्न भागमा फरक हावा पानी र उचाइले गर्दा वनस्पति र प्राणीहरूलाई निकै असर गर्दो रहेछ । कुनै ठाउँको हावापानी कुनै खास जातका वनस्पति र प्राणीहरूको निमित्त सुहाउँदा थिए भने अर्कोथरीका प्राणी र वनस्पति त्यही वातावरणमा मिलेर बाँच्न नसक्दा रहेछन् । मिलेर बाँच्न नसक्ने वनस्पति र प्राणीहरू ती वातावरणबाट लोप भएर जान्छन् । यसरी प्राणी र वनस्पतिहरू हावापानी र वातावरणअनुसार मिलेर वस्न सक्ने गुणलाई अनुकूलता भनिन्छ । तिनीहरूको शारीरिक बनोट, स्वरूप र स्वभावसमेत वातावरणअनुसार फरक फरक हुन्छन् भन्ने कुरा हामी निम्न उदाहरूणहरूबाट पनि स्पष्ट पार्न सक्छौ ।

२.१२.१ **परजीवी** : अरूको शरीरबाट सो जीवलाई नमारिकन खाद्यपदार्थ प्राप्त गर्ने जीवलाई परजीवी (Parasite) भनिन्छ । परजीवीलाई खाद्यवस्तु उपलव्ध गराउने जीवलाई होस्ट (Host) भनिन्छ । परजीवीहरू वनस्पति वा प्राणी दुवै हुन् सक्छ ।

परजीवी वनस्पतिः अरू वनस्पति वा प्राणीको शरीरमा हुर्केर त्यसकै शरीरबाट पूरै वा आंशिक रूपले खाना प्राप्त गर्ने वनस्पति परजीवी वनस्पति भनिन्छ । फूल फुल्ने वनस्पतिहरू पूर्ण परजीवी वा आँशिक परजीवी हुन् सक्छ । पूर्ण परजीवीको रङ हरियो हुँदैन किन कि तिनीहरूले आफूलाई चाहिने सबै खाना होस्टबाट प्राप्त गर्ने भएकाले हरितकणको आवश्यकता छैन । यसको उदाहरण डोडर (dodder), स्वर्णलता, आकाश वेल आदि हुन् ।

आंशिक परजीवीको रङ हरियो हुन्छ र केही खाना आफै वनाउँछ । उदाहरण मिष्टलेटी (Mistletoe), क्यासिथा (Cassytha)

२.१२.२ **परजीवी प्राणी** : परजीवीहरूले खाना होस्टबाट प्राप्त गर्न होस्टको शरीरको कुनै भागमा अडिरहनु जरुरी हुन्छ । यसको लागि परजीवीमा अङ्कुस (hooks) र चुसक (Sucker) को विकास भएको हुन्छ । जस्तो टेपवर्म, हुकवर्म, लिभरफ्लुक आदिमा तिनीहरूको शरीरको आकार पनि तिनीहरू रहने ठाउँअनुसार सुहाउदो हुन्छ । टेपवर्म, राउण्डवर्मको शारीर लाम्चो हुन्छ किन कि तिनीहरू लामो आन्द्रामा रहन्छ ।

त्यस्तै वाह्य परजीवीहरू लामखुट्टे, उपियाँ आदिको मुखमा रगत चुस्न मिल्ने खालको बनोट हुन्छ । उपियाँको शरीर चेप्टो हुने हुनाले यसलाई होस्टको रौं र प्वाँखको बीचमा हिँडडुल गर्न सजिलो हुन्छ । टाउकोमा पाइने जुम्रा कालो र लुगामा पाइने सेतो हुन्छ । कुनै कुनै जुम्रामा रौं, चाँया र इपिथेलियल तन्तुको विग्रेको भाग समेत चपाउन सक्ने बनोट मुखमा हुन्छ । हुकवर्मको पनि मुखभित्र दाँत हुन्छ यसले होस्टको आन्द्राको वाह्य तह चपाउन सक्छ र रगत निकालेर चुस्छ । यसबाट लामो समयपछि होस्टमा रक्त अल्पता (Anaemia) भन्ने रोग लाग्छ ।

२.१२.३ **जनावरको जलीय अनुकूलता (Aquatic adaptation of animal) :** माछा, गङ्गटो, भिङ्गोमाछा, ह्वेल, आदिमा पानी चाल्ने फिन्स र अन्य अङ्गहरूको विकास भएको हुन्छ । पानीमा हिँडडुल गर्न सजिलोका लागि तिनीहरूको शरीर चेप्टो र अगाडि चुच्चो परेको हुन्छ । ह्वेलवाहेक अरूले गिल्सबाट श्वास फेर्छ यसले गर्दा पानीमा भएको अक्सिजन लिन सक्छ । तर ह्वेल, कछुवा आदिले एक पटक श्वास फेरेपछि ४५ मिनेट, १ घण्टालाई पुग्छ । यसले पनि पानीमा बाँच्न ती प्राणी अनुकूल भएको छ । यस्तै समुद्रमा रहने टाइगर स्नेकको पुच्छर माछाको जस्तो चेप्टो र फराकिलो हुन्छ । यसले पानी चाल्न मद्दत गर्दछ । साथै यिनीहरू पनि श्वास फेर्ने अवधि लामो हुन्छ ।

२.१२.४ **वनस्पतिहरूको जलीय अनुकूलता (Aquatic adaptation of plants) :** प्राणीहरू जस्तै वनस्पतिहरू पनि पानीमा प्रशस्तै पाइन्छन् । नत्र समुद्र, ताल, पोखरी, नदीमा प्राणीहरू के खाएर बाँच्दछन् ? किन कि सौर्य शक्ति उपयोग गरी खाना तयार गर्ने र खाद्यपदार्थमा सौर्यशक्ति सञ्चित गर्ने क्षमता हरिया वनस्पतिहरूमा मात्र छ । पानीमा ससाना वनस्पतिहरू धेरै पाइन्छन् । ठूला वनस्पतिहरू पाइए पनि तिनीहरू अक्सर पानीमा तैरिरहेका अवस्थामा हुन्छन् । यिनीहरूको लक्षण यस्तो हुन्छ :

क) डाँठ नरम र लचिलो हुन्छ, यसले गर्दा पानी यताउता चल्दा पनि भाँचिदैन ।

ख) जरा धेरै टाढासम्म फैलिएको हुँदैन किन कि पानी सजिलै प्राप्त भएकाले यसको आवश्यकता छैन ।

ग) डाँठ र पातमा मैनजस्तो चिल्लो पदार्थले ढाकेको हुन्छ यसले गर्दा पानीले त्यति असर गर्दैन ।

घ) कुनैकुनै बिरुवाको पात फराकिलो हुन्छ । यसले तैरिन, घाम र हावा प्राप्त गर्न सजिलो हुन्छ । जस्तै: कमल, निम्फ आदि ।

ङ) हावा भरिएको स्पन्जी तन्तु हुन्छ जसले गर्दा बिरुवा तैरिरहन्छ र तन्तुहरूलाई हावा उपलब्ध गराउँछ । जस्तै: जलकुम्भी ।

च) जरामा रौ (Root hair) हुँदैन । इपिडर्मिसबाट नै पानी शोषण हुन्छ । उदाहरण : भ्यालिस्नेरिया, हाइड्रिला आदि ।

छ) पानीमा डुवेर रहने वनस्पतिमा पात सानो,रिवन आकारको हुन्छ । तर स्टोमाटा पाईंदैन ।

२.१२.५ **जमिनमा रहने प्राणीहरूमा अनुकूलता (Terrestrial adaptation of animals) :** जमिनमा रहने जनावरहरू पनि वातावरण र हावापानीअनुसार शारीरिक बनोट फरक हुन्छ । यसले तिनीहरूलाई प्रकृतिको अनुकूल बनाउँछ । यसका अनेक उदाहरणहरू पाइन्छन् । जस्तै :

१. याकको शरीरमा बाक्लो भुवा हुन्छ । यस्तै चिसो ठाउँमा रहने अन्य जनावरको शरीरमा पनि बाक्लो भुवा हुन्छ । गैंडा, अर्ना, हात्तीको शरीरमा पातलो रौं हुन्छ । गर्मी प्रदेशमा पाइने

अन्य जनावरमा पनि पातलो रौँ हुन्छ । यसबाट ती जनावरलाई शरीरको तापक्रम सन्तुलन राख्न मद्दत गर्दछ ।

२. उँटको शरीरमा छाला बाक्लो हुन्छ र जुरो पनि हुन्छ त्यसमा खाना पानी सञ्चित रहन्छ । लामो समयसम्म खाना पानी उपलब्ध नभए पनि मरुभूमिमा हिँडिरहन सक्छ । त्यस्तै उँटको पैताला फराकिलो र स्पन्जी हुन्छ । बालुवामा टेक्दा धसिँदैन र हिड्न सजिलो हुन्छ ।

३. वाघको खुट्टामा तीखा र लामा नङ्ग्रा हुन्छन् । क्यानाइन दाँत तीखो र लामो (४ इन्चसम्म) हुन्छ । मांसपेशी बलियो हुन्छ । यसले गर्दा अरू जनावरको सिकार गर्न सक्छ अन्यथा भोकै मर्नु पर्थ्यो ।

४. पानीमा पौडिन सजिलो पार्न हाँसको खुट्टाका औलाहरू झिल्लीले जोडेको हुन्छ । हाँसमा बाक्लो बोसो र भुवा धेरै हुन्छ । त्यसैले चिसो पानीमा पनि लामो समय बस्न सक्छ ।

५. गिद्ध, वाज, चिल आदि पन्छिहरूको चुच्चो र नङ्ग्रा लामो, तिखो र बलियो हुन्छ । यसले अरू पन्छीहरूलाई समाउन र मार्न सजिलो हुन्छ ।

२.१२.६ उड्ने पन्छीहरूमा पाइने अनुकूलता **(Arboreal adaplation of animals)** : उड्ने पन्छीहरूको शारीरिक बनोट जमिनमा रहने अन्य प्राणीहरूको भन्दा भिन्न हुन्छ । तिनीहरूको बनोट उड्नका लागि सुहाउने र मद्दत गर्ने खालको हुन्छ । यसका केही उदाहरण निम्नअनुसार छन् :

१. अगाडिको खुट्टाको रूप परिवर्तित भएर पखेटा बनेको हुन्छ ।

२. शरीर प्वाँखले ढाकेको हुन्छ । यसले हावा चाल्न मद्दत गर्नुका साथै शरीर हलुका पार्छ ।

३. हाड कडा र खोक्रो हुन्छ । विशेषगरी पखेटाको हाडमा रातो मासी हुँदैन । यसले पनि हलुका पारी पखेटा चलाउन र उड्न सजिलो पार्छ ।

४. शरीरको आकार समुचित (Streamlined) हुन्छ । यसले हावासँग घर्षण कम भई उड्न सजिलो पार्छ ।

५. ढाडको भागमा हलुका भई छाती र पेटको भाग गह्रौ भइदिनाले उड्दा शरीर सन्तुलन गर्न सजिलो हुन्छ ।

६. छोटो र मांसपेशीयुक्त पुच्छरमा प्वाँख भएकाले राडारले जस्तै उड्दा दायाँ बायाँ, तल र माथि फर्कन मद्दत गर्दछ ।

७. अगाडिको खुट्टा रूपान्तरित भएर पखेटा बनेको हुँदा कुनै वस्तु चिम्टाले जस्तै समाउन, प्वाल पार्न, गुँड बनाउन सजिलो पार्दछ ।

८. घाँटी लामो, लचिलो र घुमाउन सजिलो भएकाले प्रतिरक्षा, आक्रमण कार्य, प्वाँख सफा पार्न मिलाउन र खानेकुरा खानका लागि सजिलो भएको हो ।

२.१२.७ मरुभूमिमा पाइने वनस्पतिहरूको अनुकूलता (Xerophytic adaptation of plants)

पृथ्वीको कतिपय ठाउँहरूमा पानीको ज्यादै अभाव हुन्छ । त्यहाँको वातावरणले वनस्पतिको खुल्ला (हावामा रहने) भागहरूबाट पानी बढी शोषण गर्दछ । जमिन वलौटे भई वातावरणको तापक्रम धेरै र सुख्खासमेत हुन्छ । यस्तो बातावरण र बनोट मरुमूमिमा मात्र होइन अन्य ठाउँमा पनि हुन सक्छ । यस्ता ठाउँमा पाइने वनस्पतिमा अनकूलताका लक्षणहरू निम्नअनुसार छन् :

१. जरा सतही र टाढा फैलिएका हुन्छन् । कहिलेकहीँ पानी पर्नेबित्तिकै बढीभन्दा बढी पानी शोषण गर्न सक्षम हुन्छन् ।

२. काण्ड नरम, बाक्लो र रसिलो हुन्छ । यसमा पानी सञ्चित गर्ने तन्तुको विकास भएको हुन्छ ।

३. काण्डलाई बाक्लो क्युटिकलले ढाकेको हुन्छ । यसले उत्स्वेदन क्रिया (Transpiration)लाई कम गर्छ ।

४. काण्डले नै पातको कार्य गर्न काण्डमा क्लोरोफिल हुन्छ । उदाहरण : क्याक्टस् आदि ।

५. पात धेरै सानो हुन्छ या काँढामा रूपान्तर भएको हुन्छ । यसले पनि उत्स्वेदन क्रियाबाट हुने पानीको नोक्सान कम गर्छ ।

यस्ता वनस्पतिका केही उदाहरणहरू केतुके (Yucca or dagger plant), सिँउडी (Cactus), गम ट्री (Acacia), एस्पारेगम (Asparagus), कन्टकारी (Kantikari), आर्जिमोन (Argemone), आपन्सिया (Opuntia), घिउकुमारी आदि ।

२.१३ अनुवंशिकता (Heredity)

बालककालमा मैले एउटा कथा सुनेको थिएँ । एकजना सार्की आफ्नो गाउँ छाडेर परदेश गएका थिए । परदेशमा उनले आफूलाई सार्की भनेर चिनाएनन् । पेसा पनि अर्कै गर्दथे । त्यही गाउँको एउटा पण्डितको छोरीसँग उसको माया बसेछ । हुँदा हुँदा उनीहरूबीच विवाह भयो । त्यसपछि उनीहरु ससुराली गाउँमा के बस्ने भनेर अन्तै गाउँमा बस्न गए । उनीहरूबाट एउटा सन्तान छोरो जन्मियो । केही वर्षपछि छोरोलाई लिएर पण्डितको छोरी माइत आइन् । नाती देखेर पण्डित दङ्ग परे । पण्डितले निकै रमाइलो साथ नाति खेलाए । एक दिन पण्डित पाठ गर्दै थिए । त्यहीबेला नातिचाहिँ कैँची र कागज लिएर खेलाउँदै थियो । उसले कैँचीले कागज काटेर जुत्ताको आकार बनायो । त्यो बच्चाले धेरै पटक कागज काट्यो सबैको आकार जुत्ताकै निस्क्यो । पण्डितलाई अचम्म लाग्यो र शङ्का पनि लाग्यो । पछि बुझेर हेर्दा त ज्वाइँको पुर्खौली पेसा जुत्ता सिउने थियो । यो लोककथाले कुनै जातजाति प्रति अन्यथा सोचेको नभई पुर्खाका गुणहरू सन्तानहरूमा स्थानान्तर हुन्छ भन्न खोजिएको मात्र हो । "Like father like son" अर्थात् "जस्तो वावु उस्तै छोरा" भन्ने उखान पनि समाजमा प्रचलित छ । हुन् त मानिसले पछि आर्जन गरेका गुणहरू सन्तानमा प्रसारण

हुँदैनन् । बुद्धि, विवेक, सीप, ज्ञान, आदि मानसिक गुणहरू वातावरणबाट सिकेर प्राप्त गर्ने कुरा हुन् यी गुणहरू वंशाणुगत होइनन् ।

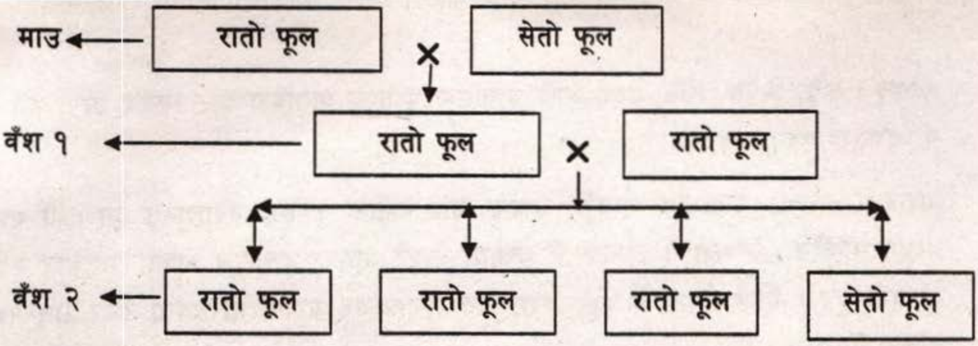
शरीरको बनावट, रूप, रङ, आकृति, उचाइ आदि भौतिक गुणहरू वंशाणुगत हुन् । यी गुणहरूलाई वदल्न सकिँदैन । जन्मदा नै प्राणीले यी गुणहरू लिएर आएका हुन्छन् । आफ्ना पुर्खाबाट सर्दै आएका गुणहरू हुन् । ग्रेगर मेण्डलले यस्तै वंशाणुगत गुणहरूको सम्बन्धमा प्रयोग गरेर सन् १८६५ मा नतिजा निकालेका थिए ।

उनले वैकल्पिक गुण भएका केराउका विरुवाहरू अलग अलग रोपे । धेरै पुस्तासम्म स्वप्रजनन गराई विशुद्ध (Genetically pure) प्रजाति निकाले । जस्तो बिरुवाको अग्लो र होचो कद वैकल्पिक (विपरीत) गुणहरू हुन् । किन कि एउटा केराउको बिरुवा या त अग्लो हुन्छ कि होचो । यी दुवै गुण एउटै बिरुवामा हुन सक्तैन । तर रातो फूल र गोलो दाना वैकल्पिक गुणहरू होइन । किन कि एउटै बिरुवामा रातो फूल फुलेर गोलो दाना भएको केराउ फल्न सक्छ । फेरि मेण्डलले आफ्नो प्रयोग गर्नका लागि एकै थरीका गुण भएका बिरुवाहरू सयौको सङ्ख्यामा रोपेका थिए किन कि सङ्ख्या जति धेरै भयो सही नतिजा प्राप्त हुने. सम्भावना उत्तिकै धेरै हुन्छ ।

क्रियाकलाप : उदाहरणका लागि एउटा सिक्कालाई उफार्दा कुन सतह माथि पर्छ भन्ने प्रश्नको उत्तरमा दुवै सतहको उत्तिकै सम्भावना छ । पैसालाई माथि उफार्ने सङ्ख्या वृद्धि भएअनुसार उक्त कुरा लागू हुने सम्भावना बढ्दै जान्छ । अर्थात् चारचोटी पैसालाई उफार्दा ३ चोटि साल भएको सतह र १ चोटि नेपाल भएको सतह माथि पर्न सक्छ । तर ४०० चोटि पैसालाई उफार्दा करिब ५०% (लगभग २०० चोटि) नै साल सतह माथि पर्ने सम्भावना रहन्छ । यसलाई क्रियाकलापको रूपमा विद्यार्थीलाई गराउन सकिन्छ ।

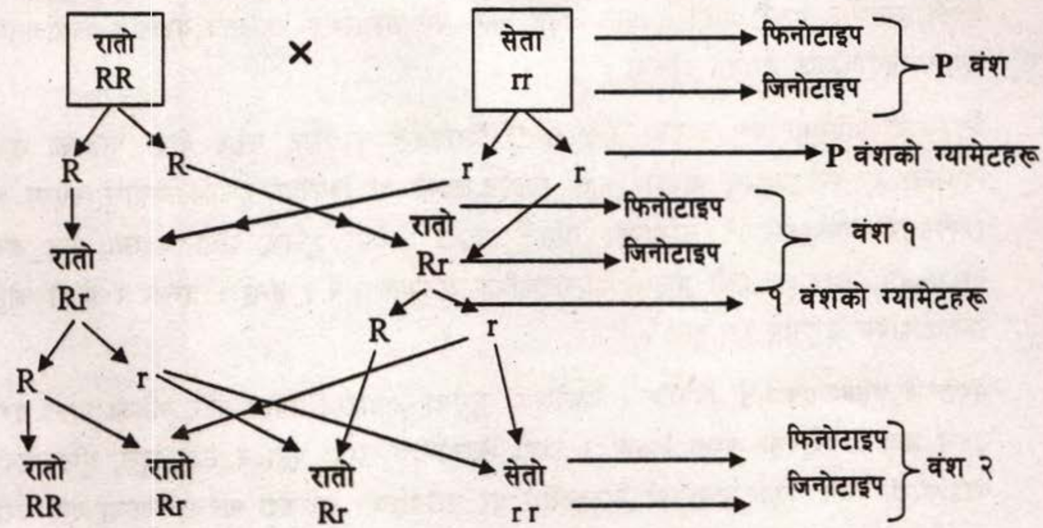
मेण्डलको प्रयोगमा वर्ण शङ्कर (Hybrid) केराउहरू परसेचन गराई दोस्रो पुस्ताका सन्तान निकाल्दा एकथरी वंशाणु बोकेका भाले ग्यामेट त्यस्तै वा विपरीत गुणका वंशाणु भएका पोथी ग्यागेटसँग गर्भाधान गर्ने सम्भावना उत्तिकै रहन्छ । यसो हुनाले दोस्रो वंशमा शुद्ध अग्लो, वर्णशङ्कर अग्लो र होचो वोटको फिनोटाइपिक अनुपात १:२:१ हुन्छ । अग्लो र होचो बोटको फिनोटाइपिक अनुपात ३:१ हुन्छ ।

मेण्डलले सुरुमा एकजोडी विपरीत (वैकल्पिक) गुणका आधारमा प्रयोग गरेर नतिजा प्राप्त गरे । उनले आफ्नो प्रयोगमा अग्लो बिरुवा र होचो बिरुवाबीच, रातो फूल र सेतो फूल, पुष्ट दाना र चाउरिएको दाना भएको केराउको बिरुवाबीच पर परागसेचन गराउँदा पहिलो वंशमा एक थरीको गुण भएका सन्तानहरू जन्मिए । फेरि पहिलो वंशका सन्तानहरूमा स्वपरागसेचन गराई निकालिएका दोस्रो वंशमा दुईथरी गुणहरू देखा परे । नतिजालाई निम्नअनुसार तालिकामा लेख्न सकिन्छ ।



दोस्रो वंशमा परिणाम : रातो र सेतो फूल फुल्ने बिरुवाको अनुपात ३ :१ पहिलो र दोस्रो वंशमा प्राप्त नतिजा विश्लेषण गर्दा मेण्डलले भनेको कुरा बुझ्नुपर्दछ । त्यो के हो भने हरेक वंशाणुगत गुणका एकाइ कारणहरू (Factor) हुन्छ । ती कारण पछि गएर वंशाणु हो भन्ने कुरा पत्तालाग्यो । अर्को कुरा ती वंशाणुहरू सधैं जोडामा रहन्छन् , R लाई रातो फूलको वंशाणु र सेतो फूलको वंशाणु r मान्ने हो भने रातो फूल फुल्ने बिरुवामा RR वंशाणुको जोडा रहन्छन् । ग्यामेट बन्दा जोडामा रहेका वंशाणुहरू छुट्टिन्छन् । जस्तो वर्णशङ्करमा ग्यामेट बन्दा Rr छुट्टिएर एउटा ग्यामेटमा R मात्र अर्कोमा r रहन्छ ।

गर्भाधान क्रिया हुँदा ग्यामेटहरू क्रमरहित तरिकाले संयोजन हुन्छ । अर्थात् R वंशाणु भएको ग्यामेट विपरीत लिँङ्गको R वा r वंशाणु भएको मध्ये जुनसुकैसँग गर्भाधान गर्न सक्छ । त्यस्तै R वंशाणु भएको ग्यामेटले पनि R वा r वंशाणु भएको मध्ये जुनसुकै ग्यामेटसँग संयोजन गर्न सक्छ । गर्भाधान क्रिया हुँदा कुनै छनौट क्रिया हुँदैन । यसरी मेण्डलको प्रयोगको नतिजा विश्लेषण गरी तालिकामा निम्नअनुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ ।



नतिजा: शुद्ध रातो (RR), वर्णशङ्कर रातो (Rr) र सेतो (rr)को अनुपात १:२:१:

अर्थात् दोस्रो वंशमा जिनोटाइपिक अनुपात १:२:१ हुन्छ । मेण्डलले गरेको प्रयोगका आधारमा उनले निम्नअनुसार तीनओटा प्रसिद्ध नियमहरू बनाए ।

पहिलो नियम : प्रबलताको नियम (Law of dominate)

दोस्रो नियम : ग्यामेटहरूको शुद्धताको नियम (Law of purity of gamets or law of segregation)

तेस्रो नियम: स्वतन्त्र छनौटको नियम (Law of independed assortment)

२.१३.१ प्रबलताको नियम (Law of dominance) : विपरीत गुण भएका जीवहरूमा परप्रजनन गरी सन्तान जन्माउँदा ती सबैमा एकैथरी प्रबल गुणहरूमात्र देखा पर्दछ । यसैलाई प्रबलताको नियम भनिन्छ । यस नियमअनुसार वर्णशङ्कर जति सबैमा विपरीत गुण भएका वंशाणुहरूको जोडी रहन्छ । त्यसमध्ये एउटा वंशाणु बढी प्रभावकारी हुन्छ र यसले आफ्नो गुण प्रकट गराउँछ । यसलाई प्रबल (dominant) मान्नु पर्दछ । यसले आफ्नो सहवंशाणुको गुणलाई दवाउँछ । कमजोर सहवंशाणुको गुणलाई दबाउँछ । कमजोर सहवंशाणु जसले प्रबल वंशाणुसँग जोडीमा रहँदा आफ्नो गुण प्रकट गर्न सक्दैन जसलाई लुप्त (Recesive) वंशाणु भनिन्छ । मेण्डलको प्रयोगअनुसार रातो फुल फुल्ने गुण प्रबल र रातो वंशाणु प्रबल हुन् । सेतो फूल फुल्ने गुण लुप्त र सेतो वंशाणु लुप्त हुन् । मेण्डलको अध्ययनअनुसार केराउमा पाइने सातओटा जोडी विपरीत (Contrasting) गुणहरूमध्ये प्रबल र लुप्त निम्नअनुसार देखियो ।

	अध्ययन गरेको लक्षण	प्रबल (Dominant)	लुप्त (Recessive)
१.	बीउको आकार	गोलो (R)	चाउरिएको (r)
२.	बीज पत्रको रङ	पहेँलो (Y)	हरिया (Y)
३.	बीउको खोलको रङ	खैरो (G)	सेतो (g)
४.	कोसाका आकार	खुकुलो (Inflated(I)	कसिएको (Constricted) (I)
५.	कोसाको रङ	हरियो (G)	पहेँलो (g)
६.	फूलको स्थान	छेउमा Axial (A)	टुप्पोमा Terminal(a)
७.	बिरुवाको उचाइ	अग्लो (T)	होचो (t)

यस्तो किसिमका विपरीत गुणका वंशाणुहरूको जोडी वर्णशंकर (hybrid) मा हुन्छ । ती वंशाणुहरूको जोडीमध्ये एकलाई अर्को वंशाणुको सहवंशाणु भनिन्छ । जस्तो रातो फूलफूल्ने केराउको बिरुवामा वंशाणुहरूको जोडी Rr हुन्छ । यसमा वंशाणु R को सहवंशाणु r र वंशाणु r को सह वंशाणु R हुन् ।

२.१३.२ ग्यामेटहरूको शुद्धताको नियम (**Law of purity of gamets**) : कुनै जीवमा विपरीत गुण भएका वंशाणुहरूको जोडी छन् भने तिनीहरू एक अर्कासँग मिसिँदैन । ग्यामेट बन्दा ती सहवंशाणुहरू शुद्ध अवस्थामै छुट्टिन्छन् । त्यसैले प्रत्येक ग्यामेटमा दुईमध्ये एक थरी वंशाणु रहने हुँदा ग्यामेट सधै शुद्ध हुन्छ । यसै नियमलाई ग्यामेटहरूको शुद्धताको नियम (Law of purity of gamets or law of segregation of character) भनिन्छ । जस्तो कि एउटा जीवमा वंशाणुको जोडी Tt छन् भने त्यसमा दुई थरीका ग्यामेटहरू बन्दछन् जसमध्ये आधामा T वंशाणु र अर्को आधामा t वंशाणु रहनेछ । यसैले मेण्डलको प्रयोगमा पहिलो वंशमा लुप्त रहेको गुण दोस्रो वंशमा फेरि शुद्ध अवस्थामै देखा पऱ्यो । यो कुरा मेण्डलको चार्टबाट पनि बुझ्न सकिन्छ ।

यसका केही थप उदाहरणहरू अध्ययन गरौं :

	जीवको नाम	प्रबलगुण	लुप्तगुण	पहिलो वंश (F)	F2 मा अनुपात
१.	गिनी पिग	कालो	सेतो	कालो	३:१
२.	खरायो	कालो	सेतो	कालो	३:१
३.	मानिस	खैरो आँखा	नीलो	खैरो	३:१
		६ औंला	पाँच	६ औंला	३:१
		पुड्को	अग्लो	पुडको	३:१
४:	गोलभोडा	रातो	पहेँलो	रातो	३:१
		गोलो	लाम्चो	गोलो	३:१
		पहेँलो छाला	रङहीन	पहेँलो	३:१
५.	मकै	रङ्गीन पेरिकार्प	रङ्गहीन	रङ्गीन	३:१

फिनोटाइप (Phenotype) : कुनै जीवको जिनोटाइप जस्तो भए पनि वाह्य रूपलाई फिनोटाइप भनिन्छ । जस्तो शुद्ध रातो र वर्णशङ्कर रातो दुवैको वंशाणुको बनोट फरक छन् तर फिनोटाइप रातो नै हो । जस्तो अग्लो, होचो, रातो, सेतो आदि फिनोटाईप हुन् ।

जिनोटाइप (Genotype) : कुनै जीवमा जोडामा रहेको वंशाणुको बनोट (स्वरूप)लाई जिनोटाईप भनिन्छ । जस्तो TT, tt, rr आदि ।

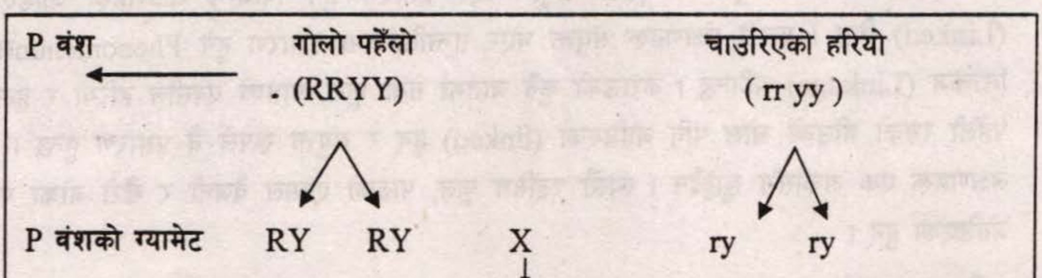
विशुद्ध (Homozygous) : एउटै किसिमका वंशाणु जोडा रहेको जीवलाई विशुद्ध (Homozygous) भनिन्छ ।

वर्णशंकर वा ठिमाह (hybrid or heterozygous) : विपरीत वंशाणुहरूको जोडी भएको जीवलाई वर्णशङ्कर वा हेटेरोजाइगोस भनिन्छ । एकजोडा विपरीत गुणका आधारमा परगर्भाधान गर्ने क्रियालाई मनोहाइब्रिड क्रस भनिन्छ । दुइजोडी विपरीत गुणहरूका आधारमा पर गर्भाधान गर्ने क्रियालाई डाइहाइब्रिड क्रस भनिन्छ ।

२.१३.३ स्वतन्त्र छनौटको नियम (Law of independent assortment) : डाईहाइब्रिड वा पोलिहाइब्रिड क्रस गर्दा एक जोडीको एउटा कारक तत्त्व (वंशाणु) ले अर्को जोडीको प्रत्येक कारक तत्त्वसँग जोडा बनाउन सक्ने सम्भावना समान रहन्छ । उदाहरणका लागि गोलो र पहेँलो केराउ (RRYY) र चाउरिएको हरियो (rryy) को बीचमा पहिले पर प्रजनन् र पछि स्वप्रजनन गरी सन्तान बीचमा जन्माउँदा दोस्रो पुस्तामा निम्नअनुसार चारै किसिमका सन्तान जन्मिन सक्छ ।

गोलो र पहेँलो	९
गोलो हरियो	३
चाउरिएको पहेँलो	३
चाउरिएको हरियो	१

अर्थात् गोलो पहेँलो, गोलो हरियो, चाउरिएको पहेँलो र चाउरिएको हरियोको अनुपात ९:३:३:१: वंशाणु भएका ग्यामेट हुन्छ । यहाँ R वंशाणुले Y वा y वंशाणु भएका ग्यामेटसँग जोडी बनाउन सक्ने सम्भावना र r ले Y वा y सँग जोडी बनाउने सम्भावना बराबर हुन्छ । त्यस्तै y ले R वा r मध्ये जुनसुकैसँग जोडी बनाउने सम्भावना बरावर हुन्छ । y ले पनि R वा r मध्ये जुनसुकैसँग जोडी बनाउन सक्छ । ग्यामेटहरू संयोजन हुदा कुनै विशेष छनौट हुँदैन क्रमरहित तरिकाले हुन्छ । त्यसैले दोस्रो वंशमा सबै सम्भावित लक्षणहरूको जोडी बन्दछन् ।



भालेग्यामेट → पोथीग्यामेट ↓	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY गोलो पहैंलो	RRYy गोलो पहैंलो	RrYY गोलो पहैंलो	RrYy गोलो पहैंलो
Ry	RRYy गोलो पहैंलो	RRyy गोलो हरियो	RrYy गोलो पहैंलो	Rryy गोलो हरियो
rY	RrYY गोलो पहैंलो	RrYy गोलो पहैंलो	rrYY चाउरी पहैंलो	rrYy चाउरी पहैंलो
ry	RrYy गोलो पहैंलो	Rryy गोलो हरियो	rrYy चाउरी पहैंलो	rr yy चाउरी हरियो

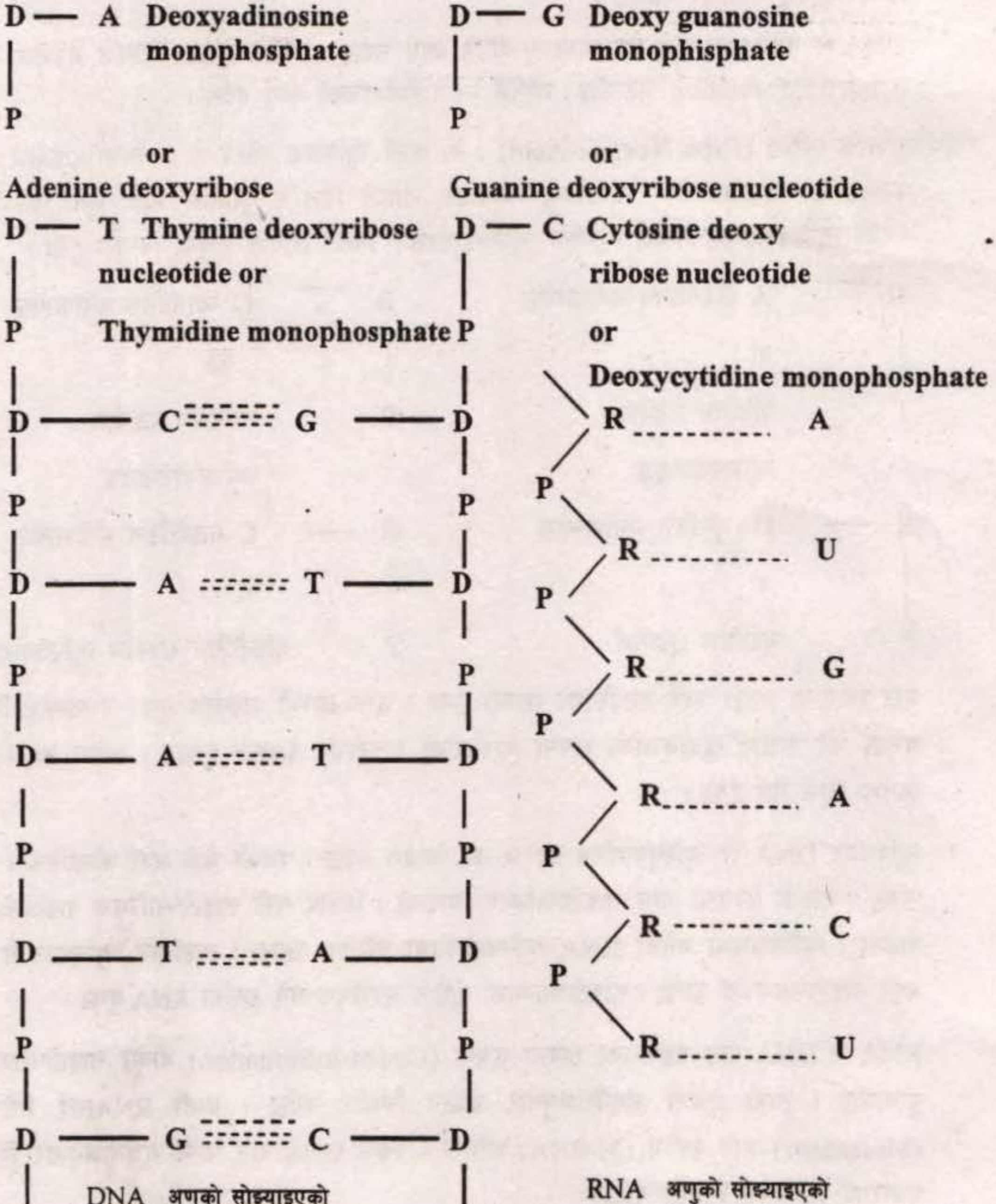
गोलो पहैंलो	९	चाउरिएको पहैंलो	३
गोलो हरिया	३	चाउरिएको हरियो	१

२.१३.४ **लिङ्केज (Linkage)** : उल्लिखित ९:३:३:१ को अनुपात स्वतन्त्र छनौटको आधारमा बनेको हो । मेन्डेलपछि अनुसन्धानबाट के कुरा पत्ता लागेको छ भने स्वतन्त्र छनौटको कुरा सधै सही सावित हुँदैन । यो कुरा मेण्डलले पनि महसुस गरेका थिए । उदाहरणका लागि रातो फूल फुल्ने केराउमा खैरो बोक्रा (Seed coat) हुन्थे जब कि सेतो फूल फुल्ने केराउमा सेतै बोक्रा हुन्थे । यी दुईबीच पर गर्भाधान गराउँदा दोस्रो पुस्तामा रातो फुल्नेमा सेतो बोक्रा र सेतो फुल्नेमा खैरो बोक्रा भएका केराउका बिरुवा पनि हुनु पर्थ्यो तर त्यसो भएन । बरु रातो फूल्नेमा खैरो बोक्रा र सेतो फुल्नेमा सेतै बोक्रा भएको मात्र पाइयो । मेन्डलले यसरी फरक परिणाम आएको चाल पाएका थिए तर त्यसको व्याख्या गरिएन । एउटै समूहका विभिन्न लक्षणहरू छुट्टाछुट्टै प्रसारण हुनुको सट्टा संयुक्त भएरै सन्ततिहरूमा प्रसारण हुन्थे । एउटा समूह भएर प्रसारण हुने विभिन्न लक्षणहरू जोडिएका (Linked) थिए । यसरी लक्षणहरू संयुक्त भएर सन्ततिहरूमा प्रसारण हुने Phenomenonलाई लिन्केज (Linkage) भनिन्छ । केराउको कुनै जातमा सेतो फूल, पातको एक्सील हरियो र हल्का पहैंलो रङको बीउको खोल पनि जोडिएका (linked) हुन् र संयुक्त रूपले नै प्रसारण हुन्छ । यी लक्षणहरू एक अर्कोसँग छुट्टिदैन । त्यस्तै रङ्गिन फूल, पातको एक्सल वैजनी र खैरो बोक्रा पनि जोडिएका हुन् ।

२.१३.५ डि.एन.ए. **(DNA)** र आर.एन.ए. **(RNA)**

डि.एन.ए. : यसको पूरा नाम डिअक्सी राइवो न्युक्लिक एसिड (Deoxy ribo Nucleic acid) हो । यसमा डिअक्सी राइवोज सुगर फस्फेट र चार किसिमका प्रोटिन वेसहरू एडिनिन, थायमिन, ग्वानाइन र साइटोसिन मिलेर बनेको हुन्छ । डि.एन.ए. एक प्रकारको रासायनिक पदार्थ हो । जसबाट वंशाणु बन्दछ । सबै क्रोमोजोमको स्थायी अवयव पनि डि.एन.ए. नै हुन् । डि.एन.ए. को

बनोटलाई कोषभित्र हुने मेटावोलिज्मले कुनै असर गर्दैन । कोष ठूलो सानो जस्तो भए पनि एउटै जातिका जीवमा डि.एन.ए. को मात्रा स्थिर हुन्छ । माइटोसिस कोष विभाजन हुँदा डि.एन.ए. को मात्रा दुई गुणा हुने गरी बढ्छ । डि.एन.ए. मात्रै त्यस्तो रासायनिक पदार्थ हो जुन आफै डुप्लिकेशन वा त्रिप्लिकेशन हुन् सक्छ ।



DNA अणुको सोझ्याइएको एक भाग (D = डिअक्सिराइवोज)

RNA अणुको सोझ्याइएको एक भाग (R = राइवोज सुगर)

(A = Angstrom = 1/10,000 μ = 10^{-10}m)

डि.एन.ए. वास्तवमा वटारिएको भऱ्याङ्गजस्तै बनोट भएको हुन्छ । यसको खाम्बोसुगर र फस्फेट मिलेर बन्दछ भने खुड्किलाहरू चार प्रकारका नाइट्रोजन वेसबाट बनेका हुन्छन् । वास्तवमा डिअक्सी राइवोज सुगर, फस्फेट र एउटा अणु नाइट्रोजन वेस (एडिनीन, थायमिन, ग्वानाइन र साइटोसिन मध्ये कुनै एक) जोडिएर न्युक्लियोटिड बन्दछ । यस्ता दसौ हजारौं न्युक्लियोटिडहरू वा लाखौं यस्ता न्युक्लियोटाईड मिलेर डि.एन.ए. बन्छ । त्यसैले न्युक्लियोटाइडलाई मनोमर र डि.एन.ए.लाई पोलिमर भनिन्छ ।

DNA ले वंशाणुगत गुण सन्तानमा पुऱ्याउने कार्य गर्दछ । त्यसैले RNA मार्फत सङकेत सूचना (Coded information) पठाउँछ । त्यसैले यसले निर्देशकको कार्य गर्दछ ।

राइवोन्युक्लिक एसिड (Ribo Nucleic Acid) : यो अर्को न्युक्लिक एसिड हो । यसमा राइवोज सुगर, फस्फेट र नाइट्रोजन वेस (आडिनिन, ग्वानाइन, साइटो सिन र युरासिल मध्ये कुनै एक) मिलेर बनेको न्युक्लियोटाइड बन्दछ । त्यस्ता न्युक्लिटाइडहरू मिलेर RNA अणुको निर्माण हुन्छ ।

R —	A एडिनोसिन मनोफस्फेट	R —	G ग्वानोसिन मनोफस्फेट
|	वा	|	वा
P	एडिनिन राइवोज न्युक्लियोटाइड	P	ग्वानाइन राइवोज न्युक्लियोरीटाइड
R —	U युरिडिन मनोफस्फेट	R —	C साइटिडिन मनोफस्फेट
|	वा	|	वा
P	युरासिल राइबोज	P	साइटोसिन राइवोज न्युक्लियोटाइड

आर.एन.ए.मा एउटा मात्रै बटारिएको खाम्बो हुन्छ । उक्त खाम्बो राइवोज सुगर र फस्फेट मिलेर बन्दछ भने त्यसमा खुड्किलाको रूपमा चारथरीका नाइट्रोजन वेसहरू हुन्छन् । यसमा ४५० देखि ३००० सम्म वेस हुन्छ ।

न्युक्लियर DNA ले न्युक्लियसभित्र RNA को निर्माण गर्दछ । यसको केही अंश क्रोमाटिनमा पनि पर्न्छ । यसको धेरैजसो भाग साइटोप्लाज्ममा पाइन्छ । विशेष गरी साइटोप्लाज्मिक राइवोसोममा पाइन्छ । न्युक्लियसमा बनेको RNA न्युक्लियोलसमा सञ्चित रहन्छ । त्यहाँबाट न्युक्लियर मेम्ब्रेन भएर साइटोप्लाज्ममा जान्छ । साइटोप्लाज्ममा प्रोटिन संश्लेषण गर्ने ठाउँमा RNA पुग्छ ।

RNA ले DNA बाट सङ्केतका रूपमा सूचना (Coded information) बोकेर साइटोप्लाज्ममा पुऱ्याउँछ । त्यही सूचना सङ्केतअनुसार प्रोटिन निर्माण गर्दछ । यस्तो RNAलाई मेसेन्जर (Messanger) आर एन ए (M-RNA) भनिन्छ । यसले DNA बाट प्राप्त सूचनाअनुसार विशेष प्रकारका प्रोटिनहरू निर्माण गर्दछन् ।

वंशाणु (Gene) : वंशाणु भनेको DNA अणुको सानो अंश हो । यस अंशको लम्बाइ वंशाणुअनुसार फरकफरक हुन्छ । कुनै वंशाणु सानो हुन्छ यसमा सयौँको सङ्ख्या न्युक्लियोटाइडहरू हुन्छन् । कुनै वंशाणुमा न्युक्लियोटाइडको सङ्ख्या हजारौ हुन्छ । वंशाणुले कुनै जीवहरूको फिनोटाइपिक गुणहरू निर्धारण गर्दछ । यसका लागि वंशाणुले मेटावोलिज्म क्रियालाई निर्देशित गर्दछ । मेटावोलिज्म क्रिया जिनले बनाउने इन्जाइमिक प्रोटिनको नियन्त्रणमा हुन्छ । एउटा जिनले एउटा इन्जाइम निर्माण गर्दछ ।

२.१३.६ उत्परिवर्तन (Mutation)

क्रोमोजोममा भएका वंशाणुहरूको क्रियाले गर्दा वंशाणुगत लक्षणहरू प्रकट हुन्छन् । विभिन्न कारणले वंशाणुमा परिवर्तन हुन् सक्छ । वंशाणुमा हुने परिवर्तनले कुनै व्यक्तिको आणुवंशिकतामा परिवर्तन आउँछ । वंशाणुमा हुने यस्तो परिवर्तनलाई उत्परिवर्तन (Mutation) भनिन्छ । प्रजनन क्रियाका सिलसिलामा नयाँ बन्ने वंशाणु साविकको वंशाणुभन्दा केही भिन्न हुन् जान्छ । यसले गर्दा नयाँ जन्मिने वच्चामा केही असाधारण लक्षणहरू देखा पर्दछन् । यस्तो भ्रुणको वृद्धि र विकास हुँदा क्रोमोजोमको सङ्ख्या र बनोटमा पनि त्यस्तो परिवर्तन हुनसक्छ । यसले पनि ती जन्मिने बच्चामा त्यसका पुर्खामा नभएका लक्षणहरू देखा पर्दछन् । यसरी नै उत्परिवर्तन हुन्छ । जस्तै ३ ओटा हात भएको बच्चा जन्मिनु गाईका बच्चाहरूमा ५ ओटा/६ ओटा खुट्टा हुनु, दुईओटा टाउको हुनु, ६ ओटा औला हुनु आदि विभिन्न कारणले जीवहरूमा उत्परिवर्तन हुन्छ । कुनै कुनै औषधि र रासायनिक पदार्थको प्रभावले, विकिरणको प्रभावले पनि उत्परिवर्तन हुन्छ ।

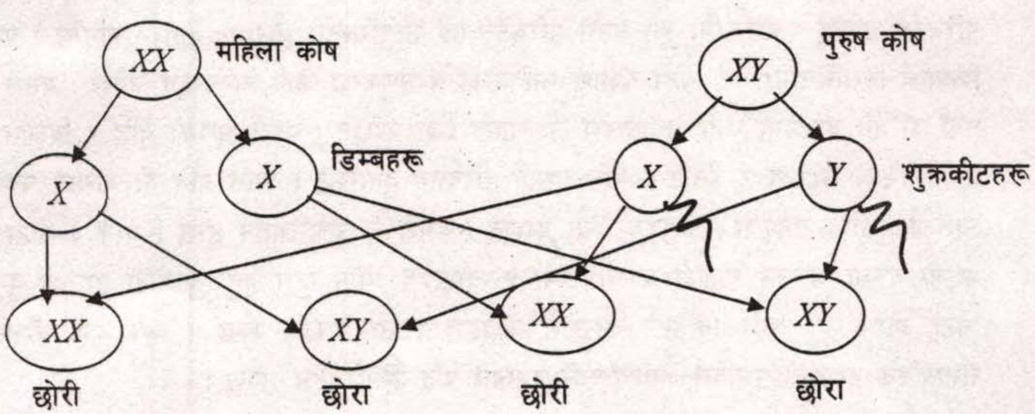
२.१३.७ पोलिप्वाइडी (Polyploidy) : क्रमोजोमहरू सधैँ जोडामा रहन्छन् र एउटै जातिका प्रत्येक जीवमा क्रोमोजोमको सङ्ख्या स्थिर हुन्छ । सामान्य कोषमा हुने क्रोमोजोमको सङ्ख्यालाई डिप्ल्वाइड (2N) भनिन्छ । डिप्ल्वाइड (2N) भनेको दुई सेट (समूह) हुनु हो । जब कुनै जीवमा क्रोमोजोमहरू दुईभन्दा बढी सेट हुन्छ भने यस्तो अवस्थालाई पोलिप्वाइड भनिन्छ । जस्तै तीन सेट भए ट्राइप्ल्वाइड Triploid 3N, टेट्राप्ल्वाइड 4N आदि ।

वनस्पतिहरूमा अक्सर पोलिप्वाइड हुन्छ । हामीले खेती गर्ने गरेका धेरै बिरुवाहरू पोलिप्ल्वाइड नै हुन्छन् । यस्ता पोलिप्ल्वाइड वनस्पतिहरू डिप्ल्वाइडबाट नै निकालिएका हुन् । ग्यामेटहरू उत्पादन हुने क्रममा मियोसिस कोष विभाजन असफल भई डिप्ल्वाइड ग्यामेट बन्दछन् । यस्ता ग्यामेटहरू संयोजन भई बन्ने जाइगोटमा टेट्राप्ल्वाइड हुन्छ । त्यसबाट उम्रने बिरुवा पनि टेट्राप्ल्वाइड हुन्छ । विभिन्न रासायनिक पदार्थ प्रयोग गरेर वनस्पतिहरूमा पोलिप्ल्वाइड बनाउने गरिन्छ ।

अक्सर पोलिप्ल्वाइड गरिएका वनस्पतिहरू तीब्र गतिमा वृद्धि हुने, बिरुवा बलियो र हट्टाकट्टा हुने,मोटो र दन्हो डाँठ, ठूलो र आकर्षक फूल, फराकिलो, बाक्लो र गाढा रङ्को पात बन्ने, ठूलो मीठो र रसिलो फल फल्ने गर्दछ ।

२.१३.८ लिङ्गको निर्धारण (Determination of sex)

मानिसहरूमा जम्मा २३ जोडा क्रोमोजोम हुन्छन् । तीमध्ये २२ जोडा समान खालका क्रोमोजोमहरू मिलेर बन्दछ । अन्तिम (२३ सौं) जोडा क्रोमोजोमको बनौट महिला र पुरुषमा फरक हुन्छन् । महिलामा तेइसौं क्रोमोजोमहरू दुबै समान प्रकृतिका हुन्छन् । ती क्रोमोजोमहरूलाई X भनिन्छ । तर पुरुषमा तेइसौं जोडामा एउटा X क्रोमोजोम र अर्को त्यो भन्दा अलि सानो Y क्रोमोजोमबाट बनेको हुन्छ । ग्यामेट बन्दा ती क्रोमोजोमहरू छुट्टिन्छन् । जस्तो महिलामा सबै डिम्बमा X क्रोमोजोम मात्रै रहन्छ तर पुरुषमा आधा सङ्ख्या शुक्रकीटले X क्रोमोजोम र आधा सङ्ख्याले Y क्रोमोजोम प्राप्त गर्दछन् । X क्रोमोजोम भएको शुक्रकीटले गर्भाधान गर्दा छोरी जन्मिन्छ । Y क्रोमोजोम भएको शुक्रकीटले गर्भाधान गर्दा छोरा जन्मिन्छ । ती X र Y क्रोमोजोमलाई लिङ्ग (Sex) क्रोमोजोम भनिन्छ ।



यस चार्टबाट छोरा वा छोरी जन्मिने सम्भावना ५०% हुन्छ भन्ने कुरा प्रस्ट छ । अर्थात् छोरा जन्मिने जति सम्भावना छ उत्तिकै सम्भावना छोरी जन्मिने पनि छ ।

२.१४ जीवहरूको उत्पत्ति (origin of life)

विविसि रेडियोमा हाल सालै एउटा कार्यक्रम प्रसारण भएको थियो । त्यसमा भनिएको थियो कि मानिसको शरीर जटिल र अनौठो प्रकृतिको छ । यस संसारमा लाखौं किसिमका प्राणी र वनस्पतिहरू छन् । यी सबै कसरी भए ? यी सबै कुराहरू आफसेआफ सृष्टि भएका हुन सक्दैनन् । पक्कै पनि ब्रम्हाण्डमा त्यस्तो एउटा चमत्कारी, प्रतिभाशाली र मेधावी प्राणी हुनुपर्छ जस्ले पृथ्वीमा आएर त्यस्ता वस्तु बनाई छोडेर गयो जसबाट यी सबै चिज आफैं विकसित भएर गए । एउटै वस्तुबाट बेग्लाबेग्लै प्राणीहरूको रूप दिनमा डि.एन.ए. को प्रमुख भूमिका हुन्छ । डि.एन.ए. अणुहरू पहिले सृष्टि गरेर छाडेको हुनुपर्दछ । यस्तो विचार अरू कसैको नभई आधुनिक विज्ञान बारे ज्ञान भएका विद्वान क्रिस्चियन धर्मावलम्बीहरूको प्रचार मात्र रहेछ ।

हिन्दू धार्मिक ग्रन्थले पनि यस्तै कुरा भन्छ । ब्रम्हाजीले यो सम्पूर्ण विश्व र त्यसमा भएका प्राणी र वनस्पतिहरू सृष्टि गरेका हुन् । धार्मिक ग्रन्थ स्वस्थानी पढ्दा यस्तै कुराहरू आउँछन् कि विष्णुले मधु

र कैटव नामका दुई राक्षसहरूलाई मारेपछि तिनीहरूको हाडबाट पहाड, मासुबाट जमिन र रगतबाट समुद्रको सृष्टि भयो । यसरी पृथ्वीको सृष्टि भयो । अन्य धर्म मान्नेहरू पनि आ-आफ्ना ईश्वरले नै पृथ्वी, वनस्पति र प्राणी सृष्टि गरेको मान्दछन होला । तर यहाँनिर एउटा प्रश्न उठ्छ कि ईश्वर वा व्रम्हा, विष्णु, महेश्वरलाई हामीले सजीव या निर्जीव के भन्ने । त्यस्तो अदभूत चमत्कारी शक्ति भएको तीक्ष्ण बुद्धि भएको पक्कै निर्जीव होइन जीव नै हो । सम्पूर्ण व्रम्हाण्ड त सृष्टि भएर नाश हुँदैछ अर्थात् रूप परिवर्तन हुन्छ । जस्तो पृथ्वी कै स्वरूप करोडौ वर्षपहिले आजको जस्तो थिएन न पछि नै हुनेछ । ताराहरू अन्त भएर रेडजायन्ट, सेतोवाम, न्युट्रनस्टार, ब्ल्याकहोल आदि बन्दछ । त्यो ईश्वर पनि त्यस्तै सृष्टि भएको हुनुपर्छ । अन्य प्राणीहरूको जस्तै खाना, श्वासक्रिया, वृद्धि, निष्कासन आदि हुनुपर्छ त्यो पनि नाशवान नै हुन्छ । अब ईश्वर भन्ने प्राणी कसले सृष्टि गऱ्यो त ? यो प्रश्नको उत्तर खोज्दै जाँदा भेटिन्दैन । फेरि सम्पूर्ण प्राणी र वनस्पति एकै पटक सृष्टि भएका होइनन् । जुन अहिले छन् ती धेरै पहिले थिएनन् र धेरै पहिले भएका अहिले छैनन् भन्ने कुरा चट्टानमा भेटिएका जीवावशेषले पुष्टि गर्दछ । फेरि यसले सरलबाट जटिल बनोट र गुण भएका प्राणी र वनस्पतिहरू क्रमैसँग सृष्टि हुँदै आएका कुरालाई पनि पुष्टि गर्दछ ।

२.१५ **क्रम विकास (Evolution)** : पृथ्वीको इतिहास हेर्ने हो भने पृथ्वीमा रहने प्राणी र वनस्पतिहरू समयको गतिसँगै परिवर्तन भइआएको देखिन्छ । पृथ्वी सृष्टि हुँदा यसमा कुनै जीव थिएनन् । करिब ३ अर्ब ९३ करोड वर्षपछि अर्थात् आजभन्दा ५७ करोड वर्षअघि मात्र सरल र एककोषीय जीवहरू सृष्टि भएको प्रमाणित भएको छ । तिनीहरूबाटै विभिन्न र झन जटिल किसिमका प्राणी र वनस्पतिहरू क्रमश: सृष्टि हुँदै गए । वर्तमान संसारमा रहेका र लोप भइसकेका समेत सम्पूर्ण प्राणी र वनस्पति तिनीहरूबाट नै उत्पत्ति र विकास भइआएका हुन् । यो क्रिया अझै पनि जारी भइरहेको छ । यसरी सम्पूर्ण प्राणी र वनस्पतिहरूमा भइरहने निरन्तर र क्रमवद्ध परिवर्तनलाई जैविक विकास (Organic evolution) वा क्रम विकास भनिन्छ । क्रम विकासको क्रिया अत्यन्त ढिलो गतिमा हुने भएकोले मानिसले आफ्नो जीवनकालमा यो क्रिया भइरहेको देख्न वा चाल पाउन सक्दैन । किन की मानिसको आयु अत्यन्त छोटो छ ।

सुरुमा उत्पत्ति भएका सरल जीवबाट क्रम विकास भएर नै पृथ्वीबाट लोप भइसकेका र वर्तमान समयमा रहेका लाखौं जातिका प्राणी र वनस्पतिहरू उत्पत्ति भएका हुन् भन्ने मान्यतालाई क्रम विकासको सिद्धान्त (Theory of organic evolution) भनिन्छ । अब प्रश्न उठ्न सक्छ कि सुरुमा प्राणी कसरी सृष्टि भयो त ?

पृथ्वी सृष्टि भएको वखत यहाँको हावा र माटोको बनोट र अवस्था अहिलेको जस्तो थिएन । करिब ३ अर्ब ९३ करोड वर्षसम्म कुनै जीवको अस्तित्त्वविना पृथ्वी अन्तरिक्षमा सूर्यको फड्को मारिरहने कार्य गरे तर त्यस अवधिमा जीवहरूको सृष्टि हुन र बाँच्नका लागि अनुकूल अवस्था सिर्जना हुँदै गए । त्यसबेला पृथ्वीको हावामा अहिलेजस्तो नाइट्रोजन र अक्सिजन नभई मिथेन ग्यास, एमोनिया, पानी र हाइड्रोजन मिलेर बनेका थिए । यो कुरा सन् १९५३ मा रसियन केमिष्ट ओपारियन (Oparian) र अमेरिकी वैज्ञानिक युरे (Urey) ले स्पष्ट पारेका थिए । पछि तिनैका शिष्य एस.एल.मिलरले मिथेन, एमोनिया, पानीको वाफ र हाइड्रोजन मिसिएको मिश्रणमा विद्युत झिल्का वा परावैजनी किरण परेपछि एमिनोएसिड र युरिया बन्दछ भन्ने कुरा प्रयोग गरी देखाइदिए । यसरी बनेका जैविक यौगिकबाट नै समुद्रमा र त्यसबेलाको वायुमण्डलमा झन् झन् जटिल वन्दै डि.एन.ए.

जस्तै आफै डुप्लिकेसन (Duplication) र ट्रिप्लिकेसन हुनसक्ने अणु निर्माण भए । यसरी नै जीवनको सुरुआत भएको हुनुपर्दछ ।

जीवहरूको सृष्टि जसरी भए तापनि समुद्रबाट नै जीवहरू सुरुआत भएको तथ्य फेला परेको छ । अहिलेसम्म पाइएको मध्ये सबैभन्दा पुरानो जीवको अस्तित्त्वको चिन्ह समुद्री चट्टान मै फेला परेको छ । फेरि कुनै पनि जातिका जीवको शरीरको तरलमा समुद्रको पानीमा पाइने केही खनिज पाइन्छ ।

जीव विकासका प्रमाणहरू (Evidences of theory of evolution) यसरी क्रम विकासको प्रक्रियाबाट नै सम्पूर्ण जातिका वनस्पति र प्राणीहरू उत्पत्ति भएका हुन् भन्ने कुराको केके प्रमाणहरू छन् त ? अध्ययन गरौँ ।

क) **जीवावशेषबाट प्राप्त प्रमाण (Evidences from fossils)** : मरेका जीव जन्तुहरू माटोमा वा समुद्रको पिँधमा पुरिएर जीवावशेष बन्छ । यसमा पहिले बन्ने जीवावशेष पुरानो जीवका हुन् । माथि बन्ने जीवावशेष तल्लो तहका भन्दा नयाँ हुन् । चट्टानमा फेला परेका जीवावशेष अध्ययन गर्दा तल्लो तहका जीवावशेष सरल र कम विकसित तर माथिल्लो तहका जीवावशेषमा झन् जटिल र विकसित प्राणीहरू उत्पत्ति भएको पुष्टि हुन्छ ।

जीवावशेषको अध्ययनबाट ६ करोड वर्षअगाडि ओहिपस जातिका घोडा पाइन्छन् । तिनीहरूको खुर ४ ओटा र शरीर सानो कदको (२५ से.मि. जति अग्लो) भएको कुरा देखिएको छ । ३ करोड वर्षअगाडिको घोडाका अबशेषअनुसार तिनीहरू अलि ठूला भए र खुरको सङ्ख्या घटेर ३ भए । तिनीहरू मिजोहिपस जातिका थिए । तर निवर्तमान घोडा इकस जातिका हुन् । यिनीहरू झनै ठूला र खुर एउटा मात्र देखिन्छ साथै बाँकी २ ओटा अबशेषका रूपमा छ । यसरी ६ करोड वर्षमा घोडाको क्रम विकास भएर वर्तमान अवस्थामा आइपुगेको हो ।

बेलायतको म्युजियममा एउटा प्राणी आर्कियोप्टेरिक्सको जीवावशेष राखिएको छ । त्यसमा चुच्चो छ, पखेटा र पुच्छरमा प्वाँख छ आदि हेर्दा पंछीजस्तो देखिन्छ । यसबाहेक त्यसमा दाँतहरू छन्, पखेटामा औँलाहरू छन् । यी गुण रेप्टइलका हुन् । रेप्टाइलबाट पंछी जातिमा विकास हुने क्रममा सबै अङ्गहरू परिवर्तन भइनसक्दाको अवस्थामा सिर्जना भएका प्राणी ती आर्कियोप्टेरिक्स हुन् भन्ने अनुमान लगाउन सकिन्छ ।

ख) **शरीर रचनाको तुलनात्मक अध्ययनबाट प्राप्त प्रमाण (Evidence from comparative study of anatomy)** : बनोट समान भएको तर कार्य फरक भएका अङ्गहरूलाई सजातीय अङ्ग (Homlogous organ) भनिन्छ । जस्तै: मानिसको हात,घोडाको अगाडिको खुट्टा, परेवाको पखेटा, ह्वेलको पाइ्ल आदि सजातीय अङ्गहरू हुन् किन की तिनीहरूको बनोटमा समानता पाइन्छ । यी प्रत्येक अङ्ग निम्न हाडहरू मिलेर बनेका छन् । तिनीहरूको साइज र सङ्ख्या फरक भए पनि स्वरूप उस्तै छन् :

ह्युमरस (Humerous) रेडियस अल्ना (Radius ulna)

कार्पल्स र मेटा कार्पल्स (Carpels and metacarpels)

औँलाका हाडहरू (Phalanges)

सजातीय अङ्गहरूको बनोटमा समानता यसकारण भयो कि ती एउटै पुर्खाबाट बनेका सन्तान हुन् । स्वरूपमा फरक यस कारण भए कि ती विभिन्न जातिका जीवले आफ्नो अङ्गको प्रयोग फरक किसिमले र फरक उद्देश्यले गरे । जस्तो मानिसले तान्ने, घचेट्ने, समाउने, उठाउने, फ्याँक्ने आदि कार्यका निमित्त हात प्रयोग गर्दछ । चराले उड्ने कार्यमा, घोडाले टेक्ने कार्यमा, व्हेलले पानी चाल्ने कार्यमा पायडलको प्रयोग गर्दछ ।

ग) **भ्रूणहरूको अध्ययनबाट प्राप्त प्रमाण (Evidences from the study of embryology)** : माछा, भ्यागुतो, परेवा, खरायो, मानिस आदि विभिन्न जातिका जीवहरूको भ्रूणको सुरु अवस्थामा समान बनोट र रूप आकारको देखिन्छ । एउटाको जुन जुन भागबाट टाउको, मुटु, खुट्टा आदि बन्छ अर्कोमा पनि ती ती भागबाट नै ती अङ्गहरू बन्दछन् । भ्रूण विकास हुँदै जाँदा स्वरूपमा परिवर्तन भएर फरक फरक जातिका जीवहरू भएर जन्मिन्छ । यसबाट ती विभिन्न जातिका प्राणीहरू एउटै साझा पुर्खाबाट उत्पत्ति भएका हुन् भन्ने कुरा सिद्ध हुन्छ ।

घ) **अवशेषाङ्गबाट प्राप्त प्रमाण (Evidence from vestigial organ)** : विकसित जातिका प्राणीमा पाइने कुनै अङ्ग अनुपयोगी र साना छन् तर तिनै अङ्ग अविकसित जातिका प्राणीमा ठूला र उपयोगी छन् भने त्यस्ता अङ्गलाई अवशेषाङ्ग (Vestigeal organ) भनिन्छ । यसका उदाहरणहरू : कानको मांसपेशी, सिकम (caecum), भर्मिफर्म एपेन्डिक्स, निक्टिटेटीङ्ग मेम्ब्रेन, कक्सिक्स, क्यानाइन दाँत आदि मानिसमा अवशेषाङ्गको रूपमा पाइन्छ । मानिसका पुर्खाहरूमा ती अङ्गहरू ठूला, विकसित र उपयोगी थिए होला । यसबाट क्रम विकासको प्रक्रिया निरन्तर जारी रहेको छ भन्ने तथ्य पुष्टि हुन्छ ।

ङ) **भौगोलिक वितरणबाट प्राप्त प्रमाण (Evidences from geographcal desdtribution)** : पृथ्वीको सबै भागमा सबै किसिमका जनावर पाइँदैनन् । अफ्रिकामा पाइने हात्ती त्यस्तै हावापानी भएको ब्राजिलमा पाइँदैन । वर्तमानमा पाइने ती जनावर लोप भइसकेका पूर्वजबाट क्रम विकास भएर उत्पत्ति भएका हुन् । भौगोलिक बाधाहरूले गर्दा ती अन्यत्र फैलन पाएनन् ।

च) **दुई वर्गबीचका जनावरबाट प्राप्त प्रमाण (Evidences from bridge animal)** : पन्छी वर्गभन्दा स्तनधारी प्राणीहरू विकसित हुन् । तर यस्ता प्राणी पनि छन् जसमा केही गुण पन्छी र केही स्तनधारीसँग मिल्छ । अष्ट्रेलियामा पाइने प्लेटिपसमा हाँसको जस्तो चुच्चो, फुल पार्नु आदि गुण पन्छी (एव्स) सँग मिल्छ । तर फुल बनिसकेपछि केही दिन गर्भाशयमा रहेर भ्रूण बन्ने क्रिया सुरु हुनु, शरीरमा रौँ हुनु, स्तन हुनु आदि गुण स्तनधारीका हुन् । यसबाट पन्छीबाट स्तनधारी प्राणीहरूमा क्रम विकास भएको कुरा पुष्टि हुन्छ ।

२.१६ **क्रम विकासका सिद्धान्तहरू (Theories of evolation)** : क्रम विकास भएर विभिन्न जातिका जीवहरू उत्पत्ति भएको कुरामा धेरैको सहमति भइसक्यो । तर क्रम विकास किन र कसरी भयो भन्ने कुरा व्याख्या गर्न वैज्ञानिकहरूले अझै फरक फरक मत प्रस्तुत गरे । केहीको विचार निम्नअनुसार छ :

फ्रान्सका वैज्ञानिक जिन वाप्टीष्ट लेमार्कले आफ्नो विचार सन् १८०९ मा निम्नअनुसार प्रस्तुत गरे

(१) वातावरणीय प्रभाव: हरेक जीवलाई वातावरणले प्रभाव पार्दछ । वातावरणअनुसार उसले कुनै अङ्गको उपयोग कम गर्छ कुनैको प्रयोग बढी गर्दछ । बातावरणअनुसार स्वभावमा पनि परिवर्तन हुन्छन् । जमिनमा रहने पंछीहरू र जनावर; जस्तै पानी हाँस, व्हेल, डल्फिन, कछुवा खानाको खोजीमा पानीमा जान थाले र पौडिन सिके । जिराफले जमिनमा खानाको अभाव भएको कारण घाँटी तन्काई तन्काई अग्लो अग्लो रूखका पातहरू खान थाले ।

(२) **अङ्गहरूको उपयोग र अनुपयोगको असर (Effect of use and disuse of organs) :** जुन अङ्गको प्रयोग बढी हुन्छ त्यसको विकास मै रूप परिर्वतन भएर जान्छ । व्हेलमा अगाडिको खुट्टा पायडल बन्यो, जिराफको घाँटी लामो भयो, डलफिन, कछुवा आदिले ३० मिनेटमा एक पटक श्वास फेर्छ,कछुवाका खुट्टाहरूमा पानी चाल्ने पायडल बनेको छ आदि । त्यस्तै जुन अङ्ग प्रयोग गरिँदैन त्यो अङ्ग विस्तारै काम नलाग्ने र सानो हुँदै अन्तमा हराउँछ । सर्प साँघुरो ठाँउमा घिस्रने भएकाले खुट्टा हरायो, मानिसको कानको मांसपेशी कार्य नगर्ने भएको छ, निक्टीटेटिङ्ग मेम्ब्रेन, एपेन्डीक्स सानो र अनुपयोगी भएको छ ।

३) **प्राप्त गुणहरू सन्तानमा प्रसारण (Inheritence of acquired character) :** अङ्गहरूको उपयोग र अनुपयोगबाट शारीरिक बनोटमा हुने परिवर्तन र अन्य उपलब्धि आफ्नो सन्तानमा सर्छ । यिनै क्रममा प्राणीको स्वरूप परिवर्तन भई धेरै पुस्तापछि बेग्लै जातिका प्राणी बन्दछन् । यही कारण जिराफको घाँटी र खुट्टाहरू लामा भए ।

लेमार्कको आलोचना : खासगरी लेमार्कको निम्न कुराहरूमा विवाद भए :

- कुनै जीवले प्राप्त गरेको गुण त्यसका सन्तानमा सर्दैन जस्तो खेलाडीको पाखुरा र तिघ्राको मांशपेसी विकसित हुन्छ तर त्यसका सन्तानमा जन्मिँदै त्यस्तो हुँदैन । वैज्ञानिकहरूले प्रयोग गरी हेरे कि बीस पुस्तासम्म लगातार पुच्छर काट्दा पनि पुच्छर छोटो भएको वा नभएको मुसा जन्मिएन ।
- कुनै अङ्गको बढी प्रयोगले ठूलो हुने र प्रयोग नगरेको अङ्ग सानो हुने प्रकृतिमा यस्तो भएको पनि पाइँदैन ।
- इच्छाले मात्रै प्राणीको शारीरिक बनोटमा परिवर्तन भएको पनि पाइँदैन ।

डार्विनको सिद्धान्त (Darwin's Theory) : डार्विनको सिद्धान्तलाई निम्नअनुसार छोटकरीमा लेख्न सकिन्छ ।

- **छिटो गतिमा सन्तान जन्माउने क्षमता :** हरेक जातिका प्राणी र वनस्पति धेरै छिटो गति (ज्यामितीय अनुपात) मा सन्तान जन्माउँछन् । उदाहरणका लागि हात्ती सय वर्ष बाँच्छ । ४० वर्ष जति प्रजननमा सक्रिय रहन्छ । आफ्नो जीवनकालमा एउटा हात्तीले ६ ओटा बच्चा जन्माउँछ । यसरी प्रजनन अत्यन्त ढिलो गति भएको एकजोडी हात्तीले जन्माएको सबै सन्तान बाँचे भने ७५० वर्षमा हात्तीको सङ्ख्या १ करोड ९० लाख पुग्छ । अरू जातिका जीवहरूमा पनि यस्तै २,४,८,१६ को ज्यामितीय अनुपातमा जनसङ्ख्या तिव्ररूपमा वढदै जान खोज्छ ।

- **प्राकृतिक छनौट (Natural selection) :** प्राकृतिक वातावरणअनुकूल गुण भएकाहरू योग्य ठहरिएर लामो समय बाँच्छन् । अरू सबै नाश भएर जान्छन् । प्रकृतिले गर्ने यस्तो छनोटलाई प्राकृतिक छनौट भनिन्छ । प्रकृतिले राम्रा गुण भएका जीवहरूको छनोट कार्य गर्दछ । नराम्रा गुण भएका जीव हराएर जान्छन् ।
- **बाँच्नका लागि सङ्घर्ष (Struggle for existence):** प्रकृतिमा कुनै पनि जातिका प्राणीको सङ्ख्या असीमित रूपमा बढेको पाईँदैन । किन की जन्मिएको सबै सन्तान बाँच्दैन । सबैले समानरूपमा खाना, हावा, पानी, सुरक्षा पाउन सक्दैन । ती कुराहरू प्राप्त गर्न सन्तानहरू बीच तीव्र प्रतिस्पर्धा हुन्छ । यसैलाई बाँच्नको लागि सङ्घर्ष भनिन्छ ।
- **योग्यले बाँच्न पाउँछ (Survival of the fittest) :** बाँच्नका लागि सङ्घर्ष हुँदा सक्षम प्राणीले जित्छ र बाँच्न पाउँछ तर असक्षम जति मर्छ वा नास हुन्छ । जन्मिएका कुकुरका छाउराहरूमध्ये बलियोले आफ्नो भाग खाइसकेपछि अरूको भाग पनि खोस्ने गरेको हामीले देखेका छौं । बलियो झन् बलियो हुन्छ तर कमजोर झन कमजोर हुन्छ । रोग प्रतिरोध क्षमता, बलियो जाति, धेरै दिन भोकै बस्न सक्ने, वातावरणअनुसार परिवर्तन हुन सक्ने आदि गुणहरू बाँच्नका लागि योग्य हुन् । यस्ता गुण भएकाहरू बाँच्न योग्य ठहरिन्छ ।
- **परिवृत्ति (Variation) :** एउटै आमा वावुका सन्तानहरूबीच पनि सबै गुण समान नभई भिन्नता हुन्छ । यस क्रममा कुनै प्राणीले प्रकृतिको अनुकूल गुण प्राप्त गर्दछ कसैले प्रतिकूल । कोही सक्षम हुन्छ त कोही असक्षम ।
- **प्राप्त वंशाणुगत गुणको प्रसारण (Inheritence of the acquired Character) :** प्राकृतिक छनौटमा परेका प्राणीहरूका राम्रा गुणहरू त्यसका सन्तानमा प्रसारण हुन्छ ।
- **नयाँ जातिको उत्पत्ति (Orgin of new species) :** हरेक नयाँ पिँढीले प्राप्त गरेका राम्रा गुणहरू नयाँ वंशमा सधैं जान्छ । त्यसैले नयाँ पिँढीमा त्यसका पुर्खाभन्दा केही न केही नयाँ गुण देखा पर्दछ र पुर्खाभन्दा फरक हुन्छ । यसरी क्रमैसँग विस्तारै परिवर्तन हुँदै लाखौं वर्षमा नयाँ जातिको रूपमा देखापर्दछ । त्यो जीव पुर्खाभन्दा एकदम भिन्न हुन्छ । यसरी नै नयाँ जातिको उत्पत्ति हुन्छ ।

परियोजना कार्य

१. काँचको सोली, रवरट्युब वा प्लाष्टिकको ट्यबको प्रयोग गरी एउटा स्टेथोस्कोपको नमुना तयार गरी तपाईका विद्यार्थीहरुको आरामसँग बसिरहेको उभिइरहेको र दौडेर आए पछिको विभिन्न अवस्थाको मुटुको घड्कनको दर पत्ता लगाउनु होस ।

२. मानिसमा देखिने केही वंशानुगत (लुप्त र प्रबल) गुणहरु पहिचान गर्ने आधार तयार गर्नुहोस ।

३. मानव अस्थिपञ्जरको नमुना तयार गर्नुहोस ।

४. वनस्पति तथा जनावरहरुमा हुने अनुकूलता अध्ययन गरी तलको तालिका भर्नुहोस ।

वनस्पतिहरुको अनुकूलता

क्र.स.	जमिनमा पाइने वनस्पतीहरु	वातावरण अनुकुलताको लागि भएको विशेषता	सुरक्षात्मक अङ्ग	पानीमा पाइने वनस्पतीहरु	वातावरण अनुकुलताको लागि भएको विशेषता	पानीमा पाइने वनस्पतिहरु
१.						
२.						
३.						
४.						
५.						

जनावरहरुको अनुकूलता

क्र.स.	जमिनमा पाइने वनस्पतिहरु	वातावरण अनुकुलताको लागि भएका विशेषता	सुरक्षात्मक अङ्ग	पानीमा पाइने वनस्पतिहरु	वातावरण अनुकुलताका लागि भएका विशेषता	पानीमा पाइने वनस्पतिहरु
१.						
२.						
३.						
४.						
५.						

थप अध्ययनका लागि पठन योग्य सामग्रीहरु

1. Bhatia K. and Bhatia K.N. : Dinesh objective biology, S.Dinesh and Company, 2003.
2. Agrawal, Satish : Text Book of Biology, Vikash Publing house, 2000.
3. Dutta, A. C. : A text Book of Botany, Oxford University Press.

एकाइ : ३

प्राकृतिक सन्तुलन (Balance in Nature)

सक्षमता : प्राकृतिक सन्तुलनका बारेमा कठीन, नबुझिएका र स्पष्ट नभएका धारणाहरूको छनोट गरी समस्यामूलक क्षेत्रहरूको निरूपणका लागि विषयवस्तुको ज्ञान र सीपमा दुरुस्त भएर स्थानीय वातावरण,प्राकृतिक स्रोत र साधन वैज्ञानिक र प्राविधिक स्रोतहरूको उपयोग गरी उपर्युक्त कक्षा व्यवस्थापन र विद्यार्थी मूल्याङ्कन गरी शिक्षण गर्न ।

परिचय

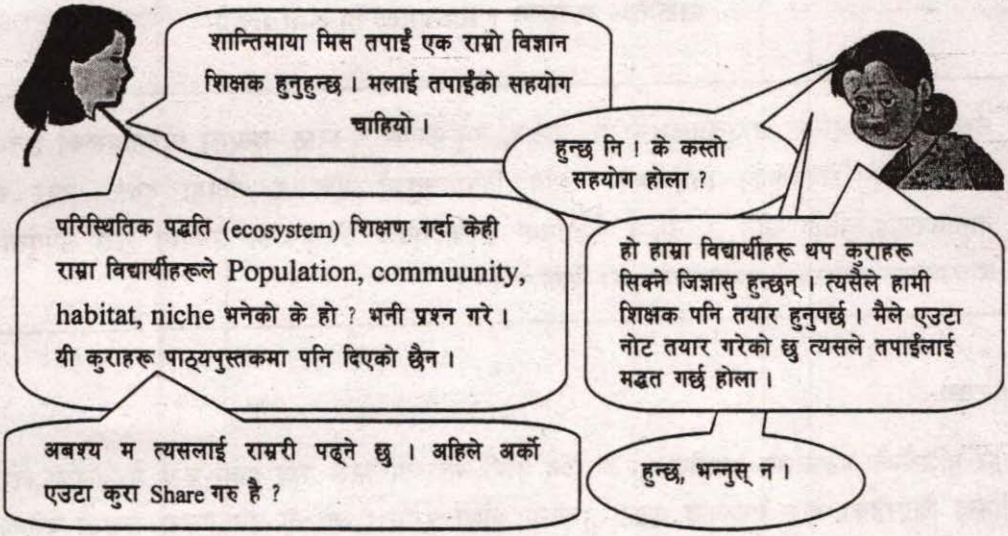
गाँउ नजिकैको जङ्गलमा वनभोज गएको दिन हामी केही साथीहरू शुद्ध हावा खाँदै जङ्गलको हरियालीको आनन्द लिइरहेका बेला एक्कासि एउटा दृश्यमा आँखा पुग्यो । त्यो के भने एउटा रूखमा बसेको चराले केही खाइरहेको थियो । राम्ररी नियालेर हेर्दा कुनै कीरा खाइरहेको रहेछ । घुम्दै जाँदा त्यहाँ विभिन्न किसिमका रूख बिरुवाहरू देखियो भने कुनै कुनै रूखमा च्याउ पनि उम्रेको देखियो । केही पर पुगेपछि एउटा पोखरीको डिलमा बस्यौ । त्यो पोखरी सतहमा लेउहरू र पोखरीमा केही माछाहरू रहेछन् । त्यहीं बस्दाबस्दै एक्कासि विचार आयो यदि यी प्राकृतिक वस्तुहरू नहुने हो भने हामी मानिसको अस्तित्त्व के होला भनेर । कल्पना मात्र पनि कहाली लाग्दो थियो । त्यसबाट मोडिएर हाम्रा पुर्खाहरूले चलाएको धार्मिक, साँस्कृतिक परम्परा र दिएका सन्देशहरू बारे सोच्न लागे जस्तै घरको आँगनमा तुलसी रोप्ने र दिनहुँ जल चढाएर पूजा गर्ने, वर पिपल रोप्ने, बेलपत्र चढाउने, लुतो फाल्ने र त्यसका आवश्यक वनस्पतिहरू वस्तुहरू, सूर्यको पूजा गर्ने, वायु र जलको पूजा गर्ने साथै क्षयरोग लागेका विरामीहरू सल्लाघारीमा बस्यो भने रोग चाँडै निको हुन्छ भन्ने सन्देश आदि आदि । के उनीहरूले आफ्नो वातावरणमा भएका यी तत्त्वहरूको महत्त्व बुझेका थिए ? के यी तत्त्वहरूको एक आपसमा निर्भरता र अन्तरसम्बन्ध बारे जानकारी थियो ? जेहोस् उनीहरूलाई वैज्ञानिक तथ्यहरू थाहा नभए पनि आफ्नो वातावरणमा भएका निर्जीव र सजीव वस्तुहरूको संरक्षण गर्नुपर्छ भन्ने कुरा उनीहरूले राम्ररी बुझेका थिए । हो हामी शिक्षकले पनि "प्राकृतिक सन्तुलन" को अध्यापन गर्दा हाम्रो परम्परा संस्कृति र पुर्खाहरूको अनुभवसँग जोडिएका कुराहरू उजागर गर्ने प्रयास गर्नुको साथै त्यसभित्र रहेका वैज्ञानिक तथ्यहरू खोज्ने प्रयास गर्नुपर्छ र बालबालिकाहरूलाई पनि गर्न लगाउनुपर्छ । यसरी हाम्रो वरपरको वातावरणमा के कस्ता भौतिक र जैविक वस्तुहरू छन् ? तिनीहरू एक अर्कामा के कसरी सम्बन्धित छन् ? पारिस्थितिक पद्धति (Ecosystem) के हो ? हाम्रो वरपर कस्तो पारिस्थितिक पद्धति छ ? यसको सन्तुलन कसरी कायम भएको छ आदि विषयका जिज्ञासाहरू समाधानका लागि गरिने अध्ययन अध्यापनका लागि आवश्यक ज्ञान, सीप र अभिवृत्ति विकास गराउने उदेश्यले यो एकाइ प्रस्तुत गरिएको छ ।

विषयवस्तु

३.१ पारिस्थितिक पद्धति (Ecosystem)

शिक्षक मिना

शिक्षक शान्तिमाया



नोट

Community: एकै प्रकारको साझा वातावरणमा वस्ने सजीवहरू (बिरुवा र जनावरहरू) को समूह जो एक अर्कामा निर्भर छन् तिनलाई Community भनिन्छ । जस्तै: Plant Community, Animal Community.

Population: उही जात (species) का जीवहरूको समूह जो कुनै खास वातावरणमा साथ साथै बस्छन् र सन्तान उत्पादन गर्छन् भने तिनलाई Population भनिन्छ । जस्तो काँडे भ्याकुरहरू (Spiny Babblers)

Habitat : प्रत्येक जातका जीवहरूको बस्ने खास स्थान हुन्छ जसलाई उनीहरूको बासस्थान (habitat) भनिन्छ ।

Niche : एकै बासस्थान (habitat) मा विभिन्न प्रकारका जीवहरू साझेदार हुन् सक्छन् । जस्तो एउटै रुखमा लोखर्के र चरा बस्न सक्छन् तर उनीहरूको भूमिका फरक हुन्छ । भूमिका भन्नाले यिनीहरूको खाना, खाना खाने तरिका, व्यवहार आदि वुझाउँछ । तसर्थ कुनै जीवले आफ्नो वासस्थानमा खेल्ने भूमिकालाई नै यसको Niche भनिन्छ । लोखर्केले खानाको लागि बिऊ (Nuts) को खोजी गर्छ भने, चराले कीराहरू खाने गर्दछ ।

मैले ecosystem को परिभाषा पाठ्यपुस्तकमा दिएजस्तै गरी बताएँ तर विद्यार्थीहरूले यसलाई वैज्ञानिकहरूले कसरी परिभाषित गरेका छन् ? भनेर सोधेका छन् ।

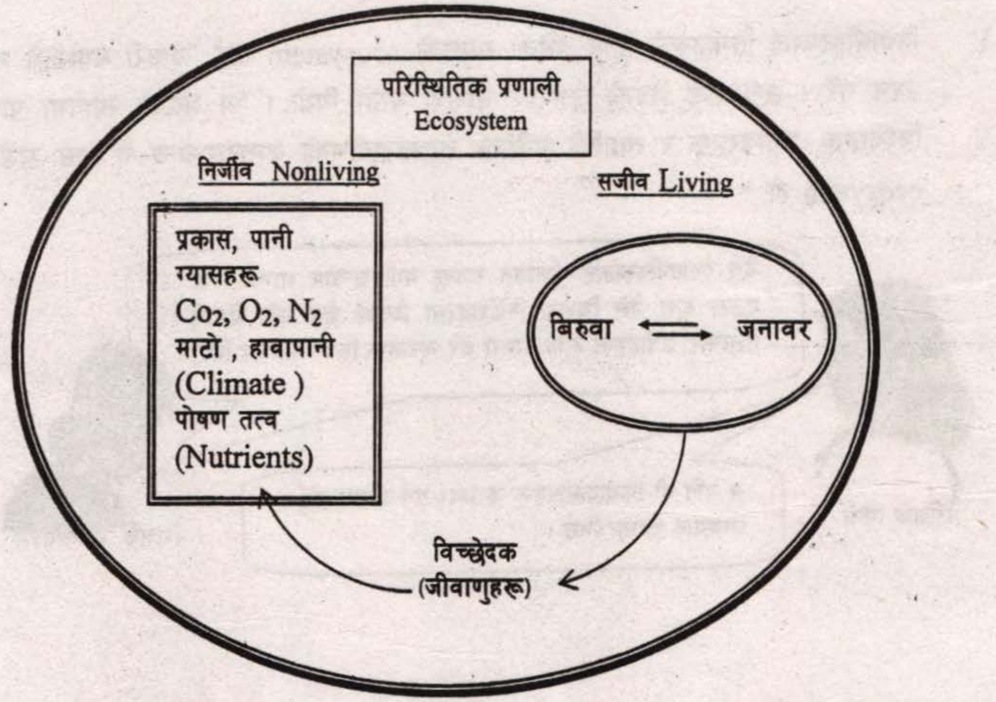
ecosystem का प्रणेता T.G. Tansely ले दिएको परिभाषा मैले सम्झेकी छु ।

के होला भन्नुस न !

ल हुन्छ । "वातावरणमा भएका सबै जैविक र अजैविक तत्वहरूको एकीकरणबाट आएको परिणाम नै ecosystem हो ।" विस्तृत जानकारीका लागि Environmental Education source book IUCN Page 81 हेर्नुसहै !

हस् धन्यवाद ।

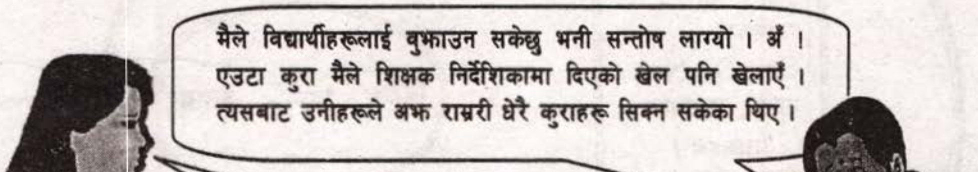
मिना सिस विद्यार्थीहरूलाई ecosystem को धारणा स्पष्ट पार्न मैले अपनाएको तरिका तपाईंलाई क्रमैसँग बताउँछु है ?
(१) मैले blackboard मा एउटा चित्र बनाएँ । ल हेर्नुहोस् चित्र !



२. विद्यार्थीहरूलाई चित्र अवलोकन गर्न लगाई प्रश्नोत्तर र छलफल गर्दै निम्न कुराहरू प्रस्टयाउँदै गएँ ।

- बिरुवा र जनावर ecosystem का जैविक पक्ष (biotic component) हुन् । जैविक पक्ष अन्तर्गत ३ महत्वपूर्ण पक्षहरू: (*i*) उत्पादक (Producers) (*ii*) उपभोक्ता (Consumers) (*iii*) विच्छेदक (Decomposers) पर्दछन् ।
- सजीवहरूलाई बाँच्नका लागि हावा, पानी, ताप, खाना चाहिन्छ ।
- हावा, पानी, ताप, प्रकाश, पोषणतत्त्व ecosystem का अजैविक पक्ष (abiotic components) हुन् ।
- कुनै पनि अजैविक तत्त्वमा कुनै प्रकारको परिवर्तन भयो भने यसले ecosystem को जैविक पक्षमा असर गर्छ ।
- ecosystem सञ्चालनार्थ आवश्यक शक्ति सूर्यबाट प्राप्त हुन्छ । यो शक्ति Photo synthesis प्रक्रियाद्वारा खानाका रूपमा हरियो बिरुवाबाट जनावर तथा अन्य जीवहरूमा हस्तान्तरण हुँदै जान्छ ।
- ecosystem मा विच्छेदकले गरेका जीवहरू बिरुवा, जनावरलाई कुहाउने कार्य गर्दछ । कुहेका वस्तु पोषण तत्त्वका रूपमा माटोमा मिसिन्छ जसले गर्दा माटोबाट बिरुवाहरूले पोषण तत्त्व प्राप्त गर्दछन् ।

३. विद्यार्थीहरूलाई तिमीहरूले आफू बसेको स्थानको ecosystem लाई कसरी बताउँछौ भनी प्रश्न गरेँ । उनीहरूले दिएको उत्तरको सारांश यस्तो थियो । "म बसेको स्थानमा पाइने बिरुवाहरू, जनावरहरू र त्यहाँको अजैविक तत्त्वहरूबीचको अन्तरसम्बन्ध नै त्यस ठाउँको ecosytem हो "



३.२ वातावरणीय तत्त्वहरू (Ecological factors)

आफ्ना शिक्षक साथीहरूको शिक्षण कार्यबाट पनि धेरै कुराहरू सिक्न सकिन्छ भन्ने अभिप्रायले तालिम केन्द्रबाट तालिम लिइसक्नुभएका एक शिक्षक साथीको कक्षामा बस्न पुगें । त्यहाँ मैले कक्षा ९ एकाइ पारिस्थितिक पद्धतिअन्तर्गत वातावरणीय तत्त्वहरू (ecological factors) अध्यापन गरिएको कक्षा हेर्ने अवसर पाएको थिएँ । त्यस कक्षाबाट मैले धेरै कुराहरू सिक्न सकेकाले त्यसको झलक प्रस्तुत गर्ने अनुमति चाहन्छु ।

१) शिक्षकले भौगोलिक क्षेत्रको चित्र सबै विद्यार्थीहरूले देख्ने गरी भित्तामा टाँस्नुभयो ।

२) विद्यार्थीहरूलाई चित्रमा देखिएका वस्तुहरू साथै नदेखिए तापनि त्यस वातावरणमा हुनसक्ने वस्तुहरूको सूची तयार गर्न लगाउनुभयो ।

३) विद्यार्थीले तयार गरेको सूचीबाट एक एक वस्तुको नाम नदोहोरिने गरी भन्न लगाउनुभयो ।

४) उनीहरूले भनेका कुराहरूलाई एक जना विद्यार्थीलाई कालो पाटीमा निर्जीव र सजीवहरूलाई छुट्टाछुट्टै लहरमा लेख्न लगाउनुभयो ।

५) सजीवमा बिरुवा र जनावरहरूको सूची बनाइएको थियो । निर्जीवहरूको सूचीमा केही छुटेका कुराहरू शिक्षकले समावेश गर्नु भई तापक्रम, प्रकाश, हावा, पानी, आर्द्रता, भू-आकृति (Topography) खनिज, माटो आदि सहितको एक अन्तिम सूची बनाउनुभयो र छलफल गरी त्यसको सारांशमा वातावरणमा भएका सजीवहरू जैविक तत्त्वहरू हुन् र निर्जीव तत्त्वहरू अजैविक हुन् भनी भन्नुभयो ।

६) विद्यार्थीहरूलाई प्रश्न सोध्नुभयो । "वातावरणीय तत्त्व भनेको के हो ?"

७) विद्यार्थीहरूले दिएको उत्तरको प्रतिक्रियामा ठीक छ स्यावास भन्दै यसरी अझ प्रस्ट पार्नुभयो ।

कुनै पनि वातावरणमा भएका सजीवहरू त्यस वातावरणमा भएका जैविक र अजैविक तत्त्वहरूमा निर्भर हुन्छन् । तसर्थ कुनै पनि Ecosystem मा सजीवहरू पाइनु (Occurance) वितरण (Distribution) र बाँच्नु (Survival) मा प्रभाव पार्ने अजैविक र जैविक तत्त्वहरूलाई नै वातावरणीय तत्त्व (Ecological factor) भनिन्छ ।

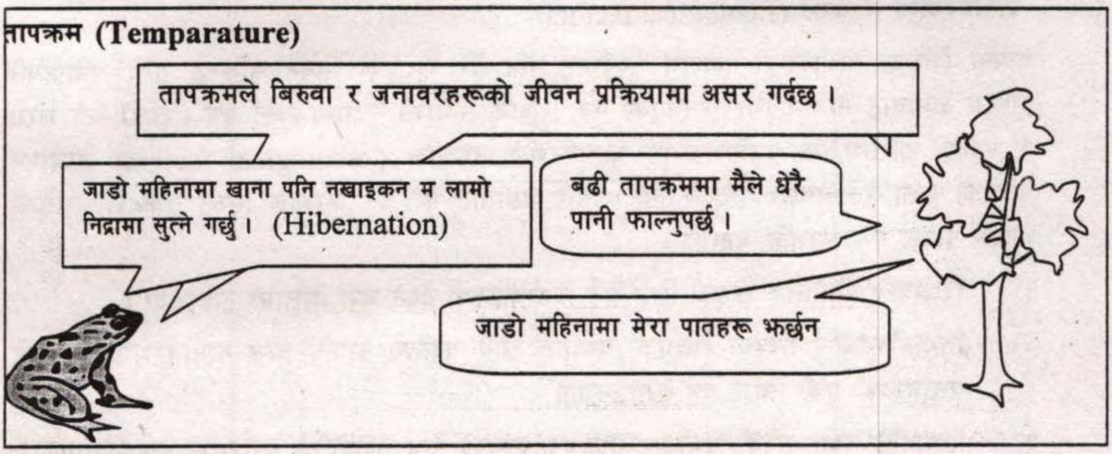
शिक्षक : " अब भन्नुस त, वातावरणीय तत्त्वलाई कति भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ होला ?"

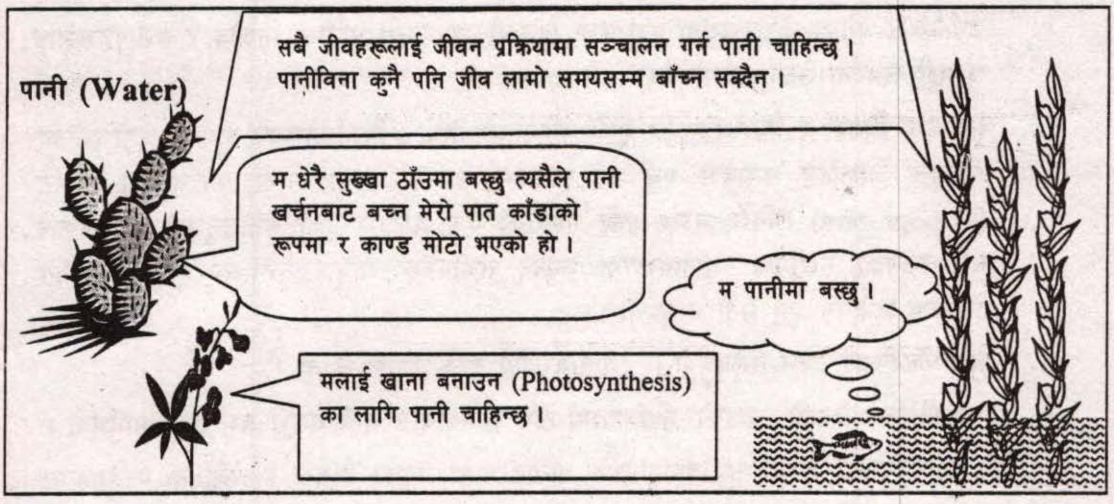
विद्यार्थीले जवाफ दिए, "२ भागमा (१) अजैविक (२) जैविक ।"

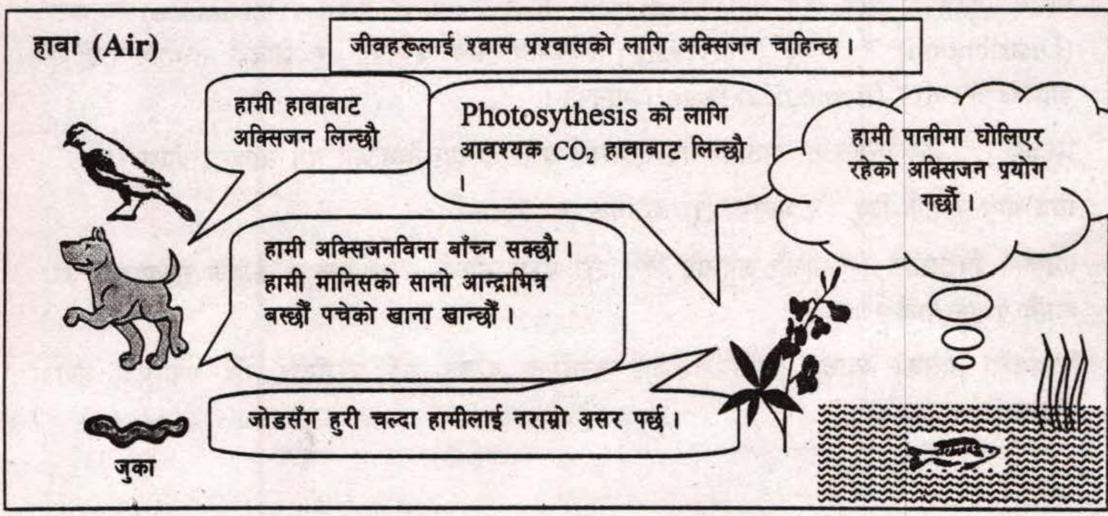
एकजना विद्यार्थीले शिक्षकको अनुमति लिँदै एक प्रश्न सोध्यो, "अजैविक र जैविक तत्त्वहरूले के कस्तो प्रभाव पार्छ ?"

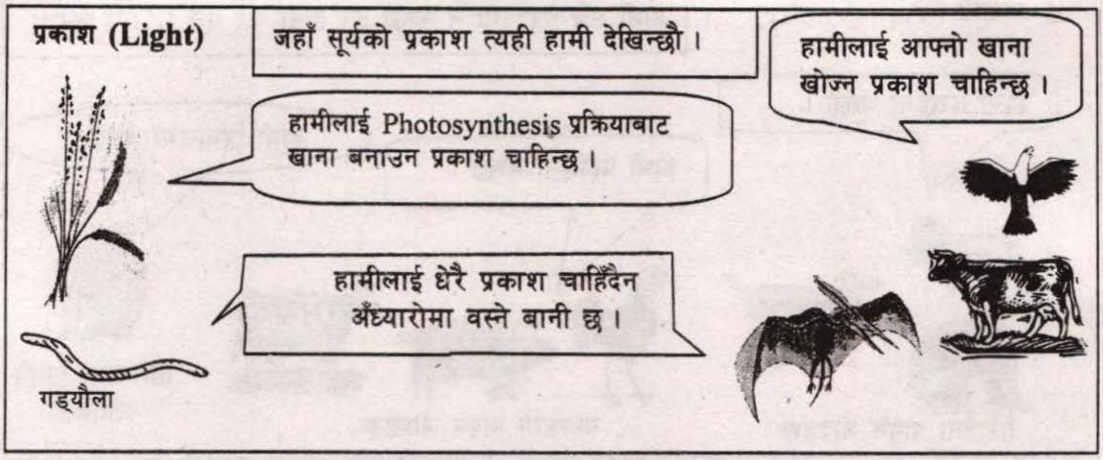
शिक्षकले त्यसको व्याख्या विद्यार्थीहरूलाई कार्डहरू बाँडनु भई प्रश्नोत्तर गर्दै एक-एक गरी प्रस्ट्याउँदै जानुभयो ।

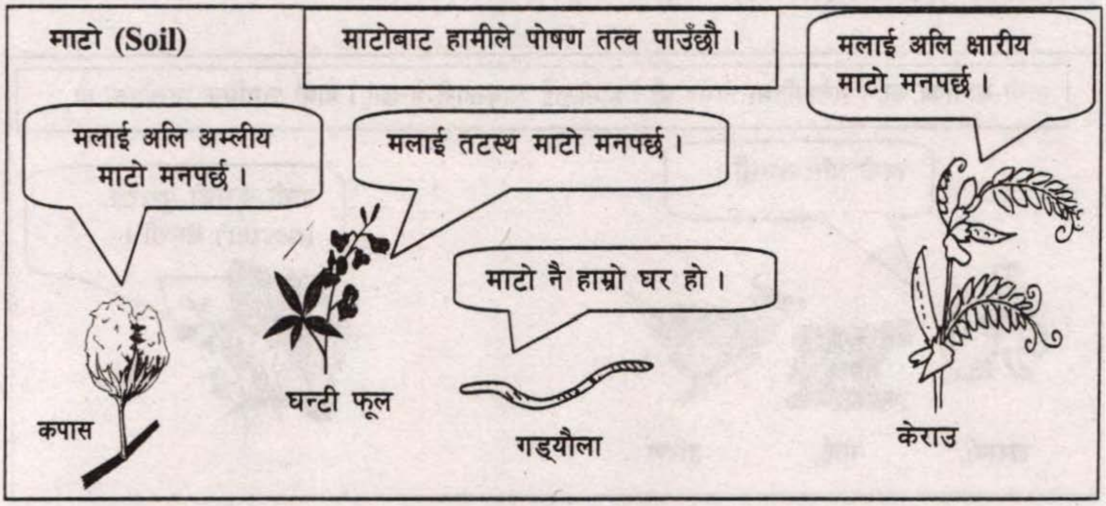
अजैविक तत्त्वहरू (Abiotic factors) ले जैविक तत्त्वहरूमा के कस्तो प्रभाव पार्छ ?

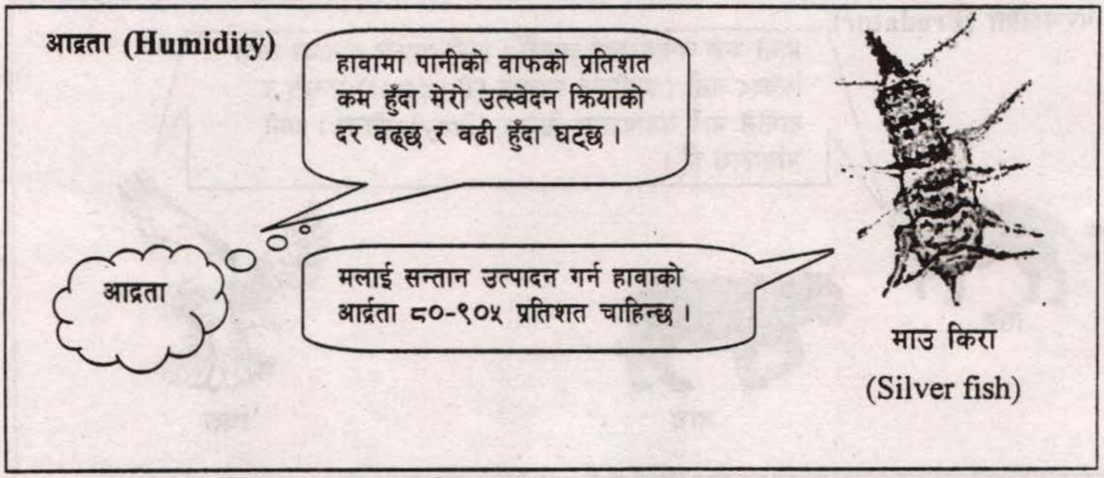







प्रकाश (Light)
जहाँ सूर्यको प्रकाश त्यही हामी देखिन्छौ ।
हामीलाई आफ्नो खाना खोज्न प्रकाश चाहिन्छ ।
हामीलाई Photosynthesis प्रक्रियाबाट खाना बनाउन प्रकाश चाहिन्छ ।
हामीलाई धेरै प्रकाश चाहिँदैन अँध्यारोमा वस्ने बानी छ ।
गड्यौला


माटो (Soil)
माटोबाट हामीले पोषण तत्व पाउँछौ ।
मलाई अलि क्षारीय माटो मनपर्छ ।
मलाई अलि अम्लीय माटो मनपर्छ ।
मलाई तटस्थ माटो मनपर्छ ।
माटो नै हाम्रो घर हो ।
घन्टी फूल
कपास
गड्यौला
केराउ


आद्रता (Humidity)
हावामा पानीको वाफको प्रतिशत कम हुँदा मेरो उत्स्वेदन क्रियाको दर वढ्छ र वढी हुँदा घट्छ ।
आद्रता
मलाई सन्तान उत्पादन गर्न हावाको आर्द्रता ८०-९०५ प्रतिशत चाहिन्छ ।
माउ किरा
(Silver fish)

भू-आकृति (Topography)

हामी सबै नेपालमा नै बस्छौ तर हाम्रो घर एकै ठाँउमा छैन ।

हामी तराईमा वस्छौ ।

हामी पहाडमा बस्छौ ।

हामी हिमालमा वस्छौ

तराईमा पाइने जीवहरू

पहाडमा पाइने जीवहरू

हिमालमा पाइने जीवहरू

जैविक तत्वहरू (Biotic factors) को एक अर्कासँग के कस्तो सम्बन्ध छ ?

हामी खानाका लागि वनस्पतिमा निर्भर छौ । हामीलाई शाकाहारी भन्छन् । हामी प्राथमिक उपभोक्ता हौ ।

हामी घाँस खान्छौं ।

हामी फूलको पुष्परस (necter) खान्छौ ।

खरायों, गाई, हरिण

परभक्षीता (Predator)

हामी अरू जनावरलाई खान्छौं । हामी आफ्नो खानाका लागि सिकार गर्छौं । हामीलाई परभक्षी (Predator) भन्छन् र हामीले मार्ने जनावरलाई सिकार (Prey) भनिन्छ । हामी मांसाहारी हौं ।

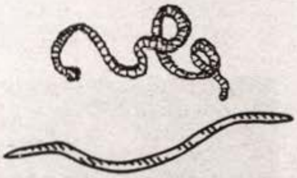
सिँह

बाघ

चिल

परजीवीता (Parasite)

हामी अकार्को शरीरभित्र वा बाहिर बस्छौं । हामी हाम्रो खाना उनीहरूको शरीरबाट नै खान्छौ । त्यसैले हामीले उनीहरूलाई हानी पुऱ्याउँछौं ।


जुका

जुम्रा

उपिया

प्रतिस्पर्धा (Competation)

हामीलाई आफ्नो खाना र वासस्थानका लागि आपसमा सङ्घर्ष गरिरहनुपर्छ ।

खरायो

हरिण

गाई

बिरुवा

सहभेजिता (Commensalism)

समुद्रमा पाइने Remora माछा माथि टाँसिएर रहने र shark ले खाएर बाँकी रहेका खाना प्राप्त गर्दछ ।

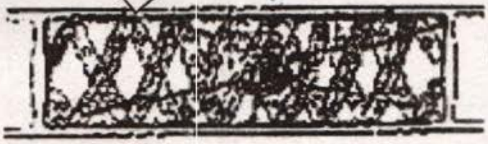
म रुखको हाँगामा टाँसिएर त्यसबाट पानी लिन्छु तर रुखले आफ्नो सौन्दर्यता म बाट पाउँछ ।

सुनगाभा

पारिस्परिकता (Mutualism)

हामी झ्याउ (lichen) हौं । हामी अल्गी (algae) र फन्जाई fungi मिलेर बनेका छौं । एक अर्कालाई फाइदा पनि पुऱ्याउछौं ।

म Algee हुँ । मलाई fungus ले सुक्नबाट बचाउँछ । म हामी दुवैको लागि खाना बनाउँछु ।



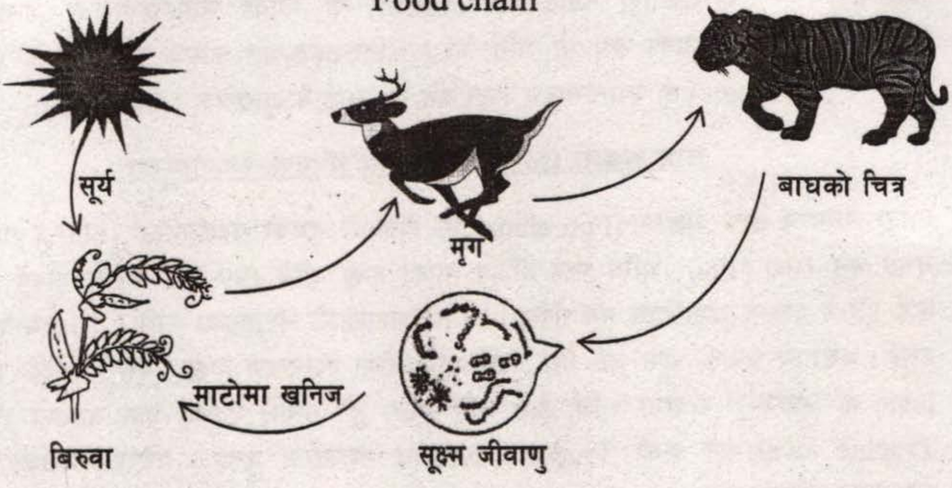
म fungus हुँ । म खाना वनाउन त सक्दिन तर पानी र खाना सोसेर खाना बनाउन मद्दत गर्छु ।

३.३ खाद्य चक्र (Food chain) :

शिक्षकको प्रस्तुति

सुन सुन साथी हो म केही भन्छु
बुझ बुझ साथी हो । सत्य तथ्य कहन्छु ।
थियो विशाल हरियो जङ्गल एक
बस्दथे त्यहाँ जीव जन्तु अनेक
भोकाएर आयो मृग एक
खोज्न थाल्यो आहारा अनेक
बनायो आहारा हरियो घाँसलाई
अगाएपछि प्यास लागेछ त्यसलाई
दौडेर पुग्यो खोलामा प्यास मेट्नलाई
पियो पानी टन्न क्षण नबिराई
टाढाबाट बाघ आई झम्ट्यो त्यसलाई
एकैछिनमा गरिहाल्यो मृगको सफाई
लड्यो बाघ टन्न अघाई वास्तै नगरी
बाँकी भएको मृगको जीउ छोड्यो सिनु सरी
केही दिनमा कुहाइ दियो ब्याक्टेरियाले
आहारा भो बिरुवालाई त्यसो गर्नाले ।

Food chain



शिक्षक : खाद्य शृङ्खलामा शक्ति मुख्यत: कहाँबाट प्राप्त हुँदोरहेछ ?

विद्यार्थी : सूर्यको प्रकाशबाट

शिक्षक : खाद्य चक्रमा शक्ति कसरी प्रवेश गर्छ ?

विद्यार्थी : बिरुवाहरूले खाना बनाउने प्रक्रिया photosynthesis द्वारा

शिक्षक : Photosynthesis प्रक्रियामा हुने रसायनिक प्रतिक्रिया देखाउने समीकरण (equation) के हो ?

विद्यार्थी : $6CO_2+6H_2O \xrightarrow[Chlorophyll]{Light} C_6H_{12}O_6+6O_2$

शिक्षक : मृग कस्ता प्रकारको उपभोक्ता हो ?

विद्यार्थी : शाकाहारी, प्रथम उपभोक्ता

शिक्षक : बाघ कुन प्रकारको उपभोक्ता हो ?

विद्यार्थी : मांसहारी, तृतीय उपभोक्ता

शिक्षक : सर्वहारी भनेको के हो ?

विद्यार्थी : वनस्पति र जनावर दुवैलाई खानाको लागि प्रयोग गर्ने जनावरहरूलाई सर्वहारी भनिन्छ ।

शिक्षक : खाद्य चक्रमा विच्छेदकको काम के हो ?

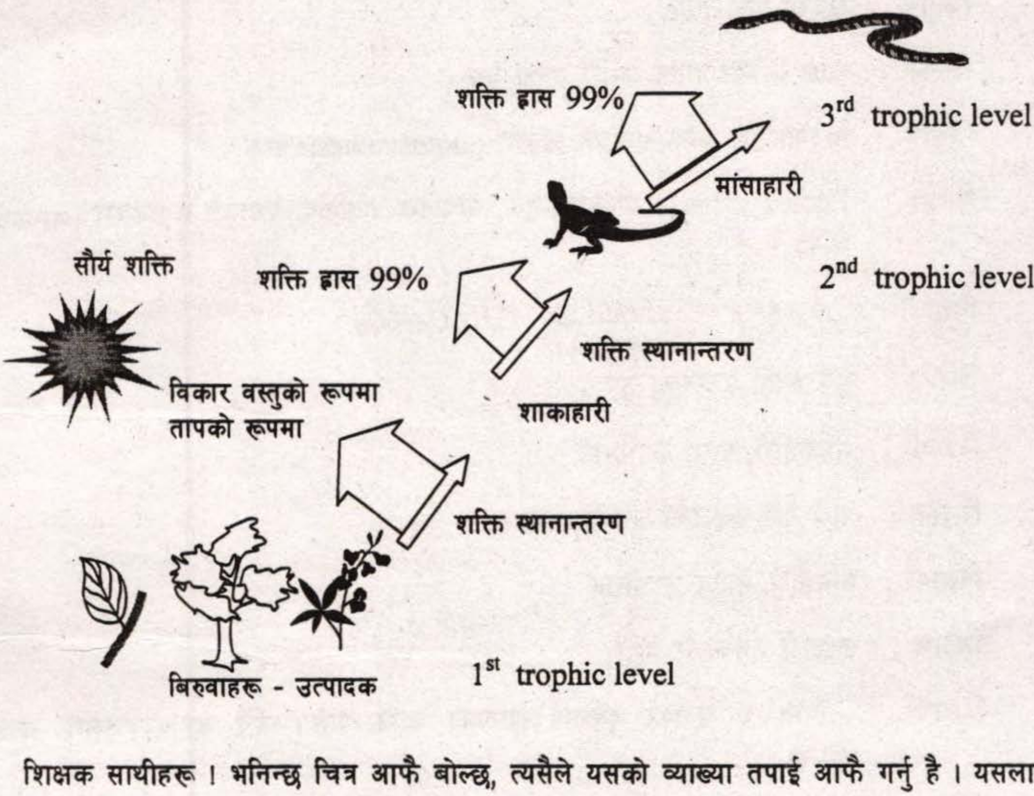
विद्यार्थी : ब्याक्टेरिया र ढुसी जस्ता सूक्ष्म जीवाणुहरू विच्छेदक हुन् जसले मरेका बिरुवा र जनावरहरूको शरीरलाई कुहाएर सरल वस्तुमा परिणत गर्दछन् । यी खनिज वस्तुहरू माटोमा मिल्छन् र माटोबाट बिरुवाले पुन: प्राप्त गर्दछ ।

शिक्षक : खाद्यचक्र भनेको के हो ?

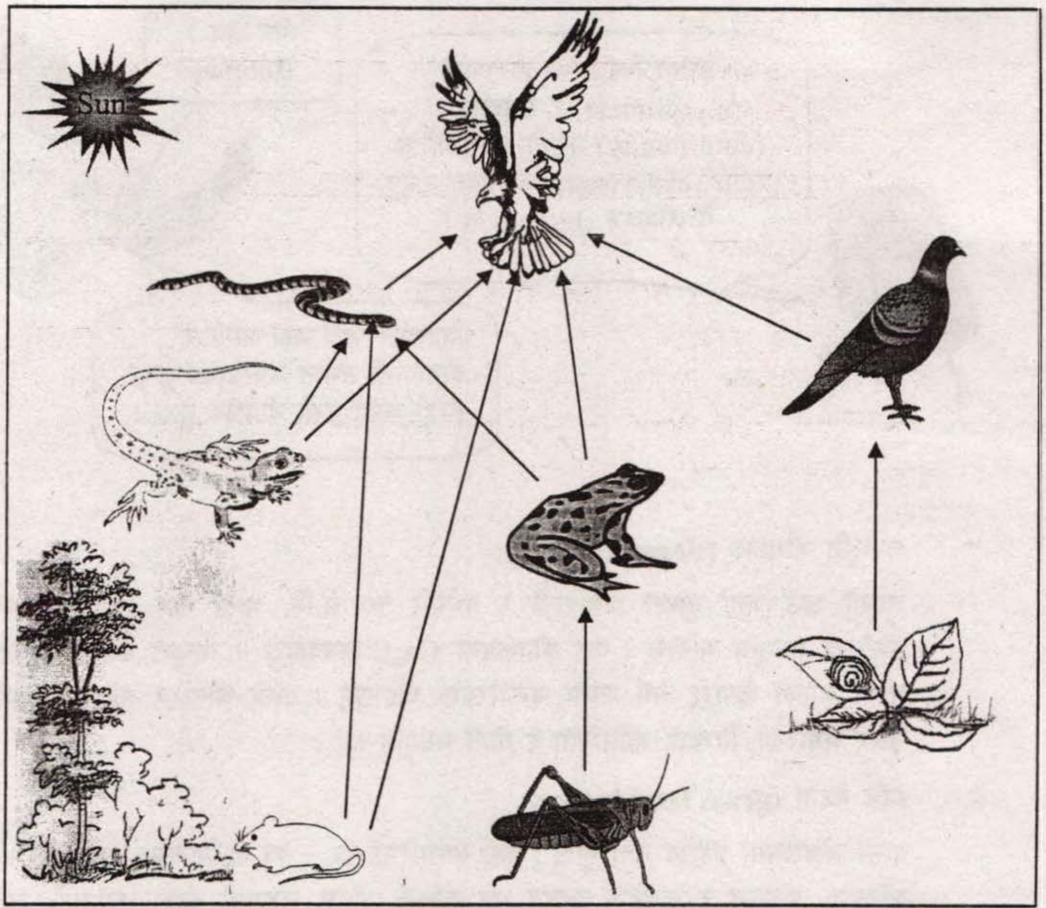
विद्यार्थी : कुनै पारिस्थितिक पद्धति (ecosystem) मा भएका जीवहरूबीचको अन्तरसम्बन्ध, जसमा खानाका रूप मा शक्ति मुख्यत: बिरुवाहरूबाट क्रमिक रूपमा विभिन्न जीवहरू (orgsms) मा स्थानान्तरण हुन्छ भने त्यसलाई नै खाद्यचक्र (food chain) भनिन्छ ।

<u>खाद्य श्रंखला (food chain) मा शक्तिको स्थानान्तरण</u>

एउटा सामान्य खाद्य श्रृंखला (Foo chain) मा विरुवाले सूर्यको प्रकाशबाट 1000 J शक्ति प्राप्त गऱ्यो भने 10 J (1%) शक्ति मात्र संचित भएको हुन्छ बाँकी (99 %) शक्ति जीवन प्रक्रियामा खर्च हुने र वातावरणमा ह्रास हुने गर्दछ । त्यसैले शाकाहारी जीवहरुका लागि 10 J मात्र उपलब्ध हुन्छ । जसमध्ये 99 % ह्रस भई 1% मात्र मांसहारीमा स्थान्तरण हुन्छ । यसरी प्रत्येक Trophic level मा अधिकांस मात्रामा शक्ति ह्रास तथा प्रयोग हुने गर्नाले एकदम कम मात्रामा शक्ति एक Trophic level वाट अर्को Trophic level मा स्थान्तरण हुन्छ । यसलाई तलको चित्रबाट प्रस्ट्याउन सकिन्छ होला ?



शिक्षक साथीहरू । भनिन्छ चित्र आफै बोल्छ, त्यसैले यसको व्याख्या तपाई आफै गर्नु है । यसलाई Food pyramid मा पनि देखाउने प्रयास गर्नु होला ।



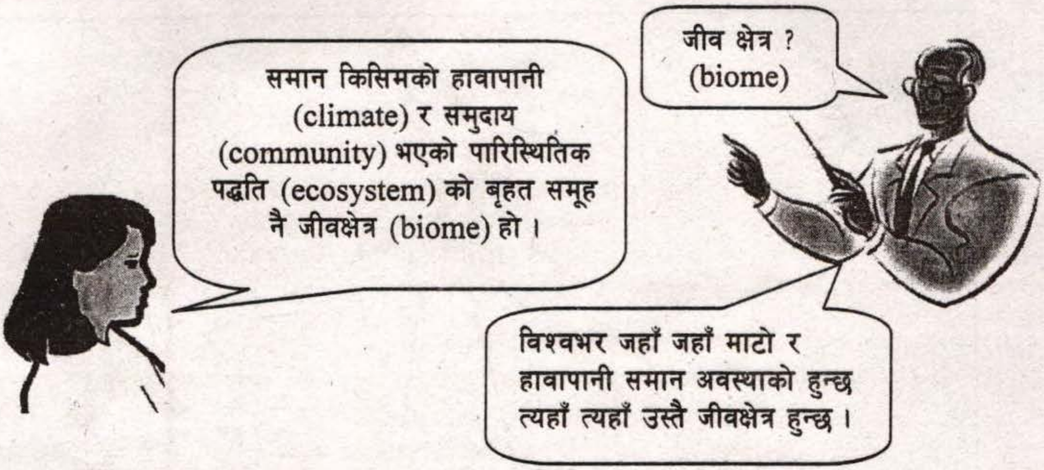
३.४ खाद्य जाल (food web)

पारिस्थितिक पद्धतिमा धेरै खाद्य चक्रहरू (food chains) हुन्छन् । तिनीहरू पृथक श्रृंखलामा रहँदैनन्, अन्तर संयोजित (inter connected) रूपमा सञ्जाल बनाएर रहेका हुन्छन् । यही सञ्जाललाई खाद्यजाल (food web) भनिन्छ ।

मैले एक सर्वहारी (omnivore) का रूपमा आफ्नो खाना (diet) का आधारमा खाद्य चक्रहरूमा आफ्नो सहभागिता बारे विचार गरैं । जब म अन्न, तरकारी साग खान्छु तब म बिरुवा खाने प्राथमिक उपभोक्ता हुन्छु । खसीको मासु खान्छु द्वितीय उपभोक्ता (Secondary consumer) हुन्छु, मांसाहारीलाई खान्छु जस्तै : माछा, तृतीय उपभोक्ता (tertiary consumer) हुन्छ । ओहो म जस्ता मानिसहरू पारिस्थितिक पद्धतिमा रहेका विभिन्न खाद्य चक्रहरूमा अन्तिम उपभोक्ताका रूपमा पो रहँदा रहेछन् ।

शिक्षकले दिएको परियोजना कार्य (Project work) आफ्नो वरिपरिको क्षेत्र भ्रमण गरी त्यहाँ भएका जीवहरूले के के खान्छन् अवलोकन गर्ने । अवलोकन गरेका कुरालाई खाद्यचक्र बनाई प्रस्तुत गर्ने ।

जीव क्षेत्र (Biome)



१. मरुभूमि जीवक्षेत्र (dessert biome)

त्यस्तो ठाउँ जहाँ सुख्खा हावापानी र वर्षभरि १० से.मि. भन्दा कम वर्षा हुन्छ त्यस्तो ठाउँलाई मरुभूमि भनिन्छ । यस जीवक्षेत्रमा Cacti बिरुवाहरू र माकुरा, विच्छी, काडादार छाला भएका छेपारो, सर्प जस्ता जनावरहरू पाइन्छन् । यस्तो जीवक्षेत्र सहारा, अष्ट्रेलिया, उत्तर अमेरिका, तिब्बत, वोलिभिया र गोवी मरुभूमि हुन् ।

२. घाँसे मैदान (grass land biome)

यस्तो जीवक्षेत्रमा प्रशस्त वर्षा हुन्छ । यहाँ वर्षभरिमा २५ - ७५ से.मि.सम्म वर्षा हुन्छ । यहाँ घाँसहरू, बुट्यान र रूखहरू हुन्छन् भने लोखर्के, घोडा, जङ्गली कुकुर, भ्यागुतो, कछुवा, छेपारो, सर्पजस्ता जनावरहरू पाइन्छन् । यस्तो जीवक्षेत्र अष्ट्रेलिया, अर्जेन्टिना, साइवेरिया र एसियामा हुन्छन् ।

३. तुन्द्रा (Tundra biome)

यस जीवक्षेत्रमा वर्षैभरि पानी जम्ने तापक्रमभन्दा कम तापक्रम हुन्छ । यहाँ जाडो मौसममा -४०°C सम्म तापक्रम झर्छ भने गर्मी मौसममा २४ घन्टै सूर्य उदाइरहन्छ । यहाँ घाँसहरू, हिउँ मृग (reindeer) हिउँ भालु (polar bear) जस्ता जनावरहरू पाइन्छन् । साइवेरिया, युरोप, उत्तर अमेरिकाको उत्तरी भागमा यो जीवक्षेत्र हुन्छ ।

४. जङ्गल जीवक्षेत्र (forest biome)

- कोणधारी वन (coniferous forest or taiga) :

  चिसो हावापानी, जाडो मौसम जमिन हिउँले ढाकिने र अम्लीय माटो भएको क्षेत्र । यस क्षेत्रमा सल्ला, देवदारु (fir), जस्ता वनस्पति र व्वाँसो, भालु, फ्याउरो, कठफोरा (wood pecker) जस्ता जनावरहरू पाइन्छन् ।

- शितोष्ण पतभ्फड वन (Temperate deciduous forest)

  मन्द तापक्रम, प्रशस्त वर्षा हुने क्षेत्र । यहाँ भुगिला (maple), अग्राख (oak), ओखर (walnut) जस्ता बिरुवा र छेपारो, सर्प, बाभ्फ, लोखर्के, हरिण, भालुजस्ता जनावरहरू पाइन्छन् । उत्तर अमेरिका र जापानका भूभागहरूमा यस्ता जीवक्षेत्र पाइन्छ ।

- उष्ण प्रदेशीय सदाबहार वन (Tropical rain forest) वर्षभरिमा २०० से.मि. भन्दा बढी वर्षा हुने, तातो हावापानी, बढी आर्द्रता भएको क्षेत्र, सदाबहार रूखहरू, घाँस, मिलिपेड, गोब्रे कीरा, हात्ती, बाघ, चितुवा, हरिण, बदेल, बाँदर आदि जस्ता जनावरहरू पाइन्छन् । कङ्गो, मध्य अफ्रिका, भारतको दक्षिण किनारामा यस्ता क्षेत्र हुन्छन् ।

५. पर्वतीय जीवक्षेत्र (Mountain biome)

भिन्न भिन्न उचाइले गर्दा यस जीवक्षेत्रअन्तर्गत पनि विभिन्न जीवक्षेत्रहरू पर्दछन् । यहाँ हावाको घनत्व र अक्सिजन र आर्द्रताको मात्रा फरक हुन्छ । यस क्षेत्रमा बाँस, सुनगाभा, लालीगुँरास जस्ता बिरुवाहरू र भालु, बाँदर, चितुवा, रातो पान्डा, याकजस्ता जनावरहरूको वितरण भएको हुन्छ ।

३.६ जीवक्षेत्रहरूबीचको अन्तरसम्बन्ध (Interrelationship between biomes)

विवेक : नीर्मलाजी तपाईंले त मागमा आधारित तालिम लिनुभएको छ । यो पाठ के कसरी पढाउँदा विद्यार्थीहरूले राम्ररी बुझ्छन् होला ?

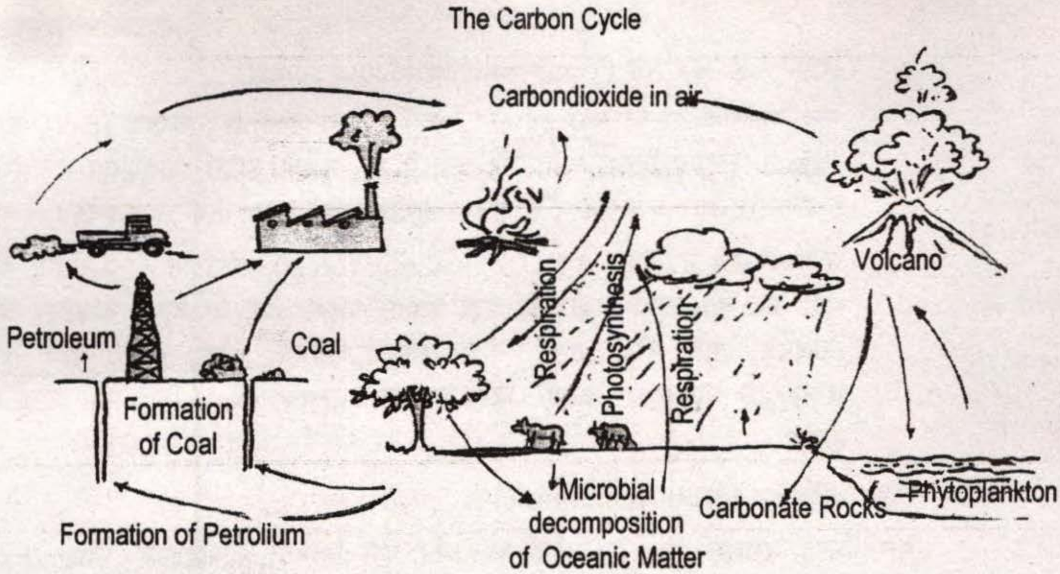
नीर्मला : तालिममा सिकेका ज्ञान, सीपको प्रयोग गरी मैले शिक्षण गरेको तरिका तपाईंलाई भन्छु, सायद सहयोग होला । तर शिक्षण गर्नुअघि हामी आफैं पनि विषयवस्तुमा स्पष्ट भई तयार हुनुपर्छ ।

विवेक : तपाईंले एकदम ठीक भन्नुभयो बरु तपाईंले जानेका कुराहरू मलाई पनि सिकाउनुहोस्न ।

नीर्मला : हुन्छ, अवश्य ! मैले अपनाएको विधि र केही थप विषयवस्तु पनि भन्नेछु ।

> जीवक्षेत्र (biome) मा बिरुवा र जनावरहरू जीव भू-रसायनिक चक्र (biogeochemical cycle) बाट प्रभावित भइरहेको हुन्छ । यिनीहरू पारिस्थितिक पद्धति (ecosystem) का महत्त्वपूर्ण तत्त्वहरू हुन् । विभिन्न जीवक्षेत्र (biomes) कार्बन चक्र (carbon cycle), नाइट्रोजन चक्र (nitrogen cycle), फोस्फोरस चक्र (Phosphorus cycle) जस्ता biogeochemical cycle द्वारा आपसमा अन्तरसम्बन्धित हुन्छन् ।

नीर्मला : मैले प्रदर्शन र प्रश्नोत्तर विधि अपनाएर शिक्षण गर्दा विद्यार्थीहरूबाट सकारात्मक पृष्ठपोषण पाएकी थिएँ । तपाई पनि प्रयोग गर्न सक्नुहुनेछ । त्यसका लागि मैले केही थप तयारी पनि गरेकी थिएँ । त्यसैको सार सङ्क्षेप तपाइलाई बताउँछु ।



कार्बन चक्र आवश्यक छ ?	कार्बन चक्र (Carbon cycle) के हो ?
कार्बन Carbohydrates, fats, proteins को अत्यावश्यक भाग हो । जसले सजीवहरूको तन्तु निर्माण गर्दछ ।	यो एक निरन्तर रूपमा चलिरहने प्रक्रिया हो जसले हावामा CO_2 को रूपमा Carbon को परिमाणलाई स्थिर राख्दछ ।

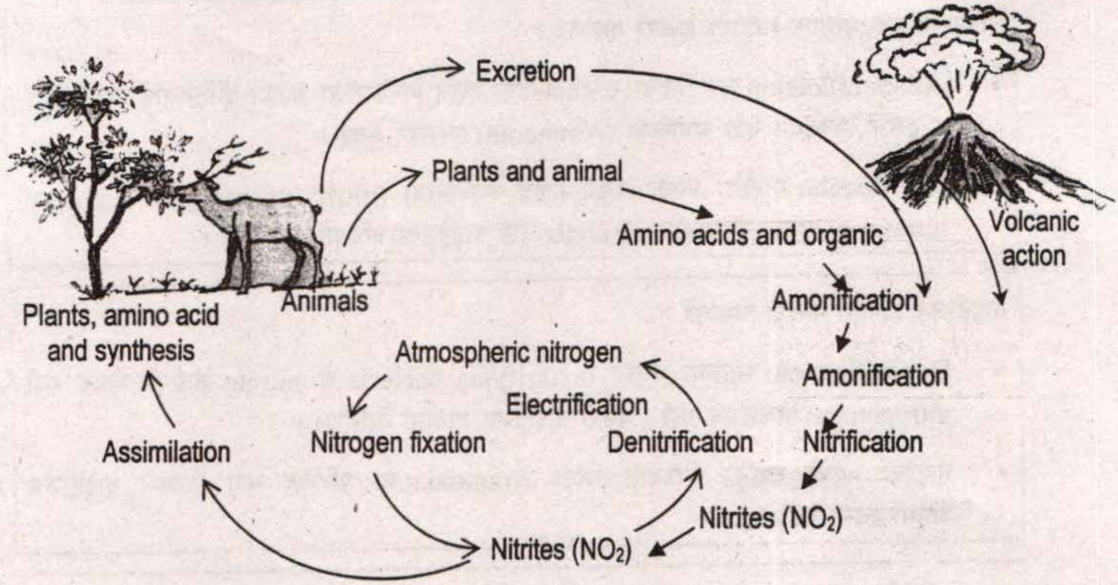
सजीवहरूले कार्बन कहाँबाट प्राप्त गर्दछन् ?

हरिया बिरुवाहरूले हावाबाट CO_2 को रूपमा कार्बन लिन्छन् र खाना बनाउने कार्य (Photosynthesis) मा प्रयोग गर्छन् । जनावरहरूले बिरुवा र अन्य जनावरहरूबाट खानाको रूपमा Carbon प्राप्त गर्दछन् ।

हावामा CO_2 कसरी फर्कन्छ ?

- बिरुवा र जनावरहरूले श्वासप्रश्वास क्रिया (respiration) गर्दा खानामा भएका कार्बनयुक्त यौगिकहरू टुक्रँदा निस्केको CO_2 फ्याँक्छन् । यसरी निस्केको CO_2 हावामा मिसिन्छ ।
- जब बिरुवा र जनावरहरू मर्छन् । यिनीहरूको मृत शरीरलाई ब्याक्टेरिया र ढुसी जस्ता सूक्ष्म जीवाणु (micro organisms) ले कुहाएर कार्बनयुक्त यौगिक आफ्नो भोजन बनाउँछन् । ती जीवाणुहरूले सास फेर्दा निस्केको CO_2 हावामा मिसिन्छ ।
- सबै मृत जीवहरू कुहिँदैनन् । विच्छेदकहरू परिचालन हुन् नसकेको अवस्थामा तथा अत्यन्त अम्लीय र अक्सिजनको अभाव (anaerobic) अवस्थामा मृत बिरुवाहरू पिट, कोइला, पेट्रोलियम जस्ता इन्धनमा परिणत हुन्छन् ।
- अक्सिजन ग्यास सबै सजीवहरूले श्वासप्रश्वास क्रिया हुँदा प्रयोग गर्छन् भने हरियो बिरुवामा Photosynthesis हुँदा O_2 बाहिर निस्कन्छ ।

नाइट्रोजन चक्र (nitrogen cycle)



सजीवहरूलाई नाइट्रोजन किन चाहिन्छ ?

सबै सजीवहरूलाई वृद्धि र कोष मरम्मतका लागि आवश्यक प्रोटिन निर्माण गर्न नाइट्रोजन चाहिन्छ ।

के हावामा भएको नाइट्रोजन बिरुवा र जनावरहरूले सोझै प्रयोग गर्दछन् ?

हावामा करिब ७८% नाइट्रोजन भए पनि बिरुवा र जनावरले सोझै प्रयोग गर्न सक्दैनन् । हावामा भएको नाइट्रोजन पहिले नाइट्रेट (nitrate) मा परिवर्तन हुनुपर्छ । त्यसपछि नाइट्रेटका रूपमा बिरुवाहरूले नाइट्रोजन प्राप्त गर्दछन् ।

नाइट्रोजन चक्र के हो ?

यो एउटा निरन्तर सञ्चालित चक्र हो । यसबाट नाइट्रोजनयुक्त यौगिकका रूपमा नाइट्रोजन माटोबाट निस्कने र माटोमा फर्कने कार्य हुन गई हावामा नाइट्रोजनको परिमाण स्थिर भइरहन्छ ।

माटोबाट नाइट्रोजनयुक्त यौगिक कसरी निष्कासन हुन्छ ?

माटोमा भएका ब्याक्टेरियाले हावामा भएको नाइट्रोजनलाई नाइट्रेटमा बदलिदिन्छ । माटोमा भएको नाइट्रेट हरियो बिरुवाले प्रोटिन निर्माणका लागि प्रयोग गर्दछ । शाकाहारी जनावरले बिरुवालाई भोजनका लागि प्रयोग गर्दा त्यसमा भएको प्रोटिनको रूपमा नाइट्रोजन प्राप्त गर्छ । मांसाहारीले अन्य जनावरहरूबाट र सर्वहारीले बिरुवा र जनावर दुवैबाट प्रोटिनयुक्त खानाद्वारा नाइट्रोजन लिन्छ ।

नाइट्रोजनयुक्त यौगिक माटोमा कसरी फर्कन्छ ?

- Ammonification जब बिरुवा र जनावरहरू मर्छन् यिनीहरूमा भएको प्रोटिनलाई ब्याक्टेरिया र ढुसीले विच्छेदन गर्दा अमोनिया (Ammonia) उत्पादन हुन्छ ।
- Nitrification माटोमा भएको नाइट्रिफाइङ्ग ब्याक्टेरिया (nitrifying bacteria : nitrite र nitrate) को संयुक्त क्रियाबाट amnonia लाई नाइट्रेटमा परिणत गरिदिन्छ ।

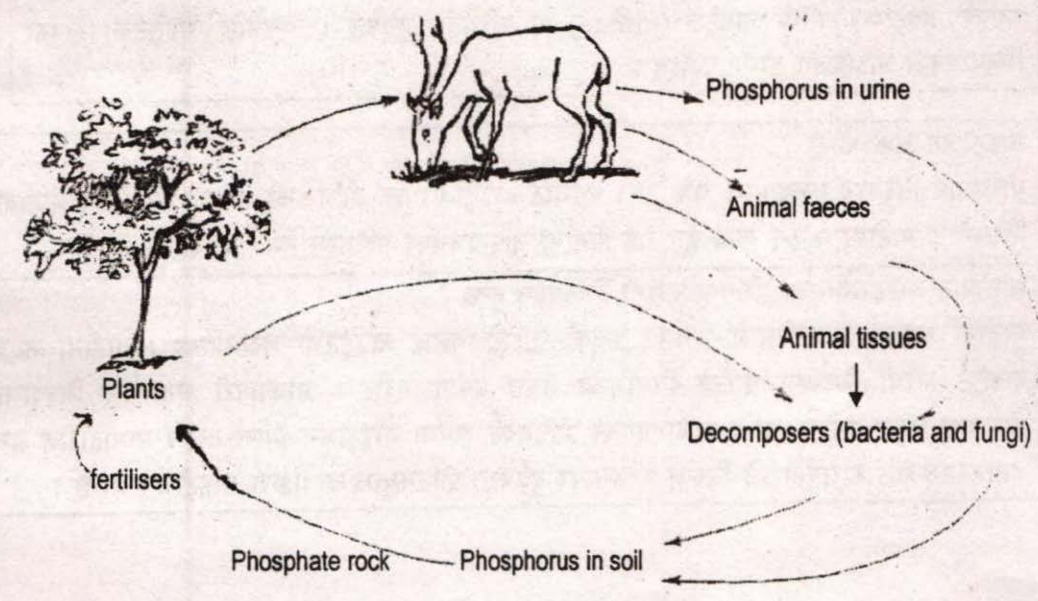
नाइट्रोजन हावामा कसरी फर्कन्छ ?

- Denitrification: माटोमा भएको denitrifying bacteria ले nitrate लाई विच्छेदन गरी nitrogen gas निष्कासन गर्छ । यसरी नाइट्रोजन हावामा मिसिन्छ ।
- माटोमा भएको नाइट्रेट बिरुवाले लिएर Ammonia मा परिणत गर्दा निस्कने नाइट्रोजन वायुमण्डलमा मिसिन्छ ।

Assimilation

बिरुवाले माटोबाट सोसेर लिएको नाइट्रेट बिरुवाको कोषमा पुगेपछि ammonium मा परिणत हुन्छ । Ammonium ion बाट बिरुवालाई आवश्यक amino acid बन्छ । यसरी nitrate ammonium मा परिणत हुने प्रक्रियालाई assimilation भनिन्छ ।

फस्फोरस चक्र **(Phosphorus cycle) :**



सजीवहरूलाई फस्फोरस किन चाहिन्छ ?

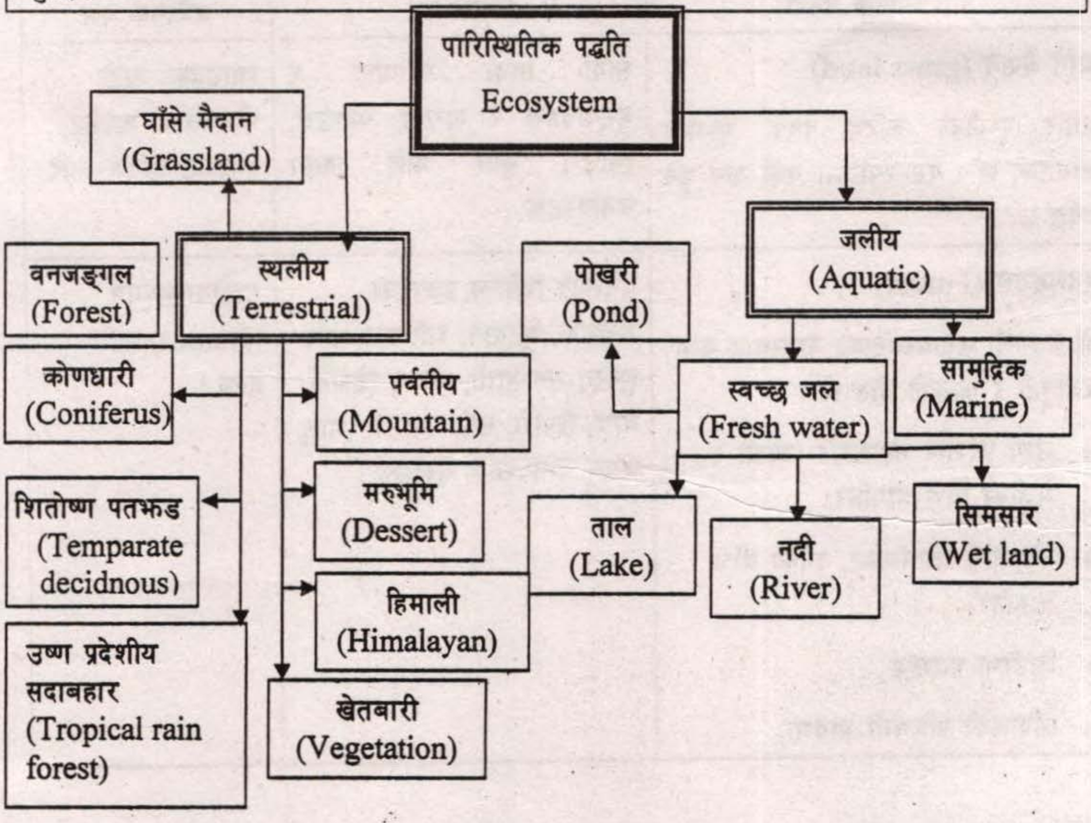
- फस्फोरस न्युक्लिक अम्ल (Nucleic acid) को एक अबयव हो ।
- यो जीव वैज्ञानिक प्रणालीका लागि आवश्यक पोषक तत्त्वहरूमध्ये एक हो र adenosine triphosphate (ATP) को रूपमा शक्ति बाहक हो ।
- हाडलाई कडा बनाउन फस्फोरस चाहिन्छ ।

बिरुवालाई फस्फोरस कसरी उपलब्ध हुन्छ ?

- फस्फोरस खनिज फस्फेट (PO_4) को रूपमा प्राकृतिक तवरले चट्टानमा रहेको हुन्छ । चट्टान खिइने प्रक्रियाले यो माटोमा मिसिन्छ र माटोबाट बिरुवाले प्राप्त गर्दछन् ।
- फस्फोरसयुक्त रासायनिक मलद्वारा पनि प्राप्त हुन्छ ।

फस्फोरस चक्र के हो ?

फस्फोरस चक्रको वायुमण्डलीय चरण हुँदैन । प्रकृतिमा चट्टान खिइने प्रक्रियाद्वारा फस्फेट आयोनको रूपमा माटोमा मिल्न जान्छ । स्थलीय पारिस्थितिक प्रणाली (terrestrial ecosystem) मा बिरुवाहरूले माटोमा भएको फस्फेट जराद्वारा सोसेर लिन्छन् र जीवकोषमा समाविष्ट हुन्छ । शाकाहारी जनावरहरूले खानाका रूपमा बिरुवाबाट फस्फोरस प्राप्त गर्दछन् । मांसाहारी र सर्वहारी जनावरहरूले अन्य जनावर र बिरुवाबाट फस्फोरस प्राप्त गर्दछन् । जनावरहरूको दिशा पिसाव निस्कासन हुँदा त्यसमा भएको फास्फेट माटोमा जान्छ । बिरुवा र जनावर मरेपछि ब्याक्टेरिया र ढुसीले मृत जन्तुहरू विच्छेदन गर्दा फस्फेट माटोमा मिसिन जान्छ । यसरी फस्फोरस चक्र चलिरहेको हुन्छ ।



३.७ पारिस्थितिक पद्धतिको किसिम (Kinds of ecosystem) :

विश्व नै हो विशाल ecosystem एक
त्यसभित्र नै छन् ecosystem हरू अनेक
जल थलमा छन् ecosystem अनेक
बुझ्नेछौँ यी सबैलाई गरी एक एक

जाऔँ है साथी हो यथार्थ ठाउँमा बुझ्न ecosystem लाई
अध्ययन अवलोकन गरौँ गहिरिएर त्यहाँका जीवजन्तुलाई
अनि मात्र बयान गर्न सक्नेछौँ यस बारेमा धक फुकाई
त्यसैले त साथी हो महत्त्व दिन्छौँ, स्थलगत अध्ययन र परियोजना कार्यलाई
गराउनु पर्छ विद्यार्थीहरूलाई स्थलगत अध्ययन बुझ्न थरीथरीका ecosystem लाई
अध्ययन, अवलोकन गरी जीवजन्तुको सिक्नेछन् उनीहरूले रमाई रमाई
परियोजना कार्य पनि दिनुपर्छ हाम्रा विद्यार्थीहरूलाई
मूल्याङ्कन गर्नुपर्छ प्रतिवेदन लेख्न लगाई

३.६.१ स्थलीय पारिस्थितिक पद्धति (Terrestrial ecosystem)

पारिस्थितिक पद्धति	जैविक पक्ष	अजैविक पक्ष
घाँसे मैदान (grass land) यसले पृथ्वीको करिब १९% भू-भाग ओगटेको छ । यस स्थानमा वर्षा कम हुने गर्दछ ।	साना साना घाँसपात र बुट्यानहरू र खरायो, फ्याउरो, न्याउरी मुसा आदि जस्ता जनावरहरू	ग्यासहरू, माटो पोषणतत्त्व, नाइट्रेट, फोस्फेट खनिज आदि
वनजङ्गल (Forest) यो जङ्गली जनावरहरूको बासस्थान तथा जडीबुटी र काठको स्रोत हो । • उष्ण प्रदेशीय सदाबहार (कोशी र मेचीको बिच भागतिर) • कोणधारी (सिमीकोट, दुनैको बीच भागतिर) • शितोष्ण पतझड (नेपालको पश्चिमी भागमा)	वनस्पति विभिन्न प्रकारका रूखहरू, बुट्यान, घाँसपात आदि हुन्छन् भने हात्ती, हरिण, लोखर्के, बाघ, छेपारो, सर्प, फ्याउरो, भालु जस्ता जनावरहरू बस्दछन् ।	माटोमा ह्युमस (Humus) बढी हुन्छ ।

पर्वतीय (Mountain) अक्सिजन र कार्बनडाइअक्साइडको मात्रा कम हुने र हावाको घनत्व कम हुने	साना बुट्यानहरू वनस्पति तिब्बती याक, जङ्गली घोडा, हिमाली खैरो भालु आदि जस्ता जनावरहरू यहाँ पाइन्छन् ।	CO_2, O_2, N_2, माटो, खनिज, ताप, प्रकाश आदि ।
हिमाली (Himalayan) जाडोमा हिउँ जम्ने वर्षमा २५ मिलिमिटर भन्दा बढी वर्षा नहुने भू-भाग हो । नेपालको मनाङ, मुस्ताङ, सोलुखुम्बु, डोल्पामा यस प्रकारको ecosystem छ ।	यहाँ स-साना बुट्यानहरू हिउँ चितुवा, हिउँ भालु, खरायो, कस्तुरी जस्ता जीवजन्तुहरू पाइन्छन् ।	CO_2, O_2, N_2, माटो, खनिज, ताप, प्रकाश आदि
मरुभूमि (Dessert) यस क्षेत्रमा अत्यधिक तापक्रम हुने र वर्ष भरिमा १० मि.मि. भन्दा कम वर्षा हुने हुन्छ	यस क्षेत्रमा काँडा भएका वनस्पतिहरू (Cacti), पोथ्राहरू साथै ऊँट, छेपारो, सर्पजस्ता जनावरहरू पाइन्छन् ।	हावामा पानीको मात्रा बढी हुन्छ ।

३.६.२ जलीय पारिस्थितिक प्रणाली (Aquatic ecosystem)

पारिस्थितिक प्रणाली	जैविक पक्ष	अजैविक पक्ष
स्वच्छ पानी (Fresh water) • स्थिर (Still) : ताल, पोखरी • गतिशील (Running) : नदी, खोला	पानीमा पाइने Volvox, closterium, कमल, जलकुम्भीजस्ता बिरुवाहरू र शङ्खे कीरा, माछा, भ्यागुताजस्ता जनावरहरू	पानी, पानीमा घोलिएर रहेको अक्सिजन,कार्बनडाइ अक्साइड, खनिज लवणहरू
सामुद्रिक (Marine) समुद्र, महासागर	पानीमा साना बिरुवाहरू जेली फिस, डलफिन, अक्टोपस, व्हेल, लेन्टर्न माछा (Lantern fish) जस्ता माछा जसले प्रकाश उत्पादन गरी उज्यालो बनाउन सक्छ ।	पानीमा घोलिएर रहेको नुन, अक्सिजन खनिज आदि ।
सिमसार (Wet land) पानी जम्ने क्षेत्र ओसिलो भू-भाग नदी तालको छेउछाउ	घाँस, खर जस्ता वनस्पतिहरू शङ्खे कीरा, पानीमा पाइने कीराहरू, माछा, हाँस कछुवा आदि जनावरहरू	ग्यासहरू प्रकाश, ताप, पानी आदि ।

विद्यार्थीहरूले आश्चर्य माने जब उनीहरूले शिक्षकबाट यो कुरा सुने कि - एक लिटर समुद्री पानीमा ३५ ग्राम नुन हुन्छ र विशाल नुनिलो तालको १ लिटर पानीमा करिब २७० ग्राम नुन हुन्छ ।

परियोजना कार्य

१. आफू बसेको स्थानको वरिपरि रहेको बगैंचा/ खेतबारीमा गएर त्यहाँ भएका बिरुवा र जनावरहरूको अवलोकन र अध्ययन गर । त्यहाँ देख्न सकेका पुतली, कीरा, फट्याङ्ग्रा, भ्यागुता चराजस्ता जीवहरूले केके खान्छन्, कसले कसलाई खान्छ राम्ररी हेरी अध्ययन गरी त्यहाँ देखिएको food chain / food web तयार गर ।

२. आफ्नो घर/गाउँ/विद्यालय नजिकै कुनै पोखरी/खोला/ताल को ecosystem कस्तो छ अध्ययन गरी प्रतिवेदन लेख ।

३. आफ्नो घरमा वा बजारमा उपलब्ध Aquarium मा कस्तो प्रकारको ecosystem छ ? पत्ता लगाऊ र त्यसका आधारमा food chain को पोस्टर/चार्ट बनाऊ ।

४. तिम्रो गाउँ/सहर नजिकैको चिडियाखानामा घुम्न जाउ र जीव जनावर, बिरुवाहरूको प्राकृतिक बासस्थान कस्तो छ ? पत्ता लगाऊ । चिडियाखानाको कर्मचारी/सुसारेले केही बिरुवा र जनावरहरूका लागि कृत्रिम रूपमा भए पनि प्राकृतिक बासस्थान कसरी तयार गरिदिएका रहेछन् ? अध्ययन गरी प्रतिवेदन प्रस्तुत गर ।

५. वन तथा भू-संरक्षण वा वनस्पति र जनावरहरूको अध्ययन तथा संरक्षण गर्ने स्थानीय क्षेत्रमा रहेका सङ्घ संस्थाहरूमा भ्रमण गरी चार्ट, पोस्टर, प्याम्प्लेट, पत्रिका, लेखरचना, सूचना आदि सङ्कलन गर । तिमीले गरेको कार्यको प्रतिवेदन लेख ।

थप अध्ययनका लागि पठनयोग्य सामग्रीहरू

1. William P. Cunningham Envionmental Science McGraw- Hill
2. Environmental Education Source Book ICUN, Nepal.
3. LeVon Blazer Life Science Scott Foresman and Co.
4. माध्यमिक तह प्रशिक्षक निर्देशिका विज्ञान - माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र सानोठिमी, भक्तपुर २०५७ ।

पदार्थ र पदार्थको परिवर्तन (Matter and change in matter)

सक्षमता : रसायन विज्ञानमा समावेश गरिएको "पदार्थ र पदार्थको परिवर्तन" भन्ने पाठ्यवस्तुभित्र कठिन, अष्पष्ट, जटिल र समस्यामूलक क्षेत्रको पहिचान र छनौट गरी यस बारेको ज्ञान र शिक्षण गर्ने सीपमा चुस्त र दुरुस्त भई स्थानीय प्रकृति र प्राकृतिक स्रोतहरूका साथै उपलव्ध भएसम्मका वैज्ञानिक र प्राविधिक स्रोत साधनहरूको समेत उपयोग गरी उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति अपनाएर उचित तरिकाले कक्षा व्यवस्थापन र विद्यार्थीहरूको मूल्याङ्कन गर्दै आत्मविश्वासका साथ विज्ञान शिक्षण गरी समग्र विज्ञान शिक्षाको उत्थान गर्न ।

परिचय

म विद्यालयको खेल मैदानमा विद्यार्थीहरूलाई खेल खेलाइरहेको थिएँ । त्यसैबेला हामीमाथिबाटै आकाशमा हवाइजहाज उडेर गयो । उक्त उडिरहेको हवाइजहाज देखेर मेरो मनमा जहाज केबाट बनेको होला ? कसरी बनेको होला ? आदि, आदि जिज्ञासाहरू उत्पन्न हुन् थाले । यस बारे बुझ्दै जाँदा एल्मुनियम धातुलाई पाता बनाई जहाज बनाउन प्रयोग गरिने रहेछ । यो धातु हलुका हुनाले यसलाई हावामा उड्ने हवाइजहाज बनाउनसमेत प्रयोग गरिने रहेछ । यसका साथै विभिन्न धातुहरूलाई तिनीहरूका गुणहरूका आधारमा विभिन्न कामहरूमा उपयोग गरिने रहेछ । फलाम, आल्मुनियम, सुन, तामा, चाँदी आदि मानव जीवनमा प्रयोग भइरहने प्रमुख धातुहरू हुन् ।

खेतवारीमा खेतिपातीमा मलराखेपछि सिँचाई गरिन्छ । हामीहरू औषधि खाँदा पानीसँग खाने गर्छौं । हामीले खाएका औषधिहरू पनि पानीमा घुलिएर रगतमा सोसिन्छन् । तरकारीमा नुन चर्को भएमा पानी थपिन्छ । तिर्खा लाग्दा पानी पिइन्छ । यी सबै सन्दर्भहरू घोलक, घुलित पदार्थ र घोलसँग सम्बन्धित छन् । जेरी मिठाइलाई चिनीको चास्नीमा डुवाएर एकदम गुलियो बनाइन्छ । चास्नी बनाउँदा चिनीलाई सकेसम्म र घुलेसम्म पानीमा घुलाएर सतृप्त घोल बनाइन्छ । तताएर घुलाउँदा अझ बढी चिनी घुलाउन सकिन्छ । हाम्रो दैनिक जीवनमा विभिन्न प्रकारका घोलहरू जस्तै: संतृप्त, असंतृप्त आदि घोलहरूको उपयोग र महत्त्व विभिन्न कामहरूमा निकै नै छ । हामीले खाएका खानाहरूमा पाइने पोषक तत्त्वहरू पनि पानी, चिल्लो (तेल) आदिमा घोलिएर नै रगतमा सोसिन्छन् ।

कागती, काँचो सुन्तला, अमला आदि फलफूल अमिला हुन्छन् । करेला, तितेपाती, आदि स्वादमा तिता, टर्रा हुन्छन् । हामी पेट पोल्दा खानेसोडा खान्छौ । खेतबारीमा अम्लीयपन बढेमा कृषि चुन प्रयोग गरिन्छ । कमिलाले चिल्दा वा सिस्नुले पोल्दा क्यालोभिन लोसन लगाइन्छ । दैनिक - जीवनमा नुन (खाने नुन) अत्यावश्यक वस्तु हो । हरेक तरकारी, चटनी, दाल आदिमा नुन राखेर स्वादिलो बनाइन्छ । मानव जीवनका यी विविध पक्षहरूमा विभिन्न तत्त्व तथा यौगिक रसायनिक पदार्थहरूलाई तिनीहरूका अम्लीय, क्षारीय तथा लवण गुणहरूका आधारमा उपयोग गरिन्छन् । आफ्ना गुणका आधारमा यी पदार्थहरूले अन्य वस्तुहरूसँग रासायनिक प्रतिक्रिया गर्दछन् । जस्तो कि पेट पोल्दा हामी खानेसोडा खान्छौ जसले पेटमा उत्पन्न भएको हाइड्रोक्लोरिक अम्लसँग निराकरण प्रतिक्रिया गरी पेटमा यसको असर कम गर्छ ।

पूजाआजामा तामाका भाँडाहरू प्रयोग गरिन्छन् । हाम्रो पुरानो सभ्यताअनुसार पनि तामाका भाडाकुँडाहरू नै अधिक रूपमा प्रयोग गरिन्छन् । परम्परागत रूपमा प्रयोग गरिने पित्तल, काँस पनि धातुका मिश्रण हुन् । आयुर्वेदमा धातुका विभिन्न भष्महरूको प्रयोग गर्ने कुरा उल्लेख गरिएको छ । यस्ता धातुका भष्महरूको प्रयोग विभिन्न रोगहरूको उपचारका लागि गर्ने कुरा उल्लेख गरिएको छ । यस्ता धातुका भष्महरूको प्रयोग वर्तमानमा पनि उल्लेखनीय रूपमा गर्ने गरिन्छ । तामाको भाँडामा २४ घण्टासम्म राखेको पानीमा कीटाणुहरू मरेको कुरा रोनाष्टबाट प्रकाशित बुलेटिनमा उल्लेख छ ।

हामी खाना खान्छौँ । खाद्यपदार्थहरू विभिन्न प्रकारका हुन्छन् । कुनै खाना छिट्टै पच्ने हुन्छन् भने कुनै खाना पचाउन अलि बढी समय लाग्छ । त्यसैले कुनै खाना खाँदा छिट्टै भोक लाग्छ भने कुनै खाना खाँदा अलि समय पछिमात्र भोक लाग्छ । यसबाट के थाहा हुन्छ भने कुनै खाना पच्न (टुक्रिन) कम समय लाग्छ भने कुनैलाई बढी समय लाग्छ । त्यसैगरी भाँडाकुँडा र गरगहनाहरूको सरसफाइ गर्न पानीको प्रयोग गरिन्छ । पानीले सफा नभएमा कागती, साबुन आदिको प्रयोग गरिन्छ । यी विभिन्न प्रक्रियाहरूमा विभिन्न पदार्थहरू र तिनीहरूका विभिन्न गुणहरू उपयोगमा आउँछन् ।

वर्तमान सन्सारमा रासायनिक तत्त्वहरूलाई मानव जीवनका विविध पक्षहरूमा प्रयोग गरिएका छन् । युरेनियम रेडियोधर्मी तत्त्व भएकाले यसको प्रयोगबाट अत्याधिक आणविक उर्जा उत्पादन गरिएको छ । वर्तमान विश्व आणविक शक्तिको प्रतिस्पर्धामा अस्वस्थ रूपमासमेत अगाडि बढेको देखिन्छ ।

यहाँ उल्लिखित प्रसङ्गहरू, जिज्ञासा तथा अन्य यस्तै सन्दर्भहरूको जानकारीका लागि विभिन्न तत्त्वहरू, अणु, परमाणु तथा तिनीहरूको धातु अधातुका आधारमा वर्गीकरण, धातु र अधातुका गुणहरूको तुलनात्मक अध्ययन, तिनीहरूको उपयोग; घुलित, घोलक तथा घोलका प्रकार र गुण, अम्ल, क्षार र लवण तथा तिनीहरूका गुण, विभिन्न तत्त्व र यौगिकहरूबीच हुने क्रिया, प्रतिक्रिया, अर्न्तक्रिया तथा परिवर्तनहरूको ज्ञानले सघाउ पुऱ्याउँछ । दैनिक व्यवहारिक जीवनमा यस्ता ज्ञान विज्ञानको यथासम्भव सकारात्मक रूपमा प्रयोग गर्न सकेमा मानव जीवनलाई सुखी, समृद्ध र हानिरहित बनाउन सघाउ पुऱ्याउँछ ।

"वैज्ञानिक दर्शनको एउटा आधारभूत अवधारणा प्रयोग (Experiment / Practicals) भएकोले विद्यालयस्तरको विज्ञान शिक्षामा पनि प्रयोग (Experiment / Practicals) लाई कुनै न कुनै रूपमा अपनाउन थालिएको छ । आफ्नो वरिपरिको वातावरण प्राकृतिक घटना, दुर्घटना, प्रकोप वा अवस्थाको सूक्ष्म अवलोकन, त्यस बारेको परिकल्पना र प्रतिपादित परिकल्पनाको प्रयोगद्वारा प्रामाणिकता नै वैज्ञानिक ज्ञानको विशेषता भएकाले प्राथमिक तहदेखि नै विद्यार्थीहरूलाई यसप्रति अभिप्रेरित गराउँदै लग्नु आजको विज्ञान शिक्षणको आवश्यकता हो ।

हाम्रो सन्दर्भमा भौतिक साधनहरू तथा परीक्षण प्रयोगशालाहरूको अभाव त एकातिर छँदैछ । त्यसमाथि पनि वैज्ञानिक अवधारणाको अभावले गर्दा स्थानीय प्रकृति, वातावरण र स्रोतमा आधारित सामान्य प्रयोगहरूबाटसमेत वञ्चित भई विज्ञान शिक्षासमेत मात्र किताबी ज्ञानमा सीमित भइरहेको पाइन्छ । कतिपय सामान्य लाग्ने प्रयोगहरू विद्यार्थीलाई रोचक र ज्ञानवर्धक हुन्छन् । यस्ता प्रयोगहरूले विद्यार्थीहरूले कक्षामा सिकेका वैज्ञानिक अवधारणाहरूको व्यवहारिक जीवनमा हुने उपादेयता बारे ज्ञान दिनुका साथै उनीहरूलाई नौलो ज्ञानको खोजीतिर लाग्ने उत्सुकता थपिदिन्छ । यी र यस्तै विषयवस्तुहरूका वारेमा यस एकाइमा चर्चा गरिएको छ ।

विषयवस्तु :

४.१ विषयवस्तुमा प्रवेश गर्नुअघि केही क्रियाकलापहरू गरौं न

(क) विद्यालयमा तथा आ-आफ्नो घरमा भएका सामानहरूलाई धातु र अधातुअन्तर्गत सुचीकृत गर्ने ।

क्र.	घरमा प्रयोगमा आउने सामानहरू	
स.	धातु सामान	अधातु सामन
१	थाल	कुर्सी
२		
३		
४		
५		

क्र.	विद्यालयमा प्रयोगमा आउने सामानहरू	
स.	धातु सामान	अधातु सामन
१	फिल्टर	डस्टर
२		
३		
४		
५		

(ख) घरघरमा तथा विद्यालयहरूमा प्रयोगमा आइरहने सामानहरूमध्ये पानीमा घुल्ने र पानीमा नघुल्ने वस्तुहरू छुट्ट्याइ सूची बनाउने ।

क्र.स.	घरमा प्रयोगमा आउने सामानहरू	
	पानीमा घुल्ने	पानीमा नघुल्ने
१	नुन	पिठो
२		
३		
४		
५		

क्र.	विद्यालयमा प्रयोगमा आउने सामानहरू	
स.	पानीमा घुल्ने	पानीमा नघुल्ने
१	चिनी	चक
२		
३		
४		
५		

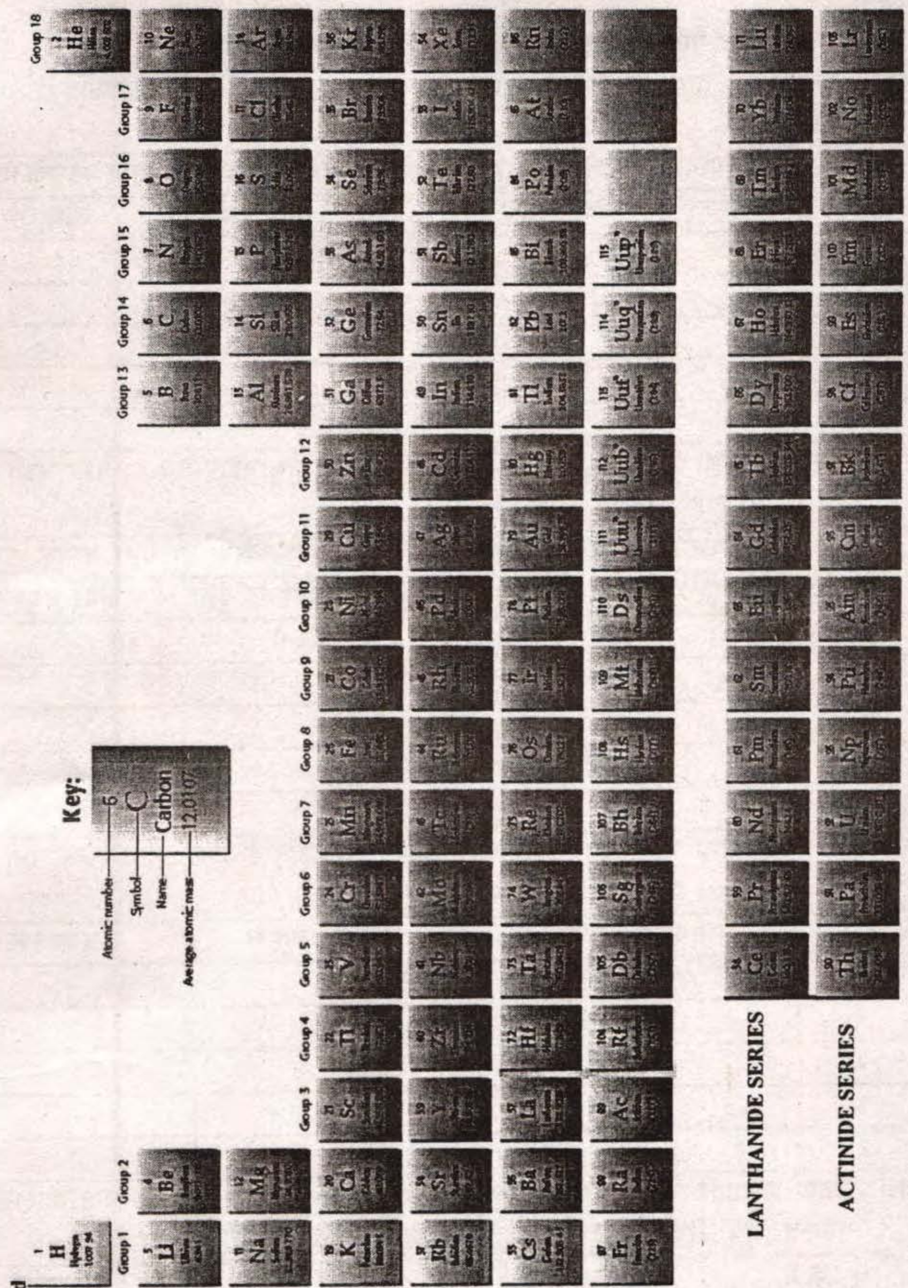
(ग) दैनिक जीवनमा व्यवहारमा प्रयोगमा आइरहने वस्तुहरूलाई अम्ल, क्षार र लवणमा वर्गीकरण गर्ने ।

क्र.स.	अम्लीयपन हुने वस्तुहरू	क्षारीय वस्तुहरू	लवणहरू
१	कागती	साबुन	खानेनुन
२			
३			
४			
५			

(घ) दैनिक व्यवहारिक जीवनमा प्रचलन तथा उपयोगमा आइरहने रसायनिक तत्त्वहरूको नाम र सङ्केत (सूत्र) लेखीउक्त तत्त्व धातु वा अधातु के हो ? छुट्टाउने ।

क्र.स.	तत्त्वको नाम	सङ्केत	धातु	अधातु
१	तामा	Cu	धातु	–
२	गन्धक	S	–	अधातु
३	–	–	–	–
४	–	–	–	–
५				
६				

ङ) आधुनिक पेरिओडिक तालिकाको अध्ययन गर्ने ।



नोट : यो पेरिओडिक तालिकामा IUPAC को नयाँ निर्णयानुसार Gr IA, II A, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA र Zero ग्रुप लाई क्रमश 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 र 18 लेखिएको छ ।

च) तल लेखिएका प्रक्रियाहरूमा हुने रासायनिक प्रक्रियाहरूलाई शब्द समिकरण र रासायनिक समीकरण दुवैमा प्रस्तुत गर्ने ।

(अ) हामीले खाएको खानाबाट शक्ति निस्कने

शब्द समीकरण -

रासायनिक समीकरण -

(आ) बिरुवाहरूले हरितकणद्वारा खाना बनाउने

शब्द समीकरण -

रासायनिक समीकरण -

(इ) चुनढुङ्गालाई बेसरी तताएर टुक्र्याउँदा

शब्द समीकरण -

रासायनिक समीकरण -

४.२ धातु र अधातुहरू (Metal & Non metals)

ग्रिसको सभ्यताको प्राचीन इतिहास अध्ययन गर्दा के पाइयो भने त्यहाँ धातुहरूको प्रयोगसँग सम्राटहरूको उत्थान र पतन गाँसिएको रहेछ । सिसा (Lead) धातुको विविध रूपमा अत्यधिक प्रयोगले शासकहरूको मानसिक क्षमता बिग्रेको जसका कारणले गलत निर्णयहरू गर्नाले जनताहरूबाट विश्वास गुमाई शासनबाट हात धुनु परेको रहेछ ।

हाम्रो शरीर र अन्य जीव जन्तुहरूका शरीरमा पनि धातुहरू पाइन्छन् । फलाम, सोडियम, क्याल्सियम, तामा, जस्ता इत्यादि तत्त्वहरू हाम्रो रगतमा पाइन्छन् । मानव जीवनका विविध पक्षहरू जस्तै: कलकारखाना, यातायातका साधन, भाडाकुँडा, विकास निर्माण र हातहतियार, गोलीगट्ठा लगायतका विनासका कामहरूमा समेत धातुहरूको प्रयोग हुन्छ ।

यस्तैगरी अक्सिजन, हाइड्रोजन, कार्बन, नाइट्रोजन, फस्फोरस, गन्धक आदि अधातुहरूले पनि मानव जीवनका विविध क्षेत्रहरूमा महत्त्वपूर्ण स्थान बनाएका छन् ।

४.२.१: धातु र अधातुमा भिन्नता:-

विभिन्न गुणहरूलाई आधार बनाएर रासायनिक तत्त्वहरूलाई मुख्य गरी दुई समूह धातु र अधातुमा वर्गीकरण गरिएको छ । धातु र अधातुहरूलाई तिनका भौतिक र रासायनिक गुणहरूका आधारमा छुट्टाउन सकिन्छ । केही तत्त्वहरूले धातु र अधातुसँग मिल्ने मिश्रित गुणहरू देखाउँछन् । यस्ता तत्त्वहरूलाई अर्धधातु (Metalloid) भनिन्छ । जस्तै: जर्मेनियम, टेलुरियम इत्यादि अर्धधातु हुन् । त्यसैगरी दुई वा दुईभन्दा बढी धातुहरू मिसाई बनाइएको मिश्रणलाई मिश्रित धातु (Alloys) भनिन्छ । जस्तै: पित्तल, काँस आदि मिश्रित धातु हाम्रो परम्परा र सभ्यतासँग जोडिएका छन् ।

धातु र अधातुका समान्य गुणहरूलाई तुलनात्मक रूपमा यसरी प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :-

तत्त्वहरूका भौतिक गुणहरू :

क.सँ	भौतिक गुणहरू	धातु	अधातु
१	ताप र विद्युत सञ्चालन	ताप र विद्युतका सुचालक	ताप र विद्युतका कुचालक
२	तन्काउँदा, पिट्दा	तन्किने, चेप्टिने	टुट्ने फुट्ने
३			
४			

तत्त्वहरूका रसायनिक गुणहरू :

क.सँ	रासायनिक गुणहरू	धातु	अधातु
१	इलेक्ट्रोन लिने, दिने	इलेक्ट्रोन दिने (धन विद्युतीय)	इलेक्ट्रोन लिने (ऋण विद्युतीय)
२	अक्साइडको प्रकृति	क्षारीय हुन्छन्	अम्लीय हुन्छन् ।
३			
४			

४.३.२ केही महत्त्वपूर्ण धातु र तिनका गुणहरू

हाम्रो देशमा विभिन्न जिल्लाहरूमा धातुहरू पाइएकोले तिनै धातुहरूको नामबाट गाउँहरू नामाकरण गरिएको पाइन्छ । जस्तो तामाखानी,सुनखानी,राङखानी आदि नाम गाउँहरूलाई दिएको पाइन्छ ।

पृथ्वीको गर्भमा विभिन्न धातुहरू पाइन्छन् । यी मध्ये फलाम, निकल र कोवाल्टको चुम्बकीय गुण हुन्छ यसले पृथ्वीको उत्तर दक्षिण चुम्बकीय रेखा उत्पन्न गरेको हुन्छ ।यस्तो चुम्बकीय गुणका कारणले उत्तर दक्षिण सिरानी गर्नुहुदैन भन्ने चलनलाई समर्थन गर्दछ । हाम्रो चलनअनुसार र वास्तुशास्त्रअनुसार पूर्व दिशाको सिरानी राम्रो भनिन्छ । विज्ञानले पनि यसलाई पुष्टि गर्छ ।

१. धातु (Metal) :

ताप र विद्युतका सुचालक, टलक भएका, धनविद्युतीय र पिट्दा च्याप्टिने गुण भएका तत्त्वहरू धातुहरू हुन् । हालसम्म पत्ता लागेका मध्ये करिव ७९ ओटा तत्त्व धातु नै छन् । फलाम, तामा, सुन, चाँदी, एल्मुनियम आदि महत्त्वपूर्ण धातु हुन् ।

२. अर्ध धातु (Metalloid) :

धातु र अधातुबीचका सँयोजी तत्त्वहरू जसले धातु र धातु दुवैका गुणहरू देखाउँछन् तिनीहरूलाई अर्धधातु (Metalloids) भनिन्छ । यी भौतिक गुणमा बढी अधातुजस्ता र रासायनिक गुणमा बढी

अधातु जस्ता हुन्छन् । उदाहरण: सिलीकन (Si) आर्सनिक (As) जर्मेनियम (Ge), एन्टिमोनी (Sb) आदि ।

३. **मिश्रित धातु (Alloy):**

दुई वा दुईभन्दा वढी धातु (सामान्यतया) हरूको समान मिश्रणलाई मिश्रित धातु (Alloy) भनिन्छ । जस्तै:

(क) पित्तल - तामा र जस्ता

(ख) काँस- तामा र टिन

(ग) स्टेनलेस स्पात - फलाम, क्रोमियम र कार्बन

(घ) अमाल्गम- पारो (Hg) र अन्य कुनै धातुको मिश्रण जस्तै: सोडियम अमाल्गम ।

४. **इस्पात (Steel):**

फलामलाई प्रशोधन गरी बनाइएको मिश्रित धातु जसमा अन्य धातु जस्तै: क्रोमियम, निकल, कोवाल्ट आदिका साथै कार्बनसमेत मिसाइएको उत्पादनलाई इस्पात (Steel) भनिन्छ ।

५. **धाउ (Ores):**

प्रकृतिमा भेटिने तत्त्वहरू मिश्रित यौगिकहरूलाई खनिज (minerals) भनिन्छ । खनिजहरू जसमा बढी प्रतिशत धातु हुन्छ र त्यसबाट नै धातु प्रशोधन गरिन्छ भने त्यसैलाई धाउ (Ore) भनिन्छ । धाउबाट धातु प्रशोधन गर्ने र उपयोग गर्ने प्रक्रियालाई मेटलर्जी (Metallurgy) भनिन्छ ।

धाउका उदाहरणहरू:

(क) फलाम - हेमाटाइट (Fe_2O_3)

(ख) आल्मुनियम - वक्साइट ($Al_2O_3 . 2H_2O$)

(ग) तामा - चाल्कोपाइराइट ($CuFeS_2$)

(घ) चाँदी - अर्जेन्टाइट (Ag_2S)

विभिन्न धातु अधातु तत्त्वहरूले हाम्रो जीवनमा प्रत्यक्ष र अप्रत्यक्ष रूपमा उल्लेखनीय भूमिका खेलेका छन् । यस बारेमा आपसी छलफल गरेर अझ बढी क्रियाकलाप गर्न सकिन्छ ।

(क) जानेसम्मका धातुहरूको उपयोगिताहरूको सूची तयार गर्ने ।

(ख) विभिन्न अधातुहरूको उपयोगिताहरूको सूची तयार गर्ने ।

(ग) पेरिओडिक तालिकाको सहायतासमेत लिएर अधातुहरूको नाम र सङ्केत सूची तयार गर्ने ।

(घ) अधातुहरूको विभिन्न क्षेत्रमा गरिने उपयोग बारे सूची बनाउने ।

(ङ) विभिन्न पाठ्यसामग्रीको मद्दत लिएर अर्धधातुहरू (Metalloids) को नाम लेख्ने

(च) सकेसम्म र जानेसम्मका मिश्रित धातु (Alloys) को नाम र उपयोग लेख्ने ।

दैनिक जीवनमा बढी प्रयोग गरिने फलाम, आल्मुनियम, तामा, चाँदी र सुन महत्त्वपूर्ण धातुहरू हुन् । यी धातुहरूका गुणहरूलाई तुलानात्मक रूपमा तालिका भरेर यसरी प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :-

क्र.सँ	गुणहरू	आल्मुनियम	फलाम	तामा	चाँदी	सुन
१	सङ्केत	Al	Fe	Cu	Ag	Au
२	नाम	Aluminium	Ferrum	Cuprum	Argentum	Aurum
३	पारमाणविक सङ्ख्या	13	26	29	47	79
४	पारमाणविक भार	27	56	63.5	108	197
५	इलेक्ट्रन विन्यास	-	-	-	-	-
६	रङ्ग	-	-	-	-	-
७	घनत्व					
८	पग्लने, उम्लने तापक्रम					
९	सञ्चालन (ताप/विद्युत)					
१०	अक्सिजनसँग प्रतिक्रिया					
११	हेलोजनसँग प्रतिक्रिया					
१२	सल्फरसँग प्रतिक्रिया					
१३	अम्लसँग प्रतिक्रिया					

६. **धन विद्युतीय (Electropositive):**

जुन तत्त्वले रासायनिक प्रतिक्रियाको क्रममा इलेक्ट्रोन दिने गर्दछ त्यस्ता तत्त्वलाई धन विद्युतीय तत्त्व भनिन्छ । यिनीहरूले धन विद्युतीय आयोन बनाउँछन् । धातु धन विद्युतीय हुन्छन् ।

जस्तै:- $Na - e^- \rightarrow Na^+$

ठीक यसको विपरीत अधातुहरू ऋण विद्युतीय (Elctronegative) हुन्छन् ।

$$C\ell + e^- \rightarrow C\ell^-$$

७. **अम्लीय अक्साइड (Acidic Oxide) :**

जुन अक्साइडले पानीसँग प्रतिक्रिया गरी अम्ल बनाउँछन् ती अक्साइडलाई अम्लीय अक्साइड (Acidic oxide) भनिन्छ ।

जस्तै : $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ (कार्वनिक अम्ल)

अधातुहरूका अक्साइड प्राय गरी अम्लीय अक्साइड हुन्छन् अर्कोतर्फ धातुहरूका अक्साइड सामान्यतया क्षारीय अक्साइड हुन्छन् ।

८. एम्फोटेरिक अक्साइड (Amphoteric oxide) :

जुन अक्साइडले अम्लीय र क्षारीय दुवै गुण देखाउँछन् । ती अक्साइडहरुलाई एम्फोटेरिक अक्साईड भनिन्छ ।

जस्तै : ZnO ले अम्ल र क्षार दुवैसँग प्रतिक्रिया गर्छ ।

(i) $ZnO + 2HC\ell \rightarrow ZnC\ell_2 + H_2O$

(ii) $ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$

९. **खिया (Rust):**

चिसो फलामले आद्रताको उपस्थितिमा हावा (अक्सिजन) सँग प्रतिक्रिया गरी हाइड्रेटेड फेरिक अक्साइड बनाउँछ जसलाई खिया (Rust) भनिन्छ । यो क्रियालाई खियालाग्नु (Rusting) भनिन्छ ।

$$4Fe + 3O_2 + 3H_2O \rightarrow 2F_2O_3.3H_2O$$

(खिया)

१०. **अक्वारेजिया (Aquaregia)**

आयतनको हिसावले तीन भाग कडा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल र एक भाग कडा नाइट्रिक अम्लको समानुपातिक मिश्रणलाई अक्वारेजिया भनिन्छ । एउटा मात्र अम्लसँग प्रतिक्रिया नगर्ने सुनलाई पनि यसले गलाउँछ ।

$$[3HC\ell + HNO_3 \rightarrow NOZnC\ell + 2H_2O + 2C\ell] \times 3$$

$$2\mu + 6C\ell \rightarrow 2A\mu C\ell_3$$

जोड्दा : $2A\mu + 9HC\ell + 3HNO_3 \rightarrow 2A\mu C\ell_3 + 3NOC\ell + 6H_2O$

११. **हाइड्राइड (Hydride) :**

कुनै पनि तत्त्वले हाइड्रोजनसँग प्रतिक्रिया गरी बनाएको यौगिकलाई हाइड्राइड भनिन्छ ।

जस्तै: : $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$ (सोडियम हाइड्राइड)

धातुका हाइड्राइड अस्थायी हुन्छन् भने अधातुले बनाएका हाइड्राइड स्थायी हुन्छन् ।

४.३.३ केही महत्त्वपूर्ण धातुका उपयोगहरू:-

क्र.सं	फलाम	आल्मुनियम	तामा	चाँदी	सुन
१	औजारहरू	हलुका घरायसी भाँडाकुँडा	विद्युततार	गर गहना	गर गहना
२	हातहतियार	हवाइजहाज,	मिश्रित धातु	भाडाकुँडा	देवल/मन्दिर, देवीको मूर्तिको रूपमा
३	भवन पुल निर्माण	सिक्काहरू	सिक्काहरू	सिक्का	सिक्का
४	-	-	-	-	-
५	-	-	-	-	-
६					

४.२.४ केही अधातुहरू र तिनका उपयोगहरू -

मानव जीवनसँग प्रत्यक्ष रूपमा सबै अधातुहरू सम्बन्धित हुन्छन् । यद्यपि केही अधातुहरूको उपयोग दैनिक जीवनमा उल्लेखनीय देखिन्छ ।

क्र.स.	अधातु	सङ्केत	पा.स.	उपयोगिता
१	हाइड्रोजन	H	1	पानी, रकेट इन्धन आदि
२	कार्बन	C	6	जैविक शरीर, इन्धन आदि
३	अक्सिजन	O	8	पानी, प्राणवायु आदि
४	नाइट्रोजन	N	7	मल, बिरुवा आदि
५	फोस्फोरस	P	15	मल, हाडको निर्माण आदि

४.२.५ पदार्थका गुणहरु

(क) हाम्रो वरिपरि पाइएका विभिन्न वस्तुहरूकाबारेमा अध्ययन गरी दिइएको तालिकामा भर्न सकिन्छ ।

क्र.सं	वस्तु	कडापन	टलक	तताउँदा		हिर्काउँदा		वर्ग	
				तात्छ	बल्छ	फुट्छ	कुचिन्छ	धातु	अधातु
१	तामा	कडा	टल्किन्छ	√	–	–	√	√	–
२	सुन								
३	फलाम								

(ख) खिया लाग्ने प्रक्रिया (**Rusting**)

सामग्री	प्रक्रिया
फलाम, फलामबाट वनेका कुनै पनि सामानका टुक्रा, हावा (अक्सिजन) पानी. (आद्रता)	फलामलाई चिसो वा ओसिलो ठाँउमा राखी राख्दा हावासँग प्रतिक्रिया गरी खिया (Hydrated Ferric Oxide) बनाउँछ ।
प्रतिक्रिया : $4Fe + 3O_2 + 3H_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3 . 3H_2O$ (खिया)	

(ग) म्याग्नेसियम रिबन वाल्ने (**Burning of Mg ribbon**)

सामग्री	प्रक्रिया
म्याग्नेसियम रिबन, हावा(कार्बनडाइअक्साइड), कडा ताप निकाल्ने बत्ती ।	म्याग्नेसियम रिबनलाई हावासँग वाल्दा खरानी (Magnesium Oxide) र कार्बन बन्छ ।
प्रतिक्रिया : $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$	

(घ) घरमा वा स्कूलमा भएका पुराना सामानका टुक्राहरूका गुणहरू : तात्ने, वल्ने, टुट्ने, फुट्ने, बाङ्गिने, टल्किने, नटल्किने, पानीमा घुल्ने, नघुल्ने, गन्ध आउने नआउने, तन्किने, नतन्किने, हिर्काउदा आवाज आउने, नआउने आदि अध्ययन, अनुसन्धान पनि गर्न सकिन्छ ।

४.३ घोल र घोल्यमात्रा (Solution & Solubility)

म मामाघरमा पूजामा गएको थिएँ । मामाले पञ्चामृत खान दिनुभयो । पञ्चामृत अचम्म र मिश्रित स्वादको थियो । त्यसपछि मलाई यो केके चिज मिलाएर बनाइएको होला भन्ने लाग्यो । माइजूलाई सोध्दा दूध, दही, मह, ध्यु, चिनी मिलाएर बनाएको भन्नुभयो ।

कपडा धुनुअघि पानीमा डिटरजेन्ट घुलाइन्छ, तिर्खा लाग्दा ग्लुकोज वा कागती पानीमा मिलाएर खाइन्छ । गाउँघर र सहरका काँठहरूमा पनि घरहरू रङ्गाउन रातोमाटो वा कमेरो (चुन)लाई पानीमा घुलाएर लगाइन्छ । जुन सुकेपछि चम्किलो रातो वा सेतो देखिन्छ । परम्परागत रूपमा घरहरू सजाउने यो तरिका हाम्रो देश नेपाललगायत अन्य केही मुलुकहरूमा पनि प्रचलनमा रहेको पाइन्छ ।

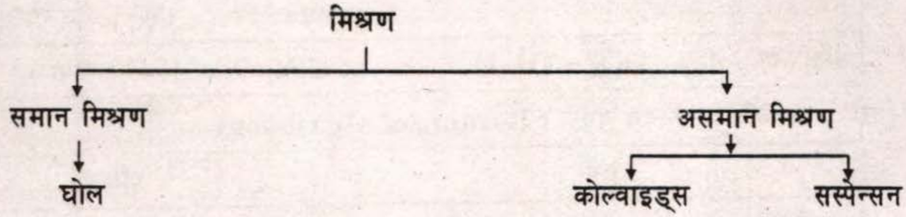
आधुनिक जीवनमा दैनिक क्रियाकलापको सुरुआत चिया, कफीबाट गरिएको पाइन्छ । चिया, कफी बनाउँदा चिनी र चियाकफीलाई पानीमा घुलाइन्छ । यसरी हाम्रो दैनिक जीवनमा घोल र घुलनशीलताको उपयोग विविध रूपले विभिन्न क्षेत्रमा गरिन्छ । बजारमा विभिन्न स्वादका पेय पदार्थहरू तयारी रूपमासमेत पाइन्छन् । ती वस्तुहरू पनि चिनी, पानी तथा अन्य कृत्रिम रङ्ग र वास्नाहरू घुलाएर बनाइएका हुन्छन् ।

घरघरमा पकाइने मासु, तरकारी, दाल आदिमा पनि नुनलगायत अन्य मरमसलाहरू घुलाएर विभिन्न स्वादमा झोलहरू (Soup) बनाइन्छ । यसरी दैनिक रूपमा कुनै न कुनै तरिकाले घोलहरू प्रयोगमा आउँछन् । विभिन्न पदार्थको घुलनशीलता वा घोल्यामात्राको मानव जीवनसँग पनि निकटतम सम्बन्ध रहेको हुन्छ । घोललाई निम्नअनुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ ।

घोल = घोलक + घुलित

चिनी पानी = पानी + चिनी

घोल एक प्रकारको मिश्रण हो, जसमा घोलक र घुलित पदार्थ समानुपातिक रूपमा मिसिएर वा घुलिएर रहेका हुन्छन् । मिसिएका वस्तुको कणहरूको आकारका आधारमा पनि घोललाई परिभाषित गर्न सकिन्छ । तलको तालिकाबाट पनि यो कुरा पुष्टि हुन्छ कि भन्ने मलाई लाग्छ ।



विभिन्न पदार्थहरूको मिश्रणलाई लिएर तल उल्लेखित प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

क्र.सँ	मिश्रण	घुल्छ/ घुल्दैन	घोलक	घुलित
१	चिनी र पानी ⟶	घुल्छ	पानी	चिनी
२	नुन र पानी ⟶	घुल्छ	पानी	नुन
३	खाने तेल र पानी			
४	मट्टितेल र पानी			
५	नुन र खाने तेल			
६	नुन र मट्टितेल			
७	चिनी र खानेतेल			

विभिन्न प्रकारका मिश्रणहरूको तुलनात्मक अध्ययन निम्नानुसार तालिकाको मद्दतले पनि गर्न सकिन्छ ।

मिश्रण	क्र.सं.	उदाहरणहरू	अवयवहरू	अवयवहरूको अवस्था
समान	१	चिनी पानी	चिनी + पानी	ठोस + तरल
	२	नुनपानी		
	३	सोडापानी		
	४	हावा		
	५	पित्तल		
असमान	१	धमिलोपानी		
	२	नुनवालुवा		
	३	फलाम र वालुवा		
	४	खस्रो पिठो		
	५	कुटेको चामल		

नोट: तरल र ठोसबाहेक अन्य मिश्रणहरूमा धेरै मात्रामा (More quantity) हुनेलाई घोलक र थोरै मात्रामा (Less quantity) हुनेलाई घुलित भनिन्छ ।

घोल, कोल्वाइड्स र सस्पेन्सनलाई तुलनात्मक रूपमा यिनीहरूका गुणका आधारमा अध्ययन गर्न सकिन्छ:

क्र.स.	गुण	घोल (Solution)	कोल्वाइड्स (Colloids)	सस्पेन्सन (Suspension)
१	कणिकाको साइज	10^{-7} cm भन्दा कम	10^{-7}cm देखि 10^{-5}cm सम्म	10^{-5}cm भन्दा बढी
२	पारदर्शिता	पारदर्शक	अर्धपारदर्शक वा अपारदर्शक	अपारदर्शक
३	अनुपात	समानुपातिक	असमानुपातिक	असमानुपातिक

४.३.१. घोलका प्रकार

हाम्रो पाठ्यक्रमको उद्देश्यअनुसार घोलको अध्ययन विस्तृत रूपमा गर्नु पर्ने हुन्छ । घोललाई विभिन्न आधारमा विभिन्न रूपले वर्गीकरण गरिएको छ । विभिन्न प्रकारका घोलहरूलाई तुलनात्मक रूपले प्रस्तुत गरी अध्ययन् गर्न सकिन्छ ।

घुलित पदार्थको मात्राको आधारमा

फिक्का घोल	गाढा घोल
तुलनात्मक रूपमा घुलित पदार्थको मात्रा कम भएको घोल	तुलनात्मक रूपमा घुलित पदार्थको मात्रा बढी भएको घोल

जस्तै: यो क्रियाकलाप गरेर कुन गाढा र कुन फिक्का घोल निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ ।

क्र.सं.	घोल	एक चम्चा चिनी र एक गिलास पानी	दुई चम्चा चिनी र एक गिलास पानी	तीन चम्चा चिनी र एक गिलास पानी
१	स्वाद			
२	पारदर्शिता			
३	निष्कर्ष			

घुलित पदार्थ घुलाउने क्षमताको आधारमा :

असंतृप्त घोल (Unsaturated)	संतृप्त घोल (Saturated)	अती संतृप्त घोल (Supersaturated)
दिइएको तापक्रममा अझै बढी घुलित पदार्थ घुलाउन सक्ने क्षमता भएको घोल	दिइएको तापक्रममा अरू बढी घुलित पदार्थ घुलाउन नसक्ने घोल	सामान्य तापक्रमभन्दा बढी अर्थात उच्च तापक्रममा बनाइएको संतृप्त घोल

असंतृप्त, संतृप्त र अति संतृप्त घोल तयार गर्ने तरिका र दिइएको घोल कुन प्रकारको हो भनी चिन्ने तरिकाको व्यवहारिक ज्ञान प्रयोगात्मक क्रियाकलापबाट हासिल गर्न सकिन्छ ।

एउटा बिकरमा आधाजति पानी राख्ने र १ चिया चम्चा जति नीलोतुथो राखेर घुलाउने, दोस्रो बिकरमा त्यति नै पानीमा कोठाको तापक्रममा घुल्न सक्ने जति नीलोतुथो राखेर घुलाउने र तेस्रो बिकरमा करिव पानीको उम्लने तापक्रममा घुल्न सक्ने जति नीलोतुथो राखेर घोल बनाउनुहोस् । पहिलो, दोस्रो र तेस्रो बिकरमा तयार गरिएका घोल कुन कुन प्रकारका होलान् ?

यसरी छुट्टाछुट्टै बिकरमा तयार गरिएका घोलहरुमा केही टुक्रा नीलोतुथो राख्नुहोस् र हेर्नुहोस् । पहिलो बिकरमा राखिएको टुक्रा घुल्छ, दोस्रोमा जस्ताको तस्तै रहन्छ भने तेस्रोमा राखिएको टुक्रा बढ्न जान्छ । यसपछि भन्नुहोस् पहिलो, दोस्रो र तेस्रो बिकरमा क्रमश: कुन कुन प्रकारको घोल होला ? यो क्रियाकलाप अन्य कुनै घुलित पदार्थ लिएर पनि गर्न सकिन्छ ।

घोलको दैनिक जीवनमा उपयोगिता :

१. हामीले खाएको खाना घोलको रूपमा रगतमा सोसिन्छ ।
२. बिरुवाले मलहरू घोलको रूपमा सोसेर लिन्छन् ।
३. हामीले खाने औषधिहरू घोलको रूपमा शोसिन्छन् ।
४. पानीमा रहने बिरुवा र जनावरले घुलिएको अक्सिजन लिई सास फेर्छन् ।
५. रङ्ग रोगनहरू पनि घोलकै रूपमा लगाइन्छन् ।
६. उद्योगहरूमा विभिन्न उत्पादन घोलकै रूपमा गरिन्छ ।
७. साबुनहरूले कपडा धुँदा, नुहाउँदा फोहर मैलालाई घोल बनाएर फाल्दछन् ।

४.३.२. घोल्यमात्रा (Solubitity) :

उत्तिकै मात्राको घोलकमा उत्तिनै रूपमा सबै पदार्थ घुलिदैनन् । कुनै कम मात्रामा घुल्दछन् भने कुनै बढी मात्रामा घुल्दछन् । त्यस्तै तातोमा र चिसोमा पनि घुल्ने मात्रा फरकफरक हुन्छ । एउटा निश्चित तापक्रममा कुनै घोलकमा घुल्ने घुलित पदार्थहरूको मात्रा फरक फरकहुन्छ । ढिक्का भन्दा धुलो अवस्थामा घुलित पदार्थ छिट्टो घुल्छ ।

कुनै निश्चित तापक्रममा १०० ग्राम घोलकमा सन्तृप्त घोल बनाउन चाहिने कुनै घुलित पदार्थको मात्रा (ग्राममा)लाई उक्त तापक्रममा त्यस पदार्थको घोल्यमात्रा भनिन्छ ।

सुत्रमा घोल्यमात्रालाई कुनै निश्चित तापक्रममा तल दिइएअनुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

$$\text{घोल्यमात्रा} = \frac{\text{घुलित पदार्थको तौल (ग्राम)}}{\text{घोलक पदार्थको तौल (ग्राम)}} \times 100 \quad \text{(दिइएको तापक्रममा)}$$

केही घुलित पदार्थहरूको घोल्यमात्रा तुलनात्मक रूपमा हेर्न सकिन्छ । अन्य पदार्थहरूको पनि तालिका खोजेर भर्न सकिन्छ ।

घुलित पदार्थ	घोल्यमात्रा		
	20^0C	30^0C	40^0C
१ सोडियम क्लोराइड (खानेकुरा)	35	37	39
२ कपर सल्फेट (नीलोतुथो)	21	24	-
३ सोडियम सल्फेट	20	55	50
४ पोटासियम नाइट्रोजन	25	40	52
५ एमोनियम क्लोराइड	37.5	41.5	46.0

गणितीय समस्याहरू (Numerical Problems) :

१) 70^0 C तापक्रममा एउटा पदार्थको पानीमा घोल्या मात्रा 50 छ भने उक्त तापक्रममा बनाइएको 40 ग्राम संतृप्त घोलमा पानीको मात्रा कति होला ?

समाधान:

दिइएको,

घोल्यमात्रा = 50

घोलको तौल = 40 ग्राम

घोलकको तौल = x ग्राम (मानौ)

घुलितको तौल = $(40 - x)$ ग्राम

सूत्रानुसार : घोल्यमात्रा = $\frac{\text{घुलितको तौल}}{\text{घोलकको तौल}}$ x 100

$$50 = \frac{40-x}{x} \times 100$$

$$50 = 4000 \times 100x$$

$$or, \quad 150x = 4000$$

$$or, \quad x = \frac{4000}{150}$$

$$x = 26.67 \text{ ग्राम}$$

त्यसकारण घोलमा पानीको मात्रा = 26.67 ग्राम ।

२) आधा किलोग्राम चिनीलाई एक किलोग्राम पानीमा २० डिग्री से .मा घुलाउदा संतृप्त घोल बन्छ भने चिनीको घोल्यमात्रा उक्त तापक्रममा कति हुन्छ ?

समाधान:

दिइएको, घोलक = एक किलो = 1 kg = 1000 ग्राम

घुलित = आधा किलो = 0.5 kg = 500 ग्राम

घोल्यमात्रा = ?

सूत्रानुसार

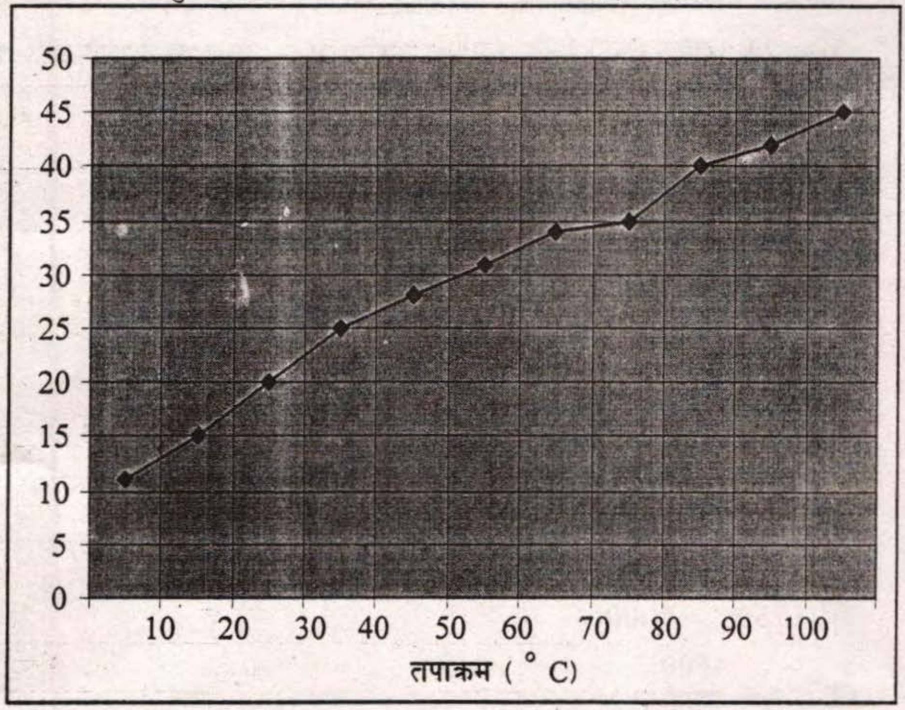
$$\text{घोल्यमात्रा} = \frac{\text{घुलित}}{\text{घोलक}} \times 100 = \frac{500 \times 100}{1000} = 50$$

त्यसकारण 20^0 डिग्री से. मा पानीमा चिनीको घोल्य मात्रा 50 हुन्छ ।

४.३.३. घोल्यमात्राको बक्ररेखा (Solubility curve) :

कुनै पदार्थको घोल्यमात्रा र तापक्रमको सम्बन्ध देखाउने गरी ग्राफमा खिचिएको बक्ररेखालाई घोल्य मात्राको बक्ररेखा भनिन्छ ।

तल दिइएको ग्राफमा नीलोतुथोको घोल्यमात्रा विभिन्न तापक्रममा दिइएको छ ।

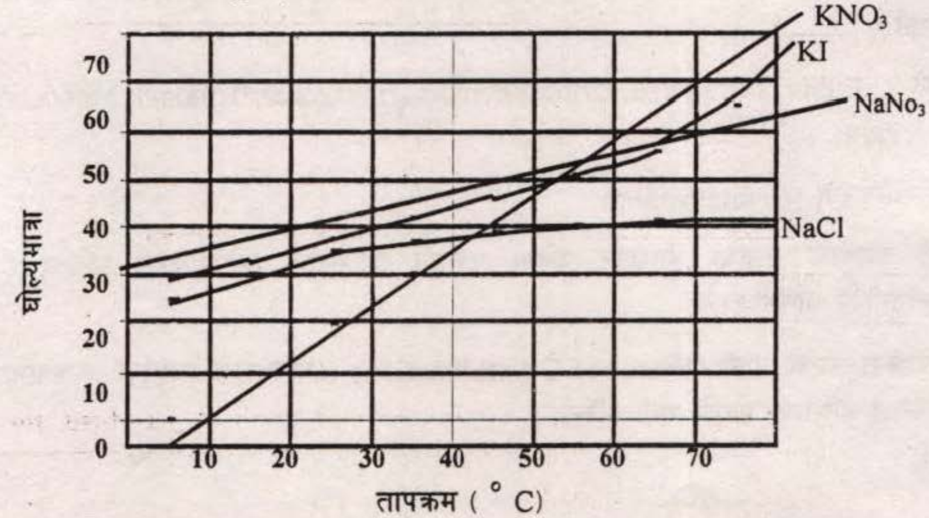


यसैगरी तल दिइएको घोल्यमात्राको तथ्यांकका आधारमा पनि घोल्यमात्राको बक्ररेखाहरू खिच्न सकिन्छ :-

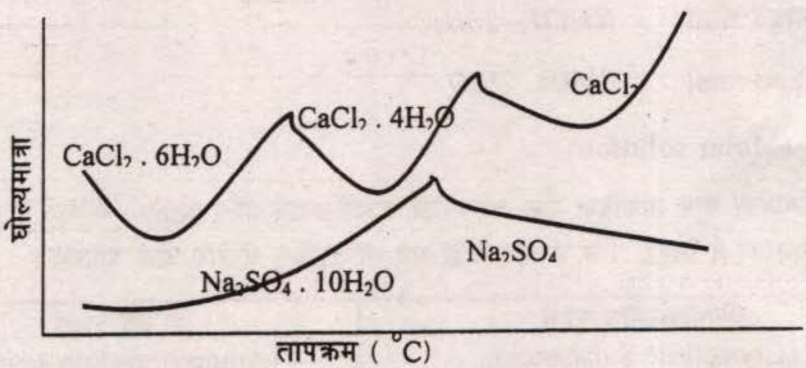
तापक्रम (° C)	0	10	20	30	40	50	60	70
सोडियम क्लोराइड(NaCl) gm/100gm water	25	30	35	37	39	40	41	41
एमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl)gm/100gm H_20	28.5	33	37.5	41.5	46	50.5	55	65

घोल्यमात्राका बक्ररेखाहरू दुई किसिमका पाइएका छन् ।

तलको चित्र अध्ययन गर्नुहोस् ।



क) नियमित घोल्यमात्राको बक्ररेखा (Continuous Solubility Curve)



(ख) अनियमित घोल्यमात्राको बक्ररेखा (Disconsiuous Solubility Curve)

यी दुई प्रकारका घोल्यमात्राको बक्ररेखाहरू किन भए होलान् ?

घोल्यमात्राका बक्ररेखाबाट प्राप्त हुने जानकारीहरु :-

१. कुनै तापक्रममा कुनै घुलित पदार्थको घोल्यमात्रा

२. तापक्रम वृद्धिसँगै घोल्यमात्राको घटबढ

३. कुनचाहिँ घोल पहिले मणिभीकरण (ठोस) हुन्छ भन्ने

४. विभिन्न घुलित पदार्थको एउटै तापक्रममा घोल्यमात्राको तुलना

५ . कुन घोलबाट कति मात्रामा मणिभ (ठोस) निस्कन्छ भन्ने ।

४.३.४ मणिभ (Crystal)

निश्चित ज्यामितीय आकार भएका ठोसलाई मणिक भनिन्छ । मणिभहरू मुख्यगरी सात प्रकारका हुन्छन् ।

जस्तै : Cubic, Tetragonal, Ortho Rhombic, Hexagonal, Trigonal, Monoclinic, Triclinic

मणिभीकरण (Crystatization) :

कुनै पदार्थको सन्तृप्त घोलबाट मणिभ बनाउने तरिकालाई मणिभीकरण भनिन्छ । जस्तै: नीलोतुथोको मणिभीकरण

मणिभमा भएको पानी (Water of Crystallization) : मणिभयुक्त पदार्थमा संरचनामा रहेको पानीलाई मणिभमा भएको पानी भनिन्छ ।

जस्तै:

१. नीलोतुथो $CuSO_4 . 5H_2O$

२ लुगाधुने सोडा $Na_2CO_3 . 10H_2O$

३. White vitrol . $ZnSO_4 . 7H_2O$

मोलार घोल (Molar solution)

कुनै पनि यौगिकको कुल आणविक तौल बराबरको ग्रामतौललाई मोल (Mole) भनिन्छ र एक मोल यौगिकलाई घुलाएर १ लिटर घोल बनाइएको छ भने त्यसलाई १ मोलार घोल भनिन्छ ।

मणिभीकरणीय पदार्थ (Crystalline Substance)	एमर्फस पदार्थ (Amorphous Substance)
निश्चित आकार भएका दानेदार वस्तु र पदार्थ जस्तै: खानेनुन, नीलोतुथो आदि ।	निश्चित आकार नभएका अनियमित पदार्थहरू जस्तै: : प्लास्टिक, रबर आदि ।

४.४ अम्ल क्षार र लवण (Acid, Base & Salts) :

हामीले खाने फलफूल, तरकारीहंरू कुनै अमिला, कुनै पिरा, कुनै तिता टर्रा हुन्छन् । सुन्तला पनि काँचोमा अमिलो हुन्छ तर पाकेपछि गुलियो हुन् जान्छ । मुलाको अचार पनि पुरानो भएपछि अमिलो हुन्छ । नुन राखेपछि तरकारी, दाल, अचार नुनीलो हुन्छ । दैनिक जीवनमा उपयोगमा आउने वस्तुहरू कुनै तिता, कुनै पिरा, कुनै टर्रा त कुनै नुनिला हुन्छन् । यी वस्तुहरू कुनै न कुनै रसायनबाट बनेका हुन्छन् ।

संसारमा भएका सम्पूर्ण यौगिक रसायनहरूलाई मुख्य रूपमा अम्ल, क्षार र लवण गरी तीन समूहमा राखी अध्ययन गर्ने गरिन्छ । कुनै न कुनै रूपमा यी रसायनहरू परापूर्वकालदेखि नै मानव सभ्यता र

इतिहाससँग सम्बन्धित रहिआएका पाइन्छन् । साबुन, नुन, मल, तेजाब, कागती, गोलभेडा, चुन आदि वस्तुहरू मानिसका दैनिक क्रियाकलापसँग अति निकट र घनिष्ट वस्तु हुन् । यद्यपि यस्ता अम्ल, क्षार, र लवणहरूको वैज्ञानिक अध्ययन र महत्त्व बारे व्यापकता Boyle, Liebeg (1838), Arrhenius (1887) आदि वैज्ञानिकहरूको अनुसन्धानपछि मात्र भएको पाइन्छ ।

४.४.१. अम्ल, क्षार र लवणका गुणहरू पहिचान तथा उदाहरण

अम्ल, क्षार र लवणको तुलनात्मक अध्ययन निम्न तालिका भरेर गर्न सकिन्छ । यिनै गुणहरूको आधारमा अम्ल, क्षार र लवण पहिचान गर्न सकिन्छ ।

गुणहरू	अम्ल	क्षार	लवण
१. स्वाद (प्राय:)	अमिलो	टर्रो	नुनिलो र अन्य विविध स्वाद ।
२. लिटमसलाई	नीलोलाई रातो पार्छन् ।	रातोलाई नीलो पार्छन् ।	परिवर्तन हुदैन (तटस्थ हुन्छन्)
३. पानीमा घुल्दा	H^+ दिन्छ ।	OH^- दिन्छ ।	क्याटआयोन र एनायोनमा छुट्टिन्छ ।
४			

अम्ल, क्षार र लवणहरूको नाम र सूत्रको सूची बनाएर पनि ज्ञान भण्डार बढाउन सकिन्छ ।

क्र.सँ	अम्ल	क्षार	लवण
१	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल(HCl)	सोडियम हाइड्रोअक्साइड ($NaOH$)	सोडियामक्लोराइड ($NaCl$)
२	नाइट्रिक अम्ल (HNO_3)	पोटासियम हाइड्रोअक्साइड (KOH)	पोटासियम नाइट्रेट (KNO_3)
३			

उल्लिखित उदाहरणको तुलनात्मक अध्ययनले लवण सम्बन्धित अम्ल र क्षारबाट बन्ने रहेछ भन्ने पनि बुझ्न सकिन्छ ।

तल तालिकामा अम्ल, क्षार र लवणसम्बन्धी शब्दहरू दिइएका छन् । उक्त शब्दहरू मिलाएर अम्ल, क्षार र लवणहरूका गुणको सूची बनाउन सकिन्छ ।

अम्ल,	अमिलो,	नीलो लिटमस पेपर,	रातो
क्षार,	टर्रो,	रातो लिटमस पेपर ,	नीलो
लवण,	नुनीलो,	फिनोफ्थालिन,	रङ परिवर्तन हुदैन ।
अम्ल,	क्षार,	रासायनिक प्रतिक्रिया,	लवण, पानी

४.४.२ अम्ल (Acid)

पानीमा घुलेर हाइड्रोजन आयोन वा प्रोटोन (H^+) दिने रासायनिक पदार्थलाई अम्ल (Acid) भनिन्छ ।

प्रयोगशाला र रासायनिक परीक्षणहरूमा बराबर प्रयोग भइरहने अम्लहरू

१. हाइड्रोक्लोरिक अम्ल HCl

२. सल्फुरिक अम्ल H_2SO_4

३. नाइट्रिक अम्ल HNO_3

४. एसिट्रिक अम्ल CH_3COOH

५. अक्जालिक अम्ल $(COOH)_2$ आदि

विभिन्न खाद्यपदार्थहरू र तिनमा हुने अम्लहरू यसप्रकार छन्:

क्र.सँ	खाद्य पदार्थ	अम्ल	सूत्र
१	कागती	साइट्रिक अम्ल	$CH_2.COOH.C(OH).COOH.CH_2.COOH$
२	अमला	एस्कर्भिक अम्ल	
३	गोलभैंडा	साइट्रिक अम्ल	$CH_2.COOH.C(OH).COOH.CH_2.COOH$
४	दही	ल्याक्टिक अम्ल	$CH_3 . CHOH . COOH$
५	भोगटे	टार्टारिक अम्ल	$(CHOHCOOH)_2$
६	भिनेगर	एसिटिक अम्ल	CH_3COOH
७	सोडापानी/कोकाकोला	कार्वोनिक अम्ल	H_2CO_3
८	चरिअमिलो	अक्जालिक अम्ल	$(COOH)_2$
९	ग्याष्ट्रिक जुस (आमाशय)	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	HCl

जीवजन्तु, बोट बिरुवाबाट प्राप्त हुने कार्वोक्सिल समूह (COOH) भएको अम्ललाई प्राङ्गारिक अम्ल (Orgianic acids) भनिन्छ । जस्तै: साइट्रिक, एसिटिक अम्ल ।

खानीजन्य वस्तुबाट प्राप्त हुने खासगरी कार्वन नभएका अम्लहरूलाई अप्राङगारिक अम्ल वा खनिज अम्ल (Mineral acid) भनिन्छ । जस्तै: नाइट्रिक, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ।

क्र.सँ.	प्राङ्गारिक अम्ल (Organic acid or carbonic acid)	अप्राङ्गारिक अम्ल (Inorganic acid or mineral acids)
१.	यिनीहरू जीवजन्तुबाट प्राप्त हुन्छन् ।	यिनीहरू खानीबाट प्राप्त हुन्छन् ।
२.	यिनीहरूलाई बोटबिरुवा तथा फलफूलबाट प्राप्त गरिन्छ ।	यिनीहरू प्रयोगशालामा तयार गरिन्छन् ।
३.	यिनीहरू पानीमा कम टुक्रिने हुनाले कमजोर (weak) अम्ल मानिन्छन् । जस्तैः $CH_3COOH \leftrightarrows CH3COO^- + H^+$	यिनीहरू पानीमा सजिलै ion मा टुक्रिन्छ । त्यसैले कडा अम्ल (Strong acids) मानिन्छन् । जस्तैः $HC\ell \leftrightarrows H^+C\ell^-$

कडा र कमजोर अम्ल (Strong & Weak acid)

सजिलै र बढी मात्रामा हाइड्रोजन आयोन (H^+) दिने अम्ल कडा अम्ल हुन् भने कम दिने कमजोर अम्ल हुन् । खनिज अम्ल कडा अम्ल हुन् भने प्राङ्गारिक अम्ल नरम अम्ल हुन् ।

$$\left.\begin{matrix} H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^- \\ HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + NO_3^- \end{matrix}\right\} \text{ कडा अम्लहरू}$$

$$\left.\begin{matrix} HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+ \\ CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + 2H^+ \end{matrix}\right\} \text{ कमजोर अम्ल}$$

क्षारहरू (Bases)

अम्लसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउने धातुका अक्साइडहरूलाई क्षार भनिन्छ । पानीमा घुल्ने क्षारहरूलाई अल्काली भनिन्छ जसले पानीमा Hydroxyl ion (OH^-) दिन्छन् ।

पानीमा घुल्ने क्षारहरू : Na_2O, K_2O, BaO, CaO etc

$$eg: \ Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH(aq)$$

पानीमा नघुल्ने क्षारहरू : $Cuo, Cu_2O, ZnO, HgO, Fe_2O_3, SnO, FeO, PbO_2, Pb_3O_4$ etc

क्षार (अल्काली) को कडापन

सजिलो र बढी मात्रामा हाइड्रोक्सिल आयोन(OH^-) दिने क्षारलाई कडा क्षार र कम दिने कमजोर क्षार हुन् ।

$$\left.\begin{matrix} NaOH \leftrightharpoons Na^+ + OH^- \\ KOH \leftrightharpoons K^+ + OH^- \end{matrix}\right\} \text{ कडा क्षार}$$

$$\left.\begin{matrix} Ba(OH)_2 \leftrightharpoons Ba^+ + 2OH^- \\ NH_4OH \leftrightharpoons NH_4^+ + OH^- \\ Mg(OH)_2 \leftrightharpoons Mg^{++} + 2OH^- \end{matrix}\right\} \text{ कमजोर क्षार}$$

४.४.४ लवण (Salt) :

अम्लमा भएको हाइड्रोजनलाई धातुले पूर्ण वा आंशिक रूपमा विस्तापित गरी बन्ने यौगिकलाई लवण भनिन्छ । लवणहरू सामान्यतया तटस्थ हुन्छन् यिनीहरु अम्ल र क्षारको निराकरण प्रतिक्रियाबाट बन्छन् । यद्यपि यिनीहरू तीन किसिमका हुन्छन् ।

१ तटस्थ (Neutral) वा (Normal) लवण : $NaCl$, KCl, K_2SO_4, KNO_3, $NaNO_3$ etc.

२ अम्लीय (acidic) लवण : यिनीहरू पनि दुईथरी हुन्छन् ।

i. $CuSO_4$, $FeCl_3$, $ZnCl_2$, $SnCl_2$ etc. ⟶ पानीमा अम्ल बनाउने हुनाले ।

ii. $NaHSO_4$, NaH_2PO_4 etc. ⟶ H^+ भएकाले ।

३ क्षारीय (basic) लवण : यिनिहरू पनि दुईथरी हुन्छन् ।

i. Na_2CO_3 ⟶ पानीमा क्षार बनाउनाले ।

ii. AL (OH) SO_4, Fe (OH) SO_4 ⟶ (OH^-) सँगै भएकोले ।

केही घरायसी तथा मानवद्वारा उपयोग गर्ने वस्तु तथा P^H मान :

पदार्थ	P^H	पदार्थ	P^H
आमाशय अम्लरस	1.7	पिसाव	6.0
कागती रस	2.2	दूध	6.9
स्याउ	3.0	शुद्ध पानी	7.0
भिनेगर	2.9	रगत	7.4
कार्बोनेटेड पेय	3.0	समुद्रको पानी	8.5
रक्सी (Wine)	3.5	साबुन पानी	9.2
गोलभेडा रस	4.1	खानेसोडा	8.5
कालो कफी	5.0	लुगाधुने सोडा	11.5

विभिन्न सूचकहरूको उपयोगबारे जानकारी दिइएको तालिका भरेर पुरा गर्नुहोस् ।

क्र.सँ.	सूचक	अम्ल	क्षार	लवण
१	नीलो लिटमस पेपर	रातो	नीलो	तटस्थ
२	रातो लिटमस पेपर	रातो	नीलो	तटस्थ
३	फिनोप्थालिन	-	-	-
४	मिथाइल अरेन्ज	-	-	-

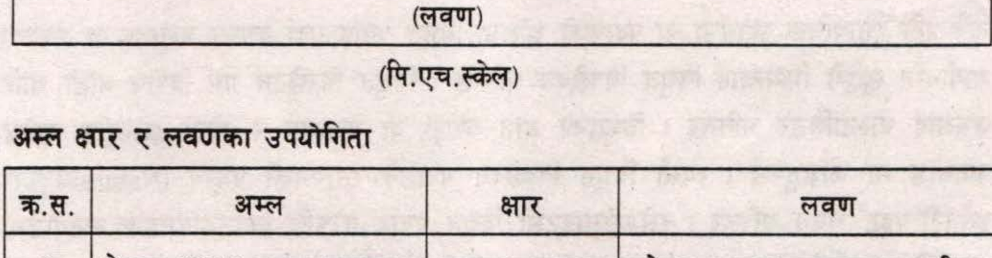
यसै गरी विभिन्न वस्तुहरूको अम्लीय र क्षारीयपन लिट्मस कागजको सहायताले पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

क्र.स.	वस्तुहरू	लिटमसको रङ्ग	परिवर्तन भएको रङ्ग
१	गोलभैंडाको रस		
२	साबुनपानी		
३	सोडापानी		
४	कोकाकोला		
५	जुसपानी		
६	कागती पानी		
७	र्‍याल (Saliva)		
८	पिसाव (Urine)		

४.४.५ तटस्थीकरण र उपयोग (Neutralization and use) :

क्र.स.	तटस्थीकरण	उपयोग
१	$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$	पाचन प्रक्रिया
२	$HCl + Mg(OH)_2 \longrightarrow MgCl_2 + H_2O$	कीराहरूको टोकाइमा उपचार
३	$H_2SO_4 + CaO \longrightarrow CaSO_4 + H_2O$	माटोको परीक्षण र समस्या निदान

अमिलो खाद्यवस्तुहरूलाई धातु (खासगरी तामा, आल्मोनियम) का भाँडाहरूमा पकाउने र भण्डारण गर्नुहुदैन । अम्लले धातुसँग प्रतिक्रिया गरी स्वादै बिग्रने गरी अरू वस्तु बनाउँछन् ।



(पि.एच.स्केल)

४.४.६ अम्ल क्षार र लवणका उपयोगिता

क्र.स.	अम्ल	क्षार	लवण
१	पेटमा (HCl) खाना पचाउन ।	साबुन बनाउन ।	खानेनुन (NaCl) स्वादमा र शरीरलाई ।
२			

अम्ल र क्षारको पहिचान गर्न र कडापन नाप्न प्रयोग गर्ने वस्तुलाई सूचक (Indicator) भनिन्छ । इन्डिकेटर रातो बन्दा वा चुकन्दर वा रातो गुलावको फूलबाट बनाउन सकिन्छ । कडापन (Strength) नाप्ने मिटरलाई P^H मिटर वा P^H स्केल भनिन्छ ।

(बाँकी जानकारीका लागि निम्नमाध्यमिक SLM को एकाई ६ अम्ल क्षार लवण पाठ पढ्नुहोस ।)

४.४.७ आयोनिकीकरण (Ionization)

हामी खाना खान्छौं । खानामा विभिन्न खाद्य तत्त्वहरू हुन्छन् । ती खाद्य तत्त्वहरू र लवण (नुन) बाट प्राप्त सबै तत्त्वहरू आयोन कै रूपमा रगतमा मिसिएर शरीरमा वितरण हुन्छन् । बिरुवामा मल राखिन्छ ती मलहरू पनि आयोन कै रूपमा पानीमा घुलिएर बिरुवालाई प्राप्त हुन्छन् ।

$$\text{इलेक्ट्रोलाइट} \underset{\text{विद्युत}}{\rightleftharpoons} \text{आयोनहरू}$$

$$NaC\ell(a) \underset{\text{आयोनिकीकरण}}{\rightleftharpoons} Na^{+} + C\ell^{-}$$

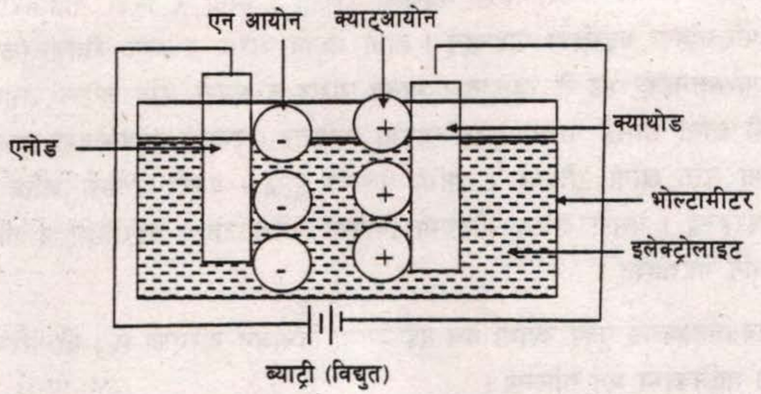
एनायोन	क्याट्आयोन
$C\ell^{-}$ SO_4^{--} ऋणात्मक एनोडमा जम्मा हुन्छन् ।	Na^{+} Cu^{++} धनात्मक क्याथोडमा जम्मा हुन्छन् ।

४.४.८ विद्युत विच्छेदन (Electrolysis):

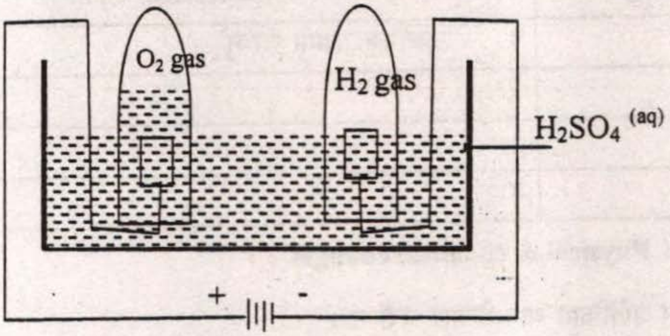
विद्युतद्वारा रसायनको विच्छेदनलाई विद्युत विच्छेदन भनिन्छ ।

हाम्रो दैनिक व्यवहारिक जीवनमा विद्युत विच्छेदन प्रक्रिया विविध क्षेत्रमा उपयोगी छ । रसायन विज्ञानको सम्पूर्ण क्षेत्रमा आयोनिकीकरण र विद्युत विच्छेदनकै प्रमुख रूपमा भूमिका रहेको हुन्छ । सम्पूर्ण रासायनिक प्रतिक्रियाहरू धाउबाट धातु शुद्ध रूपमा छुट्याउने, विभिन्न धातुहरूमा सुन चाँदीको जलप लगाउने, लुगा धुने सोडा, कास्टिक सोडा आदिको उत्पादन पनि विद्युत विच्छेदन क्रियाको उपयोगबाट नै सम्भव भएको छ ।

कुनै पनि रसायनिक पदार्थमा वा पदार्थको घोलमा विद्युत प्रवाह गर्दा यसका अणुहरू वा अवयवहरू आयोनमा छुट्टिने क्रियालाई विद्युत विच्छेदन भनिन्छ । विद्युत विच्छेदन गर्न विशेष भाँडो चाहिन्छ जसलाई भोल्टामिटर भनिन्छ । विद्युतको स्रोत व्याट्री वा सेललाई २ ओटा इलेक्ट्रोड एनोड र क्याथोड मा जोडनुपर्छ । त्यस्तै विद्युत विच्छेदन गराउने रसायनको प्रकृति (Nature)अनुसारको इलेक्ट्रोलाइट चयन गरिन्छ । इलेक्ट्रोलाइटमा विद्युत प्रवाह गरेपछि क्याट्आयनहरू क्याथोडमा र एनआयोनहरू एनोडमा जम्मा हुन् थाल्दछन् जसको चित्रात्मक उदाहरण तल चित्रमा दिइएको छ ।



चित्र : विद्युत विच्छेदनको उदाहरण



$4H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + 4OH^-$

<u>क्याथोड</u> :

$4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 4H^0$

$4H^0 \longrightarrow 2H_2$

<u>एनोड</u> :

$4OH^- \longrightarrow 4OH + 4e^-$

$4OH \longrightarrow 2H_2O + O_2$

चित्र : पानीको विद्युत विच्छेदन

एनोडमा अक्सिजन जम्मा हुन्छ भने क्याथोडमा हाड्रोजन जम्मा हुन्छ ।

दैनिक जीवनमा इलेक्ट्रोलाइसिसका उपयोगिताहरू

१ विद्युत लेपन (electroplating) गरेर कमसल धातुलाई असल बनाउन

२ धातुको शुद्धीकरण तथा प्रशोधन गर्न ।

३ गरगहनाहरू बनाउन (सुन, चाँदी, लेपन गरेर ।

४ विभिन्न ग्यास तथा अन्य तत्त्व उत्पादन गर्न ।

विद्युत विच्छेदक र अपविद्युत विच्छेदकमा भिन्नता :–

विद्युतविच्छेदक (Electrotyse)	अपविद्युत विच्छेदक (Nonelectroyse)
१ घोल रूपमा विद्युत सञ्चालन गर्दछ ।	१. घोलमा विद्युत सञ्चालन गर्दैनन ।
२ अम्लहरू, अल्कालीहरू	२. चिनी पानी, ग्लुकोज पानी युरिया पानी आदि ।
३	३

४.५. रासायनिक प्रतिक्रिया (**Chemical rections**)

हाम्रो घरको छिँडीमा एउटा हँसिया फ्याँकिराखेको थियो । २-४ दिनपछि हेर्दा त्यसमा एक खालको खैरो धुलो निस्केको भेटियो । त्यो फलामको हँसियामा उक्त खैरो धुलो (खिया) कसरी ? कहाँबाट

आया होला ? भन्ने कुराले मलाई धेरै समयसम्म सतायो । पछि थाहा भयो प्रकृतिमा यस्ता खालका र अन्य धेरै प्रकारका परिवर्तनहरू भइरहँदा रहेछन् । हामी र हाम्रो वातावरणभित्र हरेक क्षण विभिन्न परिवर्तहरू भइरहेका पाइन्छन् । हाम्रो मानव शरीर र अन्य जीवजन्तुका शरीरभित्र पनि विभिन्न परिवर्तनहरू भइ नै रहन्छन् । मानव शरीर त एउटा अति जटिल रासायनिक उद्योग नै हो । हामी खाना खान्छौं पाचन हुन्छ रगतमा मिसिन्छ । रगतले कोषकोषमा पुऱ्याउँछ । त्यसपछि कोषकोषमा उक्त खाना टुक्रिन्छ र शक्ति उत्पन्न हुन्छ । यसरी उत्पन्न शक्ति विभिन्न काममा प्रयोग भइरहन्छ । यसरी दैनिक जीवनमा विभिन्न परिवर्तनहरू भइरहेछन् र ती परिवर्तनहरूका उपयोग पनि भइरहेछन् ।

यस्ता परिवर्तनहरूलाई मुख्य रूपमा तल दुई वर्गमा विभाजन गरिएको छ । ती परिवर्तनका उदाहरण र भिन्नता तालिकामा भर्न सकिन्छ ।

भौतिक परिवर्तन Physical Change	रासायनिक परिवर्तन Chemical Change
१ पानी जमेर बरफ बन्नु	१ फलाममा खिया लाग्नु
२	२
३	३
४	४

४.५.१. भौतिक र रासायनिक परिवर्तन (Physical & chemical changes) :

दिइएका क्रियाकलाप, परिवर्तन र प्रतिक्रिया बारे बिचार गरौं न ।

१. वेल्डिङ $\begin{cases} Oxy-hydrogen\ flame\ (O_2 \& H_2) \\ Oxy-acetylene\ flame (O_2 \& C_2H_2) \end{cases}$
(फलाम जोड्ने)

२. बिरुवाले खाना बनाउने (Photosynthesis) (CO_2 & H_2O & घाम)

३. तरकारीमा नुन राख्नु

४. दूध जमेर दही बन्नु

५. सुन पगालेर गहना बनाउनु

६. साबुनले धोएर फोहर फाल्नु

७. औषधि खाएर रोग निको हुनु

८. उखुबाट चिनी बनाउनु

९. चामल पाकेर भात बन्नु

१०. कोदो, चामल, गहुँ पकाएर जाँड, रक्सी बनाउनु

११. तामा, पित्तलको भाँडामा दही खाँदा तम्तमाउनु

१२. हड्डी भाँचिएर पछि जोडिनु

१३. डिजेल पेट्रोलबाट गाडी चल्नु

१४. दाउरा, ग्यास, मट्टितेल बालेर खाना पकाउनु ।

सिमेन्ट फ्याक्ट्रीमा चुनढुङ्गालाई पोलेर चुन बनाइन्छ । सँगसँगै कार्बनडाईअक्साइड पनि उत्पादन हुन्छ । यसरी चुनढुङ्गालाई पोलेर बन्ने दुवै वस्तु नितान्तै फरक छन् । यस्तो परिवर्तन रासायनिक परिवर्तन हो ।

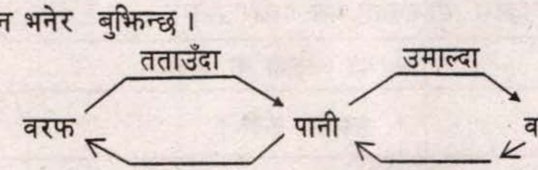
क) चुनढुङ्गा ~~पोल्दा~~ → चुन + कार्बनडाइअक्साइड (शब्द समीकरण)

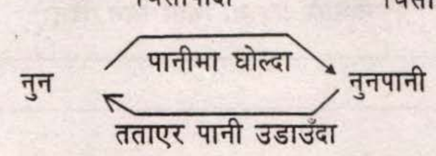
$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$ (रासायनिक समीकरण)

ख) म्याग्नेसियम रिबन $\xrightarrow[\text{हावामा बाल्दा}]{\text{कार्बनडाइअक्साइड}}$ खरानी + अङ्गार (शब्द समीकरण)

$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$ (रासायनिक समीकरण)

नयाँ वस्तु नबनी अवस्था वा आकारप्रकार मात्र परिवर्तन हुने लगायतका परिवर्तनलाई भौतिक परिवर्तन भनेर बुझिन्छ ।

क) 

ख) 

नोट : वस्तुमा रासायनिक परिवर्तन हुनु नै रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical reaction) हो ।

४.५.२ : रासायनिक परिवर्तन वा प्रतिक्रिया (**Chemical reactions**):

रासायनिक प्रतिक्रियाका कारक तत्त्व (गराउने तत्त्व) यसप्रकार छन् :

कारक तत्त्व	उदाहरण	नामाकरण
१ ताप	$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2(g)$	ताप विच्छेदन
२ विद्युत	$2H_2O(\ell) \rightarrow 2H(g) + O_2(g)$	विद्युत विच्छेदन
३ प्रकाश	$6CO_2(g) + 6H_2O(\ell) \xrightarrow{Light} C_6H_{12}O_6(S) + O_2(g)$	प्रकाश संश्लेषण
४ उत्प्रेरक	$2H_2O_2(\ell) \xrightarrow{Mno_2} 2H_2O(\ell) + O_2(g)$	क्याटालाइसिस

५ सम्पर्क	$NH_3 + HC\ell \rightarrow NH_4C\ell$	
६ चाप	$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[500^0C]{200\,atm} 2NH_3$	
७ ध्वनि	$C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2\uparrow$	

रासायनिक प्रतिक्रियाबाट प्राप्त जानकारीहरू (informations) यस प्रकारका हुन्छन :

उदाहरण : $CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$	
प्राप्त जानकारी	जस्तैः :-
१ भाग लिने र बन्ने वस्तु	चुनढुङ्गा, चुन र कार्बनडाइअक्साइड
२ भाग लिने र बन्ने वस्तुका अणुसूत्र	$CaCO_3$, CaO र CO_2
३ भाग लिने र बन्ने वस्तुका अणु सङ्ख्या	१ , १, १
४ भाग लिने र बन्ने वस्तुका तौल	१००, ५६, ४४
५ भाग लिने र बन्ने वस्तुका तौल अनुपात	१०० : ५६ : ४४
६ प्रतिक्रियाको किसिम	विभाजन

रासायनिक प्रतिक्रियाबाट प्राप्त नहुने जानकारी (सीमितता) यस प्रकार छन् :

१. अवस्था (ठोस, तरल, ग्यास)	२. दर (ढिलो वा चाडो)
३. गाढापन (गाढा वा फिक्का)	४. समय (कती)
५. कारक तत्त्व (उत्प्रेरक) नकारात्मक, सकारात्मक	६. तापको अवस्था (ताप लिने/दिने)
७. आवश्यकता (चाप, ताप)	

४.५.३. रासायनिक प्रतिक्रियाका प्रकारहरू (Types of chemical reaction) :

(क)

मुख्य प्रकार	उदाहरण
१. संयोजन	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
२. विभाजन वा विच्छेदन	$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$
३. विस्थापन क) एकल	$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$
ख) दोहोरो	$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$
४. निराकरण वा अम्लक्षार	$NaOH + HC\ell \rightarrow NaC\ell + H_2O$

(ख)

सहायक प्रकार	उदाहरण
१. अक्सिडेसन रिडक्सन	$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO (Ca\ is\ oxidised)$ $Pb + S \rightarrow PbS\ (S\ is\ reduced)$
२. एक्सोथर्मिक/इन्डोथर्मिक	$C + O_2 \rightarrow CO_2 (exothermic)$ $C + 2S \rightarrow CS_2\ (endothermic)$
३. पिर्सीपिटेसन	$Na_2CO_3 + BaC\ell_2 \rightarrow BaCO_3 + 2NaC\ell$
४. हाइड्रोलाइसिस	$Na_2CO_3 + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2CO_3$
५. पुर्नसमायोजन (रि एरेन्जमेण्ट)	$NH_2CONH_2 \rightarrow NH_2CO$ $C_2H_5OH \rightarrow CH_3OCH_3$

४.५.४. रासायनिक प्रतिक्रियाको दर (Rate of chemical reaction) :

हामीले खाएको खानामध्ये कुनै छिट्टै पाचन हुन्छ भने कुनै खाना ढिलो पाचन हुन्छ । त्यसैले कुनै खाना खाँदा छिट्टै भोक लाग्छ भने कुनै खाना खाँदा ढिलो भोक लाग्छ । यस्तो किन भएको होला ?

प्राकृतिक तथा व्यवहारिक जीवनमा पनि अन्य यस्तै खालका रासायनिक परिवर्तनहरू प्रशस्त छन् । ती परिवर्तनहरू फरक फरक गतिमा हुने गर्दछन् । कुनै प्रतिक्रिया छिटो हुन्छन् भने कुनै विस्तारै विस्तारै हुन्छन् । व्यवहारमा पनि कुनै प्रतिक्रिया छिटो चाहिने हुन्छन् भने कुनै ढिलो गराउनु पर्ने पनि हुन्छन् ।

प्रतिक्रियाको दरलाई प्रभाव पार्ने तत्त्वहरू:

१. पदार्थको गाढापन (Concerntration) २. उत्प्रेरकको प्रयोग (Catalyst)

३. तापक्रम (Temperature) ४. पदार्थको सतह (धुलो वा डल्ला)(Surface area)

५. प्रतिक्रियारत पदार्थको गति ६. चाप (Pressure)

(चलाउने, हल्लाउने)(Motion of particles)

दूधलाई राखिराख्यो भने दही बन्छ वा बिग्रन्छ । फलामलाई चिसो आर्द्र हावामा राखिराख्यो भने खिया लाग्न थाल्छ । यी ढिलो हुने प्रतिक्रिया हुन् । सोडियम पानीमा राख्दा बल्नु, चिनीलाई अम्लमा (H_2SO_4) राख्दा कार्बन हुनु आदि छिटो हुने प्रतिक्रिया हुन् ।

<u>a.m.u</u> : अणु, परमाणुको आणविक र परमाणविक भार ग्राम र किलोग्राम जस्ता एकाइमा नाप्नका लागि ज्यादै थोरै हुनाले त्यसलाई व्यक्त गर्ने सानो एकाइलाई a.m.u. (Atomic mass Unit) भनिन्छ । जस्तै: हाइड्रोजन परमाणुको तौल 1amu

पानीको अणुको तौल (H_20) =18 amu

1amu =1.67×10^{-24} gm

Avogadro's Number (N_A) : कुनै पनि तत्त्वको परमाणिक भार बराबरको ग्राममा तौल लिँदा सबै वस्तुको त्यसमा बराबर परमाणु सङ्ख्या हुने रहेछ भन्ने कुरा सर्वप्रथम एभोगाड्रो भन्ने वैज्ञानिकले पत्ता लगाए। यसलाई एभोगड्रोको सङ्ख्या भनिन्छ।

Avogadros No.= 6.02×10^{23}

जस्तैः सोडियमको (Na) को 23 ग्राममा 6.02×10^{23} परमाणु हुन्छन्।

मिथेन (CH_4) को 16 ग्राममा 6.02×10^{23} अणु हुन्छन्।

आणविक भार Molecular wt.) र मोल (Mole) : कुनै पनि तत्त्व वा यौगिकको आणविक भार भन्नाले उक्त पदार्थको एउटा अणुमा भएका परमाणुहरुको तौलको कुल तौललाई बुझाउँछ।

जस्तै, अक्सिजन ग्यास अणु (O_2) को तौल = 2x16 = 32 amu

कार्वनडाइअक्साइड ग्यास अणु (CO_2) को तौल = 12+2x16 = 44 amu

मिथेन ग्यास अणु (CH_4) को तौल = 12+ 4x1 = 16 amu

कुनै पनि तत्त्व वा यौगिकको पारमाणविक वा आणविक भार बरावरको तौल ग्राममा लिइन्छ भने त्यसलाई एक मोल भनिन्छ।

जस्तै, एक मोल सोडियम = 23gm

दुई मोल सोडियम = 2x23 = 46gm

एक मोल मिथेन(CH_4) = 16gm

एक मोल अक्सिजन (O) = 16gm

एक मोल अक्सिजन ग्यास = 16x2 = 32gm

किन कि, अक्सिजन परमाणुको पारमाणविक भार = 16 amu

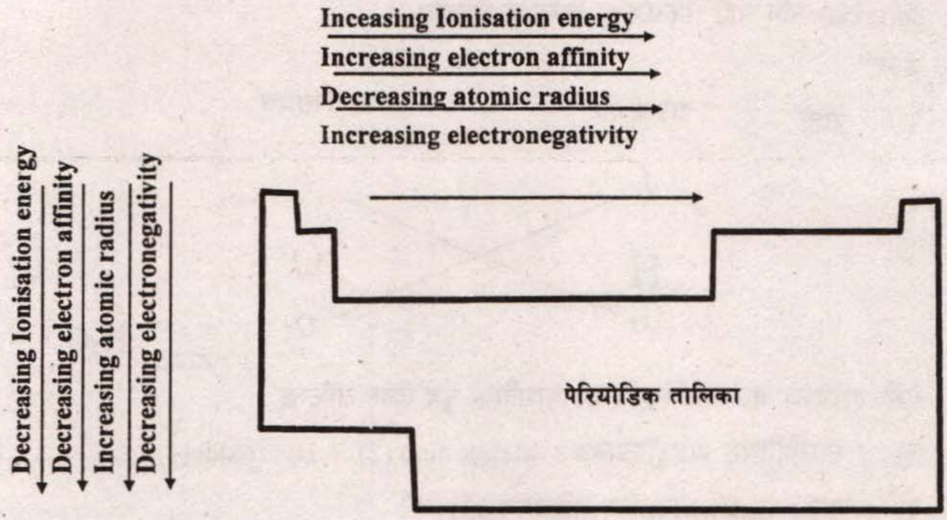
अक्सिजन अणु (O_2) को आणविक भार = 16x2 = 32 amu

४.६. तत्त्वहरू र पेरिओडिक तालिका (Elements & Perodic table) :-

हाम्रा वरिपरि विभिन्न वस्तुहरू छन्। आकाश हेऱ्यो नीलो छ। बनजङ्गल हरियो छ। हिमालहरू सेताम्य छन्। तोरी फुलेको तराई हेऱ्यो पहेँलपुर छ। गजव छ विविधता। यी सबै चिज तत्त्वबाट बन्छन्। कस्तो अचम्मको छ यो संसार कतै पानीको पहाड, कतै माटो ढुङ्गाको पहाड, हिमाल, वन, जङ्गल, समुद्र, हावा, महासागर, जीवजन्तु ? कोही ठोस, कोही तरल, कोही ग्यास अवस्थामा छन्। यद्यपि यिनीहरू पदार्थहरू नै हुन्। यी सबै पदार्थहरू तत्त्वहरूबाट नै बनेका हुन्छन्। यी तत्वहरू एकै ठाउँमा राखेर वनाएको तालिका नै पेरियोडिक तालिका हो। पेरियोडिक तालिकाले तत्वहरूको गुणको वारेमा बताउँछ।

विभिन्न तत्त्वहरूको सक्रियता तत्त्वको विभिन्न गुणहरू जस्तै; पारमाणविक अर्धब्यास (Atomic radidus), आयोनाइजेसन इनर्जी, इलेक्टोनिगेटिभिटी, इलेक्ट्रोन एफिनिटी आदि गुणहरूमा भर पर्छ।

पेरिडिक तालिकामा ग्रुप र पेरिओडमा तिनीहरूको फरक वा अन्तरलाई सारांशमा तल दिइएअनुसार प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :



४.६.१. तत्त्व र परमाणु तथा अणु (Elements, atoms & molecules) :

हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोगमा ल्याइने तथा हामीले देखेका, जानेका, सुनेका सम्पूर्ण वस्तु तथा पदार्थहरू या त तत्त्वहरू हुन् वा तत्त्वहरू मिलेर बनेका यौगिक पदार्थहरू हुन् । बारम्वार प्रयोगमा आइरहने तत्त्व तथा यौगिक वस्तुको सूची बनाउन सकिन्छ ।

तत्त्व (Element)	यौगिक (Camp0und)
१ फलाम	१.पानी
२ सुन	२. चिनी
३	३
४	४
५.	५.

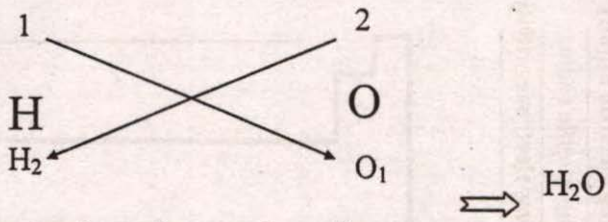
यस्तै: विभिन्न यौगिक पदार्थ तथा ती यौगिक बन्ने तत्त्वहरूको पनि तालिका बनाएर भर्न सकिन्छ ।

क्र.सं.	यौगिक	सँलग्न तत्त्वहरू
१	चिनी	कार्बन, हाइड्रोजन, अक्सिजन,
२	पानी	हाइड्रोजन, अक्सिजन
३	साबुन	
४		

संयुजता (valency) : तत्त्वहरू मिली यौगिक बन्दा विभिन्न सङ्ख्यामा तत्त्वहरू संयोजन भई यौगिक बन्दछन् । यसरी तत्त्वहरूको अन्य तत्त्वसँग संयोजन हुने क्षमतालाई संयुजता (valency) भनिन्छ । अणुहरू बन्ने क्रममा यही संयुजताका आधारमा बन्छन् र आणविक सूत्र (Molecular formula) पनि यही (क्रिसक्रस) मिलाएर लेखिन्छ ।

जस्तै:

१) पानी : हाइड्रोजन अक्सिजन



यस्तै तरिकाले अन्य यौगिकहरूको आणविक सूत्र लेख्न सकिन्छ :

२) म्याग्नेसियम हाइड्रोक्साइड : Magnesium (2) र Hydroxide(1)

३) चुन : Calcium (2) र अक्सिजन (2)

४) एमोनिया : नाइट्रोजन (3) र हाइड्रोजन (1)

५) ....

विभिन्न तत्त्व र संयुजताको तालिका दिइएअनुसार भर्न सकिन्छ :

क्र.सँ	तत्त्व	सङ्केत	सँयुजता
१	हाइड्रोजन	H	१.
२	अक्सिजन	O	२.
३			
४			

कतिपय तत्त्वहरूको एकभन्दा बढी संयुजता हुन्छ । यसरी कुनै तत्वहरुले एकभन्दा बढी संयुजता देखाउँछ भने त्यस्तो संयुजतालाई परिवर्तित संयुजता (Variable valancy) भनिन्छ ।

खासगरी ट्रान्जीसन धातुहरुका सवभन्दा बाहिरी कक्षमा एक वा दुई ओटा इलेक्ट्रोन हुन्छन् र तिनै इलेक्ट्रोनले भ्यालेन्सी निर्धारण गर्छन् । तर कुनै तत्वको दोस्रो अन्तिम (Penultimate) कक्षको d-उपसेलको इलेक्ट्रोन पनि बोण्ड बनाउन भाग लिने हुनाले परिवर्तित संयुजता देखाउँछन् ।

जस्तै : $Fe^{++} = IS^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^6$ ($4S^2$ ले भाग लिँदा)

$Fe^{+++} = IS^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^5$ ($4S^2$ र 3d मो 1 ले भाग लिँदा)

तत्वहरुको एकभन्दा बढी संयुजता हुँदा थोरै संयुजता भएको यौगिक _ ous र धेरै भएको _ ic हुन्छ ।

केही उदाहरणहरू:

क्र.सँ	तत्त्व (धातु)	सङ्केत	सँयुजता र यौगिक		
			सँयुजता	यौगिक	नाम
१	फलाम	Fe Fe	२ ३	$FeCl_2$ $FeCl_3$	फेरस क्लोराइड र फेरिक क्लोराइड
२	तामा	Cu Cu	१ २	Cu_2O CuO	क्युप्रस अक्साइड क्युप्रिक अक्साइड
३	लेड	Pb	२, ४	–	
४	टिन	Sn	२, ४	–	
५	पारो	Hg	१, २	–	

त्यसैगरी कतिपय अधातु तत्त्वहरूले पनि फरक फरक संयुजता देखाउँछन् ।

तत्त्व	सँयुजता	उदाहरण
Carbon	२ र ४	CO & CO_2
Sulfur	४ र ६	SO_2 & SO_3
Nitrogen	३ र ५	N_2O_3 & N_2O_5
Phosphorus	३ र ५	PH_3 & P_2O_5

सबै सामान्य, प्रयोगमा आइरहने तत्त्वहरूको नाम, सङ्केत, संयुजता र त्यसबाट बन्ने कुनै एक यौगिकको नाम लेखी एउटा तालिका बनाउने कोसिस गरी ज्ञान बढाउन सकिन्छ ।

४.६.२ पारमाणिक संरचना (Atomic structure) र संयुजताको इलेक्ट्रोनिक सिद्धान्त (Electronic Theory of valency) :

घर बनाउँदा जसरी हरेक संरचना जस्तै, झ्याल, ढोका, भरेङ, भान्छा आदि सबैको आ-आफ्नै स्थान र महत्त्व छ त्यसरी नै विभिन्न तत्त्वका परमाणुमा पनि विभिन्न भागहरू समावेश छन् । ती परमाणुभित्र पाइने प्रमुख पारमाणविक कणहरूको तुलनात्मक अध्ययन दिइएको तालिकाको आधारमा गर्न सकिन्छ ।

पारमाणविक कणका गुण	परमाणिक कण		
	इलेक्ट्रन	प्रोटन	न्युट्रन
१.कहाँ हुन्छ ?	न्युक्लियस वरिपरि कक्ष	केन्द्र (न्युक्लियस)	केन्द्र
२.सङ्केत	e^-	P^+	n^o
३.चार्ज	negative	Positive	no or null
४.भार	$^1/_{1837}$ a.m.u.	1 a.m.u.	1 a.m.u.
५.प्रतिक्रियामा	भाग लिने कण	भाग लिदैन	भाग लिंदैन

वैज्ञानिक Bohr काअनुसार प्रोटन र न्युट्रन केन्द्रमा हुन्छन् भने इलेक्ट्रनहरू Nucleus वरिपरि घुम्छन् । तिनीहरूको रहने क्षमता $2n^2$ सूत्रानुसार विभिन्न सेलहरूमा हुन्छ । जहाँ n भनेकै सेल क्रम हो । यसअनुसार केही तत्त्वको पारमाणिक संरचना पढौं है त ।

तत्त्व	सङ्केत	Nucleons		विभिन्न Shell मा इलेक्ट्रन			
		Proton	Neutron	प्रथम K	दोस्रो L	तेस्रो M	चौथो N
हाइड्रोजन	H	1	-	1			
कार्बन	C	6	6	2	4		
अक्सिजन	O	8	8	2	6		
सोडियम	Na	11	12	2	8	1	
आर्गन	Ar	18	22	2	8	8	
ब्रोमिन	Br	35	45	2	8	18	7

सङ्ख्या १ देखि २० सम्मका तत्त्वका परमाणुको इलेक्ट्रोन चित्र बनाई दक्ष बन्न सकिन्छ ।

तत्त्वहरूबाट यौगिक बन्दा इलेक्ट्रोनहरू एकआपसमा लिने दिने तथा साझेदारी (Sharing) गरेर हुन्छ । यसका आधारमा वन्ड तथा यौगिक मुख्य दुई प्रकारका हुन्छन् :

आयोनिक वा इलोक्ट्रोभ्यालेण्ट यौगिक	कोभ्यालेण्ट यौगिक
१. यसमा एउटाले इलेक्ट्रन दिने र अर्कोले लिने हुन्छ ।	१ .यसमा दुवैको बीचमा बरावर सङ्ख्यामा इलेक्ट्रोन साझा हुन्छन् ।
२. यसमा बन्ने यौगिक आयोनिक हुन्छ ।	२. यसमा बन्ने यौगिक कोभ्यालेन्ट हुन्छ ।
३. NaCl, KCl, $MgCl_2$, CaO, MgO,$CaCl_2$ आदि यस खालका यौगिकका उदाहरण हुन् ।	३. CH_4, C_2H_6, C_2H_4, $C_6H_{12}O_6$ इत्यादि यस खालका यौगिकका उदाहरण हुन् ।
४. प्राय: पानीमा घुल्छन् । तर आर्गानिक घोलक जस्तै: इथर, वेन्जिन, क्लोरोफर्म आदिमा घुल्दैनन् ।	४. प्राय पानीमा घुल्दैनन् तर अर्गानिक घोलकमा घुल्छन् ।
५ रासायनिक प्रतिक्रियाहरू छिटो हुन्छन् ।	५. रासायनिक प्रतिक्रियाहरू ढिलो हुन्छन् ।
६. धेरैजसो क्रिस्टल ठोस हुन्छन् ।	६. ग्यास,तरल वा नरम ठोस हुन्छन् ।
७. वोन्ड तुलनात्मक रूपमा कमजोर हुन्छ ।	७. वोन्ड तुलनात्मक रूपमा बलियो हुन्छ ।

तत्त्वहरूले जस्तै: ब्यवहार देखाउने तत्त्वहरूको चार्जयुक्त समूह, (रेडिकलहरू) ले पनि यौगिक बनाउँछन् । रेडिकल दुई प्रकारका हुन्छन् ।

+ Ve Radicals	– Ve Radicals
☛ Basic radical	☛ Acid radical
☛ Hg^+, Cu^+, Zn^{++}, Al^{+++}, NH_4^+ etc	☛ Cl^-, NO_3^-, SO_4^{--}
☛ Hg^+ सरल radical हो भने NH_4^+ जटिल	☛ Cl^- सरल हो भने SO_4^{--} जटिल ।

विभिन्न तत्त्वहरूले विभिन्न रेडिकलसँग संयोजन भई बनाउने यौगिकहरूलाई दिइएको तालिकामा भरेर ज्ञान बढाउन सकिन्छ ।

विभिन्न तत्त्वहरूबाट बन्ने यौगिक तालिका :

तत्त्वहरू	हाइड्रोक्साइड OH^-	अक्साइड O^{--}	क्लोराइड Cl^-	सल्फेट SO_4^{--}	नाइट्रट NO_3^{--}	कार्बोनेट CO_3^{--}	बाइकार्बोनेट $HCOH_3^-$	सिलीकेट Sio_3^{--}
पोटासियम	KOH	K_2O	KCl	K_2SO_4	KNO_3	K_2CO_3	$KHCO_3$	K_2SiO_3
सोडियम								
म्याग्नेसियम								
क्याल्सियम								
आइरन (ii)								
आइरन (iii)								
तामा (i)								
तामा (ii)								
एल्मुनियम								

रासायनिक यौगिकमा उल्लिखित आयोनिक र कोभ्यालेण्ट बाहेक अरू पनि बल (bond) ले परमाणुलाई एकापसमा बाँधेर राख्दछन् ।

विभिन्न बल (bond) हरु :

१. कोअर्डिनेट वोण्ड
२. मेटालिक "
३. हाइड्रोजन "
४. Van der Waals force

उदाहरण :

1. NaCl	⟶	lonic bond (electron लिने दिने)
2. HCl	⟶	Covalent bond .. (elecron sharing)
3. Graphite	⟶	Vander waals force (two layers को आकर्षण)
4. Metals	⟶	Metallic bond (free electron र Atom आकर्षण)
5. Organic Compunds	⟶	Hydrogen bond (Hydrogen र यौगिकमा रहेका अन्य तत्त्वबीच)

४.६.३. पेरिओडिक तालिका र यसका विशेषताहरू (Periodic table & it's features):

हालसम्म ११३ ओटा तत्त्व थाहा भएका छन् । तीमध्ये १०९ ओटा तत्त्वबारे पूर्ण जानकारी प्राप्त भएको छ । ९२ ओटा तत्त्वहरू प्रकृतिबाट प्राप्त भएका छन् भने अरू बाँकी तत्त्वहरू वैज्ञानिकले कृत्रिम रूपमा बनाएका हुन् । यसरी कृत्रिम रूपले तत्त्वहरू बनाउने वैज्ञानिकहरूको प्रयास जारी नै छ । कतिपय तत्त्वहरूको न्वारन हुने तरखरमा छन् । जति जति नयाँ तत्त्वहरू पत्ता लाग्दै गए त्यति त्यति नै नयाँ नयाँ भौतिक र रसायनिक गुणहरू थाहा हुँदै गए जसले गर्दा रासायनिक तत्त्वहरूको छुट्टाछुट्टै रूपमा अध्ययन गर्ने काम कठिन हुँदै गयो । त्यसैले मिल्दा जुल्दा गुण भएका तत्त्वहरूलाई एकै ठाँउमा राखी वर्गीकरण गरेर अध्ययन गर्ने कामको सँगसँगै प्रयत्नहरू थालिए । यसको फलस्वरूप हालको आधुनिक पेरिओडिक तालिकासम्म तयार हुन पुग्यो ।

यसरी प्राप्त भएका तत्त्वहरूका सहज र सरल रूपमा अध्ययन गर्ने हेतुले तत्त्वहरूको बढ्दो पारमाणिक सङ्ख्याको आधारमा तयार गरिएको तालिकालाई पेरिओडिक तालिका भनिन्छ । वर्तमान तालिका बन्नुभन्दा पहिले गरिएका ऐतिहासिक प्रयासहरू यसप्रकार छन् :

पेरिओडिक तालिका निर्माणका प्रयासहरू :

SN	Scientist (chemist)	Date	Work	Base
1.	John Dalton	1808	Atomic theory	At Wt
2.	Joseph Proust	1815	Prout's Hypothesis	Wt. of Hydrogen
3.	John Dobereiner	1829	Dobereiner's traid	Average wt.
4.	Dumas	1853	Duma's series	Series of wt.
5.	John Newland	1863	New land's octave	Repetition of props
6.	Lothar Mayer	1869	Lother Mayer:s Curve	At. Wt. increase

रसायनशास्त्रको इतिहासमा रासायनिक तत्त्वहरूको वर्गीकरणलाई एउटा अति महत्त्वपूर्ण, सराहानीय तथा उल्लेखनीय उपलब्धिका रूपमा लिइन्छ । रसियन वैज्ञानिक मेन्डेलिभले बढ्दो पारमाणविक भारको क्रममा १८६९ मा तालिका तयार पारे तर त्यसमा केही दोष तथा नमिल्ने पक्षहरू थिए । पछि सन १९१३ मा Henery Moseley ले तत्त्वहरूलाई बढ्दो पारमाणविक सङ्ख्याका आधारमा तालिकामा राखिएको भन्ने आधुनिक पेरिओडिक नियम दिएर मेन्डेलिभको पेरिओडिक तालिकामा सुधार गरे ।

Mendeleev's Perodic table	Modern Periodic table
1. Position of hydrogen (doubtfull)	1. Kept with alkali metals.
2. Based on atomic Weight.	2. Based on atomic number.
3. Position of actinide & lanthanide Not assigned	3. Assigned below table
4. Dissimilar elements together	4. Separated

आधुनिक पेरिओडिक तालिकाका विशेषताहरू:

१. पेरिओड्स: सेलको आधारमा सातओटा पिरियड, ३ ओटा छोटा र ४ ओटा लामा पेरियड्स छन् ।

२. ग्रुप: तत्त्वका वाहिरी इलेक्ट्रोनको सङ्ख्याको आधारमा : नौ ओटा समूह छन् । जस्तै: अल्काली धातु, निस्क्रिय ग्यास, इत्यादि ।

३. ब्लक्स् : अन्तिम अर्विटलको आधारमा S, P, d र f चारओटा व्लक छन् ।

जस्तै: सोडियम $Na(11) \rightarrow 1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^1 \rightarrow S\ block$

क्लोरिन $C\ell(17) \rightarrow 1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^5 \rightarrow P\ block$

४.६.४. पेरिओडिक गुणमा क्रमिकता (Periodicity) :

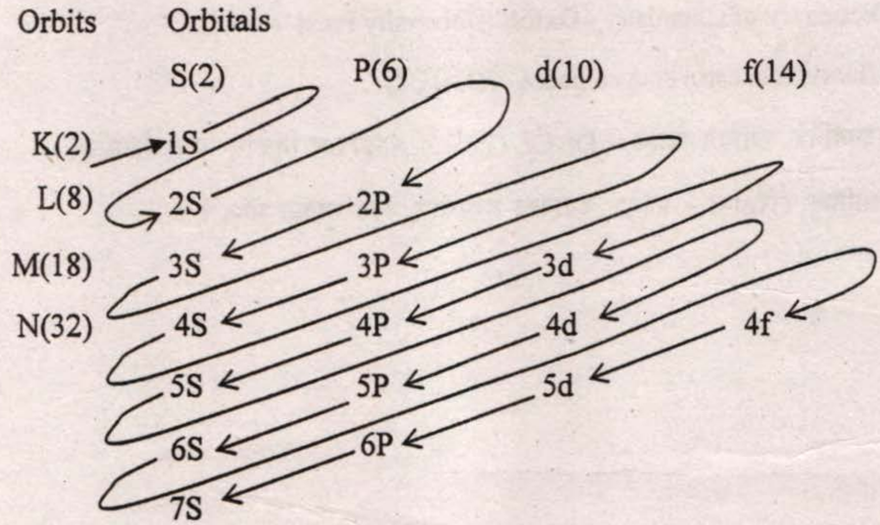
(i) धातुहरुमा ग्रुपमा जति तल गयो कक्ष थपिने हुँदा साइज बढ्दै जान्छ र सक्रियता पनि बढ्दै जान्छ । जस्तै Na भन्दा K सक्रिय हुन्छ ।

(ii) अधातुहरुमा भने समूहमा जति तल गयो इलेक्ट्रन थप्नु पर्ने हुनाले सक्रियता घट्दै जान्छ । जस्तै : Br भन्दा Cℓ बढी सक्रिय हुन्छ ।

(iii) पिरियडमा तेर्सो जाँदा न्युक्लियसमा प्रोटोन थपिने तर कक्ष संख्या (Orbit) नथपिने हुँदा केन्द्रको आकर्षणले आकार खुम्चिन जान्छ ।

जस्तै : सोडियमभन्दा म्याग्नेसियम सानो हुन्छ ।

तत्त्वको पारमाणविक सँरचनामा उपसेल (Orbitals) मा इलेक्ट्रोनको विन्यास वा वितरणलाई Aufbau सिद्धान्तले व्याख्या गरिएको छ :



इलेक्ट्रन भर्ने क्रम यसप्रकार छ :

1S, 2S, 2P, 3S, 3P, 4S, 3d, 4P, 5S, 4d ....

जस्तै: : क्याल्सियम Ca(2O) $\longrightarrow$ $1S^2, 2S^2, 2p^6, 3S^2, 3p^6, 4S^2$

पोटासियम K (19) $\longrightarrow 1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^6, 4S^1 \longrightarrow$.

यसरी नै पटक पटक नाम आइरहने अन्य व्यवहारिक तत्त्वहरूको इलेक्ट्रोन विन्यास गरेर हेर्न सकिन्छ ।

परियोजना कार्य (Project works)

१. काठ, ढुङ्गा, माटो, धागो आदि प्रयोग गरेर परमाणु,पारमाणविक सँरचना, वोन्ड, यौगिक आदिको मोडेल तयार गर्ने ।

२. विभिन्न कार्ड वा पेपरमा सङ्केत र नामहरू लेखेर जोडा मिलाउने खेल खेल्ने, खेलाउने ।

३. पेरिओडिक तालिका बनाई विभिन्न तत्त्वहरूलाई समूहअनुसार राखेर तयार गर्ने ।

थप अध्ययनका लागि पठनयोग्य सामग्रीहरू

1. Pradeeps new course in Chemistry - New millenium edition.
2. Chemistry in context - Grahm Hill & Holmann, Fourth edition.
3. Dictionary of science & technology - Alan Debson, Allied publication.
4. Advanced Chemistry - Philip, Cambridge low price edition.
5. A Dictionary of Chemistry - J L sharma, CBS Publishers.
6. Inorganic Chemistry - L M Mitra (Vol. I & II), Dimond jubilee edition-2001
7. Chemistry principles & practice - Reger, Goode & Mercer, International edition
8. Dictionary of Chemistry - Oxford University Press
9. Microsoft encarta encyclopedia - 2004(Cd)
10. अकार्वनिक रसायन शास्त्र - Dr. CL Gajurel, पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, किर्तिपुर ।
11. वैज्ञानिक गोरेटोमा - प्रा.डा. दयानन्द वज्राचार्य, रत्न पुस्तक भण्डार ।

हाम्रा वरपरका वस्तुहरू (Things around us)

सक्षमता :- "हाम्रा वरपरका वस्तुहरू" भन्ने क्षेत्रअन्तर्गत समस्यामूलक विषयवस्तुहरू, अस्पष्ट धारणाहरू, अस्पष्ट बुँदाहरू तथा कठिन पाठहरूको सूची तयार गरी स्थानीय सामग्रीहरू, प्राकृतिक, वैज्ञानिक, प्राविधिक स्रोतहरूको प्रयोग गरी विषयवस्तुको ज्ञान वृद्धि गर्दै उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति, कक्षा व्यवस्थापन, विद्यार्थी मूल्याङ्कनजस्ता प्रक्रिया अपनाउँदै विज्ञान क्षेत्रको उत्थानका लागि आत्मविश्वासका साथ शिक्षण गर्न ।

परिचय

हाम्रो गाउँघरमा ढुङ्गाको गाऱ्हो लगाउने, माटो र पानीको मिश्रण बनाई भित्ता लिप्ने, माटोको गाग्रो, हाँडी, भुड्को आदि बनाउने, रेसादार बिरुवाको लोक्ताबाट डोरी बाट्ने तथा कपासबाट बत्ती कात्ने, भेडा, चौंरी, खरायो आदिको भुवाबाट बख्खु तथा अन्य कपडा निर्माण गर्ने कार्य गरिन्छ । तर आजभोलि माटोले लिप्नुको सट्टा सिमेन्टको प्रयोग गरिन्छ । सिमेन्ट, बालुवा र पानीको मिश्रणले प्लास्टर गरेपछि घर बढी बलियो हुन्छ । त्यसैले आजभोलि सिमेन्टको प्रयोग बढी गरिदै आएको छ । लोक्ताबाट डोरी बनाउनुको सट्टा आजभोलि त्यसबाट रेसादार कपडा बनाइन्छ । ऊनीबाट पुराना प्रकारका राडी, बख्खु मात्र होइन आधुनिक फेसनदार स्वेटर पनि बनाइन्छ ।

प्राचीन रूपमा कुमालेले घैटो, गाग्रो, हाँडी, भुँड्को आदि बनाउने तरिकाकै विकसित रूपमा आजभोलि सेरामिक्सको उत्पादन गरिन्छ । जनावरको हड्डी, खरानी, मृत जीवको शरीर आदि पदार्थलाई बढ्दै गरेको बिरुवाको जरा नजिकै विसर्जन गर्ने वा गाड्ने चलन धेरै परापूर्व कालदेखि चल्दै आएको हो । वास्तवमै ती पदार्थहरूले बिरुवाहरूलाई चाहिने खाद्य तत्त्वहरू आपूर्ति गर्दछन् भन्ने कुरा प्रमाणित भइसकेको छ । हाडमा फोस्फरसर, खरानीमा पोटासियम तथा मृत जीवको शरीरमा नाइट्रोजन तत्त्वहरू पाइन्छ । तिनै तत्त्वहरू आपूर्ति गर्न आजकाल विविध किसिमका रासायनिक मलको आविष्कार भएको छ ।

पहिले स्याउलाको फरिको, काठको बार तथा झ्यालढोका, बाँसको बार आदि प्रयोग गरी घरलाई विभिन्न किसिमको खतराबाट जोगाउनुको साथै न्यानो पार्ने चलन थियो । आजकाल त्यस्ता वस्तुहरूको सट्टा काँच, धातु आदि प्रयोग गरिदै आएको छ । पहिलेका मानिसहरू बेलुकी शरीरमा तेल लगाएर सुत्ने, कपडा राख्ने बाकसमा कपूर राख्ने तथा अन्न भण्डारण गरेको भकारी वा भाँडामा कीरा मार्ने वा कीरा भगाउने वस्तुहरू राख्ने गर्दथे । आजभोलि तिनै हानिकारक कीटपतङ्गहरूलाई मार्ने र भगाउने गरी अन्न उत्पादनमा वृद्धि गर्ने, भण्डारमा नष्ट हुन नदिन विभिन्न प्रकारका विषादी प्रयोग गरिन्छ ।

हामीले दैनिक जीवनमा विभिन्न प्रकारका वस्तुहरू प्रयोग गर्दछौ । ती वस्तुहरू कि त प्राकृतिक हुन्छन् कि मानव निर्मित हुन्छन् । प्राकृतिक वा मानवनिर्मित जस्तो भए पनि ती वस्तुहरू रसायन शास्त्रसँग प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्षरूपमा सम्बन्ध राख्दछन् । विभिन्न वस्तुहरू; जस्तै, काँच, प्लास्टिक, मल, विषादी, सेरामिक्स, सिमेन्ट, साबुन, डिटरजेन्ट आदिको उत्पादन कसरी र केबाट गरिन्छ ? तिनीहरूको प्रयोग कसरी गर्ने ?

तिनीहरूका दुरूपयोगबाट के कस्ता प्रभावहरू पर्न सक्दछन् ? वातावरण सँरक्षण र मानव स्वास्थ्यसँग ती वस्तुहरूको प्रयोगको के कस्ता असरहरू छन् ? जस्ता प्रश्नहरूको जवाफ आजका प्रत्येक शिक्षित तथा अशिक्षित व्यक्तिमा समेत हुनुपर्ने भइसकेको छ । यिनै औद्योगिक रसायनहरू जस्तै: सिमेन्ट, काँच, प्लास्टिक, सेरामिक्स, फाइवर विषादी, मल आदिको बारेमा यस पाठमा छलफल गर्न खोजिएको छ ।

सरल र सुविधाजनक जीवनयापन गर्न आधुनिक वस्तुहरूको प्रयोग अपरिहार्य भएको छ । तर ती वस्तुहरूको जथाभावी रूपमा प्रचुर मात्रामा प्रयोग गर्दा मानव स्वास्थ्य र वातावरणमा नकरात्मक असर पर्दछ । त्यसैले प्रत्येक व्यक्ति र समुदायमा चेतना जगाउनु पर्ने देखिन्छ । त्यसकारणले हाम्रा दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने त्यस्ता वस्तुहरू विद्यालय शिक्षाको प्रमुख विषयवस्तुका रूपमा पाठ्यक्रममा समावेश गरिएको छ । माध्यमिक तहका विद्यार्थीहरूमा पनि आफ्ना वरिपरिका वस्तुहरू तिनीहरूको प्रकृति र उपयोगिताको पहिचान गरी तिनीहरूको सही सदुपयोग गर्ने सीपको विकास गर्न विज्ञान विषयअन्तर्गत औद्योगिक रसायनहरू भन्ने विषयवस्तु समावेश गरिएको छ । शिक्षकमा उक्त विषयवस्तुभित्र भएका कठिनाइहरू पत्ता लगाई त्यसको निराकरण गर्नु तथा प्रतिस्पर्धी विज्ञान शिक्षक तयार पार्नु यस तालिमको उद्देश्य भएकाले उक्त विषयवस्तुलाई तालिम प्याकेजमा पनि समावेश गरिएको छ । तपाईहरूमा आधुनिक औद्योगिक विकास र त्यसका उत्पादनको प्रयोग बारेमा आवश्यक ज्ञान तथा सीप विकास गराउन यो पाठ सहयोगी सावित हुनेछ ।

विषयवस्तु

५.१ औद्योगिक रसायनशास्त्र (Industrial chemistry) :

हाम्रो वरपर विभिन्न किसिमका वस्तुहरू पाइन्छन् । जसको प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रूपमा विज्ञानसँग सम्बन्ध रहेको हुन्छ । हामीले आफू बसेको वातावरण र वातावरणमा पाइने विभिन्न प्राकृतिक वस्तुहरू हावा, पानी, माटो, चट्टान आदि तथा मानवनिर्मित वस्तुहरू जस्तै: सिमेन्ट, काँच, प्लास्टिक, रेसा, सेरामिक्स, साबुन, डिटरजेन्ट विषादी, औषधि आदिको प्रयोग गरी दैनिक जीवनयापन गर्दछौ । ती वस्तुहरूका बारेमा ज्ञान हाँसिल गर्नु र आवश्यक सीप विकास तथा प्रयोग गर्नु प्रत्येक विज्ञान शिक्षकको कार्य हो ।

विद्यार्थीलाई ती वस्तुहरूको परिचय, उत्पादन प्रक्रिया, प्रयोग र दुरूपयोगका असरहरूको बारेमा ज्ञान र सीप प्रदान गरी उनीहरूको दैनिक जीवनयापनमा सहयोग पुऱ्याउन्को साथै वातावरणीय चेतना फैलाउनु पनि शिक्षकको दायित्व हुन आउँछ । औद्योगिक रसायनहरूमध्ये केही रसायनहरूको शिक्षण र सिकाइका बारेमा छोटकरीमा तल चर्चा गरिएको छ ।

५.१.१ काँच (Glass)

काँच हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने एक उपयोगी औद्योगिक रसायन हो । प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा पाइने सिलिका र धातुको अक्साइडबीच रासायनिक क्रियाद्वारा बनेको धातुको सिलिकेट वा २ वा २ भन्दा बढी धातुका सिलिकेटको मिश्रणलाई नै काँच भनिन्छ ।

काँचको प्रकार

काँच विभिन्न प्रकारका हुन्छन् । तीमध्ये केही प्रकारको काँचको बारेमा यहाँ चर्चा गरिन्छ ।

- **क्वार्ज काँच (Quartz Glass) :** सिलिकालाई अति उच्च चापक्रममा विद्युतियभट्टीमा तताएर बनाइएको काँच नै कवार्ज काँच हो । यसलाई तापले असर गर्दैन र अम्ल तथा क्षारमा यो घुल्दैन । यस्तो काँच प्रयोगशालाका उपकरण तथा पत्थरहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

- **पानी काँच (Water Glass):** सिलिका र सोडियम कार्वोनेट वा पोटासियम कार्वोनेटको मिश्रणलाई तताउँदा बन्ने सोडियम सिलिकेट वा पोटासियम सिलिकेटलाई पानी काँच भनिन्छ । यसको रासायनिक सूत्र [$Na_2O.6SiO_2$ वा $K_2O.6SiO_2$] हो । यसलाई सोडा लाइम काँच पनि भनिन्छ ।

- **साधारण काँच (Ordinary Glass):** 50% सिलिका, 15% सोडियम कार्वोनेट, 10% क्याल्सियम कार्वोनेट र 25% काँचका टुक्राहरू मिसाएर भट्टीमा तताउँदा बन्ने सोडियम सिलिकेट र क्याल्सियम सिलिकेटको मिश्रणलाई साधारण काँच वा नरम काँच भनिन्छ । यसको रासायनिक सूत्र $Na_2O.CaO.6SiO_2$ हो ।

- **लेड क्रिस्टल काँच (Lead Crystal Glass):-** पोटासियम कार्वोनेट सिलिका र लेड मोनोअक्साइडको मिश्रणलाई तताउँदा बन्ने पोटासियम सिलिकेट र लेड सिलिकेटको मिश्रणलाई लेड क्रिस्टल काँच वा फ्लिन्ट ग्लास (Flint glass) भविन्छ । यसको रासायनिक सूत्र $K_2O.PbO.6SiO_2$ हो ।

यस काँचको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स धेरै भएकाले प्रिज्म, लेन्स, ग्लास स्लाव, सजावटका सामग्री आदि बनाउन यसको प्रयोग गरिन्छ ।

- **पोटास लाइम काँच (Potash lime glass):-** सिलिका, पोटासियम कार्वोनेट र क्याल्सियम कार्बोनेटको मिश्रणलाई तताउँदा बन्ने पोटासियम सिलिकेट र क्याल्सियम सिलिकेटको मिश्रणलाई पोटास लाइम काँच वा कडा काँच भनिन्छ । यसको रासायनिक सूत्र $K_2O.CaO.6SiO_2$ हो । यसलाई कडा काँच (Hard glass) पनि भनिन्छ । हार्ड ग्लास टेस्ट्युव तथा अन्य प्रयोगशालाका सामानहरू बनाउन यसको प्रयोग गरिन्छ ।

यो साधारण तापक्रममा नपग्लने भएकाले हार्ड ग्लास टेस्ट्युव तथा उच्च तापक्रम खप्नुपर्ने सामानहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

- **बोरो सिलिकेट काँच (Boro-silicate glass):-** सिलिका, सोडियम कार्वोनेट, क्याल्सियम कार्बोनेट र वोरिक अक्साइडको मिश्रणलाई तताउँदा बन्ने सोडियम सिलिकेट, क्याल्सियम सिलिकेट र बोरोन सिलिकेटको मिश्रणलाई बोरो सिलिकेट काँच वा पाइरेक्स काँच भनिन्छ । यसको रासायनिक सूत्र $Na_2O.CaO.B_2O_3.6SiO_2$ हो ।

यस काँचमा तापक्रम घटबढको प्रभाव कम पर्ने हुनाले विकर, फ्लास्क तथा प्रयोगशालामा प्रयोग गरिने अन्य सामग्रीहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

काँच रङ्गहीन पारदर्शक वस्तु हो । तर यसलाई रङ्गिन बनाउन पनि सकिन्छ । विभिन्न रङ्गका काँच बनाउने मिश्रण विभिन्न धातुका अक्साइड मिसाउनु पर्दछ ।

उदाहरण:-

मिसाइने धातुको अक्साइड	तयार हुने काँचको रङ्ग
निकेल अक्साइड	कालो
कोवाल्ट अक्साइड	नीलो
क्रोमोनियम अक्साइड	हरियो
म्यान्गानिज अक्साइड	वैजनी
कपर अक्साइड	रातो
फेरिक अक्साइड	खैरो

मोटर, हवाइजहाज, रेल आदिमा विशेष प्रकारको काँच प्रयोग गरिन्छ । वास्तवमा काँचकोभित्री र वाहिरी २ ओटा तहको बीचमा प्लास्टिकको तह राखी बढी बलियो र सुरक्षित काँच बनाइन्छ । जसले गर्दा सामान्य ठोक्काइमा यसमा कुनै असर पर्दैन ।

काँचको उत्पादन प्रक्रिया

उद्योगहरूमा काँचको उत्पादन गर्दा निम्न प्रक्रियाहरू अपनाइन्छ ।

- सर्वप्रथम कच्चा पदार्थहरूको मिश्रणलाई भट्टीमा तताएर पगालिन्छ ।
- तरल अवस्थामा रूपान्तरित उक्त काँचको आकार प्रकार निर्धारण गरिन्छ । यस प्रक्रियालाई Shaping भनिन्छ ।
- Shaping गरिएको सामानहरूलाई विस्तारै चिस्याइन्छ ।
- त्यसपछि काँचको सामानलाई काट्ने, टुक्राउने आदि आवश्यक प्रक्रियापूरा गरी बजारमा बिक्रीका लागि पठाइन्छ ।

काँचको जथाभावी प्रयोगबाट हुने असरहरू

काँचका सरसामानहरू जथाभावी रूपमा प्रयोग गर्दा त्यसले मानव स्वास्थ्य र वातावरणमा नराम्रो असर पार्दछ ।

क) फुटेका काँचका टुक्राहरू जथाभावी फाल्दा ठोस फोहोरमैलाको वृद्धि हुन्छ र वातावरण प्रदूषित हुन्छ ।

ख) साना केटाकेटीहरूले काँचका टुक्राहरू चलाए वा खाइदिए भने उनीहरूलाई घाउचोट लाग्ने तथा स्वास्थ्यमा प्रतिकूल असर पर्ने हुन्छ ।

ग) घर, आँगन, बाटो, खेलमैदान, खेतवारी आदि ठाउँमा काँचका टुक्राहरू फालियो भने त्यसले दुर्घटना गराउन सक्छ ।

५.१.२ प्लास्टिक (Plastics)

कार्वनिक यौगिकहरूको मोनोमरबाट बनेको कृत्रिम पोलिमरलाई प्लास्टिक भनिन्छ । प्लास्टिकमा साना मोनोमर (Monomer) अणुहरू रासायनिक प्रक्रियाद्वारा जोडिएर रहेका हुन्छन् । ती मोनोमरहरू जोडिएर बनेको लामो सिक्रीजस्तो अणुलाई पोलिमर (Polymer) भनिन्छ । यसरी मोनोमर अणुहरू जोडिएर पोलिमर बन्ने रासायनिक प्रक्रियालाई पोलिमराइजेशन भनिन्छ ।

जस्तै:

$$n[CH_2 = CH_2] \xrightarrow{\text{पोलिमराइजेसन}} (-CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2-)_n$$

इथिन (मोनोमर) — पोलिथिन (पोलिमर)

$$n[CH_2 = \underset{\underset{CI}{|}}{CH}] \xrightarrow{\text{Polymerisation}} \left(-CH_2 - \underset{\underset{CI}{|}}{CH}-\right)_n$$

Vinyl Chloride — Polyvinyl Chloride (P.V.C.)

माथिका उदाहरणमा दिइएका पोलिथिन र पोलिभाइनाइल क्लोराइड प्लास्टिक हुन् ।

प्लास्टिकको किसिम : प्लास्टिक दुई किसिमका हुन्छन् ।

क) **थर्मोप्लास्टिक (Thermo Plastics) :–** यस प्रकारको प्लास्टिक सामान्य तापक्रममा ठोस अवस्थामा हुन्छ जसलाई तताउँदा नरम हुन्छ भने चिस्याउँदा फेरि दऱ्हो हुन्छ । यिनीहरूलाई पटक पटक विभिन्न आकार प्रकारमा ढालेर सरसामानहरू (जस्तै: : खेलौना, झोला, प्याक गर्ने सामान, वाल्टिन, डोरी, पाइप आदि) बनाउन सकिन्छ । पोलिथिन, पोलिप्रोपिन, पोलिभाइनाइल क्लोराइड, पोलि भाइनाइल एसिटेट, पोलिस्टिरिन, नाइलन आदि यसका उदाहरण हुन् ।

ख) **थर्मोसेटिङ प्लास्टिक (Thermosetting Plastics) :–** यस प्रकारको प्लास्टिकलाई पटक पटक तताएर आकारमा परिवर्तन गर्न र नयाँ भाँडावर्तन बनाउन सकिँदैन । यसलाई तताँउदा कडा हुन्छे र निश्चित आकार लिन्छ, जुन धेरै कडा हुन्छ । त्यसैले यसलाई पुन: अर्को आकारमा ढाल्न सकिन्न । तताउँदा यसको रासायनिक बनोटमा नै परिवर्तन आएको हुन्छ । फेनोल फर्मलडिहाइड (वेकेलाईट), युरिया फर्मलडिहाइड, मेलामाइन फर्मलाडिहाइड आदि यसका उदाहरणहरू हुन् । यस प्रकारको प्लास्टिक बिजुलीको स्वीच, प्लग, प्रेसर कुकरको हेन्डल (विँड) आदिमा प्रयोग गरिन्छ ।

प्लास्टिकका गुणहरू

१. यो हलुका वस्तु हो, यसको घनत्व कम हुन्छ ।

२. यो नखिइने र नकुहिने वस्तु हो ।

३. यो कडा, नफुट्ने र पारदर्शक वस्तु हो ।

४. यो विद्युत र तापको कुचालक हो ।

५. यसले लवण, अम्ल र क्षारसँग सजिलैसँग प्रतिक्रिया गर्दैन ।

६. यसलाई रङ्गीन बनाउन सकिन्छ ।

प्लास्टिकको उपयोगिता :- प्लास्टिकको विभिन्न किसिमका गुणहरूको कारणले यसलाई विविध काममा प्रयोगमा ल्याउन सजिलो र फाइदाजनक छ । यसका केही उपयोगिताहरू तल दिइएको छ ।

१. यो हलुका र पारदर्शी भएकाले वाल्टिन, झोला, प्याकिङ गर्ने सामान आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

२. विद्युत र तापको कुचालक भएकाले कुचालक वस्तुको रूपमा प्रेसर कुकरको विँड, बिजुलीको तार, प्लग, स्वीच आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

३. यसबाट विभिन्न किसिमका खेलौनाहरू बनाइन्छ ।

४. रासायनिक पदार्थहरू जस्तै : अम्ल, क्षार, आदि राख्ने भाँडा बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

५. पाइपहरू, ट्याँकी आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

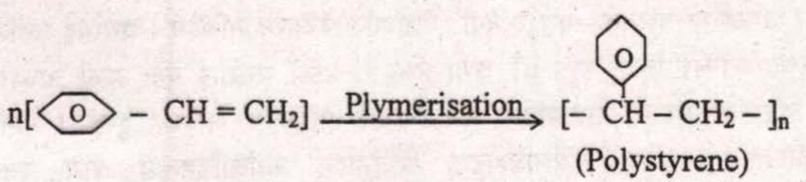
६. कृत्रिम अङ्ग, दाँत बनाउन तथा प्लास्टिक सर्जरी गर्न प्रयोग गरिन्छ ।

प्लास्टिक प्रयोगबाट हुने असर

प्रचुर मात्रामा प्लास्टिकको सामानहरूको प्रयोग गर्दा सामानहरू काम नलाग्ने भएपछि ठोस फोहोरमैला वृद्धि हुन्छ । यसलाई सूक्ष्म जीवहरूले कुहाउन नसक्ने तथा बालेर नष्ट गर्दा हानिकारक ग्यास निस्कने भएकाले यसको प्रयोगले गम्भीर वातावरणीय समस्या सिर्जना गर्छ । त्यसैले प्लास्टिकको प्रयोग र विसर्जन गर्दा विशेष सावधानी अपनाउनुपर्छ ।

५.१.३ पोलिस्टिरिन (Polystyrene)

पोलिस्टिरिन एक प्रकारको कृत्रिम पोलिमर हो । यस किसिमको प्लास्टिक, स्टिरिन (styrene) मोनोमरलाई करिब 132^0 सेन्टीग्रड तापक्रममा तताएर बनाइन्छ ।



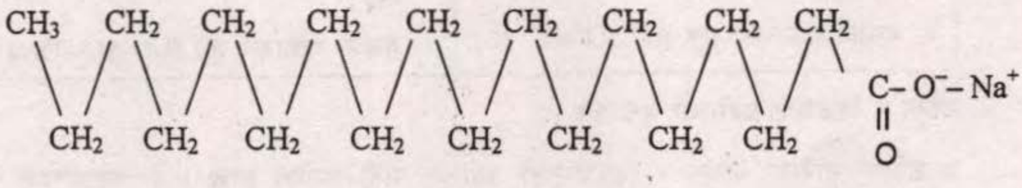
पोलिस्टिरिनको उपयोग :-

पोलिस्टिरिन खानेकुरा सञ्चय गर्ने भाँडा, कस्मेटिक बोतल, टेलिभिजन क्याविनेट, कप, खेलौना आदि बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

५.१.४ साबुन र डिटरजेण्ट (Soap & detergent)

साबुन (Soap) र डिटरजेन्ट (Detergent) दुवैलाई सफाइ गरी मैलो फाल्ने पदार्थको रूपमा प्रयोग गरिन्छ । दुवै रासायनिक पदार्थ Cleansing agent का रूपमा प्रयोग गरिए पनि तिनीहरूको रासायनिक बनावट र मैला फाल्ने क्षमता भने फरक हुन्छ ।

साबुन (Soap) :- फ्याटी एसिड (Fatty acid) को सोडियम वा पोटासियम लवणलाई साबुन भनिन्छ । यसको साधारण सूत्र RCOONa हुन्छ जसमा R ले फ्याटी एसिडको अल्काइल ग्रुप जनाउँछ । सोडियम स्ट्रियट (Sodium Streate) साबुनको उदाहरण हो । यसको अणुसूत्र तल देखाएजस्तो हुन्छ :



यसलाई छोटकरीमा $C_{17}H_{35}COO^- Na^+$ पनि लेख्न सकिन्छ ।

तेल वा बोसो र कास्टिक सोडाको मिश्रणलाई तताएर साबुन उत्पादन गरिन्छ ।

$$\begin{array}{l} CH_2-COOC_{17}H_{35} \\ | \\ CH-COOC_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2-COOC_{17}H_{35} \end{array} + \underset{\text{(कास्टिक सोडा)}}{3NaOH} \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + \underset{\text{(साबुन)}}{3C_{17}H_{35}COO^- Na^+}$$

(तेल) (ग्लिसिरोल)

डिटरर्जेन्ट (Detergent) :- अल्काइल हाइड्रोजन सल्फेट वा अल्काइल बेन्जिन सल्फोनिक एसिडको सोडियम लवणलाई डिटरजेन्ट भनिन्छ । डिटरजेन्टका केही उदाहरणहरू र तिनको अणुसूत्र तल दिइएको छ ।

१. सोडियम लाउरिल सल्फेट → $CH_3-(CH_2)_{10}-CH_2-O-SO_3^- Na^+$

२. सोडियम अल्काइल वेन्जिन सल्फोनेट → $R-C_6H_5-SO_2^- O^- Na^+$

एलिफेटिक अल्कोहल र सल्फ्युरिक एसिडबीच प्रतिक्रिया गराई बनेको अल्काइल हाइड्रोजन सल्फेटलाई सोडियम हाइड्रोक्साइडले न्युट्रलाइजेसन गरी डिटरजेन्ट बनाइन्छ ।

$$CH_3-(CH_2)_{10}-CH_2-OH \xrightarrow{+H_2SO_4} CH_3-(CH_2)_{10}-CH_2-O-SO_3^-Na^+$$

लाउरिल अल्कोहल — लाउरिल हाइड्रोजन सल्फेट

$$\downarrow + NaOH$$

$$CH_3-(CH_2)_{10}-CH_2-O-SO_2-O^-Na^+$$

सोडियम लाउरिल सल्फेट (डिटर्जेन्ट)

साबुन र डिटरजेंन्टबीच भिन्नता

साबुन	डिटर्जेन्ट
१. फ्याटिएसिडको सोडियम वा पोटासियम लवणलाई साबुन भनिन्छ ।	१. अल्काइल हाइड्रोजन सल्फेट वा अल्काइल वेन्जिन सल्फोनिक एसिडको सोडियम लवणलाई डिटरजेन्ट भनिन्छ ।
२. यसको cleansing power कम हुन्छ ।	२. यसको cleansing power बढी हुन्छ ।
३. यसले कडा पानीमा राम्रोसँग काम गर्न सक्दैन ।	३. यसले कडा पानीमा पनि सजिलैसँग कार्य गर्छ ।
४. यसको साधारका सूत्र $RCOO^-Na^+$ हो ।	४. यसको साधारण सूत्र $R\text{-}O\text{-}SO_2\text{–}O^-Na^+$ हो ।

साबुन र डिटर्जेन्ट प्रयोगको असरहरू -

अत्याधिक मात्रामा साबुन र डिटर्जेन्टको प्रयोगले पानी प्रदूषित हुन्छ । यी रसायनहरू सजिलै कुहिएर जाँदैनन वरु फोहोर पानीमा धेरै समयसम्म रहिरहन्छन् । जसले गर्दा पानी प्रदूषित हुन्छ । प्रदुषित पानीको कारणले जलचर प्राणीहरू रोगी भएर मर्छन् । उक्त प्रदुषित पानी पिउनमा प्रयोग भयो भने मानव स्वास्थ्यमा पनि नकारात्मक असर पर्न जान्छ । त्यसैले यस्ता वस्तुहरू प्रयोग गर्दा वातावरण प्रदुषित नहोस भनी विशेष सावधानी अपनाउनुपर्छ ।

५.१.५ मल (Fertilizers)

खेतवारीमा लामो समयसम्म निरन्तर वाली लगाउँदा माटोमा बिरुवालाई आवश्यक पर्ने तत्त्वहरूको कमी हुन्छ । अनि माटोको उर्वराशक्ति घट्छ । त्यसैले माटोमा कमी भएका तत्त्वहरू थप्नुपर्ने हुन्छ । यसरी माटोमा कमी भएका तर बिरुवालाई आवश्यक पर्ने तत्त्वहरू आपूर्ति गर्ने पदार्थलाई मल (Fertilizer) भनिन्छ ।

मल दुई प्रकारका हुन्छन्

क) **जैविक मल (Organic Fertilizer) :-** जनावरहरूले उत्सर्जन गरेको मलमूत्र आदि र जनावर तथा बिरुवाको शरीर कुहिएर बनेको मललाई जैविक मल (organic fertilizer) भनिन्छ ।

जैविक मलको एक ज्वलन्त उदाहरण कम्पोष्ट मल (Compost manure) हो यस्तो मल बनाउँदा जैविक पदार्थ जस्तै : घाँसपात, पराल, गोवर,झारपात, आदि र माटो तह तह पारी खाल्डोमा पुरिन्छ । केही महिनापछि उक्त खाल्डोभित्रको पदार्थ कुहिएर मल बन्दछ । यसैलाई कम्पोस्ट मल भनिन्छ । यो मलले माटो नबिगार्ने र बातावरणीय प्रदुषण पनि नगराउने भएकाले यसको प्रयोग गर्नु उचित हुन्छ ।

ख) **रासायनिक मल (Chemical Fertilizer) :-** रासायनिक पदार्थहरूको संयोजन गरी बनाइएको मललाई रासायनिक मल भनिन्छ । विशेष गरी माटोमा नाइट्रोजन (N), फोस्फरस (P) र पोटासियम (K) जस्ता तत्त्वको अभाव हुने भएकाले तीनै तत्त्व पाइने यौगिकहरू नै रासायनिक मल बनाउनमा प्रयोग गरिन्छ ।

केही रासायनिक मलहरू तल दिइएको छ :

१. नाइट्रोजनयुक्त मलहरू : • एमोनियम नाईट्रेट - NH_4NO_3 • एमोनियम सल्फेट - $(NH_4)_2SO_4$ • यूरीया - $CO(NH_2)_2$ २. फोस्फरसयुक्त मलहरू : • एमोनियम फोस्फेट - $(NH_4)_3PO_4$ • सुपर फोस्फेट $Ca(H_2PO_4)_2.2CaSO_4$ • ट्रिपल सुपर फोस्फेट -$3Ca(H_2PO_4)_2$ आदि	३. पोटासियमयुक्त मलहरू : • पोटासियम ल्कोराइड -KCl • पोटासियम नाइट्रेट -KNO_3 • पोटासियम सल्फेट -K_2SO_4 आदि । ४. NPK मल

बिरुवालाई आवश्यक पर्ने तीनैओटा तत्त्वहरू नाइट्रोजन, फोस्फरस र पोटासियम पाइने मललाई NPK मल भनिन्छ ।

रासायनिक मल प्रयोगका असरहरू

रासायनिक मलले माटोको उर्वराशक्ति बढाउँछ । तर अत्याधिक मात्रामा प्रयोग गरियो भने यसले माटोको भौतिक तथा रासायनिक गुणमा परिवर्तन गराईदिन्छ र उर्वराशक्ति घटाइदिन्छ । यसले जमिन तथा पानीको प्रदुषण गराउँछ । पानीमा मलको मात्रा बढ्न गयो भयो त्यहाँको बिरुवाको वृद्धि चाँडै हुन्छ र बिरुवाले धेरै अक्सिजन खपत गर्छ । यस्तै मरेका बिरुवाहरूको कारणले जलीय पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन हुन्छ । त्यसैले रासायनिक मल प्रयोग गर्दा माटो परीक्षण गरी आवश्यक र उपयुक्त प्रकारको मल सही मात्रामा सही तरिकाले प्रयोग गर्नुपर्छ ।

५.१.६ **किटनाशक औषधि (Insecticides) :-** हानिकारक जीवहरू जस्तै: कीराहरू, मुसा, धुन, गवारो, रस्ट आदिलाई मार्न प्रयोग गरिने रासायनिक पदार्थलाई विषादी (Insecticides) भनिन्छ । खेतवारीमा लगाइएको अन्नवाली, तरकारी वाली तथा नगदेवाली र उपयोगी जनावरहरूलाईसमेत त्यस्ता कीराहरूले हानि पुऱ्याउँछन् । त्यसैले ती कीराहरू तथा अन्य जीवहरू मार्नु जरुरी छ । विषादी प्रयोग गरेपछि ती जीवहरू विषादी खाएर वा त्यसको सम्पर्कमा आएर मर्दछन् ।

कीटनाशक औषधिहरू २ किसिमका छन्

क) **कार्वनिक कीटनाशक औषधि (Organic insecticides) :-** कार्बन, हाइड्रोजन र अक्सिजनबाट बनेका संश्लेषित कार्वनिक यौगिकलाई कार्वनिक विषादी भनिन्छ । यी ३ प्रकारका छन् :

१. **क्लोरिनेटेड हाइड्रोकार्बन (Chlorinated hydrocarbon)** यस प्रकारको विषादीमा ल्कोरीन तत्त्व हुन्छ । यसका केही उदाहरणहरू तल दिइएको छ :

$$\rightarrow D.D.T \rightarrow \begin{array}{ccccc} & C_6H_5C\ell & & C\ell & \\ & | & & | & \\ H - & C & \text{———} & C & \text{———}\ C\ell \\ & | & & | & \\ & C_6H_5C\ell & & C\ell & \end{array}$$

$\rightarrow B.H.C \longrightarrow C_6H_5C\ell_6$

→ **डाइल्ड्रिन** (Dialdrin)

→ **एल्ड्रिन** (Aldrin)

→ **मिथोक्सिल्कोर** (Methoxychlor)

→ **लिन्डेन** (Lindane) आदि

यस प्रकारका विषादीको असर लामो समयसम्म रहन्छ जसले गर्दा जीवजन्तुको स्वास्थ्यमा नकारात्मक असर पार्नुको साथै पारिस्थितिक प्रणालीमा समेत असन्तुलन गराउँछ ।

२) **कार्वनिक फोस्फेट (Organic phosphate) :-**

यस प्रकारको विषादीमा फोस्फरस तत्त्व हुन्छ । यसका केही उदाहरणहरू निम्न छन् -

डेमेटन(Demeton)

मालाथियोन (Malathion)

फोस्ड्रिन (Phosdrin)

गुथियोन (Guthion) आदि

पाराथियोन (Parathion)

३) **कार्वामेट यौगिक (Carbamate compounds) :-** यस प्रकारको विषादीमा एमिनो ग्रूप हुन्छ । यसका केही उदाहरणहरू निम्न छन् :

बेगन (Baygon) **टर्मिक(Turmic)**

ख) **अकार्वनिक किटनाशक औषधि (Inorganic insecticides) :-** यस प्रकारका विषादीहरू खनिजहरूबाट बनाइएको हुन्छ । यिनीहरूको अणुमा कार्बन हुँदैन । यसका केही उदाहरणहरू तल दिइएको छ :

लाइम सल्फर (Lime sulphur) **क्याल्सियम आर्सेनेट (Calcium arsenate)**

लेड आर्सेनेट (Lead arsenate)

विषादी प्रयोगका फाइदाहरू -

१. यसले हानिकारक कीराहरूलाई मार्छ ।

२. यसले रोगका किटाणुहरू पनि नष्ट गर्ने हुनाले केही रोगबाट पनि बचाउँछ ।

३. यसले कृषि उत्पादन बढाउनुका साथै भण्डारण गरेको ठाउँमा पनि कृषि उत्पादन नष्ट हुनबाट बचाउँछ ।

विषादी प्रयोगका असरहरू -

१. धेरैजसो विषादीहरू नकुहिने, नगल्ने र सजिलै नष्ट नहुने हुन्छन् । त्यस्ता विषादीहरू वातावरणमा सञ्चित भई बिरुवा र जनावरको स्वास्थ्यमा प्रतिकूल असर पार्छ ।

२. विषादीहरू खानेकुराहरू; जस्तै :- अन्न, तरकारी, फलफूल आदिमा जम्मा हुन सक्छन् जुन हामीले खान्छौं । यस्ता खानेकुरा खानाले विभिन्न किसिमका रोगहरू लाग्दछन् ।

३. यसले जमिन र पानीलाई प्रदूषित पार्छ ।

४. यसले उपयोगी जीवहरूलाई पनि नष्ट गर्छ जसले गर्दा पारिस्थितिक प्रणालीमा असन्तुलन हुन जान्छ ।

५. विषादी उत्पादन गर्ने र प्रयोग गर्ने मानिसहरूमा पनि यसले स्वास्थ्य समस्या सिर्जना गर्छ ।

विषादी प्रयोग गर्दा अपनाउनुपर्ने सावधानीहरू:

१. विषादीहरू केटाकेटीको पहुँचभन्दा टाढा राख्नुपर्छ ।

२. विषादी प्रयोग गर्दा प्रयोगकर्ताले मुख, नाक र आँखालाई सुरक्षित राख्नुपर्छ ।

३. उपयुक्त जातको विषादी सही ढङ्गले प्रयोग गर्नुपर्छ ।

४. विषादीहरू सही मात्रामा मात्र प्रयोग गर्नुपर्छ ।

५. विषादी प्रयोग गरिरकेपछि हातमुख राम्रोसँग सफा गर्नुपर्छ ।

५.१.७ **सेरामिक्स (Ceramics) :-** कार्बन, नाइट्रोजन, सिलिकन र अक्सिजनयुक्त यौगिक भएको विशेष प्रकारको माटोबाट बनाइएको भाँडाकुँडाहरूलाई सेरामिक्स भनिन्छ । उक्त माटोमा मुख्यतया हाइड्रेटेड एलुमिनियम सिलिकेट पाइन्छ । यसलाई काओलिन (Kaolin) वा चाइना क्ले (China clay) पनि भनिन्छ । यो सेतो रङ्गको हुन्छ । यसको रासायनिक सूत्र $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ हो ।

सेरामिक्सका भाँडाहरू बनाउने तरिका :-

सेरामिक्स उद्योगमा भाँडाकुँडाहरू बनाउँदा निम्न प्रक्रियाहरू अपनाइन्छ :

१. क्ले, फेल्सपार, सिलिका आदिको धुलोलाई पानीमा मिसाएर पेस्ट बनाइन्छ । यसलाई स्लिप (Slip) भनिन्छ ।

२. उक्त पेस्टलाई फिल्टर गरेर पानीको मात्रा घटाइन्छ ।

३. केही दिनपछि उक्त माटोलाई बिभिन्न किसिमका भाँडाको आकार प्रकारमा ढालिन्छ ।

४. ती भाँडाहरूलाई तातो हावाको प्रवाह गराई सुकाइन्छ ।

५. भाँडाहरूलाई भट्टीमा राखी पोलिन्छ ।

६. ग्लेज र रङ्गाउने पदार्थहरू हाली चमकदार तथा रङ्गिन सेरामिक्स तयार पारिन्छ ।

सेरामिक्सका गुणहरू :

१. यसले उच्च तापक्रम पनि सहन सक्ने हुन्छ ।

२. यसलाई अम्ल, क्षार तथा अन्य रासायनहरूले कुनै असर गर्दैन ।

३. यो ताप र विद्युतको अचालक हो ।

४. यो कडा र फुट्ने खालको हुन्छ ।

सेरामिक्सको उपयोगिता :

१. यसबाट विभिन्न किसिमका भाँडाकुँडाहरू जस्तै: कप, प्लेट, कचौरा, गमला, जग, गाग्रो तथा टायल बनाइन्छ ।

२. यो तापको कुचालक भएकाले भट्टी, पोर्सिलिन तथा अन्य कुचालक बस्तु बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

३. कृत्रिम दाँत, जोर्नी, आदि बनाउन पनि यसको प्रयोग गरिन्छ ।

५.१.८ सिमेन्ट (Cement) : क्याल्सियम सिलिकेट र क्याल्सियम एलुमिनेटको मिश्रणलाई सिमेन्ट भनिन्छ । घर, पुल, सडक, आदि निर्माण गर्नमा यसको प्रायोग गरिन्छ । यसको उत्पादनमा निम्न कच्चा प्रयोग हुन्छ ।

१. चुनढुङ्गा (limestone) → $CaCO_3$

२. क्ले माटो (Clay) → $Al_2O_3.SiO_3.Fe_2O_3.2H_2O$.

३. जिप्सम लवण (Gypsum) → $CaSO_4.2H_2O$

सिमेन्ट उत्पादन गर्ने तरिका :-

१. कच्चा स्लरी (Raw slurry) को निर्माण गरिन्छ । यसको लागि 75% चुन ढुँङा 25% ल्केमाटो धुलो पारेर पानी मिसाई स्लरी निर्माण गरिन्छ ।

२. Slurry लाई भट्टीमा राखेर करिब १५०० देखि १६०० डिग्री सेन्टिग्रेट तापक्रममा पोल्दा साना साना राता दाना भट्टीबाट बाहिर आउँछ, जसलाई सिमेन्ट क्लिङ्कर (Cement clinker) भनिन्छ । उक्त सिमेन्ट क्लिङ्करको Composition तल दिइएजस्तो हुन्छ ।

   [$2CaO.SiO_2$, $3CaO.SiO_2$, $2CaO.Al_2O_3$, $3CaO.Al_2O_3$, $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$]

३. उक्त सिमेन्ट ल्किङ्करलाई धुलो पारेर त्यसमा 2 – 3% जिप्सम लवण (Gypsum salt) मिसाइन्छ । यसो गर्दा सिमेन्ट जम्ने समय वृद्धि हुन्छ र यसको गुणस्तर उच्च हुन्छ ।

४. यसरी बनाइएको सिमेन्टलाई हावा र पानी नछिर्ने झोला वा बोरामा राखेर बजारमा पठाइन्छ ।

सिमेन्ट र बालुवालाई १:३ को अनुपातमा मिसाएर त्यसमा पानी राखी बनाइएको बाक्लो पेस्टलाई मोर्टार (Mortar) भनिन्छ । यसलाई भित्ता जोड्न, गाह्रो जोड्न, ईँट्टा तथा ढुङ्गा जोड्न प्रयोग गरिन्छ । सिमेन्ट, बालुवा, रोडा र पानी मिसाएर ढलान गर्नका लागि बनाइएको मिश्रणलाई कन्क्रिट (Concrete) भनिन्छ ।

५:२ कार्बन र यसका यौगिकहरू (Carbon and its compounds) :

बिजुली बत्ती नपुगेको ठाउँमा मानिसहरू मट्टितेलको टुकी बाल्छन् । विद्यालयमा प्रयोगात्मक कार्यमा ताप निकाल्न स्पिरिट बत्ती वा मैनबत्ती बाल्ने गरिन्छ । दाउरा बालेर खाना पकाइन्छ । मानव शरीर मरेपछि आगोले नै जलाइन्छ । धातु पगालेर भाँडाकुँडा बनाउन गोल प्रयोग गरिन्छ । यी सबै बाल्ने वस्तुहरूमा कार्बन तथा हाइड्रोजन पाइन्छ । त्यसैले तिनीहरू प्राङ्गारिक यौगिकहरू हुन् । जीवित प्राणीको शरीरमा पाइने सबैजसो पदार्थहरू प्राङ्गारिक यौगिक नै हुन् ।

मानव शरीरमा पाइने प्रोटीन, हर्मोन, कार्बोहाइड्रेट, बोसो, इन्जाइम, प्रोटोप्लाज्म आदि सबै प्राङ्गारिक यौगिक हुन् । हीरा र गोल एउटै तत्त्वको फरक स्वरूप हो भन्ने कुरा सबैलाई थाहा भएकै हो ।

प्राङ्गारिक यौगिकहरू बल्छन् र प्रशस्त ताप उत्पन्न गर्छन् । त्यसैले यिनीहरू इन्धनको रूपमा प्रयोग गरिन्छन् । आजको विश्वमा त्यस्तो महत्त्वपूर्ण यौगिकहरूको अध्ययन अनुसन्धान तथा प्रयोग अपरिहार्य भएको छ ।

कार्बन, हाइड्रोजन दुवै हुनेलाई भनिन्छ प्राङ्गारिक यौगिक
नाइट्रोजन, सल्फर, हेलोजन तत्त्व पाइन्छ यी बाहेक ।
उत्पन्न हुन्छ CO_2, पानी र ताप, जब बालिन्छ हावामा ।
कारक हो प्रमुख प्रदूषण वायु, तैपनि प्रयोग भो बिरुवाको खानामा ॥
अल्केनमा हुन्छ सिङ्गल बन्ड, डबल बन्ड अल्किन ।
ट्रिपल बन्ड भए अल्काइन बन्छ यी नै हुन् हाइड्रोकार्बन ॥
अल्केनको एउटा हाइड्रोजनलाई OH ले खेदेमा
बन्दछ अल्कोहल है हेर ज्यान डुब्छ खाएमा,
ग्लिसरोल बन्छ OH ले H प्रोपेनको विस्थापन
प्रयोग हुन्छ औषधि मिठाई क्या राम्रो बाक्लो झोल ।

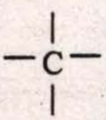
"कार्बन" शब्द ल्याटिन भाषाको कार्बो (carbo) भन्ने शब्दबाट आएको हो । यसको अर्थ गोल वा अङ्गार हुन्छ । गोल, मोसो, कोइला, आदिको रूपमा प्रकृतिमा रहेको कार्बनसँग मानिसहरू प्राचीन कालदेखि नै परिचित थिए । यौगिकको रूपमा, कार्बन तत्त्व निम्न स्रोतहरूमा पाइन्छ :

- हावामा कार्बनडाइअक्साइड
- जनावर र बिरुवाहरू
- खनिज तेल र कोइला
- प्राकृतिक ग्यास
- संश्लेषित कार्वनिक यौगिकहरू
- कार्बोनेट र बाइकार्बोनेट यौगिकहरू आदि ।

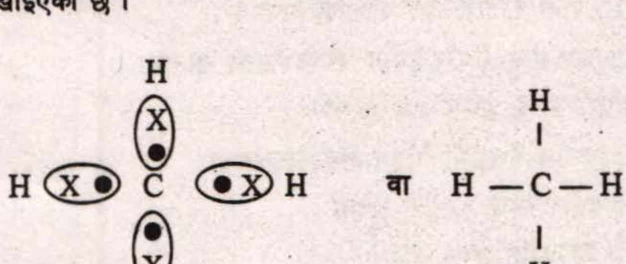
प्रोटिन, कार्बोहाइड्रेड, बोसो, तेल, भिटामिन, प्रोटोप्लाज्म आदिका रूपमा जीवित प्राणीमा पाइने कार्बन तत्त्वको र यसका यौगिकहरूको धेरै महत्त्व छ । यस एकाइमा कार्बन, यसका गुणहरू तथा यसबाट बनेका केही यौगिकहरूको चर्चा गरिनेछ ।

कार्बन एउटा अधातु हो । यसको पारमाणविक सङ्ख्या 6 र पारमाणविक भार 12 a.m.u हुन्छ । पेरियोडिक तालिकामा यसको स्थान दोस्रो पिरियड तथा चौथो ग्रुप (Group -IV) मा रहेको छ । यसको इलेक्ट्रोन विन्यास $1S^2 2S^2 2P^2$ हुन्छ । यसबाट के स्पष्ट हुन्छ भने कार्बन परमाणुको वाहिरी सेलमा 4 ओटा इलेक्ट्रोन पाइन्छ जसले गर्दा यसको संयुजता पनि 4 नै हुन्छ । यसले अरू तत्त्वको परमाणुबाट इलेक्ट्रोन लिने वा अन्य तत्त्वको परमाणुलाई इलेक्ट्रोन दिने क्षमता बराबर हुन्छ । स्थायी यौगिकहरू बनाउनका लागि यसले 4 ओटा इलेक्ट्रोन दिन वा लिन सक्छ तर यसको साइज सानो भएकाले भ्यालेन्स सेलका इलेक्ट्रोनहरूलाई न्युक्लियसको धनात्मक चार्जले बलियोसँग तानिरहेको हुन्छ । यसकारण कार्बनका परमाणुले इलेक्ट्रोन लेनदेन गर्नुको सट्टा साझेदारी गरेर अणु निर्माण गर्छ । यस प्रकारको वन्ड (Bond) लाई कोभ्यालेन्ट वन्ड (Covalent bond) भनिन्छ ।

कार्बन परमाणुले चारओटा इलेक्ट्रोनको जोडी साझेदारी गरेर चारओटा कोभ्यालेन्टबन्ड बनाउने गुणलाई यसको टेट्राकोभ्यालेन्सी (Tetracovalency of carbon) भनिन्छ । एउटा कोभ्यालेन्ट बन्ड बन्नका लागि २ ओटा परमाणुको बीचमा एकजोडी इलोक्ट्रोन साझेदारी गरेको हुनुपर्दछ । जसमा दुवै परमाणुका इलेक्ट्रोनको सहभागिता हुनैपर्छ । कार्बन परमाणुको टेट्राकोभ्यालेन्सीलाई यसरी जनाउन सकिन्छ ।



यसलाई अझ स्पष्ट पार्न कार्बनको वन्डिङ देखाउने एउटा यौगिक (मिथेन) को आणविक सँरचना तल देखाइएको छ ।



नोट: माथिको चित्रमा ● ले कार्बनको इलेक्ट्रोन र x ले हाइड्रोजनको इलेक्ट्रोनलाई जनाइएको छ ।

तल दिइएका कारणहरूले गर्दा कार्बनले अत्याधिक सङ्ख्यामा यौगिकहरू बनाउँछ ।

१. बहु - बन्ड (Multiple bond) बनाउन सक्ने क्षमता

२. आफ्नै परमाणुहरूबीच बन्ड बनाउने क्षमता (Catenation)

३. आइसोमरहरू बनाउने क्षमता (Isomerisation)

५.२.१ कार्बनका विभिन्न एलोट्रोपहरू (Allotropes of carbon)

कार्बन धेरैओटा एलोट्रोपिक रूपमा पाइन्छ । कुनै ठोस पदार्थ २ वा २ भन्दा बढी भौतिक स्वरूपमा पाइन्छ । जसका भौतिक गुणहरू फरकफरक हुन्छ । तर रसायनिक गुणहरू एउटै हुन्छ भने त्यस्ता स्वरूपलाई एलोट्रोप भनिन्छ । कार्बनका एलोट्रोपहरू निम्न छन् :

कार्बन

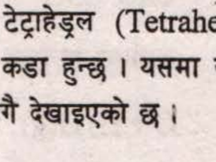
मणिभयुक्त एलोट्रोप (Crystaiiine allotrope)
- (१) हिरा
- (३) ग्राफाइट

मणिभरहित एलोट्रोप (Amorphous allotropes)
- (२) मोसो (Lamp black)
- (४) कोइला
- (५) चार्कोल
- (६) अङ्गार

उल्लिखित एलोट्रोपहरूमध्ये हीरा र ग्राफाइट मणिभयुक्त, एलोट्रोपहुन् भने बाँकीचाँहि मणिभरहित ।

हीरा **(Diamond) :-** हीरालाई सबभन्दा शुद्ध स्वरूपको कार्बन भनिन्छ । यो अत्यन्त कडा र गन्ह्रौ हुन्छ । यसमा कार्बनका परमाणुहरू चारओटा बन्ड बनाई टेट्राहेड्रल (Tetrahedral) बनावटमा रहेका हुन्छन् । उक्त बन्ड अति बलियो हुने भएकाले हीरा कडा हुन्छ । यसमा स्वतन्त्र इलेक्ट्रोन नहुने हुनाले यसबाट विद्युत प्रवाह हुन् सक्दैन । हीराको चित्रसंगै देखाइएको छ ।

ग्राफाइट **(Graphite) :-** ग्राफाइट कार्बनको एक एलोट्रोप हो जो क्रिस्टलाइन हुन्छ । यसलाई कालो लिड (Black lead) पनि भनिन्छ । यो गाढा कैलो रङ्गको, टलकदार अधातु हो । यसमा कार्बनका प्रत्येक परमाणुले तिनओटा मात्र कोभ्यालेन्टबन्ड बनाउँछ र एउटा इलेक्ट्रोन स्वतन्त्र रहन्छ । यी स्वतन्त्र इलेक्ट्रोनले गर्दा ग्राफाइटले विद्युत प्रवाह गर्छ । यो नरम र कम घनत्व भएको एलोट्रोप हो । ग्राफाइट क्रिस्टलको चित्रसंगै दिइएको छ ।



चित्र : ग्राफाइट

५.२.२ कार्वनका गुणहरू (Properties of carbon):-
कार्बनका विभिन्न एलोट्रोपका भौतिक गुणहरू फरक फरक हुन्छ । त्यसैले तिनीहरूलाई यहाँ उल्लेख गरिएको छैन । सबै प्रकारका कार्बनका रासायनिक गुणहरू निम्न प्रकारका छन् :

१. अपर्याप्त हावामा कार्बन बाल्दा कार्बन मोनोअक्साइड बन्छ ।

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

२. पर्याप्त हावामा कार्बन बाल्दा कार्बनडाइअक्साइड बन्छ ।

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

३. हाइड्रोजनको वायुमण्डलमा कार्बनरडहरूको बीचमा विद्युतीय आर्क उत्पन्न गर्दा एसिटिलिन बन्छ ।

$$2C + H_2 \longrightarrow C_2H_2$$

४. 1000^0C सेन्टिग्रेड तापक्रममा कार्बनले सल्फरको बाफसँग प्रतिक्रिया गरी कार्बनडाइसल्फाइड बन्छ ।

$$C + 2S \longrightarrow CS_2$$

५. कार्बनले धातुसँग प्रतिक्रिया गरी धातुको कार्बाइड बनाउँछ ।

$Ca + 2C \longrightarrow CaC_2$ (क्याल्सियम कार्बाइड)

$4Al + 3C \longrightarrow Al_4C_3$ (एलुमिनियम कार्बाइड)

६. यसले धातुको अक्साइडलाई Reduction गरी धातु उत्पादन गराउँछ ।

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO\uparrow$$

७. चुन र कार्बनको धुलोलाई विद्युतियभट्टीमा राखेर तताउँदा क्याल्सियम कार्बाइड बन्छ ।

$$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$$

८. कार्बनले पानीको बाफसँग प्रतिक्रिया गरी वाटर ग्यास (Water gas) बनाउँछ ।

$$C + H_2O(g) \xrightarrow{100^0C} \underbrace{CO\uparrow + H_2\uparrow}$$

(वाटर ग्यास)

हाइड्रोजन र कार्बन मोनोअक्साइडको मिश्रणलाई वाटर ग्यास भनिन्छ । यसलाई वाल्दा प्रशस्त मात्रामा ताप उत्पन्न हुने हुनाले यसलाई इन्धनको रूपमा उद्योगहरूमा प्रयोग गरिन्छ ।

५.२.३ **कार्बनको उपयोगिता (Uses of Carbon) :** कार्बनको विभिन्न एलोट्रोपको विभिन्न काममा उपयोग गरिन्छ । समग्रमा तिनीहरूको उपयोगितालाई निम्न बुँदामा प्रस्तुत गर्न सकिन्छ :

(१) हीरालाई काँच काट्न तथा चट्टान प्वाल पार्न प्रयोग गरिन्छ ।

(२) हीराबाट विभिन्न किसिमका पत्थरहरू र गहनाहरू बनाइन्छ ।

(३) ग्राफाइटलाई ड्राइसेलको इलेक्ट्रोड, लेड पेन्सिल, कुर्सिवल आदि बनाउनमा प्रयोग गरिन्छ ।

(४) ग्राफाइटलाई Atomic reactor मा moderant को रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(५) कोइलालाई इन्धनको रूपमा उद्योगहरूमा प्रयोग गरिन्छ ।

(६) एनिमल चार्कोल (Animal charcoal) खुदोमा भएको रङ्गिन पदार्थ तथा अन्य कार्वनिक यौगिकमा भएको रङ्गिन पदार्थ हटाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(७) मोसो (Lamp black) कालो मसी, पेन्ट, जुत्ताको पालिस आदि बनाउनमा प्रयोग गरिन्छ ।

५.३ कार्वनिक यौगिकहरू (Organic Compounds) :

कार्बन र हाइड्रोजन दुवै तत्त्वहरू एकसाथ पाइने यौगिकहरूलाई कार्वनिक यौगिक (Organic compounds) भनिन्छ । यिनीहरूमा कम्तीमा पनि कार्बन र हाइड्रोजन हुनैपर्छ । अपवादको रूपमा कार्बन टेट्राक्लोराइड (carbon tetrachloride) - CCL_4 मा कार्बन मात्र पाइन्छ तर हाइड्रोजन हुँदैन । ती २ तत्त्वहरूबाहेक कार्वनिक यौगिकमा अक्सिजन, नाइट्रोजन, सल्फर, फोस्फरस आदि पनि पाइन्छ ।

कार्वनिक यौगिकहरूको अध्ययन गर्ने रसायन शास्त्रको हाँगोलाई कार्वनिक रसायनशास्त्र (Organic chemistry) भनिन्छ ।

कार्बन र हाइड्रोजन मिली बनेका यौगिकहरूलाई हाइड्रोकार्बन (Hydrocarbon) भनिन्छ । हाइड्रोकार्बन र त्यसबाट व्यत्पादित यौगिकहरू (Derivatives of hydrocarbon) को अध्ययन Organic chemistry मा गरिन्छ ।

कार्वनिक यौगिकहरूको वर्गीकरण् (Classfication of organic compund) :

हाइड्रोकार्बनलाई सबै कार्बनिक यौगिकहरूको जननीको रूपमा मानिन्छ । त्यसैले हाइड्रोकार्बनको प्रकारअनुसार नै कार्बनिक यौगिकहरूको पनि वर्गीकरण गरिएको छ । व्यापक रूपमा हेर्दा यिनीहरूलाई २ समूहमा छुट्याउन सकिन्छ । ती हुन् :

(I) खुला चेन यौगिकहरू (Open chain compounds) : जुन यौगिकमा कार्बन परमाणुहरूको खुला चेन हुन्छ, त्यसलाई नै खुला चेन यौगिक भनिन्छ । यसलाई पनि २ वर्गमा विभाजन गरिएको छ ।

(a) सिधा चेन यौगिकहरू (Straight chain compounds) – जस्तै: :

$CH_3CH_2CH_2CH_3$, (ब्युटेन)

$CH_3 - CH = CH - CH_3$ (2 – ब्युटीन)

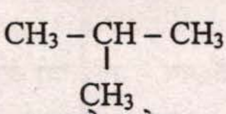
$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C} - CH_2 - CH_3$$

(3 – पेन्टा नोन)

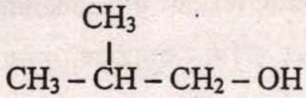
$CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$

(डाइ इथाइल इथर)

(b) हाँगादार चेन यौगिकहरू (Branched chain compounds) : जस्तै: -



(आइसो ब्युटेन)

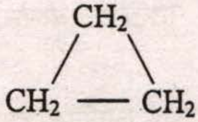


(2 – मिथाइल प्रोपानोल)

(II) बन्द चेन यौगिक (Closed chain compounds) : त्यस्ता यौगिकहरू जसमा कार्बन परमाणुका एक वा एकभन्दा बढी बन्द चेनहरू हुन्छन्, जसलाई बन्द चेन यौगिक (Closed chain compounds) भनिन्छ । यसका पनि २ प्रकारहरू छन् ।

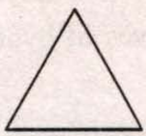
(A) कार्वोसाइक्लिक वा होमोसाइक्लिक यौगिक :

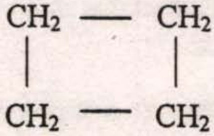
(a) एलिसाइक्लिक यौगिक (Alicyclic compounds) : जस्तै: -



(साइक्लोप्रोपेन)

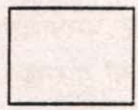
वा,



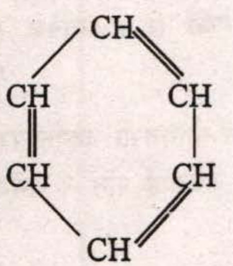


(साइक्लोब्युटेन)

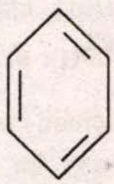
वा,



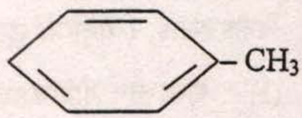
(b) एरोमेटिक यौगिक (Aromatic compounds)



वा



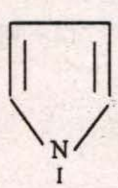
(वेन्जीन)



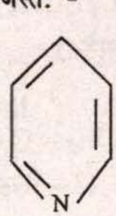
टल्वीन

(B) हेटेरोसाइक्लिक यौगिक (Heterocyclic compounds) : जस्तै: -

(फुरान)



(पाइरोल)



(पाइरिडीन)

५.३.१ कार्बनिक यौगिकका गुणहरू (Properties of organic compounds) : कार्वनिक यौगिकहरूका विभिन्न गुणहरू अकार्वनिक यौगिकसँग तुलनात्मक रुपमा तल दिइएको छ ।

कार्बनिक यौगिकहरू	अकार्बनिक यौगिकहरू
१. यिनीहरू ठोस, तरल वा ग्यास तिनओटै अवस्थामा पाइन्छन् ।	१. यिनीहरू सामान्यतया ठोस रूपमा पाइन्छ ।
२. यिनीहरूमा कोभ्यालेन्टवन्ड हुन्छ ।	२. यिनीहरूमा इलेक्ट्रोभ्यालेन्ट बन्ड हुन्छ ।
३. यिनीहरूको पग्लने र उम्लने विन्दु कम छ ।	३. यिनीहरूको पग्लने र उम्लने विन्दु उच्च छ ।
४. यिनीहरू पानीमा घुल्दैनन् । तर कार्वनिक घोलकहरू अल्कोहल, इथर, बेन्जिन आदिमा घुल्छन् ।	४. यिनीहरू पानीमा घुल्छन् तर कार्वनिक घोलकमा घुल्दैनन् ।
५. यिनीहरूमा रासायनिक प्रतिक्रिया आणविक र ढिलो हुन्छ ।	५. यिनीहरूमा रासायनिक प्रतिक्रिया आयोनिक र छिटो हुन्छ ।
६. यिनीहरूमा आइसोमेरिजम (Isomerism) हुन्छ ।	६. यिनीहरूले आइसोमेरिजम (Isomerism) देखाउँदैनन् ।
७. यिनीहरू non-electrolyte हुन्छन् ।	७. यिनीहरू इलेक्ट्रोलाइट (electrolyte) हुन् ।
८. यिनीहरू ज्वलनशील हुन्छन् ।	८. यिनीहरू ज्वलनशील हुँदैनन् ।
९. यिनीहरू जनावर र विरुवाबाट प्राप्त हुन्छ ।	९. यिनीहरू खनिजबाट प्राप्त हुन्छ ।

होमोलोगस शृङखला (Homologous Series) : कार्वनिक यौगिकहरूको समूह जसको रासायनिक गुणहरू तथा बनावट सूत्र एकै प्रकारको हुन्छ तर आणविक भार भने फरक हुन्छ, त्यसलाई होमोलोगस शृङ्खला भनिन्छ । उदाहरणका लागि अल्केन, अल्किन, अल्कोहल, इथर आदिलाई लिन सकिन्छ ।

अल्केन र अल्कोहलको Homologous Series तल दिइन्छ ।

Alkane (C_nH_{2n+2})	Alcohol ($C_nH_{2n+1}OH$)
CH_4	CH_3OH
C_2H_6	C_2H_5OH
C_3H_8	C_3H_7OH
C_4H_{10}	C_4H_9OH
C_5H_{12}	$C_5H_{11}OH$
....	....

Homologous Series का विशेषताहरू :-

(१) प्रत्येक होमोलोगस शृङ्खलालाई निश्चित General formula ले जनाइन्छ । जस्तै: : अल्केनको General formula C_nH_{2n+2}

(२) एउटा Homologous Series को कार्यात्मक एकाइ (Functional Group) एउटै हुन्छ । जस्तै: अल्कोहलको Functional Group → $-OH$

अल्डिहाइडको Functional Group → $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H$

इथरको Functional Group → $-O-$

कार्बोजाइलिक एसिडको Functional Group → $-COOH$ आदि ।

(३) एउटा होमोलोगस शृङ्खलामा पर्ने सबै यौगिकहरू उही किसिमका रासायनिक प्रक्रियाद्वारा बनाउन सकिन्छ ।

(४) यस शृङ्खलाका सँगैका २ ओटा सदस्यहरूको आणविक सूत्र $-CH_2$ ग्रुपले फरक हुन्छ ।

(५) होमोलोगस शृङ्खलाका सदस्यहरूको भौतिक गुणहरू फरक-फरक हुन्छ तर रासायनिक गुणहरू उस्तै हुन्छन् ।

५.३.२ बन्डिङ (Bonding) :

२ वा २ भन्दा बढी परमाणुहरू मिलेर अणु बन्दछ । अणुमा भएका परमाणुहरू बीचको आकर्षणलाई रासायनिक वन्ड (Chemical Bond) भनिन्छ । कार्वनिक यौगिकहरूमा पनि कार्बन-कार्बन बीच र कार्बन तथा अन्य तत्त्वका परमाणुबीच आकर्षण हुन्छ । यस्तो प्रक्रियालाई बन्डिङ (Bonding) भनिन्छ ।

कार्वनिक यौगिकहरू बन्दा परमाणुहरूबीचमा इलेक्ट्रोनको साझेदारी गरी तिनीहरूले आफ्नो बाहिरी सेल पूरा गर्दछन् । त्यसैले यिनीहरूमा हुने बन्डलाई कोभ्यालेन्टबन्ड भनिन्छ । कार्बनले जहिले पनि चारओटा बन्ड बनाउँछ । कार्बनले जहिले पनि चारओटा कोभ्यालेन्ट बन्ड नै निर्माण गर्दछ । जस्तै :

$$\begin{array}{c} H \\ \times \\ H \times\!\overset{\bullet}{\underset{\bullet}{C}}\!\times H \\ \times \\ H \end{array} \quad \text{वा,} \quad \begin{array}{c} H \\ | \\ H - C - H \\ | \\ H \end{array}$$

मिथेनमा हुने वण्डिङ

कार्बन-कार्बन परमाणुको बीचमा एउटा मात्र नभई २ ओटा र ३ ओटा कोभ्यालेन्टबोण्ड पनि बन्न सक्छ । कार्बन परमाणुहरूको बीचमा २ ओटा बन्ड छ भने त्यसलाई Double bond र तीनओटा छन् भने त्यसलाई ट्रिपल बन्ड (Triple bond) भनिन्छ । केही डबल बन्डयुक्त यौगिकको सूत्रहरू -

$CH_2 = CH_2$ — इथिन

$CH_3\ CH = CH_2$ — प्रोपिन

$CH_3\ CH = CH\ CH_3$

2 – ब्युटिन

केही ट्रिपल बन्डयुक्त यौगिकहरू -

$CH \equiv CH$ — इथाइन

$CH_3\ C \equiv CH$ — प्रोपाइन

$CH_3\ C \equiv C\ CH_3$

2 – ब्युटाइन

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो :

Single bond मा एउटा σ बन्ड मात्र हुन्छ ।

Double bond मा एउटा σ र एउटा π बन्ड हुन्छ ।

Triple bond मा एउटा σ र २ ओटा π बन्ड हुन्छ ।

५.३.३ कार्वनिक यौगिकको नामाकरण (Nomencleture)

कार्वनिक यौगिकहरूको सङ्ख्या अत्याधिक बढी भएकाले तिनीहरूको नामाकरण गर्ने कार्य ज्यादै कठिन भएको थियो । पहिले पहिले तिनीहरूको स्रोतहरूका आधारमा यौगिकको नामाकरण गरिन्थ्यो । यस किसिमको नामाकरण गर्ने प्रणालीलाई Common system of nomencleture भनिन्छ । उक्त प्रणालीद्वारा नामाङ्कनमा कठिनाइ भएपछि सन् १९५७ मा अर्को प्रणालीको सुरुआत गरियो जसलाई IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) प्रणाली भनिन्छ । यस प्रणालीअनुसार नामाकरण गर्दा एउटा यौगिकको एउटै मात्र नाम हुन्छ अथवा एउटा IUPAC नामले एकमात्र यौगिकलाई जनाउँछ । उक्त प्रणालीअनुसार कार्वनिक यौगिकहरूको नामाङ्कन गर्ने नियमहरू तल दिइएको छ :

(1) उपसर्ग (Prefix) :

कार्वनिक यौगिक यौगिकहरुको नामाकरण गर्दा कतिपय तत्व वा तत्व समूह (Radicdals) हरुलाई उपसर्गको रुपमा राखिन्छन् । नाम लेख्दा उपसर्गको रुपमा राखिने केही तत्व र तत्व समूहहरु यसप्रकार छन् ।

क.सं.	तत्व वा समूह (Radical)	उपसर्ग (Prefix)	उदाहरण
१.	हेजोनहरु	हेलो	आयोडोइथेन (C_2H_5I)
२.	अल्काइल रेडिकल	अल्काईल	2- मिथाइल प्रोपेन ($CH_3-\underset{|}{\overset{CH}{CH}}-CH_3$)

(2) शब्दमूल (Word root) :-

यो नामको आधारभूत एकाइ हो । यसले यौगिकको अणुको प्रमुख चेनमा (सबभन्दा लामो र कार्यात्मक ग्रुप वा मल्टिपल बन्ड भएको) उपस्थित कार्बनको सङ्ख्यालाई जनाउँछ । प्रमुख चेनमा भएको कार्बनको परमाणुको सङ्ख्या र त्यसको शब्दमूल तलको तालिकामा दिइएको छ ।

कार्बन परमाणुको सङ्ख्या (Chain length)	शब्दमूल (Word root)
C_1	Meth –
C_2	Eth –
C_3	Prop –
C_4	But (a) –
C_5	Pent (a) –
C_6	Hex (a) –
C_7	Hept (a) –
C_8	Oct (a) –
C_9	Non (a) –
C_{10}	Dec (a) –

माथि दिइएका शब्दमूलहरूलाई Alk – ले जनाउन सकिन्छ ।

(3) प्रत्यय (Suffix) :– शब्दमूलमा २ प्रकारका प्रत्यय जोडिन्छन् ।

(a) **प्राथमिक प्रत्यय (Primary Suffix) :** प्रमुख कार्बन चेन संतृप्त वा असंतृप्त के हो ? भन्ने आधारमा प्राथमिक प्रत्यय चयन गरिएको छ । जस्तै :

कार्बन चेनको प्रकार (Types of carbon chain)	प्राथमिक प्रत्यय (Primary suffix)	नाम
(a) संतृप्त हाइड्रोकार्बन	– ane	Alkane.
(b) असंतृप्त हाइड्रोकार्बन		
(i) Double bond भएको		
(ii) Triple bond भएको	– ene	Alkene.
	– yne	Alkyne.

(b) माध्यमिक प्रत्यय (Secondary Suffix) : माध्यमिक प्रत्यय, प्राथमिक प्रत्ययमा जोडिन्छ जसले कार्यात्मक समूह (Functional group) को प्रकृतिलाई चिनाउँछ । जस्तै: :

कार्वनिक यौगिकको समूह	कार्यात्मक समूह	माध्यमिक प्रत्यय
(1) अल्कोहल (Alcohol)	– OH	– Ol
(2) अल्हिडहाइड (Aldehyde)	– CHO	– al
	>C = 0	– one
(3) एमाइन (Amine)	– NH_2	– amine
कार्वोजाइलिक एसिड (Carboxylic acid)	– COOH	– oic acid.

साराशंमा भन्नु पर्दा

उपसर्ग + शब्दमूल + कार्यात्मक समुह

जस्तै : $$\begin{array}{ccccccccc} & H & & Br & & H & & H & \\ & | & & | & & | & & | & \\ H - & C & - & C & - & C & - & C & - NH_2 \\ & | & & | & & | & & | & \\ & H & & H & & H & & H & \end{array}$$

$3 - Bromo$ $butanamine$

माथि दिइएको नियमका आधारमा केही यौगिकको नाम उदाहरणको लागि तल दिइएको छ ।

क्र.सं.	यौगिकको अणुसूत्र	IUPAC नाम
1.	CH_4	Methane.
2.	C_2H_6	Ethane.
3.	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	Pentane.

4.	$CH_2 = CH_2$	Ethene.
5.	$CH_3CH = CH_2$	Propene.
6.	$CH \equiv CH$	Ethyne.
7.	$CH_3C = CH$	Propyne.
8.	CH_3OH	Methanol.
9.	CH_3CH_2OH	Ethanol.
10.	$CH_3CH_2CH_2OH$	Propanol.
11.	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	Butanol.
12.	CH_3CHO	Ethanal.
13.	CH_3CH_2CHO	Propanal.
14.	CH_3COOH	Ethanoic acid.
15.	CH_3CH_2COOH	Propanoic acid.
16.	CH_3COCH_3	Propanone.
17.	$CH_3CH_2CO\ CH_3$	Butanone.
18.	$CH_3CH_2NH_2$	Ethanamine.

५.३.४ बनौट सूत्र (Structural Formula) :

कार्बनिक यौगिकहरूमा आइसोमेरिज्म (Isomerism) गुण हुने भएकाले एउटै अणुसूत्र भएका २ वा २ भन्दा बढी यौगिकहरू हुन् सक्दछन्। तिनीहरूको अणुसूत्र एउटै भए पनि बनावट भने फरक-फरक हुन्छ । कार्वनिक यौगिकमा अणुहरूको बनावट नै देखाउन सकिने सूत्रलाई तिनीहरूको बनावट सूत्र (Structural formula) भनिन्छ ।

अणुहरूको बनावट सूत्र लेख्दा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरू निम्न छन् :

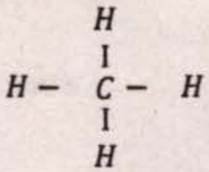
(1) अणुमा समाविष्ट सम्पूर्ण परमाणुहरूलाई छुट्टाछुट्टै लेख्नुपर्दछ ।

(2) प्रत्येक परमाणुलाई त्यसको कोम्यालेन्सीअनुसार कोभ्यालेन्टबन्डले जोड्नुपर्छ । यसरी जोड्दा आवश्यकताअनुसार एउटा बन्ड (–), २ ओटा बन्ड (=) वा तीनओटा बन्ड (≡) ले जोड्नुपर्छ ।

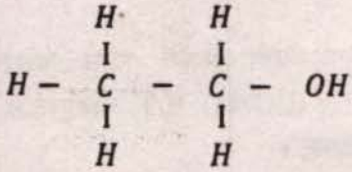
(3) यौगिकको प्रकृतिअनुसार कार्बन परमाणुबीच राखिने बन्डको सङ्ख्या निर्धारित हुन्छ ।

केही अणुहरूको बनौट सूत्र यहाँ दिइएको छ :

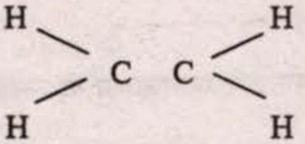
(1) मिथेन (CH_4)



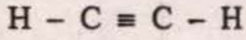
(2) इथानोल (C_2H_5OH)



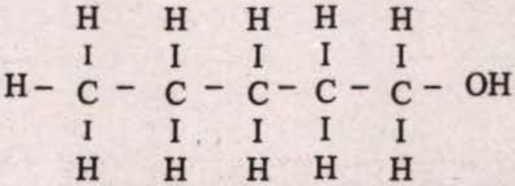
(3) इथिन (C_2H_4)



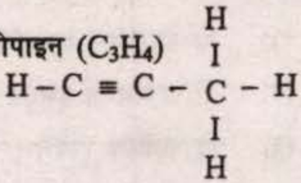
(4) इथाइन (C_2H_2) / एसिटिलिन



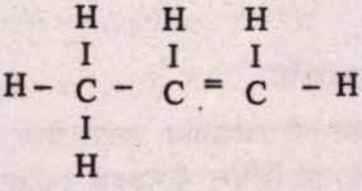
(5) पेन्टानोल ($C_5H_{11}OH$)



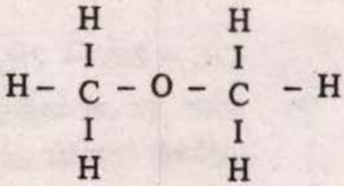
(6) प्रोपाइन (C_3H_4)



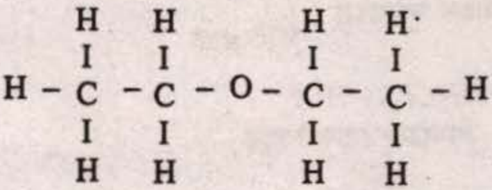
(7) प्रोपिन (C_3H_6)



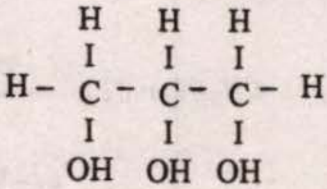
(8) डाइमिथाइल इथर (C_2H_6O)



(9) डाइइथाइल इथर ($C_4H_{10}O$)



(10) ग्लिसिरोल ($C_3H_8O_3$)



५.३.५ केही कार्वनिक यौगिकहरू (Some organic compounds) :

मिथेन (Methane)

आणविक सूत्र ⇒ CH_4

आणविक भार ⇒ 16 a.m.u.

संरचना सूत्र ⇒

```
     H
     I
H -  C  - H
     I
     H
```

प्रयोगशालामा मिथेन ग्यास बनाउने विधि :- प्रयोगशालामा यो ग्यास सोडियम एसिटेट (CH_3COONa) लाई सोडालाइम (सोडियम हाइड्रोक्साइड र चुनको मिश्रण) सँग तताएर बनाइन्छ ।

$$CH_3COONa + NaOH \underset{\Delta}{\overset{CaO\Delta}{\rightarrow}} CF_4 + Na_2CO_3$$

यो ग्यास पानीमा नघुल्ने भएकाले पानीलाई विस्थापन गरी ग्यासजारमा यो ग्यास जम्मा गरिन्छ ।

मिथेनका गुणहरू :

⇒ **भौतिक गुणहरू :**

(१) यो रङ्गहीन, गन्धहीन र स्वादहीन ग्यास हो ।

(२) यो हावाभन्दा हलुको हुन्छ ।

(३) यो पानीमा घुल्दैन ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू :**

(१) मिथेन ग्यासलाई हावामा बाल्दा यसले अक्सिजनसँग रासायनिक प्रतिक्रिया गरी पानीको बाफ र कार्बनडाइअक्साइड बन्दछ ।

$$CH_4 + 2O_2 \overset{\Delta}{\rightarrow} 2H_2O + CO_2 + \text{तापशक्ति}$$

(२) मिथेन एक कोभ्यालेन्ट यौगिक भएकाले यो क्रियाशील ग्यास होइन, तर क्लोरिनसँग परावैजनी किरणको उपस्थितिमा प्रतिक्रिया गरी विभिन्न यौगिकहरू बनाउँछ ।

$$CH_4 + C\ell_2 \xrightarrow{UV-\text{प्रकाश}} CH_3C\ell + HC\ell$$
मिथाइल क्लोराइड

$$CH_3C\ell + C\ell_2 \xrightarrow{UV-\text{प्रकाश}} CH_2C\ell_2 + HC\ell$$
मिथाइल डाइक्लोराइड

$$CH_2C\ell_2 + C\ell_2 \xrightarrow{UV-\text{प्रकाश}} CHC\ell_3 + HC\ell$$
क्लोरोफर्म

$$CHC\ell_3 + C\ell_2 \xrightarrow{UV-\text{प्रकाश}} CC\ell_4 + HC\ell$$

कार्बन टेट्रा क्लोराइड

(३) यसले 1000^0C तापक्रममा पानीको बाफसँग प्रतिक्रिया गरी कार्बन मोनोक्साइड बनाउँछ ।

$$CH_4 + H_2O(g) \xrightarrow{Ni/\Delta} CO + 3H_2$$

मिथेनको उपयोगिता :

(1) यसलाई बाल्दा प्रचुर मात्रामा ताप उत्पन्न हुने भएकाले इन्धनको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यसलाई महत्त्वपूर्ण यौगिकहरू जस्तै : फर्मलडिहाइड, मिथाइल अल्कोहल, क्लोरोफर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि उत्पादन गर्न प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यसलाई पेन्ट, मसि आदि उत्पादन गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

इथेन (Ethane) :

आणविक सूत्र ⇒ C_2H_6

आणविक भार ⇒ 30 a.m.u.

बनावट सूत्र ⇒
$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & \\ & & | & & | & & \\ H & - & C & - & C & - & H \\ & & | & & | & & \\ & & H & & H & & \end{array}$$

प्रयोगशालामा इथेन बनाउने विधि :

प्रयोगशालामा इथेन ग्यास सोडियम प्रोपायोनेट (CH_3CH_2COONa) लाई सोडियम हाइड्रोक्साइडसँग तताएर बनाइन्छ ।

CH3CH2COONa + NaOH $\xrightarrow{\Delta}$ CH3CH3 + Na2CO3

सोडियम प्रोपायोनेट सोडियम हाइड्रोक्साइड इथेन सोडियम कार्बोनेट

इथेनका गुणहरू

⇒ **भौतिक गुण :**

(१) इथेन ग्यास रङ्गहीन र गन्धहीन हुन्छ ।

(२) यो पानीमा घुल्दैन तर अल्कोहलमा घुल्छ ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू :**

(१) इथेनलाई हावामा बाल्दा अक्सिजनसँग प्रतिक्रिया गरी पानीको बाफ र कार्बनडाइ अक्साइड बन्छ ।

$$C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O + \text{तापशक्ति}$$

(२) यो कम क्रियाशील छ तर यसले क्लोरिनसँग प्रतिक्रिया गरी विभिन्न यौगिकहरू बनाउँछ ।

$$CH_3CH_3 + C\ell_2 \rightarrow CH_3CH_2C\ell + HC\ell$$

इथाइल क्लोराइड

$$CH_3CH_2C\ell + C\ell_2 \begin{cases} CH_3CHC\ell_2 + HC\ell \\ \text{वा} \\ CH_2C\ell - CH_2C\ell + 2HC\ell \end{cases}$$

डाइक्लोरोइथेन

(३) यसलाई अक्सिजन नभएको ठाउँमा उत्प्रेरकसँग तताउँदा इथिन बन्छ ।

$$CH_3CH_3 \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{450^0} CH_2 = CH_2 + H_2$$

इथेनको उपयोगिता

(1) यसलाई ताप निकाल्न इन्धनको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यसलाई इथेन, क्लोरोइथेन आदि यौगिक बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

इथाइल अल्कोहल (Ethyl alcohol):

आणविक सूत्र ⇒ $CH_3\,CH_2\,OH$

संरचना सूत्र ⇒

$$H - \overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}} - \overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}} - OH$$

आणविक भार ⇒ 46 a.m.u.

जाइमेज इन्जाइमको उपस्थितिमा ग्लुकोज टुक्रिएर इथाइल अल्कोहल बन्छ र कार्बनडाइअक्साइड पनि निस्कन्छ । यस क्रियालाई फर्मेन्टेसन (Fermentation Process) भनिन्छ ।

$$\underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{जाइमेज}} \underset{\text{इथाइल अल्कोहल}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

उक्त ग्लुकोज चिनी (खुदो) को फर्मेन्टेसन गरेर उत्पादन गरिन्छ ।

$$\underset{\text{सूक्रोज}}{C_{12}H_{22}C_{11}} \xrightarrow[+H_2O]{\text{इन्भर्टेज}} \underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ्रुक्टोज}}{C_6H_{12}O_6}$$

⇒ **भौतिक गुणहरू**

(1) यो रङ्गहीन तरल पदार्थ हो । यसको एक प्रकारको गन्ध र पिरो पोल्ने स्वाद हुन्छ ।

(2) यो पानीमा घुलनशील हुन्छ ।

(3) यो पानीभन्दा हलुको हुन्छ ।

(4) यसको पग्लने विन्दु -114^0C र उम्लने विन्दु 78^0C हुन् ।

(5) यसमा खोटो, बोसो, सल्फर, फोस्फरस आदि घुल्छन् ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू**

(1) अल्कोहललाई हावामा बाल्दा पानी र कार्बनडाइ अक्साइड बन्छ ।

$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ +ताप शक्ति

(2) यसले सोडियम वा पोटासियमसँग प्रतिक्रिया गरी इथोक्साइड बनाउँछ ।

$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2CO_2H_5\bar{O}Na^+ + H_2$$

सोडियम इथोक्साइड

(3) यसले सल्फ्युरिक एसिडको उपस्थितिमा कार्बोजाइलिक एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी इस्टर (Ester) बनाउँछ ।

$$C_2H_5OH \quad + CH_2COOH \xrightarrow{H_2SCO_4} CH_5COOC_2H_5 + H_2O$$

इथाइल अल्कोहल एसिटिक एसिड इथाइल एसिटेट (इस्टर)

(4) यसको बाफलाई तातो तामामा पठाउँदा एसिटल्डिहाइड बन्छ ।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[-H_2O]{Cu} CH_3CHO \overset{[O]}{\rightarrow} + CH_3COOH$$

(5) अल्कोहल पोटासियम डाइक्रोमेट र सल्फ्युरिक एसिडको उपस्थितिमा अक्सिडाइज (Oxidese) भई पहिले एसिटल्डिहाइड र त्यसपछि एसिटिक एसिड बनाउँछ ।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[-H_2O]{[O]} CH_3CHO \overset{[O]}{\rightarrow} CH_3COOH$$

एसिटल्डिहाइड एसिटिक एसिड

(6) अल्कोहलले करिब 140^0C तापक्रममा सल्फ्युरिक एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी डाइइथाइल इथर बन्छ ।

$$2C_2H_5OH + H_2SO_4 \xrightarrow{140^0C} C_2H_5 - O - C_2H_5 + H_2SO_4 + H_2O$$

तर अल्कोहल करिब 170^0C तापक्रममा पर्याप्त H_2SO_4 सँग प्रतिक्रिया गरी इथिलिन बनाउँछ ।

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \xrightarrow{\underline{170^0C}} CH_2 = CH_2 + H_2O + H_2SO_4$$

(7) अल्कोहललाई 240^0C तापक्रममा एलुमिनामा पठाउँदा डाइइथाइल इथर बन्छ ।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[240^0C]{A\ell_2O_3} C_2H_5O - C_2H_5 + H_2O$$

डाइइथाइल इथर

तर 300^0C तापक्रममा अल्कोहलको बाफलाई एलुमिनामा प्रवाह गर्दा इथिलिन बन्छ ।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[300^0C]{A\ell_2O_3} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

इथिलिन

इथाइल अल्कोहलको उपयोगिता

(1) यसलाई इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यसलाई घोलकका रूपमा खोटो, बोसो, सल्फर, फोस्फरस, मसी, डाइ आदि घुलाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यसलाई न्यून तापक्रम नाप्ने थर्मोमिटर बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(4) यसलाई अल्कोहलिक पेय पदार्थ जस्तैः : वियर, ह्विस्की, ब्रान्डी, रम आदि उत्पादन गर्न प्रयोग गरिन्छ ।

(5) यसलाई टेरिलिन र पोलिथिन जस्ता पोलिमर बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(6) यसबाट विभिन्न महत्त्वपूर्ण यौगिकहरू बनाइन्छ । जस्तैः : इथिलिन, इथर, क्लोरोफर्म, एसिटिक एसिड आदि ।

ग्लिसिरोल (Glycerol)

आणविक सूत्र ⇒ $C_3H_8O_3$

आणविक भार ⇒ 92 a.m.u.

संरचना सूत्र ⇒

$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & \\ H & - & C & - & C & - & C & - H \\ & & | & & | & & | & \\ & & OH & & OH & & OH & \end{array}$$

ग्लिसिरोल बनाउने विधि :-

(A) तेल वा बोसो र सोडियम हाइड्रोअक्साइडको मिश्रणलाई तताएर ग्लिसिरोल बनाइन्छ ।

$$\begin{array}{l} CH_2 - O - \overset{\overset{\large O}{||}}{C} - R \\ | \\ CH - O - \overset{\overset{\large O}{||}}{C} - R \\ | \\ CH_2 - O - \overset{\overset{\large O}{||}}{C} - R \end{array} + 3NaOH \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH - OH \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} + 3RCOONa^+$$

तेल वा बोसो   ग्लिसिरोल   साबुन

(B) चिनी वा खुदोको फर्मेन्टेसन गरेर पनि ग्लिसिरोल उत्पादन गरिन्छ । यसको लागि सोडियम सल्फाइट (Na_2SO_3) उत्प्रेरक चाहिन्छ ।

$$\underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{Fermentation}]{Na_2SO_3} \begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH - OH \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} + CH_3CHO + CO_2$$

ग्लिसिरोलका गुणहरू

⇒ **भौतिक गुणहरू -**

(1) यो बाक्लो तरल पदार्थ हो ।

(2) यसको स्वाद गुलियो हुन्छ ।

(3) यो 290^0C मा उम्लन्छ भने 17^0C मा ठोसमा बदलिन्छ ।

(4) यो पानीमा घुलनशील छ ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू**

(1) यसले सोडियमसँग प्रतिक्रिया गरी डाइसोडियम ग्लिसिरोएट बनाउँछ ।

$$\begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH - OH + 2Na \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2 - ONa \\ | \\ CH - OH \\ | \\ CH_2 - ONa \end{array} + H_2\uparrow$$

डाइसोडियम ग्लिसिरोएट

(2) यसले सल्फ्युरिक एसिडको उपस्थितिमा नाइट्रिक एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी नाइट्रो ग्लिसिरोल बनाउँछ ।

$$\begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH - OH + 3HNO_3 \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{array}{l} CH_2 - O - NO_2 \\ | \\ CH - O - NO_2 \\ | \\ CH_2 - O - NO_2 \end{array} + 3H_2O$$

नाइट्रो ग्लिसिरिन

(3) यसले फोस्फरस पेन्टाक्लोराइड (PCl_5) सँग प्रतिक्रिया गरी ग्लिसेराइल ट्राइक्लोराइड बनाउँछ ।

$$\begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH - OH + 3PCl_5 \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2 - Cl \\ | \\ CH - Cl + 3POCl_3 + 3HCl \\ | \\ CH_2 - Cl \end{array}$$

ग्लिसेराइल ट्राइक्लोराइड

ग्लिसिरोलको उपयोगिता

(1) यसलाई मिठाइहरू गुलियो पार्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) उच्च स्तरका साबुन, कस्मेटिक आदि उत्पादन गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

(3) ग्लिसिरोल प्लास्टिक, नाइट्रो ग्लिसिरिन, ग्लिसेराइल ट्राइक्लोराइड आदि उत्पादन गर्न प्रयोग गरिन्छ ।

डाइइथाइल इथर (Diethyl Ether):

आणविक सूत्र ⇒ $C_4H_{10}O$

आणविक भार ⇒ 74 a.m.u.

संरचना सूत्र ⇒
$$\begin{array}{ccccccccc} & H & & H & & & H & & H & \\ & | & & | & & & | & & | & \\ H- & C & - & C & - O - & & C & - & C & -H \\ & | & & | & & & | & & | & \\ & H & & H & & & H & & H & \end{array}$$

इथर बनाउने विधि

प्रयोगशालामा अल्कोहललाई करिव 140^0C तापक्रममा कडा सल्फ्युरिक एसिडसँग तताएर इथर बनाइन्छ ।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[140^0C]{H_2SO_4} \underset{\text{डाइइथाइल इथर}}{C_2H_5-O-C_2H_5} + H_2O$$

इथरका गुणहरू :

⇒ **भौतिक गुणहरू -**

(1) इथर रङ्ग्गहीन, पोल्ने स्वाद भएको र गन्धयुक्त पदार्थ हो ।

(2) सामान्य तापक्रममा यो तरल हुन्छ ।

(3) यो 34.6^0C तापक्रममा उम्लन्छ ।

(4) यो पानीभन्दा हलुको हुन्छ ।

(5) यो पानीमा कम मात्रामा घुल्छ ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू**

(1) इथर ज्वलनशील पदार्थ हो । यसलाई हावामा बाल्दा पानी र कार्बनडाइअक्साइड बन्छ ।

$$C_2H_5-O-C_2H_5+6O_2 \longrightarrow 4CO_2+5H_2O$$

(2) इथरले फोस्फोरस पेन्टाक्लोराइडसँग प्रतिक्रिया गरी इथाइल क्लोराइड बनाउँछ ।

$$C_2H_5-O-C_2H_5+PC\ell_5 \longrightarrow \ell C_2H_5C\ell+POC\ell_3$$

(3) इथरलाई पानीमा मिसाएर उमाल्दा इथाइल अल्कोहल बन्छ ।

$$C_2H_5-O-C_2H_5+H_2O \longrightarrow 2C_2H_5OH$$

(4) इथरलाई चिसो हाइड्रोब्रोमिक एसिडमा मिसाउँदा इथाइल अल्कोहल र इथाइल ब्रोमाइड बन्दछ ।

$$C_2H_5-O-C_2H_5+HBr \longrightarrow C_2H_5OH + C_2H_5Br$$

इथरको उपयोगिता

(1) यसलाई सानातिना घाउ खटिरा चिर्दा दुखेको थाहा नपाउने औषधि (Local anaesthesia) को रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यसलाई घोलकको रूपमा विभिन्न कार्वनिक यौगिकहरू घुलाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यसलाई कार्बनिक प्रतिक्रियामा निष्क्रिय माध्यमका रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(4) यसलाई पदार्थहरू चिस्याउने काममा प्रयोग गरिन्छ ।

५.४ ग्यासहरू (Gases) :

म हुँ अदृश्य वस्तु, तर व्याप्त छु सबैतिर ।
मेरै सहारामा सबै प्राणी पाउँछन् ठाडो शिर ॥
मभित्र छ प्राण वायु अक्सिजन हो नाम
उपयोगी छ है यो त जीवन बचाउन
हाइड्रोजनले तेललाई घिउ बनाउँछ,
अक्सिजनसँग मिले खाने पानी बन्छ
बिरुवाले भात पकाउँछ हामी आगो पाछौं
पृथ्वीलाई दिन दिनै अझै तातो पाछौं
कार्बनडाइअक्साइड छ है यसको नाम
असल खराब दुवै नै पो गर्दो रै छ काम
चुनपानीमा पठाएमा पार्छ दुधिलो
हाली दिए पानीभित्र बन्छ अमिलो
बनाउँछ युरिया मल मिले एमोनिया
बुझौ यस्को गुण दोष बुझाउ दुनिया
प्रोटिनले बन्छ कोष नाइट्रोजन हो स्रोत
बाल्नु पर्छ आगो भने अक्सिजनलाई खोज
हाइड्रोजन चै के कम छ र इन्धन बनाउन
गऱ्यो प्रयोग दुनियाले बेलुन उडाउन ॥

हाम्रो दैनिक जीवनमा ग्यासहरूको अत्यन्तै ठूलो महत्त्व छ । हावामा अक्सिजन नाइट्रोजन, कार्बनडाइअक्साइड, आर्गन, पानीको बाफ आदि पाइन्छ । यी ग्यासहरू हामीले प्रत्येक दिन प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रूपले प्रयोग गरिरहेका छौं । हावामा पाइने विभिन्न ग्यासहरू र तिनको आयतन (प्रतिशतमा) तलको तालिकामा दिइएको छ ।

क्र.सँ.	हावामा हुने ग्यासहरू	आयतन प्रतिशत
1.	नाइट्रोजन	78.08
2.	अक्सिजन	20.95
3.	कार्बनडाइअक्साइड	0.03
4.	आर्गन	0.93
5.	नियन	0.002
6.	अन्य ग्यासहरू	0.008

हावामा ती ग्यासहरू बाहेक सल्फर डाइअक्साइड, कार्बन मोनोअक्साइड, धुलोका कणहरू, नाइट्रिक अक्साइड आदि पनि पाइन्छ । यस्ता पदार्थहरूले हावालाई प्रदुषित बनाउँछन् । यस पाठमा विभिन्न ग्यासहरूको बनाउने विधि, गुणहरू परीक्षण तथा उपयोगिताहरूको बारेमा चर्चा गरिएको छ ।

५.४.१ हाइड्रोजन ग्यास (Hydrogen gas)

हाइड्रोजन ग्यास सन् 1823 मा हेनरी क्याभेन्डिस (Henry Cavendish) नाम गरेका बृटिस वैज्ञानिकले पत्ता लगाएका थिए । उनले धातु र अम्लको प्रतिक्रिया गराई यो ग्यास बनाएका थिए र यसको नाम ज्वलनशील ग्यास भनेर राखेका थिए । यसको 17 वर्षपछि लाभ्वाइजर (Laviosier) ले यस ग्यासको नाम हाइड्रोजन (पानी बनाउने) भनेर राखे किन की यसले हावामा बल्दा पानी बनाउँछ । यो ग्यास पानी, तेल, बोसो, पेट्रोल, मट्टितेल, कार्बोहाइड्रेट, अम्लहरू, अल्कोहल आदि यौगिकमा पाइन्छ ।

हाइड्रोजन बारे केही तथ्यहरू

सङ्केत $\Rightarrow$ H

अणुसूत्र $\Rightarrow$ H_2

पारमाणविक सङ्ख्या $\Rightarrow$ 1

पारमाणविक भार $\Rightarrow$ 1 a.m.u.

आणविक भार $\Rightarrow$ 2 a.m.u.

संयुजता $\Rightarrow$ 1

इलेक्ट्रोन विन्यास $\Rightarrow$ $1S^1$

पेरियोडिक तालिकामा स्थान $\Rightarrow$

ग्रुप $\Rightarrow$ I A

पिरियड $\Rightarrow$ पहिलो

प्रयोगशालामा हाइड्रोजन बनाउने तरिका : प्रयोगशालामा जस्ताका टुक्राहरूलाई फिक्का सल्फ्युरिक एसिडकसँग प्रतिक्रिया गराई हाइड्रोजन ग्यास बनाइन्छ ।

$$Zn + dil.\ H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

विधि :

सर्वप्रथम उल्फ बोत्तलमा केही जस्ताका टुक्राहरू राखिन्छ । उक्त बोत्तलको २ ओटा मुखमा क्रमशः थिसल फनेल र डेलिभरी ट्युव जडान गरिन्छ । यसको लागि कर्कको प्रयोग गरिन्छ । डेलिभरी ट्युवको अर्को छेउ पानीमाथि घोप्ट्याइएको ग्यासजारमा जोडिन्छ । उक्त ग्यास जारलाई विहाइभ सेल्फमाथि राखिन्छ जसले गर्दा डेलीभरी ट्युव र ग्यास जार जोड्न सजिलो हुन्छ । दुवै कर्कलाई थिसल फनेलको मुखमा हावा नछिर्ने (air tight) गरी जडान गरिएको हुनुपर्छ । त्यसपछि थिसल फनेलबाट फिक्का सल्फ्युरिक एसिड राखिन्छ । जस्ता र सल्फ्युरिक एसिडबीच रासायनिक प्रतिक्रिया भई हाइड्रोजन ग्यास निस्कन्छ । उक्त ग्यास डेलिभरी ट्युवको बाटो हुँदै पानी भरेर वाटर ट्रफमा घोप्ट्याइएको ग्यास जारमा गएर जम्मा हुन्छ । यो ग्यास पानीमा अघुलनशील र हलुका भएकोले पानीलाई विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा गर्न सकिन्छ ।

प्रयोगशालामा हाइड्रोजन ग्यास बनाउँदा सामग्रीहरू जडान गरिएको नामाङ्कित चित्र तल देखाइएको छ ।

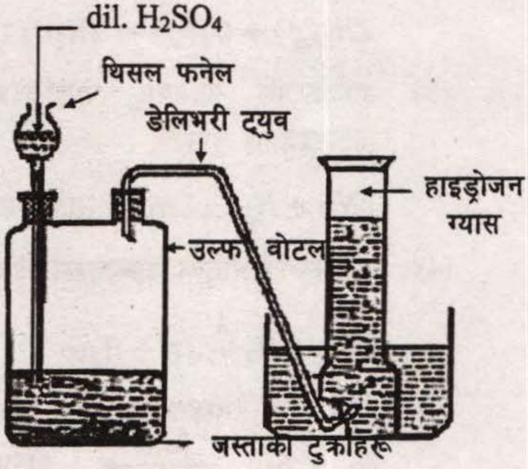
⇒ प्रयोगशालामा हाइड्रोजन ग्यास बनाउँदा ध्यान दिनुपर्ने कुराहरू :

(1) उल्फ बोतलमा कर्कहरू हावा नछिर्ने (air tight) गरी जडान गर्नुपर्छ ।

(2) यो प्रयोग गरेको ठाउँ नजिकै आगोको ज्वाला हुनु हुँदैन ।

(3) अशुद्ध जस्ताको प्रयोग गर्नुपर्छ किन की शुद्ध जस्ताले सल्फ्युरिक एसिडसँग ढिलो प्रतिक्रिया गर्छ ।

(4) गाढा सल्फ्युरिक एसिड प्रयोग गर्नुहुँदैन किन की जस्ताले गाढा सल्फ्युरिक एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी हाइड्रोजनको साटो सल्फर डाइअक्साइड ग्यास बनाउँछ ।



(5) थिसल फनेललाई एसिडमा डुब्ने गरी एसिड हाल्नुपर्छ ।

(6) डेलिभरी ट्युवलाई एसिडमा डुबाउनु हुँदैन ।

⇒ **हाइड्रोजनको परीक्षण**

हाइड्रोजन ग्यासले भरिएको ग्यासजारको मुख नजिक एउटा बलिरहेको सलाइको काँटी लगी ग्यासजारलाई ठाडो पार्दा उक्त ग्यास फिक्का नीलो ज्वाला निकाली बल्छ । साथै एकप्रकारको ध्वनि (Pop sound) पनि उत्पन्न हुन्छ ।

हाइड्रोजनको औद्योगिक उत्पादन

(क) **हाइड्रोकार्बन र पानीको बाफबाट** : मिथेन र पानीको बाफको मिश्रणलाई अति उच्च तापक्रममा (करिब 1200^0C) निकेल उत्प्रेरकमा प्रवाह गर्दा हाइड्रोजन ग्यासको उत्पादन हुन्छ ।

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[Ni]{1200^0C} CO(g) + 3H_2(g)$$

मिथेन　　पानीको बाफ　　कार्बन मोनोअक्साइड　　हाइड्रोजन

हाइड्रोजनका गुणहरू :

⇒ **भौतिक गुणहरू**

(1) यो ग्यास रङ्गहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ ।

(2) यो सबभन्दा हलुको ग्यास हो ।

(3) यो ग्यास पानीमा अत्यन्त कम घुलनशील छ ।

(4) यसको पग्लने तापक्रम -259^0C र उम्लने तापक्रम -253^0C हो ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू**

(1) यो तटस्थ ग्यास हो ।

(2) यो ग्यास हावामा बल्छ र पानी बन्छ ।

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(1)$$

(3) हाइड्रोजनले सोडियम, पोटासियम, क्याल्सियम जस्ता धातुहरूसँग प्रतिक्रिया गरी हाइड्राइडहरू बनाउँछ ।

$2Na + H_2 \rightarrow 2NaH$ (सोडियम हाइड्राइड)

(4) हाइड्रोजनले धातुको अक्साइडसँग रासायनिक प्रतिक्रिया गरी शुद्ध धातु र पानी बनाउँछ ।

$$ZnO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Zn + H_2O$$

(5) हाइड्रोजनले हेलोजन (halogen) सँग प्रतिक्रिया गरी हेलाइड बनाउँछ ।

$$H_2 + F_2 \xrightarrow[\text{अध्यारो}]{\text{चिसो}} 2HF$$

हाइड्रोजन फ्लोराइड

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} 2HCl$$

हाइड्रोजन क्लोराइड

$$H_2 + Br_2 \xrightarrow{400^0C} 2HBr$$

हाइड्रोजन ब्रोमाइड

(6) फलाम उत्प्रेरकको उपस्थितिमा हाइड्रोजनले नाइट्रोजनसँग करिब 200 – 600 वायुमण्डलीय चाप र 500^0C तापक्रममा प्रतिक्रिया गरी एमोनिया बनाउँछ ।

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[500^0C / Fe]{200 - 600 \text{ atm}} 2NH_3$$

(7) निकेल उत्प्रेरकको उपस्थितिमा, 8 – 10 वायुमण्डलीय चाप र 200^0C तापक्रममा हाइड्रोजनलाई वनस्पति तेलमा प्रवाह गर्दा वनस्पति घिउ बन्छ ।

$$\text{वनस्पति तेल} + H_2 \xrightarrow[200^0C]{8 - 10 \text{ atm / Ni}} \text{वनस्पति घिउ}$$

यस प्रक्रियालाई हाइड्रोजिनेसन (Hydrogenation) भनिन्छ ।

(8) हाइड्रोजनले करिब 440^0C तापक्रममा सल्फरसँग प्रतिक्रिया गरी हाइड्रोजन सल्फाइड बनाउँछ ।

$$H_2 + S \xrightarrow{440^0C} H_2S.$$

(9) कार्बन र हाइड्रोजनको प्रतिक्रियाद्वारा एसिटिलिन बन्छ ।

$$2C + H_2 \xrightarrow[\text{विद्युतीय आर्क}]{440^0C} \underset{\text{एसिटिलिन}}{C_2H_2}$$

हाइड्रोजनको उपयोगिता

(1) यो ग्यास एमोनियम सल्फेट, एमोनियम नाइट्रेट, एमोनियम फोस्फेर, युरिया आदि नाइट्रोजनयुक्त रासायनिक मल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यो ग्यास वनस्पति घिउ बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यसलाई हेलियम ग्याससँग मिसाई बेलुनमा भरेर उडाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(4) यसलाई रकेटमा इन्धनका रूपमा प्रयोग गरिन्छ । हाइड्रोजन र अक्सिजनको बीच रासायनिक प्रतिक्रिया गराउँदा निस्कने शक्तिलाई रकेट प्रक्षेपण गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

(5) यसबाट अक्सि-हाइड्रोजन (Oxy – hydrogen) र एटोमिक हाइड्रोजन (Atomic hydrogen) ज्वाला निकाली धातु काट्ने र वेल्डिङ (Welding) गर्ने कार्यमा प्रयोग गरिन्छ ।

(6) कोइलाबाट संश्लेषित पेट्रोल (Synthetic Petrol) बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(7) रिड्युसिङ एजेन्ट (Reducing agent) को रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

५.४.२ अक्सिजन ग्यास (Oxygen gas)

सन् 1831 मा ब्रिटिस वैज्ञानिक जोसेफ प्रिस्टले (Priestley) ले यो ग्यास पत्ता लगाएका थिए । उनले रातो पारोको अक्साइड तताउँदा यो ग्यास निस्केको थियो । पछि उक्त ग्यासको नाम अक्सिजन भनेर लाम्वाइजर (Lavoisier) भन्ने वैज्ञानिकले राखिदिए । यो प्रकृतिमा प्रशस्त मात्रामा

पाइने तत्त्व हो । यो स्वतन्त्र वा यौगिकको रूपमा पाइन्छ । पानी, बालुवा, कार्बोहाइड्रेट, सेलुलोज, चुनढुङ्गा, सिलिकेट, कार्बोनेट, नाइट्रेट आदिमा यो ग्यास पाइन्छ । हावामा करिब 20.95% यो ग्यास पाइन्छ । हाम्रो शरीरमा करिब 72% अक्सिजन हुन्छ ।

अक्सिजन ग्यास बारे केही तथ्यहरू

सङ्केत ⇒ O परमाणविक भार ⇒ 16 a.m.u.

अणुसूत्र ⇒ O_2 आणविक भार ⇒ 32 a.m.u.

पारमाणविक सङ्ख्या ⇒ 8 पेरियोडिक टेबलमा स्थान ⇒ → ग्रुप VIA

संयुजता ⇒ 2 → पिरियड-दोस्रो

इलेक्ट्रोन विन्यास ⇒ $S^2 2S^2 2P^4$

प्रयोगशालामा अक्सिजन ग्यास बनाउने विधि

प्रयोगशालामा यो ग्यास २ तरिकाबाट बनाउन सकिन्छ ।

(क) ताप प्रयोग गरेर

(ख) ताप प्रयोग नगरी

(क) ताप प्रयोग गरेर

पोटासियम क्लोरेट र म्यान्गानिज डाइअक्साइडको मिश्रणलाई करिब 240 – 250^{0}C तापक्रममा तताउँदा अक्सिजन ग्यास पैदा हुन्छ ।

$$2KC\ell O_3 \xrightarrow{MnO_2/240^0C} 2KC\ell + 3O_2$$

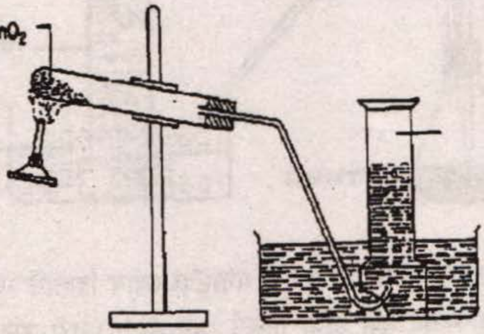
यदि पोटासियम क्लोरेटलाई एक्लै तताउने हो भने, करिब 370^{0}C तापक्रममा मात्र अक्सिजन ग्यास उत्पादन हुन्छ ।

$$2KC\ell O_3 \xrightarrow{370^0C} 2KC\ell + 3O_2$$

⇒ विधि :

सर्वप्रथम पोटासियम क्लोरेट र म्यान्गानिज डाइअक्साइडको धुलोलाई 4:1 को अनुपातमा एउटा हार्ड ग्लास टेस्ट ट्युवमा राखिन्छ र उक्त ट्युवको मुखमा कर्कको सहायताले डेलिभरी ट्युव जडान गरिन्छ । उक्त डेलिभरी ट्युवको अर्को छेउ पानीमा घोप्ट्याइएको ग्यास जारको मुखमा विहाइभ सेल्फको प्रयोग गरी जोडिन्छ । हार्ड ग्लास टेस्ट्युव तेर्सो पारेर स्ट्याण्ड लगाइन्छ ।

त्यसपछि उक्त मिश्रणलाई स्पिरिट ल्याम्प वा बर्नर प्रयोग गरी तताइन्छ । तापका कारणले पोटासियम क्लोरेट टुक्रिएर पोटासियम क्लोराइड र अक्सिजन ग्यास बन्छ । उक्त ग्यास पानीलाई विस्थापित गरी ग्यासजारमा जम्मा हुन्छ ।



⇒ प्रयोगशालामा ताप प्रयोग गरेर अक्सिजन ग्यास बनाउँदा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरू :-

(1) हार्ड ग्लास टेसट्युवको मुख हावा नछिर्ने (air tight) बनाउनुपर्छ ।

(2) हार्ड ग्लास टेस्ट्युव तताउनुभन्दा अघि डेलिभरी ट्युवलाई पानीबाट अलग्गै बनाउनुपर्छ ।

(3) मिश्रणलाई तताउँदा सुरुमा बिस्तारै तताउनु पर्छ ।

(4) ग्यास बनिसकेपछि ताप हटाउनेबित्तिकै डेलिभरी ट्युव पानीबाट बाहिर ल्याउनुपर्छ । यदि त्यसो गरिएन भने पानी हार्डग्लास टेस्ट्युवमा पुग्छ र उक्त ट्युव फुट्छ ।

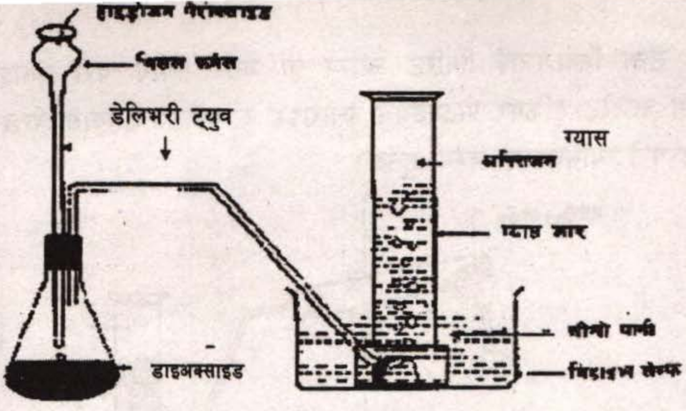
(ख) ताप प्रयोग नगरी :-

तापको प्रयोग नगरीकन पनि हाइड्रोजन पेराक्साइडलाई टुक्र्याएर अक्सिजन ग्यास प्रयोगशालामा बनाउन सकिन्छ । यस प्रतिक्रियामा पनि उत्प्रेरकको रूपमा म्याग्नीज डाइअक्साइड प्रयोग गरिन्छ ।

$$2\,H_2O_2\,(aq) \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O(1) + O_2\,(g)$$

विधि :- एउटा कोनिकल फ्लास्कमा अलिकति म्याङ्गानिज डाइअक्साइड राखी ड्रपिङ्ग फनेल र डेलिभरी ट्युव तलको चित्रमा देखाएजस्तै गरी जडान गरिन्छ । डेलिभरी ट्युवको अर्को छेउ पानीमा घोप्ट्याइएको ग्यास जारमा जोडिन्छ । यसका लागि विहाइभ सेल्फको प्रयोग गरिन्छ । ड्रपिङ्ग फनेलमा हाइड्रोजन पेरोक्साइड राखिन्छ र यसको स्टपर खोली हाइड्रोजन पेरोक्साइडलाई फ्लास्कमा खस्न दिइन्छ ।

अक्सिजन ग्यास बन्न थालेपछि स्टपरले हाइड्रोजन पेरोक्साइड खस्न रोकिन्छ । यसरी निस्केको अक्सिजन ग्यास पानीलाई विस्थापन गरी ग्यासजारमा जम्मा हुन्छ ।



⇒ ताप प्रयोग नगरी अक्सिजन ग्यास बनाउँदा ध्यान दिनुपर्ने कुराहरू :-

(1) कोनिकल फ्लास्कको मुख हावा नछिर्ने (air tight) गरी बन्द गर्नुपर्छ ।

(2) उपयुक्त परिमाणुको हाइड्रोजन पेरोक्साइड फ्लास्कमा भरिसकेपछि तुरुन्तै स्टपरले रोक्नुपर्छ ।

(3) डेलिभरी ट्युवलाई हाइड्रोजन पेरोक्साइडमा डुबाउनु हुँदैन ।

अक्सिजनको परीक्षण

एउटा बलिरहेको सलाईको काँटीलाई ग्यासले भरिएको ग्यासजारमा घुसाउँदा यदि उक्त काँटीको ज्वाला बढी तेजिलो / चम्किलो भयो भने यो ग्यास अक्सिजन हो भनी ठहऱ्याउन सकिन्छ । अन्यथा उक्त ग्यास अक्सिजन होइन ।

अक्सिजनको गुणहरू –

⇒ **भौतिक गुणहरू :**

(1) यो रङ्गहीन, गन्धहीन तथा स्वादहीन ग्यास हो ।

(2) अक्सिजन ग्यास केही मात्रामा पानीमा घुलनशील छ । 20^0C तापक्रममा 1 लीटर पानीमा 30 मि.लि. अक्सिजन घोल्न सकिन्छ ।

(3) यो ग्यास हावाभन्दा केही गऱ्हौं छ ।

(4) यो तटस्थ ग्यास हो।

(5) यो आफैं बल्दैन तर बल्ने पदार्थहरूलाई बाल्नमा मद्दत पुऱ्याउँछ ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू :**

(1) धातुहरू अक्सिजन भएको ठाउँमा तेजपूर्वक बल्छन् र ती धातुका अक्साइड बनाउँछन् ।

(2) अधातुहरू अक्सिजन भएको ठाउँमा बलेर अधातुको अक्साइड बनाउँछन् ।

$$4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$$

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$$

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2H_2O$$

(3) कार्बनिक यौगिकहरू (हाइड्रोकार्बन, ग्लुकोज, अल्कोहल तेल, पेट्रोल, मैन आदि) अक्सिजनसँग बली कार्बनडाइअक्साइड र पानी बनाउँछन् ।

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\Delta} 6CO_2 + 6H_2O$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 3H_2O$$

(4) अक्सिजनले भेनाडियम पेन्टोक्साइड (V_2O_5) को उपस्थितिमा करिव 400^0C तापक्रममा सल्फर डाइअक्साइडसँग प्रतिक्रिया गरी सल्फर ट्राइअक्साइड बनाउँछ ।

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5/45^0C} 2SO_3$$

(5) अक्सिजनमा Silent electric discharge गर्दा ओजोन बन्छ ।

$$3O_2 \xrightarrow{electric\ discharge} 2O_3$$

अक्सिजनको उपयोगिता

(1) जीवित प्राणीहरूमा श्वासप्रश्वास गरी शक्ति निकाल्न यस ग्यासको आवश्यकता पर्छ ।

(2) कृत्रिम श्वासप्रश्वासका लागि पनि यस ग्यासको प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यसलाई Oxidising agent को रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

(4) सम्पूर्ण वस्तुहरू बाल्नका लागि अक्सिजन नभई हुँदैन ।

(5) यसलाई अक्सिहाइड्रोजन तथा अक्सि-एसिटिलिन ज्वाला निकाली धातु काट्न र वेल्डिङ गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

(6) यसलाई विष्फोटक पदार्थ बनाउन उपयोग गरिन्छ ।

(7) यसलाई रकेट तथा मिसाइलमा इन्धनको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।

५.४.३ नाइट्रोजन (Nitrogen)

नाइट्रोजन ग्यास सर्वप्रथम सन् 1772 मा डानीयल रदरफोर्डले पत्ता लगाएका थिए । यसको नाम त्यसबेला "विषालु ग्यास" राखिएको थियो । किन की नाइट्रोजनको वायुमण्डलमा प्राणीहरू बाँच्दैनन् । यस ग्यासको वास्तविक प्रकृति अध्ययन भने सन् 1776 मा लाम्वाइजरले गरेका हुन् । यो ग्यास नाइटर ($NaNO_3$) मा पाइने भएकोले यसको नाम नाइट्रोजन राखिएको हो ।

⇒ नाइट्रोजन ग्यास बारे केही महत्त्वपूर्ण तथ्यहरू :

सङ्केत	⇒ N	आणविक भार ⇒	28 a.m.u.
अणसूत्र	⇒ N_2	संयुजता ⇒	3 or 5.
पारमाणविक सङ्ख्या	⇒ 7	इलेक्ट्रोन विन्यास ⇒	$1S^2$, $2S^2\,2P^3$.
पारमाणविक भार	⇒ 14 a.m.u.	पेरियोडिक तालिकामा स्थान ⇒	ग्रुप – V. A. पिरियड-दोस्रो

प्रयोगशालामा नाइट्रोजन ग्यास बनाउने तरिका

प्रयोगशालामा एमोनियम क्लोराइड र सोडियम नाइट्राइटको घोललाई तताएर नाइट्रोजन ग्यास तयार पारिन्छ ।

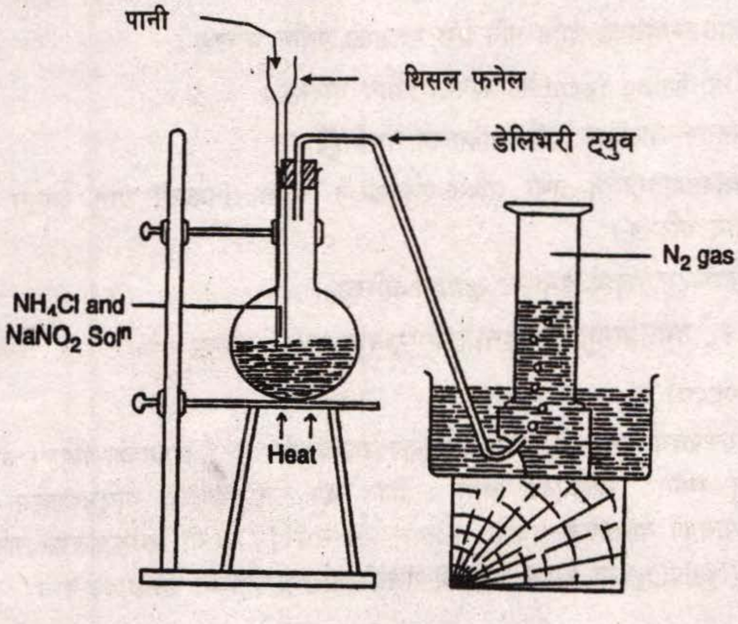
$$NaNO_2 + NH_4C\ell \rightarrow NaC\ell + NH_4NO_2$$

$$NH_4NO_2(aq) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(\ell)$$

$$NaNO_2(aq) + NH_4C\ell(aq) \rightarrow NaC\ell(aq) + N_2\uparrow(g) + 2H_2O(\ell)$$

विधि :

सर्वप्रथम एमोनियम क्लोराइड र सोडियम नाइट्राइटको मिश्रणलाई राउन्ड बटम फ्लास्कमा राखिन्छ । त्यसपछि उक्त फ्लास्कको मुखमा थिसल फनेल र डेलिभरी ट्युब चित्रमा जस्तै गरी जडान गरिन्छ । डेलिभरी ट्युबको अर्को छेउचाहिँ पानीमाथि घोप्ट्याइएको ग्यास जारमा जोडिन्छ । यसको लागि बिहाइभ सेल्फको पनि प्रयोग गरिन्छ । त्यसपछि थिसल फनेलबाट पानी खन्याइन्छ । पानी खन्याएपछि NH_4Cl र $NaNO_2$ बीच रासायनिक प्रतिक्रिया भई नाइट्रोजन ग्यास बन्छ । उक्त ग्यास पानीलाई तलतिर विस्थापन गरी ग्यास जारको पिँधमा जम्मा हुन्छ ।



(1) थिसल फनेललाई घोलमा डुबाउनुपर्छ ।

(2) डेलिभरी ट्युवलाई घोलमा डुबाउनु हुँदैन ।

(3) राउन्ड बटम फ्लास्कको मुख हावा नछिर्ने (air- tight) गरी बन्द गर्नुपर्छ ।

(4) डेलिभरी ट्युवलाई पानीबाट बाहिर निकालेपछि मात्र ताप हटाउनु पर्छ ।

⇒ नाइट्रोजनको परीक्षण

एउटा बलिरहेको म्याग्नेसियम रिबनलाई ग्यास जारमा घुसाउँदा उक्त रिबन केही बेर बलिरह्यो र एकप्रकारको यौगिक (म्याग्नेसियम नाइट्राइड) बन्यो भने यो ग्यास नाइट्रोजन हो भन्ने पत्ता लाग्छ । नाइट्रोजन ग्यास आफू पनि नबल्ने र बलिरहेको पदार्थलाई पनि बल्नमा मद्दत नगर्ने भएकाले यस्तो भएको हो ।

नाइट्रोजनको औद्योगिक उत्पादन

औद्योगिक स्तरमा नाइट्रोजन ग्यास हावाबाट उत्पादन गरिन्छ । हावालाई बढी चाप र कम तापक्रममा तरल अवस्थामा रूपान्तर गरिन्छ । उक्त तरल हावाको तापक्रम विस्तारै बढेर -196^0C पुग्दा नाइट्रोजन ग्यास छुट्टिन्छ किन की यसको उम्लने विन्दु -196^0C हो । उक्त नाइट्रोजन ग्यासलाई सिलिन्डरमा भरेर राखिन्छ । बाँकी रहेको तरल हावामा अक्सिजन बाँकी रहन्छ किन की यसको उम्लने विन्दु -183^0C हो । यो विधिद्वारा नाइट्रोजनको साथसाथै अक्सिजनको पनि उत्पादन गर्न सकिन्छ ।

नाइट्रोजनको गुणहरू -

⇒ **भौतिक गुणहरू**

(1) यो रङ्ग्गहीन, गन्धहीन तथा स्वादहीन ग्यास हो ।

(2) यो हावाभन्दा केही मात्रामा हलुको हुन्छ ।

(3) यो पानीमा अत्यन्तै कम मात्रामा घुलनशील छ ।

(4) यो तटस्थ ग्यास हो ।

(5) यो आफू पनि बल्दैन र अन्य बल्ने पदार्थहरूलाई पनि बल्नमा मद्दत गर्दैन ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू**

(1) यो ग्यासले बल्नमा मद्दत गर्दैन । तैपनि केही सक्रिय धातुहरू जस्तैः म्याग्नेसियम, क्याल्सियम, एलुमिनियम आदि नाइट्रोजनमा बलिरहन्छन् र रासायनिक प्रतिक्रिया गरी धातुको नाइट्राइड बनाउँछन् ।

$$3Mg(s) + N_2(g) \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_2(s)$$

$$3Ca(s) + N_2(g) \xrightarrow{\Delta} Ca_3N_2(s)$$

(2) नाइट्रोजन र हाइड्रोजनको मिश्रणलाई करिव 500^0C तापक्रम र करिब 200 atm वायुमण्डलीय चापमा फलाम (उत्प्रेरक) र मोलिब्डेनम (प्रमोटर) सँग तताउँदा एमोनिया ग्यास बन्दछ । यस विधिलाई हेवरको विधि (Haber's Process) भनिन्छ ।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[500^0C/200atm]{Fe/M_0} 2NH_3(g)$$

(3) करिब 3000^0C तापक्रममा नाइट्रोजन र अक्सिजन रासायनिक प्रतिक्रिया गरी नाइट्रिक अक्साइड बन्छ । चट्याङ पर्दा वायुमण्डलमा पनि यो प्रतिक्रिया हुन्छ ।

$$N_2(g) + o_2(g) \xrightarrow{3000^0C} \underset{\text{नाइट्रिक अक्साइड}}{2NO(g)}$$

(4) नाइट्रोजन ग्यासलाई करिब 900^0C तापक्रममा एलुमिना र कार्बनको धुलो (Al_2O_3+C) को मिश्रणलाई प्रवाह गराउँदा एलुमिनियम नाइट्राइड बन्छ ।

$$A_2O_3 + 3C + N_2 \xrightarrow{900^0C} 2A\ell N + 3CO$$

(5) नाइट्रोजनले करिब 900^0C तापक्रममा क्याल्सियम कार्वाइडसँग प्रतिक्रिया गरी क्याल्सियम साइनामाइड बनाउँछ ।

$$CaC_2 + N_2 \xrightarrow{900^0C} CaN_2 + C$$

(क्याल्सियम साइनामाइड रासायनिक मलको रूपमा प्रयोग गरिन्छ ।)

नाइट्रोजनको उपयोगिता

(1) यो ग्यास एमोनिया, नाइट्रिक एसिड आदिजस्ता महत्त्वपूर्ण रासायनिक पदार्थ तथा नाइट्रोग्लिसिरिनजस्तो विस्फोटक पदार्थ बनाउनमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) जहाजहरूमा इन्धन ट्याङ्कीमा विस्फोटन हुन् नदिन निष्क्रिय ग्यासका रूपमा यो ग्यास भरिएको हुन्छ ।

(3) बिजुलीका चिमहरूमा निष्क्रिय वायुमण्डल बनाउन यो ग्यास प्रयोग गरिन्छ ।

(4) नाइट्रोजनयुक्त रासायनिक मलहरू जस्तै : एमोनियम नाइट्रेट, युरिया, क्याल्सियम साइनामाइड आदि बनाउन यो ग्यासको प्रयोग गरिन्छ ।

(5) यो ग्यास भरिएको थर्मोमीटरहरूमा पनि प्रयोग गरिन्छ ।

एमोनिया ग्यास (Ammonia Gas)

सर्वप्रथम एमोनिया ग्यास जनावरको सिङ र खुरबाट निकालिएको थियो । त्यसैले यसलाई स्पिरिट अफ हर्टसर्न (Spirit of hartshorn) भनियो । पछि लाभ्वाइजरले एमोनियम क्लोराइड (Sal ammoniac) र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडलाई तताएर एमोनिया ग्यास निकालेका थिए । वर्टहेलोट र डेवि (Berthelot and Davy) ले यसको बनावट स्थापित गरेका थिए ।

एमोनियाबारे केही तथ्यहरू :-

आणविक सूत्र ⇒ NH_3

आणविक भार ⇒ 17 a.m.u.

पाइने तत्त्वहरू ⇒ नाइट्रोजन र हाइड्रोजन

बनावट (Composition) :-

आयतनका हिसावले ⇒ नाइट्रोजन र हाइड्रोजनको अनुपात 1:3.

पिण्डको हिसावले ⇒ नाइट्रोजन र हाइड्रोजनको अनुपात 14:3.

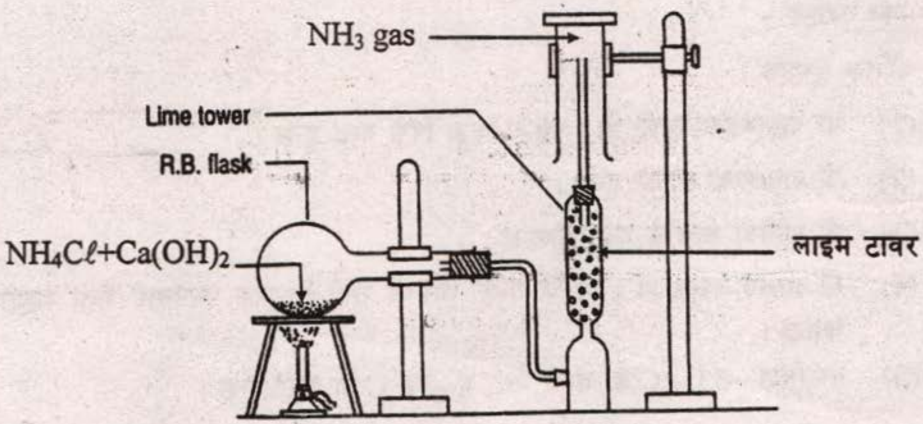
प्रयोगशालामा एमोनिया ग्यास बनाउने तरिका -

प्रयोगशालामा एमोनियम क्लोराइड ($NH_4C\ell$) र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडको मिश्रणलाई तताएर एमोनिया ग्यास तयार पारिन्छ ।

विधि :

एउटा राउण्ड वटम फ्लास्कमा एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोक्साइडको मिश्रण राखिन्छ । त्यसपछि उक्त फ्लास्क ट्युवको मुखमा कर्कको सहायताले डेलिभरी ट्युव जडान गरिन्छ । डेलिभरी ट्युवलाई लाइम टावर (lime tower) मा जडान गरिन्छ । उक्त लाइम टावरमा अर्को ट्युव जोडी हावामा घोप्टो पारेर राखिएको ग्यास जारमा जोडिन्छ । ग्यास जार र फ्लास्क दुवैलाई स्ट्याण्ड लगाइन्छ ।

त्यसपछि उक्त मिश्रणलाई स्पिरिट ल्याम्प वा बर्नर प्रयोग गरी तताइन्छ । रासायनिक प्रतिक्रियाको फलस्वरूप बनेको एमोनिया ग्यास हावालाई तलतिर विस्थापन गरी ग्यासजारमा जम्मा हुन्छ । यो ग्यास पानीमा घुलनशील भएकाले पानीलाई विस्थापन गरी जम्मा गर्न सकिँदैन ।



⇒ **प्रयोगशालामा एमोनिया ग्यास बनाउँदा अपनाउनु पर्ने सावधानीहरू**

(1) राउण्ड वटम फ्लास्कलाई चित्रमा जस्तै मुख ढल्काएर राख्नुपर्छ जसले गर्दा रासायनिक प्रतिक्रियाद्वारा बनेको बाफ चिसिएर पानी बनी एमोनियम क्लोराइड र क्याल्सियम हाइड्रोसाइडको मिश्रणमा मिसिन पाउँदैन ।

(2) राउण्ड वटम फ्लास्कको मुख हावा नछिर्ने (air tight) गरी कर्कले बन्द गर्नुपर्छ ।

(3) मिश्रणलाई विस्तारै तताउनुपर्छ ।

(4) एमोनिया ग्यासलाई सुख्खा बनाउन क्याल्सियम अक्साइड भरिएको टावर (Limetower) बाट पठाउनुपर्छ ।

(5) पानीमा घुल्ने हुनाले ग्यास पानीको विस्थापन विधिद्वारा जम्मा गर्नु हुँदैन ।

एमोनियाको परीक्षण –

(1) यो ग्यास क्षारीय भएकाले भिजेको रातो लिट्मस पेपरलाई ग्यासजारभित्र घुसाउँदा नीलो रङ्गमा बदलिन्छ । यसो भयो भने उक्त ग्यास एमोनिया हो भन्न सकिन्छ ।

(2) एउटा काँचको रडलाई गाढा हाइड्रोक्लोरिक अम्लमा डुबाएर ग्यासजारको मुख नजिकै राख्ने, त्यसपछि ग्यासजारलाई ठाडो पार्दा रडबाट सेतो धुवा (White fumes) निस्कन्छ ।

यदि यस्तो सेतो धुवाँ निस्कियो भने उक्त ग्यासजारमा भएको ग्यास एमोनिया हो ।

एमोनियाका औद्योगिक उत्पादन –

औद्योगिक स्तरमा एमोनिया ग्यास, हाइड्रोजन र नाइट्रोजनलाई फलामको धुलो (उत्प्रेरक) र मोलिब्डेनम (प्रमोटर) को उपस्थितिमा करिब 500^0C तापक्रम र करिब 200 atm. वायुमण्डलीय चापमा रासायनिक प्रतिक्रिया गराई उत्पादन गरिन्छ । प्रतिक्रियालाई छिटो तथा कम तापक्रम र चापमा गराउनका लागि उत्प्रेरक प्रयोग गरिन्छ भने प्रमोटरचाहिँ उत्प्रेरकको कार्यक्षमता बढाउन प्रयोग गरिन्छ । यसरी एमोनिया बनाउने विधिलाई हेवर विधि (Haber's Process) भनिन्छ ।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[Fe/Mo]{500^0C/200atm} 2NH_3(g)$$

एमोनियाका गुणहरू –

⇒ **भौतिक गुणहरू :**

(1) यो रङ्ग्गहीन ग्यास हो । यसको कडा पिरो गन्ध हुन्छ ।

(2) यो हावाभन्दा हलुको हुन्छ ।

(3) यो पानीमा अत्यन्तै घुलनशील छ ।

(4) यो क्षारीय ग्यास हो । त्यसैले यसले भिजेको रातो लिट्मस पेपरलाई नीलो रङ्ग्गमा बदल्छ ।

(5) एमोनिया -33.4^0C मा तरल बन्छ र -78^0C मा ठोस बन्छ ।

⇒ **रासायनिक गुणहरू :**

(1) यो ग्यास पानीमा घुलनशील छ । यसले पानीमा घुलेर एमोनियम हाइड्रोक्साइड बनाउँछ ।

$$NH_3\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow NH_4OH\,(aq)$$

(2) एमोनिया ग्यासले एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी लवण (salt) बनाउँछ ।

$$NH_3(g) + HC\ell\,(aq) \longrightarrow NH_4C\ell\,(aq)$$

$$2NH_3(g) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow (NH_4)_2\,SO_4\,(aq)$$

(3) पानीमा घोलिएको एमोनिया (NH_4OH) ले एसिडसँग प्रतिक्रिया गरी लवण र पानी बनाउँछ ।

$$2NH_4OH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow (NH_4)_2\,SO_4\,(aq) + 2H_2O\,(I)$$

$$NH_4OH\,(aq) + HC\ell\,(aq) \longrightarrow NH_4C\ell\,(aq) + H_2O\,(I)$$

(4) करिव 1500^0C तापक्रम र उच्च चापमा एमोनिया र कार्बनडाईअक्साइडबीच रासायनिक प्रतिक्रिया भई युरिया बन्छ ।

$$2NH_3\,(g) + CO_2\,(g) \xrightarrow[\text{चाप}]{1500^0C} NH_2 - CO - NH_2\,(s) + H_2O(l)$$

युरिया एक महत्त्वपूर्ण रासायनिक मल हो ।

(5) एमोनिया अक्सिजनको वायुमण्डलमा बल्दा पानी र नाइट्रोजन ग्यास बन्छ ।

$$4NH_3\,(g) + 3O_2\,(g) \longrightarrow 6H_2O\,(l) + 2N_2\,(g)$$

(6) एमोनिया र अक्सिजनको मिश्रणलाई करिब 800^0C तापक्रममा प्लेटिनम गजमा पठाउँदा नाइट्रिक अक्साइड बन्छ ।

$$4NH_3\,(g) + 5\,O_2\,(g) \xrightarrow[Pt]{800^0C} 6H_2O\,(l) + 4NO\,(g)$$

(7) एमोनिया ग्यास पग्लेको सोडियम धातुमा पठाउँदा सोडामाइड र हाइड्रोजन ग्यास बन्छ ।

$$2NH_3\,(g) + 2Na\,(S) \longrightarrow 2NaNH_2\,(s) + H_2\,(g)$$

(8) एमोनियाको घोललाई ब्लिचिङ्ग पाउडर ($CaOCl_2$) सँग मिसाउँदा नाइट्रोजन ग्यास बन्छ ।

$$3CaOC\ell_2\,(s) + 2NH_3(g) \longrightarrow 3CaCl_2 + 3H_2O + N_2\uparrow$$

एमोनियाको उपयोग

(1) यो ग्यास एमोनियम सल्फेट, एमोनियम नाइट्रेट, युरिया, एमोनियम फोस्फेट आदि जस्ता रासायनिक मल बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यो ग्यास नाइट्रिक एसिड, प्लास्टिक आदि उत्पादन गर्नमा प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यो ग्यास लुगा धुने सोडा बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(4) यो ग्यास एमोनियम लवणयुक्त औषधिहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(5) यो ग्यास ब्लु प्रिन्ट (Blue Print) निकाल्न प्रयोग गरिन्छ ।

(6) यो ग्यास चिस्याउने पदार्थ (Cooling agent) को रूपमा फ्रिजहरूमा प्रयोग गरिन्छ ।

(7) यो ग्यास फोहोरमैला हटाउने पदार्थ (Cleansing agent) को रूपमा तेल, ग्रीज आदि हटाउन प्रयोग गरिन्छ ।

५.४.५ कार्बन डाइअक्साइड (Carbon di-oxide)

पृथ्वीको वायुमण्डलमा करिव 0.03 प्रतिशत कार्बनडाइअक्साइड ग्यास पाइन्छ । यो ग्यास कार्बन तत्त्व भएका पदार्थहरू जस्तै: : मैन, मट्टितेल, दाउरा, अल्कोहल, कोइला आदि बाल्दा निस्कन्छ । त्यसपछि यो बिरुवाहरूले प्रकाश संश्लेषण क्रियामा प्रयोग गर्दछन् । यौगिकका रूपमा यो ग्यास चुनढुङ्गा ($CaCo_3$) डोलोमाइट ($CaCO_3.MgCO_3$), म्याग्नेसाइट ($MgCO_3$) आदिमा पाइन्छ ।

कार्बनडाइअक्साइडबारे केही तथ्यहरू -

आणविक सूत्र ⇒ CO_2

आणविक भार ⇒ 44 a.m.u.

पाइने तत्त्वहरू ⇒ कार्बन र अक्सिजन

बनावट (Coposition) ⇒ कार्बन र अक्सिजनको पिण्डको अनुपात 3:8.

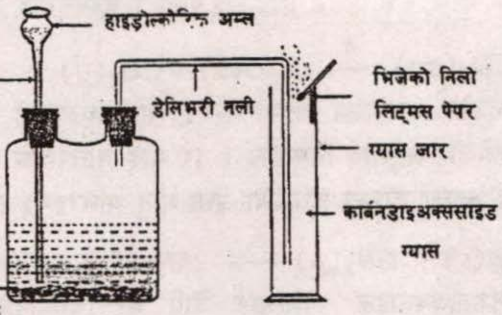
प्रयोगशालामा कार्बनडाइ अक्साइड ग्यास बनाउने तरिका

प्रयोशालामा चुनढुङ्गा ($CaCO_3$) र फिक्का हाइड्रोक्लोरिक एसिडबीच रासायनिक प्रतिक्रिया गरी कार्बनडाइअक्साइड ग्यास बनाइन्छ ।

$$CaCO_3\,(s) + 2HC\ell\,(aq) \longrightarrow CaC\ell_2\,(aq) + H_2O\,(l) + CO_2\,(g)$$

विधि

एउटा उल्फ बोत्तलमा केही चुनढुङ्गा वा सिङ्गमरमरका टुक्राहरू राखी त्यसका २ ओटा मुखहरूमा क्रमश: थिसल फनेल र डेलिभरी ट्युव जडान गरिन्छ । यसका लागि रबर कर्कको प्रयोग गरिन्छ । डेलिभरी ट्युवको अर्को छेउ ठाडो पारेर राखिएको ग्यास जारमा जोडिन्छ । त्यसपछि थिसल फनेलबाट फिक्का हाइड्रोक्लोरिक एसिड ऊल्फ बोत्तलमा खन्याइन्छ । यसो गरेपछि चुनुढुङ्गा र हाइड्रोक्लोरिक एसिडबीच रासायनिक प्रतिक्रिया भई कार्बनडाइअक्साइड बन्छ । उक्त ग्यास हावालाई माथितिर विस्थापित गरी ग्यास जारमा जम्मा हुन्छ ।



नोट: फिक्का सल्फ्युरिक एसिड प्रयोग गर्नु हुँदैन किन की रासायनिक प्रतिक्रियाद्वारा बनेको क्याल्सियम सल्फेट ($CaSO_4$) चुनढुङ्गामा जम्मा हुन जान्छ र प्रतिक्रिया हुन रोकिन्छ ।

कार्बनडाइअक्साइडको परीक्षण -

(1) यो ग्यास आफू पनि बल्दैन र बल्ने पदार्थहरूलाई पनि बल्नमा मद्दत गर्दैन । त्यसैले एउटा बलिरहेको काठको छेस्को ग्यास जारमा घुसाउनुपर्छ । यदि उक्त छेस्को निभ्यो भने उक्त ग्यास कार्बनडाइअक्साइड हो ।

(2) कार्बनडाइअक्साइड ग्यास चुनपानीमा पठाउँदा चुनपानी दुधिलो (सेतो) देखिन्छ ।

कार्बनडाइ अक्साइडको औद्यौगिक उत्पादन -

औद्योगिक स्तरमा चुनढुङ्गा वा क्याल्सियम कार्वोनेटलाई भट्टीमा उच्च तापक्रममा तताएर कार्बनडाइ अक्साइड् ग्यास बनाइन्छ । यस विधिमा अर्को महत्त्वपूर्ण पदार्थ (चुन) पनि उत्पादन हुने हुनाले यो विधि ज्यादै महत्त्वपूर्ण मानिन्छ ।

$$CaCO_3\,(s) \xrightarrow{\Delta} CaO\,(s) + CO_2\,(g)$$

कार्बनडाइअक्साइडका गुणहरू

⇒ **भौतिक गुणहरू**

(1) यो ग्यास रङ्ग्गहीन, गन्धहीन र स्वादहीन हुन्छ ।

(2) यो ग्यास पानीमा घुलनशील हुन्छ ।

(3) यो ग्यास हावाभन्दा गर्न्हौं हुन्छ ।

(4) यो ग्यास अम्लीय प्रकृतिको छ । त्यसैले यसले भिजेको नीलो लिट्मस पेपरलाई रातो रङ्ग्गमा बदल्छ ।

(5) यो ग्यासले बलिरहेको वस्तुलाई निभाउँछ ।

रासायनिक गुणहरू

(1) कार्बनडाइअक्साइड ग्यास पानीमा घुलनशील छ । यसले पानीमा घुल्दा कार्वोनिक एसिड (H_2CO_3) बनाउँछ ।

$$CO_2(g) + H_2O(1) \leftrightharpoons H_2CO_3(aq)$$

कार्वोनिक एसिड तताउँदा पानी र कार्बनडाइ अक्साइड ग्यासमा टुक्रिन्छ ।

$$H_2CO_3(aq) \xrightarrow{\Delta} H_2O(1) + CO_2(g)$$

(2) कार्बनडाइ अक्साइड आफू बल्दैन, अरू वस्तुलाई पनि बल्नमा मद्दत गर्दैन बरु यसले बलिरहेको वस्तुलाई निभाउँछ । तर यदि बलिरहेको म्याग्नेसियम वा पोटासियमलाई CO_2 ग्यास भएको जारमा घुसाउँदा उक्त धातु बलिरहन्छ र रासायनिक प्रतिक्रिया हुन्छ ।

$$2Mg(s) + CO_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2MgO(s) + C(s)$$

(3) कार्बनडाइअक्साइड ग्यासलाई केही बेर चुनपानीमा पठाउँदा चुनपानी सेतो रङ्गमा बदलिन्छ ।

$$CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \xrightarrow{\Delta} CaCO_3(s) + H_2O(1)$$

कार्बनडाइअक्साइडलाई धेरैबेरसम्म चुनपानीमा पठाइरह्यो भने रासायनिक प्रतिक्रियाको फलस्वरूप घुलनशील क्याल्सियम वाई-कार्वोनेट बन्छ र चुनपानी रङ्ग्गहीन नै हुन्छ ।

$$CaCO_3(s) + H_2O(1) + CO_2(g) \xrightarrow{\Delta} Ca(HCO_3)_2(aq)$$

(4) बिरुवाहरूले पातमा भएको क्लोरोफिल र प्रकाश शक्तिको उपस्थितिमा पानी र कार्बनडाइ अक्साइडबाट कार्वोहाइड्रेट तयार पार्छ । यस प्रक्रियालाई प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) भनिन्छ ।

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{प्रकाश}} \underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2(g)$$

(5) कार्बनडाइ अक्साइड ग्यासले एमोनियासँग प्रतिक्रिया गरी युरिया बन्दछ ।

$$CO_2 + NH_3 \xrightarrow[\text{उच्च चाप}]{1500^0C} \underset{\text{युरिया}}{NH_2 - CO - NH_2} + H_2O$$

(6) यस ग्यासलाई रातो तातो कार्बनको धुलोसँग करिब 900^0C तापक्रममा प्रतिक्रिया गराउँदा कार्बनमोनोअक्साइड ग्यास बन्छ ।

$$CO_2(g) + C(s) \xrightarrow{900^0C} 2CO$$

(7) हाइड्रोजन र कार्बनडाइ अक्साइडलाई तताउँदा कार्बनमोनोअक्साइड र पानी बन्दछ ।

$$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$$

कार्बनडाइअक्साइडको उपयोगिता

(1) यो ग्यास सोडापानी बनाउन वा विभिन्न चिसो पेय पदार्थमा प्रयोग गरिन्छ ।

(2) यो ग्यास आगो निभाउने काममा प्रयोग गरिन्छ ।

(3) यो ग्यास लुगा धुने सोडा, युरिया आदि जस्ता महत्त्वपूर्ण यौगिकहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ ।

(4) ऊखुबाट चिनी निकाली प्रशोधन गर्ने कार्बोनेसन (Carbonation) प्रक्रियामा यो ग्यास प्रयोग गरिन्छ ।

(5) यो ग्यासलाई ठोस रूपमा बदलेर ड्राइ आइस (Dry Ice) बनाइन्छ र त्यसलाई माछा, फलफूल, मासु आदिलाई चिसो बनाइराख्न प्रयोग गरिन्छ जसले गर्दा ती वस्तुहरू कुहिँदैनन् ।

परियोजना कार्य

(1) तपाईको वरिपरि वा स्कूलमा पाइने औद्योगिक रसायनहरूको सङ्कलन गरी एउटा किट तयार पार्नुहोस् । ती रसायनहरूमध्ये कुनै एउटा तपाईं आफैले तयार पारी त्यसको भण्डारण गरी सुरक्षित ढङ्गले राख्नुहोस् र विद्यार्थी तथा स्रोत व्यक्तिलाई प्रदर्शन गर्नुहोस् ।

(2) कक्षा ९ मा अध्यापन गरिने ५ ओटा ग्यासहरू बनाउन सामग्री तथा रसायनहरूको सङ्कलन गरी सरल ढङ्गले ती ग्यासहरू तयार पार्नुहोस् । साथै ती ग्यासहरू चिन्नका लागि परीक्षणसमेत गर्नुहोस् ।

(3) तपाईंको वरिपरि भएका कुनै १० ओटा वस्तुहरू सङ्कलन गर्नुहोस् जसमा कार्बन तत्त्व पाइयोस् । ती वस्तुहरूमा कार्बन भए नभएको परीक्षण गर्नुहोस् । तपाईले गरेका सबै क्रियाकलापहरू सिलसिला मिलाएर लेख्नुहोस् ।

अध्ययनका लागि थप सामाग्री :-

1. Jha, J.S. and Ganguli, S.K.: A textbook of Chemistry Surya Publication.
2. Bahl, B.S. and Bahl, Arun: Advanced Organic Chemistry ; S.Chand and Company Ltd.
3. Tuli, G.D., Basu,S.K. & Madan, R.D. Advanced inorganic chemistry S.Chand and Company Limited.
4. Jha, B.K and Yadav, A.P. ; Advanced Chemistry ; Surya Publication.
5. Mitra L.M., A Text Book of Inorganic Chemistry; Ghos & Company.

चाल र शक्ति (Motion and Energy)

सक्षमता – भौतिक विज्ञानका चाल र शक्तिको कठिन, द्विविधाजनक, स्पष्ट नभएका समस्यामूलक शीर्षकहरू पहिचान गरी उक्त क्षेत्रहरूका विषयवस्तुमा शिक्षकले आफ्नो ज्ञानलाई तन्दुरुस्त गरी उक्त सीपलाई स्थानीय वातावरणमा उपलब्ध स्रोतहरूको वैज्ञानिक र प्रविधियुक्त स्रोतहरूलाई शिक्षणसिकाइ रणनीति, कक्षाकोठा व्यवस्थापन, विद्यार्थी मूल्याङ्कनमा उपयोग गरी आत्मविश्वासका साथ विज्ञानको शिक्षण गर्न ।

परिचय

हामीले दैनिक जीवनमा प्रयोग गर्ने विभिन्न किसिमका भौतिक वस्तुहरूलाई कुनै न कुनै रूपले नाप्ने गरेका छौं । कुनै वस्तुहरूलाई संसारभर एकै प्रकारको नापोबाट नाप लिने चलन छ भने कतिपय वस्तुहरूलाई ठाउँ विशेषअनुसार विभिन्न प्रकारका एकाइहरूबाट नाप लिने प्रचलन छ । हाम्रै गाँउघरतिर अन्नपात नापो गर्ने मानापाथीको चलन अर्को देशमा वा अर्को ठाँउमा नहुन पनि सक्छ भने अन्य ठाउँमा प्रचलनमा रहेको पाउन्डको प्रचलन हाम्रो समाजमा छैन । वैज्ञानिक कार्यमा र अन्य व्यापारिक तथा व्यावहारिक कार्यहरूमा एकै प्रकारको नापको प्रचलन सुरु गर्न विभिन्न किसिमका नापका प्रणालीहरू अपनाइँदै आइएको छ ।

"बल" शब्दलाई हामीले विभिन्न स्वरूपमा बुझ्ने गरेका छौं । कुनै पक्षले जुलुस निकाल्दा वा सभा गर्दा अर्को पक्षले बल प्रयोग गरी कार्यक्रम बिथोलिएको घटनाहरू हामीले सुन्दै आएका छौं । बल प्रयोग गरी साक्षीलाई आफ्नो पक्षमा बोल्न बाध्य पारेको, बल प्रयोग गरी आफ्नो अनुकूलको कार्य अरूद्वारा गर्न लगाएको जस्ता भनाइहरू बेलाबेलामा सुनिँदै आइएको छ । यो देशको सैनिक, पुलिसबल यति, अर्कोको यति छ भनेर सङ्ख्या गन्ने गरेको पनि हामीले सुनेकै छौं । तर विज्ञानमा बल भनेको के हो त ? बल कुनै वस्तु तान्नु वा घचेट्नु हो जुन दुईओटा वस्तुको अन्तर्क्रियाबाट उत्पन्न हुन सक्दछ । दुई वस्तुबीचको अन्तर्क्रिया नहुँदा त्यहाँ बलको अनुभव हुदैन । विभिन्न विशेषताका आधारमा बल विभिन्न प्रकारका हुन्छन् ।

कुनै बलको प्रयोग गरी वस्तु स्थिरमा या चालमा आउन सक्दछ । वरिपरिको वस्तुको सापेक्षतामा मात्र वस्तुलाई चाल वा स्थिर अवस्थामा छ भन्न सकिन्छ । वस्तु चालमा रहँदा निश्चित दिशामा छ भने त्यसलाई गतिमा र निश्चित दिशामा छैन भने वेगमा रहेको छ भनिन्छ ।

साधारण यन्त्रहरू हाम्रो जीवनका अभिन्न अङ्ग बनेका छन् । "एक गल दस बल " भन्ने त हाम्रो पुरानो उखान नै हो । हाम्रा घरमा प्रयोग गर्ने ढिकी, जाँतो, घिर्नी, दाउरा चिर्दा प्रयोग गरिने फेसो, गल, छडको सतह, पाङ्ग्रा र बिँड आदि हाम्रो जीवन शैली र कामको तौरतरिकालाई प्रस्ट पार्ने माध्यम बनेका छन् ।

चाप जसलाई हामी निश्चित क्षेत्रफलमा लागेको बल भन्ने बुझ्दछौं । चापले पनि हाम्रा दैनिक क्रियाकलापहरूलाई प्रत्यक्ष प्रभाव पारिरहेकै हुन्छ । बललाई कायमै राखेर क्षेत्रफल घटाउँदा चापको वृद्धि हुनु नै यसको प्रमुख विशेषता हो ।

वैज्ञानिक आँखाले हेर्दा काम गर्नलाई निश्चित तौलको वस्तु निश्चित दूरीसम्म लैजानुपर्छ । कुनै सामग्री वा वस्तुलाई जति छिटो (थोरै समयमा) एक ठाउँबाट अर्को ठाँउसम्म पुऱ्याउन सकिन्छ त्यतिनै त्यो व्यक्ति वा यन्त्रको सामर्थ्य धेरै भएको मानिन्छ ।

यस एकाइमा सामान्य रूपमा नाप, बल, चाल र गति, साधारण यन्त्रहरू, कार्य, शक्ति र सामर्थ्यका बारेमा चर्चा गरिएको छ ।

विषयवस्तु

६.१. नाप (Measurment)

कुनै वस्तुको निश्चित आयामको परिमाण थाहा पाउन अपनाइने विधि नाप हो । वस्तुको नाप विभिन्न किसिमबाट लिन सकिन्छ । यसो भए तापनि विभिन्न वस्तुको विविध आयम निश्चित रूपबाट नाप्ने गरिन्छ । हाम्रो प्रचलनमा रहेका केही उदाहरण हेरौं - कपडालाई मिटरमा नापिन्छ, अन्नलाई किलोग्राममा, तरल पदार्थलाई लिटर आदिमा नापिन्छ । विभिन्न वस्तुको ठीक मात्रा थाहा पाउनका लागि नाप लिइन्छ । एकै प्रकारको नापको एकाइले वैज्ञानिक कार्यमा सजिलो बनाउनका साथै दैनिक व्यवहारिक जीवनका लागि समेत एकरूपता ल्याउन मद्दत गर्दछ ।

CGS, MKS र SI प्रणाली : वस्तुको लम्बाइलाई सेन्टिमिटरमा, पिण्डलाई ग्राममा र समयलाई सेकेन्डमा नाप्ने प्रणालीलाई CGS प्रणाली भनिन्छ । त्यसरी नै लम्बाइलाई मिटरमा, पिण्डलाई किलोग्राममा र समयलाई सेकेन्डमा नाप्ने प्रणालीलाई MKS प्रणाली भनिन्छ । वैज्ञानिक कार्यहरूमा संसारभरि नापमा एकरूपता ल्याउनु पर्ने कुराको महसुस गरी सन् १९६० मा फ्रान्समा भएको वैज्ञानिकहरूको भेलाले नापको एकाइमा अन्तर्राष्ट्रिय प्रणाली अपनाउने निर्णय गऱ्यो । यस प्रणालीलाई SI प्रणाली भनिन्छ । SI प्रणालीका एकाइअनुसार नापका सातओटा आधारभूत एकाइहरू (Fundamental Units) छन् । अन्य एकाइहरू यिनै आधारभूत एकाइहरूमा आधारित तत्जन्य एकाइहरू (Derived units) हुन् । यहाँ केही आधारभूत र तत्जन्य एकाइहरूका बारेमा चर्चा गरिएको छ ।

आधारभूत एकाइहरू (Fundamental units) :

फ्रान्सको पेरिस नजिक अन्तर्राष्ट्रिय नाप तौल विभागमा राखिएको प्लाटिनम-इरिडियम छड्को शुन्य डिग्रिसेल्सियस तापक्रममा हुने लम्बाइलाई SI प्रणालीमा एक मिटर भनिन्छ ।

पिण्ड : अन्तर्राष्ट्रिय नापतौल विभागमा राखिएको प्लाटिनम इरिडियम धातुबाट बनेको ढकको पिण्डलाई SI प्रणालीमा एक किलोग्राम भनिन्छ । संसारभरिका नापका मिटर स्केल र ढकहरु तीनै प्लाटिनम इरिडियम मिटर र ढकलाई आधार मानेर बनाइएका हुन्छन् ।

समय : 1 सौर्य दिनको 86400 खण्डको 1 खण्ड समयलाई 1 सेकेण्ड भनिन्छ । तर वैज्ञानिक कार्यमा लम्बाइ र समयलाई अझ स्पष्ट र सही नाप लिन निम्न विधि अपनाइन्छ ।

लम्बाइ (मिटरमा) सन् १९८३ सम्म एक मिटर भनेको क्रिप्टन-८६ को सुन्तला रातो रङको स्पेक्ट्रमको शून्य तापक्रममा १६,५०,७३३.७३ तरङ लम्बाइ जति भनेर परिभाषित गरिएको थियो । त्यसपछि शून्य अवस्थामा प्रकाशले $\frac{१}{२,९९,७९,२४५}$ सेकेन्डमा पार गरेको जति दूरीलाई एक मिटर भनिन्छ ।

समय - (सेकेन्डमा) १ सेकेन्डलाई सेसियम - १३३ (Cesium- 133) परमाणुको रेडियसनले ९, १९, २६, ३१, ७७० साइकल पूरा गर्न लागेको समय भनी परिभाषित गरिएको छ ।

SI प्रणालीका केही तत्जन्य एकाइहरू (Derived units)

भौतिक परिमाण	एकाइको नाप	सङ्केत	संलग्न आधारभुत एकाइ
कार्य/शक्ति	जुल	J	$kg\ m^2s^{-2}$
बल	न्युटन	N	$kg\ ms^{-2}$
मोमेन्टम	किलोग्राम मिटर प्रतिसेकेन्ड	Nm	kgm^2s^{-2}
क्षेत्रफल	वर्गमिटर	m^2	m^2
आयतन	घनमिटर	m^3	m^3
घनत्व	किलोग्राम प्रति घनमिटर	kg/m^3	$kg\ m^{-3}$
चाप	पास्कल	Pa	$kg\ m^{-1}s^{-2}$
आवृति	हर्ज	Hz	$Cycles^{-1}$

केही एकाइहरूलाई परिवर्तन गर्ने तालिका यसप्रकार रहेका छन् :

केलाई परिवर्तन गर्ने ?	केमा परिवर्तन गर्ने ?	कतिले गुणन गर्ने ?
एकड	हेक्टर	०.४०४७
एकड	वर्गफिट	४३५६०.००
एकड	वर्गमाइल	०.००१५६२
एट्मोस्फेयर	पारो, से.मि.	७६.००
सेन्टिमिटर	इन्च	०.३९३६
सेन्टिमिटर	फिट	०.०३२८१
घनफिट	घनमिटर	०.०२८३
घनमिटर	घनफिट	३५.३१४५

क्युबिकमिटर	क्युबिकयार्ड	१.३०७९
क्युबिकयार्ड	क्युबिकमिटर	०.७६४६
डिग्री	रेडियन	०.०१७४५
डाइन	ग्राम	०.००१०२
फिट	मिटर	०.३०४८
फिट / सेकेन्ड	माइल / घण्टा	०.६८१८
ग्यालन (अमेरिकी)	लिटर	३.७८५३
ग्राम	औंस	०.०३५३
ग्राम	पाउन्ड	०.००२२०५
हेक्टर	एकड	२.४७१०
हर्सपावर	वाट	७४५.७
घण्टा	दिन	०.०४१६७
इन्च	मिलिमिटर	२५.४०
किलोग्राम	पाउन्ड	२.२०४६
किलोमिटर	माइल	०.६२१४
मिटर	फिट	३.२८०८
मिटर	माइल	०.०००६२१४
माइल	किलोमिटर	१.६०९३
माइल	फिट	५२८०.०

६.२ बल (Force)

कुनै वस्तुको अन्तर्क्रियाबाट अर्को वस्तुमा तानिने वा घचेटिने प्रभाव पर्नुलाई नै बल भनिन्छ । कुनै दुईओटा वस्तुहरूका बीचमा अन्तर्क्रिया हुँदा प्रत्येक वस्तुमा बलको अनुभव सिर्जना हुन जान्छ । वस्तुहरूबीच कुनै पनि प्रकारको अन्तर्क्रिया नहुँदा वस्तुहरूमा बल परेको अनुभव हुँदैन। एउटा स्थिर अवस्थामा रहेको वस्तुलाई चालमा ल्याउन, अथवा चालमा रहेको वस्तुलाई प्रवेग बढाउन उपयोग गरिने प्रक्रिया बल हो । बलले वस्तुको स्थिति परिवर्तन गर्नका लगि भूमिका खेलेको हुन्छ । बलले केकस्ता प्रभावहरू पारेको छ त ?

- बलले स्थिर अवस्थाको वस्तुलाई चालमा ल्याउन मद्दत गर्दछ ।
- स्थिर अवस्थामा रहेको वस्तुलाई बल लगाउँदा उक्त वस्तु चालमा आउन सक्छ ।
- चलिरहेको वस्तुलाई रोक्न मद्दत गर्दछ ।
- चौरमा गुडिरहेको भकुन्डो त्यसमा रहेको घर्षण बलले गर्दा रोकिन्छ ।

- बलले चलिरहेको वस्तुको दिशा परिवर्तन गर्न मद्दत गर्दछ ।
- बलले चलिरहेको वस्तुको गति बढाउन मद्दत गर्दछ ।
- बलले चलिरहेको वस्तुको गति घटाउन मद्दत गर्दछ ।

स्थिर अवस्थाको वस्तु (Object at rest)

कुनै पनि वस्तुले आफ्नो वरिपरिको वस्तुको दाँजोमा स्थान परिवर्तन गरेको छैन भने त्यसलाई स्थिर अवस्थाको वस्तु भनिन्छ । वस्तु कसरी स्थिर अवस्थामा रहेको छ भनी प्रश्न गर्दा बल प्रयोग नभएकाले वस्तु स्थिर अवस्थामा रहेको छ भन्ने स्वभाविक उत्तर आउन सक्दछ । तर वस्तुमा कुनै पनि बल नलागेर स्थिर अवस्थामा रहेको होइन । बरु उक्त वस्तुमा लागेका बलहरू सन्तुलित अवस्थामा रहेकाले त्यसको कूल प्रभाव निष्कृय भएर वस्तु स्थिर अवस्थामा रहन पुगेको हो । टेबलमाथि स्थिर अवस्थामा रहेको किताबमा गुरुत्वाकर्षणबल लागेकै छ । टेबलले किताबलाई माथितिर धकेल्ने बल (Upthrust force) पनि लागेकै छ । घर्षण बल पनि लागेकै छ । यी सबैको सन्तुलित अवस्थाले गर्दा तिनीहरूको प्रभाव शून्य हुन पुग्यो र किताब स्थिर अवस्थामा रह्यो । यदि टेबललाई हटाइदियौं भने किताबमा परेको गुरुत्वाकर्षण बलको कारणले यो चालमा आउँछ र भूइँमा खस्छ ।

चाल अवस्थाका वस्तु (Object at motion)

आफ्नो वरिपरिको वस्तुको तुलनामा वस्तुले स्थान परिवर्तन गरेको छ भने त्यसलाई चाल अवस्थाको वस्तु भनिन्छ । वस्तुमाथि लागेका बलहरूको सन्तुलित अवस्थालाई कुनै बाह्य बलले प्रभाव पार्दा वस्तु चाल अवस्थामा आउँछ । वस्तुमाथि लागेका बलहरू सन्तुलित अवस्थामा नभएको अवस्थासम्म वस्तु चालमा आउँछ । वस्तुहरूमा लागेको बल (अन्तर्क्रिया) लाई दुईभागमा वर्गीकरण गरिएको छ ।

- वस्तुहरू जोडिएर उत्पन्न हुने बल (Contact force)
- वस्तुहरू नजोडिईकन उत्पन्न हुने बल (Forces resulting from action at a distance)

Contact forces :- यस्तो बल खासगरी अन्तर्क्रियामा रहेका वस्तुहरू भौतिक रूपमा आपसमा छोइएको वा जोडिएको हुनुपर्दछ । यसको उदाहरणमा frictional forces, tensional forces, normal forces, spring forces, air resisrance forces र applied forces हरू पर्दछन् ।

Frictional forces :- कुनै सतहमा वस्तु चल्दा वा चालमा आउने चेष्टा गर्दा चालमा अवरोध ल्याउन त्यहाँ उत्पन्न हुने बल Frictional forces हो (The frictional force is the force entered by a surface as an object moves across it or makes an effort to move across it.) । Frictional force ले वस्तुको चाल विरुद्ध कार्य गर्दछ । यदि एउटा किताबलाई टेबलको सतहमा चलाइएको छ भने यसको सतहमा किताबको चालको उल्टो दिशातिर घर्षण बल उत्पन्न हुन्छ । घर्षण दुईओटा वस्तुहरूको सतह आपसमा रगडिँदा उत्पन्न हुन्छ ।

Tensional force :- यो यस्तो बल हो, जुन कुनै तार, डोरीलाई तन्काइएको अवस्थामा प्रसारित भएको हुन्छ । यो बल तारतर्फ निर्देशित हुन्छ र तारको दुवै छेउमा रहेका वस्तुहरूलाई बराबर

मात्रामा तानिरहेको हुन्छ । (The tensional force is the force which is transmitted through string, rope or wire when it is pulled tightly by forces acting from each end)

Normal force :- कुनै स्थिर वस्तुको स्पर्शमा रहेको अर्को वस्तुलाई थाम्न उत्पन्न भएको आधार बल नै Normal force हो । (The normal force is the support force entered upon an object which is in contact with another stable object.)

Spring force :- कुनै तन्काइएको वा खुम्च्याइएको स्प्रिङमा रहेको वस्तुमाथि लाग्ने बललाई spring force भनिन्छ । (The spring force is the force entered by a compressed or stretched spring upon any object which is attached to it.) जुन वस्तुले तारलाई तन्काउने वा खुम्च्याउने गरेको छ , त्यसउपर एउटा बल लागिरहेको हुन्छ जसले वस्तुलाई सन्तुलित वा स्थिर अवस्थामा राख्न मद्दत गर्दछ ।

Air resistance force :- यो एउटा विशेष किसिमको घर्षणबल नै हो जुन हावाको माध्यममा चालमा रहेका वस्तुमा क्रियाशील हुने गर्दछ । अरु घर्षणबलले जस्तै यो बलले समेत वस्तुको चाललाई अवरोध पुऱ्याइंरहेको हुन्छ । धेरैजसो अवस्थामा यसको सानो परिमाणले गर्दा Air resistance force लाई गणना गरिएको पाइदैन ।

Applied force :- कुनै वस्तु वा व्यक्तिले अर्को वस्तुमाथि प्रयोग गर्ने बललाई Applied force भनिन्छ । टेबलमाथिको किताबलाई तान्दा तानेको बल Applied force हो ।

Action-at-a-Distance-force :- बल उत्पन्न गर्न अन्तर्क्रियामा संलग्न वस्तुहरू भौतिकरूपमा एकआपसमा नजोडिएको वा नछोइएको अवस्थामा पनि कुनै वस्तुलाई तान्न वा घचेट्न उत्पन्न हुने बललाई Action-at-a-distance force भनिन्छ । गुरुत्वाकर्षण बल, विद्युतीय बल, चुम्बकीय बल यसैअन्तर्गत पर्दछन् ।

Gravitational force :- कुनै पनि दुई वस्तुहरूको बीचमा एकले अर्कोलाई तान्न खोज्ने बललाई Gravitational force भनिन्छ । लामो दूरी भए तापनि सूर्य र पृथ्वीको बीचमा गुरुत्वाकर्षण बल विद्यमान छ । कुनै वस्तुलाई पृथ्वीको सतहमाथि राख्दा गुरुत्वाकर्षणको प्रभावले त्यो पृथ्वीको सतहमा खस्दछ ।

Electric force:- अणुको केन्द्रमा रहेका प्रोटोनहरू र न्युक्लियसबाहिरका इलेक्ट्रोनहरूको बीचमा विद्युतीय अनुभव भइरहेको हुन्छ । यसबाट निस्कने बललाई Electric force भनिन्छ ।

Magnetic force :- दुईओटा चुम्बकहरू नजिकै राख्दा एकअर्कालाई आकर्षण वा विकर्षण गर्न सक्ने बल उत्पन्न भएको हुन्छ जसलाई Magnetic force भनिन्छ ।

बलको नाप र एकाइ :- बललाई SI unit मा Newton मा नापिन्छ । यो एउटा तत्जन्य एकाइ हो । एक किलोग्रामको पिण्डलाई एक मि. प्रतिसेकेन्डको दरले चालमा ल्याउन लाग्ने बललाई N भनिन्छ ।

पिण्ड र तौल :– साधारणतया बोलीचालीमा पिण्ड र तौललाई एउटै अर्थमा लिएको पाइन्छ । हामीले तराजुमा आफ्नो पिण्ड जोख्दछौं र म त यति किलो रहेछु भन्ने गर्छौं । तौलको अर्थ पिण्डको रूपमा लिने गरिएको भए तापनि तौल एक किसिमको बल नै हो । पिण्ड भन्नाले वस्तुमा अन्तर्निहित पदार्थको मात्रा हो भन्ने बुझिन्छ । पिण्डको एउटा गुण इनर्सिया हो । यो बाह्यबलको प्रयोग नहुन्जेल आफू जुन अवस्थामा रहेको छ त्यही अवस्थमा रहिरहन खोज्दछ । तौललाई एउटा तराजुमा राखेर लिइएको पिण्डको रूपमा नै लिने चलन भए तापनि तौललाई गुरुत्वबलको रूपमा हेरिनुपर्दछ । कुनै पिण्डमाथि लागेको गुरुत्वबल नै त्यस वस्तुको तौल हो । पिण्ड र तौलको अर्थ बुझ्न तलका फरकहरू हेरौं ।

१) पिण्ड कुनै पनि वस्तुमा अन्तर्निहित पदार्थको मात्रा हो जब कि वस्तुमाथि लागेको गुरुत्वबल तौल हो ।

२) पदार्थको पिण्ड जहाँसुकै समान रहन्छ तर वस्तुको तौल ठाउँअनुसार गुरुत्व प्रवेग फरक हुँदा सो पनि परिवर्तन हुँदै जान्छ ।

नापको एकाइ निम्नानुसार रहेको पाइन्छ ।

	SI	FPS	CGS
पिण्ड	किलोग्राम	पाउन्ड	ग्राम
तौल	न्युटन	पाउन्ड	डाइन

६.३ चाल र गति (Motion and velocity)

६.३.१ वेग र गति (Speed and velocity)

कुनै वस्तु कति छिटो चालमा रहेको छ भनी बताउने Scalar quantity लाई वेग भनिन्छ । चाल अबस्थामा रहेको कुनै वस्तुले निश्चित समयमा निश्चित दूरी पार गरेको हुन्छ । प्रति एकाइ समयमा वस्तुले पार गरेको दूरी नै वेग हो । प्रतिएकाइ समयमा बराबर दूरी पार गर्छ भने समान वेग र प्रतिएकाइ समयमा फरक दूरी पार गर्छ भने त्यसलाई असमान वेग भनिन्छ । वस्तु चाल अवस्थामा हुँदा त्यसको औसत वेग निम्न समीकरणबाट निकालिन्छ ।

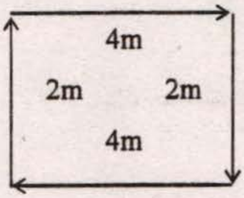
$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{पार गरेको दूरी}}{\text{लागेको समय}}$$

वस्तुको अवस्था परिवर्तनको दरलाई गति भनिन्छ । यो एउटा Vector quantity हो । कुनै व्यक्ति आफ्नो सुरुआतको अवस्थाबाट अगाडि बढ्ने र फेरि पछाडि फर्केर उही स्थानमा पुग्छ भने उसको गति '0' हुन पुग्छ । किनभने उक्त व्यक्तिले आफ्नो सुरुआतको अवस्थालाई कत्ति पनि परिवर्तन गरेको हुँदैन । गति हुन उसको सुरुको अवस्थाबाट निश्चित समयमा एउटा निश्चित दिशामा विस्थापित हुनुपर्छ । वस्तुको गति बारे बताउँदा उसले पार गरेको दूरीको दिशासमेत बताउनुपर्छ । अर्थात वस्तुको बिस्थापन (Displacement) भएपछि मात्र गति छ भन्न सकिन्छ । गतिलाई दिशा

निश्चित भएको वेग पनि भन्ने गरिन्छ । (Velocity is speed with a direction) वस्तु चाल अवस्थामा रहँदा त्यसको औसत गति निम्न समीकरणबाट निकालिन्छ ।

$$\text{औसत गति} = \frac{\text{विस्थापन भएको दूरी}}{\text{समय}}$$

उदाहरण :– एकजना शिक्षक 4 मि. पूर्व, 2 मि. दक्षिण, 4 मि. पश्चिम र 2 मि. उत्तर तर्फ जाँदा कुल 24 सेकेन्ड लागेछ भने उसको औसत वेग र औसत गति कति होला ?



$$\text{यहाँ औसत वेग} = \frac{4+2+4+2}{24}\ m/s$$

$$= \frac{12}{24}\ \text{m/s}$$

$$= 0.5\ \text{m/s}$$

तर शिक्षक चालमा आउन सुरु गरेपछि उनको कुल विस्थापन = 0 m

त्यसकारण गति = 0 m\s हुन्छ ।

६.३.२ न्युटनका गतिसम्बन्धी नियमहरू

वस्तुहरूको चालसम्बन्धमा प्रसिद्ध वैज्ञानिक सर आइजक न्युटनले नियमहरूको प्रतिपाद गरेका छन् । ती नियमहरूलाई छोटकरीमा उल्लेख गरिएको छ ।

पहिलो नियम –

बाहिरी बल प्रयोग नभएसम्म स्थिर वस्तु स्थिर अवस्थामा नै र गतिशील वस्तुले सरल रेखामा समान गतिमा नै रहिरहन खोज्दछ, जबसम्म त्यसमा अन्य बल प्रयोग हुँदैन ।

न्युटनको पहिलो नियमलाई हेर्दा, स्थिरअवस्थामा रहेको भकुन्डोलाई बाहिरी बल लगाएर चाल अवस्थामा ल्याएको त देखिएकै हो । तर गुडिरहेको वस्तुलाई बाहिरी बल प्रयोग भएको नदेखिँदा समेत किन रोकिन पुगेको हो त भन्ने लाग्न सक्दछ । उक्त बलमा लागेको घर्षण बलहरूले गर्दा गतिशील अवस्थामा रहेको बल पनि स्थिर अवस्थामा पुगेको हो । त्यस्तै एकपटक चालमा आइसकेको साइकललाई चालमा राखिरहन अरू बलको आवश्यकता पर्ने थिएन तर त्यहाँ उत्पन्न हुने घर्षण बललाई सन्तुलन गर्न बाह्यबलको आवश्यकता पर्दछ । अनि मात्र साइकल चाल अवस्थामा रहिरहन्छ ।

दोस्रो नियम –

कुनै पनि वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग त्यसमा लगाइएको बलसँग समानुपातिक र त्यस वस्तुको पिण्डसँग ब्युतक्रमानुपातिक हुन्छ ।

जति धेरै बल प्रयोग भयो वस्तुको गति परिवर्तनको दर पनि बढ्दै जान्छ र पिण्ड बढी भएमा त्यसको गति परिवर्तनको दर पनि कम हुँदै जान्छ ।

कुनै वस्तुमा लगाइएको बल F, वस्तुको पिण्ड m र प्रवेग a छ भने पिण्ड स्थिर रहेको अवस्थामा प्रवेग बलसँग समानुपातिक हुन्छ ।

प्रवेग (a) $\propto$ बल (f) (पिण्ड स्थिर भएमा) ------ (i)

वस्तुमा लगाइएको बल स्थिर रहेको अवस्थामा त्यसको प्रवेग पिण्डसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ ।

प्रवेग (a) $\propto \frac{१}{\text{पिण्ड (m)}}$ (बल स्थिर भएमा) .... (ii)

समीकरण i र ii मिलाउदा प्रवेग (a) $\propto \frac{f}{m}$

$f \propto ma$

$f = kma$ .... (iii), (k अचर राशि हो)

1 kg पिण्ड भएको वस्तुलाई 1 m/s^2 प्रवेग उत्पन्न गर्न लाग्ने बललाई 1 N भनिन्छ ।

$1 = 1 \times 1 \times k \qquad \therefore k = 1$

k को मान समीकरण (iii) राख्दा,

$f = 1\ ma$

$f = ma$

तेस्रो नियम : -

प्रत्येक क्रियामा बराबर तर विपरीत प्रतिक्रिया हुन्छ । बलको प्रयोग हुँदा जहिले पनि कम्तीमा दुईओटा बलहरु बीचमा अन्तर्क्रिया हुन्छ । पहिलो वस्तुले दोस्रो वस्तुमा बल प्रयोग गर्दा दोस्रो वस्तुले समेत उत्तिकै बल फर्काउँछ । अन्य अवरोधात्मक बलहरू उपस्थित नहुँदा प्रत्येक क्रियामा बराबर तर विपरीत प्रतिक्रिया भइरहेको हुन्छ । तालमा खियाइरहेका दुईओटा ढुङ्गा आपसमा ठोकिदा दुवै ढुङ्गा बराबर मात्रामा उछिट्टिन्छन् ।

६.३.३ चाल, शक्ति र इनर्सिया (Motion, Energy and Inertia)

आफ्नो वरिपरिको वस्तुको दाजोमा स्थान परिवर्तन गर्नुलाई चाल भनिन्छ । स्थिरअवस्थाको वस्तुलाई चालमा ल्याउन बाहिरी बलको प्रयोग गर्नुपर्दछ । चाल अवस्थाको वस्तु चालमा नै रहिरहन कुनै बाहिरी बलको आवश्यकता पर्दैन । तर पछि विपरीत दिशाबाट बाहिरी बलको उपस्थिति भयो भने कुनै वस्तु चालमा रहिरहन सक्दैन । कुनै पनि कार्य गर्न सक्ने क्षमतालाई शक्ति भनिन्छ । शक्तिलाई जुल एकाइमा नापिन्छ । बल प्रयोग गरी कुनै वस्तुमा चाल उत्पन्न गर्न सकियो भने कार्य भएको मानिन्छ । यस्तो कार्य गर्न सक्ने क्षमता नै शक्ति हो । मानिसले विभिन्न कार्यहरू गर्न सक्दछन् ।

खानाबाट प्राप्त भएको शक्तिबाट मानिसले कार्य गर्न सकेको हुन्छ । शक्तिलाई नष्ट गर्न वा निर्माण गर्न सकिँदैन बरु एक प्रकारको शक्तिलाई अर्को प्रकारको शक्तिमा रूपान्तर गर्न सकिन्छ । यसलाई शक्ति सञ्चयको नियम (Law of Conservation of eneragy) भनिन्छ । शक्तिका विभिन्न स्वरूपहरूका बारेमा यहाँ छोटकरीमा उल्लेख गर्न सान्दर्भिक हुनेछ ।

१) **रासायनिक शक्ति (Chemical energy)**

दाउरा वा अन्य इन्धनहरू बाल्दा ताप र प्रकाश निस्कन्छ । दाउरा वा इन्धनमा रहेको रासायनिक शक्ति ताप र प्रकाश शक्तिमा रूपान्तरित भएको हो । वनस्पतिले सौर्यशक्तिलाई रासायनिक शक्तिमा रूपान्तरित गरी खाद्यपदार्थमा सञ्चित गरेको हुन्छ । त्यसैले वनस्पतिमा खाद्यपदार्थको निर्माण गर्ने क्रिया, प्रकाश संश्लेषणका लागि प्रकाश शक्तिको आवश्यकता पर्दछ । सेलमा रहेको रासायनिक शक्तिबाट विद्युत शक्तिमा रूपान्तर गरी विद्युतीय सामग्रीहरू सञ्चालन गर्न सकिन्छ ।

२) **यान्त्रिक शक्ति (Mechanical energy)**

यान्त्रिक शक्तिलाई दुई किसिममा बाँडिएको छ । वस्तुको अवस्थाअनुसार यी दुई प्रकारका छन् :

(क) स्थितिशक्ति र (ख) गतिशक्ति

वस्तुलाई तन्काएको अवस्थामा त्यहाँ सञ्चित रहेको शक्तिलाई स्थिति शक्ति भनिन्छ । अथवा कुनै वस्तु उचाइमा स्थिर अवस्थामा रहँदा सञ्चित रहेको शक्ति नै स्थिति शक्ति हो । बाँधमा रोकिएको पानीमा स्थिति शक्ति हुन्छ । त्यही पानीको प्रवाह हुनासाथ गति शक्तिमा रूपान्तर हुन्छ । वस्तुको चालले गर्दा उत्पन्न हुने शक्तिलाई गतिशक्ति भनिन्छ ।

गति शक्ति $K.E. = \frac{1}{2}m\vartheta^2$ र स्थिति शक्ति (P.E.) = Mgh सूत्रहरूबाट आकलन गर्न सकिन्छ । वस्तुको गति शक्ति बढ्नका लागि वस्तुको पिण्ड वा गति वृद्धि हुनुपर्छ भने स्थिति शक्ति वृद्धि हुनका लागि वस्तुको पिण्ड वा उचाइ राख्नुपर्छ अर्थात उचाइ वृद्धि गर्नुपर्छ भन्ने कुरा उल्लिखित सूत्रहरूले इङ्गित गरेको देखिन्छ ।

३. **विद्युत् शक्ति (Electric Energy)**

वस्तुमा अन्तर्निहित इलोक्ट्रोनहरूको प्रवाह विद्युत् शक्तिमा रूपान्तरित हुन्छ । चुम्बकीय बल रेखाहरू आपसमा काँटिदा विद्युत् शक्तिको उत्पादन हुन्छ ।

४. **ताप शक्ति (Heat Energy) : –** पदार्थका अणुहरूको गति शक्तिको कारणबाट तापशक्ति उत्पन्न हुन्छ । हामीले हाम्रा हत्केलाहरू रगड्दा तातो आएको अनुभव गर्दछौं । हातमा घर्षणको कारणले ताप उत्पन्न भएको हो ।

५. **ध्वनि शक्ति (Sound Energy) : –** वस्तुको कम्पनबाट ध्वनि उत्पादन हुन्छ । तरङ्गको रूपमा ध्वनि शक्तिको प्रसारण हुन्छ ।

६. **प्रकाश शक्ति (Light Energy) : –** धेरै उच्च तापक्रम भएको वस्तुले प्रकाश दिन्छ । प्रकाश पनि एक प्रकारको शक्ति हो । प्रकाश शक्ति विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गको रुपमा प्रशारण हुन्छ ।

७. चुम्बकीय शक्ति (Magnetic Energy) : - चुम्बकीय वस्तुका अणुहरू समान ध्रुवहरु एकै दिशामा फर्केर बस्दा सो वस्तुमा चुम्बकीय शक्ति उत्पन्न हुन्छ ।

८. पारमाणविक शक्ति (Atomic Energy) : - परमाणुको न्युक्लियस विच्छेदन वा संयोजन हुँदा अत्यधिक मात्रामा शक्ति उत्पादन हुन्छ । यसरी उत्पादन भएको शक्तिलाई पारमाणविक शक्ति भनिन्छ । सूर्यमा पारमाणविक शक्ति ताप र प्रकाश शक्तिमा रूपान्तर भइरहेको हुन्छ ।

इनर्सिया (Inertia)

वस्तुको आफ्नो यथास्थितिमा रहन खोज्ने गुणलाई इनर्सिया भनिन्छ । चाल अवस्थामा रहेको वस्तु त्यसमा बाह्यबल नलागेसम्म चाल अवस्थामा रहिरहन्छ । त्यसरी नै स्थिर अवस्थामा रहेको वस्तु त्यसमा बाह्यबलको प्रयोग नभएसम्म स्थिर अवस्थामा रहिरहन्छ । चालमा रहेको वस्तु चालमा नै रहिरहन खोज्नु चाल इनर्सिया र स्थिरमा भएको वस्तु स्थिर अवस्थामा नै रहन खोज्नु स्थिर इनर्सिया हो ।

६.३.४ गुरुत्वबलले गर्दा हुने प्रवेग (Acceleration due to gravity)

कुनै वस्तुलाई स्वतन्त्ररूपले खस्न दिने हो भने स्वभाविकरूपले यो वस्तु पृथ्वीको सतहमा खस्छ । माथिबाट खसिरहँदा प्रत्येक सेकेन्डमा यसले पार गर्ने दूरी वृद्धि हुँदै जान्छ । उक्त वस्तुको गति एउटा निश्चित दरमा बढ्दै जान्छ । एउटा निश्चित दरमा गति बढ्नु भनेको प्रवेग उत्पन्न हुनु हो । वस्तु माथिबाट तल खस्दा उत्पन्न भएको प्रवेग गुरुत्वबलका कारणले भएको हो । गुरुत्वबलले गर्दा हुने प्रवेगलाई गुरुत्व प्रवेग भनिन्छ । गुरुत्व प्रवेगको औसत मान पृथ्वीमा 9.8 मि./से^{2} हुन्छ । निश्चित क्षेत्रमा 9.78 मि./से^{2} देखि ध्रुवीय क्षेत्रमा 9.81 मि./से^{2} हुन्छ ।

६.३.५ गुरुत्वबल र गुरुत्वाकर्षण बल (Gravity and gravitation)

उकालोमा हिँडदा हामी छिट्टै थाकेको महसुस गर्दछौं । पृथ्वीको सतहबाट माथि फ्याँकिएको वस्तु फेरि पृथ्वीमा नै खसेको हुन्छ । एउटा रूखमा फलेको फल पाकेपछि आकाशतिर नहुँइकीकन पृथ्वीको सतहतिर नै खस्दछ । यस्ता खालका घटनाहरूको एउटै कारण हो पृथ्वीको गुरुत्वबल । पृथ्वीले आफ्नो वरपरका वस्तुहरूलाई आफ्नो केन्द्रतर्फ आकर्षण गर्ने बललाई नै गुरुत्वबल भनिन्छ । यही कारणले अस्तित्त्वमा रहेका पदार्थहरू पृथ्वीको केन्द्रतिर आकर्षित भइरहेका छन् । गुरुत्वबल र गुरुत्वाकर्षण बललाई उस्तै रूपमा लिइने गरे तापनि यी दुईमा केही भिन्नताहरू छन् । हरेक पिण्डले अर्को पिण्डलाई निश्चित बलले आफूतिर आकर्षित गरिरहेको हुन्छ । पिण्डहरूबीचको आपसी आकर्षण बललाई गुरुत्वाकर्षण बल भनिन्छ । न्युटनद्वारा प्रतिपादित गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियमले भन्दछ, "ब्रह्माण्डमा रहेका कुनै पनि दुईओटा वस्तुहरूबीच लाग्ने आपसी आकर्षण बल ती दुई वस्तुहरूको पिण्डको गुणनफलसँग समानुपातिक र तिनीहरूको केन्द्रबीचको दूरीको वर्गसँग व्युतक्रमानुपाती हुन्छ" । गणितीय रूपमा यसलाई निम्न सूत्रमा व्यक्त गरिन्छ :

$$F = \frac{G.m_1m_2}{d^2}$$

F = दुई वस्तुबीच उत्पन्न हुने बल (न्युटनमा)

m_1 र m_2 दुईओटा वस्तुहरूको पिण्ड (कि.ग्रा.मा)

d - दुईवस्तुको केन्द्रबीचको दूरी (मिटरमा)

G अचल राशि हो, जसको मान $6.67 \times 10^{-11} Nm^2/Kg^2$ हुन्छ ।

गुरुत्व अचर G को मानलाई वस्तुहरूबीचको माध्यम, वस्तुहरूको पिण्ड वा तिनीहरूबीचको दूरी मध्ये कुनैले पनि प्रभावित पार्दैन ।

गुरुत्व अचर G को एकाइ,

न्युटनको गुरुत्वाकर्षणसम्बन्धी विश्वव्यापी नियमानुसार, m र M पिण्डहरू r एकाइ टाढा राखेमा ती पिण्डहरूबीच उत्पन्न हुने बल $G = \frac{Mm}{r^2}$

$$G = F \times \frac{r^2}{Mm}$$

F लाई न्युटनमा, r लाई मिटरमा र पिण्डलाई Kg एकाइमा नाप्दा G को एकाइ $= N.\frac{m^2}{Kg.Kg.} = Nm^2Kg^{-2}$ हुन्छ ।

गुरुत्वाकर्षण बलले गर्दा नै वायुमण्डललाई पृथ्वीको वरिपरि रहिरहन सकेको हो । वर्षाको पानी पृथ्वीको सतहमा झर्नु, सवै जीवजन्तुहरू पृथ्वीको सतहमा रहन सक्नु नै गुरुवाकर्षणका कारणले गर्दा भएको हो ।

यहाँ वस्तुको अर्धव्यास नगन्य (ज्यादै कम) भएकाले पृथ्वीको अर्धव्यास (R) लाई नै पृथ्वी र वस्तुको केन्द्र बीचको दूरी मानिन्छ ।

गुरुत्वबल : एउटा पिण्ड अत्यन्त ठूलो र अर्को पिण्ड सानो भएको खण्डमा ठूलो वस्तुमा गुरुत्वाकर्षण भएको देखिन्छ । यसरी सानो पिण्डलाई ठूलो पिण्डले आकर्षण गर्ने बललाई गुरुत्वबल भनिन्छ । पृथ्वीमा रहेको सबै वस्तुमा पनि यस्तो गुरुत्वबल उत्पन्न हुन्छ ।

यदि पृथ्वीको पिण्ड M, वस्तुको पिण्ड m , पृथ्वी र वस्तुबीचको दूरी R भए, गुरुत्व बल

$$F = \frac{GMm}{R^2} \text{ (G गुरुत्व अचर हो)... ... ... (i)}$$

यो बलले गर्दा वस्तु पृथ्वीतिर एउटा निश्चित प्रवेगमा आकर्षित हुन्छ ।
फेरि, न्युटनको चालसम्बन्धी दोस्रो नियमअनुसार $F = m \times a$

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

$$a = G \times \frac{M}{R^2}$$

यो प्रवेग गुरुत्वबलले गर्दा हुने प्रवेग हो । यसको संकेत *'g'* हो ।

$$g = G \times \frac{M}{R^2}$$

जहाँ $G = 6.67x10^{-11} Nm^2/kg^2$ (गुरुत्वाकर्षण अचर)

$M = 6x10^{24}\ kg$ (पृथ्वीको पिण्ड)

$R = 6.4x10^6\ m$ (पृथ्वीको अर्धव्यास)

$$g = \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.8\ m/s^2$$

चन्द्रमाको सतहमा चन्द्रमाले गर्दा हुने प्रवेग कति हुन्छ ?

$$g = G \times \frac{M}{R^2}$$

G – gravitation constant = $6.67x10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$

M – mass of moon = $7.4x10^{22}$ kg

R – radius of moon = $1740x10^3$ m

$$= \frac{6.67\times10^{-11}\times7.4\times10^{22}}{(1740\times10^3)^2} = 1.63\ m/s^2//$$

६.३.६ स्वतन्त्र खसाइ (Free fall)

पृथ्वीले आफ्नो वरिपरि रहेका वस्तुलाई आफूतिर आकर्षित गर्ने गुणले गर्दा नै माथि फ्याँकिएको हरेक वस्तु पृथ्वीको सतहमा खस्दछ । पहिला मानिसहरूमा हलुका वस्तु ढिला र गन्हौं वस्तु छिटो खस्छ भन्ने मान्यता थियो । ग्यालिलियोले यस कुरालाई गलत सिद्ध गरिदिए । स्वतन्त्ररूपमा खसेका सबै वस्तुको गुरुत्व प्रवेग समान हुन्छ । गुरुत्व प्रवेग वस्तुको पिण्डसँग निर्भर हुँदैन भन्ने कुरा प्रयोगबाट पुष्टि भइसकेको छ । रबर्ट ब्वाईलले (Robert Boyle) ले एउटा लामो भ्याकुम ट्युबमा प्वाँख र पैसालाई एकैचोटि खसाल्दा दुवै वस्तु सँगै खसेको पाइयो । हावाको अवरोधले गर्दामात्र पृथ्वीमा स्वतन्त्ररूपमा खसालिएको वस्तुको प्रवेग घटबढ गराउँदो रहेछ भन्ने निष्कर्षमा पुगेका थिए । स्वतन्त्ररूपबाट खसालिएका सबै वस्तुहरूमा उत्पन्न हुने गुरुत्वबलले गर्दा हुने प्रवेग समान हुन्छ । यो उनीहरूको पिण्डमा निर्भर रहँदैन ।

६.४ चाप (Pressure)

हामी हिँड्दा पाइतालाले जमिनतर्फ धकेलेको हुन्छ भने जमिनले पाइतालालाई माथितर्फ धकेलेको अनुभव हामी सबैले गरेकै छौं । हाइड्रोजन भरेर छोडिएको बेलुन जमिनको सतहबाट माथि पुगेपछि फुट्छ । एउटा टिनको बट्टालाई तताउनेबित्तिकै बिर्को लगाइदिने हो र त्यहाँभित्र हावा छिर्न नदिने हो भने उक्त बट्टा चिसिए पछि कुच्चिन्छ । घरमा राखिएको एउटै पानी ट्याङ्कीबाट एउटै लाइनमा जोडिएका धाराहरूमध्ये माथिल्लो तलामा भन्दा तल्लो तलाको धारामा पानी बढी आउँछ । यी

उदाहरणहरूमा चापसँग सम्बन्धित त्रिषयहरू समेटिएका छन् । वास्तवमा प्रतिएकाइ क्षेत्रफलमा लाग्ने बललाई चाप भनिन्छ । चापलाई पास्कल (Pa) एकाइमा नापिन्छ । एकजना मानिस काँटीको टुप्पो फर्केको दिशामा टेकेर हिड्न सक्दैन तर धेरै काँटीहरू ठोकिएको ठाउँमा ऊ सजिलै हिड्न सक्दछ । चापसँग क्षेत्रफल र बलको आपसी सम्बन्ध रहेको हुनाले नै यस्तो भएको हो । सर्कसमा मान्छेको पेटमाथि फल्याक राखेर हात्ती हिँड्दा पनि उक्त मान्छेलाई केही नभएको देखाइन्छ । यसको कारण पनि बल र क्षेत्रफलसँग चापको सम्बन्ध हुनु हो ।

६.४.१ बल, क्षेत्रफल र चापको सम्बन्ध (Relationship between force, area & pressure)

बलले दिने चाप बलको परिमाणसँग समानुपातिक हुन्छ । अर्थात निश्चित ठाउँमा लागेको बल धेरै भए चाप पनि धेरै र बल थोरै भए चाप थोरै हुन्छ ।

चाप $(P) \propto$ बल (F) .... (i)

समान परिमाणको बल लगाउँदा ठूलो क्षेत्रफलमा चाप कम र सानो क्षेत्रफलमा चाप बढी हुन्छ । चाप लगाइएको क्षेत्रफलसँग ब्युतक्रमानुपाति हुन्छ ।

$$\text{चाप } (P) \propto \frac{1}{\text{क्षेत्रफल } A} \quad .... \quad (ii)$$

समीकरण (i) र (ii) बाट

$$\text{चाप (P)} \propto \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

वा $P = \frac{F}{A}K$ (K एउटा अचर हो)

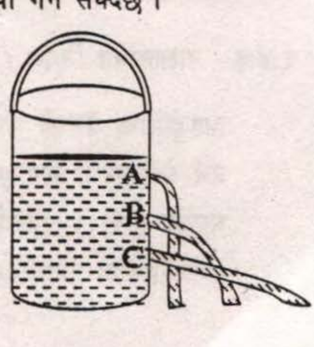
यदि 1 वर्गमिटर क्षेत्रफलमा 1 N बल लागेको छ भने त्यसमा लागेको चाप 1 Nm^{-2} हुन्छ ।

$\therefore$ K = 1 हुन्छ ।

$\therefore P = \frac{F}{A}$ हुन्छ । यहाँ बलको एकाइ न्युटन (N) र क्षेत्रफलको एकाइ वर्गमिटर (m^2) भएकोले चापको एकाइ न्युटन प्रतिवर्ग मिटर (Nm^{-2}) हुन्छ ।

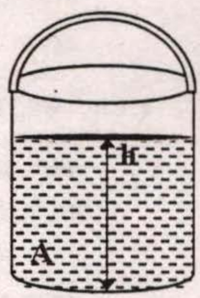
ढलानयुक्त घरहरू बनाउँदा निर्माण गरिने बिम तथा काठले बनेका घरका दलिनहरूको फराकिलोपनभन्दा गहिराइ बढी बनाउने कारण पनि $P = \frac{F}{A}$ ले व्याख्या गर्न सक्दछ ।

६.४.२ उर्ध्वचाप (Upthrust)



एउटा बाल्टिनभरि पानी राखेर बिर्को लगाइएको प्लास्टिकको बट्टा छोडिदिँदा त्यो उत्रन्छ । एउटा मिनरल वाटरको बोटलमा चित्रमा जस्तै लहरै तीनवटा मसिनो प्वाल पार्नुहोस् । प्वाल थुनेर बोटलमा पानी भर्नुहोस् । टेबलको छेउमा बोटल राखेर प्वाल खोल्नुहोस् । कुन प्वालको पानी परसम्म गयो ? कुन प्वालबाट पानी बढी चापले निस्क्यो ? किन ?

(यहाँ पानीलाई नजिकै खस्न दिँदा 'B' प्वालको पानी परसम्म गएको देखिन्छ । त्यसैले बोटललाई टेबलको छेउमा राखेर पानीलाई अलि तल खस्न दिनु परेको हो ।) पानीले दिने चाप पानिको स्तम्भको उचाइ घटेअनुसार घट्दै जान्छ । साथै अन्य तरल पदार्थले पिँधमा दिने चाप पनि यसको उचाइसँग समानुपातिक हुन्छ । यहाँ एउटा उदाहरण हेरौँ । बाल्टिनको पिँधको क्षेत्रफल A , तरल पदार्थको उचाइ h छ भने उक्त पानीको तौल बराबरको बल बाल्टिनको पिँधमा पर्छ ।



पानीको घनत्व $= d$ भए

तरल पदार्थको पिण्ड = आयतन x घनत्व

$m = A \times h \times d$

तौल = mg

तरल पदार्थको चाप $= \frac{\text{तौल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{mg}{A} = \frac{A \times h \times d \times g}{A} = h \times d \times g$

यहाँ $P = h \times d \times g$

तर एकै ठाउँमा र एउटै तरल पदार्थ लिएर प्रयोग गर्दा गुरुत्वप्रवेग (g) र कुनै वस्तुको घनत्व (d) अचर राशि हुन् ।

$\therefore p \alpha h$ अर्थात् तरल पदार्थले दिने चाप यसको उचाइअनुसार फरक पर्न जान्छ ।

यही कारणले घरको माथिल्लो तलामा भन्दा तल्लो तहमा रहेको धारामा पानी वेगले निस्कन्छ । उचाइ बढेअनुसार यसले माथितिर दिने चाप Upthrust पनि बढ्दै जान्छ ।

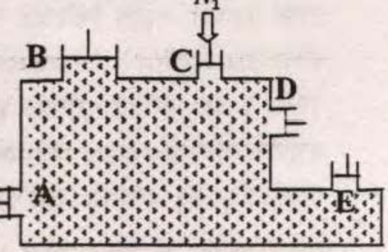
जमिनमा घिसार्न नसकिएको मुढालाई नदी वा तलाउको पानीमा सजिलैसँग घिसार्न सकिन्छ । कुनै वस्तुलाई हावामा भन्दा पानीभित्र सजिलै उठाउन सकिन्छ । यी सबै कुराहरू तरल पदार्थले ती वस्तुहरूलाई माथितिर धकेल्ने बलले गर्दा भएको हो । यही बललाई नै उर्ध्वचाप भनिन्छ ।

एउटा वस्तुलाई हावामा जोख्दा त्यसको तौल W_1 र पानीमा जोख्दा त्यसको तौल W_2 भयो भने उक्त वस्तुमा लागेको उर्ध्वचाप = W_1-W_2 हुन्छ । उर्ध्वचापलाई उतार्ने बल (buoyant force) पनि भनिन्छ ।

६.४.३ पास्कलको नियम (Pascal's law)

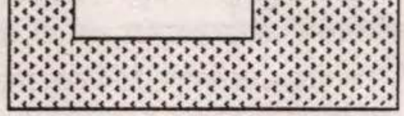
हाइड्रोलिक प्रेसको प्रणालीमा प्रयोग भएका नखुम्चने तरलजन्य पदार्थ; जस्तै तेल वा पानीको प्रति वर्ग क्षेत्रफलमा लगाइएको बल एक ठाँउबाट अर्को ठाँउमा त्यतिकै क्षेत्रफलमा त्यत्तिकै बल प्रसारण भएको हुन्छ । एयरक्राफ्टको ब्रेक प्रणालीमा, थोरै बल लगाएर धेरै बल सिर्जना गर्नुपर्ने अन्य प्रणालीहरूमा हाइड्रोलिक प्रेसको प्रक्रिया अपनाइएको हुन्छ ।

दिइएको चित्रमा A,B,C,D,E पिस्टनहरू देखाइएका छन् । उक्त सिलिन्डरमा राखिएको पानीमा C पिस्टनको प्रति एकाइ क्षेत्रफल छ र अन्य पिस्टनहरू फरकफरक क्षेत्रफलका छन् । यदि पिस्टन C मा 1 N को बल लगाइएको छ भने अन्य सबै पिस्टनहरूमा प्रतिएकाइ क्षेत्रफलमा 1 न्युटनको बलले धकेलिरहेको हुन्छ ।



फ्रेन्च वैज्ञानिक **Blaise Pascal (1623 - 1662)** ले यस सम्बन्धमा एउटा तथ्य प्रकाशमा ल्याए जसलाई पास्कलको नियम भनिन्छ । पास्कलको नियमानुसार स्थिर अवस्थामा कुनै भाँडोमा रहेको तरल पदार्थमा चाप प्रेषित गरियो भने उक्त चाप उक्त भाँडाको प्रत्येक सतहमा नखुम्चिइकन बराबर रूपमा लागिरहेको हुन्छ । (When any Part of a combined liquid at rest is subjected to pressure, the applied pressure is transmitted equally and undiminished to every portion of the inner surface of the containing vessel.)

मानौ देखाइएको चित्र A पिस्टनमा 5 N को बल लगाइएको छ र त्यसको क्षेत्रफल 0.04 sq.m. त्यसमा लगाइएको चाप $P = \frac{5}{.04} = 125\ Pa$



यति नै चाप B पिस्टन पर्न जान्छ । यदि पिस्टन B को क्षेत्रफल 0.5 sq.m छ भने त्यसमा लाग्ने बल F = P x A = 125 x 0.5 = 62.5 N हुन्छ ।

यसरी उक्त प्रणालीमा बल 12 गुणाभन्दा बढी प्रवर्धन भएको देखिन्छ । यसबाट हाइड्रोलिक पद्धतिमा यान्त्रिक किफायती = $\frac{\text{ठूलो पिस्टनको क्षेत्रफल}}{\text{सानो पिस्टनको क्षेत्रफल}}$ हुन्छ भन्ने कुरा प्रस्ट हुन्छ ।

यसलाई पुष्टि गर्न माथिको चित्रको सहारा लिउँ,

पास्कलको नियमअनुसार :
पिस्टन A मा परेको चाप = पिस्टन B मा परेको चाप

$P_1 = P_2$

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

[F_1 - पिस्टन A मा लगाइएको बल, F_2 - Piston B को बल
A_1 - पिस्टन A को Cross sectional area A_2 Piston B को Cross-Area]

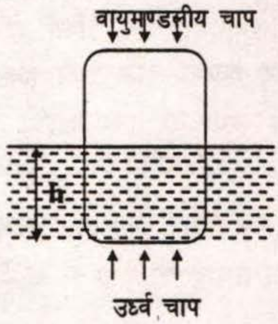
$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

त्यस कारण यान्त्रिक किफायती $= \frac{A_2}{A_1} = \frac{\text{ठूलो पिस्टनको क्षेत्रफल}}{\text{सानो पिस्टनको क्षेत्रफल}}$

६.४.४ आर्कमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle)

तरल पदार्थले एउटा निश्चित चापमा पदार्थलाई धकेलिरहेको हुन्छ भन्ने कुरा बुझ्नका लागि हाम्रै वरिपरिका विभिन्न घटनाहरूलाई लिन सकिन्छ । जमिनमा ठूलो मानिसलाई सानो मानिसले उचाल्न सक्दैन । तर पानीमा उचाल्न सक्छ । जमिनमा उचाल्न कठिन भएको वस्तुलाई पानीमा सजिलैसँग उचाल्न सकिन्छ । तरल पदार्थको माथितिर धकेल्ने गुणले गर्दा नै वस्तुलाई पानीभित्र उचाल्न सजिलो भएको हो । यो बललाई उर्ध्वचाप भनिन्छ ।

चित्रमा एउटा भाँडोलाई तरल पदार्थमा राखिएको छ । भाँडो तरल पदार्थको h गहिराइसम्म डुबेको छ । cross sectional area A , र तरलको घनत्व d भए उक्त वस्तुमा लागेको उर्ध्वचाप hdg x A हुन्छ ।



$F = hdg \times A$

$= h \times A \times d.g$

$= V \times d.g$

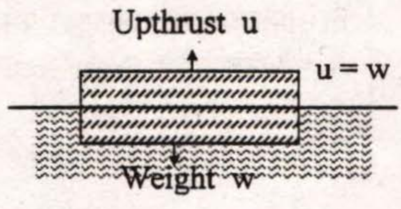
$= mg$ [$m = V \times d$,) र m = विस्थापित पानीको पिण्ड]

∴ उर्ध्वचाप विस्थापित तरलको तौलसँग बराबर हुन्छ ।

आर्कमिडिजको सिद्धान्तअनुसार पूर्ण वा आंशिकरूपमा तरल पदार्थमा डुबेको वस्तुमा तरल पदार्थले दिने उर्ध्वचाप उक्त वस्तुले विस्थापित गरेको तरलको तौलसँग बराबर हुन्छ । (Any body partly or wholly immersed in a liquid experiences an upthust which is equal to the weight of the liquid displaced)

६.४.५ उत्रने नियमहरू (Law of floatation)

तरल वस्तु नै यस्तो हो जसमा वस्तुलाई राख्दा उर्ध्वचाप दिन्छ । तर पृथ्वीले वस्तुलाई तलतिर तान्ने बल लगाउँदा यो बल नै वस्तुको तौल हुन जान्छ । तरलमा राखिएको वस्तुमा यी दुई बलहरु विपरीत दिशातर्फ लागेका हुन्छन् । वस्तु तरल पदार्थमा उत्रनका लागि उर्ध्वचाप वस्तुको तौलसँग बराबर हुनुपर्दछ । आंशिक रुपले उत्रिरहेको वस्तुको तौल पनि त्यसले विस्थापित गरेको तरलको तौलसँग बराबर हुनुपर्दछ । जुनसुकै अवस्थामा उत्रिरहेको वस्तुको तौल त्यसले विस्थापित गरेको तरलको तौलसँग बराबर हुनुपर्छ ।



वस्तुको आयतन = V_B
विस्थापित तरलको आयतन = V_L
वस्तुको घनत्व = ς_B
तरलको घनत्व = ς_L भए
वस्तुको पिण्ड = विस्थापित तरल पदार्थको पिण्ड

वस्तुको पिण्ड = विस्थापित तरल पदार्थको पिण्ड

$M_B = M_L$

$V_B \times \varsigma_B = V_L \times \varsigma_L$

$\frac{\varsigma_B}{\varsigma_L} = \frac{V_L}{V_B} = r$ { $r =$ वस्तु र तरलको घनत्वको अनुपात }

$r < 1$ भए, वस्तु तरलमा उत्रन्छ । वस्तु तरलपदार्थमा छोपिने गरी ढाकिनका लागि वस्तुको घनत्व र तरलको घनत्व बराबर हुनुपर्दछ ।

१. वस्तुको तौल उर्ध्वचापभन्दा बढी भएमा उक्त तरल पदार्थमा डुब्दछ ।

२. वस्तुको तौल उर्ध्वचापसँग बराबर भएमा वस्तु तरलभित्र जुनसुकै गहिराइमा उत्रन्छ ।

३. वस्तुको तौल उर्ध्वचापभन्दा कम छ भने, वस्तु तरलमा आंशिक रुपले वस्तुको सतहमा उत्रन्छ । वस्तुको त्यति भाग पानीभित्र रहन्छ जसले विस्थापित गरेको तरल पदार्थ तौल वस्तुको पूरै तौलसँग बराबर हुन्छ ।

६.५ साधारण यन्त्र (Simple machine) :-

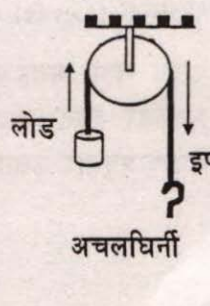
मानिसको जीवनमा आइपर्ने विविध भौतिक कार्यहरूलाई सजिलोसँग वा छिटो गतिमा सम्पन्न गर्न सहयोग गर्ने उपकरणलाई साधारण यन्त्र भनिन्छ । हामीले यस्ता साधारण यन्त्रहरूलाई प्रयोग गरिरहेका छौं । घरको तलामा चढ्न भऱ्याङको प्रयोग, इनारबाट पानी सजिलैसँग झिक्न र बललाई विपरीत दिशातिर कार्य गराउन घिर्नीको प्रयोग, गाउँघरमा अन्न कुट्न प्रयोग गरिने ढिकी आदि साधारण यन्त्रका उदाहरणहरू हुन् । याहाँ विभिन्न किसिमका साधारण यन्त्रहरूको परिचय र प्रयोगको बारेमा तल वर्णन गरिनेछ ।

घिर्नी (Pulleys)

कुनै वृत्ताकार पाङ्ग्रा वा चक्का जस्को केन्द्रमा बनाइएको प्वालबाट डन्डी घुसारेर अड्याउने भाग बनाइएको र त्यसको घेरामा बनाइएको खाल्डोबाट डोरीको सहयोगले कुनै गह्रौ वस्तुलाई आफूलाई चाहिएको दिशातिर सार्न सकिन्छ भने त्यसलाई घिर्नी भनिन्छ । सहरतिर बिजुलीका प्रसारण लाइनमा ट्रान्सफर्मर जोड्न पर्दा घिर्नीको प्रयोग गरी त्यसलाई उचालेको देखेका छौं । गाउँघरतिर घिर्नीको प्रयोगद्वारा इनारबाट पानी झिकेको हामी सबैले देखेका छौं ।

साधारणतया घिर्नी दुई किसिमका हुन्छन् :

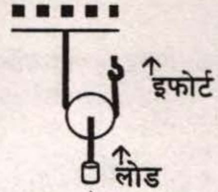
अचल घिर्नी (Fixed Pulley) र चल घिर्नी (Movable pulley)



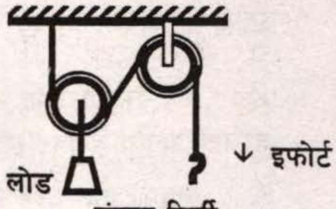
अचलघिर्नी

अचल घिर्नी (Fixed pulley):- इनारबाट पानी झिक्ने ठाउँमा राखिएको घिर्नी अचल घिर्नी हो । बललाई जमिनको दिशातिर लगाउँदा पानीको बाल्टिन विपरीत दिशातिर वा जमिनको माथितिर सरेको हुन्छ । यसमा लगाइएको लोड र इफोर्ट बराबर हुन्छ र दुवैले बराबर दूरी पार गर्छन ।

चल घिर्नी (Movable pulley):- घिर्नीलाई कुनै निश्चित आधारमा बांधेर सार्दा लोडसँगै सर्ने गरी मिलाइएको घिर्नीलाई चल घिर्नी भनिन्छ । एक चल घिर्नीमा इफोर्ट लागेकै दिशातिर लोड सर्दछ र इफोर्टले लोडले भन्दा दुईगुणा दूरी पार गर्छ । यसको गति अनुपात 2 रहन्छ ।



चल र अचल घिर्नी संयुक्त रूपमा प्रयोग गरी कार्यलाई छिटो र सजिलो पार्न सकिन्छ । यस्तो घिर्नीको समूहलाई संयुक्त घिर्नी भनिन्छ । संयुक्त घिर्नीमा भएको घिर्नी सङ्ख्या नै त्यसको गति अनुपात हुन्छ ।



संयुक्त घिर्नी

६.५.२ पाङ्ग्रा र बिँड (Wheel & Axle)

पाङ्ग्रा र बिँडसँगै जोडिएको र पाङ्ग्रा घुमाउँदा बिँड पनि घुम्ने र बिँडमा झुन्डाइएको लोडले समेत दूरी पार गर्ने गरी बनाइएको सरल यन्त्र नै पाङ्ग्रा र बिँड हो । हाम्रो पानीको धारामा टुटीको माथिपट्टि पाङ्ग्राजस्तो भाग राखेको देखेका छौं । साइकलको पाउदानी, नट खोल्न प्रयोग भएको रेन्ची आदि पाङ्ग्रा र बिँडका उदाहरण हुन् । कसिएर रहेको नट खोल्न लामो हातो भएको रेन्ची प्रयोग गरिन्छ । थोरै बल लगाएर पनि यसबाट धेरै कार्य गर्न सकिन्छ ।

६.५.३ फेसो (Wedge)

एकातिर धारिलो वा तिखो भएको, अर्कोतिर फराकिलो भाग भएको र फराकिलो भागमा इफोर्ट लगाउँदा धारिलो भागले कार्य गर्न सक्ने सामग्रीलाई फेसो भनिन्छ । बन्चरोले काठ काट्दा, सियोले सिउँदा एउटा चक्कुले तरकारी काट्दा आदि काममा हामीले दैनिक रूपमा फेसोको प्रयोग गरिरहेका छौं ।

६.५.४ छड्के सतह (Inclined plane)

तल्लो सतहबाट माथिल्लो सतहमा कुनै लोडलाई लैजानु पर्दा सतहसँग छड्के पारेर राखिएका सतहहरू छड्के सतह हुन् । ट्रकहरूमा सामान राख्नुपर्दा, घरको तलामा उक्लन पर्दा छडके सतहहरूको प्रयोग गरिएको हुन्छ । यसको मद्दतले थोरै इफोर्ट लगाई धेरै लोड उठाउन सकिन्छ । छड्के सतहले जमिनसँग जति थोरै डिग्रीको कोण बनाउँछ यति नै कार्यमा सजिलो हुन्छ ।

६.५.५ उत्तोलक (Lever)

एउटा लामो सतह जसको निश्चित ठाउँमा अड्ने विन्दु रहेको हुन्छ र एकातिर बल लगाइन्छ र अर्कोतिर लोड उठाइन्छ भने त्यसलाई उत्तोलक भनिन्छ । उत्तोलकको बल, बिँड र लोडको अवस्थाअनुसार उत्तोलक तीन प्रकारका हुन्छन् ।

१. **पहिलो दर्जाको उत्तोलक** :- लोड र इफोर्टको बीचमा फलक्रम रहने उत्तोलक पहिलो दर्जाको उत्तोलक हो । ढिकीको प्रयोगबाट कार्य गरेको र कैंचीले केही वस्तुहरू काटिएको देखेकै छौं । यिनीहरू पहिलो दर्जाका उत्तोलक हुन् ।

२. **दोस्रो दार्जाको उत्तोलक** :- फलक्रम र इफोर्टको बीचमा लोड रहने उत्तोलक दोस्रो दर्जाको उत्तोलक हुन् । एक पाङ्ग्रे ठेलागाडा, सरौता जस्ता वस्तुहरू यसका उदाहरण हुन् ।

३. **तेस्रो दर्जाका उत्तोलक** : फलक्रम र लोडको बीचमा इफोर्ट रहने उत्तोलक तेस्रो दर्जाको उत्तोलक हुन् । चिम्टा, पाखुरा यस उत्तोलकका उदाहरण हुन् ।

६.५.६ पेच (Screw)

एउटै सतहमा बेरिएर रहेका छड्के सतहका समग्र रूप पेच हो । सतहको उचाइसँगै छड्के सतह घुमाउरो पाराले वृद्धि हुँदै जान्छ । मोटर वा अन्य वस्तु उठाउन प्रयोग भएको ज्याक, स्क्रु, पेचकिला, बर्मा आदि पेचका उदाहरण हुन् ।

६.५.७ साधारण यन्त्रहरूको गति अनुपात, यान्त्रिक किफायती र कार्यक्षमता

(Velocity ratio, mechanical advantage & Efficiency of Simple machines)

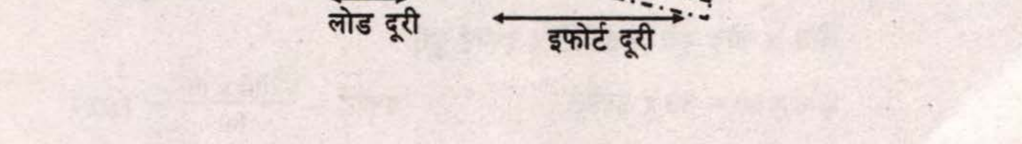
यान्त्रिक फाइदा (Mechanical advantage) :- साधारण यन्त्रको प्रयोग गरी कार्य गर्नुपर्दा अथवा लोडलाई चलाउन प्रयोग गरिएको बल जति प्रवर्धन (magnify) हुन सक्छ, त्यो नै यान्त्रिक फाइदा हो । यान्त्रिक फाइदा = $\frac{\text{लोड}}{\text{इफोर्ट}}$ हुन्छ । एकजना व्यक्तिले 200 N को बल लगाएर 600 N को तौललाई उचाल्न एउटा लिभरको प्रयोग गऱ्यो भने त्यसको यान्त्रिक फाइदा कति होला ?

$$\text{यान्त्रिक फाइदा (Mechanical adventage)} = \frac{\text{लोड}}{\text{इफोर्ट}} = \frac{600}{200} = 3$$

यहाँ लगाइएको इफोर्टभन्दा तीन गुणा लोडलाई उचाल्न सकिन्छ । अर्थात इफोर्ट ३ गुणा प्रबर्धन भएको छ ।

गति अनुपात (Velocity ratio) :- साधारण यन्त्रमा इफोर्टले पारगर्ने दूरी र लोडले पार गर्ने दूरीको अनुपातलाई गति अनुपात भनिन्छ ।

$$\text{गति अनुपात (Velocity Ratio) (VR)} = \frac{\text{इफोर्टले पार गर्ने दूरी}}{\text{लोडले पार गर्ने दूरी}} = \frac{\text{इफोर्ट दूरी}}{\text{लोड दूरी}}$$



६.५.८ कार्यक्षमता (Efficiency)

लागत कार्यको तुलनामा कति गुणा उत्पादित कार्य हुन सकेको छ त्यसलाई नै यन्त्रको कार्यक्षमता भनिन्छ । कार्यक्षमतालाई प्रतिशतमा व्यक्त गरिन्छ । इफोर्टमा हुने कार्यलाई लागत कार्य र लोडमा हुने कार्यलाई उत्पादित कार्य भनिन्छ । 5 m लामो पहिलो दर्जाको उत्तोलकको प्रयोग गर्दा 150 N को इफोर्टले 450 N को लोड उचाल्न सकियो । यदि इफोर्ट दूरी 4 मि. भए उक्त यन्त्रको i. MA, ii. VR, iii. Efficiency कति होला ?

यहाँ उत्तोलकको लम्बाइ 5 m , इफोर्ट दूरी (e) = 4 मि. भएकोले लोड दूरी (L) = 1 मि.

$Load\ (L) = 450\ N. effort(E) = 150\ N$ भए

$$MA = \frac{L}{E} = \frac{450}{150} = 3$$

$$VR = \frac{e}{l} = \frac{4}{1} = 4$$

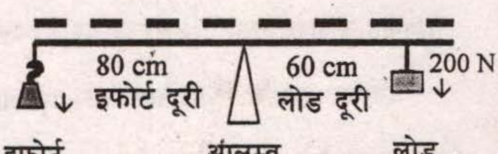
कार्यक्षमता (Efficiency) $= \frac{MA}{VR} \times 100 = \frac{3}{4} \times 100 = 75\%$

कुनै यन्त्रको कार्यक्षमता 100% हुन सक्दैन । लागत कार्य विभिन्न रूपमा खर्च हुने हुँदा यस्तो भएंको हो ।

६.५.९ मोमेन्ट (Moment)

कुनै वस्तुमा उत्पन्न बलको असर नै मोमेन्ट हो । कुनै बाहुमा पर्ने बलको मोमेन्ट त्यसको आलम्बबाट बलसम्मको लम्ब दूरी र बलको गुणन फलसँग बराबर हुन्छ ।

नियम - कुनै पनि उत्तोलक सन्तुलन अवस्थामा रहनका लागि घडीको दिशातिरको मोमेन्ट र घडीको सुइ घुम्ने उल्टो दिशातिरको मोमेन्ट बराबर हुनुपर्दछ । यो नै मोमन्टको नियम हो । एउटा सन्तुलित अवस्थाको पहिलो दर्जाको उत्तोलक हेरौं ।



यस चित्रमा लोडले उत्तोलकलाई घडीको सुई घुम्ने दिशातिर र इफोर्टले घडीको सुई घुम्ने विपरीत दिशातिर धकेल्न खोजिरहेको छ । घडीको सुई घुम्ने दिशातर्फको मोमेन्ट = इफोट x इफोर्ट दूरी हुन्छ । मोमेन्टको सिद्धान्तअनुसार उत्तोलक सन्तुलित रहेको अवस्थामा लोड x लोड दूरी = इफोर्ट x इफोर्ट दूरी हुन्छ ।

यदि माथिको उत्तोलकलाई सन्तुलनमा राख्ने हो भने कति न्युटनको बल लगाउनु पर्ला ?

लोड x लोड दूरी = इफोर्ट x इफोर्ट दूरी

200 x 60 = 80 x इफोर्ट $\qquad$ इफोर्ट $= \frac{200 \times 60}{80} = 150N$

६.६ कार्य, शक्ति र सामर्थ्य (Work, Energy and Power):

६.६.१ कार्य (Work):- हामी दैनिक जीवनमा विभिन्न कार्यहरू गरिरहेका हुन्छौं । दैनिक जीवनमा खेल्ने, खन्ने, भारी बोक्ने, कार्यालयहरूका दैनिक सम्पादन हुने, गार्डले पहरा दिने आदि क्रियाकलापलाई कार्य भन्ने प्रचलन छ । विज्ञानमा बलको प्रायोग गरी कुनै वस्तुमा चाल उत्पन्न गरिन्छ भने मात्र त्यसलाई कार्य भनिन्छ । एकजना व्यक्ति हिँडिरहेको छ भने त्यसलाई कार्य गरेको छ भनिन्छ । गोरु, राँगाले गाडा तानिरहेका छन्, बसको इन्जिनले बसलाई तानिरहेको छ भने यी क्रियाकलापलाई कार्य भनिन्छ । तर गार्डले पहरा दिनु, एउटा पर्खाललाई धकेल्नु तर त्यसलाई चलाउन नसक्नु जस्ता क्रियाकलापलाई कार्य गरेको मानिदैन । कुनै बलले गरेको कार्य दुईओटा तत्त्वहरूमा निर्भर गर्दछ ।

१. बलको मात्रा (Magnitude of force)

२. वस्तुले बल लगाइएको दिशामा पार गरेको दूरी (Distance through which the body moves, in the direction of force)

यसैले कुनै वस्तुमा लगाइएको बल र वस्तुले बल लागेको दिशातिर पारगरेको दूरीको गुणनफललाई नै त्यसको कार्य भनिन्छ ।

कार्य = बल x दूरी

यदि 1 N बल लगाएर 1 m दूरी पार गर्न सकिन्छ भने त्यहाँ बल W उत्पन्न हुन्छ ।

$W = F \times S$

$= Nm$

$= J$ कार्यको एकाइ जुल हो र यो एउटा स्केलर परिमाण हो ।

1N बल लगाएर 1 m दूरी पार गर्न लाग्ने कार्यलाई 1 J भनिन्छ ।

कार्य हुनलाई वस्तुले दूरी पार गर्नु पर्दछ भनिए तापनि प्रत्यक्ष रूपमा चाल नदेखिएको अवस्थामा पनि कार्य गरिरहेको हुन्छ । एउटा व्यक्तिले 5 कि.ग्रा. को वस्तुलाई उचालिरहेको छ र त्यसले दूरी पार गरेको नदेखिए पनि उसले वस्तु उचालिरहँदा कार्य गरेको हुन्छ, किनभने -

१. वस्तुको तौलले मांशपेसीलाई तन्काइरहेको हुन्छ र तिनीहरूको आकार परिवर्तन गर्दछ ।

२. तन्किरहेको मांशपेशीमा रक्तसञ्चार गर्न मुटुले कार्य गर्नुपर्दछ ।

३. शरीरमा विभिन्न खालका शक्ति रुपान्तर हुनुपर्दछ ।

यो कुराले के स्पष्ट पार्दछ भने प्रत्येक परिवर्तनमा कार्य समावेश भएको हुन्छ भन्ने कुरा स्पष्ट हुन्छ । त्यसैले त्यतिबेला कार्यसम्पादन भएको मानिन्छ जब बलले वस्तुको अवस्था, गति, आकार आदि परिवर्तन गर्न सक्दछ ।

गुरुत्वबल विरुद्धको कार्य : - कुनै वस्तुलाई पृथ्वीको गुरुत्वाकर्षण विरुद्ध माथि उठाउँदा गुरुत्वबल विरुद्ध कार्य भएको मानिन्छ । मानौं, पिण्ड m भएको वस्तुलाई h मिटर माथि उठाइएको छ भने, त्यसलाई माथि उदाउँदा हुने कार्य $W = F \times h$

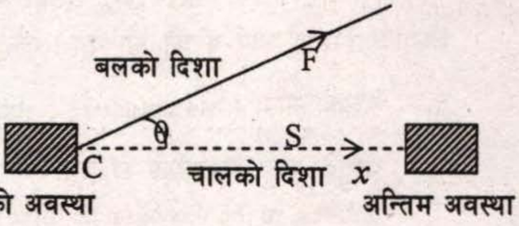
$$W = m \times g \times h \quad [(g) \text{ गुरुत्व प्रवेग}]$$

घर्षण विरुद्ध कार्य (Force against friction):-

बल लगाएको दिशातिर वस्तुको चाल उत्पन्न गर्दा हुने कार्य $W = F \times S$ हुन्छ । तर यदि वस्तुको चाल भएको दिशातर्फ बल लगाइएको नभई θ कोणमा बल लागेको छ भने त्यहाँ हुने कार्य $W = F \times S$ मात्र हुँदैन ।

यस्तो अवस्थामा वस्तुको चाल भएतिर लागेको बल $= F \cos \theta$

$\therefore$ कार्य $= F \cos \theta \times S$ हुन्छ ।



यहाँ θ भन्नाले वस्तुको चालको दिशा र बल प्रयोग भएको दिशाबीचको कोण हो भन्ने बुझिन्छ । वस्तुको चालको दिशासँग लम्ब रूपले बल प्रयोग भएको छ भने त्यहाँ कार्य भएको हुँदैन ।

$W = F \cos \theta \times S$

$= F \cos 90^o \times S \; (\theta = 90^0)$

$= F.\,O.\,S \quad (\text{Cos}90^0 = 0)$

$= o$ //

६.६.२ शक्ति (Energy)

भर्खरै जन्मेको बच्चा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा जान सक्दैन, एउटा वयस्क मानिसले आफ्नो पिण्ड बराबर वा सोभन्दा बढी पिण्डको वस्तुलाई एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा सार्न सक्दछ । मोटर वा अन्य सवारी साधनका इन्जिनहरूले त्यसलाई अन्यत्र लैजान सक्दछ । यी सबै अवस्थामा कार्य हुन सकेको वा नसकेको भनी स्पष्ट छुट्याउन सकिन्छ । कार्य सम्पन्न गर्न नसकेको अवस्थामा हामीले शक्ति नभएको भन्दछौं । त्यसैले कार्य गर्न सक्ने क्षमतालाई शक्ति भनिन्छ । यसलाई जुल एकाइमा नापिन्छ । यो पनि एउटा स्केलर परिमाण हो । कुनै वस्तुले प्रदर्शन गर्न सकेको शक्ति त्यसमा रहेको शक्तिले गर्न सकेको कार्यसँग बराबर हुन्छ ।

६.६.३ सामर्थ्य (Power)

कार्यको हिसाव गर्दा समयको कुनै गणना गरिँदैन । तर प्रत्येक वस्तुहरूले कार्य सम्पन्न गर्दा केही न केही समय लगाउँछन् । कुनै कार्य छिटो वा थोरै समयमा सम्पन्न गर्न सकिन्छ भने कुनै कार्य गर्दा ढिलो वा धेरै समय लाग्न सक्दछ । एउटा बलियो स्वस्थ मानिस र कमजोर मानिससँगै उकालो बाटो हिँड्न लागे भने बलियो मानिसले छिटो बाटो पूरा गर्छ भने रोगी मानिसलाई त्यति नै बाटो पार गर्न बढी समय लाग्छ । यहाँ बलियो मानिससँग बढी सामर्थ्य छ भनिन्छ । सामर्थ्य दाँज्नको

लागि तिनीहरुले एकाइ समयमा गर्न सक्ने कार्य दाँजेर हेर्नु पर्छ । एकाइ समयमा कार्य गर्न सक्ने दरलाई सामर्थ्य भनिन्छ ।

सामर्थ्य = $\frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$ (सामर्थ्यको एकाइ जुल प्रतिसेकेण्ड हो ।)

सामर्थ्यलाई अर्कै सूत्रमा व्यक्त गर्न सकिन्छ

$$\text{सामर्थ्य} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}} = \frac{w}{t}$$

$$= \frac{F \times S}{t}$$

$$= F \times \frac{S}{t}$$

$$P = F \times \vartheta$$

सामर्थ्य = बल x गति

यसबाट बुझिन्छ कि एउटा शक्तिशाली यन्त्रको कार्य गर्ने क्षमता यसले उत्पन्न गर्ने बल र गतिमा भर पर्दछ । अर्को तरिकाले भन्नुपर्दा शक्ति परिवर्तनको दरलाई कार्य भनिन्छ । किन कि कार्य भनेको शक्ति रुपान्तर (परिवर्तन) पनि हो । सामर्थ्यलाई वाट (**watt**) एकाइमा पनि नापिन्छ । **1 वाट = 1 जुल/सेकेण्ड**

शक्तिका प्रकार (Types of energy)

कार्य गर्ने प्रकृतिअनुसार शक्ति विभिन्न प्रकारका छन् । हामीले दैनिक जीवनमा उपयोग गर्दै आएका विभिन्न प्रकारका शक्तिहरूमध्ये यहाँ केहीको चर्चा गरिएको छ ।

यान्त्रिक शक्ति (Mechanical energy)

वस्तुको अवस्थाअनुसार त्यसमा निहित रहेको शक्ति यान्त्रिक शक्ति हो । यो खासगरी दुई प्रकारका छन् : स्थितिशक्ति (Potential energy) र गतिशक्ति (Kinetic energy)।

स्थितिशक्ति (Potential energy)

वस्तुले आफ्नो स्थितिमा त्यसमा गरिएको कार्यअनुसार शक्ति सञ्चय गरेको हुन्छ । गुलेली हान्दा तन्काइएको रबर, उच्च स्थानमा अड्याइएको कुनै वस्तु आदिमा शक्ति सञ्चित रहेको हुन्छ । यो सञ्चित शक्ति नै स्थिति शक्ति हो । पावर हाउसमा बिजुली निकाल्ने कार्य गर्न तलाउमा जम्मा गरेको पानीमा स्थितिशक्ति छ र यो शक्तिलाई गति शक्तिमा रूपान्तर गरी बिजुली निकाल्न सकिएको हामीले अनुभव गरेकै कुरा हो ।

स्थितिशक्ति मुख्य दुई प्रकारका छन् :

१. **कुनै निश्चित उचाइमा रहेको वस्तुको स्थितिशक्ति (E)**

E = पिण्ड (m) × गुरुत्व प्रवेग (g) × उचाइ (h)

E = mgh

कुनै वस्तुलाई उचाइबाट खसाल्दा त्यसमा उत्पन्न हुने शक्ति त्यसको उचाइमा निर्भर हुने भएकाले बढी उचाइमा रहेको वस्तुमा बढी स्थिरशक्ति निहित हुन्छ ।

२. **वस्तुलाई तन्काउँदा त्यसमा निहित शक्ति**

वस्तुलाई तन्काउँदा त्यसमा तन्काइको वा खुम्च्याइको कारणले त्यसमा निहित शक्तिलाई स्थितिशक्ति भनिन्छ । रबरलाई तन्काउँदा, स्प्रिङलाई तान्दा वा थिच्दा, धनुषबाट तीर हान्न लाग्दा तन्काइएको अवस्थामा यो शक्ति निहित रहेको हुन्छ । केही स्प्रिङहरूमा लागेको बल त्यसमा लागेको तन्काइ वा खुम्च्याइ (x) स्प्रिङ अचर (k) सँग समानुपाती रहेको हुन्छ ।

F spring = K × X

यस्ता स्प्रिङले हुकको नियमलाई अनुसरण गरेको हुन्छ । यदि स्प्रिङ तन्कने वा खुम्चने भएन भने त्यहाँ तन्काइको स्थितिशक्ति अन्तरनिहित हुँदैन । तन्कने वा खुम्चने शक्ति भएका स्प्रिङमा हुने शक्तिलाई निम्नानुसार निकाल्न सकिन्छ ।

$$E_{spring} = \frac{1}{2} k \times x^2$$

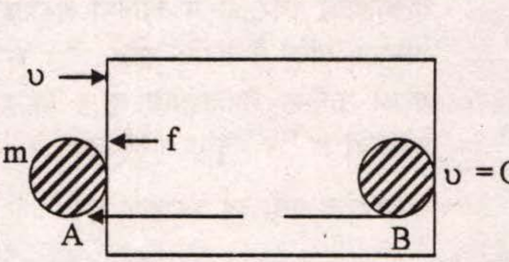
k = स्प्रिङ अचर

x = खुम्च्याइको मात्रा (सन्तुलित अवस्थामा रहेको अनुपातमा)

चालशक्ति (Kinetic energy)

तलाउमा स्थिर अवस्थामा रहेको पानीलाई अचानक गति अवस्थामा लैजाँदा यसले विद्युत्गृहको टर्बाइन घुमाएर विद्युत्शक्ति उत्पन्न गर्न सहयोग गर्छ । गतिशील अवस्थामा रहेको एउटा वस्तुले अर्को सानो वस्तुलाई ठक्कर दिएर चालमा ल्याउन मद्दत गर्दछ । यसले गतिशील अवस्थाको वस्तुले कार्य गर्न सक्छ र यहाँ शक्ति निहित छ भन्ने कुरालाइ पुष्टि गर्दछ । चाल अवस्थाको कारणले वस्तुमा निहित शक्तिलाई चालशक्ति भनिन्छ । चालमा ल्याइएका घनले किलालाई काठमा छिराउन सक्छ । गतिशील अवस्थामा रहेको वस्तुलाई विपरीत दिशामा लागेको बलले स्थिर अवस्थामा ल्याउँदा गतिशक्ति रूपान्तर हुन्छ ।

मानौं m पिण्ड भएको वस्तु u को गतिमा कुनै माध्यममा प्रवेश गर्छ । (F) बलको कारणले (S) दूरी पार गरेपछि उक्त वस्तु रोकिन्छ । S दूरी पार गर्दा F विरुद्धको कार्य W = F x S



यहाँ कार्य गर्न उक्त वस्तुको गतिशक्तिको प्रयोग भएको छ ।

$\therefore$ K.E. = W

K.E. = F × S .... (i)

मानौ,

सुरुमा υ गतिमा कुदेको उक्त वस्तुको प्रवेग क्रमश घट्दै गई S दूरी पार गर्दा गति शून्य ($v = 0$) हुन्छ ।

चालको समीकरणअनुसार,

$$v^2 = \upsilon^2 + 2(-a)s$$

$$\text{or } o = \upsilon^2 + 2as$$

or, $a^2 = \frac{-v^2}{2s}$ .... (ii) (ऋणात्मक चिन्हले प्रवेग घटेको सङ्केत गर्छ ।)

तर न्युटनको चालको दोस्रो नियमअनुसार,

$$F = m \times a$$

वा, $a = \frac{F}{m}$ .... (iii)

समीकरण (ii) र (iii) बाट, $\frac{-v^2}{2s} = \frac{F}{m}$

वा, $F = \frac{v^2 \times m}{2s}$ .... (iv)

समीकरण (i) र (iv) बाट,

$$K.E. = F \times S = \frac{mv^2 \times S}{2S}$$

$$\therefore \text{K. E.} = \frac{mv^2}{2}$$

रासायनिक शक्ति (Chemical energy)

वनस्पतिले प्रकाश संश्लेषण क्रियामा सौर्यशक्तिलाई रासायनिक शक्तिमा रूपान्तर गरी खाद्यपदार्थमा सञ्चित गरेको हुन्छ । उक्त सञ्चितशक्ति प्राप्त गर्न प्राणीहरूले वनस्पति वा अन्य खाना खान्छन् । दाउरा, कोइला, पेट्रोलियम पदार्थ, खनिजइन्धन आदिमा समेत रासायनिक शक्ति हुन्छ र यो शक्तिको रूपान्तर गरी विभिन्न कार्य गर्न सकिन्छ । त्यसरी नै हाम्रो जीवनमा प्रयोग भइरहने विद्युत्शक्ति, तापशक्ति, ध्वनिशक्ति, प्रकाशशक्ति, चुम्बकीयशक्ति, पारमाणविकशक्ति आदि छन् । विभिन्न स्रोतहरूबाट यी शक्तिहरूलाई एक रूपबाट अर्को रूपमा रूपान्तर गरी कार्य सम्पादन गर्न सकिन्छ ।

शक्तिका स्रोतहरू र रूपान्तर (Source and conversion of energy)

शक्तिलाई न त उत्पन्न गर्न सकिन्छ न त बिनास । बरु यसलाई एक रूपबाट अर्को रूपमा रूपान्तर मात्र गर्न सकिन्छ । यसलाई शक्ति सञ्चयको सिद्धान्त (Principle of conservation of energy) भनिन्छ । तलाउमा स्थिर शक्तिमा रहेको पानीलाई चालमा ल्याउँदा गतिशक्तिमा रूपान्तर हुन्छ । त्यसैगरी यो चाल शक्तिले टर्वाइन घुमाउँदा विद्युत्शक्तिमा रूपान्तर गर्न मद्दत गर्दछ । विभिन्न स्रोतहरूबाट शक्तिलाई एक रूपवाट अर्कोरूपमा रूपान्तर गर्न सकिन्छ ।

कोइला र पेट्रोलियम पदार्थ (Coal and petroleum)

शक्तिको स्रोतहरूमध्ये कोइला र पेट्रोलियम पदार्थ पनि महत्त्वपूर्ण स्रोत हुन् । कोइला विद्युत् उत्पादन गर्ने एउटा प्रमुख स्रोत हो । तापशक्तिको स्रोतको रूपमा समेत कोइलालाई प्रयोग गरिदै आएको छ । पेट्रोलियम पदार्थबाट घरघरमा बाल्ने टुकीदेखि लिएर खाना पकाउने हिटर र विभिन्न इन्जिनहरू सञ्चालन गर्ने शक्ति प्राप्त हुन्छ । कोइला र ग्यास सर्वसुलभ र सस्तो भए तापनि यिनीहरूलाई बाल्दा उत्पन्न भएको प्रदूषणले यसको बेफाइदा झल्काउँछ । हरितगृह प्रभाव, कुहिरोलाग्ने, अम्लवर्षा जस्ता असरहरूले विश्वमा यसको निश्चित मात्राले गर्दा यसको कमभन्दा कम प्रयोग हुन आवश्यक छ ।

सौर्यशक्ति (Solar power)

सौर्य शक्तिलाई प्रकाश, ताप, विद्युत्शक्ति उत्पादन गर्न उपयोग गरिन्छ । यो नवीकरणीय शक्ति हो र यसलाई धेरै रूपबाट प्रयोग गर्न सकिन्छ । सौर्य किरणहरूलाई ऐनाको माध्यमद्वारा एकीकृत गरी पानी उमाल्ने र सो वाष्पले विद्युत्टर्वाइन चलाएर बिजुली निकाल्न सकिन्छ । Photovoltaic सेलहरूको उपयोग गरी विद्युत् उत्पादन गर्न पनि सकिन्छ । यसको प्रयोगले पेट्रोलियम पदार्थको प्रयोगलाई घटाउने, सित्तैमा पाइने शक्तिको स्रोतको रूपमा कार्य गर्ने भए तापनि शक्ति प्राप्त गर्न मौसममा भर पर्नुपर्ने र Photovoltaic सेलको उत्पादन गर्दा महँगो पर्न जाने र विषालु पदार्थ निष्कासन हुन सक्ने यसका अवगुणहरू हुन् ।

जलविद्युत् (Hydro electricity)

चलयमान रूपमा रहेको पानीको चालशक्तिले विद्युत्टर्वाइन घुमाएर विद्युत् उत्पादन गर्न सकिन्छ । हाम्रो देशमा जलविद्युत्लाई शक्तिको प्रमुख स्रोतको रूपमा विकास गर्न सक्ने प्रशस्त सम्भावना रहेको छ ।

प्राकृतिक ग्यास (Natural gas)

प्राकृतिक ग्यास सबभन्दा सफा बल्ने इन्धन हो । यसलाई तताउन, चिस्याउन र विद्युत् उत्पादन गर्न प्रयोग गर्न सकिन्छ । यो अन्य इन्धनभन्दा सस्तो र सुरक्षित छ ।

न्युक्लियर शक्ति (Nuclear power)

विश्वमा उत्पादन भइरहेका शक्तिका स्रोतहरूमध्ये 17% क्षेत्र न्युक्लियर शक्तिले ओगटेको छ । युरेनियम परमाणुलाई टुक्राउँदा न्युक्लियर शक्ति उत्पादन गर्न सकिन्छ । हातहतियार र विस्फोटक पदार्थको निर्माणमा यो शक्तिको दुरूपयोग भइरहेको छ ।

सामर्थ्य (Power)

कार्य सम्पन्न गर्दा यसले समयसँग कुनै सम्बन्ध राख्दैन । तर प्रत्येक वस्तुले कार्य सम्पन्न गर्दा कुनै न कुनै समय लगाउँछ । कुनै बेला कार्य छिटो वा थोरै समयमा सम्पन्न गर्न सकिन्छ भने कुनै बेला त्यही कार्य गर्दा ढिलो वा धेरै समय लाग्न सक्दछ । एउटा बलियो स्वस्थ्य मानिस र रोगी मानिस सँगै उकालो बाटो हिड्न लागे भने बलियो मानिसले छिटो बाटो पूरा गर्छ भने रोगी मानिसलाई त्यति नै बाटो पार गर्न बढी समय लाग्छ । यहाँ बलियो मानिससँग बढी सामर्थ छ भनिन्छ । कार्य गर्न सक्ने दरलाई सामर्थ्य भनिन्छ ।

$\text{सामर्थ्य} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$ सामर्थ्यको एकाइ वाट हो ।

सामर्थ्यलाई अर्कै सूत्रमा व्यक्त गर्न सकिन्छ

$$\text{सामर्थ्य} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}} = \frac{W}{t}$$

$$= \frac{F \times S}{t}$$

$$= F \times \frac{S}{t}$$

$$P = F \times \vartheta$$

सामर्थ्य = बल x गति

यसबाट बुझिन्छ कि एउटा शक्तिशाली यन्त्रको कार्य गर्ने क्षमता यसले उत्पन्न गर्ने बल र गतिमा भर पर्दछ ।

परियोजना कार्य

१. तपाईको समुदायमा प्रचलनमा ल्याइएका प्रमाणिक र अप्रमाणिक नापका एकाइको सूची तयार गर्नुहोस् । अप्रमाणिक नापको कारणले गर्दा मानिसहरू कसरी मर्कामा पर्न सक्छन् विश्लेषण गर्नुहोस् । अप्रमाणिक नापतौलको पद्धतिलाई प्रमाणिक नापले विस्थापन गर्नका लागि एउटा विज्ञान शिक्षकले खेल्नु पर्ने भूमिका प्रस्ट पार्नुहोस ।

२. घरेलु प्रयोजनको लागि प्रयोग गरिएका सरल यन्त्रहरूलाई बदलिँदो परिवेशमा कसरी समयसापेक्ष बनाउन सकिन्छ ? तपाईको सक्रियतामा कम्तीमा ५ ओटा सरल यन्त्रहरूलाई परिमार्जन गरी अझ बढी उपयोगी बनाउन एउटा कार्ययोजना (Action plan) तयार गर्नुहोस् ।

३. चाप (Pressure) पाठ अध्यापन गराउन उपयोगी हुने एउटा शैक्षिक सामग्री निर्माण गरी यसको फाइदा, निर्माण विधि र भविष्यमा सुधार गर्न सकिने सम्भावनासहितको खाका बनाएर कार्यशालामा छलफलको लागि पेस गर्नुहोस् ।

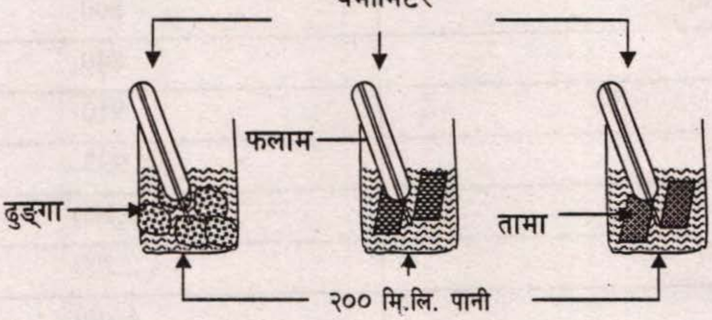
४. कार्य, शक्ति र सामर्थ्यको पाठ अध्यापन गराइ सकेपछि तपाईका विद्यार्थिहरूको कति सामर्थ्य रहेछ पत्ता लगाउनु पर्‍यो भने तपाईं के गर्नुहुन्छ ? सामर्थ्य पत्ता लगाउनका लागि एउटा कार्यविधि-पत्र तयार गर्नुहोस् ।

थप अध्ययनका लागि पठन योग्य सामग्रीहरू

1. Henderson, Tom: The physics classroom, 2004
2. http://www.infoplease.com/ipa/A0001658 html
3. http://www.physics.nist.gov/ccuu/index.html?/
4. Energy types, file: iii Energy % 20 types-1 htm
5. 2004 The physics classroom and mathsoft engineering and education. Inc.

समय मिनेट	तापक्रम (^{o}C)		निष्कर्ष
	पानी	खानेतेल	
२ ४ ६ ८ १०			

क्रियाकलाप २ :



(क) 100/100 gm पिण्ड भएका ढुङ्गा, तामा र फलामका पातालाई एउटा एउटा बिकरमा राखेर उमाल्ने र तापक्रम नोट गर्ने ।

(ख) तीनओटा बिकरमा २०० मि.लि. पानी राखेर प्रत्येकमा एउटा एउटा वस्तु राखेर विस्तारै चलाउँदै तापक्रम नोट गर्ने ।

(ग) तामा, ढुङ्गा र फलाम राखेका बिकरहरूमध्ये कुनचाहिँमा तापक्रम सबैभन्दा बढी र कुनमा सबैभन्दा कम हुन्छ पत्ता लगाउने ।

(घ) यो क्रियाकलापको निष्कर्ष तलको वाकसमा लेख्ने ।

उल्लिखित क्रियाकलाप गराएपछि निम्नबमोजिमका सामग्री विद्यार्थीहरूलाई पढ्न दिएँ :-

एक एकाइ पिण्ड 1 gm वा (1 kg) भएको पदार्थलाई $1^{0}C$ तापक्रम बढाउन वा घटाउन आवश्यक पर्ने तापको परिमाणलाई उक्त वस्तुको विशिष्ट तापधारण क्षमता (Specific heat capacity) भनिन्छ ।

CGS एकाइमा यसलाई $Cal/g^{0}C$ एकाइमा नापिन्छ भने SI एकाइमा $J/kg^{o}C$ एकाइमा नापिन्छ ।

पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमता फरकफरक हुन्छ । केही वस्तुहरूको विशिष्ट तापधारण क्षमता निम्नानुसारको पाइएको छ ।

वस्तु	विशिष्ट तापधारण क्षमता (J/kg°C)
पारो	138
लिड (Lead)	140
तामा	380
फलाम	470
ग्लास	670
बालुवा / माटो	800
ढुङ्गा	840
आल्मुनियम	910
हावा	993
बरफ	2,100
प्याराफिन तेल	2,200
पानी	4,200

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो ।

- अणुहरूको आणविक आकर्षण शक्ति धेरै भएको पदार्थको विशिष्ट तापधारण क्षमता पनि बढी हुन्छ ।
- विशिष्ट तापधारण क्षमता धेरै भएको पदार्थको तापक्रम ढिलो बढ्ने र ढिलो घट्ने हुन्छ ।
- जमिनभन्दा पानीको विशिष्ट तापधारण क्षमता धेरै भएकाले जमिनको दाजोमा पानी ढिलो तात्ने र ढिलो सेलाउने गर्छ । पानीको यस्तो विशिष्ट गुणले गर्दा खोला किनारामा धेरै जाडो वा धेरै गर्मी हुँदैन ।

७.२. प्रकाश (Light) :

मेरो साथी रामचन्द्र र म एउटै विद्यालयमा पढाउँथ्यौं । रामचन्द्रजी Physics पढाउनुहुन्थ्यो । म चाहिँ Biology पढाउँथे । दुईमध्ये एक विद्यालयमा अनुपस्थित हुँदा एकले अर्काको कक्षा लिनुपर्थ्यो । त्यसैले मेरो फुर्सद भए म उहाँको कक्षामा गएर बस्थेँ । उहाँको फुर्सद भए पनि त्यसै गर्नुहुन्थ्यो । दिउँसोको अध्यापनको कार्य सकिएपछि हाम्रा कमी कमजोरी र सुधार गर्नुपर्ने कुराहरूमा छलफल गर्थ्यौं । पछि त साथीसाथीबीचमा सिक्ने र समस्याहरू समाधान गर्ने परिपाटीलाई विद्यालयमा अध्यापन गर्ने अरू साथीहरूले पनि अनुसरण गर्न थाले । एकदिन म रामचन्द्रजीको कक्षामा बसेको थिएँ । उहाँले शिक्षण गर्नुपर्ने पाठ्यवस्तु रहेछ प्रकाश । रामचन्द्रजीले सबैभन्दा पहिले कक्षाकोठामा प्रवेश गरेपछि निम्नबमोजिमको कविता कार्डबोर्डमा लेखेर टाँस्नुभयो ।

म को हुँ ?

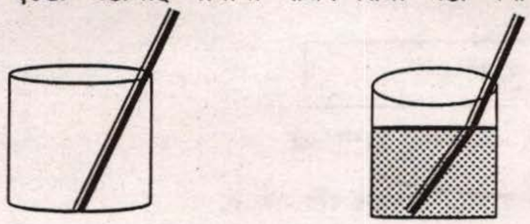
संसारलाई हेर्ने भए मलाई छान्नु पर्छ
छिर्ने, फिर्ने मात्र होइन सोसिने पनि गुण छ
एउटै बाटो कहाँ हिँड्छु र बाटो फेरि हिँड्छु
बाटै फेर्नु परेपछि बाङ्गिएरै जान्छु
तलमाथि गर्दागर्दै अगिल्तिर जान्छु
उस्तै साथी परे भने सँगै हिँड्न मान्छु
फुटी दिन्छु कहिलेकहीं मेरो सर्त पुग्दा
सप्त रूप हेर्ने भए राख्नुपर्छ पर्दा
म त सधैं ठीकै हुन्छु बेठीक अरू हुन्छन्
वरपर हेर्नु पर्दा मेरै साथ लिन्छन्
धेरै टाढा, साह्रै सानो कुनै वस्तु भए
मलाई देख्ने तिम्रो आँखा बिग्रिएको भए
साथ लिनु त्यो सिसाले बनेको वस्तुको
समाधान आफैं हुन्छ तिम्रो समस्याको

उक्त कविता विद्यार्थीहरूले पढिसकेपछि उनीहरू "म को हुँ ?" को उत्तर खोज्न थाले । यत्तिकैमा एउटा विद्यार्थीले भन्यो त्यो त प्रकाश हो सर । रामचन्द्रजीले उसलाई स्यावासी दिएर कक्षाअगाडि बढाउनुभयो । मलाई उहाँको विद्यार्थीहरू Motivation गर्ने तरिका खुबै मनपऱ्यो । सुरुमा त विज्ञान शिक्षणको सुरुआत कविताबाट गर्दा आफैंलाई कस्तोकस्तो लागेको थियो पछि यसो सम्झे न्युटनको गुरुत्वाकर्षणको सिद्धान्त, आइन्स्टाइनको सापेक्षतावादको सिद्धान्त तथा डार्विनको जीव विकासको सिद्धान्तले साहित्यमा प्रत्यक्ष प्रभाव पार्न सक्छ भने शिक्षकहरूले विज्ञान पढाउँदा साहित्यको साथ लिन किन नहुने ? बरु यसलाई त सङ्गीतसम्म पुऱ्याएर सङ्गीत शिक्षण विधिको विकास गरिनुपर्छजस्तो लाग्यो मलाई । तिनै मित्र रामचन्द्रजीले प्रकाश शिक्षण गर्दा गराएका केही महत्त्वपूर्ण क्रियाकलाप र बुँदाहरूको चर्चा यस पाठमा गरिएको छ ।

७.२.१ प्रकाशको आवर्तन (Refraction of light) :

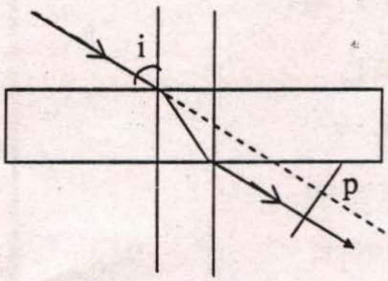
रामचन्द्रजीले प्रकाशको आवर्तन पढाउनुभन्दा पहिले निम्न क्रियाकलाप गराउनुभयो :-

क्रियाकलाप १ : एउटा लठीलाई पानीमा राखेर सिधा लठी कसरी बाङ्गिदो रहेछ भन्ने कुरा देखाउनुभयो ।



क्रियाकलाप २ : अपारदर्शी जगको पिँधमा नदेखिने गरी एउटा एक रूपैयाँको ढ्याक राख्ने र पानी हाली पुन: त्यो ढ्याकलाई अवलोकन गर्ने ।

क्रियाकलाप ३ : सेतो कागजलाई नरम काठको बोर्डमाथि राखेर त्यसको बीचमा काँचको स्ल्याब राखी त्यसको वरिपरि घेरा लगाउने । स्ल्याबको एकतिहाइ भागमा पर्ने गरी कुनै विन्दुमा लम्ब तानेर ३० देखि ६० डिग्रीभित्र पर्ने गरी आयातित कोण (i) बनाउने । लम्बसँग कोण बनाउने रेखामा दुईओटा पिन गाडेर राखी स्ल्याबको अर्कोपट्टिको भागबाट हेरी चित्रमा जस्तै पहिलेको पिनहरूसँग एउटै रेखामा पर्ने गरी अरू दुईओटा पिन गाड्ने । स्ल्यावलाई हटाएर आवर्तित कोण (r) र लम्वदूरी (p) नापी क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।



प्रकाशले माध्यम परिवर्तन गर्दा यसको गतिमा परिवर्तन हुने भएकाले बाङ्गिन्छ भन्ने कुरा माथिका क्रियाकलापहरूबाट बुझ्न सकिन्छ ।

प्रकाशको आवर्तनका नियम

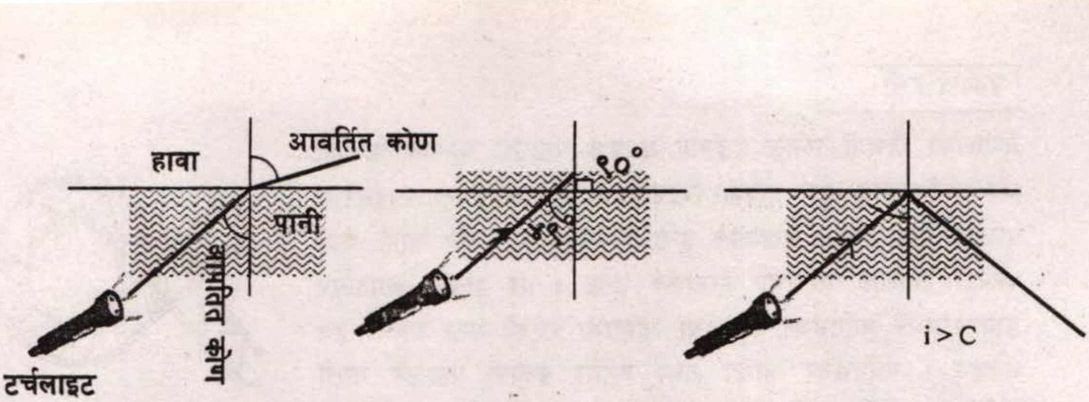
- आपतित किरण, आवर्तित किरण र लम्ब एउटै सतहमा पर्छ ।
- आपतित र आवर्तित कोणको अनुपात स्थिर हुन्छ ।

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \quad \mu = \text{रिफ्राटिभ इन्डेक्स}$$

$$= \frac{\text{हावामा प्रकाशको वेग (c)}}{\text{पदार्थमा प्रकाशको वेग (९)}}$$

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

चित्र अध्ययन गरी चित्रमा देखाएजस्तो क्रियाकलाप गरेर हेरौँ ।



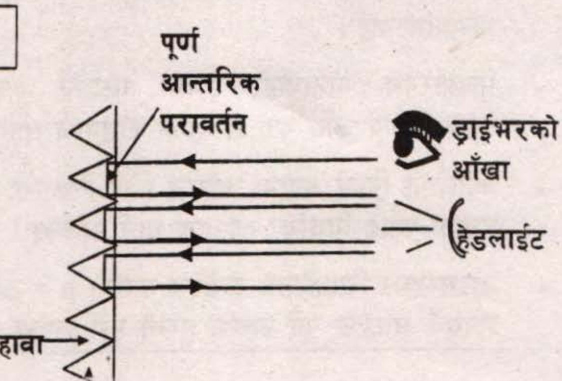
प्रकाश सघन माध्यमबाट विरल माध्यमतिर जाँदा आपतितकोण चरमकोणभन्दा बढी भएको अवस्थामा पहिलेकै माध्यममा फर्किन्छ । प्रकाशको यो गुणलाई पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total internal reflection) भनिन्छ । प्रकाश पहिलेकै माध्यममा फर्किने कुरा चरमकोणमा निर्भर गर्छ, जुन पदार्थपिच्छे फरकफरक हुन्छ ।

पदार्थ	बरफ	पानी	अल्कोहल	प्यारािफन	ग्लिसरिन	तारपिन तेल	ग्लास	माणिक	हीरा
चरमकोण (डिग्री)	60	49	48	44	43	43	42	35	24

दैनिक जीवनमा पूर्ण आन्तरिक परावर्तनको प्रयोग :

रातो प्लास्टिकले पनि ऐनाको काम गर्छ

साइकलको पछाडिपट्टि लगाएको रातो प्लास्टिकले प्रकाशलाई पूर्णरूपमा फर्काउँछ । मोटर तथा कारबाट आएको प्रकाश प्लास्टिकको इन्डिकेटरमा परेपछि त्यो प्रकाश फर्किएर साइकल पछि आइरहेको गाडिको ड्राइभरको आँखामा पर्छ र उसले साइकल भएको थाहा पाउँछ । मोटर तथा कारको जुनसुकै दिशाबाट भए तापनि हेडलाइटबाट आएको प्रकाशको किरणहरू रातो प्लास्टिकमा ठोकिएर ड्राइभरको आँखामा फर्कन्छ ।

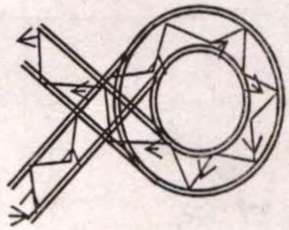


(साइकलमा राखेको रातो प्लास्टिकले स्रोततिर प्रकाश फर्काउँछ)

जतावाट आएको प्रकाश हो त्यतैतिर फर्कनका लागि सामान्यतया ऐनामा 90 डिग्रीको आपतित कोण पारेर प्रकाश पठाउँदामात्र फर्कन्छ ।

प्रकाश नली

कपालको रौँजत्रो ग्लास रडबाट प्रकाश पठाउँदा कुनाकाप्चा हुँदै भए पनि प्रकाश पूर्ण रूपमा परावर्तन हुन्छ । अप्टिकल फाइबरमा प्रकाश पूर्ण रूपमा परावर्तन हुन्छ । ग्लास रड जति सानो भयो प्रकाश त्यत्तिकै मात्रामा परावर्तन हुन्छ । यो प्रविधि अपनाएर डाक्टरहरूले मानिसको पेट तथा आन्द्रामा भएको घाउ सजिलै हेर्न सक्छन् । मानिसको आन्द्रा तथा पेटमा प्रकाश पठाउने यस्तो नलीलाई इन्डोस्कोप (Endoscope) र प्रविधिलाई इन्डोस्कोपी (Endoscopy) भनिन्छ ।



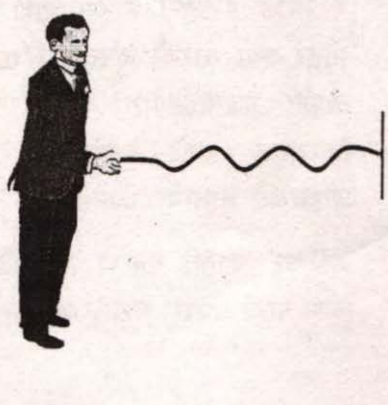
प्रकाश नलि :

अप्टिकल फाइबरको सञ्चार क्षेत्रमा महत्त्वपूर्ण योगदान छ । टेलिफोन प्रणालीमा प्रयोग हुने तारलाई अप्टिकल फाइबरले विस्थापित गर्छ जहाँ मानिसको आवाजलाई प्रकाशको पल्स (Pulses) को रूपमा एक स्थानबाट अर्को स्थानसम्म पठाइन्छ ।

यो पनि त तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा हो !

- माध्यम परिवर्तन गर्दा बाङ्गिने गुण भएको कारणले सघन माध्यम रहेको वस्तुलाई विरल माध्यमबाट हेर्दा वास्तविकभन्दा कम दूरीमा रहेको भान हुन्छ ।
- प्रकाश एउटा पदार्थबाट अर्को पदार्थमा जाँदा यसको गति परिवर्तन हुन्छ । परिणामस्वरूप प्रकाशको तरङ्ग लम्बाइ परिवर्तन हुने भएको हुनाले प्रकाशको तरङ्गले आफ्नो दिशा (Direction) परिवर्तन गर्छ ।
- ग्लिसरिनले मोटामोटी रूपमा ग्लासकै अनुपातमा प्रकाशलाई बङ्ग्याउने भएको हुनाले सूक्ष्मदर्शकीय कार्य गर्दा लेन्सहरू जोड्नका लागि यसलाई प्रयोग गरिन्छ ।
- कलेजोमा गिर्खा आएमा अप्रेसन गरेर निकाल्न प्राय असम्भव हुन्छ । अप्टिकल फाइबरबाट लेसर प्रकाश पठाई गिर्खाका कोषहरू मार्न सकिन्छ ।
- डाइमन्डको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स उच्च ($\mu = 2.42$) र चरमकोण न्यून (24.4^0) भएको हुँदा यसको जुनसुकै सतहमा पर्ने प्रकाश तुरुन्तै पूर्ण रूपमा फर्किने भएको हुनाले यो धेरै चम्किलो हुन्छ ।

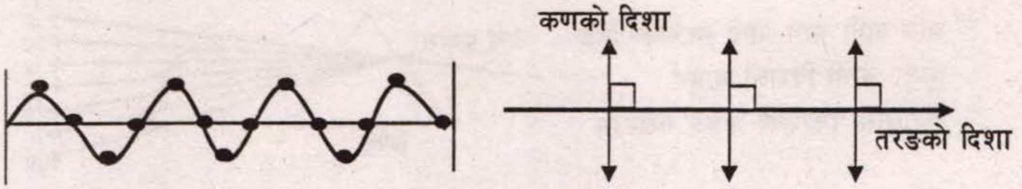
७.२.२. तरङ्ग सिद्धान्त (Wave theory) :



तरङ्ग भनेको कुनै पनि माध्यममा रहेका कण (Particles) को नियमित रूपमा निश्चित समयको अन्तरालमा हुने विचलन (Disturbance) हो भन्ने कुरा मलाई थाहा थियो । रामचन्द्रजीले तरङ्गका बारेमा शिक्षण गर्नुभन्दा पहिले एउटा डोरीलाई भित्तामा बाँधेर झड्कार्नु भयो र तरङ्गको नमुना देखाउनुभयो ।

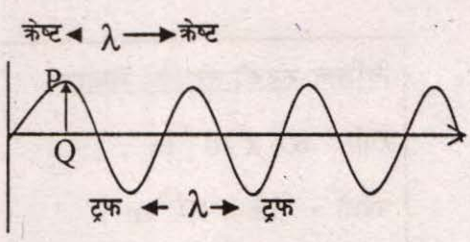
विद्यार्थीहरूलाई पोखरीको छेउमा लगी पोखरीको बीचमा एउटा ढुङ्गा खसाली त्यहाँ उत्पन्न भएको तरङ्गको नमुना देखाउनुभयो । त्यसपछि एउटा स्प्रिङ्गलाई तन्काएर छोडी पहिलेका तरङ्गहरूको दाँजोमा यसमा के फरक छ भनी विद्यार्थीहरूका बीचमा छलफल गराउनुभयो । यसरी उक्त कक्षामा हामी प्रयोगात्मक कार्यबाट सैद्धान्तिकतर्फ गएका थियौं । कक्षाकोठामा गरिएको छलफलबाट हामी निम्न निष्कर्षमा पुगेका थियौं ।

माध्यम (Medium) मा कणहरूको प्रवाह हुने दिशाको आधारमा तरङ्ग ट्रान्सभर्स (Transverse) र लङ्गिच्युडनल (Longitudinal) गरी दुई प्रकारका हुन्छन् । तरङ्ग उत्पन्न हुँदा कुनै पनि माध्यममा रहेका कणहरू तरङ्ग प्रवाह हुने दिशालाई लम्ब हुने गरी हल्लन्छन् (Vibrate) भने त्यस्तो तरङ्गलाई ट्रान्सभर्स भनिन्छ ।



(हल्लिएका कणहरूले निर्माण गरेको ट्रान्सभर्स तरङ्ग)

डोरी झड्कार्दा निस्किएको तरङ्ग, पोखरीको पानीमा उत्पन्न भएको तरङ्ग र प्रकाशको तरङ्ग ट्रान्स्भर्स तरङ्ग हो । उक्त तरङ्गहरूमध्ये प्रकाश विद्युत् चुम्बकीय तरङ्ग भएको हुनाले विना माध्यम पनि प्रवाह हुन सक्छ भने डोरी र पानीमा उत्पन्न भएको तरङ्ग यान्त्रिक भएको हुनाले प्रसारणका लागि माध्यमको जरुरत पर्दछ । तरङ्गमा सबैभन्दा माथि उठेको भागलाई क्रेस्ट (Crest) र सबैभन्दा तल दबेको भागलाई ट्रफ (Trough) भनिन्छ । दुईओटा क्रेस्ट वा ट्रफबीचको दूरीलाई तरङ्ग लम्बाइ (Wave length) भनिन्छ ।



तरङ्गमा अणु तथा कणहरूको विचलन हुनुभन्दा पहिलाको अवस्थालाई आधार मान्दा त्यसबाट क्रेस्ट वा ट्रफसम्मको दूरीलाई एम्प्लिच्युड (Amplitude) भनिन्छ । चित्रमा PQ तरङ्गको एम्प्लिच्युड हो । यसलाई मिटर एकाइमा नापिन्छ ।

प्रतिसेकेन्ड उत्पन्न हुने तरङ्गको सङ्ख्यालाई आवृत्ति (Frequency) भनिन्छ । एउटा तरङ्ग उत्पन्न हुने समयलाई समय अवधि (Time period) भनिन्छ । आवृत्ति र समय अवधिलाई क्रमश: f र t ले जनाइन्छ भने हर्ज र सेकेन्ड यिनीहरू नाप्ने एकाइ हुन् । तरङ्गले एक सेकेन्डमा पार गरेको दूरीलाई यसको गति भनिन्छ ।

अर्थात, तरङ्गको गति (v) = $\frac{\text{तरङ्ग लम्बाइ } (\lambda)}{\text{पार गर्न लागेको समय } (T)}$

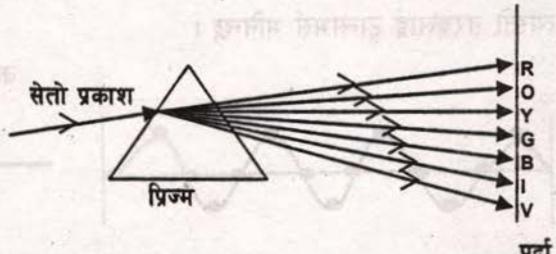
$$V = \frac{\lambda}{T}$$

$$\boxed{V = f \times \lambda} \quad \text{.......... (i)} \qquad \boxed{f = \frac{1}{T}}$$

समीकरण (i) लाई तरङ्गको समीकरण (Wave equation) भनिन्छ ।

७.२.३ **वर्णपट (Spectrum) :** जब रामचन्द्रजीले एउटा प्रिज्ममा सूर्यको प्रकाश पारी त्यसबाट निस्किएका किरणहरूलाई एउटा सेतो पर्दामा देखउनुभयो । त्यहाँ इन्द्रेणी देखापऱ्यो । इन्द्रेणी देख्दा मलाई आफू सानो हुँदा उफ्रीउफ्री गाएको यो गीतको सम्झना आयो ।

घाम पानी घाम पानी स्यालको बिहे
कुकुर जन्ती बिरालो बाहुन
बिरालाले पकाएको कसैले नखाउन



किनभने रामचन्द्रजीले देखाएको सप्तरङ्गी किरण र घामपानी भएको बेलामा हामीले आकाशमा देखेको इन्द्रेणीको रूप र रङ्ग उस्तै थियो । कक्षाकोठामा गरिएको अन्तर्क्रियापछि मैले पत्तो पाएँ प्रकाशलाई कुनै माध्यम (सिसा वा पानी) बाट छिराउँदा यो विभिन्न सातओटा रङमा विभाजित हुँदोरहेछ । त्यो सातओटा रङ भएका तरङ्गहरूको तरङ्ग लम्बाइ फरकफरक हुने भए पनि माध्यमविनाको स्थान (Vaccum) मा यिनीहरूको वेग समान हुनेरहेछ । यो सात रङको संयुक्त रूपलाई वर्णपट (Spectrum) भनिँदो रहेछ । यस्तो वर्णपट बन्नका लागि सूर्यको किरणले करिब 41^0 को आपतित कोण बनाउनुपर्ने रहेछ ।

<u>विभिन्न रङको तरङ्गको लम्बाइ</u>

रातो - 6.6×10^{-7} m	सुन्तला - 6.1×10^{-7} m
पहेँलो - 5.8×10^{-7} m	हरियो - 5.5×10^{-7} m
नीलो - 4.7×10^{-7} m	वैजनी - 4.1×10^{-7} m

लामो तरङ्ग लम्बाइ भएका किरणहरूको वेग बढी र कम तरङ्ग लम्बाइ भएका तरङ्गहरूको वेग कम हुने भएको हुनाले (v = f x d) सघन माध्यमबाट प्रकाशका किरणहरू छिर्दा फरकफरक वेगमा हिँड्डा प्रकाश विच्छेदन हुने रहेछ ।

विद्युत् चुम्बकीय तरङ्ग (Electro-magnetic waves)

परमाणु वा इलेक्ट्रोनमा आएको शक्तिको परिवर्तनले गर्दा विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरू उत्पन्न हुन्छन् । खासै भन्ने हो भने विद्युत् चुम्बकीय तरङ्ग भनेको विद्युतीय र चुम्बकीय क्षेत्रमा भएको विचलन (Disturbance) को परिणाम हो । सूर्यको प्रकाश विद्युत् चुम्बकीय तरङ्ग हो । विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरू केकस्ता प्रकृतिका हुन्छन् भन्ने कुरा यिनीहरूको तरङ्ग लम्बाइमा भरपर्ने भएको हुनाले उक्त तरङ्गहरूलाई विभिन्न समूहमा विभाजन गरिएको हुन्छ । विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरूको यो समूहलाई विद्युत् चुम्बकीय वर्णपट (Electro-magnetic Spectrum) भनिन्छ ।

विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गको वर्णपट

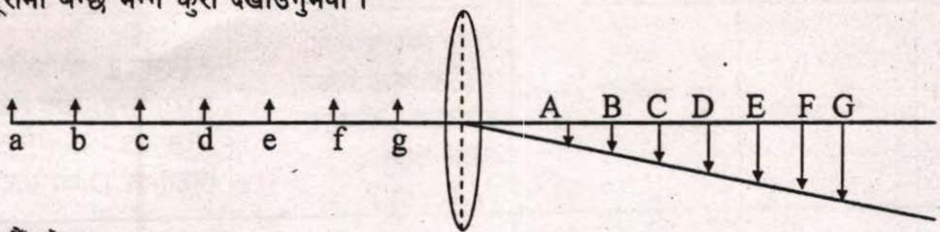
तरङ्ग	तरङ्ग लम्बाइ (m)	स्रोत	नाप्ने यन्त्र (Detector)	प्रयोग
गामा रे	$10^{-12} - 10^{-15}$	रेडियोधर्मी पदार्थ, न्युक्लियर रिएक्सन	गेगर मुलर ट्युब, फोटोग्राफिक फिल्म, इलेक्ट्रोनिक डिटेक्टर	रेडियो धर्मिता, क्यान्सरको उपचार, मोटाइ (thickness) को नाप
एक्स रे	$10^{-8} - 10^{-12}$	X–Ray ट्युब, तारा, इलेक्ट्रोनको शक्तिमा परिवर्तन	फोटोग्राफिक फिल्म, आयोनाइजेसको प्रभाव, डिटेक्टर रसायनको चम्काइ Fluorescence	X– Ray गर्न, अन्तरिक्ष (Astronomy), क्रिस्टलको बनावट परीक्षण, क्यान्सरको उपचार
परावैजनी किरण	$10^{-6} - 10^{-9}$	सूर्य, पारोको बत्ति, इलेक्ट्रिक आर्क	रसायनको चम्काइ फोटोग्राफिक फिल्म, इलेक्ट्रिक डिटेक्टर, छाला डढ्नु (Tanning)	ट्युबलाइट, खगोलविद्या, सुरक्षाचिन्ह, खाद्य पदार्थको सरसफाइ (Sterilize) भिटामिन D को स्रोत
देख्न सकिने प्रकाश	$0.4x10^{-6} - 0.75x10^{-15}$	सूर्य, धेरै तातो वस्तु	आँखा, इलेक्ट्रिक डिटेक्टर, फोटोग्राफिक फिल्म	हेर्न, फोटोग्राफी, सूचना आदानप्रदान, प्रकाश संश्लेषण, खगोलविद्या
इन्फ्रारेड	$10^{-3} - 10^{-6}$	धेरै तातो वस्तु, सूर्य	छाला, इलेक्ट्रोनिक डिटेक्टर	तताउन, खगोलविद्या, थर्मोग्राफी
रेडियो तरङ्ग	$10^{-6} - 10^{-3}$	विद्युत् परिपथ, रेडियो तथा टेलिभिजन ट्रान्समिटर, तारा, तारापुञ्ज	रेडियोको एरियल	सञ्चार, रेडियो, टेलिभिजन, टेलिफोन, राडार, खगोल विद्या, खाना पकाउन (Micro wave)

विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गका गुणहरू

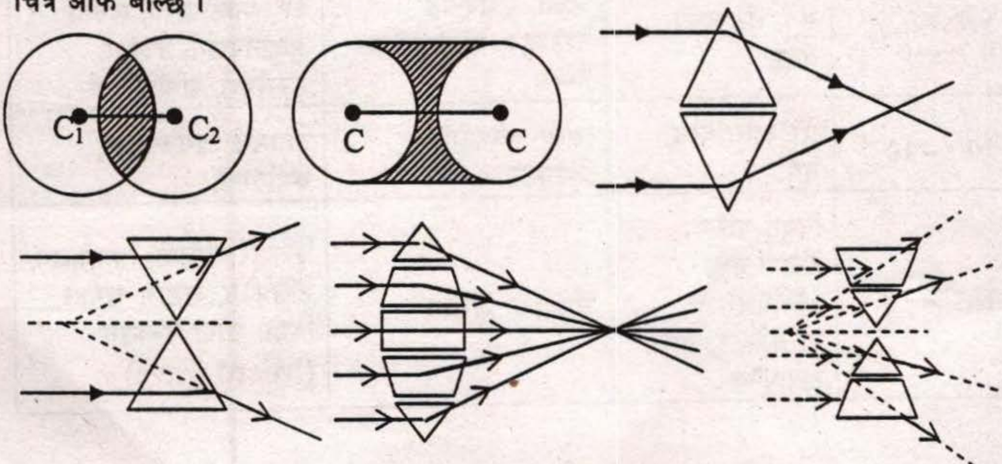
- सबैखाले विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरू ट्रान्सभर्स प्रकृतिका हुन्छन् । माध्यमविनाको ठाउँ (Free space) मा यिनीहरूको गति तीन लाख किलोमिटर प्रतिसेकेन्ड हुन्छ ।
- विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गको जुनसुकै तरङ्ग लम्बाइका लागि पनि $c=f \times \lambda$ समीकरण उपयोगी हुन्छ ।
- उपयुक्त अवस्थामा सबैखाले विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरूले परावर्तन, आवर्तन, डिफ्राक्सन र इन्टरफरेन्स जस्ता गुणहरू देखाउँछन् ।
- विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरू पोलाराइज (Polarize) हुन्छन् ।
- सबै विद्युत् चुम्बकीय तरङ्गहरूले छायाँ बनाउँछन् अर्थात वस्तुले त्यसलाई केही मात्रामा छेक्न सक्छ ।

७.२.४. लेन्स र यसको प्रयोग

लेन्स ग्लास सेतो र सफा प्लास्टिकले बनेको हुन्छ । बीचमा फुकेको छेउमा सुकेको लेन्सलाई कन्भेक्स र बीचमा सुकेका छेउमा फुकेको लेन्सलाई कन्केभ लेन्स भनिन्छ भन्ने कुरा मलाई थाहा थियो । रामचन्द्रजीले त्यस दिन लेन्सका बारेमा पढाउनुपर्ने रहेछ । उहाँले सबैभन्दा पहिले झ्यालढोका बन्द गरी कोठा अध्यारो पार्नुभयो । त्यो अँध्यारो कोठाको एक ठाउँबाट प्रकाशको किरणहरू कोठामा छिरेको देखिन्थे । प्रकाशका किरणहरू हिँडेको बाटोमा उहाँले एउटा कन्भेक्स लेन्स राखी त्यसको तलतिर कागजको टुक्रा राखी जलाएर देखाउनुभयो । त्यसपछि एउटा कन्केभ लेन्समा उक्त प्रकाशको किरण पर्दाको दृश्य देखाउनुभयो । त्यसपछि एउटा बलिरहेको क्यान्डिल कन्भेक्स र कन्केभ लेन्सका अगाडि विभिन्न दूरीमा राख्दा यसको आकृति कत्रो, कस्तो र कति दूरीमा बन्छ भन्ने कुरा देखाउनुभयो ।



चित्र आफैं बोल्छ ।



तपाईलाई थाहा भएकै कुरा त हो,

- गुरुत्वाकर्षणले पनि प्रकाशलाई बङ्ग्याउँछ ।
- अप्टिकल केन्द्रबाट गएको किरण बाङ्गिदैन ।
- लेन्सले प्रकाशका किरणहरूलाई केन्द्रित वा विकेन्द्रित गर्ने क्षमतालाई लेन्सको सामर्थ्य (Power of lens) भनिन्छ । लेन्सको सामर्थ्य केन्द्रीकरण दूरीको ब्यूत्क्रमानुपाती $\left[P = \frac{1}{f}\right]$ हुन्छ । यसलाई डायप्टर (Dioptre) एकाइमा नापिन्छ ।
- वस्तुको आकृतिको लम्बाइ वा उचाइ र वस्तुको लम्बाइ वा उचाइको अनुपात $\left[m = \frac{I}{O} = \frac{v}{u}\right]$ लाई विस्तृति (Magnification) भनिन्छ ।
- लेन्सबाट आकृति र वस्तुको दूरी तथा उक्त लेन्सको केन्द्रीकरण दूरीमध्ये दुई थाहा पाएमा तेस्रो पत्ता लगाउन सकिन्छ । $\left[\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}\right]$
- साधारण सूक्ष्मदर्शकयन्त्र वा ठूलो देखाउने ग्लास (Magnifying glass) यस्तो लेन्स हो जहाँ वस्तुलाई लेन्स र केन्द्रीकरण दूरीको बीचमा राखिन्छ ।
- अवास्तविक आकृति (Virtual image) लाई पर्दामा उतार्न सकिँदैन । टाढा रहेको कुनै वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरणहरूलाई कन्भेक्स लेन्समा पारेर उक्त वस्तुको आकृति पर्दामा उतार्न सकिन्छ । लेन्सदेखि आकृतिसम्मको दूरी नै उक्त लेन्ससको केन्द्रीकरण दूरी (Focal length) हो ।
- अध्यारो कोठामा लेजर लाइट बालेर बलेको मच्छड धुपको धुवां उक्त प्रकाशको किरणमा पार्दा प्रकाश सिधा बाटोमा हिड्छ भन्ने तथ्य सजिलै पुष्टि गर्न सकिन्छ ।

लेन्सको प्रयोग

क्यामरा, टेलिस्कोप, स्लाइड प्रोजेक्टर, ओभरहेड प्रोजेक्टर, माइक्रोस्कोप, चस्मा आदि उपकरणहरूमा कन्भेक्स लेन्स प्रयोग गरिन्छ । चस्मामा कन्केभ लेन्सको पनि प्रयोग गरिन्छ । हाम्रा आँखामा पनि कन्भेक्स लेन्स हुन्छ । आँखामा रहेको उक्त लेन्सले ठीकसँग काम गर्न नसक्दा ग्लास वा प्लास्टिकले बनेको कन्केभ वा कन्भेक्स लेन्स चस्मामा राखेर प्रयोग गर्नुपर्छ भन्ने कुरा तपाईलाई थाहा छँदैछ ।

७.२.५. अप्टिकल उपकरणहरू (Optical Instruments) :

लेन्स राखेर बनाएको उपकरणलाई अप्टिकल उपकरण भनिन्छ । यस्ता उपकरणहरूको सहायताले देखिने आकृति वास्तविक (Real) र अवास्तविक (Virtual) हुन्छन् । आकृतिका आधारमा अप्टिकल उपकरणलाई दुई भागमा विभाजन गरिन्छ । जस्तै भनौं क्यामारा, फिल्म प्रोजेक्टर, ओभरहेड प्रोजेक्टरले बनाएको आकृतिलाई पर्दामा उतार्न सकिने भएको हुनाले वास्तविक हुन्छ । तर

बाइनोकुलर, सूक्ष्मदर्शकयन्त्र, टेलिस्कोपले बनाएको आकृतिलाई पर्दामा उतार्न नसाक्ने भएको हुँदा अवास्तविक आकृति बन्छ भन्ने सम्मको कुरा त मलाई पनि थाहा थियो । अप्टिकल उपकरणहरूको पाठ अध्यापन गराउँदा रामचन्द्रजीले विद्यार्थीहरूलाई चार समूहमा विभाजन गरी कक्षा १० को पाठ्यपुस्तकमा भएको पाठ्यवस्तु हातेलेन्स, सूक्ष्मदर्शक यन्त्र, क्यामारा र टेलिस्कोप पढेर समूहगतरूपमा छलफल गरी नबुझेका कुराहरू सोध्न भन्नुभयो । कक्षाकोठामा केही समयसम्म प्रश्न उत्तरको बाढी नै आयो । त्यसपछि उहाँले विद्यार्थीहरूलाई क्यामारा र आँखा, साधारण र कम्पाउन्ड सूक्ष्मदर्शकयन्त्र, सूक्ष्मदर्शकयन्त्र र टेलिस्कोपको फरक लेख्न भन्नुभयो ।

क्यामारा	आँखा
• आकृति फोटोग्राफिक प्लेटमा बन्छ ।	• आकृति रेटिनामा बन्छ ।
• क्यामाराको केन्द्रीकरण दूरी निश्चित (Fixed) हुन्छ ।	• आँखाको केन्द्रीकरण दूरी परिवर्तनशील (Viriable) हुन्छ ।
• साधारण सूक्ष्मदर्शक यन्त्र	• कम्पाउन्ड सूक्ष्मदर्शक यन्त्र
• एउटामात्र लेन्स प्रयोग गरिन्छ ।	• दुईओटा लेन्स प्रयोग गरिन्छ
• आकृति सुल्टो र अवास्तविक हुन्छ	• आकृति उल्टो र अवास्तविक हुन्छ ।
• केन्द्रीकरण दूरी लामो (लगभग 25 से.मि.) हुन्छ ।	• केन्द्रीकरण दूरी छोटो (Eye lens-5cm objective lens-3cm) हुन्छ ।

सूक्ष्मदर्शक यन्त्र	टेलिस्कोप
• Objective लेन्सले बनाएको आकृति Eye लेन्सको केन्द्रीकरण दूरीभन्दा भित्र बन्छ ।	• Objective लेन्सले बनाएको आकृति Eye लेन्सको केन्द्रीकरण विन्दुमा पर्छ ।
• सूक्ष्म जीवहरू हेर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ ।	• टाढा रहेका वस्तुहरू हेर्नका लागि प्रयोग गरिन्छ ।
• Objective र Eye लेन्स दुवैको केन्द्रीकरण दूरी छोटो (5cm / 3cm) हुन्छ ।	• Objective लेन्सको केन्द्रीकरण दूरी लामो (100 cm) तर Eye लेन्सको छोटो (5 cm) हुन्छ ।
• वस्तुको आकृति Objective लेन्सभन्दा पर बन्छ ।	• वस्तुको आकृति अनन्त (Infinity) मा बन्छ ।

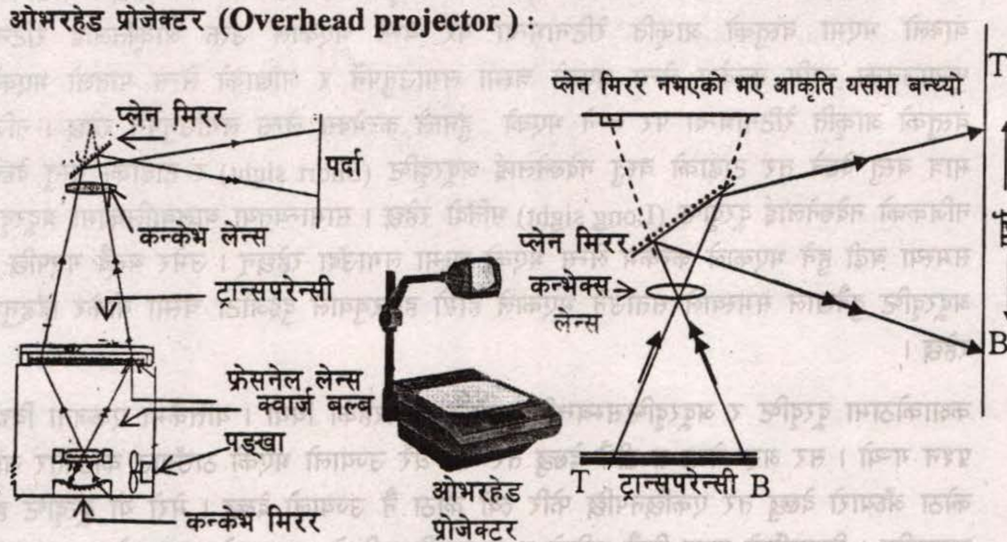
त्यसपछि रामचन्द्रजीले पाठ्यपुस्तकको क्रियाकलाप 11 र 12 मा उल्लेख गरेबमोजिमका सूक्ष्मदर्शक यन्त्र, टेलिस्कोप, पानीलेन्स र पिनहोल क्यामाराको नमुना बनाउन लगाउनुभयो ।

पानी लेन्स बनाउने तरिका

- फलाम वा तामाको तार लिएर पेन्सिल वा साइनपेनमा बेरेर लुप (Loop) बनाउने ।
- यसरी बनाएको लुप पानीमा चोबेर कुनै वस्तुलाई हेर्ने ।
- पानी लेन्सलाई तलमाथि गरी उक्त वस्तुको आकृति स्पष्ट बनाउने ।

कक्षामा विद्यार्थीहरू आ–आफ्नो समूहमा काम गर्न व्यस्त थिए । यत्तिकैमा एउटा विद्यार्थीले रामचन्द्रजीलाई प्रश्न गऱ्यो सर ओभरहेड प्रोजेक्टर (OHP) पनि अप्टिकल उपकरण हो ? हाम्रो विद्यालय सम्पन्न थियो । विद्यालयमा OHP पनि भएकाले उहाँले OHP को महत्त्व बताउँदै यसका विभिन्न भागहरू चिनाउँदै सानो अक्षरहरू OHP ले कसरी ठूलो देखाउँछ भन्ने कुरा प्रदर्शन गर्नुभयो ।

ओभरहेड प्रोजेक्टर (Overhead projector) :



क्वार्ज हेलोजन लाइन फिलामेन्ट (Quartz halogen line filament) बत्ती कन्केभ ऐनाको वक्रताको केन्द्र (Centre of curvature) मा पर्ने गरी राखिएको हुन्छ । क्वार्ज बल्बबाट आएको प्रकाश फ्रेसनेल लेन्समा पर्छ । योलेन्स माथि ट्रान्सपरेन्सी राखिन्छ । फ्रेसनेल लेन्सबाट छिरेको

प्रकाश कन्भेक्स लेन्स हुँदै प्लेन ऐनामा ठोकिएर पर्दामा ट्रान्सपरेन्सीमा लेखिएका अक्षरहरू ठूलो आकारमा देखिन्छन् । कन्भेक्स लेन्सलाई तलमाथि सारेर पर्दामा देखिने अक्षरहरूको आकार स्पष्ट पार्न सकिन्छ । प्लेन ऐना नराख्ने हो भने वस्तुको आकृति सिलिङमा बन्छ ।

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो,

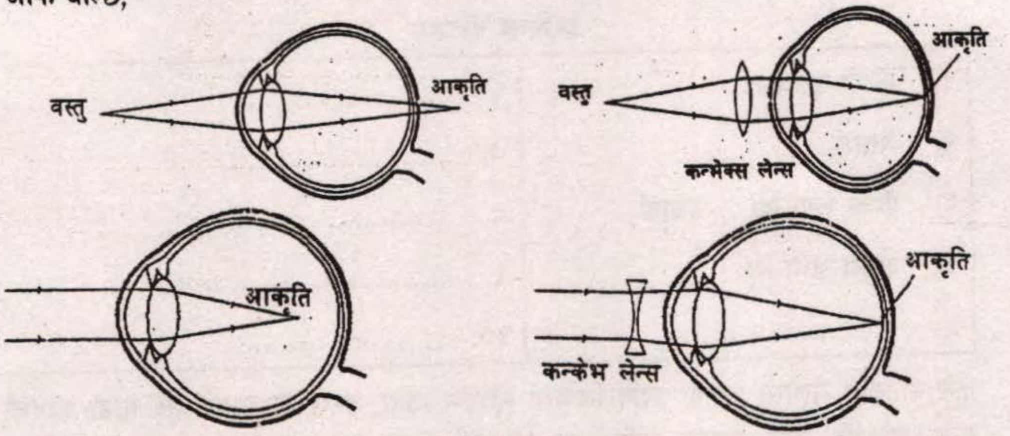
सबैभन्दा पहिले बनाएको सूक्ष्मदर्शक यन्त्रमा पानीको थोपालाई Objective लेन्सको रूपमा प्रयोग गरिएको थियो ।

७.२.६. **आँखाको हेर्ने शक्ति समस्या र समाधान :** हाम्रो हजुरबुबा सधैँभरि दुईओटा चस्मा बोकेर हिँड्नु हुन्थ्यो । मलाई लाग्थ्यो यी बूढालाई यो बूढेसकालमा पनि कति नक्कल पार्नुपरेको । वरपर हिँड्दा एउटा चस्मा लगाउनु हुन्थ्यो तर पुस्तक, पत्रपत्रिका पढ्दा अर्को चस्मा लगाउनुहुन्थ्यो । हजुरबुबाले लगाएका दुईओटा चस्माको रहस्य मेरा लागि त्यसदिन खुल्यो जुन दिन रामचन्द्रजीको कक्षामा म बसेको थिएँ । त्यसपछि मलाई थाहा भयो, वयस्क मानिसले नजिकमा 20 - 30 cm सम्म रहेका वस्तुहरू स्पष्ट देख्न सक्ने रहेछ । बच्चाहरूले भने 10 – 15 सम्मका नजिकमा रहेका वस्तुहरू देख्ने रहेछन् । धेरै टाढा अनन्तमा रहेका वस्तुहरू पनि स्वस्थ आँखाले देख्ने रहेछ । कुनै वस्तुबाट आएका प्रकाशका किरणहरूको आकृति आँखाको रेटिनामा बनेपछि त्यसको सूचना जब मस्तिष्कमा पुग्छ तबमात्र हामी त्यो वस्तुलाई देख्दा रहेछौँ । यसरी वस्तुको आकृति रेटिनामा बन्ने कार्यमा हाम्रो आँखामा रहेको कन्भेक्स लेन्सको प्रमुख भूमिका हुने रहेछ । आँखामा रहेको लेन्सले वस्तुको आकृति रेटिनामा पार्न सकेन भने उक्त आकृतिलाई रेटिनामा पार्नका लागि चस्मा अर्थात कृत्रिम लेन्स चाहिने रहेछ जसले रेटिनाभन्दा वर वा पर बनेको आकृतिलाई रेटिनामा पार्ने रहेछ । आँखाको लेन्स बाक्लो भएमा वस्तुको आकृति रेटिनाभन्दा वर बन्ने भएकाले उक्त आकृतिलाई रेटिनासम्म पुऱ्याउनका लागि कन्केभ लेन्स भएको चस्मा लगाउनुपर्ने र आँखाको लेन्स पातलो भएको भए वस्तुको आकृति रेटिनाभन्दा पर बन्ने भएको हुनाले कन्भेक्स लेन्स लगाउनुपर्ने रहेछ । नजिकको मात्र वस्तु देख्ने तर टाढाको वस्तु नदेख्नेलाई अदूरदृष्टि (Short sight) र टाढाको वस्तु देख्ने तर नजिकको नदेख्नेलाई दूरदृष्टि (Long sight) भनिँदो रहेछ । सामान्यतया बालबालिकामा अदूरदृष्टिको समस्या बढी हुने भएकाले कन्केभ लेन्स भएको चस्मा लगाउँदा रहेछन् । उमेर बढ्दै गएपछि दूर र अदूरदृष्टि दुवैखाले समस्याले सताउने भएकाले हाम्रो हजुरबुबाले दुईओटा चस्मा बोकेर हिँड्नुभएको रहेछ ।

कक्षाकोठामा दूरदृष्टि र अदूरदृष्टिसम्बन्धी छलफल चलिरहेको थियो । यत्तिकैमा एकजना विद्यार्थीले प्रश्न गऱ्यो । सर अरू बेला त ठीकै देख्छु तर जब धेरै उज्यालो भएको ठाउँबाट कोठातिर जाँदा म कोठा अँध्यारो देख्छु तर एकछिनपछि फेरि त्यो कोठा नै उज्यालो देख्छु । मेरो यो दूरदृष्टि हो कि अदूरदृष्टि । विद्यार्थीको प्रश्न निकै गहिरो र व्यावहारिक थियो । प्रश्नको उत्तर खोज्न रामचन्द्रजीले अरू विद्यार्थीहरूतिर इसारा गर्नुभयो । सन्तोषजनक उत्तर नआएपछि उहाँले आफैं भन्नुभयो "आँखाको रेटिनामा धेरै प्रकाश पऱ्यो भने यो सदाको लागि बिग्रन्छ अर्थात् धेरै प्रकाश रेटिनामा पर्नु हानिकारक हुन्छ । आँखालाई बचाउनका लागि यसभित्र पस्ने प्रकाशलाई घटबढ गर्ने काम

आइरिसले गर्छ । प्रकाश धेरै भएको ठाउँमा आइरिस तन्किन्छ र पुपिल सानो हुन्छ र थोरै प्रकाश मात्र आँखाभित्र पस्छ । यो बेलामा हामी कोठाभित्र पस्दा थोरै मात्र प्रकाश रेटिनामा पुग्छ र कोठा अँध्यारो देखिन्छ । कोठामा बस्दै गएपछि आइरिस विस्तारै खुम्चिन्छ र पुपिल ठूलो भई धेरै प्रकाश आँखामा छिर्छ फलस्वरूप कोठा उज्यालो देखिन्छ ।"

चित्र आफैँ बोल्छ,



तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो,

- अदूरदृष्टिलाई Myopia र दूरदृष्टिलाई Hypermetropia पनि भनिन्छ ।
- आँखाको नानी (Eye ball) ठूलो भई आँखाको लेन्सको केन्द्रीकरण दूरी घट्नु अदूरदृष्टि हुने कारण हो ।
- आँखाको नानी सानो भएर लेन्सको केन्द्रीकरण दूरी बढ्नाले दूरदृष्टिको समस्या जन्माउँछ ।
- आँखाको कमजोरीको चित्ररेखा बनाउँदा प्रकाशको किरण आइरिसभन्दा भित्र पर्नेगरी राख्नुपर्छ ।
- आँखाले देख्न सक्ने नजिक र टाढाको विन्दुबीचको दूरीलाई Range of vision भनिन्छ ।
- चस्माको सट्टामा कडा ग्लास वा प्लास्टिकले बनेको लेन्स आँखामा टाँसेर लगाउन पनि सकिन्छ ।
- एउटै चस्माको तल र माथितिर कन्भेक्स र कन्केभ लेन्स राखेर नजिक र टाढा रहेका वस्तुहरू पनि हेर्न सकिन्छ ।

७.३. **ध्वनि (Sound) :** यो हप्ता मैले विद्यालयमा ध्वनिका बारेमा शिक्षणसिकाइका क्रियाकलाप सञ्चालन गर्नुपर्नेछ । पाठ्यपुस्तकमा ध्वनिका बारेमा धेरै कुरा दिएको भए तापनि विद्यार्थीका जिज्ञासाहरू समाधान गर्न र आफू पनि आफ्नो विषयको ज्ञान दुरुस्त राख्नका लागि तयारी गर्नुपर्ने भएकाले मैले मेरै सजिलोका लागि यो टिपोट तयार गरेको हुँ ।

ध्वनि एक प्रकारको शक्ति हो जुन कम्पनद्वारा उत्पन्न हुन्छ । ध्वनि उत्पन्न हुनका लागि कुनै पनि माध्यममा रहेका अणुहरूमा विचलन ल्याउनुपर्छ । विचलित भएका अणुहरूले निश्चित शक्ति बोकेर

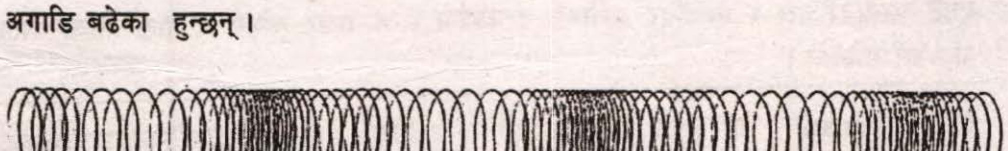
हिँड्ने भएको हुनाले ध्वनिलाई यान्त्रिक शक्ति (Mechanical energy) भनिन्छ । कम्पन हुने वस्तुहरूबाट ध्वनि निस्कन्छ । हाम्रो घाँटीमा भएको Vocal chord मा कम्पन्न भएपछि आवाज निस्कन्छ । गीतार, भ्वाइलिन, सारङ्गी आदिका तारमा कम्पन्न हुँदा ध्वनि निस्किएको हो । एउटा स्केललाई टेबलमाथि राखेर कुनै गह्रौं वस्तुले थिची उक्त स्केललाई हिर्काउँदा वा ट्युनिङ फर्कलाई रबरप्याडमा हिर्काएर ध्वनिको अनुभव गर्न सकिन्छ । प्रकृतिमा ध्वनिका अनगिन्ति स्रोतहरू छन् । ध्वनिका स्रोतहरू एकैछिन टिपोट गरौ न ।

ध्वनिका स्रोतहरू

१. खोला सुसाएको	६. ....
२. बतास	७. ....
३. ढोका लगाउँदा / उघार्दा	८. ....
४. शङ्ख बजाउँदा	९. ....
५.	१०. ....

कुनै स्रोतबाट उत्पन्न भएको ध्वनि विभिन्न माध्यम (ठोस, तरल वा ग्यास) हुँदै हाम्रो कानको पर्दा सम्म पुगेपछि उक्त सूचना मस्तिष्कमा पुऱ्याउने काम हुन्छ । जब कानको पर्दाबाट सूचना मस्तिष्कमा पुग्दछ त्यसपछि मात्र हामी ध्वनि सुन्दछौं । कानको पर्दामा कुनै खराबी भएमा वा कानेगुजीले भरिएमा मस्तिष्कसम्म आवाजको सूचना पुग्न बाधा उत्पन्न हुने भएकाले कान नसुनिने जस्ता समस्याहरू आउँछन् । ध्वनि सूचना आदानप्रदान गर्ने, मनोरञ्जन गर्ने (सङ्गीत) तथा उपचारको रूपमा पनि प्रयोग गरिन्छ । लगातार बजाएको शङ्ख वा थालले हाम्रो मस्तिष्कमा अनियमित रूपमा बसेका न्युरोनहरू (Disorder Neurone) लाई नियमित बनाउँछ भने शङ्ख जस्ता उपकरणबाट निस्कने ध्वनिले ब्याक्टेरियाजस्ता सूक्ष्म जीवलाई मार्ने काम गर्दछ ।

७.३.१ **ध्वनिको प्रसार (Propagation of sound) :** एउटा स्प्रिङ्लाई भित्तामा अड्काएर छोडिदिँदा चित्रमा देखाएको जस्तो दृष्य देख्न सकिन्छ । कुनै ठाउँमा स्प्रिङ्गको क्वाएल धेरै नजिक र कुनै ठाउँमा टाढा भएको देखिन्छ । स्प्रिङमा तारको क्वाएल जसरी एक ठाउँमा फुक्ने र अर्को ठाउँमा खाँदिने गर्छन् हावाको माध्यमबाट ध्वनि प्रसारण हुँदा पनि ठीक त्यसै गरी हावाका अणुहरू फुक्दै र खाँदिदै अगाडि बढेका हुन्छन् ।



(स्प्रिङमा उत्पन्न भएको तरङ्ग)

ध्वनि प्रसारण हुँदा कुनै माध्यममा रहेका कण तथा अणुहरू एक ठाउँमा खादिन्छन् भने अर्को ठाउँमा फुक्छन् । यो फुक्ने र खादिने क्रमसँगै ध्वनि अगाडि बढ्दै जान्छ । माध्यमका कण तथा

अणुहरू खादिएका ठाउँमा चाप धेरै हुन्छ भने फुकेको ठाउँमा कम हुन्छ । ध्वनि प्रसारण हुँदा यसरी खादिएको र फुकेको क्षेत्रलाई Compressions and Rarefactions भनिन्छ । दुईओटा खाँदिएको वा फुकेको क्षेत्रको केन्द्रबीचको दूरीलाई तरङ्ग लम्बाइ भनिन्छ । स्थिरअवस्थामा रहेको कण (Particles) ले उच्चतम रूपमा पार गरेको दूरीलाई उक्त तरङ्गको एम्प्लिच्युड (Amplitude) भनिन्छ ।

ध्वनि तरङ्ग उत्पन्न भई प्रसार हुँदा जुन माध्यमबाट ध्वनि जतातिर प्रसार हुन्छ उक्त माध्यममा रहेका कण तथा अणुहरू पनि अगिपछि अगिपछि (To and fro) हल्लिन्छन् ।

ध्वनि प्रसारण (Transmission) का लागि तीन ओटा सर्त पूरा हुनुपर्छ

- स्रोत (Source) : कम्पन्नयुक्त वस्तु जसले ध्वनि उत्पादन गर्छ ।
- माध्यम (Medium) : माध्यम (ठोस, तरल वा ग्यास) जहाँबाट ध्वनि प्रसार हुन्छ ।
- प्रापक (Receiver) : कान तथा माइक्रोफोन जसले ध्वनि ग्रहण गर्छ ।

७.३.२. **ध्वनिको गति (Velocity of Sound) :** त्यतिबेला हामी तेह्रथुम जिल्लाको ह्वाकु गाउँमा बस्थ्यौं । हाम्रो गाउँमा एकजना कोइराला थरका मानिस थिए । दाउरा चिर्न साह्रै सिपालु । एक दिनको कुरा हो कोइरालाजी हाम्रो बारीको पुछारमा दाउरा चिर्दै थिए । आमाले जा बाबु कोइराला दाइलाई भात खान बोला भन्नुभयो । बहिनी र म कोइराला दाइलाई बोलाउन गयौं । बारीको पुछारसम्म किन जाने भनेर मैले माथिबाटै बोलाउने विचार गरें । कोइराला दाइ दाउरा चिर्नमा व्यस्त हुनुहुन्थ्यो । दाजुबहिनी दुवैजना उफ्रिउफ्री कराउन थाल्यौं "कोइराला दाइ भात खान आउनु अरे" । तर उहाँले पटक्कै सुन्नुभएन । दाइले बन्चरो उचालेको बेला पारेर हामी कराउँथ्यौं । हाम्रो आवाज दाइको कानमा पुग्दानपुग्दै बन्चरोले दाउरा चिरेको आवाज उत्पन्न हुन्थ्यो र हाम्रो आवाज बन्चरो र दाउराको आवाजको अगाडि धेरै मधुरो भएको कारणले उहाँले नसुनेजस्तो लाग्यो । दाउरा चिरेको र हाम्रो आवाजबीचमा हामीले तारतम्य मिलाउन सकेनौं र अन्तमा हामीले छेउमै गएर दाइलाई बोलायौं । बाल्यकालको उक्त घटना मलाई आज झल्झली सम्झना आइरहेछ किनभने त्यस क्रियाकलापको आधारमा ध्वनिको गति पत्ता लगाउन सकिने रहेछ । मानौं बन्चरोले दाउरामा ठोकिँदाको समय = t_1

बन्चरो दाउरामा ठोकिँदा निस्किएको ध्वनि हाम्रो कानसम्म आइपुग्न लागेको समय = t_2

दाउरा चिरेको आवाज हामीसम्म आइपुग्न लागेको समय $t = t_2 - t_1$

दाउरा चिरेको र हामी उभिएको ठाउँको दूरी = d

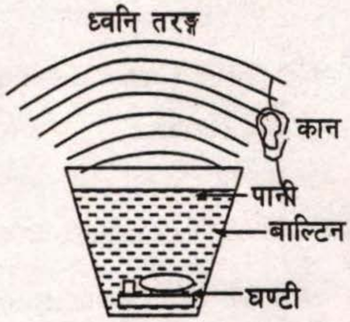
ध्वनिको गति $(v) = \frac{d}{t}$

$$\text{ध्वनिको गति} = \frac{\text{पार गरेको दूरी}}{\text{दूरी पार गर्न लागेको समय}}$$

समय र दूरी उपयुक्त ढङ्गले नाप्न सक्यो भने हावामा ध्वनिको गति 332 m/s हुन्छ भन्ने निष्कर्षमा हामी पुग्न सक्छौं । बाल्यकालको कुरा सम्झँदा दुईओटा बाँसका ढुङ्ग्रोमा धागो छिराएर तीनचार सय मिटरको दूरीमा बसेर बोल्दा धागो र बट्टाविना बोल्दाभन्दा धेरै प्रस्ट आवाज सुनिने । पोखरीमा पौडी खेल्न जाँदा पानीमुनि बसेर कराउँदा पोखरीको छेउमै बस्दा पनि अलिअलि मात्र सुनिने । पानीमुनि बसेर कराउँदा मुखमा पानी पस्ने भएकाले असाध्य कठिन हुने जस्ता घटना झलझली सम्झना आइरहन्छन् ।

गरी हेरौं न :

- १० - १५ लिटर पानी अटाउने बाल्टीमा पानी भरेर त्यसको पिँधमा टेबल घण्टीलाई प्लास्टिकको थैलोभित्र राखी बजाउने ।
- घण्टीलाई पानीको विभिन्न गहिराइमा राखेर बनाउने ।
- प्रयोगको निष्कर्ष लेख्ने :



बाल्यकालका उक्त क्रियाकलापबाट आज म के निष्कर्षमा पुग्न सक्छु भने ध्वनि ठोस, तरल र ग्यास तीनैओटा माध्यमबाट प्रसार हुँदोरहेछ तर ध्वनि हावामा भन्दा पानीमा छिटो र पानीमा भन्दा ठोस पदार्थमा छिटो कुद्ने रहेछ ।

माध्यम	ग्यास			तरल		ठोस			
	हावा	हाइड्रोजन	CO_2	पानी	अल्कोहल	आइस	ग्लास	एलुमिनियम	ग्रेनाइट
ध्वनिको गति (m/s)	332	1270	258	1498	1210	5200	5500	5100	6000

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- ध्वनिको वेग तरङ्ग आवृत्ति (Frequency) र तरङ्गलम्बाइ (Wave length) लाई गुणन गरेर पनि पत्ता लगाउन सकिन्छ । $(v = f \times \lambda)$
- ग्यास माध्यममा ध्वनिको वेग यसको घनत्वसँग व्युत्क्रमानुपाती हुन्छ $\left(v \propto \frac{1}{\rho}\right)$

- ग्यास माध्यममा ध्वनिको वेग तापक्रमसँग अनुक्रमानुपाती हुन्छ ($v \propto T$)
- ओसिलो हावामा ध्वनिको वेग सुख्खा हावाको भन्दा बढी हुन्छ ।
- कुनै पनि माध्यममा प्रकाशको वेग = $\frac{\text{शून्य (Vaccum) मा प्रकाशको बेग}}{\text{उक्त माध्यम/पदार्थको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स}}$
- हावाको दबाब (Pressure) सँग ध्वनिको वेगको कुनै सम्बन्ध हुँदैन ।

शून्य माध्यम (Vaccum) मा प्रकाशको रातो तरङ्गको तरङ्गलम्बाइ 7.7×10^{-7}m र गति 3×10^{8} m/s भए ग्लासको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स कति हुन्छ ? (रातो तरङ्गको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स = 1.5)

यहाँ,

रातो तरङ्गको तरङ्ग लम्बाइ (λr) = 7.7×10^{-7}m

प्रकाशको गति (c) = 3×10^{8} m/s

रातो तरङ्गको रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स (μ) = 1.5

ग्लासमा प्रकाशको तरङ्ग लम्बाइ (λ) = ?

रातो तरङ्गको वेग = $\frac{\text{शून्यमा प्रकाशको वेग}}{\text{रिफ्राक्टिभ इन्डेक्स}}$

$$= \frac{3 \times 10^{8} m/s}{1.5}$$

$$= 2 \times 10^{8} m/s$$

रातो तरङ्गको आवृत्ति (fr) = $^{c}/_{\lambda r}$

$$= \frac{3 \times 10^{8}}{7.7 \times 10^{-7}} Hz = 3.8 \times 10^{14}$$

तरङ्ग आवृत्ति सधैंभरि अचल (constant) रहन्छ ।

$\therefore$ तरङ्ग लम्बाइ = $\frac{\text{बेग}}{\text{आवृत्ति}}$

$\therefore$ ग्लासमा तरङ्ग लम्बाइ = $\frac{\text{रातो तरङ्गको ग्लासमा हुने बेग}}{\text{रातो तरङ्गको आवृत्ति}}$

$$= \frac{2 \times 10^{8} m/s}{3.8 \times 10^{14} Hz}$$

ग्लासको तरङ्ग लम्बाइ = 5.2×10^{-7} m

७.३.३. ध्वनिको परावर्तन (Reflection of sound) :

आठराई तेह्रथुमबाट धरानतिर आउँदा तमोर नदीको किनारामा हाक्पारे भन्ने ठाउँ थियो । हामी जब हाक्पारे आइपुग्थ्यौं उफ्रिउफ्री कराउँथ्यौं । हामी जति जोडले हाक्पारे भनेर कराउँथ्यौं केही क्षण पछि त्यो आवाज जस्ताको तस्तै फर्किन्थ्यो । आफैँले बोलेको आवाज केही क्षणमा फर्केको सुनेर हामी दङ्ग पर्थ्यौं तर आवाज फर्कनुको रहस्य भने हामीलाई थाहा थिएन । हाक्पारेको रहस्य मेरो दिमागमा बल्ल घुस्दैछ । हामीले बोलेको आवाज पहरामा गएर ठोकिएर हामीतिरै फर्किएको रहेछ । यसरी कुनै स्रोतबाट उत्पन्न भएको ध्वनि कुनै ठोस र कडा सतहमा ठोकिएर स्रोत भएको स्थानमा फर्किने प्रक्रियालाई प्रतिध्वनि (Echo) भनिँदो रहेछ । प्रतिध्वनिको यो क्रियाकलापको आधारमा ध्वनिको वेग पनि पत्ता लगाउन सकिने रहेछ ।

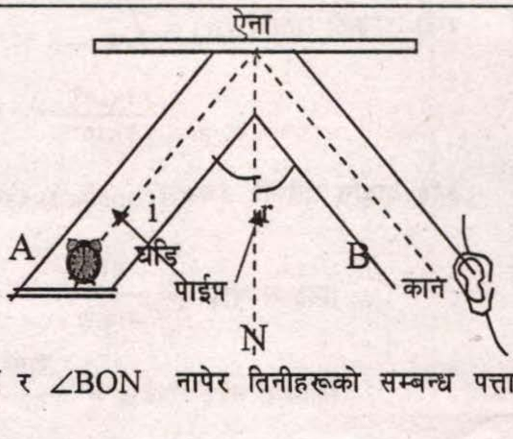
$$\text{ध्वनिको वेग} = \frac{\text{ध्वनिले पार गरेको दूरी}}{\text{दूरी पार गर्न लागेको समय}}$$

ध्वनिले पार गरेको दूरी स्रोतदेखि परावर्तकसम्मको दूरीको दोब्बर हुन्छ । ध्वनिले उक्त दूरी पार गर्न लागेको समय पत्ता लगाउनका लागि सुरुमा बोल्दा/कराउँदा र उक्त आवाज फर्किएर आउँदाको समयको अन्तरबाट निकाल्नुपर्छ ।

प्रतिध्वनि गर्ने सतह (Reflecting surfaces) धेरै ओटा छन् र स्रोतबाट उक्त सतहसम्मको दूरी 15 मिटरभन्दा कम छ भने स्रोतबाट निस्केको ध्वनिमा प्रतिध्वनि मिसिएर उक्त ध्वनि लामो समयसम्म सुनिन्छ । यसरी लामो समयसम्म सुनिनुमा प्रतिध्वनि गर्ने सतहहरूको प्रमुख भूमिका हुन्छ । यसरी ध्वनिको स्रोतमा प्रतिध्वनि भएको आवाज मिसिएर लामो समयसम्म उक्त ध्वनि सुनिनुलाई गुन्जायमान (Reverberation) भनिन्छ । गुन्जायमानले सङ्गीत र सांस्कृतिक कार्यक्रमहरूलाई कर्णप्रिय बनाउछ तर स्टुडियो, सेमिनार हल, सिनेमा हल आदिमा स्रोत र प्रतिध्वनिको आवाज एकआपसमा मिसिएर नबुझिने हुँदा ध्वनि शोषक (Sound absorbser) राखिएको हुन्छ ।

गरी हेरौं न !

- 1 मिटर लामो र 5 से.मि. जति व्यास भएको 2 ओटा पोलिथिनका पाइप चित्रमा देखाए जस्तै गरी जडान गर्ने ।
- पाइप A स्थिर राखेर पाइप B लाई यताउता गरी कुन अवस्थामा घडीको आवाज प्रस्ट र उच्च सुनिन्छ, पत्ता लगाउने ।



- आवाज उच्च र प्रस्ट सुनिएको बेला ∠AON र ∠BON नापेर तिनीहरूको सम्बन्ध पत्ता लगाउने ।
- ऐनाको सट्टामा काठ, कपडा वा कागज राखेर उक्त क्रियाकलाप दोहोऱ्याउने ।
- क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।

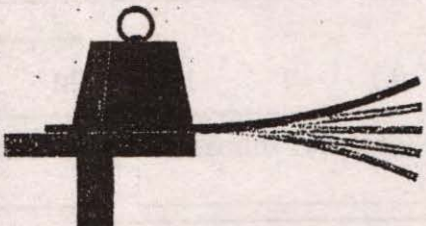
७.३.४ आवृत्ति, तीक्ष्णता र तीव्रता (Frequency, Pitch and Intensity) :

आवृत्ति (Frequency) : आवृत्तिको धारणा बसाउन हाम्रा प्रशिक्षकले तालिम केन्द्रमा गराएको क्रियाकलाप मलाई ज्यादै घत परेको छ । प्रशिक्षकज्यूले ४/५ जना साथीहरूलाई कक्षाकोठाको अगाडि बोलाएर पालैपालो 10/10 सेकेन्ड हात हल्लाउन लगाउनुभयो । हामी हात हल्लाउँदै गर्दा उहाँले प्रतिसेकेन्डमा कति पटक कसले हात हल्लाउँछ भनेर हिसाब किताब गर्न थाल्नुभयो ।

नाम	हात हल्लाइ (पटक)	समय (S)	प्रतिसेकेन्ड हात हल्लाइ आवृत्ति (Hz)
कोपिला	10	10	1
देवान	12	10	1.2
रश्मी	9	10	0.9
पवन	11	10	1.1
कविर	10	10	1

त्यसपछि एक सेकेन्डमा हल्लाएको हातको सङ्ख्यालाई आवृत्ति (Frequency) भनिन्छ भनेर परिभाषित गर्नुभयो ।

$$\text{आवृत्ति} = \frac{\text{हल्लिएको सङ्ख्या (n)}}{\text{लागेको समय (t)}}$$



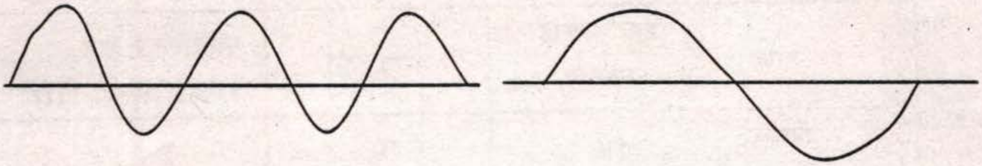
स्केललाई टेबलमा राखी गह्रौं वस्तुले थिचेर हल्लाउँदै स्केलको आवृत्ति पत्ता लगाउन भन्नुभयो । स्केलको फरकफरक लम्बाइमा गरेको उक्त क्रियाकलापबाट हामी लम्बाइ बढ्यो भने आवृत्ति घट्छ भन्ने निष्कर्षमा पुगेका थियौं ।

स्केल यसरी तलमाथि हल्लिदा तरङ्ग उत्पन्न हुन्छ । प्रतिसेकेन्ड उत्पन्न हुने तरङ्गको सङ्ख्यालाई आवृत्ति भनिन्छ ।

ध्वनिको तीव्रता (Intensity of sound) : प्रतिसेकेन्ड ध्वनितरङ्गले स्रोतबाट लिएर जाने शक्तिको मात्रालाई ध्वनिको तीव्रता (Intensity) भनिन्छ । तीव्रता ध्वनिको उच्चता (Loudness) को आधारमा नापिन्छ । तीव्रता धेरै भएको ध्वनिको उच्चता पनि धेरै हुन्छ । ध्वनिको तीव्रता र उच्चतालाई क्रमश, वाट प्रति वर्गमिटर (w/m^2) र डेसिबल (dB) एकाइमा नापिन्छ । ध्वनिको तिब्रता एम्प्लिच्युड ($I \alpha a^2$), ध्वनिको स्रोत ($I \alpha$ source of sound), स्रोतको दूरी$\left(I \propto \frac{1}{d^2}\right)$ र घनत्व ($I \alpha \rho$) मा भर पर्दछ ।

ध्वनिको तीक्ष्णता (Pitch of the sound) :

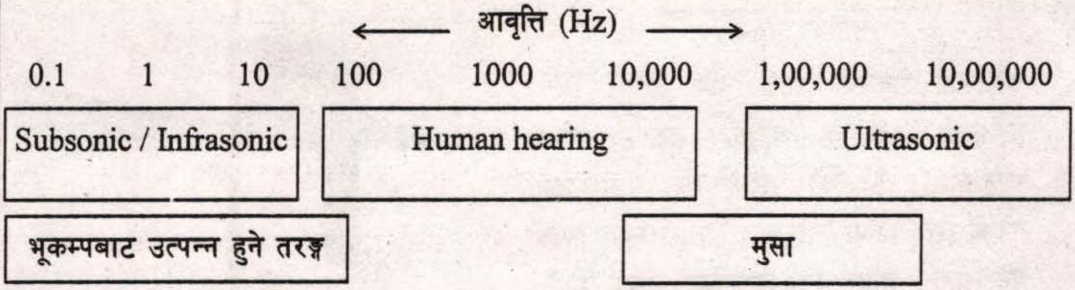
तीक्ष्णता ध्वनिको त्यो गुण हो जसले ध्वनि तीक्ष्ण/तिखो/सुरिलो तथा सुस्त/भद्दा/मोटो छुट्याउँछ । तीक्ष्णता आवृत्तिमा भर पर्दछ । ध्वनिको आवृत्ति उच्च भएमा तीक्ष्णता धेरै हुन्छ । पुरुषको दाँजोमा महिलाको र बूढाबूढीको दाँजोमा केटाकेटीहरूको ध्वनिको तीक्ष्णता बढी हुन्छ । तीक्ष्णतालाई अनुभव गर्न सकिन्छ तर नाप्न भने सकिँदैन ।



उच्च तीक्ष्णता   न्यून तीक्ष्णता

तपाईंलाई थाहा भएको कुरा त हो,

- मानिसले 20 Hz देखि 20,000 Hz सम्मको ध्वनि सुन्न सक्ने भए तापनि उमेर छिप्पिँदै जाँदा उच्च आवृत्तिको ध्वनि कम सुन्न थाल्दछ ।
- मानिसले सुन्न सक्ने सबैभन्दा नरम ध्वनि 0 dB को हुन्छ ।



- विभिन्न जनावरहरूको विभिन्न आवृत्तिको आवाज सुन्न सक्छन् तर साधारणतया जनावरहरूले जत्रो आवाज सुन्न सक्छन् त्यत्रै आवाज निकाल्न (उत्पादन गर्न) सक्छन् ।

७.३.५. ध्वनि तरङ्गको वर्णपट (Spectrum of sound wave)

आवृत्तिका आधारमा ध्वनिलाई तपसिलबमोजिम तीन भागमा विभाजन गरिन्छ ।

तरङ्गका प्रकार	आवृत्ति (Hz)	स्रोत	प्रयोग
इन्फ्रा सोनिक वा सब सोनिक	20 भन्दा कम	भूकम्प	अनुसन्धान
मानिसले सुन्न सक्ने	20 - 20,000	गितार, भ्वाइलिन, सोनो मिटर, भोकलकर्ड, ड्रम, तबला, माइक आदि	• सूचना प्रवाह मनोरञ्जन • अनुसन्धान
अल्ट्रासोनिक	20,000 भन्दा बढी	चमेरो	समुन्द्र, नदी, ताल आदिको गहिराइ पत्ता लगाउन, शरीरका भित्री अङ्गहरूको अवस्था पत्ता लगाउन (Ultra sound), अनुसन्धान

७.३.६. ध्वनिको प्रभाव (Effect of sound):

ध्वनिको प्रभावका बारेमा हामीलाई लागेका र जानेका कुराहरू भन्न लगाएपछि पाठ्यपुस्तकमा प्रस्तुत गरिएका विषयवस्तुका बारेमा लामो छलफल गरेको कुरा मलाई अहिलेजस्तो लाग्छ । आफ्नो इच्छाअनुसार रेडियो, क्यासेट बजाउन पाउनुपर्छ भन्ने र आफ्नो अधिकारको प्रयोग गर्दा अरूको अधिकार हनन् गर्न नहुने भएकाले अरूलाई बाधा पुग्ने गरी ध्वनि उत्पादन गर्न हुँदैन भन्ने बारेमा हाम्रो लामो बहस भएको थियो । उपयुक्त ढङ्गले प्रयोग गरेको खण्डमा ध्वनि उपचारको माध्यम हुन सक्छ र आवश्यकताभन्दा बढी भएमा प्रदूषण हुन्छ । प्रदूषित आवाजले स्वास्थ्यमा ठूलो समस्या ल्याउँछ भन्ने निष्कर्षमा हामी पुगेका थियौं । शैक्षिक तालिम केन्द्रमा गरिएको उक्त छलफलको अवसरमा प्रशिक्षकले हामीलाई तपसिलबमोजिमका दुईओटा लेखहरू उपलब्ध गराउनुभएको थियो । पाठ्यपुस्तकमा भएको विषयवस्तु र उपलब्ध गराइएका लेखहरू अध्ययन गरेपछि ध्वनिको प्रभावका बारेमा धारणा निर्माण गर्न हामीलाई ज्यादै सजिलो भएको थियो ।

काठमाडौं उपत्यकाको उच्च ध्वनि प्रदूषण र मानसिक समस्या

नेपालमा पनि ध्वनि प्रदूषणबाट मानसिक समस्या देखापर्न थालेको कुराले उपत्यकाबासीहरूलाई सायद अनौठो पनि लाग्न सक्ला ? तर काठमाडौंको सहरी क्षेत्रमा अत्यधिक सङ्ख्यामा गुडेका सवारी साधनहरूबाट उत्पन्न उच्च ध्वनिको कारणले मानसिक समस्या देखापरेको जानकारी नेपाल राजकीय विज्ञान तथा प्रविधि प्रज्ञा प्रतिष्ठान (रोनास्ट) बाट गरिएको एक अध्ययनबाट पत्ता लागेको छ ।

सन् २००१ नोभेम्बरदेखि २००२ को फेब्रुअरीसम्म रोनास्टबाट काठमाडौं नगरपालिका र चक्रपथ क्षेत्रभित्रका विभिन्न स्थानहरूमा ध्वनिप्रदूषणसम्बन्धी अध्ययन गरिएको थियो । उक्त अध्ययनमा

अत्यधिक ध्वनिमापन गरिएका स्थानहरूमा पुतलीसडक, नयाँबानेश्वर, कलङ्की, नारायणगोपाल चोक, त्रिपुरेश्वर, कालीमाटी र कोटेश्वर रहेका छन् । जसमा ध्वनिको मात्रा ८० डेसिबलभन्दा बढी पाइएको थियो । उक्त स्थानहरूमध्ये सबैभन्दा उच्च ध्वनिको मात्रा पुतलीसडकमा पाइएको थियो । यसैगरी मध्यम ध्वनिको मात्रा मापन गरिएका स्थानहरूमा गौशाला, सातदोबाटो, मैतिदेवी, गल्कोपाखा, साङ्ग्रिला होटेल, स्वयम्भु, बल्खु, पुल्चोक र गैरीधारा रहेका थिए । जसमा ध्वनिको मात्रा ७० डेसिबलदेखि ८० डेसिवल पाइएको थियो । कम सवारी साधन चल्ने स्थानहरूमा ध्वनिको मात्रा ७० डेसिबलभन्दा कम पाइएको थियो । विश्व स्वास्थ्य सङ्गठनले ३५ डेसिबलभन्दा बढी ध्वनि मानिसको स्वास्थ्य प्रतिकूल माने पनि कतिपय विकसित सहरी क्षेत्रहरूमा ७० डेसिबलभन्दा कम ध्वनि रहनुपर्ने मान्यता पाइन्छ ।

उक्त अध्ययनमा ध्वनि मापन गरिएका स्थानमा बस्दैआएका २५ देखि ३५ वर्षका व्यक्तिहरूमा मानसिक समस्याका बारेमा अध्ययनसमेत गरिएको थियो । उक्त अध्ययनमा उच्च ध्वनि मापन गरिएका स्थानमा रहने ९६ प्रतिशत, मध्यम ध्वनि मापन गरिएको स्थानमा रहने ३८ प्रतिशत मानिसहरूमा मानसिक समस्याहरू पाइएको थियो । उक्त सर्वेक्षणमा सङ्लग्न गरिएका मानिसहरू तीनवर्षभन्दा बढी समयदेखि सोही स्थानमा बस्दैआएका थिए । त्यस्तै उल्लिखित उच्च ध्वनि मापन गरिएका स्थानमा रहनेमध्ये ६९ प्रतिशतमा तनाव महसुस, ६० प्रतिशतमा दिक्क तथा उदासिनता, ५६ प्रतिशतमा आफ्नो समस्या समाधानमा समस्या र ५२ प्रतिशतमा निन्द्रा खलबल दैनिक क्रियाकलापमा रमाउन नसक्नु जस्ता स्वास्थ्य समस्याहरू पाइएको थियो । सन् २००० मा पोल्यान्डमा गरिएको अध्ययनमा पनि ध्वनिप्रदूषणयुक्त सडकमा बस्ने मानिसहरूमा दैनिक क्रियाकलाप, मुटु तथा रक्तनलीमा समस्या, बिहान उठ्दा थकावट महसुस हुनुका साथै चिडचिडाउनु जस्ता समस्याहरू पाइएको थियो भने त्यस्ता व्यक्तिहरूले बढी मात्रामा निन्द्रा लगाउने र लठ्याउने औषधीहरू प्रयोग गरेको पाइएको थियो ।

यसैगरी विगतमा विभिन्न देशहरूमा गरिएको ध्वनिप्रदूषणसम्बन्धी अध्ययनमा विविध स्वास्थ्य समस्याहरू पाइएको छ । त्यस्ता समस्याहरुमा श्रवणशक्ति गुम्ने, कार्यक्षमतामा ह्रास, निन्द्रा खलबल, थकान, मुटु तथा रक्तसञ्चार प्रणालीमा समस्या, टाउको दुख्ने तथा अनिद्रा, अचानक झस्किने, मानसिक तथा पाचनसम्बन्धी समस्या, यौन क्षमतामा ह्रास देखिनुका साथै ध्वनिप्रदूषणयुक्त स्थानमा रहने महिलाको गर्भबाट जन्मिएका नवजात शिशुहरूको श्रवण शक्ति गुमेको समेत पाइएको थियो ।

विगतका ध्वनिप्रदूषणसम्बन्धी अध्ययनबाट काठमाडौं उपत्यकाभित्र सहरी क्षेत्रमा ध्वनि प्रदूषणको स्थिति अन्तर्राष्ट्रिय मापदण्डभन्दा बढी पाइएको छ भने पुतलीसडक, कालीमाटी कलङ्की क्षेत्रहरूमा ध्वनि प्रदूषणको मात्रा खतरायुक्त अवस्थामा रहेको छ ।

यसरी काठमाडौं उपत्यकाभित्रको ध्वनि प्रदूषणको स्थितिलाई अन्य देशहरूमा गरिएको ध्वनि प्रदूषण र मानव स्वास्थ्यसम्बन्धी अध्ययनलाई हेर्दा नेपालमा ध्वनि प्रदूषणबाट विविध स्वास्थ्य समस्याहरू देखापरिसकेको हुनुपर्छ भन्ने कुरा सजिलै अनुमान गर्न सकिन्छ ।

काठमाडौं उपत्यकाको वर्तमान स्थितिलाई हेर्दा अव्यवस्थित सडक, अत्यधिक सङ्ख्यामा गुड्ने सवारी साधनहरू, पुराना सवारीसाधनहरू र जनचेतनाको कमी नै ध्वनि प्रदूषणको समस्यामा पर्दछन् । यसको सुधारका लागि नेपाल सरकारले ध्वनिको मापदण्ड तोक्नुपर्ने, विद्युतीय सवारीसाधनहरूलाई प्राथमिकता दिनुपर्ने, प्रदूषण मापदण्ड बाहिरका सवारी साधनहरूलाई उचित व्यवस्थापनको साथै उल्लिखित समस्याहरूको उचित सुधार गरिएको अवस्थामा राजधानी लगायत नेपालका अन्य सहरी क्षेत्रहरूमा ध्वनि प्रदूषणमा सुधार आउन सक्नेछ । (साभार : हरिहर कँडेल, विज्ञान लेखमाला रोनास्ट)

औषधीका रूपमा पनि सङ्गीत

सङ्गीतको साथ पायो भने बिरुवा पनि राम्ररी हुर्कन्छ, गाईले धेरै दूध दिन्छ र बच्चाले रुन बन्द गर्छ । विभिन्न शारीरिक क्रियाकलाप, दिमाग, विचार, व्यवहार तथा भावनाहरू नै परिवर्तन गरिदिन्छ । उदाहरणका लागि सङ्गीतले हाम्रो मुटुको गति, रक्तचाप, श्वासप्रश्वास प्रक्रिया, हर्मोनको मात्रा आदिमा परिवर्तन गरिदिन्छ ।

सुहाउँदो सङ्गीतले डाक्टरद्वारा विभिन्न रोगहरू जस्तै : चिन्ता, भयरोग, माइग्रेन आदिको निवारणका लागि दिइने औषधीहरूको मात्रामा कमी आउँछ । बोली देब्रे दिमागको काम हो भने सङ्गीत दाहिने दिमागको काम हो । क्यान्सरको पीडा कम गर्न दिइने औषधीको मात्रालाई पनि सङ्गीतले घटाइदिन्छ ।

सङ्गीतको धुनमा व्यायाम गर्नु अर्को फाइदा हो । धेरै मानिसलाई व्यायाम गर्न मन लाग्दैन तर सङ्गीतमा नाच्न धेरै जना रमाउँछन् । तौल घटाउन गरिने फिजियोथेरापीमा पनि सङ्गीतको प्रयोग गरिन्छ । मानिसको शरीरमा आफ्नै किसिमका सङ्गीत छन्, जस्तै : मुटुको धड्कन ड्रमको जस्तो, रगतको कुल्ला गरे जस्तो, सास फेराइ श्रुति जस्तो आदि । आधुनिक खगोलशास्त्रीहरूका अनुसार खगोलीय पिण्डमा पनि सङ्गीत हुन्छ । उनीहरूका अनुसार ग्रह तथा ताराहरूको पनि आफ्नै किसिमको सङ्गीत हुन्छ ।

प्रश्न उठ्छ आधुनिक दैनिक जीवनका लागि सङ्गीतलाई कसरी उपयोग गर्ने भनेर ? त्यसका लागि हप्ताको घटीमा एकघण्टा सत्सङ तथा भजन किर्तनमा भाग लिने । भक्तिपूर्वक गीत गाएमा मानिसको बाहिरी शरीर तथा भित्री मनको मिलन सम्भव हुन्छ । यदि कसैमा दिमागसँग सम्बन्धित रोग जस्तै हृदयाघात छ भने त्यस्तो व्यक्तिमा सङ्गीतले राम्रो काम गर्छ ।

तसर्थ सङ्गीत एक प्रकारको आदर्शवान औषधी हो । सङ्गीत औषधीको वैकल्पिक तरिका होइन तर यसले औषधीलाई पक्कै पनि प्रभावकारी बनाउँछ । (साभार : शुभा श्रेष्ठ, विज्ञान लेखमाला, रोनास्ट)

परियोजना कार्य

गरी हेरौँ न १:

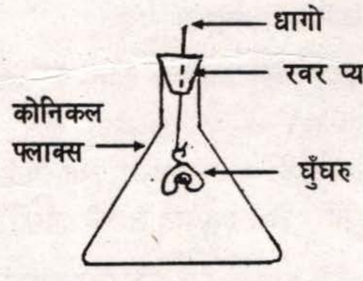
पिनहोल क्यामारा :

- कालो कार्डबोर्ड पेपर वा प्लास्टिकको दुईओटा पाइप एउटा अर्कोमा छिर्ने गरी बनाउने ।
- ठूलो ट्युबको एउटा मुखमा चुरोटको बट्टामा पाइने झिलझिलेले बन्द गरी पिनको सहायताले सानो प्वाल (Pin hole) बनाउने ।
- सानो टुयुबको मुखमा ट्रेसिङ पेपरले बन्द गरी ठूलो ट्युबमा घुसाउने ।
- झिलेझिले लगाएको ट्युबलाई कुनै वस्तुतिर फर्काएर आकृति स्पष्ट नभएसम्म सानो ट्युबलाई तान्ने वा घचेट्ने ।

पिनहोल क्यामारा

गरी हेरौँ न २:

- चाँप (घुँघरु) लाई धागोले रबर प्याडमा प्वाल पारेर झुन्ड्याउने ।
- कोनिकल फ्लास्कमा एकचौथाइ जति पानी हालेर उमाल्ने ।
- घुँघरुसहितको रबर प्याडले कोनिकल फ्लास्कको मुख बन्द गर्ने र घुँघरु हल्लाउने ।
- कोनिकल फ्लास्कलाई पानीले भिजाएर चिसो पारी पुन घुँघरु हल्लाउने ।
- यो क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ....



थप अध्ययनका लागि पठनयोग्य सामग्रीहरू

1. Rowell G. and Herbert S. Physics, Cambridge University Press, UK, 2002
2. Jones Mary and et all, Physics, Cambridge University Press, UK, 2002
3. Teaching Physics, Indira Gandhi National Open University School of Education, India 2004
4. Subrahmanyam N. and Lal. B, Principle of Physics, S. Chand & Company, New Delhi, India, 2004
5. Pradhan J.M.and Gupta S.K., A Text book of Physics, surya Publications, Jalandhar city, India, 2000.
6. New UNESCO Source book for Science Teaching, University Press (India) Limited, 1999.
7. Bantawa K.R., New Advanced Physics with Astronomy, Ekta Book Kathmandu, Nepal, 2000.
8. माध्यमिक तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५७ ।
9. नि.मा.वि. तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५९ ।
10. प्रपन्नाचार्य, स्वामी, वेदमा के छ ?, साझा प्रकाशन, पुल्चोक, ललितपुर, २०६० ।
11. विज्ञान लेखमाला, रोनाष्ट (विभिन्न अङ्कमा प्रकाशित लेखहरू)
12. ओहम, ओर्सटेड, हेनरी, फेराडेको जीवनीसँग सम्बन्धित विभिन्न वेभसाइटहरू ।

एकाइ ८

धाराविद्युत् र चुम्बकत्व (Electricity and Magnetism)

सक्षमता : धाराविद्युत् र चुम्बकत्वको क्षेत्रमा कठिन लागेका र धारणा स्पष्ट नभएको समस्यामूलक विषयवस्तु छनोट गरी स्थानीय, प्राकृतिक, वैज्ञानिक र प्राविधिक स्रोतसाधनको प्रयोग गरी आफ्नो ज्ञान र सीपलाई चुस्तदुरुस्त पारी सुहाउँदो शिक्षणसिकाइ रणनीति तयार गरी विज्ञान शिक्षणको उत्थानका लागि कक्षाकोठाको उपयुक्त व्यवस्थापन र विद्यार्थी मूल्याङ्कन गरी शिक्षण गर्न ।

परिचय

"उद्देश्य के लिनु उडी छुनु चन्द्र एक" महाकवि लक्ष्मीप्रसाद देवकोटाको यो पङ्क्तिले धेरै ठूलो अर्थ बोकेको छ । विश्वका धेरै वैज्ञानिकहरूले अनवरत मिहेनत गरेर विद्युत् र चुम्बकीय क्षेत्रबीचको अन्तरसम्बन्ध पत्ता लगाएका छन् । मानव सभ्यताको यो उचाइमा आइपुग्दासम्म जोसेफ हेनरी, माइकेल फेराडे, ओर्सटेड, एम्पियर, म्याक्सवेल, फ्लेमिङ जस्ता महान वैज्ञानिकहरूको कठोर मिहिनेत र लगानीको प्रतिफल हो भन्ने कुरा स्वीकार गर्नैपर्ने हुन्छ । आविष्कारको इतिहासलाई थोमस अल्वा एडिसन र ओहम जस्ता वैज्ञानिकहरूको योगदानले अझ माथि पुऱ्याएको छ । आधुनिक विज्ञानको यो इतिहास निर्माण जर्मनीबाट प्रारम्भ भएको हो । जर्मनले प्राचीन हिन्दू विज्ञानको अध्ययन गरी विज्ञानका क्षेत्रमा ठूलो उन्नति गरेको हो भन्ने दावी हिन्दूहरूको छ । वेदमा के छ भन्ने पुस्तकमा स्वामी प्रपन्नाचार्यले चुम्बक विज्ञानको विकास वैदिक कालमै भएको दावी गरेका छन् । प्राचीन हिन्दू वैज्ञानिकहरूले मान्छेविना नै एक घण्टामा १० कोष सम्म चल्ने काठको घोडा बनाएको कुरा प्राचीन भोजप्रबन्धमा लेखिएको कुरा निम्न श्लोकहरूका आधारमा भन्न सकिन्छ ।

घट्यैकया कोशदशैकमश्वः सुकृतियो गच्छति चारुगत्या

वायुं ददाति व्यजनं सुपुष्कलं विना मनुष्यण चलत्यजसम्

जब मानिस विना दश कोषसम्म घोडा चल्न सक्छ भने त्यो बेलामा बिजुली बनेको थियो र बिजुली र चुम्बकबीचको अन्तरसम्वन्धको कुरा प्राचीन हिन्दू वैज्ञानिकहरूले पनि राम्ररी बुझेका थिए भन्ने कुरा सजिलै अनुमान गर्न सकिन्छ ।

मानव सभ्यताको विकास यो अवस्थामा आइपुग्न विद्युत् र चुम्बकले ठूलो. भूमिका खेलेको छ । यी दुई बीचको अन्तरसम्बन्ध पत्ता लागेपछि त विद्युत्चुम्बकीय उत्पादनका आधारमा निर्माण गरिएका मोटर, जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मरजस्ता उपकरणहरू जो आधुनिक विज्ञानका वरदान हुन् त्यसका बारेमा यस एकाइमा चर्चा गरिने छ । चुम्बक बन्ने वस्तुमा चुम्बकीयशक्ति अदृश्यरूपमा लुकेर बसेको हुन्छ । पृथ्वी आफैंमा एउटा ठूलो चुम्बक हो । पृथ्वीलाई चुम्बकमा परिवर्तन गर्ने कार्यमा सूर्यको महत्त्वपूर्ण भूमिका हुन्छ भन्ने कुरा पनि यस एकाइको छलफलको विषयवस्तु हुनेछ ।

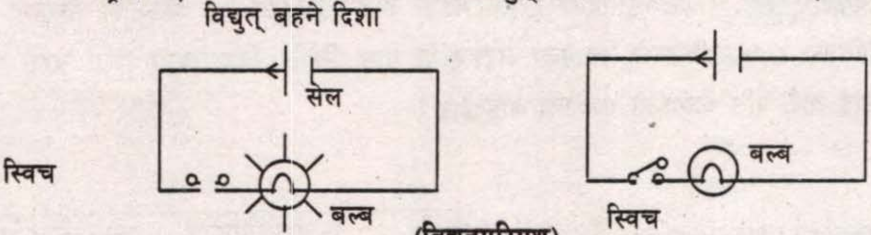
मेची नगरमा कक्षा ९ मा अध्ययनरत एकजना विद्यार्थी (नरेन्द्र खरेल) ले विद्युत्शक्ति विना नै सञ्चालन हुने ताररहित रेडियो स्टेसन निर्माण गरी देखाइदिए (२०६२ जेठ ९ समाचारपत्र) । उनको यो आविष्कारले शिक्षक सधै विद्यार्थीभन्दा जान्ने हुन्छ । वैज्ञानिक बन्नका लागि धेरै अध्ययनको जरुरत पर्दैन, बरु त्यसको लागि प्रशस्त चिन्तन र मिहिनेतको आवश्यकता छ भन्ने कुरा उनले चरितार्थ गरी देखाइदिए जुन कुरा थोमस अल्वा एडिसनको इतिहाससँग पनि मेल खान्छ । यस एकाइमा आधुनिक विज्ञान र प्रविधिले उच्चतम स्तरमा विकास गरेको चुम्बक र विद्युत् तथा यसको अन्तरसम्बन्ध र सम्बन्धित उपकरणहरूका बारेमा अध्ययनअध्यापन गराउने केही नमुना विधिहरूको बारेमा चर्चा गरिएको छ ।

विषयवस्तु

८.१ विद्युत्परिपथ (Electric Circuit) :

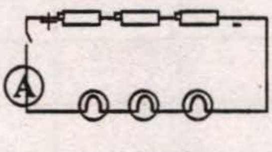
विद्युत् हिँड्ने बाटो जुन विद्युत्को स्रोत, लोड र सुचालक तारको मदतबाट बन्दछ त्यसलाई विद्युत्परिपथ (Electric circuit) भनिन्छ । बाटो बन्द भएमा इलेक्ट्रोनहरू हिँड्न सक्छन् भने खुला भएमा हिँड्न सक्दैनन् । इलेक्ट्रोन अर्थात चार्ज प्रवाह हुनका लागि बन्द बाटोको जरुरत पर्दछ । इलेक्ट्रोनहरू हिँड्ने बाटो बन्द वा खुला गर्ने कार्य स्विचले गर्छ । इलेक्ट्रोनको आविष्कार हुनुभन्दा पहिले प्रोटोनहरू हिडेको कारणले विद्युत् उत्पन्न हुन्छ भन्ने मान्यता थियो । उक्त मान्यता इलेक्ट्रोनको आविष्कारपछि गलत सावित भए तापनि विद्युत् बग्ने दिशाका बारेमा परम्परागत मान्यतालाई नै स्वीकार गरिएको छ ।

सामान्य ड्राइसेल, तार र बल्बको सहायताले विद्युत्परिपथ निर्माण गर्न सकिन्छ ।

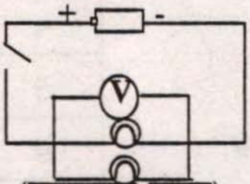


(विद्युत्परिपथ)

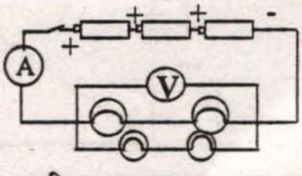
विद्युत्परिपथ निर्माण गरी देखाउनका लागि तारको सट्टामा सिगरेटको भित्री खोल र ब्याट्रीको सट्टामा कागती, केरा, जुनार, सुन्तला आदिलाई पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । सेलको सट्टामा उक्त वस्तुहरू प्रयोग गर्दा विद्युत्प्रवाह हुन्छ भन्ने कुरा विद्यार्थीहरूलाई देखाउन सेनसिटिभ ग्याल्भानो मिटर अर्थात ग्रिटिङ्गकार्डमा पाइने बाजा प्रयोग गर्न सकिन्छ । विद्युत् हिँड्ने बाटाहरूमा जोडिने उपकरणहरू सामानान्तर (Parallel) क्रमिक जडान (Series) तथा समानान्तर क्रमिक जडान गर्न सकिन्छ ।



(क्रमिक जडान)

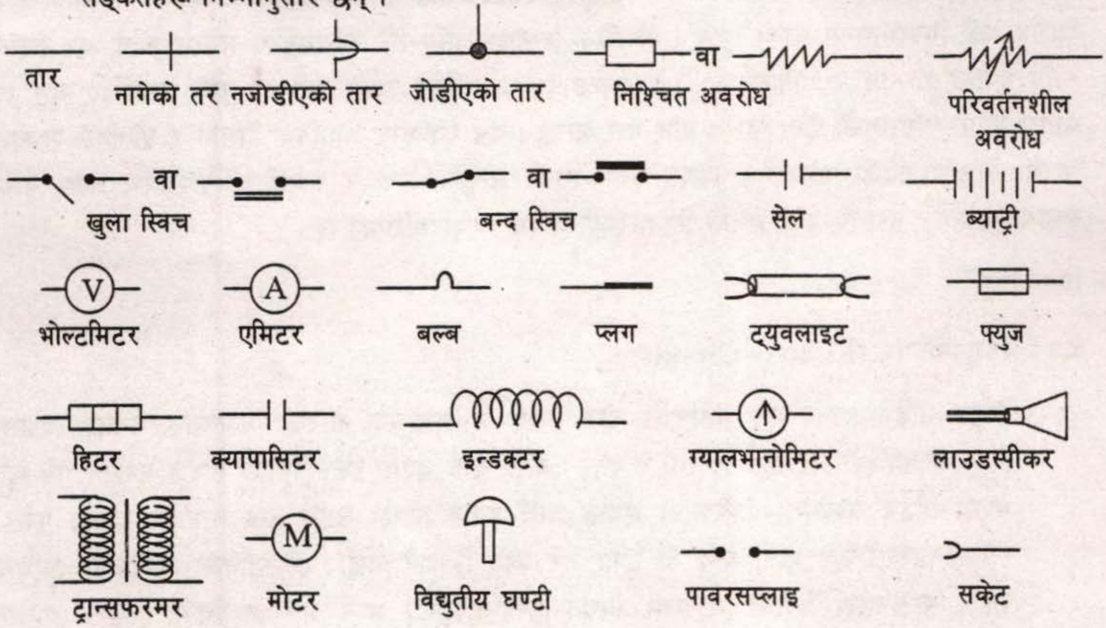


(समानान्तर जडान)



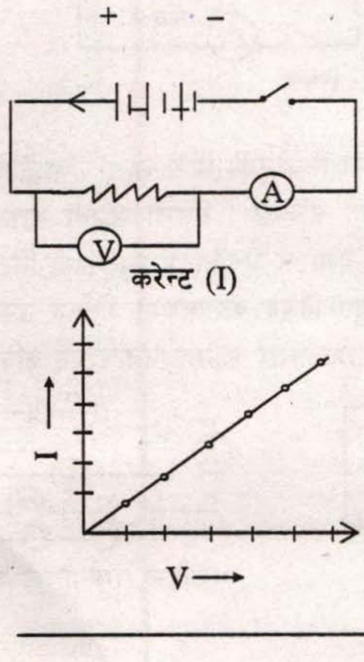
(क्रमिक समानान्तर जडान)

विद्युत्परिपथमा उपकरणहरूमध्ये भोल्टमिटर एमिटर जहिले पनि क्रमशः समानान्तर र क्रमिकरूपमा जडान गर्नुपर्छ । विद्युत् हिँड्ने बाटामा जडान गर्न आवश्यक पर्ने केही उपकरणहरूको सङ्केतहरू निम्नानुसार छन् ।



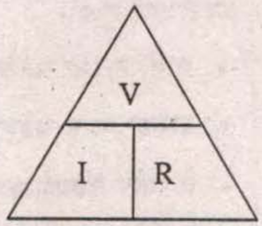
८.२. ओहमको नियम (Ohm's Law) :

चित्रमा देखाइएजस्तो सर्किटअनुसारको उपकरणहरू जोडेर त्यसमा 1.5 भोल्टका सेलहरू क्रमशः जोड्दै एमिटर र भोल्टमिटरले देखाएका अङ्कहरूको ग्राफ खिचेर विद्यालयमा हाम्रो सरले पढाएको कुरा मलाई अझै पनि झल्झली सम्झना आइरहेछ ।



सेलको सङ्ख्या	भोल्टमिटरले देखाएको अङ्क (V)	एमिटरले देखाएको अङ्क (I)	V र I को अनुपात V/I=R
1	1.5	.1	15
2	3	.2	15
3			
4			
5			
6			

माथि उल्लेख गरेबमोजिमको क्रियाकलाप गरेपछि फरक तापक्रम भएको कोठामा गएर हामीले प्रयोग दोहोऱ्याएर पुनः तालिका र ग्राफ बनाएका थियौं । शिक्षकको सल्लाहबमोजिम गरेका दुवै प्रयोगहरूबाट हामी के निष्कर्षमा पुगेका थियौं भने यदि तापक्रम र अन्य अवस्था स्थिर राखेमा कुनै सुचालकबाट बहने विद्युत्धारा उक्त सुचालकको दुईछेउको विद्युत् चापसँग समानुपातिक हुन्छ । हामीले शिक्षकको सल्लाहबमोजिम गरेको उक्त क्रियाकलाप जर्मन वैज्ञानिक जर्ज सिमन ओहमले सन् 1826 मा सावित गरेर देखाएका रहेछन् ।



विद्युत्धारा र विद्युत्चापको अनुपात स्थिर रहने उक्त अङ्कलाई अवरोध भनिन्छ जसलाई R सङ्केतले जनाइन्छ । जीवनभर गणितको शिक्षक भएर भौतिक शास्त्रको क्षेत्रमा ठोस योगदान पुऱ्याउने यी वैज्ञानिकले मर्नुभन्दा दुई वर्ष पहिले सन् 1862 मा म्युनिक विश्वविद्यालयमा भौतिकशास्त्र अध्यापन गराउने उनको उत्कृष्ट अभिलाषा पूरा गरेका रहेछन् । तिनै महान वैज्ञानिक ओहमको सम्झनजामा अवरोधको एकाइलाई ओहम नामकरण गरी Ω सङ्केतले जनाउने प्रचलन रहेछ । ओहमले प्रतिपादन गरेको उक्त नियमलाई चित्रमा देखाएजस्तै गरी राखेर तीनमध्ये दुईओटाको मान थाहा भएमा तेस्रोको मान पत्ता लगाउन सकिने रहेछ । जस्तै भनौं

जर्ज सिमन ओहम
(१६ मार्च १७८९ –
६ जुलाई १८५४)

$$I = \frac{V}{R}, \qquad R = \frac{V}{I}, \qquad V = IR$$

८.३. विद्युत् अवरोध (Resistance)

पदार्थ विशेष गरी सुचालकमा भएका स्वतन्त्र इलेक्ट्रोनहरूलाई विद्युतीय क्षेत्र (Electric field) मा पठायो भने यी स्वतन्त्र इलेक्ट्रोनहरू विद्युतीय क्षेत्रको धनात्मक धुवतिर सुस्त गतिले कुद्छन् । त्यसैको फलस्वरूप धाराविद्युत् (Electric current) उत्पन्न हुन्छ । यसरी कुद्ने इलेक्ट्रोनहरूले निश्चित चार्ज बोकेका हुनछन् । तिनीहरूको कुदाइको कारणबाट उत्पन्न हुने करेन्ट (I) लाई चार्ज (Q) र समय (t) को अनुमानले मापन गरिन्छ अर्थात् $I = Q/t$ हुन्छ । विद्युत्धारा उत्पन्न गर्ने इलेक्ट्रोनहरूको गतिलाई जुन माध्यमबाट तिनीहरू हिँड्छन त्यही माध्यमको पदार्थका अणुहरूले रोक्न खोज्दछन् । यसरी इलेक्ट्रोनहरूको गतिलाई रोक्ने शक्तिलाई अवरोध (Resistance) भनिन्छ । ओहमको नियम $R = V/I$ प्रयोग गरेर पत्ता लगाइने अवरोध सिधै नाप्नु पर्दा मल्टिमिटर प्रयोग गरिन्छ ।

ओहम (Ω) एकाइमा नापिने अवरोधले उच्च विद्युत्चाप भए तापनि अवरोध धेरै भएको खण्डमा न्यूनमात्राको विद्युत्धारा उत्पादन गर्छ ।

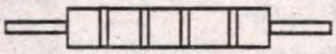
पदार्थको इलेक्ट्रोनको गति रोक्न र स्वतन्त्ररूपमा छोड्ने गुणको आधारमा यिनीहरूलाई कुचालक र सुचालक भनिन्छ ।

तामा, जस्ता, फलाम आदिबाट इलेक्ट्रोनहरू सजिलै प्रवाह हुने भएकाले इलेक्ट्रोन प्रवाह हुन कठिनाइ उत्पन्न नहुने हुँदा यस्ता पदार्थलाई सुचालक भनिन्छ ।

अवरोधको गुण :

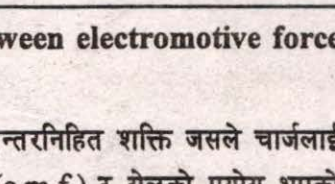
- लामो तारमा अवरोध धेरै र छोटो तारमा थोरै हुन्छ अर्थात $R \alpha l$
- तारको व्यास बढेमा अवरोध घट्छ अर्थात $R \alpha \frac{1}{d}$
- तापक्रम बढेको खण्डमा अवरोध पनि बढ्छ अर्थात $R \alpha T$
- तारको स्वरूप परिवर्तन गर्दा (जस्तै क्वाएल बनाउँदा) अवरोध बढ्छ ।
- अवरोध पदार्थको बनावटमा भर पर्दछ जस्तै तारको दाँजोमा रबरमा अवरोध धेरै हुन्छ ।

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो ।

- रेसिस्टर () मा विभिन्न रङ प्रयोग गरी अवरोध जनाइन्छ ।
- कालो, खैरो, रातो, सुन्तला, पहेँलो, हरियो, नीलो, वैजनी, फुस्रो र सेतो रङले क्रमश: 0 देखि 9 सम्मका अङ्कहरूको प्रतिनिधित्व गर्छन् ।
- उच्च अवरोध भएको सुचालकलाई कहिले काहीं अवरोधकको रूपमा प्रयोग गरिन्छ । जस्तै : नाइक्रोमको तार ।
- रिओस्टेड (Rheostat) एउटा परिवर्तनशील सुचालक अवरोधक हो जसले अवरोध घटाउन वा बढाउन सहयोग गर्दछ ।

८.४. इलेक्ट्रोमोटिभ बल र पोटेन्सियलको फरक (Difference between electromotive force and Potential difference)

सेलको प्रयोग नभएको अवस्थामा (खुला परिपथमा) यसको कुल अन्तरनिहित शक्ति जसले चार्जलाई पूरै विद्युत्परिपथमा कुदाउन सक्छ त्यसलाई इलेक्ट्रोमोटिभ बल (e.m.f.) र सेलको प्रयोग भएको अवस्थामा (बन्द परिपथमा) एकएकाइ चार्ज एउटा विन्दुबाट अर्को विन्दुसम्म पुऱ्याउँदा हुने कार्यलाई पोटेन्सियलको फरक (p.d.) भनिँदोरहेछ । P.d. र e.m.f. दुवैको मापन गर्न भोल्टमिटर प्रयोग गर्नुपर्ने रहेछ भन्ने कुरा मैले त्यसबेला बुझेको थिएँ जुन बेला शैक्षिक तालिम केन्द्रमा प्रशिक्षकले चित्रमा देखाएजस्तै विद्युत् परिपथ बनाएर बन्द र खुला विद्युत्परिपथमा भोल्टमिटरले मापन गरी देखाउनुभएको थियो । e.m.f. को मान p.d. भन्दा सधैँभरि धेरै हुन्छ भन्ने कुरा मेरा विद्यार्थीहरूलाई बुझाउनका लागि धेरै नै सजिलो भएको छ ।



बन्द परिपथमा सेलबाट विद्युत्धारा प्रवाह हुँदा सेलको इलेक्ट्रोनहरूले अवरोध उत्पन्न गर्ने भएको हुनाले नै p.d. र e.m.f. को मान फरक पर्ने रहेछ । सेलको विद्युत्प्रवाहलाई रोक्ने यस्तो गुणलाई आन्तरिक अवरोध (Internal resistance) भनिन्छ ।

e.m.f. र p.d. लाई E र V ले जनाएजस्तै गरी आन्तरिक अवरोधलाई r ले जनाइन्छ । E र V बीचको भिन्नता भनेको सेलबाट चार्जलाई इलेक्ट्रोलाइटको आन्तरिक अवरोधलाई पराजित गरी निश्चित गतिमा कुदाउन आवश्यक पर्ने भोल्टेभ भन्ने बुझिन्छ ।

अर्थात $E - V = Ir$

$$E - IR = Ir \qquad [\therefore V = IR]$$

$$\text{or, } E = I(R + r) \quad \text{———} \quad (i)$$

यहाँ I = विद्युत्धारा

r = सेलको आन्तरिक अवरोध

R = विद्युत्परिपथको बाहिरी अवरोध

त्यसैले e.m.f. = विद्युत्धारा × परिपथको जम्मा अवरोध भन्ने बुझाउँछ भने p.d. = विद्युत्धारा × परिपथको बाहिरी अवरोध भन्ने बुझाउँछ ।

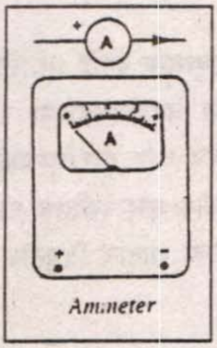
आन्तरिक अवरोध (r) = 0 Ω भएको खण्डमा मात्र E = V अर्थात e.m.f. = p.d. हुन्छ ।

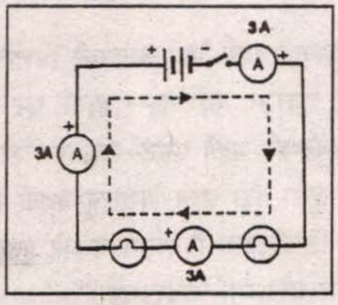
८.५. विद्युत्को नाप (Measurement of current) :

धाराविद्युत् भनेको चार्जको प्रवाह हो । पदार्थमा रहेका इलक्ट्रोहरूलाई बाहिरी चाप दिएपछि ऋणात्मक ध्रुवबाट इलेक्ट्रोनहरू धनात्मक ध्रुवतिर कुद्न थाल्छन् । परिणामस्वरूप धाराविद्युत् उत्पन्न हुन्छ । 1 कुलम्ब (Columb) चार्ज 1 सेकेन्डमा प्रवाह हुँदा 1 एम्पिएर विद्युत् उत्पन्न हुन्छ । यसरी उत्पन्न भएको धाराविद्युत्लाई एम्पियर एकाइमा नापिन्छ ।

$$\text{धाराविद्युत्} = \frac{\text{चार्ज}}{\text{समय}}$$

विद्युत्धारा एमिटरले नापिन्छ । विद्युत्धारा भनेको विद्युत्परिपथमा चार्ज कति छिटो हिँड्छ भन्ने कुराको नाप हो । धाराविद्युत् मापन गर्ने उपकरण एमिटर हो । यसलाई विद्युत्परिपथको सेलसँग क्रमिक जडानमा जोड्नुपर्छ ।





(एमिटरले विद्युतधारा नापेको)

धारा विद्युत् मापन गर्न एमिटरको धनात्मक ध्रुव सेलको पनि धनात्मक ध्रुवतिरै जोड्नुपर्छ । परिपथमा बहने विद्युत्को मात्रासँग मेलखाने क्षमताको एमिटर विद्युत्परिपथमा जोड्नुपर्छ ।

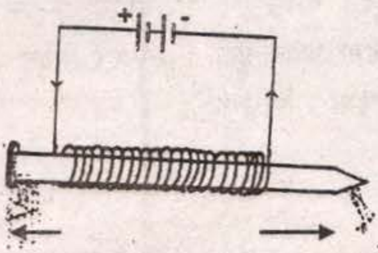
तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- विद्युत्परिपथमा इलेक्ट्रोनहरू ढिलो (0.1 mm/s) हिँड्छन् ।
- कुनै विद्युत्परिपथमा 1 एम्पियर विद्युत् बहन्छ भन्नुको तात्पर्य उक्त परिपथमा एक सेकेन्डमा 6.25×10^{18} ओटा इलेक्ट्रोनहरू कुद्छन् भन्ने बुझिन्छ ।
- श्रेणी क्रममा जोडिएका विद्युत्परिपथमा बहने धाराविद्युत्को मान जुनसुकै स्थानमा नापे पनि एउटै आउँछ ।

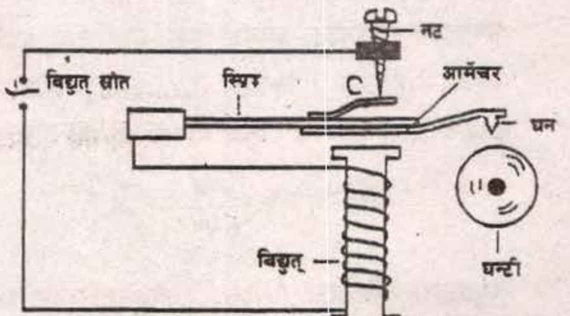
८.६. विद्युत्चुम्बक (Electromagnet) :

कुचालकले ढाकेको तामाको तारको धेरैओटा फन्का बनाएर त्यसभित्र चुम्बकीय वस्तु (जस्तै फलाम) लाई छिरायो भने उक्त चुम्बकीय वस्तु अस्थायी चुम्बकमा परिणत हुन्छ । विज्ञान र प्रविधिको क्षेत्रमा यो विद्युत्द्वारा निर्मित अस्थायी चुम्बकले धेरै ठूलो महत्त्व राख्दछ । लाउडस्पिकर, टेलिफोन, टेप रेकर्डर, टेलिभिजन जस्ता उपकरणहरूमा यसप्रकारका चुम्बकहरू प्रयोग गरिएका हुन्छन् । यस चुम्बकको प्रमुख विशेषता भनेको आफ्नो इच्छाअनुसारको आकार र शक्ति भएको बनाउन सक्नु हो ।

चित्र आफैँ बोल्छ,



फलामको धूलो पिन विद्युत्चुम्वक



विद्युत्घण्टी

विद्यालयमा शिक्षणसिकाइ क्रियाकलापको सिलसिलामा विद्युत्चुम्बक ज्यादै सजिलो गरी निर्माण गरी विद्यार्थीहरूलाई देखाउन सकिन्छ । हाम्रो घर विद्यालय तथा कार्यालयहरूमा प्रयोग गरिने विद्युत् घण्टी विद्युत्चुम्बकको अर्को एउटा उदाहरण हो । विद्युत्परिपथ बन्द हुँदा चुम्बकीय वस्तु चुम्बकमा परिणत हुने र खुला हुँदा उक्त विद्युत्चुम्बकले आफ्नो चुम्बकीय गुण देखाउन नसक्ने भएको हुनाले घनले घण्टीमा छिनछिनमा हिर्काउने भएको हुनाले घण्टी बजेको आवाज विद्युतीय स्रोत उपलब्ध भए सम्म (स्विच अन गरेसम्म) आइरहन्छ ।

तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा त हो,

- विद्युत् र चुम्बकबीचमा निश्चित सम्बन्ध हुन्छ भन्ने कुरा सबैभन्दा पहिले पत्ता लगाउने व्यक्ति डेनिस वैज्ञानिक हान्स क्रिस्चियन ओर्सटेड हुन् । विद्युत् र चुम्बकबीचमा सम्बन्ध हुन्छ भन्ने कुरा उनले सन् 1820 मा एउटा लेख प्रकाशित गरी जानकारी गराएका थिए ।
- सन् 1823 मा Briston William Sturgeon ले कुचालकयुक्त नरम फलाम प्रयोग गरी सर्वप्रथम विद्युत् चुम्बक निर्माण गरेका थिए । सन् 1829 मा जोसेफ हेनरीले तामाको तार प्रयोग गरी शक्तिशाली विद्युत्चुम्बक निर्माण गरेका थिए ।

हान्स क्रिस्चियन ओर्सटेड
Aug. 14, 1777- March 9, 1851.

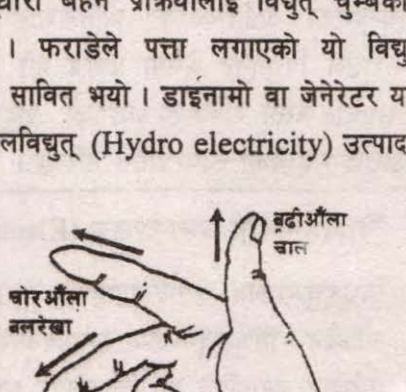
८.७. चुम्बकबाट विद्युत्को उत्पादन (Electricity from Magnetism)

सन् 1820 मा ओर्सटेडले विद्युतीय क्षेत्र (Electric field) ले चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) निर्माण गर्छ भन्ने कुरा प्रमाणित गरेर देखाइदिएपछि बेलायती वैज्ञानिक माइकल फेराडेको दिमागमा एउटा नयाँ विचार जन्म्यो । शक्ति संरक्षणको सिद्धान्तअनुसार विद्युतीय क्षेत्रले चुम्बकीय क्षेत्र निर्माण गर्नसक्छ भने चुम्बकीय क्षेत्रले पनि विद्युत्धारा उत्पन्न गर्नुपर्छ भन्ने कुरा उनको दिमागमा खेल्न थाल्यो ।

माइकेल फेराडे
(1791 - 1867)

उनको दिमागमा आएको नयाँ विचारलाई सन् 1831 मा उनले दुनियाँको सामु प्रदर्शन गरेर देखाइदिए । चुम्बकीय क्षेत्रमा चुम्बकीय वलरेखाहरूलाई काट्ने गरी सुचालकयुक्त तार ग्याल्भानो मिटरमा जोडेर हल्लाउँदा उक्त ग्याल्भानोमिटरले विद्युत्धारा प्रवाह भएको देखाउँछ । जुन अनुपातमा तार हल्लायो उक्त तारमा विद्युत् पनि त्यही अनुपातमा बढ्दै जान्छ । यसरी विद्युत्धाराको मात्रा बढ्ने कुरा चुम्बकको शक्तिमा पनि भर पर्दछ । चुम्बकीय वलरेखाहरूलाई काट्ने गरी सुचालकयुक्त तार हल्लाउँदा उक्त तारमा e.m.f. उत्पन्न भई विद्युत्धारा बहने प्रक्रियालाई विद्युत् चुम्बकीय उत्पादन (Electro magnetic induction) भनिन्छ । फराडेले पत्ता लगाएको यो विद्युत् सिद्धान्तउत्पादनसम्बन्धी विज्ञान प्रविधिको क्षेत्रमा कोशेढुङ्गा सावित भयो । डाइनामो वा जेनेरेटर यसै सिद्धान्तमा आधारित कार्य गर्ने उपकरणहरू हुन् जसले जलविद्युत् (Hydro electricity) उत्पादन गर्न मुख्य भूमिका खेल्दछ ।

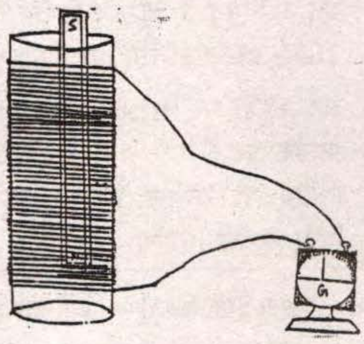
यसरी उत्पादित भएको विद्युत्धाराको दिशा तारको चालको दिशामा भर पर्दछ । चित्रमा देखाएजस्तै गरी दायाँ हातको बूढी औँलाले तारको चालको दिशा र चोर औँलाले चुम्बकीय वल रेखाको दिशा सङ्केत गर्छ भने माझी औँलाले विद्युत् बहने दिशा सङ्केत गर्छ ।



तारको चालको दिशा परिवर्तन गऱ्यो भने विद्युत् बहने दिशा पनि परिवर्तन हुन्छ । चुम्बकीय क्षेत्रमा उत्पादन हुने विद्युत्धाराको दिशा सबैभन्दा पहिले फ्लेमिङले पत्ता लगाएको हुनाले उनको सम्झनामा यो नियमलाई फ्लेमिङको दायाँ हातको नियम (Fleming right hand rule) भनिन्छ ।

गरी हेरौँ न !

- कार्डबोर्ड पेपरलाई ढुङ्ग्रोको आकारमा मोड्ने ।
- उक्त ढुङ्ग्रोलाई ५० फन्का जति इनामेल्ड तारले बेर्ने ।
- तारको टुप्पामा भएको इनामेल खाक्सीको मदतले हटाएर ग्याल्मानो मिटरमा जोड्ने ।
- इनामेल तार बेरेको ढुङ्ग्रोभित्र एउटा छेउ चुम्बक घुसाउने र निकाल्ने कार्य बारम्बार दोहोऱ्याउने ।
- उक्त कार्य गर्दा ग्याल्मानोमिटरमा कस्तो असर देखिन्छ हेरी यस क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।



तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- बेलायती वैज्ञानिक माइकल फराडेले सन् 1831 मा पत्ता लगाएको विद्युत्चुम्बकीय उत्पादनको सिद्धान्त अमेरिकी वैज्ञानिक जोसेफ हेनरीले सन् 1830 मा नै पत्ता लगाएका थिए । तर उनले आफ्नो आविष्कारका बारेमा कार्यपत्र तयार गरी प्रस्तुत गर्नुभन्दा पहिले फराडेले उक्त कुराको जानकारी दुनिया सामु प्रस्तुत गरेको हुनाले हेनरीले गरेको यो महान आविष्कारको श्रेय लिन पाएनन् । उक्त घटनाबाट सचेत भएका हेनरीले सन् 1832 मा स्वउपपादनको सिद्धान्त (Theory of self inductance) पत्ता लगाई प्रकाशित गरे । यस आविष्कार बापत Inductance को एकाइ (Unit) लाई Henry नामाकरण गरी उनलाई सदाका लागि सम्मानित गरियो ।
- बेन्जिनका आविष्कारक भौतिकशास्त्री तथा रसायनविद् माइकल फेराडेले विद्युत्को क्षेत्रमा प्रयोग हुने Ion, Electrode, Cathode, Anode जस्ता शब्दहरू प्रयोगको प्रादुर्भाव गरेका थिए जुन आज पनि उत्तिकै महत्त्वका साथ प्रयोग गरिन्छ ।

जोसेफ हेनरी

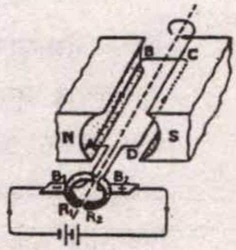
८.८. विद्युत्चुम्बकीय उपकरणहरू (Electromagnetic Instruments)

विद्युत्चुम्बकीय उपकरणहरूको कुरा गर्दा डाइनामो, जेनेरेटर, मोटर र ट्रान्सफर्मरलाई बिर्सन सकिँदैन । विद्युत्चुम्बकीय उपपादनको सिद्धान्तमा आधारित भएर सञ्चालन हुने यी उपकरणहरूलाई एकैछिन हटाइदिने हो भने संसार अन्धकार र अपाङ्ग बन्नेछ । यी सबै उपकरणहरूको आ-आफ्नै ठाउँमा विशेष महत्त्व छ ।

८.८.१. विद्युत्मोटर (Electric Motor)

चुम्बकीय तारबाट विद्युत्प्रवाह हुँदा त्यसको वरिपरि चुम्बकीयक्षेत्र बन्छ । स्वतन्त्ररूपमा चल्न सक्ने गरी चुम्बकीयक्षेत्रमा राखिएको तारबाट विद्युत्प्रवाह हुँदा उक्त तारको वरिपरि उत्पन्न हुने चुम्बकीय क्षेत्र र चुम्बकको चुम्बकीय क्षेत्रबीचको तानातानले तारमा चाल उत्पन्न हुन्छ । यसरी उत्पन्न हुने चाललाई मोटर असर (Motar effect) भनिन्छ ।

मोटर एउटा यन्त्र हो जसले विद्युतीय शक्तिलाई यान्त्रिक शक्तिमा परिणत गर्दछ । चुम्बकीय क्षेत्रमा विद्युत्प्रवाह गर्ने तारले गतिशीलता देखाउँछ भन्ने मान्यतामा आधारित भएर मोटर निर्माण गरिएको हुन्छ ।



चित्रमा देखाएजस्तै गरी विद्युत्परिपथ निर्माण गरेपछि ABCD क्वाइलबाट Direct current पठाउँदा उक्त क्वाइलको AB तिरको भागबाट तलतिर फ्लेमिङको विद्युत्धारको देब्रे हातको दिशाको नियमअनुसार अर्थात तलपट्टि एक प्रकारको बल उत्पन्न हुन्छ । त्यसैगरी क्वाइलको DC तिरको भागले माथितिर अर्को बल उत्पन्न हुन्छ । यसरी दुई दिशामा लाग्ने बलले कपल (Couple) निर्माण गर्ने भएकाले उक्त क्वाइलमा घडीको घुम्ने दिशातिर चाल उत्पन्न हुन्छ । लगातार रूपमा घुमिरहने तारको यस प्रकारको सेटिङमा घुमाइको दर बढाउनका लागि -

(i) चुम्बकको क्षमता (Strength) बढाउनुपर्छ ।

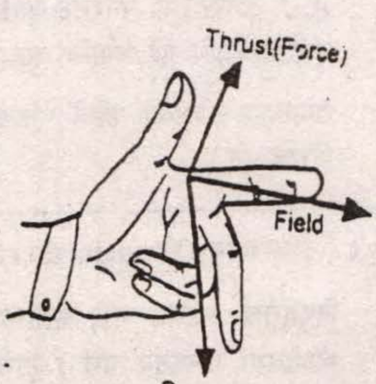
(ii) विद्युत्धाराको मात्रा बढाउनुपर्छ ।

(iii) क्वाइलको क्षेत्रफल बढाउनुपर्छ ।

यसरी निर्माण गरिएको विद्युतीय मोटरलाई पङ्खा, कार, लुगाधुने मेसिन, खेलौना, टेपरेकर्डर, ग्रिन्डर, भ्याकुम क्लिनर आदिमा प्रयोग गरिन्छ ।

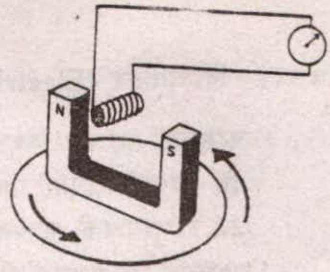
तपाईलाई थाहा भएकै कुरा त हो,

- यदि देब्रे हातको चोर औँलाले चुम्बकीय क्षेत्र र माझी औँलाले विद्युत्प्रवाह हुने दिशा जनाउँछ भने बूढी औँलाले तारको चालको दिशालाई सङ्केत गर्दछ भन्ने कुरा फ्लेमिङले पत्ता लगाएको हुनाले यस नियमलाई फ्लेमिङको देब्रेहातको नियम भनिन्छ ।



- ठूलाठूला मोटरहरूमा विद्युतीय चुम्बक प्रयोग गरिन्छ ।
- मोटर शक्ति परिवर्तन गर्ने यन्त्र हो । यसले विद्युतीय शक्तिलाई यान्त्रिक शक्तिमा परिवर्तन गर्छ ।
- इलेक्ट्रिक मोटर सबैभन्दा पहिले आविष्कार गर्ने वैज्ञानिक माइकल फेराडे हुन् ।

८.८.२. **जेनेरेटर वा डाइनामो (Generator or dynamo) :**



जेनेरेटर वा डाइनामो यस्तो उपकरण हो जसले यान्त्रिक शक्तिलाई विद्युत् शक्तिमा परिवर्तन गर्छ । डाइनामोमा स्थायी चुम्बक प्रयोग गरिन्छ भने जेनेरटेरमा (जुन धेरै विद्युत् उत्पादन गर्न प्रयोग गरिन्छ) विद्युत् चुम्बक प्रयोग गरिन्छ ।

चित्रमा देखाएजस्तै गरी तारको क्वाइललाई U आकारको चुम्बकको भित्री भागमा पर्ने गरी राखेर चुम्बकलाई घुमाउँदा चुम्बकका चुम्बकीय बलरेखाहरूलाई क्वाइलको तारले काट्ने भएको हुनाले उक्त तारमा विद्युत् उत्पादन भएको कुरा ग्याल्भानो मिटरले देखाउँछ । यसरी उत्पन्न भएको विद्युत्ले चुम्बकको आधा रोटेसन (Half revolution) मा दिशा परिवर्तन गर्ने भएकाले उत्पादित विद्युत्लाई Alternating current (A.C.) भनिन्छ ।

यसरी क्वाइलमा उत्पन्न हुने विद्युत्को मात्रा बढाउनका लागि -

(i) शक्तिशाली चुम्बक प्रयोग गर्नुपर्छ ।

(ii) क्वाइलमा फन्काको सङ्ख्या बढाउनुपर्छ ।

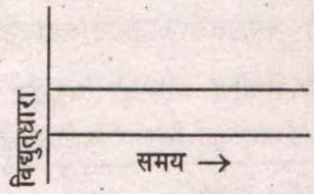
(iii) क्वाइलको क्षेत्रफल बढाउनुपर्छ ।

(iv) चुम्बकको बेग बढाउनुपर्छ ।

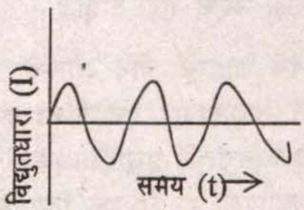
(v) क्वाइल र चुम्बकबीचको दूरी घटाउनुपर्छ ।

तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- D.C. जेनेरेटरमा विद्युत् सधैँभरि एउटै दिशामा बहन्छ ।



- A.C. जेनेरेटरमा जेनेरेटर बाहिर विद्युत् चित्रमा देखाए जस्तै तलमाथि गर्दै अगाडि बढ्छ ।
- डाइनामो सबैभन्दा पहिले बनाउने वैज्ञानिक माइकल फेराडे हुन् ।



८.८.३. **ट्रान्सफर्मर (Transformer) :**

विद्युत्लाई घटबढ गरी रूपान्तरण गर्ने उपकरण जसले विद्युतीय शक्तिलाई विभिन्न प्रकारको भोल्टेजमा परिवर्तन गर्छ । ट्रान्सफर्मर फलामको लेमिनेटेड कोर (Core) र तार (Coil) बाट बनाइन्छ । लेमिनेटेड कोरको एकापट्टिबाट Alternating current अर्को पट्टिबाट निस्कन्छ । विद्युत्धारा पसेपट्टिको तारलाई प्राथमिक र निस्केपट्टिको लाई सेकेन्डरी भनिन्छ ।

प्राथमिक र सेकेन्डरी तार (Coil) मा फन्का र उक्त फन्कामा उत्पन्न हुने e.m.f. समानुपातिक हुन्छ ।

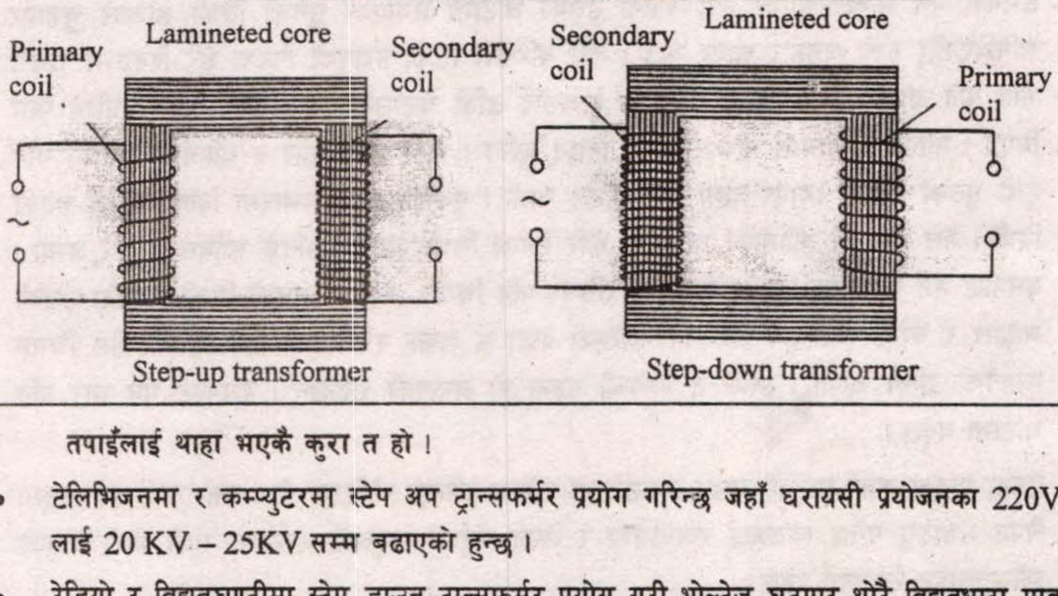
अर्थात, $\frac{\text{सेकेन्डरी तारमा उत्पन्न भएको e.m.f.}}{\text{प्राइमरी तारमा उत्पन्न भएको e.m.f.}} = \frac{\text{सेकेन्डरी तारका फन्काहरू}}{\text{प्राइमरी तारका फन्काहरू}}$

or, $\boxed{\frac{Es}{Ep} = \frac{Ns}{Np}}$

तारका फन्काका आधारमा ट्रान्सफर्मरमा भोल्टेज घटाउन वा बढाउन सकिन्छ । भोल्टेज बढाउनुपर्ने भएमा Ns को सङ्ख्या Np को भन्दा धेरै र घटाउनु पर्ने भएमा थोरै हुन्छ । भोल्टेज घटाउनुपर्ने ट्रान्सफर्मरलाई स्टेप डाउन (Step down) र बढाउनुलाई स्टेप अप (Step up) भनिन्छ ।

$Ns > Np$ भए $Es > Ep$ – Step up transformer

$Ns < Np$ भए $Es < Ep$ – Step down transformer



Step-up transformer   Step-down transformer

तपाईंलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- टेलिभिजनमा र कम्प्युटरमा स्टेप अप ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरिन्छ जहाँ घरायसी प्रयोजनका 220V लाई 20 KV – 25KV सम्म बढाएको हुन्छ ।
- रेडियो र विद्युत्घण्टीमा स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरी भोल्टेज घटाएर थोरै विद्युत्धारा मात्र उक्त उपकरणमा पठाएर यसलाई बिग्रनबाट सुरक्षित राखिन्छ ।
- पावर स्टेसनबाट अन्य स्टेसनहरूमा विद्युत् लैजाँदा स्टेप अप ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरिन्छ भने घरायसी प्रयोजनका लागि वितरण गर्दा स्टेप डाउन ट्रान्सफर्मर प्रयोग गरिन्छ ।
- सिद्धान्त तह इन्डक्सन तारमा उत्पन्न हुने शक्तिको इफिसेन्सी सत प्रतिशत (100%) हुन्छ ।

अर्थात, $Vs\,Is = VpIp$ वा, $\frac{Vs}{Vp} = \frac{Ip}{Is}$

अर्थात भोल्टेज बढेमा विद्युत्धारा घट्छ ।

८.९. परिवर्तनशील र अपरिवर्तनशील विद्युत्धारा (Alternating and Direct Current)

विद्युत्धारा दुई प्रकारका हुन्छन् । सधैंभरि एउटै दिशातिर प्रवाह हुने विद्युत्धारालाई अपरिवर्तनशील विद्युत् (Direct current) भनिन्छ । सेल वा ब्याट्रीबाट बहने विद्युत् सधैंभरि एउटै दिशातिर मात्र बहने भएकाले यस्तो विद्युत् अपरिवर्तनशील हुन्छ अर्थात यसले आफ्नो दिशा परिवर्तन गर्दैन । यस्तो विद्युत्धाराको स्रोत भनेको धनात्मक र ऋणात्मक टर्मिनलहरू हुन् ।

विद्युत्ले आफ्नो दिशा लगातार परिवर्तन गर्छ भने त्यस्तो विद्युत्लाई परिवर्तनशील विद्युत् (Alternating current) वा ac भनिन्छ । डाइनामो वा जेनेरेटरबाट उत्पादन गरिएको विद्युत् यसप्रकारको हुन्छ । हाम्रो देशमा प्रयोग हुने विद्युत्धाराको आवृत्ति 50 Hz छ अर्थात एक सेकेन्डमा यसको पोलारिटी 50/50 पल्ट धनात्मक र ऋणात्मक दिशातिर परिवर्तन हुन्छ ।

dc को दाँजोमा ac को प्रयोजन धेरै छ । ac लाई स्टेपअप र स्टेपडाउन गरी यसको क्षमता बढाउन र घटाउन सकिन्छ तर dc लाई स्टेपअप गर्न धेरै कठिन हुन्छ भने स्टेपडाउन रेसिस्टर (diode) को सहायताले गरिन्छ तर यसो गर्दा धेरै विद्युतीय शक्ति ताप शक्तिमा नष्ट हुन्छ ।

८.१०. विद्युत्को असर र यसको प्रयोग (Effect of current and its use)

धर्मकर्म गर्न मन्दिर गएकी मेरी बहिनी उसको घाँटीमा लगाएको सुनको सिक्री डाँकाले चुडाएर लगिदिएपछि रुन्चे अनुहार लाएर आई । मेरी बहिनीले सिक्री हराएको पिरमा धेरै दिनसम्म राम्ररी भात पनि खाइन । मसँग पनि बहिनीको दु:खलाई डाँडो कटाउने गरी अर्को सिक्री किनिदिने पैसा थिएन । बहिनी र आमाले केके सल्लाह गरेछन् कुन्नि । केही समय पछि त बहिनीले घाँटीमा झन ठूलो सुनको सिक्री लगाएर दङ्ग परेर हिँड्न थाली । एकदिन हामी बजारमा किनमेल गर्न गएका थियौं । मैले हेर्दा हेर्दै बहिनीको घाँटीबाट फेरि सुनको सिक्री एउटा भुसतिघ्रे मानिसले थुतेर लग्यो । यसपल्ट भने बहिनीले सिक्री गुमाएकोमा रत्तिभर पनि चिन्ता गरिन । सुनको सिक्री हराउँदा उसको अनुहार र व्यवहारमा कुनै परिवर्तन नआएको देख्दा म छक्क परें । केही दिनपछि बहिनीले चिन्ता नमानेको रहस्य खुल्यो । उनले त नक्कली गहना पो लगाएकी रहिछिन् । यसपल्ट भने चोर पनि घाटामा गएछ ।

एउटा धातुमा अर्को धातुको जलप लगाउने यो प्रक्रिया इलेक्ट्रो प्लेटिङ्ग हो । यसो गर्दा जुन वस्तुमा लेपन लगाउनु पर्नेछ त्यसलाई क्याथोडमा र लेपन गर्नुपर्ने धातुलाई एनोडमा राखी सोही धातुको इलेक्ट्रोलाइट राख्नुपर्ने रहेछ ।

आइरन बिग्रिएको छ, हिटर बिग्रिएको, चियादानी (विद्युतीय) बिग्रिएको, राइस कुकर बिग्रिएको सद्दे भन्ने केही छैन । तैं ता विज्ञान पढेको मान्छे । यी सामग्री बनाउँदा साह्रै दिग्दारी भयो मेरी आमाले मलाई एकदिन दिलै छुने गरी भन्नुभयो । मैले मेकानिककोमा यी उपकरणहरू लैजाने न फुर्सद पाएको थिएँ नत मसँग मर्मत गर्दा तिर्ने पैसा नै थियो । म आफैंदेखि आफैंलाई दिग्दार लागेर आयो । म त B.Sc. पास गरेको मान्छे यी सामग्री त आफैं बनाउनु पर्ने नि । पछि यसो सम्झें मेरो मात्र के दोष, यो त हामीलाई पढाउने गुरुहरूको पनि त दोष हो नि । उनीहरूले सैद्धान्तिक र व्यवहारिक

ज्ञान दिँदै प्रयोगात्मक कार्य गर्ने अवसर जुटाइदिएको भए आज मेरो यो हालत हुने त थिएन । त्यसैले आज मलाई प्रण गर्न मन लागेको छ मलाई पर्ने दु:ख मेरा विद्यार्थीहरूलाई नपरोस् । हामीले थाहै नपाई विद्युतीय सामग्रीहरू हाम्रो जीवनका अभिन्न अङ्ग बनिसकेका रहेछन्, तैपनि तिनीहरूलाई मर्मतसम्भार गर्ने शिक्षाको हामीमा अभाव छ ।

यी तताउने सामग्री (Heating equipments) हरू नाइक्रम म्यागानियन जस्ता उच्च अवरोध भएको धातुको मिश्रणहरूले बनाएको छ जुन 900^0 सम्मको तापक्रममा पग्लिने वा बिग्रने सम्भवाना हुँदैन भन्नेकुरा थाहा नभए तापनि त्यसको व्यवहारिक पक्ष उहाँलाई थाहा छ ।

"कोठामा ट्युबलाइट र बल्ब दुवै छन् । साँझ पर्नुभन्दा पहिले नै स्विच दबाई दिएको भए त ट्यूबलाइट बल्थ्यो नि । कोठा पनि उज्यालो हुने पैसा पनि कम खर्च हुने" बुबा मलाई भन्दै हुनुहुन्थ्यो । नानी तैले यो के गरेको सयसय वाटको बल्ब बालेर पो कोठामा बसेको छस् त । बुवाको यो भनाइमा सैद्धान्तिक र व्यावहारिक दुवै आधार बलियो भए तापनि मेरा बुबा साक्षरमात्र भएकाले व्यवहारिक शिक्षाले धेरै काम गरेको छ । ट्युबलाइटमा 40W मात्र विद्युत् खपत भए तापनि विद्युतीय शक्तिलाई प्रकाश शक्तिमा परिवर्तन गर्ने क्षमता बल्बको भन्दा तीनगुणा बढी छ । अर्थात् 30% विद्युत्शक्ति प्रकाशशक्तिमा परिणत हुन्छ । विद्युत् खपत र उज्यालो दुवैको दृष्टिकोणबाट फाइदा हुने भए तापनि ट्युबलाइट बल्नमा केही बढी भोल्टेजको आवश्यकता पर्दछ भन्ने सैद्धान्तिक ज्ञान धेरै नभए तापनि व्यवहारिक पक्ष दरिलो छ । व्यवहारिक पक्ष दरिलो भएकै कारणले थोमस अल्बा एडिसनले विश्वविद्यालय तहको डिग्री नभए पनि संसारमा हजारौं नयाँ वस्तुहरूको आविष्कार उपहार दिएर गए । कर्मयोगी मान्छेहरू गफ र सिद्धान्तमा भन्दा व्यवहारमा धेरै जोड दिँदारहेछन् । दुनियाँलाई नयाँ कुरा दिने भनेको जटिल कुरा हो । त्यस्ता महान व्यक्तिहरू लाखौंमा एकदुई हुन्छन् । हाम्रै विद्यालयहरूमा पनि यस्ता प्रतिभाशाली विद्यार्थीहरू लुकिछिपी बसेका हुन्छन् । नरेन्द्र खरेल र गणेश खत्री (केही वर्ष पहिले मेची क्याम्पसमा I.Sc. पढ्ने विद्यार्थीले मिसाएल लगायत थुप्रै कुराको आविष्कार गरेका थिए) यसैका उदाहरणहरू हुन् ।

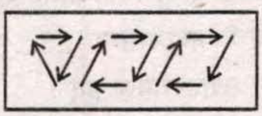
विद्युत्को उत्पादन चुम्बकबाट हुन्छ । चुम्बकीय शक्तिमा पनि विद्युत् उत्पादन गर्ने शक्ति छ । विद्युत्शक्तिलाई ताप, प्रकाश, चुम्बकीय शक्तिमा परिणत गर्न सकिन्छ भन्ने सैद्धान्तिक आधार खडा गरेर दुनियाँलाई आँखा देखाइदिने महान वैज्ञानिक ओर्सटेडलाई आज हामीले धन्यवाद दिनै पर्छ । विद्युत्को सहायताले कुनै पनि पदार्थलाई विच्छेदन गर्न सकिन्छ । यसरी विच्छेदन गर्ने यो प्रक्रियाका जन्मदाता फेराडेलाई नक्कली व्यवसाय जमाएका सुन व्यापारी हर्षले गदगद भए तापनि चोर र डाँकाहरू त घाटाको व्यवसाय भनी रिसले चुर भएका होलान् ।

विद्युत् र चुम्बकको अन्तरसम्बन्धको कारण सयौं विद्युतीय र चुम्बकीय उपकरणहरू आविष्कार गरिएका छन् । मानव सभ्यतालाई नयाँ उचाइ दिन, रेडियो, टेलिभिजन, वासिङ्गमेसिन, टेलिफोन, कम्प्युटर, फ्रिज, एअरकुलर आदि जस्ता उपकरणहरूले मानिसको जीवन शैलीमा आमुल परिवर्तन ल्याइदिएको छ ।

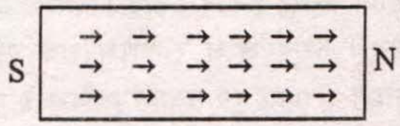
८.११. चुम्बकको आणविक सिद्धान्त (Molecular theory of magnetism) :

चुम्बक जसलाई अङ्ग्रेजीमा Magnet भनिन्छ । यसको धाउ Magnetite (Fe_3O_4) एसियाको Magnesia भन्ने ठाउँमा सबैभन्दा पहिले फेला परेको भनिन्छ । चिनिया वैज्ञानिकहरू B.C. 2000 देखि नै चुम्बकको गुणसँग परिचित थिए भनिन्छ । प्राचीन हिन्दू वैज्ञानिहरू चुम्बकको ज्ञाता थिए भन्ने कुरा यजुर्वेदमा उल्लेख भएको पाइन्छ । ग्रामोफोन विद्युत्‌विना चल्ने घोडा आदिको बारेमा वेदमा उल्लेख गरिएबाट चुम्बकको महत्त्व हिन्दू वैज्ञानिकहरूले राम्रैसँग बुझेका थिए होला भन्ने कुरा सजिलै अनुमान गर्न सकिन्छ । युरोपमा चुम्बकका बारेमा नर्वेजियन वैज्ञानिकहरूले सन् 1068 तिर खोजी गरेको पाइन्छ । आजका दिनसम्म आइपुग्दा विद्युत्‌को उत्पादन, वायुमण्डलको अध्ययन, उपचार, भू-उपग्रह उडाउने (Launching) कार्यमा चुम्बक एउटा अभिन्न अङ्ग बनेको छ । चुम्बकलाई यो उचाइसम्म पुऱ्याउने कार्यमा गिल्बर्ट, गस, म्याक्सवेल, फेराडे, बेबर, इउइङ जस्ता महान वैज्ञानिकहरूको धेरै परिश्रम परेको छ ।

चुम्बकभित्र एउटा अदृश्य शक्ति हुन्छ जसको कारणले गर्दा यो सधैँभरि उत्तर र दक्षिण दिशातिर फर्केर बस्छ र चुम्बकीय वस्तुहरूलाई अकार्षण तथा विकर्षण गर्छ । चुम्बकको आन्तरिक बनावटको बारेमा बेबरले सन् 1862 मा प्रस्ताव गरेको र इउइङ्गले 1890 मा विकास गरेको सिद्धान्तले प्रस्ट रूपमा व्याख्या गरेको पाइन्छ । प्रत्येक चुम्बकीय वस्तुहरू अत्यन्तै साना (Tiny) चुम्बकहरूले बनेका हुन्छन् । चुम्बक र चुम्बकीय पदार्थका अणुअणु पनि चुम्बक नै हुन्छन् । यी अत्यन्तै साना आणविक चुम्बहरूको एकीकृतरूप नै चुम्बक हो भन्ने उनीहरूको मान्यता रहेको छ । चुम्बकीय पदार्थमा आणविक चुम्बकहरू एकआपसमा बन्द चेन (Chain) मा बाँधिएका हुन्छन् भने चुम्बकमा आणविक चुम्बकहरू उत्तर र दक्षिण दिशातिर फर्केर बसेका हुन्छन् । चुम्बकको बनावटका बारेमा प्रस्तुत मतलाई बेबर इउइङको सिद्धान्त भनिन्छ । उक्त सिद्धान्तलाई तल उल्लेख गरिएका बुँदाहरूले पुष्टि गर्छ ।

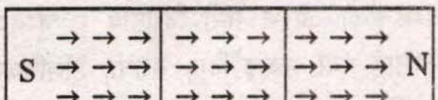


चुम्बकीय वस्तु

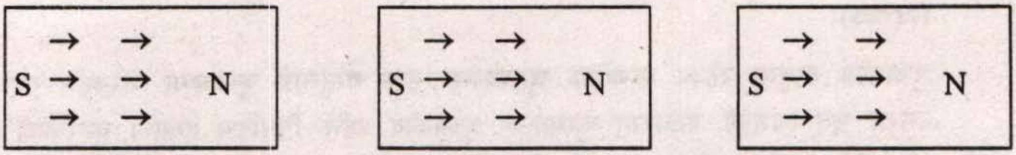


चुम्बक

- चुम्बकीय वस्तुहरूलाई चुम्बकमा परिणत गर्दा यसको चुम्बकीय गुण क्रमशः बढ्दै जान्छ र एउटा निश्चित विन्दुमा पुगेपछि चुम्बकीय शक्ति पुनः बढ्दैन । आणविक चुम्बकको चेन चुम्बक बनाउने क्रममा फुटेर एउटै दिशामा बसेपछि त्यसभन्दा माथि चुम्बकको गुण नबढ्ने भएकाले यसो भएको हुन सक्छ ।
- चुम्बकलाई दुई वा दुईभन्दा बढी भागमा टुक्रा पार्दा प्रत्येक टुक्रिएको भाग एउटा पूर्ण चुम्बक बन्छ ।

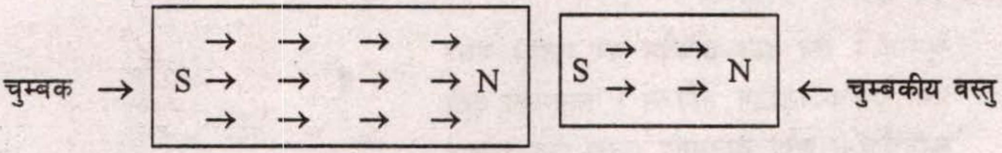


चुम्बक



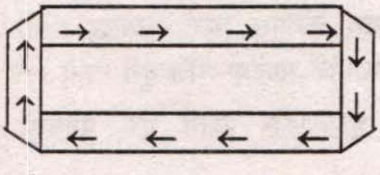
टुक्रा चुम्बकहरू

- चुम्बकका दुईओटा ध्रुवहरूलाई कसैगरी पनि छुट्याउन सकिँदैन ।
- चुम्बकीय उपपादनको क्रममा चुम्बकले चुम्बकीय वस्तुको आणविक चुम्बकको चेनलाई फुटाएर विपरीत ध्रुव आफूतिर आकर्षित गर्छ ।



चुम्बकीय उत्पादन

- चुम्बकीय वस्तुलाई एक्कासी चुम्बकमा परिणत गर्दा ताप उत्पन्न हुन्छ । आणविक चुम्बकको चेन फुट्ने क्रममा ताप उत्पन्न भएको हुनसक्छ ।
- चुम्बकलाई स्वतन्त्ररूपमा त्यसै राखेको खण्डमा यसको आफ्नो चुम्बकीय गुण क्रमश: नष्ट हुँदै जान्छ । चुम्बकीय गुणमा ह्रास आउनु भनेको आणविक चुम्बकहरूले पुन: चेन बनाउनु हो ।
- चुम्बकको चुम्बकीय गुण नष्ट हुनबाट जोगाउनका लागि चुम्बकलाई चुम्बकीय कवज Magnetic Keepers मा राख्नुपर्छ ।

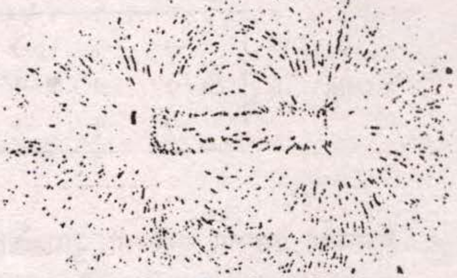


- चुम्बकलाई तताउँदा आणविक चुम्बकको चेन टुट्छ र यसले आफ्नो चुम्बकीय गुण नष्ट गर्छ । सामान्यतया चुम्बकलाई $690^0 - 870^0$ सम्मको तापक्रममा तताउँदा यसले आफ्नो चुम्बकीय गुण नष्ट गर्छ । चुम्बकीय गुण नष्ट हुने यो तापक्रमलाई क्युरी बिन्दु (Curie point) भनिन्छ जुन पदार्थ पिच्छे फरकफरक हुन्छ ।
- चुम्बकलाई खसाउँदा र जथाभावी रूपमा फाल्दा यसको आफ्नो गुणमा ह्रास आउनुका कारण आणविक चुम्बकहरूले पुन: चुम्बकीय चेन बनाउनु हो ।
- चुम्बकलाई फलामको माथि राख्दा यसको ध्रुवीय भागमा फलामको धूलो धेरै टाँसिएको हुन्छ । ध्रुवीय भागका आणविक चुम्बकहरू स्वतन्त्र हुने र बीचभागको आणविक चुम्बकहरूको चुम्बकीय शक्ति आपसमा Neutralize भएकाले गर्दा यस्तो भएको हुन सक्छ ।

८.१२. चुम्बकीय क्षेत्र र चुम्बकीय बलरेखाहरू (Magnetic field and magnetic lines of forces):

चुम्बकीय वस्तुमा रहेका आणविक चुम्बकहरू उक्त वस्तुलाई चुम्बकमा परिवर्तन गर्दा केकसरी बसेका छन् त्यसको आधारमा चुम्बकको चुम्बकीय शक्ति निर्धारण हुन्छ । चुम्बकको चुम्बकीय शक्ति धेरै भएमा यसले टाढा रहेका चुम्बकीय वस्तुहरूलाई आकर्षण वा विकर्षण गर्न सक्छ । थोरै चुम्बकीय शक्ति भएका चुम्बकहरूले नजिकैको दूरीमा भएका चुम्बकीय वस्तुहरूलाई मात्र आकर्षण वा विकर्षण गर्न सक्छ । चुम्बकको वरिपरिको त्यो क्षेत्र जहाँसम्म यसले आफ्नो प्रभाव देखाउन सक्छ वा चुम्बकीय वस्तुहरूलाई आकर्षण वा विकर्षण गर्न सक्छ उक्त क्षेत्रलाई चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) भनिन्छ ।

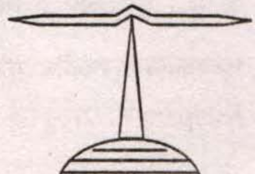
चुम्बकीय क्षेत्र देख्न सकिँदैन तर यसको असर तथा प्रभाव देखाउन सकिन्छ । फलामको धूलो कार्डबोर्डमा छरेर त्यसमाथि एउटा छड चुम्बक राखी उक्त कार्डबोर्डलाई विस्तारै हल्लाउँदा चुम्बकको चुम्बकीय प्रभाव र क्षेत्र कहाँसम्म छ सजिलै देख्न सकिन्छ ।



चुम्बकको वरिपरिको घेरा

गरी हेरौँ न !

- चुम्बकीय सियो वा कम्पास टेबलमा राख्ने ।
- टाढा राखिएको छड चुम्बकलाई उक्त कम्पास वा चुम्बकीय सियोको छेउतिर क्रमशः ल्याउने ।
- कति दूरीमा आइपुग्दा उक्त कम्पास चल्न थाल्छ । सो ठाउँमा चिह्न लगाएर चुम्बकको मध्यभागदेखि दूरी नाप्ने ।
- फरक फरक क्षमताका चुम्बकहरू प्रयोग गरी माथिको क्रियाकलाप दोहोऱ्याउने ।

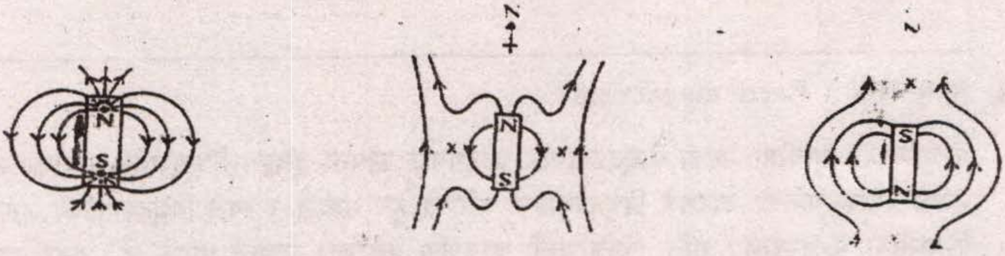


- एउटा चुम्बक समातेर फलामका मसिना किला (पिन) हरूसँग सम्पर्क गराई किलालाई माथि उठाउने फरकफरक चुम्बक राखी चुम्बकले तान्न सक्ने वा उठाएको पिनको सङ्ख्या गनेर चुम्बकको शक्ति तुलना गर्ने ।

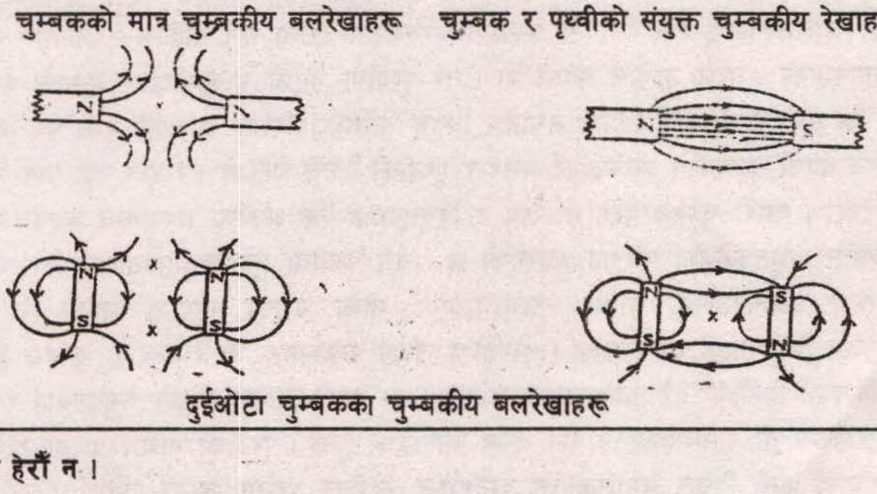
चुम्बकको चुम्बकीय क्षेत्रमा उत्तरी ध्रुवबाट निस्किएका अनगिन्ति बलरेखाहरू दक्षिण ध्रुवतिर जान्छन् । वक्रआकारका यी बलरेखाहरू कम्पास र छड चुम्बकको सहायताले सजिलै खिच्न सकिन्छ । यस्ता रेखा तथा चुम्बकीय बलरेखाहरू खिच्ने तरिका कक्षा ९ को धाराविद्युत् र चुम्बकत्व पाठको क्रियाकलाप 13 मा उल्लेख गरिएको छ ।

चुम्बकीय बलरेखाहरू खिच्दा चुम्बकको उत्तरदिशा पृथ्वीको उत्तरी ध्रुवतिर फर्काउँदा चुम्बकको मध्यभागमा लम्ब बनाएर जाने रेखामा चुम्बकदेखि निश्चित दूरीमा कम्पासले कुनै दिशा देखाउँदैन । पृथ्वीको चुम्बकीयशक्ति र छड चुम्बकको चुम्बकीय शक्ति बराबर भएको ठाउँमा कम्पासले कुनै दिशा देखाउँदैन यस्तो विन्दुलाई तटस्थ विन्दु (Neutral point) भनिन्छ । चुम्बकलाई पृथ्वी तथा अन्य चुम्बकको चुम्बकीय क्षेत्रभित्र पर्ने गरी राख्दा चुम्बकीय बलरेखाहरूको आकार फरकफरक हुन्छ ।

चित्र आफैँ बोल्छ,



चुम्बकको मात्र चुम्बकीय बलरेखाहरू चुम्बक र पृथ्वीको संयुक्त चुम्बकीय रेखाहरू



दुईओटा चुम्बकका चुम्बकीय बलरेखाहरू

गरी हेरौँ न ।

- एउटा शक्तिशाली छड चुम्बकलाई कर्कमा राखी उक्त कर्कलाई चित्रमा देखाएजस्तै पानी राख्ने भाँडोमा राख्ने ।
- कर्क केही समयपछि स्थिरअवस्थामा आउँछ । कर्क स्थिरअवस्थामा आउँदा चुम्बकले देखाएको दिशा नोट गर्ने ।
- आँखा (धागो उन्ने भाग) पट्टि उत्तरीध्रुव भएको लामो चुम्बकीय सियोलाई सानो कर्कमा छिराएर यसको आँखालाई पानीमाथि पर्ने गरी चुम्बकीय सियोको लामो भाग पानीमुनि पार्ने (सियोको दक्षिणीध्रुव गहिरो पानीमा परेको हुनाले पानीको सतहमाथि रहेको उत्तरीध्रुवमा यसको असर कम पर्ने भएको हुनाले उत्तरीध्रुवले सापेक्षित रूपमा स्वतन्त्र हुन्छ)

- चुम्बकीय सियोलाई छड चुम्बकको उत्तरीध्रुवको छेउमा लगेर छोड्ने र चुम्बकीय सियो कस्तो आकारको बाटो बनाएर कतापट्टि जान्छ अवलोकन गर्ने ।
- चुम्बकीय सियोलाई विभिन्न स्थानमा राखेर छोड्दा उक्त सियो हिँड्ने बाटोको अवलोकन गरी सोहीबमोजिमको चित्र कापीमा कोर्ने ।
- यो क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।

निष्कर्ष :

८.१३. भू-चुम्बकत्व (Earth magnetism)

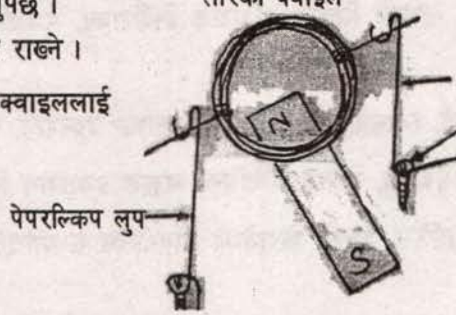
भू-चुम्बकत्व पृथ्वीमा भएको विद्युत्प्रवाहको कारणबाट उत्पन्न हुन्छ । विद्युत्शक्ति पृथ्वीको अक्षमा भएको दैनिक गतिको कारणले विद्युत्प्रवाहमा परिणत हुन सक्दछ र त्यस विद्युत्प्रवाहको असरबाट नै पृथ्वीमा भू-चुम्बकीय शक्ति (शक्तिशाली चुम्बकीय बलरेखा) उत्पन्न भएको छ । यसरी उत्पन्न भएको चुम्बकत्वलाई एक बनावटी अस्थायी चुम्बकसँग तुलना गर्न सकिन्छ । किनभने यो चुम्बक विद्युत्प्रवाहको असरले उत्पन्न भएको हो । तर पृथ्वीमा भएको भू-चुम्बकत्व अस्थायी भने होइन । किन कि सूर्यबाट प्राप्त सौर्यशक्ति लगातार विद्युत् शक्तिमा परिणत भइरहेको हुन्छ भने अर्कोतिर ती उत्पन्न भएको चुम्बकीय बलरेखाको असर र पृथ्वीको दैनिक गतिको कारणले गर्दा पनि विद्युत्प्रवाह हुन सक्छ । यसरी चुम्बकत्वको बलरेखा र विद्युत्प्रवाह एक अर्कोमा सम्बन्धित भएको र लगातार सौर्यशक्ति विद्युत्शक्तिमा परिणत भइरहेको छ । यस पृथ्वीमा हुने विद्युत्प्रवाह पूर्वतिर रहेको छ । पृथ्वीभित्र मध्यमण्डलमा भएको तरलअवस्थामा रहेका प्रशस्त मात्रामा खनिज र धातुहरूले सजिलैसँग विद्युत्प्रवाह गर्न सक्दछ । पृथ्वीभित्र रहेका फलामहरू आफैं अस्थायी चुम्बक हुन सम्भव छैन किनभने यिनीहरू धेरै तातो अवस्थामा छन् । तर यसरी उत्पन्न भएको विद्युत्प्रवाह र चुम्बकीय बलरेखाहरूले ती फलामहरूलाई पनि असर पारिरहेको हुन्छ । पृथ्वीको मध्यमण्डलमा रहेका खनिज र धातुहरू जस्तै विद्युत् सुचालकयुक्त वस्तुहरूले पृथ्वीको अक्षमा भएको दैनिक गतिको कारणले विद्युत्प्रवाह हुन सम्भव गराउँछ । जसको असरबाट बलिया चुम्बकीय बलरेखाहरू उत्पन्न भएका हुन् । यसअनुसार भौगोलिक दक्षिणीध्रुवमा चुम्बकीय उत्तरीध्रुव र भौगोलिक उत्तर ध्रुवमा चुम्बकीय दक्षिणीध्रुव बन्न गएको छ ।

यसअनुसार पृथ्वीमा भएको भू-चुम्बकत्वलाई दुई कुराहरूले असर पारिरहेको हुन्छ । सुरुमा जब पृथ्वीको उत्पत्ति भयो त्यस समयमा पृथ्वीको बाह्य सतहसमेत अर्धतरल भएकाले Photo voltaic Cell बाट परिणत भएको विद्युत्शक्ति प्रवाह हुन जति सरल थियो पछि पृथ्वीको सतह ठण्डा भएर कडा भएपछि यो कार्य जटिल हुँदै गएको छ । अर्कोतिर चुम्बकीय बलरेखाकै कारणले गर्दा विद्युत्प्रवाह हुनमा बल मिलिरहेको छ । यसप्रकार भएको Silicon र Oxide form मा रहेका

वस्तुले विद्युत्‌शक्तिमा परिणत गरेपछि पृथ्वीको अक्षमा भएको दैनिक गतिको कारेणले गर्दा विद्युत्‌धाराको रूपमा परिणत भएको छ । जसको असरले पृथ्वीमा शक्तिशाली चुम्बकीय बलरेखा उत्पन्न भएका छन्‌ । त्यसलाई नै भू-चुम्बकत्व भनिन्छ । *(साभार : ईश्वरीचन्द्र शिवाकोटी विज्ञान लेखमाला, रोनास्ट)*

परियोजना कार्य :-

१.
- पेपरक्लिपलाई एकछेउमा हुक र अर्कोछेउमा रिङ बनाएर बङ्ग्याउने ।
- पेपरक्लिपलाई चित्रमा देखाएजस्तै गरी थमपिनको सहायताले ड्इङबोर्डमा सोझो पारी उभ्याउने ।
- इनामेल तारलाई ड्राइसेलमा 10 – 15 फन्का बेरेर क्वाइल बनाउने । क्वाइल सेलबाट बाहिर निकालेर चित्रमा देखाएजस्तै गरी बेरेर क्वाइल तारको दुईछेउ विपरीत भागमा चित्रमा जस्तै दुवैतर्फ 4 – 5 से.मि. जति बाहिर निकाल्ने ।
- क्वाइलको दुवैछेउमा आधाभाग जति चक्कुले इनामेल खुर्कने ।
- क्वाइललाई चित्रमा देखाएजस्तै गरी पेपर क्लिपको स्ट्यान्डमा एकैसाथ सन्तुलित अवस्थामा राख्ने ।
  क्वाइलको छेउहरूको क्लिपलाई छुने भागको विपरीत भागमा इनामेल रहेको हुनुपर्छ ।
- क्वाइलको मुनि एउटा छड चुम्बक राख्ने ।
- ब्याट्री जोडेर सर्किट पूरा गर्ने । क्वाइललाई एकचोटी हातले घुमाउने ।
- यस क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।



२.
- एउटा छड चुम्बकलाई पृथ्वीको चुम्बकीय ध्रुव मिल्ने गरी टेवलमा राख्ने ।
- चुम्बकको माथि कार्डवोर्ड राखेर कार्डवोर्डको तलतिर काठ, इँटा वा कितावहरू राखेर टाँड पार्ने ।
- फलामको धुलो चुम्बकमाथि छरेर कार्डवोर्ड विस्तारै हल्लाउने र फलामको धुलोवाट वनेका बक्ररेखाहरू स्पष्ट पार्ने ।
- फलामको धुलोले बनाएको आकारजस्तै चित्र कापीमा कोर्ने ।
- छड चुम्बकको ध्रुव उल्टाएर माथिको क्रियाकलाप दोहोऱ्याउने ।

थप अध्ययनका लागि पठनयोग्य सामग्रीहरू

1. Rowell G. and Herbert S. Physics, Cambridge University Press, UK, 2002
2. Jones Mary and et all, Physics, Cambridge University Press, UK, 2002
3. Teaching Physics, Indira Gandhi National Open University School of Education, India 2004
4. Subrahmanyam N. and Lal. B, Principle of Physics, S. Chand & Company, New Delhi, India, 2004
5. Pradhan J.M.and Gupta S.K., A Text book of Physics, surya Publications, Jalandhar city, India, 2000.
6. New Unesco Source book for Science Teaching, University Press (India) Limited, 1999.
7. Bantawa K.R., New Advanced Physics with Astronomy, Ekta Book Kathmandu, Nepal, 2000.
8. माध्यमिक तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५७ ।
9. नि.मा.वि. तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५९ ।
10. प्रपन्नाचार्य, स्वामी, वेदमा के छ ?, साझा प्रकाशन, पुल्चोक, ललितपुर, २०६० ।
11. विज्ञान लेखमाला, रोनास्ट (विभिन्न अङ्कमा प्रकाशित लेखहरू)
12. ओहम, ओर्सटेड, हेनरी, फेराडेको जीवनीसँग सम्बन्धित विभिन्न वेभ साइटहरू ।

भू विज्ञान (Earth science)

सक्षमता : भू विज्ञानको क्षेत्रमा आफूलाई कठिन लागेका, अष्पष्ट भएका र समस्यामूलक विषयवस्तु छनोट गरी स्थानीय स्रोतसाधन, वैज्ञानिक र प्राविधिक स्रोतहरू उपयोग गरी उक्त क्षेत्रमा आफ्नो ज्ञान र सीप अभिवृद्धि गरी उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति अपनाई सुहाउँदो कक्षाकोठा व्यवस्थापन र विद्यार्थी मूल्याङ्कन गरी विज्ञान शिक्षाको उत्थानका लागि शिक्षण गर्न ।

परिचय

मानिस चेतनशील प्राणी हो । आफ्नो चेतनाको प्रयोगले मानिसले पृथ्वीलाई स्वर्ग बनाउन र त्यही चेतनाको दुरूपयोगले नर्कमा परिणत गर्न सक्छ । मानिसले आफ्नो र आफू बसेको पृथ्वीको इतिहास खोतल्न थालेको धेरै भइसक्यो । तथ्य प्रमाणलाई अगाडि तेर्स्याएर तथा कल्पनाका आधारमा बोल्ने गरी दुई खालका मतहरू दुनियाँमा छन् । पूर्व वा पश्चिमका वैज्ञानिक तथा धार्मिक चिन्तकहरूका आ-आफ्नै मत छन् । पृथ्वीको इतिहासको कुरा उठाउँदा वैज्ञानिक चिन्तकहरूको अगाडि धर्म गुरुका वाक्यहरू फिक्का लाग्न थालेको धेरै भइसक्यो । शिरमुनिदेखि भुसुनासम्म ब्रह्माले सृष्टि गरेका हुन् भन्ने कल्पनाभन्दा जीवन केवल नियमित आकस्मिकताले रासायनिक र भौतिक क्रियाको जटिल समिश्रणबाट गुणात्मक परिवर्तन भई विकसित हुदैं गएको हो भन्ने कुरा जीवनको आधार प्रोटोप्लाज्माको बनावटलाई अध्ययन गर्दा फेला परेका कार्बन, अक्सिजन र हाइड्रोजन जस्ता तत्त्वहरूले यो मतलाई पुष्टि गर्न अझ मदत पुगेको देखिन्छ । पृथ्वीको विभिन्न भागमा फेलापरेका पुराना चट्टान तथा जीवावशेषहरूको उमेर केलाउने प्रविधि र उपकरणको विकाश गरिएपछि त वैज्ञानिकहरू, धर्मगुरुहरूभन्दा धेरै नै माथि पुगेका देखिन्छन् । हुन त वैज्ञानिकहरूले पनि पृथ्वी र जीवको उत्पत्तिका बारेमा प्राप्त प्रमाणलाई अध्ययन गरी एक किसिमको परिकल्पना नै गरेका हुन् ।

मानव सभ्यताको विकाससँगै विनास निम्त्याउने ज्वालामुखी, भूकम्प, बाढी र पहिरो जस्ता प्रकृतिक प्रकोपहरू पनि सँगसँगै आएको पाइन्छ । बाढी र पहिरोजस्ता प्राकृतिक प्रकोप निम्त्याउन हाम्रो आफ्नै हात भए तापनि भूकम्प र ज्वालामुखीको सामुन्ने मानिसले चुनौती दिने बेला अझै आइसकेको छैन । यस मामिलामा हामीभन्दा पशुपन्छी र जनावरहरू धेरै अगाडि छन् । यस मानेमा वैज्ञानिकहरूले अझ धेरै मिहिनेत गर्नुपर्ने देखिन्छ । आउँदा दिनका वैज्ञानिक जन्माउने संस्था हाम्रा शिक्षणसंस्थाहरू भएको हुनाले हाम्रो प्रयत्न त्यतापट्टि लाग्नुपर्छ ।

हाम्रा आफ्नै क्रियाकलापहरूले पृथ्वीको सतहमात्र होइन वायुमण्डल पनि प्रदूषित बनेको छ । सूर्यको प्रकाशको साथ लागेर आउने हानिकारक परावैजनी किरणहरू जसले प्राणी तथा वनस्पतीलाई विपत्तीको

खाडलतिर हालिदिन्छ यसलाई रोक्ने रक्षाकवज ओजोन तहलाई C F C को उत्पादन र प्रयोगमा रोक लगाउन अबेर गरेर हामी अझै समस्याको थुप्रोमा पुरिदैछौं । सानालाई ऐन ठूलालाई चैन भनेजस्तै अमेरिका जस्ता शक्तिसम्पन्न देशहरू C F C को उत्पादन कटौती गर्न अटेर गरिरहेका छन् ।

हरितगृह प्रभाव आज समस्याको विषय बन्दैछ । पृथ्वीको तापक्रम हाम्रा आफ्नै क्रियाकलापहरूले गर्दा बढ्दैछ । जति तापक्रम बढ्यो हिउँ उत्ति नै पग्लिन्छ । जति हिउँ पग्लियो पानीले जमिनको भाग झन्झन् छोप्दै जान्छ । हरेक वर्ष बढिरहेको तापक्रम वर्तमानमा मात्र नभएर भविष्यका सन्ततिका लागि पनि खतराको सङ्केत भएको हुनाले हाम्रा शिक्षण क्रियाकलापहरूलाई किताबी ज्ञानमा मात्र सीमित नराखी जीवन र जगतसँग अन्तरसम्बन्धित बनाएर लैजानुपर्ने अवस्था सिर्जना भएको छ । यो एकाइमा यी र यस्तै विषयवस्तुको बारेमा चर्चा गरिएको छ ।

विषयवस्तु

९.१ पृथ्वीको इतिहास र जीवको उत्पत्ति (History of the Earth and evolation of life)

पृथ्वी र यसमा भएका जीवहरूको इतिहास खोज्ने क्रम परापूर्व कालदेखि चलिआएको हो । पृथ्वी र ब्रह्माण्डको बनावटको बारेमा विभिन्न समुदायमा बस्ने मानिसहरूले आ-आफ्नै मत व्यक्त गरेको पाइन्छ । हिन्दूधर्मका कतिपय ग्रन्थहरूमा पृथ्वी त मधुकैटब नाम गरेको राक्षसको हाड, मासु र रगतबाट बनेको भन्ने पाइन्छ । ब्रह्माले मनुष्यको सिर्जना गरेका धेरैओटा कथाहरू सुन्न पाइन्छ । कल्पनाको आधारमा विना प्रमाण अघि सारिएका यस्ता मतका आधारमा चेतनशील प्राणी चुप लागेर नबस्नु स्वभाविकै हो । सत्य कुरा पूर्व वा पश्चिम जताका विद्वानले भने पनि स्वीकार्नै पर्छ ।

पृथ्वी र यसमा हुर्केका जीवहरूको इतिहास आधुनिक विज्ञानले किटेर भन्न नसके पनि विश्वास गर्ने धरैओटा आधारहरू खडा गरेको छ । जर्ज बफन, जिन्स र जेफ्रेले प्रस्तुत गरेको सूर्यलाई अन्य ताराहरूले ठक्कर दिँदा उछिट्टिएको भाग वा कान्ट जस्ता विद्वानले धूलाका कणहरू जम्मा भएर बनेको डल्लो भन्ने मतहरू पनि विवादित नभएका होइनन् । यी सिद्धान्तहरूलाई काट्न सक्ने अर्को कुनै सिद्धान्तको प्रतिपादन नभएसम्मका लागि दुनियाँले यिनै सिद्धान्त तथा परिकल्पनालाई स्वीकार गर्नुपरेको छ ।

आधुनिक विज्ञानले वर्तमान अवस्थामा पृथ्वीमा उपलब्ध हुने चट्टान जीवावशेष रेडियोधर्मी पदार्थहरूका आधारमा पृथ्वीको इतिहास केलाएको छ । पृथ्वीको आयुका बारेमा भूगर्भवेत्ता तथा जीवशास्त्रीहरूको मतमा सामान्य अन्तर भए तापनि पृथ्वीमा मानिसले गरेका विभिन्न क्रियाकलापहरूलाई सत्य, त्रेता, द्वापर र कलियुग भनी विभिन्न चरणमा विभाजन गरेको भए तापनि वर्तमान अवस्थामा उपलब्ध वस्तुगत तथ्यका आधारमा वैज्ञानिकहरूले अघि सारेको मतलाई स्वीकार गर्नुपर्ने हुन्छ । आधुनिक वैज्ञानिकहरूले पृथ्वीको इतिहासलाई विभिन्न महाकल्प (Era) मा नै विभाजित गरेको पाइन्छ जसको संक्षिप्त विवरण तपसिलको तालिकामा प्रस्तुत गरिएको छ ।

सि. न.	महाकल्प (Era)	अबधि (वर्ष)	युग (Age)	अवधि (वर्ष)	महत्त्वपूर्ण घटनाहरू	कैफियत
१	पूर्वजीवी (Azoic)	(470-57) करोड वर्ष पहिले			• सौर्यपरिवार र पृथ्वीको उत्पत्ति • ग्रेनाइट र आग्नेय जस्ता चट्टानको निर्माण • समुद्रमा एक कोषीय जीवको उत्पत्ति Co_2 र O_2 जस्ता ग्यासको निर्माण	380 करोड वर्ष पहिले 350 वर्ष पहिले 57 करोड वर्ष पहिले
२	पुराजीवी महाकल्प (Paleozoic)	57-24 करोडवर्ष पहिले	केम्ब्रियन (Cambrian)	57-50 करोड	सामुन्द्रिक जीवको उत्पत्ति	
			अर्डोभिसियन (Ordovician)	50.5-43.8 करोड	ढाड नभएका प्राणीको उत्पत्ति	
			सिलुरियन (Silurian)	43.8-40.8 करोड	हाड भएका माछाहरूको उत्पत्ति	
			डिभोडियन (Devonian)	40.6-36 करोड	समुन्द्रमा सार्क र जमिनमा उभयचरको उत्पत्ति	
			कार्बोनिफेरस (Carbonefe rous)	36.6-28.6 करोड	माटोको उत्पत्ति रेप्टायल र पखेटा भएका जीवको उत्पत्ति	
			पर्मियन (Permian)	28.6-24.8 करोड	धेरै समुन्द्री जीवहरूको लोप	
३	मध्यजीवी (Mesozoic)	24 - 6.5 वर्ष पहिले	ट्राइसिका (Triassic)	24.8-21.3	▪ ठूला डाइनोसोरहरूको उत्पत्ति ▪ सानासाना स्तनधारी जीवहरूको उत्पत्ति ▪ पन्जिया (Pangea) माहादेशको उत्पत्ति	
			जुरायसिक (Jurassic)	21.3-14.4	चराको उत्पत्ति डाइनासोरको अधिपत्य पन्जिया छुट्टिएर लरेसिया र गोन्डोल्यान्डको उत्पत्ति	
			क्रिटासियस (Cretaceous)	14.4-6.5	डाइनोसोरहरूको अन्त्य ठूला स्तनधारी जीवहरूको उत्पत्ति	

सि. न.	महाकल्प Era	अवधि (वर्ष)	युग (Age)	अवधि (वर्ष)	महत्त्वपूर्ण घटनाहरू	कैफियत
४	नवजीवी (Cenzoic)	6.5 करोड अघिदेखि हालसम्म	टर्सियारी (Tertiory)	6.5 - 16 लाख वर्ष पहिले	• अस्ट्रेलिया, इन्डिया, एन्टार्टिका जस्ता क्षेत्रहरूको निर्माण भएको • एर्न्टाटिका इन्डियाबाट छुट्टिएर दक्षिणी ध्रुवमा पुगेको • इन्डिया एसियासँग नजिक आएपछि टेथिस सागर माथि उठेको • टेथिस सागर माथि उठेर हिमालयको उत्पत्ति • स्तनधारी जीवहरूको दबदबा बढ्यो ।	
			क्वाटर्नरी (Quaternary)	16 लाख वर्ष पूर्वबाट हालसम्म	■ वाफको उत्पत्ति ■ न्यानो युगको प्रारम्भ ■ आधुनिक मानिस र अन्य स्तनधारीहरूको उत्पत्ति	

Geologic time scale को आधारमा निर्माण गरिएको यो तालिकामा प्रयोग भएका Devonian / Paleozoic जस्ता शब्दहरू बेलायती र लेटिन भएबाट यसको खोजीनीति त्यतै भएको ठोकुवा गर्न सकिन्छ ।

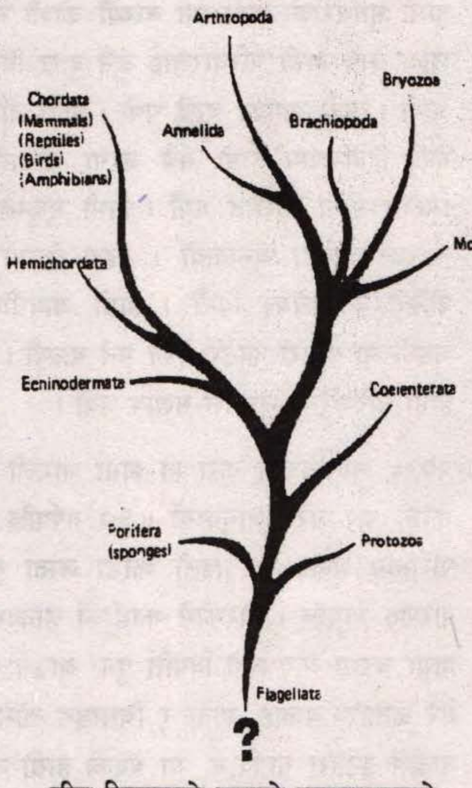
प्रस्तुत तालिकाको सूक्ष्म अध्ययन गर्ने हो भने पृथ्वीको उत्पत्ति र यहाँ विभिन्न प्रकारका जीवहरू कुन समयमा उत्पत्ति भएका रहेछन् सोबारेमा प्रस्ट हुन्छ ।

पृथ्वीको इतिहास खोतल्नमा जीवावशेष (Fossil) को पनि महत्त्वपूर्ण भूमिका हुने रहेछ । जीव जनावरको हाडखोर, दाँत आदिको कडा भाग त्यसै संरक्षित भएमा वा चट्टानमा परिणत भएको अवस्था रहेमा तिनीहरूको सूक्ष्म अध्यनबाट पनि पृथ्वी र जीवहरूको इतिहासका बारेमा थप जानकारी राख्न मदत पुग्छ ।

चट्टानका तह (Layers) गनेर पनि जीव र पृथ्वीका बारेमा अनुमान गर्न सकिन्छ । समयको अन्तरालमा पत्रेचट्टानका तहहरू एकमाथि अर्को बस्दै जाने भएकाले सबैभन्दा तल्लो तहलाई आधार मानेर पृथ्वीमा जीवको उत्पत्तिको व्याख्या गर्न थप आधार बन्छ ।

ढुङ्गामा जीवावशेषको अध्ययन गर्ने क्रमको सुरुआत सन १६०० मा लियोनार्दो द भिन्चीले इटलीबाट सुरु गरेका रहेछन् । यो क्रम उर्लदै गएर १७ औं र अठारौं शताब्दीमा युरोपमा धेरै मानिसहरूको सोखको विषय बनेको रहेछ । प्राय जीवावशेषहरूको अध्ययनबाट पृथ्वीमा जीवको उत्पत्तिका बारेमा चित्रमा देखाएजस्तै जनावरहरूको वृक्षचित्र बन्ने आधार तयार हुन्छ ।

चट्टानहरूको अध्ययन गर्ने क्रममा यसमा प्राय रेडियोधर्मी तत्त्वहरूको क्षय भएको पिण्डका आधारमा पृथ्वीमा ती वस्तुहरू कति वर्ष पहिले उत्पति भएको हो पत्ता लगाउन सकिन्छ । रेडियो धर्मी तत्त्वहरू धेरै शक्तिशाली भएका हुनाले α, β, γ जस्ता शक्तिशाली कण (Particle) तथा किरण (Ray) छोड्दा लामो समयको अन्तरालमा यस क्रममा भएका परमाणुको सङ्ख्या घटेर माउ (Parent) तत्त्वबाट छोरी (Daughter) तत्त्वमा परिणत हुन्छन् । तत्त्वको क्षय हुने दर र त्यसको जीवनको आधा अवधि (Half life period) का आधारमा उक्त तत्त्वको उमेरसँग दाजेर पृथ्वीको उत्पत्तिको इतिहास पत्ता लगाउन सजिलो र भरपर्दो उपाय हो । तत्त्वहरूका आधा जीवनअवधि पिण्ड स्पेक्टोमिटर (Mass spectrometer) ले नापिन्छ । युरेनियम (238 U) अरबवर्षमा लिड 206 Pb मा परिणत हुन्छ । त्यसै गरी कार्बन (14C) 5730 वर्षपछि नाइट्रोजन (14n) मा परिणत हुन्छ । यी तथ्यहरूको आधारमा पृथ्वीको इतिहास खोतल्न सजिलो भएको छ ।



जीव विकासको क्रमको जनावरहरूको वृक्ष चित्र

९.२. प्राकृतिक प्रकोपहरू (Natural disasters)

मानिसको नियन्त्रणभन्दा बाहिरका पृथ्वीको सतहमा घट्ने बाढी, पहिरो, भूकम्प ज्वालामुखी, हुरी बतासजस्ता घटनाहरूलाई प्राकृतिक प्रकोप भनिए तापनि बाढी र पहिरोमा मानिसको केही मात्रामा भूमिका रहेको हुन्छ । भूकम्प ज्वालामुखी र हुरी बतास हाम्रो नियन्त्रणभित्र छैन । नियन्त्रणभित्र राख्न सकिने कुराहरूलाई हाम्रो आनीबानी, क्रियाकलाप र व्यवहारमा सुधार ल्याएर प्रकोपको न्यूनीकरण गर्न सकिन्छ । हाम्रो बसभित्र नभएका प्रकोप भएमा उक्त प्रकोपहरूबाट बच्ने अर्थात सावधानी अपनाउनु पर्ने उपायका बारेमा बेलैमा सोच पुऱ्याउनु पर्ने हुन्छ । "आकाशको राहु पातालको केतु एकपल्ट नपरी कसरी चेतु" भने जस्तै उल्लिखित प्रकोपहरूले हाम्रो देशमा पटक पटक धेरै धनजनको क्षति भएको छ । आउँदा दिनहरूमा यस्ता घटनाहरूबाट पुग्ने क्षति कम गर्न सकेको खण्डमा हाम्रा विद्यालयहरूमा प्राकृतिक प्रकोपको बारेमा गरिएको छलफल सार्थक ठहरिने छ ।

९.२.१. बाढी पहिरो (Flood and lands slide)

हामी सुनसरीको चतारामा बस्थ्यौँ कोशी नदीको छेउमा हाम्रो १० - १२ विघा जग्गा थियो । दुई छाक खान हाम्रो परिवारलाई कुनै दु:ख थिएन । एक दिनको कुरा हो सप्तकोसीमा धेरै ठूलो बाढी आयो । बाढी क्रमश: बढ्दै गयो । बाढी जति जति बढ्दै गयो त्यति त्यति हाम्रो जग्गा बगाउँदै गयो केही दिनभित्रमा हाम्रो सबै जग्गा खोलाले बगायो । हामी १० - १२ विधाका हुकुमबासीहरू सुकुमबासीमा परिणत भयौँ । हामी सुकुम्बासी भएपछि नेपाल सरकारले बाढी पीडितलाई चतारा नहरको छेउमा थन्क्यायो । नहर छेउमा भएको जङ्गल फडानी गरेर हामीजस्ता थुप्रै बाढी पीडितहरू बसेका थियौँ । हाम्रो आयस्रोत सुक्यो त्यसपछि हाम्रो परिवारका केही सदस्यहरू जङ्गलमा दाउरा काटेर बेच्ने गर्न थाल्यौँ । हाम्रा छिमेकीहरू काठ चिरान गरी बेच्न थाले । यसरी हाम्रो वरिपरिको जङ्गल सखाप भयो ।

२०२८ सालतिरको कुरा हो हाम्रा मामली रमाइलो झोडामा थियो । मामल जाँदा ठूलो चारकोसे झाडी पार गरेर जानुपर्थ्यो । १० वर्षपछि पुन: मामल जाँदा त रमाइलो झोडा रमाइलो गाउँमा परिवर्तन भएछ । रमाइलो झोडा जस्ता थुप्रै झोडाहरू (कुल झोडा, इन्द्रे झोडा) सबै गाउँमा परिणत भएछन् । चारकोसे झाडीको आकार पनि सानो भएछ । जङ्गल फाँडेर बसेका बस्तीहरूमा हाम्रा घरमा आएजस्तो विपत्ति पुन: आउन थालेछ । विपत्ति आउने प्रमुख कारण उही रहेछ बाढी । धेरै खेतहरू बक्राह, मावा र चिसाङ्ग खोलाले बर्सेनी बगरमा परिणत गर्दोरहेछ । बक्राह खोलाको बाढीले इटहरा गा.वि.स. मा भएको हाम्रो काकाको ५ बिगाहा खेत बगरमा परिणत गरेको थियो । २०६० सालतिर म पुन: काकाको घरमा जाँदा उक्त खोलालाई दुवैतर्फ तटबन्ध बाँधेर छेकेपछि बगर पुन: खेतमा परिवर्तन भएछ ।

हाम्रो हजुरबुबा ताप्लेजुङको हाङ्गदेवा गा.वि.स. मा बस्नुहुन्थ्यो । सदरमुकाम फुङ्गलिनबाट नजिकै भएको उक्त गाउँमा ठूलो पहिरो जाँदा खेतबारी सबै पहिरोले लगेपछि हजुर बुवा नाङ्गखोल्याङ्गको त्यस्तै पहिरोबाट सताइएको आफ्नै भाइलाई लिएर चतारातिर झर्नुभएको रहेछ । हाम्रो परिवारलाई बाढी पहिरोले सताए जस्तै गरी हाम्रो देशका कैयौँ परिवारहरू बाढी पहिरोले बिचल्ली परेको छ । हामी काठमाडौँमा पढ्न जाँदा कृष्ण भीरको पहिरोले रोकेर धेरै रातहरू रामनगरमा बिताएका छौँ । २ वर्षअगाडि मुग्लिन र रामनगरको बीचमा गएको पहिरोले सडकलाई बगाएर नारायणी नदीमा पुऱ्याएको, बाढी पीडितलाई राहत सामग्री वितरण गरेको, बेलायत सरकारको सहयोगमा निर्माण गरिएको धरान धनकुटा मार्गको लेउती छेउको सडक लथालिङ्ग भएर खोलामा खसेको जस्ता थुप्रै घटनाहरू मेरा आँखाले देखेको हुनाले आज मलाई यी सबै घटनाहरूले मेरो दिल धेरै दुखाएको छ । त्यसैले आज मलाई बाढी पहिरो जाने कारण र निराकरणका उपायहरू खोज्न मन लागेको छ ।

बाढी आउने कारण

- वर्षायाममा आएको पानी बोटबिरुवाको अभावमा जमिनमा नसोसिने भएकाले अनियन्त्रित रूपमा बगेर जानु ।
- हिमतालहरू फुट्नु ।
- वर्षायाममा तटबन्ध बाँध, आदि भत्किनु ।
- जमिनको बनावट कमजोर र भिरालो हुनाले वर्षामा परेको पानी जमिनले सोस्न नसक्नु ।
- पानी बग्ने बाटो (खोला किनार) मा जथाभावी अव्यवस्थित बस्ती बस्नु ।

पहिरो जाने कारण

- भिरालो जमिन
- कमजोर भू बनोट
- बेगले बग्ने नदी
- जङ्गलको फडानी
- नाङ्गा डाँडाकाँडामा वृक्षरोपणको अभाव
- अव्यवस्थित गाईवस्तु चरन
- अव्यवस्थित रूपमा यातायातका साधनहरू चल्ने बाटोघाटोको निर्माण
- भिराला जमिनहरूमा गह्रा नबनाई खेती गर्ने प्रवृत्ति
- बालीनालीका जराहरू उखेल्ने प्रवृत्ति
- खानीबाट अनियमित रूपमा ढुङ्गा, माटो, बालुवा आदि झिक्ने कार्य
- वर्षायाममा कुलेसो कटाउने प्रवृत्तिको अभाव

बाढी पहिरोको असर

- बर्सेनी झण्डै २४ करोड घनमिटर माटो नेपालबाट बगाएर विहार र बङ्गालको खाडीमा पुऱ्याउँदा नेपालमा हजारौं मानिसहरूको बिचल्ली
- पहाडी भूभागको मलिलो माटो बगाउने भएकाले माटोको उर्वरा शक्तिमा ह्रास
- बाटो, घाटो, पुल, नहर, मठ मन्दिर, गाउँबस्ती आदिको क्षति
- बनजङ्गल, वस्तुभाउ, जङ्गली जनावर, जङ्गल तथा यसमा जडिबुटी भएका आदिको क्षति
- किसानले लगाएको बालीनाली कहीं बाढी पहिरोले पुरिदिने तथा कहीं बगाइदिने भएकाले किसानहरू ठूलो मार्कामा पर्ने तथा कृषि उत्पादनमा कटौती
- वनजङ्गलको क्षतिका कारण काठ, दाउरा तथा इन्धनको आपूर्तिमा कमी हुने

बाढी पहिरो कम गर्ने उपाहरू

- वृक्षरोपण गर्ने
- भिरालो जमिनमा गह्रा गह्रा बनाइ खेती गर्ने
- जङ्गल फडानीलाई रोक्ने र सामुदायिक वनको धारणालाई अभिवृद्धि गर्ने
- वर्षायाममा कुलेसाहरू काट्ने
- खोला किनारमा मजबुत तटवन्धको निर्माण गर्ने
- भिरालो जमिन तथा नाङ्गा डाँडाहरूमा वृक्षरोपण गर्ने
- गाईवस्तुको चरन नियन्त्रण गरी व्यवस्थित बनाउने
- मल लगाएर खेती गर्ने
- नदी, खोला आदिलाई असर पुग्ने गरी बस्ती बस्न नदिने
- वर्षा याममा पर्ने पानीको अनुमान गरी उक्त पानीलाई तर्काउनका लागि निकासको व्यवस्था मिलाउने

९.२.२. भूकम्प (Earth quake)

"भूकम्पले मानिस मार्दैन तर असुरक्षित घरले मार्छ" भूकम्प प्रविधि राष्ट्रिय समाज नेपालको यो आदर्श वाक्य मलाई ज्यादै मन पऱ्यो । यो वाक्य पढिरहँदा मलाई हाम्री आमाले सुनाएको वि.सं १९९० सालको भूकम्पको दर्दनाक कथा सम्झना आउँछ जसले देशभरिमा ८,५१९ जना मानिसको ज्यान लिएको थियो । २०४५ सालको भूकम्प त आफैँले भोगेकै हो, भूकम्प आउँदा भाद्र ५ गतेको दिन बिहान ५ बजे निद्राले छोडेको मात्र थियो । त्यतिखेर हामी इटहरा गा.वि.स. मा काठको घरमा बस्थ्यौँ । उक्त घर धेरै पल्ट रोटेपिङ्ग हाल्लिएजस्तै गरी हल्लिएको थियो । घर धेरै हल्लिएकाले घरमा सुतेका हामी सबैजना हतारहतार उठेर तल भुईंमा गएका थियौं । भूकम्पको धक्का आधा मिनेटसम्म मात्र हुने रहेछ । त्यसैले तल भुईंमा झर्दा भूकम्प गइसकेको थियो । पछि थाहा भयो तराईमा भुकम्प जाँदा त्यसरी हतार हतार भुईंमा झर्नु हुने रहेनछ । किन कि भुईं चिरिएर र जमिन फाटेर हामी पनि त्यही ठाउँमा पर्न सक्ने रहेछौं । २०४५ सालमा गएको उक्त भूकम्पले ७२१ जना मानिसको मृत्यु भएको थियो भने करिब ६५,००० घर भत्केका थिए । हाम्रो देशको भूकम्पको इतिहास खोतल्दै जाँदा सम्वत् १२५५ मा राजा अभय मल्लको पालामा ठूलो भुईंचालो गएको रहेछ । १९ औं शताव्दीमा मात्र तीन ओटा ठूला ठूला भुईंचालाहरू (१८१०, १८३३, १८६६) भएका रहेछन् । हाम्रो देशमा हरेक ४०-५० वर्षमा मध्य खालको ८० - १०० वर्षमा ठूलो तथा महाभूकम्प आउने भुकम्पीय इतिहास रहेछ । यसरी हेर्ने हो भने आउँदा दिनहरूमा ठूलो भूकम्प आउने सम्भावना ज्यादै धेरै र ज्यादै नजिक देखिन्छ ।

पृथ्वीको भित्री भाग धेरै तातो र बाहिरी भाग धेरै चिसो भएको कारणले गर्दा बीचको भागका चट्टानका चाक्लाहरू क्रमश: एक आपसमा सर्ने भएकाले चट्टान सर्ने क्रममा कमजोर स्थान फेला परेका खण्डमा त्यही कमजोर स्थानबाट एक्कासि विष्फोट भएर ठूलो शक्ति बाहिर निस्कने भएको हुनाले हलचल पैदा हुँदा पृथ्वीमा भूकम्प जाने रहेछ ।

घरहरूको असुरक्षित निर्माण र अव्यवस्थित सहरीकरणको कारणले गर्दा हामी भूकम्पीय हिसावले जापान, अमेरिका, इरान र भारतजस्ता धेरै भूकम्पीय जोखिम भएका देशहरूमा पर्दा रहेछौं ।

सुरक्षित घर निर्माण भूकम्पबाट बच्ने एउटै उत्तम उपाय रहेछ । मात्रा नमिलाईकन र गुणस्तरहीन सामान प्रयोग गरेको खण्डमा पिलर सिस्टमका घरहरू पनि कमजोर हुने रहेछन् । घरको निर्माण गर्दा ढलानको समयमा सिमेन्ट, बालुवा र गिट्टीको मात्रा १:२:४ को अनुपातमा राख्नु पर्ने रहेछ । कङक्रिट ढलान वा ढुङ्गा माटोको घर निर्माण गर्दा गाह्रोको बीच बीचमा फलामको डण्डी वा बाँस वा काठ राख्ने हो भने भूकम्प गएको खण्डमा गाह्रो चिरिने सम्भावना घट्ने रहेछ । आयतकार वा चारपाटे घरहरू अन्य आकारका घरभन्दा बढी सुरक्षित हुने रहेछन् । झ्यालढोका गाह्रोको कुना काप्चामा भन्दा बीच भागमा राख्नु भूकम्पीय सुरक्षाको दृष्टिले धेरै नै उपयोगी हुने रहेछ ।

भूकम्प हाम्रो बसभित्रको कुरा होइन । सुरक्षित घर बनाएर बस्नु हाम्रो बसभित्रको कुरा हो । बलिया घरहरू कमजोर घरको दाँजोमा सुरक्षित हुने हुनाले उक्त कुरातर्फ हामीले विशेष ध्यान दिनुपर्ने रहेछ । कम खर्च गरेर पनि घरहरू सुरक्षित बनाउन सकिने रहेछ । त्यसको लागि सजावटमा लगाउने हाम्रो खर्चको सानो अंश कटौती गर्ने हो भने पनि सुरक्षित घर निर्माण गर्न पर्याप्त हुने रहेछ ।

अहिलेसम्मको विज्ञान र प्रविधिले भूकम्प आउनुपूर्व तथ्यपूर्ण ढङ्गले जानकारी दिन सकेको छैन । भूकम्प आउनुअगाडि उक्त सूचनाको जानकारी मानिसलाई भन्दा जनावरहरूलाई धेरै हुन्छ भन्ने कुराको बारेमा थुप्रै उदाहरणहरू छन् । भूकम्प आउनुअघि चराचुरुङ्गीहरू कराउने, गाईवस्तु उफ्रने तथा इनारको गहिराइ, जमिनको ढल्काइ, इनारमा पाइने रेडनको मात्रा र विद्युतीय सूचालकपना आदि कुरालाई विश्लेषण गरेर भूकम्पको बारेमा पूर्व अनुमान गर्ने वस्तुगत आधार अहिलेसम्म भेटिएको छैन ।

भूकम्प आएको खण्डमा ज्यान बचाउनु सबैभन्दा महत्त्वपूर्ण कार्य हो । भूकम्प आउँदा घरहरूमा बस्दा झ्याल, ढोकामा टाँढ परेको भागमा वस्तु पर्ने रहेछ । भूकम्पीय दृष्टिले घरको भित्री गाह्रो बाहिरी गाह्रोको तुलनामा मजुबत मानिँदो रहेछ । घरहरूबीचका साना साना गल्लीहरू भाग्ने दृष्टिकोणले कमजोर हुने रहेछन् ।

भूकम्प आइसकेपछि घरहरू तत्कालै भत्किन सक्ने भएकाले घरबाट निस्कदा खतरा हुने रहेछ । भूकम्पको धक्का पुन: फर्किन सक्ने भएकाले यस्तो अवस्थामा आगो, बिजुली बत्ति आदि बन्द गर्नु पर्ने रहेछ ।

भूकम्पीय तरङ्गहरू नाप्ने कार्य रेक्टर (Richtor) ले गरेको हुनाले उनैको सम्झनामा सिस्मोग्राफले नापिने भूकम्पीय तरङ्गको एकाइ रेक्टर स्केलमा नापिने रहेछ । ० देखि १० रेक्टरको एकाइमा नापिने भूकम्पीय स्केललाई क्षति तथा असर पुऱ्याउने हिसावले निम्नानुसारको विभिन्न स्केलमा बर्गीकरण गरिने रहेछ ।

भूकम्पको नाप (रेक्टर स्केल)	असर
1 – 3	स्थानीय सिस्मोग्राफले रेकर्ड गर्छ तर त्यसको प्रभाव महसुस गर्न सकिँदैन ।
3 – 4	अनुभव हुन्छ तर क्षति गर्दैन ।
5	मजाले अनुभव गर्न सकिन्छ, इपिसेन्टरको नजिकमा सामान्य क्षति हुन्छन् ।
6	10 किलोमिटर क्षेत्रभित्रका भवनहरू सामान्य रूपमा क्षति हुन्छ ।
7	100 किलोमिटरको दूरीसम्म त्यसको प्रवाह प्रत्यक्ष रूपमा पर्दछ । (टर्की, जापान (कोबे), तथा क्यालिफोर्निया आदि क्षेत्रमा गएका भूकम्पहरू)
8	100 किलोमिटर दूरीसम्मका जीवित प्राणीहरूलाई ठूलै असर पुऱ्याउँछ । (सनफ्रान्सिस्को, क्वीन, चार्ललोट, आइसल्यान्ड आदि क्षेत्रमा आउने भूकम्पहरू)
9	यो भूईंचालो असाध्य ठूलो हुने र यसको प्रभाव 1000 किलोमिटरसम्म पर्ने रहेछ । जस्तै चिलिमा (1919), अलास्का (1964), ओरिगन (1700), ब्रिटिस कोल्बिया तथा वासिङ्गटन डि.सी. मा गएका भूकम्पहरू ।

लगारदमिक (Logarithemic) स्केलमा नाप्ने विभिन्न भिन्न एकाइका तरङ्गहरूको क्षमता पनि फरक फरक हुने रहेछ । 5 रेक्टर स्केलभन्दा 6 रेक्टर स्केल 10 गुणा ठूलो तरङ्ग लम्बाइ हुने रहेछ भने तरङ्गले स्थापित गरेको शक्ति 5 रेक्टर स्केलमाभन्दा 6 रेक्टर स्केल 31 गुणा बढी शक्ति भएको हुने रहेछ ।

९.२.३. ज्वालामुखी (Volcano)

(ज्वालामुखीका बारेमा कक्षाकोठाको अध्ययन अध्यापन कार्य सम्पन्न भएपछि शिक्षक र विद्यार्थी बीच भएको कुराकानी)

मन्जु : रमेश सर । आज हामीले ज्वालामुखीका बारेमा गरेको छलफल र क्रियाकलापहरू त धेरै रमाइलो लाग्यो । तैपनि एक दुईओटा प्रश्न सोधुँ सोधुँ लागिरहेको छ ।

रमेश : तिमीहरूको यही बानी त मलाई ठीक लाग्दैन त । आफूले नबुझेको विषयवस्तुका बारेमा शिक्षकहरूसँग प्रश्न नसोधी बस्नु भनेको त पापै हो नि, ल भन तिम्रो प्रश्न के हो ?

मन्जु : ज्वालामुखी पृथ्वीको भित्री भागमा हुने हलचलको कारणले गर्दा उत्पन्न हुने रहेछ । जलवाष्प तथा पग्लिएर रहेको चट्टानहरू कमजोर भू-बनोटलाई भत्काएर बाहिर आउने क्रममा ज्वालामुखी विस्फोट हुने रहेछ भन्ने कुरा त बुझियो तर ती चट्टानहरू केले बनेका हुन्छन् भन्ने बारेमा मलाई खुल्दुली परिरहेको छ ?

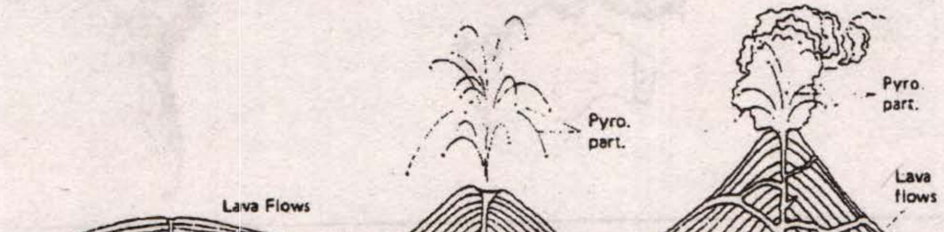
रमेश: पृथ्वीको भित्री भागमा पग्लिएर बसेका आग्नेय चट्टान (Igneous rock) जुन विशेष गरी 40 – 80% सिलिका (SiO_2) को आयोन (Ions) ले बनेको हुन्छ । सिलिकाको अलावा अक्सिजन, अल्मुनियम, फलाम, क्याल्सियम, सोडियम, पोटासियम म्याग्नेसियम र पानीले बनेको हुन्छ ।

मन्जु: पृथ्वीको भित्री सतहमा हुने म्याग्माको तापक्रम कति हुन्छ, सर ?

रमेश: म्याग्माको तापक्रम सामान्यतया 500 देखि 1700^0C सम्म हुन्छ जुन पृथ्वीको सतहमा आएपछि क्रमश: सेलाउँदै जान्छ ।

मन्जु: ज्वालामुखी कति प्रकारका हुन्छन् त सर ?

रमेश: ज्वालामुखी सामान्यतया ३ प्रकारका हुन्छन् ती हुन् : सिल्ड (Shield), सिण्डर कोन (Cinder cone) र कम्पोजिट (Composite) । सिल्डमा लाभा 50 किलोमिटर परसम्म पुगेको हुन्छ भने सिण्डर कोन र कम्पोजिटमा क्रमश: 1 र 10 किलोमिटरसम्म पर पुगेको हुन्छ । सिल्डमा पग्लिएको धातु बढी हुन्छ भने कम्पोजिट र सिन्डरकोनमा ग्यास, बाफ र आगोको लप्का धेरै माथिसम्म उठेको हुन्छ ।



ज्वालामुखीका प्रकारहरू

सिल्ड ज्वालामुखी उत्पन्न गर्ने आग्नेय चट्टानको भिस्कोसिटी (Viscosity) धेरै न्यून हुन्छ भने सिण्डरकोन र कम्पोजिटको धेरै हुने भएकाले लाभा ठूलो शक्तिका साथ बाहिर निस्कन्छ ।

मञ्जुः संसारका सबै ठाउँहरूमा ज्वालामुखी उत्पन्न हुने सम्भावना हुन्छ कि कुनै ठाउँमा धेरै र कुनै ठाउँमा थोरै हुन्छ सर ?

रमेशः तिमीले ज्यादै राम्रो प्रश्न गर्‍यौ मञ्जु । पृथ्वीको भित्री भागको बनोटमा तात्विक अन्तर नहुने भएकाले ज्वालामुखी विष्फोट हुने सम्भावना उस्तै हुन्छ जस्तो लाग्न सक्छ तर ज्वालामुखीको विष्फोटन हुनका लागि कमजोर भू-बनोटको महत्त्वपूर्ण भूमिका रहेको हुन्छ । ज्वालामुखीको इतिहासलाई केलाउने हो भने संसारका निश्चित ठाउँहरूमा ज्वालामुखी धेरै विष्फोट हुने गरेको पाइएको छ ।

मञ्जुः त्यसो भए पृथ्वीको कुन कुन भू-भाग ज्वालामुखी प्रभावित क्षेत्रमा पर्छन् त सर ?

रमेशः ल हेर यो विश्वको नक्सामा ज्वालामुखी प्रभावित क्षेत्रहरू प्रस्टसँग देखाइएको छ ।

प्रशान्त महासागरदेखि पूर्व पश्चिम फैलिएको मेडिटेरियन समुन्द्रिक क्षेत्रदेखि एसियासम्मको क्षेत्र ज्वालामुखी धेरै विष्फोट हुने क्षेत्रको रूपमा चिनिन्छ । ज्वालामुखीको विष्फोटन साथसाथै भूकम्प पनि जाने भएको हुनाले भूकम्पीय र ज्वालामुखीको दृष्टिकोणबाट चित्रमा देखाएका क्षेत्रहरू बढी जोखिममा परेका ठानिन्छन् ।

भूकम्पीय र ज्वालामुखीको दृष्टिकोणबाट बढी प्रभावित हुने क्षेत्र

कोलम्बिया, उत्तर पश्चिम अमेरिका, जापान र भारत भूकम्पीय र ज्वालामुखी प्रभावित क्षेत्र मानिन्छन् ।

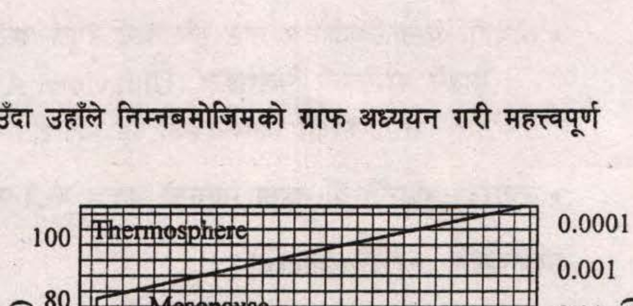
९.३. वायुमण्डल र मौसम (Atmosphere and Weather)

पृथ्वीको वरिपरि रहेको हावाले घेरिएको आवरणलाई वायुमण्डल भनिन्छ भनेर मेरा गुरुले यसको परिभाषा बताएको कुरा अहिलेजस्तो लाग्छ । गुरुको पढाउने तरिका पनि रमाइलै भएको हुनाले हामी उहाँको कक्षा कहिले पनि छुटाउदैन थियौं । गुरुले हामीलाई वायुमण्डलका बारेमा पढाएको दुई दशक भइसक्दा पनि उहाँले सिकाएका कुराहरू बिर्सन सकिएको छैन । गुरुले हामीलाई पढाउँदा कहिले कक्षाकोठामा राखेर छलफल गर्ने कहिले खुला आकाशमुनि लगेर त्यसैको वर्णन गर्ने र देखाउने गर्नुहुन्थ्यो । वायुमण्डलका प्रमुख विशेषता भनेको यसको बिचित्रको बनावट हो । आद्रता, घनत्व, तापक्रम, चाप, बनावट र हावाको गतिमा सूर्यको प्रकाशको कारण परिवर्तन आउँछ जसले गर्दा मौसममा परिवर्तन हुन्छ पनि उहाँले बारम्बार सिकाएको कुरा आज पनि ताजै छ । मेरा गुरुको तरिका अरू गुरुहरूलाई भनी उपयोगी होला कि भनेर वायुमण्डलका तहहरू, ओजोन तह हरित गृह प्रभाव र मौसमी नक्साका बारेमा यहाँ चर्चा गर्न खोजिएको हो ।

९.३.१ वायुमण्डलका तहहरू

वायुमण्डलका तहहरूका बारेमा पढाउँदा उहाँले निम्नबमोजिमको ग्राफ अध्ययन गरी महत्त्वपूर्ण बुँदाहरू टिपोट गर्न भन्नुभयो ।

सुरुमा व्यक्तिगत रूपमा लगाएको कामलाई पछि समूहगत रूपमा छलफल गराई पालैपालो प्रस्तुत गर्न लगाउनुभयो । जब हामी समूहगत छलफलमा व्यस्त थियौं ठीक त्यसैबेला वायुमण्डलका विभिन्न तहका बारेमा छोटकरीमा लेखिएको निम्नानुसारको टिपोट हामीलाई अध्ययन गर्न दिनुभयो ।



निम्नमण्डल (Troposphere)

- निम्नमण्डललाई हावापानी निर्धारण गर्ने क्षेत्र भनिन्छ ।
- जलवाष्पलाई छाडेर यो तहको हावाको घनत्व (Density) समान हुन्छ ।
- प्रत्येक किलोमिटरको उचाइ बढ्दै जाँदा 6.5 K को दरले तापक्रम घटदै जान्छ । तापक्रम क्रमिकरूपमा घटदै गएर 213 k सम्म पुगेपछि तापक्रम क्रमशः बढन थाल्छ । तापक्रम परिवर्तन हुने यो क्षेत्रलाई ट्रोपोपज भनिन्छ ।

- पृथ्वीको सतहमा अक्षांश र ऋतु परिवर्तनको कारणले तापक्रम र चापमा परिवर्तन हुने भएकाले निम्नमण्डलको उचाइ निर्धारण गर्न कठिन हुन्छ । मोटामोटीरूपमा भन्ने हो भने भुमध्यरेखीय क्षेत्रमा र ध्रुवीय भागमा निम्नमण्डलको उचाइ क्रमश: 16 km र 8 km हुन्छ ।
- वायुमण्डलमा भएको सम्पूर्ण ग्यासको 75% ग्यास यो तहमा हुन्छ । ग्यासबाहेक यस तहमा जलवाष्प र धूलाका कणहरू (Aerosol) प्रसस्त मात्रामा रहेका हुन्छन् ।

समताप मण्डल (Stratosphere)

- समतापमण्डलको तापक्रम सामान्यतया स्थिर रहन्छ । यो तहको तापक्रम 220 k हुन्छ ।
- यो तहमा हिलियम ग्यासको मात्रा निम्नमण्डलको दाँजोमा केही बढेको पाइन्छ ।
- समतापमण्डलको उचाइ 16 km देखि 50 km सम्म फैलिएको हुन्छ ।
- ओजोन ग्यास निर्माण र नष्ट हुने कार्य प्रमुख रूपमा यो तहमा हुने भएकाले सूर्यबाट पृथ्वीमा आउने परावैजनी किरणहरू (Ultraviolet A र B) ओजोन ग्यासले सोसेर लिने भएकाले यस तहलाई मानव रक्षाकवजको तह भनिन्छ ।
- उचाइको वृद्धिसँगै यो तहमा ग्यासको घनत्व घट्दै जान्छ ।

मध्यमण्डल (Mesosphere)

- मध्यमण्डलको 50 देखि 80 कि.मि.सम्म तापक्रम क्रमश: घट्दै जान्छ । मध्यमण्डलको अन्त्य भागमा पुग्दा तापक्रम घट्दै 183 k सम्म पुगेको हुन्छ ।
- धुलाका क्रिस्टल आकारका कणहरू यो तहमा प्रशस्त पाइन्छन् ।
- यो तहमा 60 मिटर प्रति सेकेन्डको गतिले बतास चलेको हुन्छ ।
- यो तहमा हावाको चाप घटेर 1mb देखि 0.01 mb सम्म पुगेको हुन्छ ।

तापीय मण्डल (Thermosphere)

- तापीय मण्डल 80 km बाट 600 देखि 720 km सम्म फैलिएको हुन्छ ।
- यो तहको तल्लो भाग आणविक अक्सिजन, नाइट्रोजन, पानी, कार्बनडाइअक्साइडले ढाकेको हुन्छ ।
- यो तहको मध्यमागमा परावैजनी किरणको कारणले आणविकबाट पारमाणिक रूपमा परिवर्तन हुने भएकाले प्रशस्त मात्रामा इलेक्ट्रोनहरू पाइने हुन्छ । यस तहलाई आयोनोस्फेयर (Ionosphere) पनि भनिन्छ ।

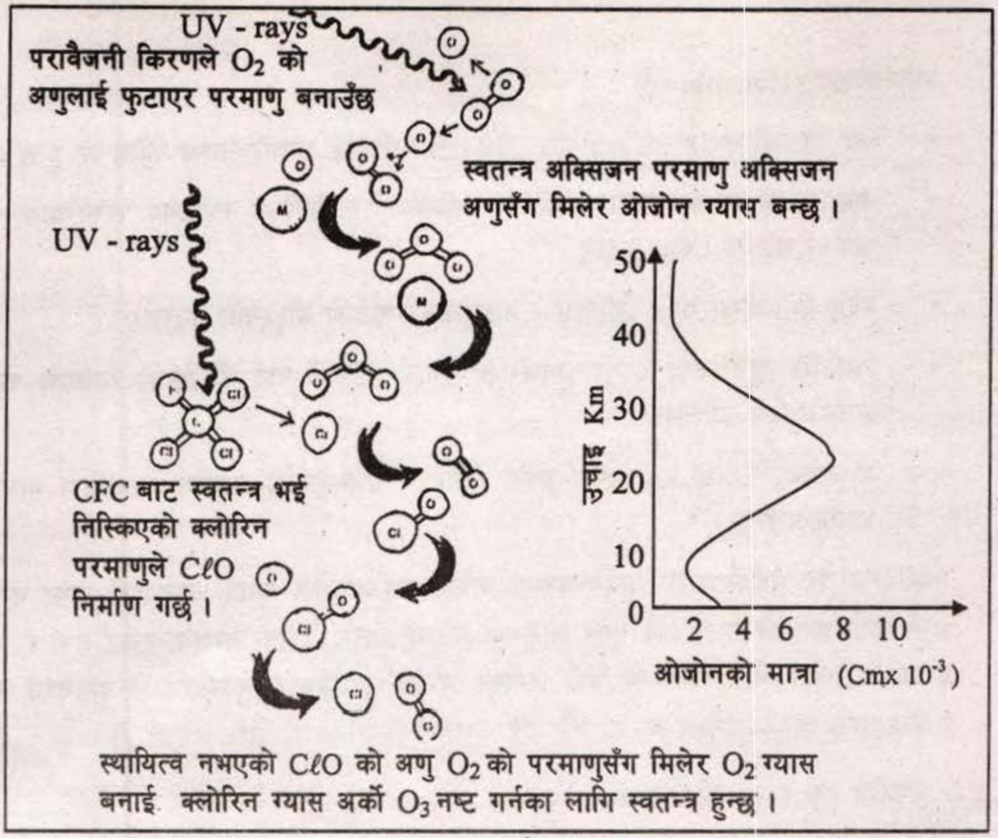
बाह्यमण्डल (Exosphere)

- यो तह जमिनबाट 80 km देखि 720 km माथिदेखि अन्तरिक्षसम्म फैलिएको हुन्छ ।
- यस तहको तल्लो तहमा हाइड्रोजन, अक्सिजन र हिलियम ग्यासका परमाणुहरू आयोनका रूपमा छरिएर रहेका हुन्छन् ।
- 600 km भन्दा माथि हिलियम र हाइड्रोजन ग्यासको बाहुल्यता बढ्छ ।
- ग्यासको न्यूनघनत्व र गुरुत्वाकर्षणको प्रभाव घटनाले गर्दा यो तहका ग्यासका परमाणुहरू अन्तरिक्षतिर उफ्रन्छन् ।
- यो तहको 2000 km भन्दा माथि प्रोट्रोन र इलेक्ट्रोनको सङ्ख्या अत्याधिक मात्रामा वृद्धि भएको पाइन्छ ।

पृथ्वीभन्दा धेरै माथिसम्मको वायुमण्डलका बारेमा मानिसहरूले कसरी जानकारी प्राप्त गरे होलान् भन्ने हाम्रो प्रश्नको उत्तर दिँदै गुरुले भन्नुभयो चङ्गा, बेलुन, रेडियो तरङ्ग, रकेट तथा सेटलाइटको प्रयोग गरी धेरै वैज्ञानिकहरूले वर्षौं लगाएर गरेको अध्ययन, अनुसन्धान र प्रयोगका आधारमा मानिसहरूले वायुमण्डलका बारेमा यति धेरै कुराहरूको जानकारी प्राप्त भएको हो ।

९.३.२. ओजोन तह र यसको बिनास

हाम्रो कक्षामा पढाइ मस्तसँग चलिरहेकै बेला विद्यालयको छेउमै भएको मुलबाटोबाट एकजना महिलाको लास बोकेर मलामीहरू "राम राम सत्य हो" भन्दै शङ्ख बजाउँदै आए । कक्षाका सबै विद्यार्थीहरू ती महिलाको मृत्युको कारण खोजिरहेका थिए । मलाई भने मृत्युको बेला हाम्रा पूर्वजले शङ्ख बजाउने चलन किन सुरु गरे होलान् भन्ने लागिरहेको थियो । यतिकैमा मैले शङ्खको ध्वनिले ब्याक्टेरिया मार्दछ भनेर पत्रिकामा पढेको कुरा झल्यान्स सम्झे । मेरै कक्षामा पढ्ने साथीको छिमेकी रहिछिन् ती महिला । साथी भन्दै थियो सलक्क परेको गोरो अनुहार भएकी ती महिलाको आर्थिक अवस्था कमजोर भएकाले दिउसोदिउसो सधैंभरि टन्टलापुर घाममा बसेर गिटी कुट्ने काम गर्थिन । घाममा बस्ताबस्तै उनको छाला डडेको थियो । पछि थाहा भयो उनलाई क्यान्सर रोग लागेको रहेछ । बेलैमा परीक्षण गरेको भए निको हुनेथियो । जुनबेला रोग पत्ता लाग्यो त्यतिखेर रोग नियन्त्रणभन्दा बाहिर गइसकेको रहेछ । त्यसपछि कुरा उठ्यो उनलाई क्यान्सर लाग्नुको कारण के थियो ? यत्तिकैमा एकजना मित्रले भने उनलाई क्यान्सर लाग्नुको कारण सूर्यको परावैजनी किरण (Ultraviolet - B) हो । त्यसपछि हामीले गुरुप्रति सयौं प्रश्न वर्षायौं । हाम्रा गुरु बहुत चलाख हुनुहुन्थ्यो । आफू कम बोल्ने हामीलाई धेरै काम लगाउने त्यति खेर त गुरुको काम लगाउने तरिका मलाई पटक्कै चित्त बुझेको थिएन । पछि थाहा भयो गुरुले हामीलाई आफैं पढेर र गरेर सिकून् भनी वातावरण पो जुटाइदिनुभएको रहेछ । त्यस दिन पनि गुरुले हाम्रा प्रश्नको उत्तर दिनुको सट्टा तलको ग्राफ र चित्र अध्ययन गरी त्यसको सार बताउन भन्नुभएको थियो ।



ग्राफ अध्ययनबाट हामीलाई प्रस्ट भयो उचाइ बढ्दै जाँदा ओजोनको मात्रा पनि बढ्ने रहेछ । ओजोनको मात्रा पृथ्वीको सतहदेखि 20 – 25 कि.मि. माथि सबैभन्दा बढी हुने रहेछ । हामीमा भएका धेरै जिज्ञासाहरू समाधान नभएको कुरा हाम्रा गुरु हाम्रो अनुहार हेरेरै थाहा पाउनुहुन्थ्यो । त्यसपछि गुरुले निम्नबमोजिमका बुँदाहरू कार्डबोडमा लेखेर भित्तामा टाँसी हामीलाई पढ्न भन्नुभयो ।

- प्रकृतिमा ओजोन ग्यासको निर्माण र विनास हुने कार्य निरन्तररूपमा भइरहन्छ । यस कार्यमा सूर्यबाट पृथ्वीमा आउने हानिकारक परावैजनी किरण जसको तरङ्ग लम्बाइ 242nm भन्दा कम हुन्छ यसको प्रमुख भूमिका हुन्छ ।
- वायुमण्डलमा ओजोन बन्ने र नष्ट हुने कार्य सर्वप्रथम सन् 1930 मा च्यापम्यानले तपसिलका ५ ओटा रासायनिक समीकरण मार्फत पत्ता लगाएका थिए :

(M न्यूट्रल ग्यास हो ।)

- परावैजनी किरण पृथ्वीमा आउनाले मानिसको शरीरको छाला डड्ने, टाउको दुख्ने, छालाको क्यान्सर हुने, आँखा पाक्ने, मोतीविन्दु हुने, बोटबिरुवाको वृद्धिमा अवरोध आउने, जलीय र उभयचर जीवहरूको प्रजनन क्षमता घट्ने सम्भावना धेरै हुन्छ ।
- गोरा मानिसलाई परावैजनी किरणले छिटै असर पुऱ्याउने भएको हुनाले दिउसो 11 बजे देखि 2 बजेसम्म घरभित्रै बस्ने वा छाता ओडेर हिँड्नु राम्रो हुन्छ ।
- प्राकृतिक रूपमा ओजन ग्यासको निर्माण र विनास हुँदा परावैजनी किरण वायुमण्डलमा अल्मलिने भएको हुनाले पृथ्वीसम्म आइपुग्दैन । त्यसैले ओजोनलाई मानव रक्षाकवज भनिएको हो ।
- कार्बनमोनोअक्साइड र मिथेन जस्ता ग्यासहरूले अक्सिजन ग्याससँग रासायनिक प्रतिक्रिया गर्नाले पृथ्वीको सतहमा पनि ओजोन ग्यास बन्छ जुन प्राणी र वनस्पतिका लागि हानिकारक हुन्छ ।
- CFC ग्यास (CFC-11 र CFC-12) जुन उद्योग धन्दाहरूमा चिस्याउने, अत्तर, दुर्गन्ध नासक स्प्रे गर्ने, आगो निभाउने यन्त्र, फोम, इलेक्ट्रोनिस र प्लास्टिक उद्योग सञ्चालन गर्ने जस्ता कार्यका लागि प्रयोग गरिन्छ, यो नै ओजन तह नस्ट गर्ने प्रमुख कारण हो ।
- CFC बाहेक N_2O, CCl_4 र H_2O जस्ता पदार्थले पनि ओजोन तह नष्ट गर्दछ ।
- ओजन तहको संरक्षणका लागि मोन्ट्रिय प्रोटोकलको हुबहु पालना गर्नुपर्छ । विश्वका सबै देशहरूले CFC को उत्पादन रोकेर त्यसको सट्टामा HFC र HClFC जस्ता कम हानिकारक ग्यासहरू प्रयोग गर्नुपर्छ ।
- ओजोन तहको संरक्षण गर्नका लागि N_2O र CCl_4 जस्ता ग्यासको उत्पादनलाई निरुत्साहित गर्नुपर्छ ।
- वायुमण्डलमा भएको सम्पूर्ण ओजोनको तहलाई एकै स्थानमा समेट्दा करिब 3mm मोटो ग्यासको तह बन्छ ।
- पृथ्वीको सतहमा बन्ने ओजोनले टाउको दुख्ने, श्वासप्रश्वास क्रियामा कठिन हुने, घाँटी दुख्ने, नाक पोल्ने जस्ता रोगहरू लाग्छन् ।
- बिजुली चम्कदा पनि ओजोन ग्यास बन्दछ ।

गुरुले लेखेका बुँदाहरू हामीले सरसरती पढ्यौं र नबुझेका कुराहरू सोध्यौं । म अहिले यो बुझ्दैछु गुरु पढाउँदा थाक्नु भएन हामीले पनि पढेको कुरा राम्ररी बुझेका थियौं ।

९.३.३. हरितगृह प्रभाव (Green house effect)

जब हरितगृहको बारेमा पढ्ने बेला भयो पुस्तकालयमा भएका केही पुस्तकहरू हामीलाई पढ्न भन्नुभयो । हामी लाग्यौं पुस्तकालयतर्फ । उहाँ भने तालिका र ग्राफहरू बनाउन थाल्नु भएको थियो । पुस्तकालयमा गएर विभिन्न पुस्तक अध्ययन गरेपछि हामीलाई थाहा भयो । सूर्यको किरण पृथ्वीमा आउने तर CO_2, CH_4, CFC, O_3, N_2O र जलवाष्प (H_2O) को वायुमण्डलमा तीव्र वृद्धि भएका कारणले पृथ्वीको सतहबाट फर्केर वायुमण्डलबाहिर जाने नसक्ने रहेछ । फलस्वरूप ताप च्यापिएर पृथ्वीको तापक्रम बढ्ने रहेछ । यसैलाई हरितगृह भनिँदोरहेछ । हरितगृह ग्यासहरू बढाउने मुख्य कारण भनेको मानिसका आफ्नै क्रियाकलापहरू रहेछन् । कप्लानले अनियन्त्रित रूपमा बढेको कार्बनडाइअक्साइडलाई देखेर सन् १९६० को दशकमा नै मानिसका क्रियाकलापलाई नियन्त्रण नगर्ने हो भने प्रत्येक शताब्दीमा 1 देखि 2k सम्म तापक्रम बढ्नेछ भनी भविष्यवाणी गरेका रहेछन् । हामीले पनि केही कुरा त पढ्यौं भनी देखाउन तपसिलका बुँदाहरू टिपोट गरी गुरुलाई देखाएका थियौं ।

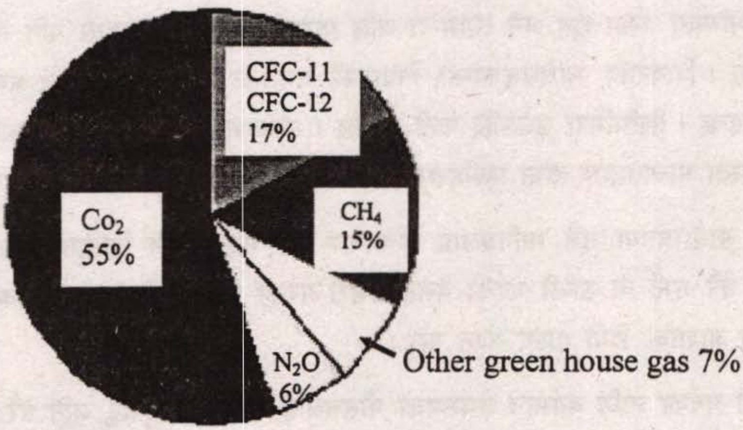
- सन् 1750 मा भएको औद्योगिक क्रान्तिपछि CO_2 को 25 प्रतिशतले वृद्धि भएको छ ।
- कोइला, पेट्रोल, डिजेल, काठ, दाउरा आदि जलाउने कार्यले गर्दा वार्षिक 6-7 अरब टन CO_2 पृथ्वीमा वृद्धि हुँदैछ ।
- धानखेती र पशुपालन व्यवसायले एसियाका मुलुकहरूले मात्र वार्षिक 10 प्रतिशत मिथेन ग्यास वृद्धि गर्दा रहेछन् ।
- हाम्रो घरमा काठ खाने धमिरा पनि मिथेन वृद्धि गर्ने कारण रहेछ ।
- ब्याक्टेरियाले बिरुवाको जरामा बसेर रासायनिक मलको बढ्दो प्रयोग र नाइट्रिक अक्साइडको ओजोनसँगको प्रतिक्रियाको कारणले बर्सेनी 0.25 प्रतिशत नाइटस अक्साइडको वृद्धि भइरहेको छ ।
- चिस्याउने कार्यका लागि उद्योग धन्दामा प्रयोग गरिने CFC-*11* (CCR_3F) र CFC-*12* (CCl_2F_2) ग्यासको वार्षिकरूपमा 4 प्रतिशतका दरले वृद्धि भइरहेको छ ।
- वैज्ञानिकहरूले बिभिन्न तरिका (Thermal decomposition, Plasma, decomposition, catalyst decomposition, Reagent decomposition) प्रयोग गरी वायुमण्डलमा भएको CFC को मात्रा घटाउने कोसिस गरिरहेका छन् ।
- निम्नमण्डलमा बन्ने ओजोन ग्यासले पनि पृथ्वीलाई हरितगृह बनाउने कार्यमा महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाउँदो रहेको छ ।
- अदृश्यरूपमा पाइने जलवाष्पले पनि हरितगृह प्रभाव बढाउन मदत गर्छ ।

- हरितगृह प्रभावले पृथ्वीको तापक्रममा वृद्धि हुन्छ । त्यसपछि धुवीय भागमा रहेका हिउँका ढिक्का तथा हिमनदीहरू पग्लने,समुन्द्रमा पानीको सतह बढ्ने र पृथ्वीको हावापानीमा विस्तारै परिवर्तन हुन थाल्दछ ।
- कार्बनटेट्राक्लोराइड, हाइड्रोक्लोरोफ्लोरो कार्बन (HFCS) सल्फरडाइअक्साइड, कार्बनमोनोअक्साइड जस्ता ग्यासहरू मानिसको विभिन्न क्रियाकलापले गर्दा वृद्धि भइरहेका छन् जसले हरितगृह प्रभाव बढाइरहेका छन् ।

हामी पुस्तकालयबाट फर्किंदा हाम्रा गुरुले वायुमण्डलमा हरितगृह ग्यासको मात्रा भएको तालिका र कुन ग्यासले कति प्रतिशत हरितगृह प्रभाव वृद्धि गर्ने भूमिका निभाएका छन् त्यसको एउटा पाइचार्ट बनाएर झुन्ड्याउनु भएको रहेछ । तालिका र पाइचार्टको अध्ययन गर्दा त हामीले पुस्तकालयमा गएर पढेका धेरै कुराको सार पो उहाँले तयार गरेजस्तो लाग्यो । गुरुले तयारगरेको तालिका र पाइचार्टको नमुना यस्तो थियो ।

हरितगृह ग्यासको बनावट र मात्रा

हरितगृह ग्यास	मात्रा	वार्षिक वृद्धिमा (प्रतिशत)	जीवनअवधि (वर्ष)
CO_2	33 ppm	0.5	50 - 200
CH_4	1.72 ppm	0.9	10
NO_2	0.3 ppm	0.2	150
O_2	100 ppb	1	0.1
CFC–11	0.3 ppb	4	65
CFC-12	0.5 ppb	4	130



(हरितगृह ग्यासहरूले पृथ्वीको तापक्रम वृद्धि गर्ने कार्यमा पुऱ्याएको योगदान)

भोलिपल्टको कुरा हो हाम्रा विद्यालयबाट दुई घण्टाको दूरीमा रहेको एउटा वनस्पति उद्यानमा बनाएको हरितगृह भ्रमण गराउनुभयो । हरितगृहभित्र त ठण्डीको मौसममा पनि फूलहरू कस्तरी लरक्क परेर आएका । हरितगृह बाहिर त जाडो थियो भित्र पस्नेबित्तिकै न्यानो । पुर्खौंदेखि तरकारी पेसामा अभ्यस्त भएको मेरो परिवारमा यो हरितगृहको काइदा उपयोग गर्ने हो भने बेमौसमी तरकारीले हाम्रो ठूलो परिवार धान्न हाम्रो बुबालाई केही सहज हुने कुरा मेरो दिमागमा फुत्त छिर्‍यो । हरितगृहको रमाइलो दृश्य हेरेर फर्कँदै गर्दा बाटोमा हाम्रो एउटा साथीले गुरुतिर प्रश्न तेर्साएको थियो - गुरु पृथ्वीमा हरितगृह ग्यास नभएको भए के हुने थियो । मेरा साथीको प्रश्नको उत्तर तत्काल दिनको साटो हाम्रा गुरु हामीबीच नै उत्तरको खोजी गर्न थाल्नुभयो । यत्तिकैमा एकजना मित्रले तुरुन्तै जवाफ दिए हरितगृह ग्यास नभएको भए पृथ्वीमा सूर्यको ताप जम्मा भएर बस्ने थिएन अर्थात् पृथ्वीको सतह त हिउँको डल्लो जस्तो हुने थियो । यस्तो अवस्थामा जीवको कल्पना गर्नु त्यति सान्दर्भिक हुने थिएन । त्यसपछि मलाई लाग्यो यी हरितगृह ग्यास भनेको त "खाउँ भने दिन भरिको सिकार नखाउँ भने कान्छा बाबुको अनुहार" भने जस्तै पो रहेछ । हरितगृहको भ्रमणपछि हामीले पनि हाम्रै विद्यालयको चौघेराभित्र एउटा सानो हरितगृह निर्माण गरेका थियौं ।

९.३.४. मौसमी नक्सा (Weather maps)

वर्षे झरीको भरमा खेतीपाती गर्नुपर्ने हाम्रा धेरै बस्तीहरूमा बालीनालीको बीउबिजन राख्नुपर्ने बेलासम्ममा पानी नपरेको खण्डमा किसानहरूले "हरहर महादेव पानी देऊ देऊ" भनी पाठपूजा गरेका तथा यज्ञ र होम गरेका थुप्रै उदाहरणहरू छ्यासछ्यास्ती पाइन्छन् । यज्ञ गर्दा उत्पन्न हुने धुवाँ बादलमा परिणत भएर पानी पर्छ भन्ने कुराको सत्यताका बारेमा बहस वा अनुसन्धान गर्न आवश्यक छ छैन त्यसको निर्क्योल गर्नु नपार्ला । किनभने सानो ठाउँमा केही घिऊ, चरु पोलेर निस्केको जलवाष्पसहितको धुवाँले धेरै पानी पार्न सक्छ भन्ने कुराको विश्वास गर्न सकिँदैन ।

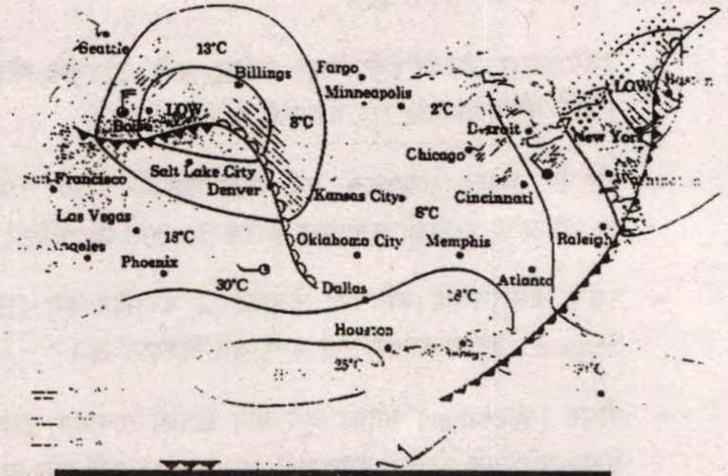
एकातिर हाम्रा मूल्यमान्यता यस्ता छन् भने त्योभन्दा अलि फरक ढङ्गको मान्यताले पनि समाजमा राम्रै स्थान लिएको छ । शिवरात्रि, माघेसङ्क्रान्ती, विवाहको लगनको बेलामा पानी पर्छ भन्ने कुरा प्रायजसो मिलेको पाइन्छ । छिचिमिरा उडेपछि पानी आउँछ । आकाशमा कालो बादल मडारिएपछि पानी आउँछ भन्ने जस्ता मान्यताहरू हाम्रा पुर्खाहरूको मौसमी भविष्यवाणी गर्ने आधारहरू हुन् ।

मौसमी भविष्यवाणी सामान्यतया सबै मानिसलाई आवश्यक पर्ने भए तापनि किसानहरूलाई बढी आवश्यक हुन्छ । धेरै गर्मी वा ठण्डी भएको बेला, खडेरी परेको बेला पानीको आपूर्ति कम हुँदा मौसमी भविष्यवाणीले आशाको दियो बाल्न मदत गर्छ ।

मौसमको भविष्यवाणी गर्नका लागि वर्तमान अवस्थाको मौसमलाई अध्ययन गर्नुपर्छ, जति धेरै क्षेत्रको मौसमी विवरणको अध्ययन गऱ्यो त्यति नै निश्चिततासाथ मौसमी भविष्यवाणी गर्न सकिन्छ ।

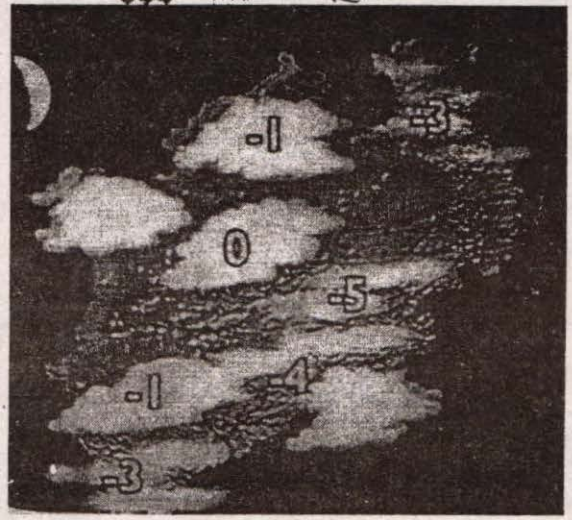
मौसममा प्रभाव पर्ने तत्त्वहरू

- तापक्रम
- हावाको चाप
- हावा वहने दिशा
- सापेक्षित आद्रता
- बादल
- पानी
- हिउँ



मौसमको सूचना सङ्कलन गर्ने माध्यम

- राडार
- सेटालाइट
- बेलुन
- समुन्द्री जहाज
- मौसमी केन्द्रहरू



मौसमको वर्तमान अवस्था जान्न तथा भविष्यका बारेमा थाहा पाउन मौसमी नक्सा ज्यादै उपयोगी मानिन्छ । मौसमी नक्साले कुनै पनि ठाउँको तापक्रम, पानी, हिउँ, बादल, सापेक्षित आद्रता, आदि देखाउँछ । BBC र CNN जस्ता संस्थाहरूले विश्वको मौसमी विवरण नक्सामार्फत देखाएको कुरा हामीलाई थाहै छ । विभिन्न माध्यमबाट सङ्कलन गरिएका मौसमी सूचनाको आधारमा प्रत्येक 6/6 घण्टाको मौसमी नक्सा बनाएर प्रसारण गरिन्छ ।

मौसमी नक्सामा मौसमी तत्त्वहरूलाई निश्चित सङ्केत प्रयोग गरी देखाइने भएको हुनाले उक्त सङ्केतका आधारमा जुनसुकै भाषामा प्रसारण गरिएको मौसमी विवरण सजिलै बुझ्न सकिने भएको हुनाले मौसमी नक्सा बुझ्नका लागि कुनै भाषा विशेषमा दखल हुनु पर्दैन । माथिको चित्रमा यस्ता सङ्केतहरू प्रयोग गरिएका छन् । सामान्यतया कुनै स्थानको तापक्रम देखाउन कुनै सङ्केत प्रयोग नगरी जुन स्थानमा जति तापक्रम छ त्यति नै लेखेर जनाउने प्रचलन हुन्छ ।

तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

- सर्वसाधारण जनताहरूले थाहा पाऊन् भन्ने उद्देश्यले मौसमी भविष्यवाणी गर्ने परम्परा सन् 1930 को दशकबाट सुरु गरिएको हो ।
- मौसमी सूचना सङ्कलन गर्न सेटालाईटको प्रयोग 1960 बाट प्रारम्भ गरिएको हो । सेटलाइटहरू पृथ्वीको सतहबाट करिब 36,000 किलोमिटर टाढा राखिएका हुन्छन् ।
- उत्तरी अमेरिकाको जमिनमा फेब्रुअरी 2 का दिन हग (Hog) को छाया देखिएमा Winter Season डेढ हप्तापछि पर्छ भन्ने जन विश्वास छ ।
- मौसम (Weather) भनेको कुनै पनि क्षेत्रको तापक्रम, हावा, पानी, सापेक्षित आद्रतामा आउने दैनिक परिवर्तन हो भने हावापानी (Climate) कुनै पनि ठाउँको समग्र मौसमी विवरण हो जुन परिवर्तन हुन 20,000 वर्ष लाग्न सक्छ ।

परियोजना कार्य

१. तपाईको विद्यालय भएको न.पा./ गा.वि.स. को मौसमी नक्सा कोर्नुहोस् ।

२. गरी हेरौँ न त ।

- कोकाकोला वा वियर भरेको सिसीलाई 10 सेकेण्डजति हल्लाउने ।
- सिसीलाई प्लेटमाथि ठाडो पारेर राख्ने ।
- सिसीको बिर्को खोल्ने र आफूले देखेको कुरा नोट गर्ने ।
- यस क्रियाकलापले ज्वालामुखी विष्फोट हुने प्रक्रिया बुझ्न तपाईंलाई केही मद्दत हुन्छ जस्तो लाग्छ ।
- यस क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्नुहोस् ।

अथवा

- 200 ग्राम जति बेकिङ्ग पाउडर एउटा प्लेटमा हाल्ने ।
- बेकिङ्ग पाउडरको बीचमा खाल्डो बनाएर तलपट्टि रातो रङ्गको धुलो राख्ने ।
- बेकिङ्ग पाउडरलाई चुल्याएर चुलीको टुप्पामा सानो खाल्डो बनाउने ।
- कागती काटेर उक्त खाल्डोमा पर्ने गरी निचोर्ने ।
- यस क्रियाकलापको निष्कर्ष लेख्ने ।

थप अध्ययनका लागि पठनयोग्य सामग्रीहरू

1. Rowell G. and Herbert S. Physics, Cambridge University Press, UK. 2002
2. Jones Mary and et all, Physics, Cambridge University Press, UK, 2002
3. Teaching Physics, Indira Gandhi National Open University School of Education, India 2004
4. New Unesco Source book for Science Teaching, University Press (India) Limited, 1999.
5. Bantawa K.R., New Advanced Physics with Astronomy, Ekta Book Kathmandu, Nepal, 2000.
6. माध्यमिक तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५७।
7. नि.मा.वि. तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५९।
8. प्रपन्नाचार्य, स्वामी, वेदमा के छ ?, साझा प्रकाशन, पुल्चोक, ललितपुर, २०६०।
9. Ojakangas, Richard: Introductory geology Schaum's Outline Series, Mc-grawhill Inc., Singapore.
10. Ordway, J. Richard: The Earth Science East West Press Pvt. Ltd. new Delhi.
11. Brown, Julie and brown Robert: Weather, S. Chanda and Company Ltd., Ram Nagar, New Delhi.
12. Niraula, Baudha Raj: Interaction of Solar UV-A Raditaion in the Earth's Atmosphere (M.Sc. dissertation. unpublished), Central department of Physics, TU, Kirtipur, Kathmandu, Nepal.

एकाइ १० :

अन्तरिक्ष विज्ञान (Space science)

सक्षमता : अन्तरिक्ष विज्ञानको क्षेत्रमा आफूलाई कठिन लागेका, अस्पष्ट भएका र समस्यामूलक विषयवस्तु छनोट गरी स्थानीय स्रोत साधन , वैज्ञानिक र प्राविधिक स्रोतहरू उपयोग गरी उक्त क्षेत्रमा आफ्नो ज्ञान र सीप अभिवृद्धि गरी उपयुक्त शिक्षणसिकाइ रणनीति अपनाई सुहाउँदो कक्षाकोठा व्यवस्थापन र विद्यार्थी मूल्याङ्कन गरी विज्ञान शिक्षाको उत्थानका लागि शिक्षण गर्न ।

परिचय

आकाशमाथि चन्द्र र सूर्य टल्टल टल्किन्छन् ।
सगरभरि मिर्मिर तारा झलमल झल्किन्छन् ।
हामीले हेर्दा देखिने माथि, वास्तवमा माथि खै ?
समुच्च तेर्सो रेखामा हुन्छन्, न तल माथि है ॥

अरबौं तारा ब्रह्माण्डबीच सूर्यझैं प्रखर ।
छन् तर सारै भएर दूर देखिन्छन् मधुर ।
यो हाम्रो सूर्य तीमध्ये एक पृथ्वीको जीवन
ताप र प्रकाश प्रदान गर्छ प्राणीको कल्याण ॥

पृथिवीसहित विभिन्न ग्रह छन् सौर्यजगतमा
गुरुत्वाकर्षण शक्तिले अड्छन् ती शून्य जगतमा ।
अरबौं वर्ष अगाडि सूर्य टुक्रिँदा बने ती
नियमित गति लिएर सधैं सूर्यलाई घुमे ती ॥

पृथिवी गोलो छ भन्ने तथ्य अगाडि सारियो
चेप्टो छ भन्ने मान्यता झुटा-सावित गरियो ।
यो सौर्यमण्डल चल्दछ सधैं सूर्यमा केन्द्रित
भएर भन्ने सिद्धान्त आयो प्रमाण लिएर ॥

पृथिवी घुम्छ आफैंमा फन्को मारेर फन्फन
चौबीस घण्टा गरेर पूरा बन्दछ रात दिन ।
घुम्दछ फेरि वर्षदिन लगाई सूर्यलाई यसले
बन्दछन् ऋतु, बद्लिन्छ मौसम प्रकृति खासाले ॥

चन्द्रमा घुम्छ पृथिवीलाई त्यो आफ्नै कक्षमा
कृष्णमा घट्छ, बढ्दछ चन्द्र त्यो शुक्ल पक्षमा ।

घट्‌बढ तिथि देख्दछौं हामी चन्द्रको गतिले
खेल्दछ चन्द्र लुका र मारी बच्चाभैं खुसीले ॥
सूर्यको ज्योति चन्द्रमा पर्दा त्यो चन्द्र टल्किन्छ
पृथिवीपट्टि चन्द्रको भाग घामबाट छेकिन्छ ।
औंसीका दिन देखिन्न चन्द्र अँध्यारो परेर
पूर्णेका दिन त्यो पूर्णचन्द्र भल्किन्छ खुलेर ॥
त्यो सूर्यलाई पृथिवीबाट चन्द्रले छेकेमा
लाग्दछ ग्रहण औंसीका दिन, देखिन्छ हेरेमा ।
पूर्णेको राति सूर्य र चन्द्र बीचमा पृथिवी
आएर पसे ग्रहण चन्द्र लाग्दछ यसरी ॥
चरक्क घाम लागेको बेला पर्दछ पानी रे
सातोटै रङ टल्किई बन्छे इन्द्रेनी रानी रे ।
सूर्यमा हुने सातोटै रङ पानीमा टल्किई
छुट्टिन्छ रङ प्रिज्ममा जस्तै सुनौला भल्किई ॥

– जीवनाथ अधिकारी

१०.१ पृथ्वी र यसको गति (Earth and its revolution) :

जसरी मानिस हवाइजहाजमा बसेर एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा पुग्छ, हवाइजहाज नरोकिने हो भने यसले पृथ्वी वरिपरि परिक्रमा गर्न पुग्छ । त्यस्तै गरी पृथ्वीमा बसेर हामी निरन्तर सूर्यको परिक्रमा गर्दैछौं । यो नै पृथ्वीको वार्षिक गति वा कक्ष भ्रमण हो । एक किसिमले भन्ने हो भने पृथ्वीमा बसेर हामीले निरन्तर अन्तरिक्षको यात्रा गर्दैछौं । यो मात्रै होइन पृथ्वी आफैं पनि पङ्खा घुमेजस्तै वा लट्टु घुमेजस्तै फनफनी घुमिरहेको छ । यसलाई पृथ्वीको दैनिक गति वा अक्षीयभ्रमण भनिन्छ । यसले गर्दा आकाशका ताराहरू, चन्द्र, सूर्य आदि अस्ताउने र उदाउने गर्दछ । हामी सूर्यतिर फर्कन लाग्दा सूर्य उदाउँछ र विपरीत दिशातिर फर्कन लाग्दा सूर्य अस्ताउँछ ।

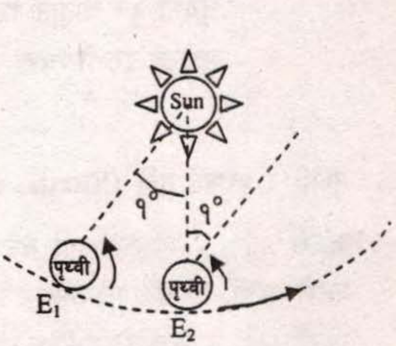
पृथ्वीको यो दैनिक र वार्षिक गतिले गर्दा हामी अनेक प्रकारका परिवर्तनहरू भएको र घटनाहरू घटेको देख्दछौं । चन्द्रमाको आकार दिनदिनै फेरिने, औंसी, पूर्णिमा, ग्रहणजस्ता प्रत्यक्ष देखिने प्रभाव एकातिर छ भने ऋतुमा हुने परिवर्तन, समुद्री ज्वारभाटा, आदि प्रत्यक्ष नदेखिने प्रभाव पनि पर्दछन् । ती किन र कसरी पर्दछन् भन्ने जिज्ञासा त थियो नै । यस्तो अनभिज्ञताबाट फाइदा उठाई समाजमा विभिन्न मानिसहरूले अन्धविश्वास फैलाई भ्रममा पार्ने कार्य पनि भइरहेका छन् । हामीले सही कुरा स्पष्टरूपले व्याख्या गर्न सकेमा समाजको अन्धकार चिर्ने कार्यमा योगदान पुग्दछ ।

दैनिक गति (Axial rotation) : पृथ्वीको उत्तरी ध्रुव र दक्षिण ध्रुव जोड्ने काल्पनिक रेखालाई अक्ष (Axis) भनिन्छ । यही अक्षलाई धुरी मानेर पृथ्वी फनफनी घुमिरहेको छ । यो घुम्ने गति

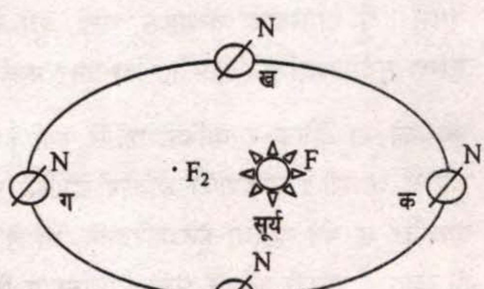
करोडौं वर्ष पहिलेदेखि अहिलेसम्म समान छ । यसै गतिलाई समय नाप्ने कार्यमा उपयोग गर्दा घडीले भन्दा सही समयको नाप लिन सकिन्छ ।

पृथ्वीको उत्तरी ध्रुव र दक्षिणी ध्रुव जोड्ने गरी पृथ्वीको सतहबाट अनगिन्ती काल्पनिक रेखाहरू कोरिएको कल्पना गऱ्यो भने ती प्रत्येक रेखालाई देशान्तर रेखा भन्न सकिन्छ । देशान्तर रेखा वृत्ताकार हुन्छ । एउटै रेखाले उत्तरदक्षिण खण्डमा रहेका धेरै विन्दुहरूलाई काटेको हुन्छ । डिग्रीले हिसाव गर्दा देशान्तर रेखा ०° देखि ३६०° सम्म हुन्छ । पृथ्वी आफ्नो अक्षमा घुम्दा सूर्य ती देशान्तर रेखाहरू क्रमैसँग पार गर्दछन् वा देशान्तर रेखाको सीधा हुन पुग्दछ । पृथ्वीले आफ्नो अक्षमा एकफन्का मार्दा २३ घण्टा ५६ मिनेट ४ सेकेन्ड समयमात्र व्यतित हुन्छ । यस अवधिलाई एक सिडरल दिन भनिन्छ । त्यस अवधिमा पृथ्वी आफ्नो कक्षमा १° जति पूर्व सरी सक्छ । यसकारण कुनै ठाउँको देशान्तर रेखाबाट सूर्य सीधा भइसकेपछि पुन: सोही देशान्तरबाट सूर्य सीधा पर्न पृथ्वीलाई आफ्नो अक्षमा थप १° घुम्नुपर्दछ । १° आफ्नो अक्षमा घुम्न ३ मिनेट ५६ सेकेन्ड लाग्छ । यस हिसावले सूर्य कुनै ठाउँको देशान्तरबाट पुन: सीधा पर्न लाग्ने समयलाई १ सौर्य दिन भनिन्छ । यसको अवधि ठीक २४ घण्टा हुन्छ । १ सौर्य दिनको ८६४०० खण्डको एक खण्ड समय बराबर १ सेकेन्ड हुन्छ ।

पृथ्वीको दैनिक गतिको कारणले दिन र रात हुन्छ । दिनको समय घाम लाग्ने हुँदा गर्मी र रातमा जाडो हुन्छ । विचारणीय प्रश्न (१) मानौं कि पृथ्वीको परिधि ४०,००८ किलोमिटर छ । पृथ्वीको दैनिक गतिको आधारमा हाम्रो (पृथ्वीको सतहमा रहने वस्तुको) गति कति छ ? (२) काठमाडौंको ठीक माथि पृथ्वीको केन्द्रबाट १०,००० मिटरको दूरीमा एउटा भूउपग्रह प्रतिस्थापन गर्नुपऱ्यो भने त्यसको गति कति हुनुपर्दछ जसले गर्दा सो उपग्रह सधैं काठमाडौंको माथि नै रहिरहोस् ? (७२७.५ मि/से.)



वार्षिक गति (Orbital revolution) : केप्लरको नियमअनुसार पृथ्वीले पनि सूर्यको वरिपरि दीर्घवृत्त कक्षमा परिक्रमा गर्दछ । उक्त दीर्घवृत्तकक्षको दुईओटा केन्द्रविन्दुहरू (Foci) मध्ये एउटामा सूर्य रहन्छ । त्यसैले पृथ्वीबाट सूर्य कहिले नजिक र कहिले टाढा हुन्छ । सबैभन्दा नजिक (परिहेलियन Perihelion) मा रहँदा सूर्यबाट दूरी १४ करोड ७१ लाख किलोमिटर र सबैभन्दा टाढा (एंपेहिलियनमा) रहँदाको दूरी १५ करोड २१ लाख किलोमिटर हुन्छ ।



सूर्यको परिक्रमा गर्ने सिलसिलामा पृथ्वी "क" स्थानमा रहँदा सूर्यबाट नजिक भए तापनि पृथ्वीको उत्तरी ध्रुव सूर्यको विपरीत दिशातिर फर्केको छ । यसैले उत्तरी गोलार्धमा दिन छोटो (१० घण्टा ४० मिनेट सम्मको) र रात लामो (१३ घण्टा २० मिनेटसम्मको) हुन्छ । सूर्य दक्षिणायन (मकररेखा Tropic of capricorn) मा हुन्छ । उत्तरी गोलार्धमा घाम छड्के पर्दछ । घामको तिव्रता (Intensity) कम हुन्छ । उत्तरी गोलार्धमा जाडो ऋतु हुन्छ । (यहाँ दिन भन्नाले सूर्य उदाएदेखि अस्ताउनेसम्मको अवधि र रात भनेको सूर्य अस्ताउनेदेखि उदाउनेसम्मको समय हो) डिसेम्बर २२ को दिन सबैभन्दा छोटो दिन हुन्छ ।

जाडो ऋतु हुनुको दुई कारण छन् :

१) घाम लाग्ने समय छोटो हुँदा जमिन तात्न पाउँदैन ।

२) घाम छड्के पर्दा ताप र प्रकाश दुवै कम प्राप्त हुन्छ ।

पृथ्वी र सूर्यबीचको दूरीले पृथ्वीको तामक्रममा त्यति धेरै प्रभाव पार्दैन ।

त्यस्तै पृथ्वी "ग" स्थानमा रहँदा उत्तरी गोलार्द्धमा गर्मी महिना हुन्छ । यसबेला दिन लामो र घाम सिधा पर्दछ किन कि सूर्य उत्तरायण हुन्छ । जुन २१ को दिन सबैभन्दा लामो दिन (नेपालमा १३ घण्टा ५४ मिनेटसम्मको दिन रेकर्ड भएको छ) र सबैभन्दा छोटो रात (१० घण्टा ६ मिनेटसम्मको) हुन्छ ।

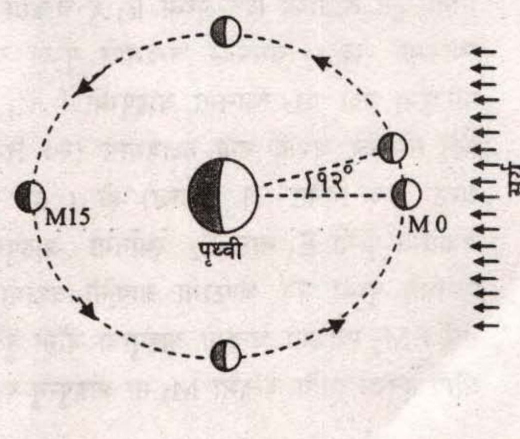
पृथ्वी "ख" स्थानमा (२१ मार्चमा) रहँदा सूर्य भूमध्यरेखामा हुन्छ । पृथ्वीको सबै भागमा दिन र रात बराबर अवधिको हुन्छ । त्यसबेला न धेरै गर्मी न धेरै जाडो हुन्छ । त्यस्तै पृथ्वी "घ" स्थानमा २३ सेप्टेम्वरको दिन पनि दिन र रात बराबरी हुन्छ ।

दिन कहिले लामो र कहिले छोटो हुनुको मुख्य कारण पृथ्वीको अक्ष यसको कक्षको सतहसँग ६६.५° को कोणमा ढल्किनु हो । यसले गर्दा सूर्य कहिले उत्तरायण र कहिले दक्षिणायन हुन्छ ।

प्रयोगात्मक कार्य : मार्च, जुन, सेप्टेम्बर र डिसेम्बर महिनामा हुने सूर्योदय र सूर्यास्तको समय टिपोट गरी सबैभन्दा लामो, छोटो र बराबरीको दिन कहिलेकहिले पर्दछ थाहा पाउन सकिन्छ । यसका लागि रेडियो प्रसारण सुन्नुपर्दछ ।

१०.२ चन्द्रमाको कला (Phases of the moon) :

पृथ्वीको वरिपरि चन्द्रमाले परिक्रमा गर्दा चन्द्रमाको उज्यालो भाग कहिले पृथ्वीतिर र कहिले विपरीत दिशातिर फर्कने भएकाले चन्द्रमाको आकार दिनदिनै परिवर्तन भएको देखिन्छ । निम्न चित्र अध्ययन गरौं । चन्द्रमाको सापेक्ष पृथ्वी र सूर्य स्थिर मान्नु पर्दछ ।



कुनै दिन सूर्य र पृथ्वीको बीचमा चन्द्रमा पर्न आउँदा Mo स्थानमा छ । चन्द्रमाको उज्यालो (घाम लागेको) भाग पृथ्वीको विमुख भयो । सो दिन चन्द्रमा अदृश्य हुन्छ । सो दिनलाई औंसी (New moon day) भनिन्छ ।

चन्द्रमाले करिब ३० दिनमा पृथ्वीको फन्को मार्ने (३६०° परिक्रमा गर्ने) हिसाव गर्दा १ दिनमा करिब १२° माथि आउँछ । सो दिन सूर्य अस्ताउँदा चन्द्रमा पश्चिमी क्षितिजबाट १२° माथि हुन्छ । यसको पश्चिमी किनारा मात्र उज्यालो भई हँसिया आकारको (Crescent) चन्द्रमा देखिन्छ । त्यसपछि प्रत्येक दिन १२° को हिसावले चन्द्रमा माथि आउँछ । चन्द्रमाको उज्यालो भाग पनि बढ्दै जान्छ । अष्टमिको दिन चन्द्रमा, पृथ्वी र सूर्यबीच ९०° को कोण पर्दछ । चन्द्रमाको आधामा उज्यालो भएको देखिन्छ । त्यस्तै चन्द्रमाले १८०° परिक्रमा गर्दा M_{15} मा पुग्छ । चन्द्रमा पूरै भाग उज्यालो देखिन्छ । यो दिनलाई पूर्णिमा भनिन्छ ।

औंसीदेखि पूर्णिमासम्मको अवधि शुक्लपक्ष र पूर्णिमादेखि औंसीसम्मको अवधि कृष्णपक्ष हुन् । चन्द्रमाको आधाभाग सधैं उज्यालो हुने भए तापनि पृथ्वीबाट देखिने उज्यालो खण्ड घटबढ भई रहन्छ र देखिने चन्द्रमाको आकार दिनदिनै बदलिन्छ ।

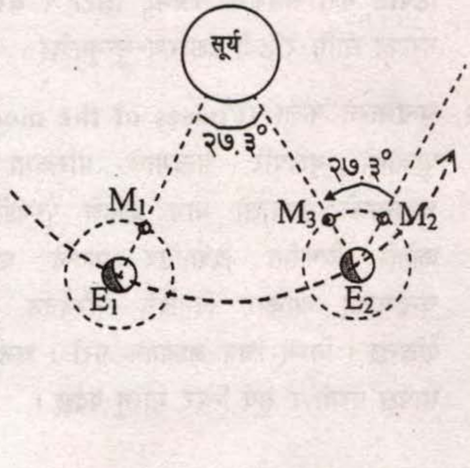
अवलोकन : औंसीदेखि पूर्णिमासम्म हरेक दिन साँझ ६ बजे चन्द्रमा कहाँ देखिन्छ र कस्तो देखिन्छ । अवलोकन गरेर रिकर्ड राख्ने । यसबाट केके कुरा थाहा हुन्छ निष्कर्ष लेख्ने ।

चन्द्रमास (Synodic month) : एक औंसीदेखि अर्को औंसीसम्मको समयअवधिलाई एकचन्द्रमास भनिन्छ । करिब २९$\frac{१}{२}$ दिनको एक चन्द्रमास हुन्छ ।

नक्षत्रमास (Sidereal month) : चन्द्रमाले पृथ्वीको वरिपरि एक फन्का परिक्रमा गर्न लाग्ने अवधिलाई एक नक्षत्रमास भनिन्छ । यसको अवधि २७ दिन ७ घण्टा ४३ मिनेट ११ सेकेन्ड (करिब २७ दिन) हुन्छ ।

यहाँ प्रश्न उठ्न सक्छ कि, चन्द्रमास र नक्षत्रमासको अवधि किन फरक भयो ? यस प्रश्नको उत्तर थाहा पाउन निम्न चित्रको अध्ययन गरौं ।

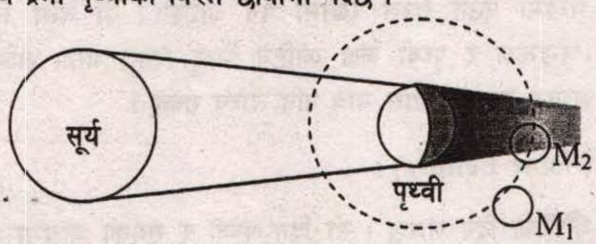
मानौं कुनै औंसीको दिन पृथ्वी E_1 र चन्द्रमा M_1 स्थानमा छ । त्यसपछि चन्द्रमाले पृथ्वी ३६०° परिक्रमा गर्दा M_2 स्थानमा आइपुग्यो । M_1 देखि M_2 सम्मको अवधि एक नक्षत्रमास (२७ दिन ७ घण्टा ४३ मिनेट ११ सेकेन्ड) हो । तर त्यस अवधिमा पृथ्वी E_1 बाट E_2 स्थानमा आइपुग्छ । किनभने पृथ्वी २४ घण्टामा आफ्नो कक्षमा १° सर्छ । M_2 स्थानमा चन्द्रमा आइपुग्दा औंसी हुँदैन । औंसी हुनका लागि चन्द्रमा M_3 मा आइपुग्नु पर्छ ।



पृथ्वी नसर्ने हो भने चन्द्रमा M_2 मा पुग्दा फेरि औंसी हुन्थ्यो । अर्थात् चन्द्रमास र नक्षत्रमासको अवधि बराबर हुने थियो । चन्द्रमालाई M_2 देखि M_3 सम्म पुग्न २ दिन ५ घण्टा ० मिनेट ५१ सेकेन्ड (करिब २ दिन ५ घण्टा) लाग्छ । त्यसैले चन्द्रमासको अवधि नक्षत्रमासभन्दा २ दिन ५ घण्टा जति लामो हुन्छ ।

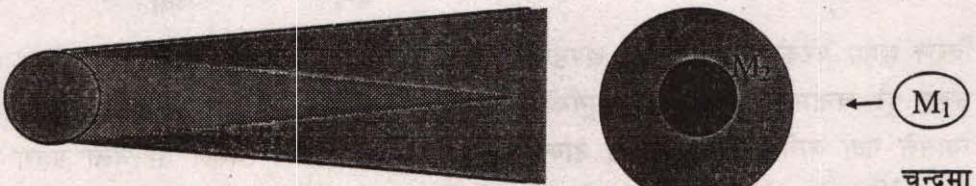
१०.३ चन्द्रग्रहण (Lunar eclipse) :

चन्द्रमाको आफ्नै प्रकाश छैन । सूर्यको प्रकाशले चम्किलो देखिएको हो । पृथ्वीको वरिपरि घुम्ने क्रममा कहिलेकाहीं पूर्णिमाको रात पृथ्वीको सघन छायामा प्रवेश गर्दछ र चन्द्र ग्रहण लाग्दछ । पृथ्वीको विरल छायामा चन्द्रमा परेको बेला चन्द्रग्रहण लाग्दैन बरु चन्द्रमा केही उज्यालो कम हुन्छ धेरै जसो पूर्णिमाको रात चन्द्रमा पृथ्वीको विरल छायामा पर्दछ ।



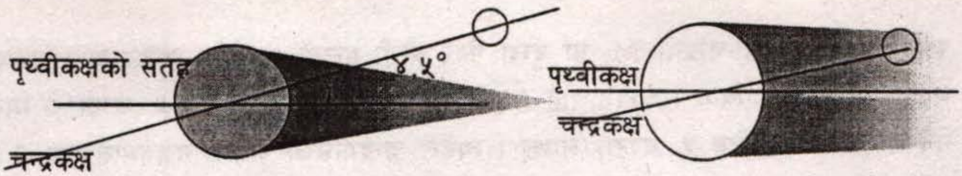
त्यसैले चतुर्दशीको रात (पूर्णिमाको अघिल्लो रात) चन्द्रमा अलि बढी उज्यालो देखिन्छ । पृथ्वीको छाया कोन (Cone) परेको हुन्छ । यसलाई सेक्सन काट्दा वा पर्दामा पार्दा भने वृत्ताकार देखिन्छ । कोन परेको हुँदा पृथ्वीको नजिक छायाको क्षेत्रफल ठूलो हुन्छ ।

पृथ्वीबाट जति पर गयो यसको सघन छायाको क्षेत्रफल र व्यास सानो हुँदै अन्तमा विलाउँछ ।



पृथ्वीको कोन परेको छाया   पृथ्वीको छाया सेक्सन काटेको

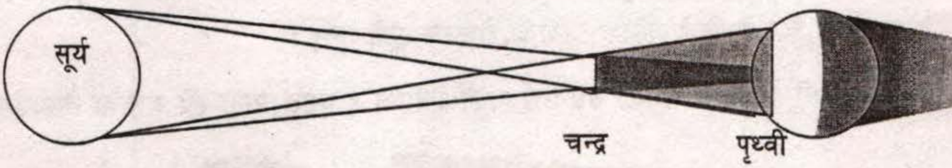
तर जुन ठाउँबाट चन्द्रमाले पृथ्वीको छाया पार गर्दछ त्यहाँ चन्द्रमाको व्यासभन्दा छायाको व्यास तीनगुणा ठूलो हुन्छ । सो छायालाई बीचबाट पार गर्न चन्द्रमालाई धेरै समय लाग्दछ । यसैले खग्रास चन्द्रग्रहणको अवधि एकघण्टा ४० मिनेटसम्मको हुनसक्छ । पृथ्वीको छायाको केन्द्र भएर चन्द्रमा पार हुँदा लामो अवधिसम्म खग्रास ग्रहण लाग्दछ । तर केन्द्रबाट तलमाथि भएर पारगर्दा खग्रास ग्रहणको अवधि छोटो वा खण्डग्रास मात्र पनि हुन सक्छ ।



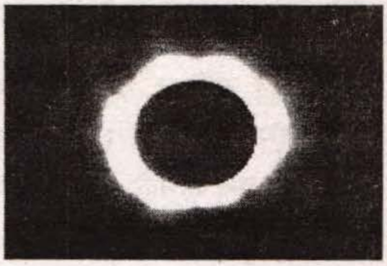
फेरि चन्द्रमाको कक्षले पृथ्वी कक्षसँग ५.५° कोण बनाई काटेको हुन्छ । यसले गर्दा चन्द्रकक्षको परिधिको कुनै विन्दु ०° छ भने कुनै विन्दु ५.५° सम्म हुन्छ । अथवा चन्द्रमा आफ्नो कक्षको विभिन्न स्थानमा रहँदा ०° देखि ५.५° सम्मको कोण बनाउन सक्ने भयो । पूर्णिमाको रात चन्द्रमाले पृथ्वीसँग कति डिग्रीको कोण बनाउँछ त्यसैमा ग्रहण लाग्ने कुरा निर्भर रहन्छ । कुनै पूर्णिमाको रात ग्रहण लाग्दैन, कहिले खण्डग्रास ग्रहण लाग्दछ र कहिले खग्रास ग्रहण लाग्दछ । चन्द्रकक्ष र पृथ्वीकक्ष काटिएको विन्दुमा चन्द्रमा पर्दा चन्द्रमाले पृथ्वीसँग बनाउने कोण शून्य डिग्री अर्थात् सूर्य, पृथ्वी र चन्द्रमा एउटै सरल रेखामा पर्न आउँछ । यो बेला लामो समयको खग्रास चन्द्रग्रहण लाग्दछ । चन्द्रकक्ष र पृथ्वी कक्ष काटिने विन्दु (राहु) भन्दा अलि माथिबाट चन्द्रमा जाँदा छोटो अवधिको खग्रास वा खण्डग्रास मात्र पनि लाग्न सक्छ ।

५.४ सूर्यग्रहण (Solar Eclipse) :

सूर्यग्रहण औंसीको दिन लाग्छ । सो दिन पृथ्वी र सूर्यको बीचमा चन्द्रमा पर्दछ । चन्द्रमाको छाया पृथ्वीमा पर्छ । उक्त छाया परेको ठाउँबाट हेर्दा सूर्यलाई चन्द्रमाले छेकिदिन्छ र सूर्यग्रहण देखिन्छ । चन्द्रमाको सघन छाया परेको ठाउँबाट हेर्दा खग्रास सूर्यग्रहण देखिन्छ ।

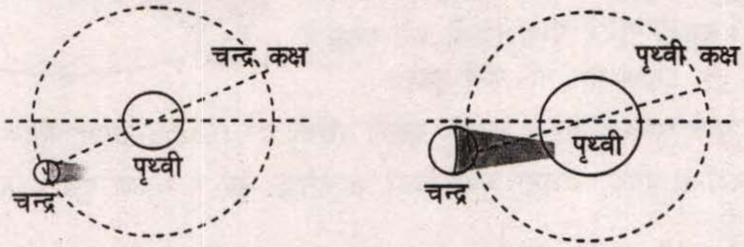


विरल छाया परेको ठाउँबाट हेर्दा खण्डग्रास सूर्यग्रहण देखिन्छ । खग्रास सूर्यग्रहणको बेला सूर्यको सतह पूरै चन्द्रमाले ढाके तापनि सूर्यको सतहबाट हजारौं किलोमिटरसम्म उठ्ने तातो उज्यालो ग्यासले गर्दा बन्ने क्रोमोस्फेयरलाई ढाक्न भने चन्द्रमाले सक्तैन । त्यसैले सो बेला ग्रहण लागेर कालो देखिएको सूर्य वरिपरि उज्यालो चम्किलो प्रकाशको मुस्लो देखिएर अत्यन्त रमाइलो र सुन्दर ग्रहण देखिन्छ । सूर्यको वरिपरि देखिने उज्यालो क्रोमोसफेयरलाई मुकुट भनिन्छ यो खग्रास सूर्यग्रहणको बेलामात्र देखिने भएकाले क्रोमोस्फेयरको अधययन गर्न खग्रास सूर्यग्रहण महत्त्वपूर्ण भएको हो ।

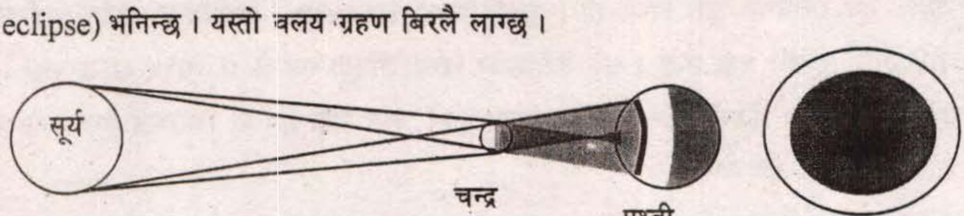


चन्द्रकक्ष र पृथ्वीकक्ष ५.५° को कोणमा ढल्केकोले औंसीको दिन चन्द्रमाले ०° देखि ५.५° सम्मको कोण बनाउन सक्तछ । चन्द्रकक्ष र पृथ्वीकक्ष काटेर बनेको विन्दु (केतु) मा चन्द्रमा रहँदा भने

खग्रास सूर्यग्रहण लाग्छ । औंसीको दिन चन्द्रमाले पृथ्वीसँग बनाउने कोण जति बढ्यो ग्रहणको सम्भावना उत्तिनै कम हुन्छ ।



चन्द्रकक्ष पनि दीर्घवृत्त भएकाले चन्द्रमा पृथ्वीबाट टाढा (एफेहिलियनमा) भएको बेला सूर्यग्रहण लाग्यो भने चन्द्रमाको सघन छाया पृथ्वीमा पुग्नु अगाडि नै टुङ्गिन्छ । छायाको कोनको टुप्पो (apex) भन्दा पर विरल छाया नै हुन्छ । यस्तो विरल छाया परेको ठाउँबाट हेर्दा सूर्यको किनारा मात्र देखिन भएर भित्रीभागमा ग्रहण लाग्दछ । यस्तो ग्रहणलाई वलय ग्रहण (Anular eclipse) भनिन्छ । यस्तो वलय ग्रहण बिरलै लाग्छ ।



वलय ग्रहण

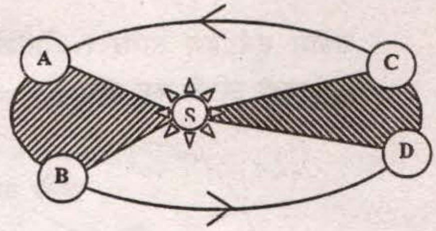
खग्रास सूर्यग्रहणको अवधि छोटो हुनुको दुईओटा कारणहरू छन् । पहिलो कारण चन्द्रमाको सघन छायाको क्षेत्रफल कम हुन्छ । दोस्रो कारण चन्द्रमाको छायाको गति धेरै हुन्छ । यो करिब २००० किलोमिटर प्रतिघण्टा हुन्छ । कुनै ठाउँलाई सघन छायाले ढाकेपछि सो ठाउँलाई छायाले छिटै पार गर्दछ । यसरी खग्रास सूर्यग्रहण कुनै एक ठाउँबाट ८ मिनेटभन्दा बढी अवधिसम्म देख्न सकिँदैन । यसकारण पनि खग्रास सूर्यग्रहणको महत्त्व बढेको हो ।

१०.५ सौर्यपरिवार

धेरै पहिलेको कुरा हो मानिसहरू खेतबारीमा काम गर्न जाँदा सूर्यको उचाइ हेरेर समयको अन्दाज गर्दथे । त्यसबेला घडीको त्यति चलन थिएन र सूर्यलाई नै घडीको रूपमा लिन्थे । अर्को कुरा पहिलेका मानिसहरू पृथ्वीलाई केन्द्र मानेर सूर्य, ग्रह, तारा सबैले पृथ्वीको परिक्रमा गरेको ठान्दथे । जर्मन खगोलविद् जोहानेस् केप्लर (Johannes Kepler) ले धेरै अध्ययनपछि ग्रहहरू र सूर्यको चाल सम्बन्धमा तीनओटा नियम प्रस्तुत गरे । ती नियमहरू केप्लरको नियम नामले अहिले पनि प्रसिद्ध छन् । ती नियम यस प्रकार छन् :

1. सबै ग्रह सूर्यलाई र उपग्रहहरूले ग्रहलाई केन्द्र मानी परिक्रमा गर्दछन् । ती ग्रह र उपग्रहको कक्ष दीर्घ वृत्ताकार छन् । दीर्घ वृत्ताकार कक्षको दुईमध्ये एउटा नाभिमा सूर्य रहन्छ । ग्रहले सूर्यको परिक्रमा गर्ने क्रममा कहिले नजिक पेरिहेलियन (Perihilian) मा र कहिले टाढा एपेहेलियन (Apehilion) मा जान्छ ।

2. सूर्य र ग्रह जोड्ने रेखाले समान समयमा बराबर क्षेत्रफललाई नाप्छ । उदाहरण : एउटा ग्रह A बाट B सम्म पुग्ने समय र C बाट D सम्म पुग्ने समय बराबर छन् भने ABS को क्षेत्रफल र CDS को क्षेत्रफल बराबर हुन्छ । सूर्यको नजिक पुग्दा ग्रहको गति बढ्छ र सूर्यबाट टाढा हुँदा ग्रहको गति पनि कम हुन्छ ।



3. ग्रहले कक्षमा घुम्ने समयको वर्ग र सूर्यसँग ग्रहको दूरीको घन (Cube) समानुपातिक हुन्छ ।
$P^2 = Ka^3$ जहाँ P भनेको कक्षमा घुम्ने समय, a भनेको सूर्य र ग्रहको दूरी र K भनेको अचर राशि हुन् ।

त्यसैले ग्रहको कक्ष जति ठूलो हुन्छ त्यसको गति पनि सोहीअनुसार कम हुन्छ ।

सौर्यपरिवार : सूर्यलगायत यसको परिक्रमा गर्ने सम्पूर्ण ग्रह, उपग्रह, पुच्छ्रेतारा, शिशुग्रह आदि मिलेर बनेको समूहलाई सौर्यपरिवार भनिन्छ । सौर्यपरिवारका केही विशेषताहरू छन् ।

सूर्य : सूर्य सबैभन्दा ठूलो पिण्ड हो । यसको पिण्ड $१.९९x१०^{३०}$ किलोग्राम अर्थात् पृथ्वीको भन्दा $३.३३x१०^{५}$ गुणाले बढी हुन्छ । सबै ग्रहहरूको पिण्ड जोड्दा सूर्यको ०.००१५ खण्ड हुन्छ । सूर्यको व्यास $१.३८x१०^{६}$ किलोमिटर (पृथ्वीको भन्दा १०९ गुणा बढी छ) यो हिसाबले पृथ्वीभन्दा सूर्य १३ लाख गुणा ठूलो हुन आउँछ ।

सूर्यको सतहको तापक्रम ५७००° छ भने भित्री तापक्रम १.३ करोड डिग्री सेल्सियससम्म भएको अनुमान छ । थर्मोन्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रियाद्वारा यसमा ताप र प्रकाश उत्पादन भइरहन्छ ।

बुध (Mercury) : सूर्यलाई परिक्रमा गर्ने ग्रहमध्ये सूर्यबाट सबैभन्दा नजिकको ग्रह हो । सूर्यको नजिक रहेकाले यो ग्रह नाङ्गो आँखाले देख्न सकिँदैन । सूर्यको नजिक (पेरिहेलियन) मा रहेको बेला यसमा ३.३ गुणा बढी प्रकाश पर्दछ । यस ग्रहमा फलामयुक्त धातुको कोरको बाहिर चट्टानको तहले ढाकेको हुन्छ । यो ग्रहमा लामो दिन र सूर्यको नजिक भएकाले अत्यधिक तापक्रम हुनाले कुनै ग्यास पनि अडिदैन । त्यसैले वायुमण्डल नभएको हुँदा दिन अति गर्मी (४२०° से.) र रात अति चिसो (−१८०° से.) हुन्छ । यहाँ पानी पनि छैन । कुनै जीवको अस्तित्व यहाँ सम्भव छैन ।

शुक्र (Venus) : सूर्य र चन्द्रमा पछि आकाशमा दोस्रो चम्किलो वस्तु शुक्र नै हो । शुक्रमा भएको बादलले सूर्यको ७७% प्रकाश परावर्तन गर्छ । साँझ सूर्य अस्ताएपछि पश्चिमतिर वा सूर्य उदाउनु अगाडि पूर्वतिरको आकाशमा अत्यन्त चम्किलो तारा जस्तो देखिन्छ । यो ग्रह पनि पृथ्वी जस्तै चट्टानबाट बनेको छ । यहाँ वायूमण्डलीय दबाब पृथ्वीको भन्दा १०० गुणा छ । वायुमण्डलमा CO_2 र पानीको बाफले गर्दा धेरै ताप शोषण गर्छ र तापक्रम अत्यधिक (४६४° से.) पुग्छ । जमिनमा पानीको अभाव र वायुमण्डलमा O_2 ग्यासको कमी आदिले गर्दा जीवहरू पाइँदैन । यो ग्रह आफ्नो

अक्ष Axis मा पूर्वबाट पश्चिमतिर घुम्छ जब कि पृथ्वी पश्चिमबाट पूर्वतिर घुम्छ । यहाँको वायुमण्डलमा ९६% जति CO_2 भएकोले सूर्यको ताप धेरै सङ्कलन गर्छ । त्यसैले यो तातो रहन्छ ।

मङ्गल (Mars) : यसलाई कहिलेकाहीँ आकाशमा देख्न सकिन्छ । यो मधुरो र अलि रातो तारा जस्तो देखिन्छ । यो धेरै कुरामा पृथ्वीसँग मिल्दोजुल्दो भए पनि जीवहरू छैनन् । यहाँको सतहको औसत तापक्रम ५३° से.छ । वायुमण्डलको दबाब पृथ्वीको १।१०० खण्ड छ । पानीको अभाव, अनुकूल वायुमण्डल नहुनु नै जीवहरू नहुनुको कारण बनेको हो । यो पनि पृथ्वीजस्तै चट्टानबाट बनेको छ । यसको सतहमा ७०% भन्दा बढी भागमा फेरिकअक्साइड भएकाले यो ग्रह रातो देखिएको हो । यस ग्रहमा ठूला ठूला ज्वालामुखीहरू हुन्छन् । पृथ्वी, मङ्गल, शुक्र र बुध ग्रहहरूलाई टेरेस्ट्रियल ग्रह (Terrestrial Planet) भनिन्छ । यिनीहरू शिशुग्रहभन्दा भित्र परेकाले भित्री ग्रह पनि भनिन्छ । यी ग्रहहरू चट्टानबाट बनेका छन् । जबकि बृहस्पति, शनि, अरुण र वरुण ग्रहहरूलाई जोभियन ग्रह (Jovian Planet) भनिन्छ । यिनीहरूलाई बाह्य ग्रह पनि भनिन्छ । यिनीहरूको अधिकांश भाग ग्यासबाट बनेको छ । यी ग्रहहरूको पृथ्वीको तुलनामा घनत्व कम छ । ग्यासबाट बनेको हुँदा यी ग्रहमा पनि जीवहरूको अस्तित्व सम्भव छैन ।

बृहस्पति (Jupiter) : यो सबैभन्दा ठूलो ग्रह हो । अन्य ग्रहहरूको जम्मा पिण्डभन्दा यसको पिण्ड २.५ गुणा बढी छ । यसलाई कहिलेकाहीँ आकाशमा चम्किलो ताराजस्तै देख्न सकिन्छ । यसको पिण्ड पृथ्वीको भन्दा करिब ३१८ गुणा बढी छ । आयतनका हिसावले पृथ्वी १००० ओटा बराबर ठूलो छ । बृहस्पतिको अधिकांश भाग हाइड्रोजन र हिलियमबाट बनेको छ, यसको फुत्कने गति (Escape velocity) धेरै भएकोले हाइड्रोजन उम्कन सक्तैन । यसले सूर्यबाट लिनेभन्दा बढी शक्ति छोड्छ । यस ग्रहभित्र धेरै तातो हुनुपर्छ । यसमा वायुमण्डलीय दबाब पृथ्वीको भन्दा २० देखि ३० लाख गुणा बढी भएको अनुमान छ । अत्यधिक दबाबले खाँदिएकै कारण हाइड्रोजन परमाणुको प्रोटोन र इलेक्ट्रोन छुट्टिन गई विद्युतीय सुचालक बन्छ । यस्तो अवस्था बृहस्पतिमा १४,००० कि.मि. को अर्धव्यासभित्र पर्दछ । यसलाई मेटालिक हाइड्रोजन भनिन्छ ।

शनि (Saturn): नाङ्गो आँखाले देख्न सकिने यो चौथो ग्रह हो । यो मझौला खालको उज्यालो ताराजस्तो देखिन्छ । यसको बनोट, वायुमण्डल र विकिरण, बृहस्पतिसँग मिल्दो छ । यसको विशेषता भन्नु नै यसको वरिपरि केही किलोमिटर बाक्लो बरफ र चट्टानका टुक्राबाट बनेका चक्काहरू छन् । यी चक्काहरू पृथ्वीबाट देखिन्छन् र शनिको केन्द्रबाट ७१००० कि.मि. देखि १४०००० कि.मि. को दूरीमा छन् । यसको तापक्रम - १८८°C भएकोले यसको बरफ पग्लँदैन । शनिको व्यास पृथ्वीको भन्दा करिब नौ गुणाले ठूलो छ । पृथ्वीको भन्दा यसको पिण्ड करिब ९५ गुणा छ भनिन्छ ।

अरुण (Uranus) : यो ग्रहको व्यास पृथ्वीको भन्दा करिब ४ गुणा ठूलो भए तापनि सूर्यबाट टाढा भएको कारणले नाङ्गो आँखाले देख्न सकिँदैन । यो ग्रहको अक्ष (Axis) र कक्ष (Orbit) एउटै सतहमा पर्छ । जस्तो कि पृथ्वीको अक्ष आफ्नो कक्षसँग ६६.५° कोणमा ढल्केको छ । यो ग्रह पनि अत्यन्त चिसो (सतहको तापक्रम - २१०° से.) छ । सूर्यबाट टाढा भएकाले यस्तो भएको हो ।

यस ग्रहमा १५% हाइड्रोजन, ६०% हिलियम र २५% फलाम र सिलिकेटको चट्टानबाट बनेको छ। यसमा पनि शनिमा जस्तै चक्का छन्। कार्बनका टुक्राबाट बनेको कालो हुँदा देख्न मुस्किल छ।

वरुण (Neptune) : यसको व्यास पृथ्वीको भन्दा करिब चारगुणा ठूलो छ। वायुमण्डलमा मिथेन भएकाले यसले हल्का हरियो प्रकाश परावर्तन गर्दछ। तर अरुणको विपरीत यसको भित्री भाग तातो छ। यस ग्रहको केन्द्रीय भागमा चट्टानको कोर छ भने अधिकांश भाग हल्का ग्यास र तरलबाट बनेको हुँदा औसत घनत्व कम (१.६४ ग्राम प्रति घनसेन्टिमिटर) छ। यसको सतहको तापक्रम पनि कम (-२२५$^{\circ}$से.) छ।

यम (Pluto) : यम ग्रह धेरै लाम्चो दीर्घवृत्त कक्षमा परिक्रमा गर्ने भएकाले यो कुनै समय वरुणको कक्षभित्र पर्न आउँछ। यसैले वरुणबाट फुत्किएर गएको उपग्रह हो कि भन्ने विचार गर्ने ठाउँ पनि रहन्छ। यमको कक्ष वरुणको कक्षभन्दा माथि परेकाले यी दुई ग्रहहरू आपसमा जुध्ने सम्भावना छैन। यमको सतहमा मिथेनको बरफबाट ढाकेकाले धेरै चिसो (-२२०$^{\circ}$से.) छ। जनवरी १९७९ देखि मार्च १९९९ सम्म यो ग्रह वरुणको कक्षभित्र पर्न आयो अब अर्को २४८ वर्षपछि पुन: त्यस्तै हुनेछ। ज्योतिषविदहरुको अन्तराष्ट्रिय भेला (२००६) ले यमलाई ग्रहको दर्जाबाट हटाइसकिएको छ।

पृथ्वी (Earth) : सूर्यबाट यो ग्रह तेस्रो स्थानमा पर्दछ। यो मात्रै एक ग्रह हो जहाँ विभिन्न प्रकारका वनस्पति र प्राणीहरूको उत्पत्ति र विकास भएको छ। यसका कारण निम्नअनुसार छन् :

(क) पृथ्वीमा प्रशस्त पानी छ। यसको २/३ खण्ड पानीले ओगटेको छ।

(ख) सूर्यबाट दूरी र वायुमण्डलको बनोट उपयुक्त (नाइट्रोजन, अक्सिजन, कार्बनडाइअक्साइड आदि) छ।

(ग) तापक्रम पनि जीव सुहाउँदो (औसत १५$^{\circ}$सें) छ। -८९.६$^{\circ}$से. देखि ५८$^{\circ}$से. सम्म।

(घ) विभिन्न प्रकारका चट्टान, खनिज र माटोबाट ग्रह निर्माण भएको छ।

(ङ) जलचक्र, कार्बन-अक्सिजन चक्र, नाइट्रोजन चक्र आदिले सन्तुलन गरिएको छ।

उपग्रह (Satellite) : ग्रहको वरिपरि परिक्रमा गर्ने आकाशीय पिण्डहरूलाई उपग्रह भनिन्छ। पृथ्वीको उपग्रह चन्द्रमा (Moon) हो भने अन्य ग्रहहरूको पनि आ-आफ्नै उपग्रहहरू छन्। ती उपग्रहहरूले ग्रहको परिक्रमा गर्दागर्दै सूर्यको पनि परिक्रमा गर्न पुग्छन्। उपग्रहले ग्रहमा धेरै प्रभाव पारेको हुन्छ। जस्तै पृथ्वीमा ज्वारभाटा चल्नु, ग्रहण लाग्नु, चन्द्रमाको विभिन्न कलाहरू देखिनु आदि। कुनै ग्रहको एउटाभन्दा बढी उपग्रहहरू हुन्छन्। जस्तै:

ग्रहको नाम	उपग्रहको सङ्ख्या	मुख्य ग्रहको नाम
पृथ्वी	१	चन्द्रमा (Moon)
मङ्गल	२	डिमोस (Deimos) र फोबोस (Phobos)
बृहस्पति	१६	युरोपा, ग्यानिमेड, क्यालिस्टो यी दुवै बुधभन्दा ठूला छन्।
शनी	१८	टाइटान (५१५० कि.मि. व्यास बुधभन्दा ठूलो

अरुण	१८	टाइटानिया (Titania) (बुधभन्दा ठूलो)
बरुण	८	ट्राइटन (Triton)
यम	१	चारण (Charon)

शिशुग्रह (Asteroid) : मङ्गल र बृहस्पति ग्रहका बीचमा रही २००० भन्दा बढी स-साना पिण्डहरूले सूर्यको परिक्रमा गरिरहन्छन् । यी पिण्ड ठूलोमा ८०० कि.मि. व्यास भएका र सानामा १.६ कि.मि. देखी ३.२ कि.मि. व्यास भएका छन् । यी पिण्डहरू प्राय अनिश्चित आकारका छन् । सबै पिण्ड जोड्दा पनि चन्द्रमाको पिण्ड भन्दा कम हुन्छ । शिशु ग्रहहरूको कक्ष सूर्यबाट २.८ AU (४१.७२ करोड किलोमिटर) टाढा पर्दछ । शिशुग्रह कुनै सिलिकेट, कार्बन र धातुबाट बनेका छन् ।

उल्का (Meteor) : विभिन्न ग्रहहरूबीचको खाली ठाउँ पनि वास्तवमा पूर्ण रूपमा खाली छैन । त्यहाँ विभिन्न प्रकारका स-साना पिण्डहरू हुन्छन् । त्यसलाई मेट्योराइड (Meteoroid) भनिन्छ । ती घुम्दाघुम्दै पृथ्वीको गुरुत्वक्षेत्रभित्र पर्न आउँछन् । पृथ्वीको गुरुत्वाकर्षण बलले प्रवेग उत्पन्न भई पृथ्वीतिर खस्छ । त्यसको गति बढ्दै जाँदा यस्तो अवस्था आउँछ कि हावासँग घर्षण भई तातिएर बल्न थाल्छ । पृथ्वीबाट हेर्दा तारा खसेको जस्तै तेजिलो प्रकाशको झिल्का आकाशमा देखिन्छ । त्यसलाई उल्का (Meteor) भनिन्छ । यी उल्काहरू मध्यमण्डल पुग्दानपुग्दै हावासँगको घर्षणले तातेर बल्दछ र प्रकाशको मुस्लो देखिन्छ । उल्काहरू अक्सर ससाना केराउका दाना जत्रा हुन्छन् । तर कहिलेकाहिँ धेरै ठूला पनि हुन्छन् । त्यस्ता उल्का पूर्ण रूपमा वाष्पीकरण हुन नसकी पृथ्वीको सतहसम्म आइपुग्छ । त्यसलाई उल्का पिण्ड (Meteorite) भनिन्छ ।

पुच्छ्रेतारा (Comets) : आकाशमा कहिलेकाहीँ लामो पुच्छर भएको उज्यालो वस्तु देखिन्छ । ती पुच्छ्रेतारा हुन् । तर सबै पुच्छ्रेताराको पुच्छर हुँदैन । यी पिण्डहरू लामो दीर्घवृत्तकक्षमा सूर्यको परिक्रमा गरिरहेका हुन्छन् । सूर्यको नजिक आउँदा पुच्छर देखिन्छ । यसको एउटा टाउको हुन्छ । टाउकोको केन्द्रीय भाग (न्युक्लियस) बरफ र ठोस पिण्डले बनेको हुन्छ । यसको वरिपरि बरफका कणहरु, धुलो र ग्यासीय बादलले ठाकेको हुन्छ जसलाई कमा (Coma) भनिन्छ । यसको पुच्छर दसौँलाख किलोमिटर लामो पनि हुन्छ । विभिन्न प्रकारका ग्यासबाट बनेको पुच्छर सधैँ सूर्यको विमुख फर्कन्छ । किन कि सौर्य बतासले यसलाई उडाउँछ र पुच्छर बन्छ । त्यसैले जति सूर्यको नजिक आयो पुच्छर त्यति नै लामो र चम्किलो हुन्छ । सूर्यबाट धेरै टाढा पुगेपछि पुच्छर हराउँछ ।

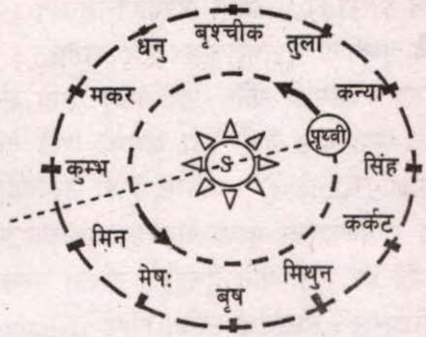
यसको पुच्छर विभिन्न ग्यास र धुलोका कणहरूबाट बनेको हुन्छ । खास गरी CO_2, CO, N_2, NH_4^+, CH_4 आदि ग्यास यसमा पाइएका छन् । यसको टाउको बरफ र चट्टानबाट बनेको छ । खासगरी एमोनिया, पानी र मिथेनका बरफ चट्टानसँग मिसिएर टाउको बनेको हुन्छ । सूर्यको नजिक आउँदा बरफ वाष्पीकरण भई टाउको ठूलो देखिन्छ र पुच्छर उत्पत्ति हुन्छ ।

१०.६ **तारामण्डल (Constellation) :** रातमा आकाश सफा भएको बेला हेर्दा केही चम्किला ताराहरू मिलेर विभिन्न वस्तु र प्राणीहरूको आकार बनेको देख्न सकिन्छ । यसरी एउटा निश्चित आकार

बनाउने ताराहरूको समूहलाई तारामण्डल भनिन्छ । पृथ्वीको दुबै गोलार्द्धबाट गरी यस्ता तारामण्डलहरू ८८ ओटा देख्न सकिन्छ । जस्तै : ओरायन, सप्तऋषि, क्यासियो पिया, क्यानिस मेजरा आदि ।

१०.७ **राशिमण्डल (Zordiac) :** पृथ्वीको सापेक्ष सूर्य स्थिर अवस्थामा छ तर पृथ्वी घुमेको कारणले आकाशमा सूर्य सरेको देखिन्छ । यसरी सूर्य हिँड्ने काल्पनिक बाटोलाई रविमार्ग (क्रान्तिवृत्त) पनि भनिन्छ । क्रान्तिवृत्तको १५° आसपास जम्मा १२ ओटा तारामण्डलहरू लहरै मिलेर एउटै वृत्तमा बसेका छन् । तीनै तारामण्डललाई राशिमण्डल भन्दछन् । जस्तै : मेष, वृष, मिथुन, कर्कट, सिंह, कन्या, तुला, वृश्चिक, धनु, मकर, कुम्भ र मिन । सूर्यले क्रमैसँग हरेक महिना एउटा एउटा राशि पार गर्दछ । सूर्य जुन राशिमा छ त्यसको विपरित खण्डमा पर्ने राशिलाई राति आकाशमा देख्न सकिन्छ । जस्तो वैशाख महिनामा सूर्य मेष राशिमा रहन्छ, सो बेला कन्या, तुला, वृश्चिक राशिलाई देख्न सकिन्छ । रातको १२ बजे तुला राशि नतांश (टाउको माथिको आकाश) मा आइपुग्छ । जेष्ठ महिना सूर्य वृषमा, असारमा मिथुन, श्रावणमा कर्कट राशिमा घुमिरहन्छ ।

चित्रमा पृथ्वीबाट हेर्दा सूर्य कुम्भ राशिमा छ । त्यसैले पृथ्वीबाट हेर्दा सूर्यको विपरीत खण्डमा रहेको राशिहरू सिंह, कन्या, तुला आदि देखिन्छ । पृथ्वी सर्दै जाँदा सूर्य पनि आकाशको पृष्ठभूमिमा सर्दै गए जस्तो देखिन्छ ।



एउटै तारामण्डलमा रहेका ताराहरू पनि हामीले देखेजस्तै एकअर्कासँग नजिक र एउटै सतहमा होइनन् । ती एक अर्कासँग धेरै प्रकाश वर्षको दूरीमा छन् । पृथ्वीबाट पनि कुनै तारा नजिक र कुनै टाढा छन् । ती सबै एउटै सतहमा रहेका होइनन् ।

१०.८ **नेबुला (Nebula) :** राति आकाश सफा भएको बेला टेलिस्कोपले हेर्दा बादलका टुक्राजस्तो देखिने सेतासेता वस्तुलाई नेबुला भनिन्छ । नेबुला वास्तवमा विभिन्न ग्यासहरू, धुलाका कणहरू र अन्य पिण्डहरू मिलेर बनेको हुन्छ । नेबुला धेरै विशाल हुन्छ । सौर्य मण्डलभन्दा लाखौं गुणा ठूला हुन्छन् । यसमा हुने मुख्य ग्यासहरूमा हाइड्रोजन, हिलियम, नाइट्रोजन, अक्सिजन, CO_2, NH_3, CH_4 आदि हुन् भने धुलाका कणहरूमा फलाम, सिलिकन, कार्बन, म्याग्नेसियम, सल्फर आदि हुन् । यसमा भएका धुलाका कणहरू यिनै पदार्थबाट बनेका हुन्छन् । त्यसमा मुख्य कोर र बाहिरी भाग हुन्छ । फलाम, सिलिकेट, ग्राफाइटजस्ता वस्तु कोरमा रहन्छ भने CO_2, H_2O NH_3 , CH_4 आदिका बरफले कोरलाई ढाकेर बस्दछ । कुनैकुनै नेबुला धेरै विशाल हुन्छन् र यसभित्र ताराहरू पनि हुन्छन् । उदाहरणका लागि ओरायन नेबुला । यो ओरायन तारामण्डलको कमरमा लट्किएको तीनओटा तारामध्ये बीचको तारामा धमिलो बादलजस्तो देखिन्छ । तिनै ओरायन नेबुला हुन् ।

असोज, कार्तिकतिर आकाशगङ्गा स्पष्ट देख्न सकिन्छ । आकाशगङ्गामा देखिने सेता बादलका टुक्राहरू जस्ता देखिने वस्तु सबै नेबुला हुन् ।

१०.९ तारापुञ्ज (**Galaxy**) : ब्रम्हाण्डमा अरबौं ताराहरू मिलेर एउटै गुच्छा बनाएका हुन्छन् । ताराहरूको यिनै गुच्छालाई तारापुञ्ज भनिन्छ । ब्रम्हाण्डमा यस्ता तारापुञ्जहरूको सङ्ख्या 10^{11} रहेको अनुमान गरिन्छ । आकाश गङ्गा, एन्ड्रोमेडा, मसियर-87 (Messier 87) आदि । तारापुञ्जहरू आकारको हिसाबले तीन प्रकारका छन् : अन्डाकार, कमानी आकार (स्पाइल) र अनियमित आकार ।

हामी (सौर्यमण्डल र पृथ्वी) आकाशगङ्गा तारापुञ्जमा छौं । अरू तारापुञ्जलाई नाङ्गो आँखाले देख्न पनि सक्दैनौं । किन कि ती तारापुञ्ज अत्यन्त टाढा छन् । उदाहरणका लागि एन्ड्रोमेडा ग्यालेक्सी हाम्रो आकाशगङ्गाबाट २२ लाख प्रकाश वर्ष टाढा छ । त्यस्तै मिन राशिमा देख्न सकिने ग्यालेक्सी ६ करोड ३० लाख प्रकाशवर्ष टाढा छ ।

तारापुञ्ज पनि आफ्नै केन्द्र वरिपरि परिक्रमा गरिरहेको हुन्छ । यसरी परिक्रमा गर्ने गति सबैको एकनास हुँदैन । एउटा तारापुञ्ज र अर्को तारापुञ्जबीच पनि गुरुत्वाकर्षण बल हुन्छ । त्यसैले तारापुञ्जहरू पनि समूहमा हुन्छन् र एकअर्कालाई परिक्रमा गरिरहेका हुन्छन् । तारापुञ्जमा ताराहरू, ग्यास र धुलो हुन्छ ।

आकाशगङ्गा तारापुञ्ज (Milky way galaxy) : हाम्रो सौर्यमण्डल रहेको तारापुञ्जलाई आकाशगङ्गा तारापुञ्ज भनिन्छ । यसको केन्द्रबाट ३० हजार प्रकाशवर्षको दूरीमा सौर्यमण्डल रहेको छ ।

यो तारापुञ्ज बीचभागमा गोलाकार छ भने छेउतिर पातलिँदै गएको चक्र आकार (Spiral shape) छ । यसको व्यास करिब १ लाख २० हजार प्रकाशवर्ष छ । यसको पिण्ड ६.४ x ११^{११} सौर्यपिण्ड बराबर छ । यसमा करिब १५० अरब ताराहरू रहेको अनुमान गरिन्छ ।

असोज कार्तिकतिर आकाश सफा भएको रात आकाशमा हेर्दा सेतासेता बादलका टुक्राहरू जस्तो देखिने वस्तुहरू उत्तर पूर्वी कुनाबाट दक्षिण पश्चिमतिर फैलिएको फराकिलो बाटो जस्तो देखिन्छ । यो नै आकाशगङ्गा तारापुञ्ज हो । नाङ्गो आँखाले हेर्दा आकाशमा देखिने सबै ताराहरू आकाशगङ्गा तारापुञ्जभित्रकै हुन् । अन्य तारा पुञ्जका ताराहरू हेर्न टेलिस्कोपकै मदत लिनु पर्दछ ।

एन्ड्रोमेदा तारापुञ्ज (Andromeda galaxy) : आकाशगङ्गाबाट सबैभन्दा नजिकको कमानी आकारको तारापुञ्ज एन्ड्रोमेदा हुन् । यो पृथ्वीबाट हेर्दा एन्ड्रोमेडा तारा मण्डलमा पर्ने भएकोले यसको नाम एन्ड्रोमेडा राखिएको हो । यसलाई मसियर ३१ पनि भनिन्छ । यो आकाशगङ्गाबाट २२ लाख प्रकाशवर्षको दूरीमा छ । यसको व्यास १ लाख ७० हजार प्रकाशवर्ष छ । यसको पिण्ड ४ x $१०^{११}$ सौर्य पिण्ड छ ।

ठूलो मेगालानिक क्लाउड (Large Megalanic cloud) : यसलाई छोटकरीमा LMC मात्र भनिन्छ । यो तारापुञ्ज आकाशगङ्गाको सबैभन्दा नजिक छ । यसको दूरी १ लाख ६० हजार प्रकाशवर्ष छ । यो तारापुञ्ज आकाशगङ्गासँग हाइड्रोजन ग्यासको पुलले जोडिएको छ । LMC अनियमित आकारको तारापुञ्ज हो । यसको व्यास २६ हजार प्रकाश वर्ष मात्र छ । यो मझौला खालको तारापुञ्ज भनिन्छ । यसले आकाशगङ्गालाई परिक्रमा गरिरहन्छ । यसमा ४ अर्ब सौर्य पिण्ड बराबर हाइड्रोजन भएको अनुमान गरिन्छ ।

१०.१० ताराहरूको जीवनी

ब्रह्माण्डको अध्ययन गर्दा के कुरा स्पष्ट हुन्छ भने सबै ताराहरू निर्माण हुने आधारभूत तत्त्व भनेको हाइड्रोजन नै हो । ब्रह्माण्डमा हाइड्रोजन अपार मात्रामा पाइन्छ । ताराहरूमा पनि हाइड्रोजन नै अधिकांश मात्रामा पाइने तत्त्व हो । ताराहरू उत्पत्ति बारे बुझ्न महाविस्फोट (Big Bang)बारे केही थाहा पाउनुपर्छ ।

यो ब्रह्माण्डका सम्पूर्ण तारापुञ्जहरूमा भएका पिण्ड एउटै ढिक्का थिए । अत्यधिक खाँदिएको पदार्थहरू धेरै तातो हुन्छ र धेरै तातो विकिरण निकाल्दछ । परमाणुहरू टुक्रिएर प्रोटोन र इलेक्ट्रोन छुटिन्छ । यसरी आयोनीकरण भएका पदार्थको घनत्व यति धेरै थियो कि प्रकाश पनि छोटो दूरीमात्र जान सक्छ र तुरुन्तै सोसिन्छ । यो सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड नै कालो र अपारदर्शक थियो । यो कालो पिण्ड जस्तै थियो । यो यति धेरै तातो भयो कि अचानक महाविस्फोट भएर अत्यन्त तीव्र गतिमा फैलिन थाल्यो । यसरी यसको नाम महाविस्फोट रहन गयो । ब्रह्माण्ड फैलँदै गएपछि घनत्व र तापक्रम घट्न थाल्यो । महाविस्फोटको सिद्धान्त आइस्टाइनको सापेक्षतावादको सिद्धान्तमा आधारित छ । महाविस्फोट १६ x $१०^{१३}$ वर्ष (१६ खरब वर्ष) अगाडि भएको अनुमान गरिन्छ । तर महाविस्फोटको सिद्धान्त नै अन्तिम तथ्य नहुन पनि सक्छ । तारापुञ्जहरू एकअर्काबाट टाढिने क्रम अझै जारी भएको कुराले महाविस्फोट पुष्टि हुन्छ ।

ताराको उत्पत्ति (Origin of Star) : ब्रम्ह्माण्डमा भएको अति विशाल बादल जसमा ग्यास, धुलाका कणहरू र अन्य पिण्डहरू हुन्छन् । ती पदार्थहरू एकले अर्कोलाई आकर्षण गर्दै ठूला पिण्ड बन्न पुगे । त्यसपछि नजिकका अरू पिण्डहरू झन धेरै मात्रामा आकर्षण गर्न थाले । यसरी आकर्षणको क्रममा एकअर्कासँग ठोकिँदा ताप उत्पत्ति हुन्छ । पिण्ड जति ठूलो हुँदै गयो त्यसको

तापक्रम पनि सोहीअनुसार बढ्दै गयो । तापक्रम पर्याप्त बढेपछि थर्मोन्युक्लियार फ्युजन प्रतिक्रिया सुरु भयो र उज्यालो तारामा परिणत भयो । साना पिण्डहरूमा तापक्रम पर्याप्त बढ्न नसकेकोले ग्रहमा परिणत भयो जस्तै बृहस्पति, शनि, पृथ्वी, मङ्गल आदि ग्रहभित्र भएको ताप पनि पिण्डहरू आपसमा ठोकिएर पैदा भएको र सो ताप अझै कायम छ । सन् १९९३ मा सुमेकर र लेभी ९ पिण्ड बृहस्पतिमा ठोकिँदा अत्यन्त धेरै ताप उत्पन्न भएको टेलिस्कोपले देखिएकै थियो । उक्त पिण्डले पृथ्वीमा ठोकेका भए सायद सम्पूर्ण वनस्पति र प्राणी लोप भइसक्थे होला ।

ताराको अन्त (Death of the star) : सूर्यलगायत अन्य ताराहरूमा अहिले केन्द्रीय भाग (Core) मा मात्रै थर्मोन्युक्लियर फ्युजन भई ताप उत्पत्ति भइरहेको छ । बाहिरी भागमा रहेको हाइड्रोजन पिण्डको दबाबलाई केन्द्रीय भागमा न्युक्लियर प्रतिक्रियाले गर्दा उत्पत्ति हुने चापले सन्तुलन गरेर राखेको हुन्छ । जब केन्द्रमा हाइड्रोजन समाप्त हुन्छ तब न्यूक्लियर प्रतिक्रिया रोकिन्छ । यसपछि ताप र चाप उत्पन्न हुन बन्द हुन्छ र केन्द्रीय भाग खुम्चिन थाल्दछ । यसरी केन्द्रको तापक्रम बढन थाल्छ, तर यो ताप बाहिर सञ्चार हुन सक्दैन । यसकारण केन्द्र खुम्चिदै जाँदा त्यहाँको तापक्रम र घनत्व बढेर हिलियमलाई फ्युजन हुँदै कार्बन अक्सिजन बन्ने प्रक्रिया सुरु हुन्छ भने बाहिरी भाग निकै फैलिन्छ । यस्तो तारालाई Red Giant भनिन्छ । हाम्रो सूर्य पाँच अरब वर्षपछि यो अवस्थामा पुग्दा त्यसको वायुमण्डल फैलिएर पृथ्वीलाई समेत ढाकेर मङ्गल ग्रहसम्म पुग्नसक्छ । यसपछि के हुन्छ त्यो ताराको पिण्डमा भर पर्छ । तीन सौर्यपिण्डभन्दा कम ताराको केन्द्रमा हिलियम पनि सकिएपछि कार्बनलाई फ्युजन गर्न चाहिने तापाक्रम र घनत्व पुग्न सक्दैन । बाहिरी भाग विस्तारै अन्तरिक्षमा फैलिदै जान्छ भने केन्द्रचाहिं White Dwarf मा परिणत हुन्छ ।

तीन सौर्यपिण्डभन्दा बढीको ताराले चाहिँ केन्द्रमा क्रमशः पिण्डअनुसार कार्बनबाट नियन, त्योबाट अक्सिजन, अनि सिलिकनबाट फलामसम्म पुऱ्याउन सक्छ । फलामको न्युक्लियस सबैभन्दा स्थिर हो । अनि कुनै उर्जा उत्पादन हुन सक्दैन । केन्द्रीय भाग तीव्र गतिले खुम्चिन्छ र बाहिरी भागचाहिँ सुपर नोभा (Super Nova) विष्फोटले फालिन्छ । खुम्चिएको केन्द्रको भाग न्युट्रोन स्टारमा परिणत हुन्छ । यो भागको पिण्ड न्युट्रोन ग्यासको चापले पनि थाम्न नसक्ने गरी बढ्छ भने Black hole मा परिणत हुन्छ ।

सूर्यजत्रो तारा विस्फोट भएर बाँकी पदार्थ केन्द्रतिर नै खाँदिन्छ । यो खाँदिने क्रम केही हदपछि रोकिन्छ अर्थात् बाहिरी दबाब र केन्द्रबाट बाहिरतिर दबाब बराबर भएपछि रोकिन्छ । यस अवस्थामा तारा सानो र सेतो देखिन्छ त्यसैले यसलाई सेतो वाम (White dwarf) भनिन्छ । १.४ सौर्यपिण्डसम्मको तारा सेतो वाममा परिणत हुन्छ । सेतो वाममा भएका पदार्थको घनत्व $१०^{९}$ किलोग्राम / घनमिटर हुन्छ । सेतो वामको पिण्ड जति बढी भयो त्यति नै गुरुत्व बल बढ्न गई बढी खाँदिन्छ र त्यसको अर्धव्यास कम हुन्छ । सेतोबामको अवस्थामा कुनै थर्मोन्युक्लियर फ्युजन

प्रतिक्रिया हुँदैन । यो पहिलेकै तापले तातो रहन्छ । यो विस्तारै सेलाउँछ । अरबौं वर्षपछि सेलाएर कालोबाममा परिणत हुन्छ ।

न्युट्रन स्टार (**Neutron star**) : १.४ सौर्यपिण्डभन्दा ठूलो तारामा न्युक्लियर फ्युजन प्रतिक्रिया रोकिएपछि मध्यमण्डलमा रहेको पदार्थभित्र केन्द्रतिर भासिन्छ । ती पदार्थहरू खाँदिएर धेरै दबाब उत्पत्ति हुन्छ । यसमा घनत्व $१०^{१३}$ किलोग्राम / घनमिटरसम्म हुन्छ । यति धेरै दबाबमा इन्भर्स बेटा डिकेय (Inverse beta decay) हुन्छ । यस क्रियामा प्रोटोन र इलेक्ट्रोन जोडिएर न्युट्रन र न्युट्रिनो बन्छ । परमाणुको न्युक्लियस नै छिन्नभिन्न भएर न्युट्रन मात्रको ग्यासमा परिणत हुन्छ । यस्तो अवस्थाको तारालाई न्युट्रनस्टार भनिन्छ जसमा ८०% न्यूट्रन, १०% प्रोटोन र १०% इलेक्ट्रोन बाँकी रहन्छ । न्यूट्रन स्टारको व्यास १० देखि २० किलोमिटर मात्र हुन्छ । यहाँको एकचम्चा पदार्थ पृथ्वीमा १ अर्ब टन बराबर हुन्छ ।

पल्सार (**Pulsar**) : रेडियो तरङ्ग प्रसारण गर्ने न्युट्रनस्टारलाई पल्सार भनिन्छ । तरङ्ग प्रसार हुने आवृत्ति फरकफरक हुन्छ । कुनैमा प्रति सेकेन्ड ३० पल्स हुन्छ ।

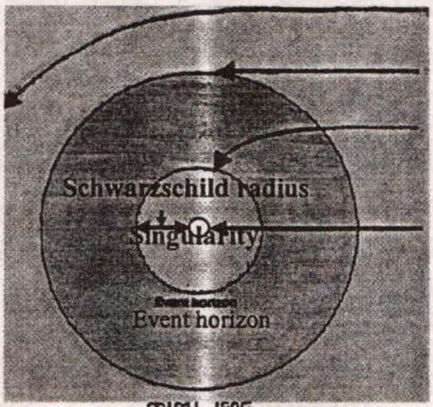
१०.११ कालो छिद्र (Black hole) :

ताराहरूमा शक्ति (प्रकाश, ताप) उत्पादन हुने प्रमुख कारण भनेको यसमा भएको अत्यधिक हाइड्रोजन ग्यास हिलियममा परिणत हुनु हो । ताराहरूको केन्द्र भागमा बाहिरी सतहमा भन्दा धेरै ताप र चाप भएको कारणले बाहिरी सतहको दाँजोमा केन्द्रमा हाइड्रोजन ग्यास तीव्र गतिले हिलियम हुँदै कार्बन, अक्सिजन, नियन, सिलिकन र आइरन जस्ता तत्त्वहरूमा परिणत हुन्छ । ताराहरूको केन्द्र भागमा उत्पन्न भएको अनन्त शक्ति प्रसार हुन बाहिरको चिसो सतहले बाधा पुऱ्याउँदा ताराहरूको विष्फोट हुन्छ । तीन सौर्यपिण्डभन्दा ठूला ताराहरू विष्फोट भएपछि बाँकी रहेको पदार्थ तीव्र गतिले केन्द्रतिर खाँदिन्छ । यो खाँदिने क्रमलाई न्युट्रन ग्यासको दबावले पनि रोक्न सक्दैन । जब उक्त खाँदिएको पिण्डको अर्धव्यास (Schwarzschild radus) (Rs.) = $2GM/c^2$ (M – Mass of black hole) हुन्छ, तब यो अर्धव्यासको सतहबाट प्रकाश पनि उम्कन सक्दैन । त्यसपछि उक्त वस्तु नदेखिने भएकाले कालो छिद्र (Black hole) भनिन्छ । यो सतहबाट फुत्कने गति (Escape velocity) प्रकाशको गति बराबर हुन्छ । ब्रह्माण्डका अध्येताहरूको के दावी छ भने यो ब्रह्माण्डको 90% पदार्थ देखिँदैन र केवल 10% पदार्थ मात्र देख्न सकिन्छ । त्यसैले यो ब्रह्माण्डमा देखिनेभन्दा नदेखिने संसार ज्यादै ठूलो छ । कालो दूलो अर्थात छिद्रको नामाकरण यसर्थ सार्थक ठहरिन्छ कि प्रकाश पनि बाहिर नआउने भएको हुनाले उक्त वस्तु देखिँदैन । त्यसैले कालो भनिएको हो भने यसको छेउछाउमा रहेका वस्तुहरूलाई आकर्षित गरेर आफूमा समाहित गराउने, मिलाउने वा छिराउने भएकाले छिद्र वा दुलो भनिएको हो । कुनै पनि ताराहरू काला छिद्रमा परिणत हुँदा यिनीहरूको आकार असाध्यै घट्छ । सूर्य तथा पृथ्वी कालो छिद्रमा परिणत भए यिनीहरूको अर्धव्यास क्रमश: 3 किलोमिटर र 3 सेन्टिमिटर हुन्छ । कालो छिद्रको बाहिरी घेरालाई Event

horizon भनिन्छ । Event horizon भित्रको बारेमा कुनै पनि सूचना बाहिरी संसारमा आउन नसक्ने भएको हुनाले नै यसको नामाकरण Event horizon गरिएको हो ।

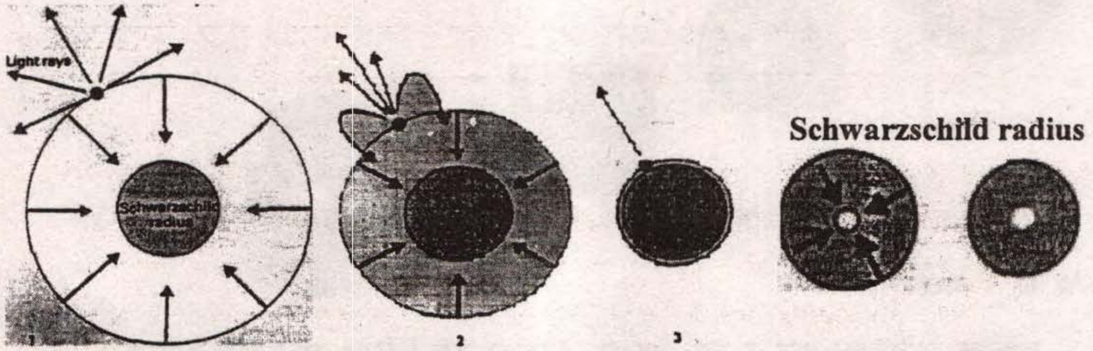
तपाईँलाई थाहा भएकै कुरा त हो !

Object	Mass	Schwarzschild Radius (Rs)	Density Kg./m^3
Small Mountain	10^{12}kg	1.5×10^{-15}m	10^{56}
The Earth	6×10^{24}kg	9 mm	10^{30}
The Sun	2×10^{30}kg= $1m_0$	3 km	10^{19}
Entire Galaxy	$10^{11}M_o$	0.03 light yrs.	10^{-3}



कालो छिद्र

यो चित्रले कालो छिद्र बन्ने प्रक्रिया बुझ्न केही सजिलो होला कि ?



चित्र नं. १ चित्र नं. २ चित्र नं. ३ चित्र नं. ४ चित्र नं. ५

तारा खुम्चने क्रममा

- यसको जुनसुकै सतहबाट जुनसुकै कोणमा प्रकाश फुत्कन्छ (चित्र १)
- खुम्चने क्रम सुरु भएपछि यसको सतहबाट फुत्कन लागेको प्रकाशका किरणहरू बाङ्गिएर पुन: छिद्र भित्रै छिर्छन् । (चित्र २)
- तारा Schwarzschild Radius को अवस्थामा पुग्नुभन्दा पहिले ठाडा किरणहरू (Vertical rays) मात्र फुत्कन सक्छन् । (चित्र ३)
- तारा Schwarzschild radius) को स्थितिमा पुगेपछि त्यसबाट प्रकाश फुत्कन छोड्छ त्यसपछि यो देखिदैन (चित्र ४)
- घटना क्षितिज (Event horizon) को निर्माण हुन्छ र उक्त वस्तुको पूरै पिण्ड Singularity मा परिणत हुन्छ (चित्र ५)

कालो छिद्र हेर्दा देखिँदैन तर शून्यतालाई आधार बनाएर ताराहरू घुमिरहेको कुरा टेलिस्कोपको अध्ययनले बताउँछ । कालो छिद्रलाई परिक्रमा गर्ने ताराहरूबाट कालो छिद्रले पदार्थ आफूतिर तान्छ । त्यो पदार्थ कालो छिद्रलाई तीव्र गतिले परिक्रमा गर्दै त्यसभित्र खस्छ । यसरी परिक्रमा गर्दा त्यो पदार्थले शक्तिशाली एक्सरे फाल्छ । यस्तो एक्सरेलाई पृथ्वीको वरिपरि घुमिरहने चन्द्र एक्सरे टेलिस्कोपले नापेको छ । यस प्रकारको रेडियो तरङ्ग र एक्सरे कालो छिद्रसँगको अन्तर्क्रियाबाट बाहेक उत्पन्न हुन नसक्ने भएकाले यिनको अस्तित्व प्रमाणित भएको मानिन्छ । उनीहरूका अनुसार हाम्रो ग्यालेक्सीको केन्द्रमा 109 M_0 पिण्ड भएको कालो छिद्र छ ।

कालो छिद्रका बारेमा प्रोफेसर स्टेफन ह्वकिङ्गको मत अलि फरक छ । ह्वकिङ्गकाअनुसार कालो छिद्र हाम्रो सोचाइ जस्तो कालो छैन । यसले Event horizon नजिक हुने अन्तरक्रियाले गर्दा यसले पनि केही विकिरण छोड्छ भन्ने हकिङ्गले प्रमाणित गरेका छन् । जति कम पिण्डको कालो छिद्र छ त्यति शक्तिशाली विकिरण छोड्छ, वाष्पीकृत हुने अवस्थाका कालो छिद्रले त गामाकिरण (Gama rays) नै छोड्छ ।

(सानो कालो छिद्रले ठूलो दाँजोमा धेरै विकिरण छोड्छ)

१०.१२ ग्रह र ताराको अवलोकन

पहिलेका मानिसहरू तारा र तारा मण्डल अवलोकन गरी विभिन्न ऋतुहरूको आगमन र प्रस्थान भएको थाहा पाउँथे । त्यस्तै राति ताराहरू हेरेर रातको समय अन्दाज गर्दथे । एकजना साथीको राति अबेरसम्म पढ्ने बानी रहेछ । अबेरसम्म पढ्न बस्दा उनको हजुरआमा आएर भन्नुहुन्थ्यो रे तीन तारा माथि आइसक्यो अबेर भयो अब त सुत बाबु । पहिले मानिसहरु तीनतारा राति आकाशमा देखिने भएपछि दसैं नजिक आएको कल्पना गर्दथे । यसरी खगोल विज्ञान नपढेका मानिसहरू पनि ताराहरू अवलोकन गरेर दैनिक जीवनमा उपयोग गर्दथे । तिनीहरूसँग व्यवहारिक शिक्षा थियो ।

हुन त सबै ताराहरू हामीले चिन्न सक्दैनौं । तर केही प्रमुख तारामण्डल र ताराहरू चिन्नु उपयोगी नै हुन्छ । सबै तारा-मण्डलहरू आकाशमा सधै रहिरहन्छ तापनि पृथ्वीबाट विभिन्न तारा मण्डलहरू विभिन्न ऋतुहरू (महिनाहरू) मा मात्र देखिन्छ । फेरि ताराहरू उदाउने र अस्ताउने समय पनि निरन्तर परिवर्तन भइरहन्छ । यसो हुनुको खास कारण पृथ्वीले सूर्यको वरिपरि कक्ष भ्रमण गर्नु हो । पृथ्वीबाट हेर्दा आकाश गोलाकार देखिन्छ । दिउँसो देखिने आधा र रातमा देखिने आधा आकाशलाई

मिलाउँदा पूर्ण गोलाकार आकाश बन्छ । यसलाई खगोल (Celestial sphare) भनिन्छ । ज्योतिषविज्ञानमा उक्त काल्पनिक खगोलको भित्तामा सम्पूर्ण ताराहरू, ग्रह र सूर्य टाँसिरहेका छन् भनेर कल्पना गरिन्छ । कुनै तारामण्डल रातमा देखिएको बेला त्यसका विपरीत भागमा परेको तारा र तारा मण्डल दिनमा देखिने आकाशमा पर्दछन् । सूर्यको वरिपरि पृथ्वीले परिक्रमा गर्दा सूर्यतिरको आकाशमा पर्ने ताराहरू पृथ्वीबाट नदेखिने भएकोले यस्तो भएको हो । पृथ्वीले २४ घण्टामा आफ्नो अक्षमा एकफन्का घुम्छ । त्यसैले सम्पूर्ण आकाशीय पिण्डहरू २४ घण्टामा एक चक्कर पृथ्वीको वरिपरि आकाशमा घुमेको देखिन्छ ।

सबैभन्दा पहिले सप्तऋषि तारामण्डल (Ursa major), कश्यप (Cassiopia) तारामण्डल र ध्रुव तारालाई चिन्न सजिलो पर्छ । यी तीनमध्ये दुई सधैं उत्तरतिरको आकाशमा देखिरहन्छन् ।

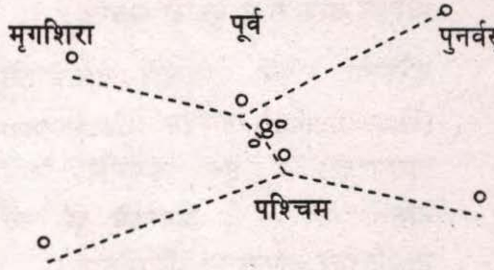
सप्तऋषि र कश्यपले ध्रुवतारालाई घडीको सुईले जस्तै परिक्रमा गर्दछ । ध्रुवतारा ती दुईको केन्द्र विन्दुमा पर्ने भएकाले सधैँभरि निश्चल भइ रहेको देखिन्छ । ध्रुवतारा पृथ्वीको अक्षबाट सीधा परेकोले सधैं एकैठाउँमा रहिरहेको देखिन्छ । अरू तारा र तारा मण्डलजस्तै उदाउने र अस्ताउने गर्दैन । अर्को कुरा सप्तऋषि उदाउँदा कश्यप अस्ताउँछ । त्यस्तै कश्यप उदाउँदा सप्तऋषि अस्ताउँछ ।

सप्तऋषि : सप्त ऋषिलाई माघ महिनादेखि भाद्रसम्म देख्न सकिन्छ । पुष महिनामा राति १० बजे उदाउँछ भने फागुनतिर साँझ ५ बजे नै उदाउँछ । तर जेठअसारतिर दिउँसो १२ बजे नै उदाइसक्छ । त्यसैले देख्न सकिँदैन । साँझ ६ बजे आफू बसेको ठाउँको देशान्तर रेखामा आइपुग्छ र उत्तरपश्चिम आकाशमा अस्ताउँछ । रातको ८ बजे उत्तरपश्चिमतिरको आकाशमा पुगिसकेको हुन्छ । यो उदाउँदा उत्तरपूर्वी आकाशबाट उदाउँछ । २०६२ साल असार २० गते राति ८ बजे आकाश हेर्दा सफा देखिएको थियो । त्यही बेला देशान्तरबाट पश्चिम र आफू बसेको ठाउँबाट उत्तरतिर सप्तऋषि तारामण्डल देखियो । उदाउने र अस्ताउने समय पहाडी मुलुक भएको हुनाले पहाडले छेकेर फरक पर्न सक्छ । आकाशमा अवलोकन गरी आफैँले समय पत्ता लगाउने गर्नु बेस होला ।

ध्रुवतारा **(Pole star) :** सप्तऋषि तारामण्डलको टाउकोमा रहेको दुईओटा ताराहरू जोड्ने रेखाबाट सीधा ती दुईको दूरीभन्दा करिब पाँचगुणा दूरीमा एउटा मधुरो खालको तारा देखिने छ । त्यो नै ध्रुव तारा हो । ६ घण्टाको अवधिमा सप्तऋषि तारा मण्डल आकाशमा 90^0 घुम्छ तर ध्रुवतारा भनेको जहाँको तहीँ रहन्छ । ध्रुवतारा न उदाउँछ न अस्ताउँछ । ध्रुवताराले ठीक भौगोलिक उत्तरी दिशातिर देखाउँछ । नेपाल भूमध्यरेखाबाट २८° अक्षांशमा पर्दछ । त्यसैले नेपालबाट हेर्दा ध्रुवतारा क्षितिजबाट २८° उचाइमा (Declaination) मा पर्दछ । एकपटक ध्रुवतारा चिनेपछि यो तारा जहाँबाट हेरे पनि सजिलै देख्न सकिने हुन्छ ।

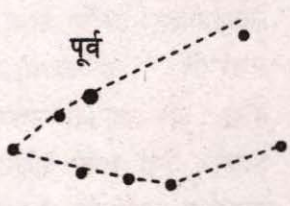
कश्यप (Cassiopia) : यो अङ्ग्रेजी अक्षर 'W' आकारको तारामण्डल हो । सप्तऋषिको स्थानबाट ध्रुवतारा नाघेर विपरीत स्थानमा रहेको हुन्छ । यो तारामण्डल भाद्र महिनातिर साँझसाँझ उत्तरपूर्वी आकाशमा देख्न सकिन्छ । वास्तवमा अरू ताराहरूजस्तै यो पनि उदाउने समय दैनिकरूपले चाँडो हुन्छ । किन कि सबै ताराहरू दैनिक रूपले पूर्वबाट पश्चिमतिर सर्दै जान्छ । पृथ्वीको कक्ष भ्रमण (वार्षिक गति) ले यस्तो भएको हो । एउटा तारामण्डल आज जुन ठाउँमा देखिएको हो केही दिनपछि त्यही समयमा हेर्दा अलि पश्चिम सरिसकेको हुन्छ । तर यो गति धेरै ढिलो हुन्छ, ग्रहले जस्तो छिटो सर्दैन । अर्को कुरा एउटामात्र होइन सम्पूर्ण ताराहरू सँगै सर्छन् । यसले गर्दा एउटा तारा र अर्को ताराबीचको दूरी भने परिवर्तन भएको हुँदैन ।

कालपुरुष (Orion) : यो जनमानसमा प्रख्यात भएको तारा मण्डल हो । यो तारा मण्डललाई तीनतारा नामले चिन्दछन् । तीनओटा चम्किला ताराहरू लहरै देखिने भएकाले तीनतारा भनिएको हुन सक्छ ।

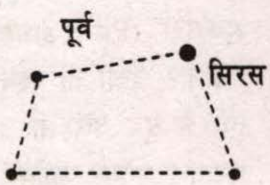


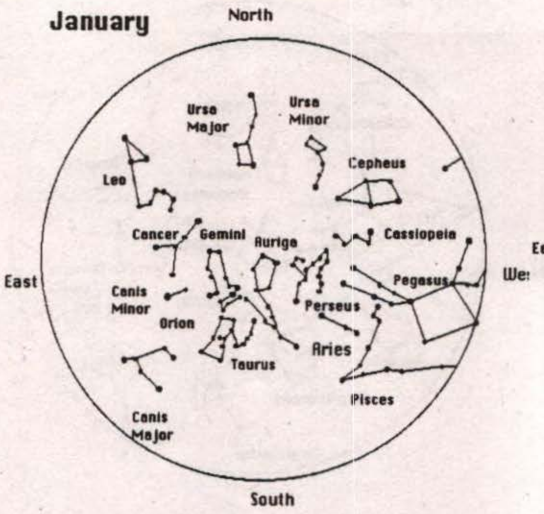
यो तारा मण्डलमा तीनओटा चम्किला ताराहरू पूर्वपश्चिम तेर्सिएर लहरै बसेका हुन्छन् भने त्यसको चारतिरको कुनामा अर्को चारओटा ताराहरू रहेका हुन्छ । बाँकी ताराहरू नाङ्गो आँखाले देखिँदैन । यो तारामण्डललाई कालपुरुषको कल्पना गरिएको छ । तीनओटा ताराहरू कालपुरुषको कमरमा रहेका छन् । ती तीनओटासँग तेर्सो परी अर्को ससाना तीनओटा ताराहरू पनि राम्ररी हेरेमा देख्न सकिन्छ । ती ससाना तीनओटालाई कालपुरुषको कमरमा लट्किएका तरबारको कल्पना गरिएको छ । यो तारा मण्डल भाद्रआश्विन महिनादेखि देखिन सुरु गर्दछ । आश्विनमा यो राति २/३ बजेतिर देखिन्छ । कार्तिकको अन्ततिर बेलुका ८ बजेतिर नै यो तारा उदाउँछ । मंसिरमा साँझै देखिन्छ । माघ महिनामा ८ बजेतिर यो टाउकोमाथि आउँछ ।

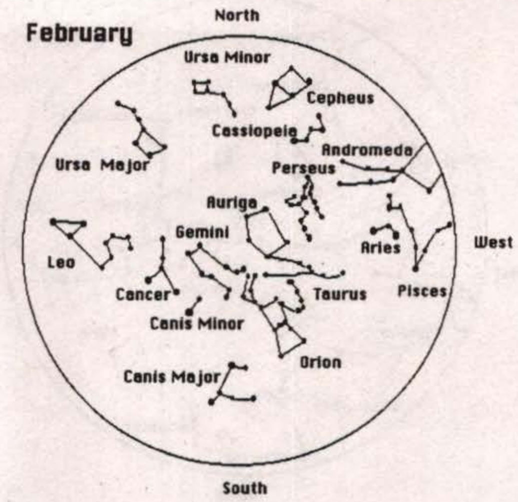
वृष राशि (Taures) : यो तारा मण्डल कालपुरुषसँगै रहेको हुन्छ । यसलाई पनि चिन्न सजिलो छ । कालपुरुषभन्दा उत्तरपश्चिमतिर अङ्ग्रेजी अक्षर 'V' आकारको तारा मण्डल वृष राशि हो । यो तारा मण्डल कालपुरुषभन्दा करिब एक घण्टा अगाडि उदाउँछ ।

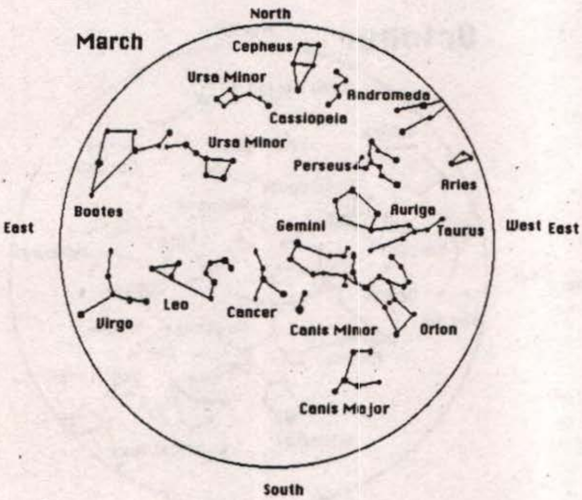


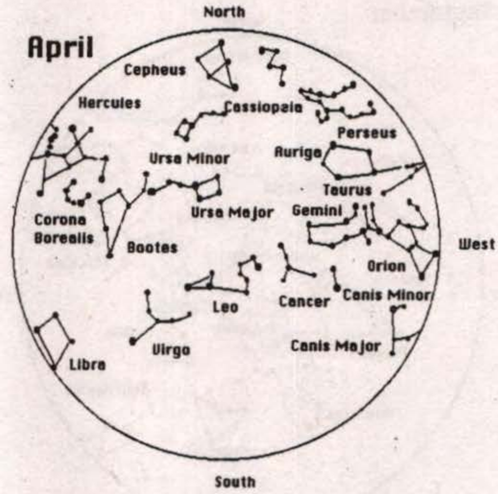
क्यानिस मेजर (Canis major) : यो करिब आयताकारको तारामण्डल हो । यो तारामण्डल कालपुरुषको दक्षिणपूर्वी दिशामा पर्दछ । आकाशमा देखिने ताराहरूमध्ये सबैभन्दा चम्किलो तारा सिरस यसै तारापुञ्जमा पर्दछ । कालपुरुषभन्दा १५ मिनेटजति पछि यो तारा उदाउँछ । यसमा संलग्न राखिएका तारा नक्सा (Star maps) हेरेर प्रत्येक महिना आकाशमा अवलोकन गर्ने गरेमा अरू पनि तारापुञ्ज र ताराहरू चिन्न सक्ने हुन्छ ।

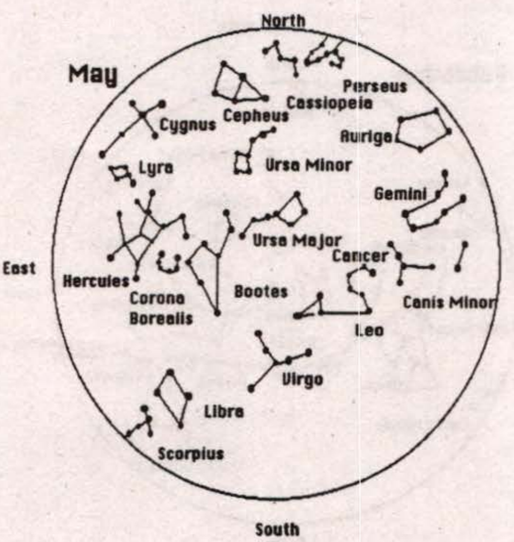


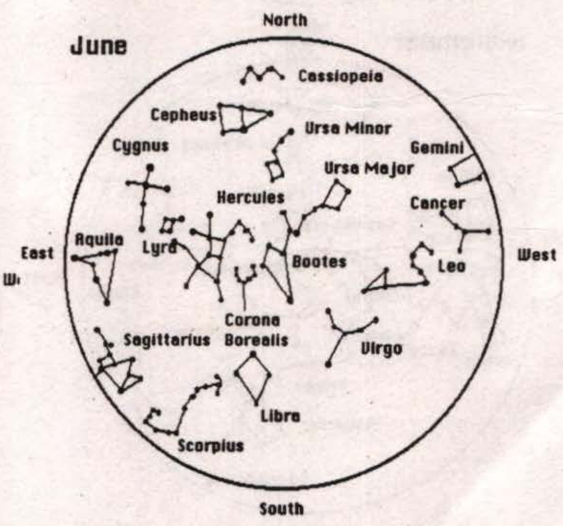

January
North
Ursa Major
Ursa Minor
Leo
Cepheus
Cancer
Gemini
Auriga
Cassiopeia
East
Canis Minor
Orion
Pegasus
Perseus
Aries
Taurus
Pisces
Canis Major
South


North
February
Ursa Minor
Cepheus
Cassiopeia
Andromeda
Ursa Major
Perseus
Auriga
Gemini
East
Leo
Aries
West
Cancer
Taurus
Pisces
Canis Minor
Orion
Canis Major
South

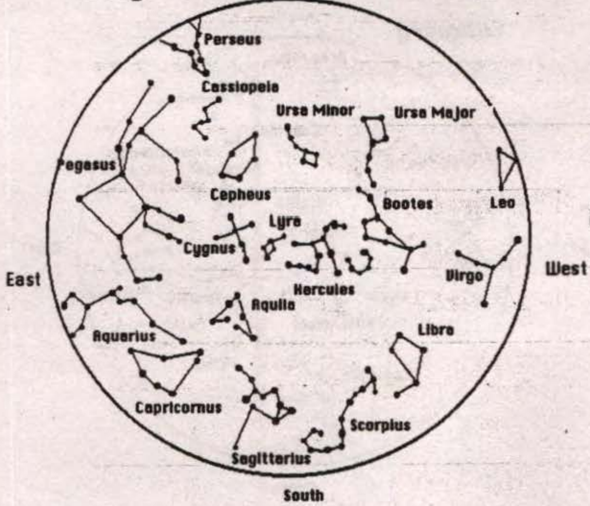

North
March
Cepheus
Ursa Minor
Andromeda
Cassiopeia
Ursa Minor
Perseus
Aries
Bootes
Auriga
East
Gemini
Taurus
West
Leo
Cancer
Virgo
Canis Minor
Orion
Canis Major
South


North
April
Cepheus
Hercules
Cassiopeia
Perseus
Ursa Minor
Auriga
Taurus
Ursa Major
Gemini
Corona Borealis
East
Bootes
West
Orion
Leo
Cancer
Canis Minor
Virgo
Canis Major
Libra
South

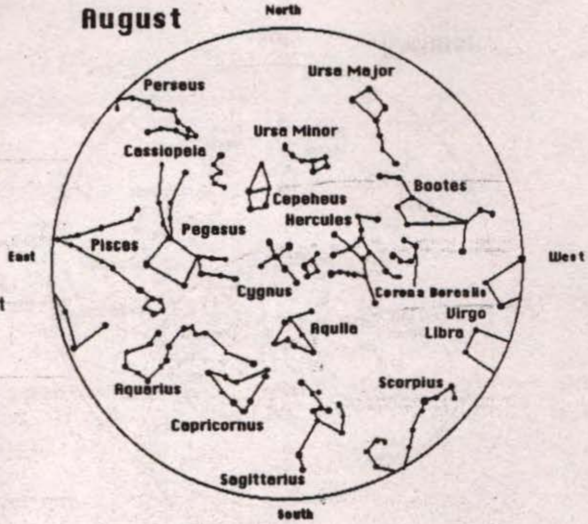

North
May
Perseus
Cassiopeia
Cygnus
Cepheus
Auriga
Lyra
Ursa Minor
Gemini
Ursa Major
Cancer
East
Hercules
Corona Borealis
Bootes
Canis Minor
Leo
Virgo
Libra
Scorpius
South


North
June
Cassiopeia
Cepheus
Ursa Minor
Cygnus
Gemini
Ursa Major
Hercules
Cancer
Aquila
East
Lyra
Bootes
Leo
West
Corona Borealis
Sagittarius
Virgo
Libra
Scorpius
South

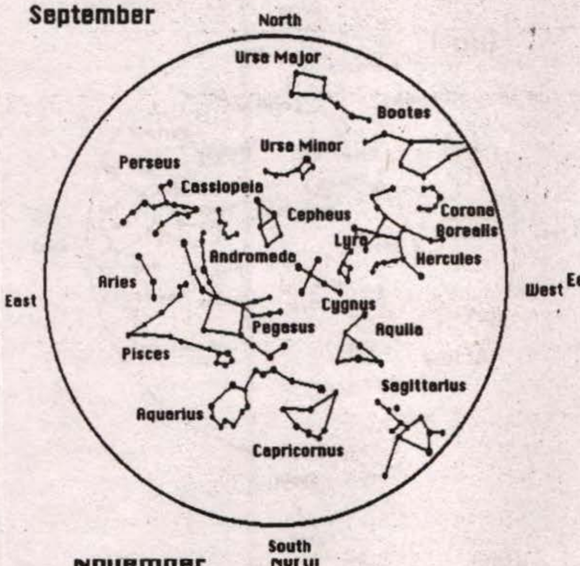
July



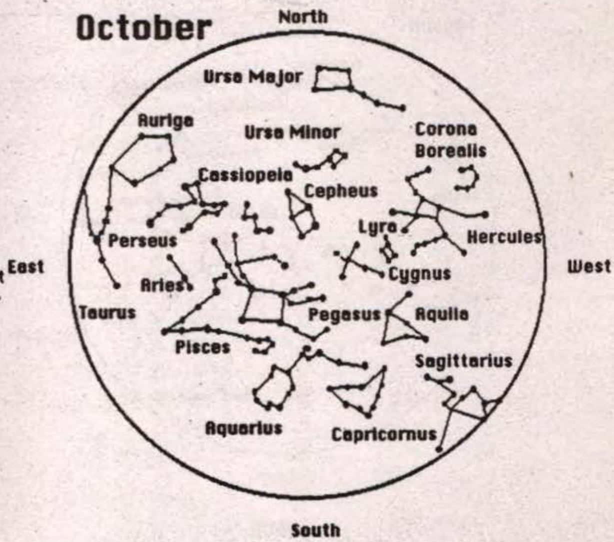
August



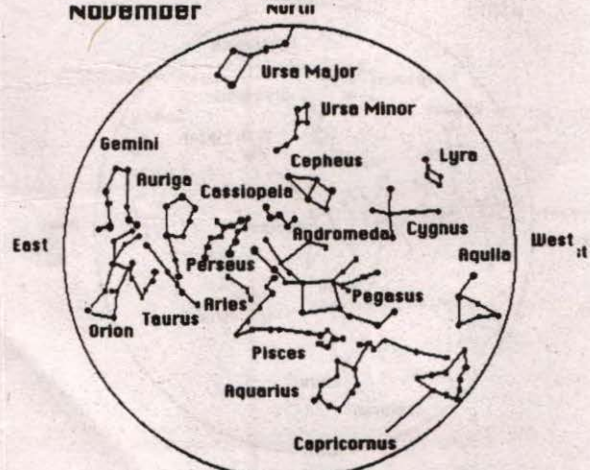
September



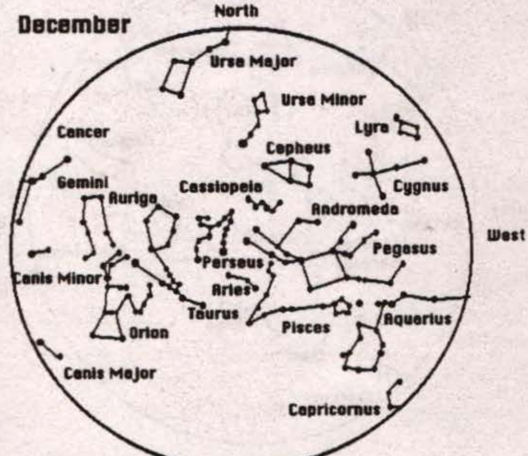
October



November



December



अवलोकन : हरेकदिन रातको ८ देखि ९ बजेभित्र आकाशमा हेर्ने । बादल नभै सफा छ भने कुनकुन तारा मण्डलहरू र ताराहरू देखियो टिपोट गर्ने । यस्तै मैले अवलोकन गर्दा २०६२ असार २० गते आकाशमा बादल थिएन । राति ८ बजे वृश्चिक राशि दक्षिण आकाशमा देखिएको थियो ।

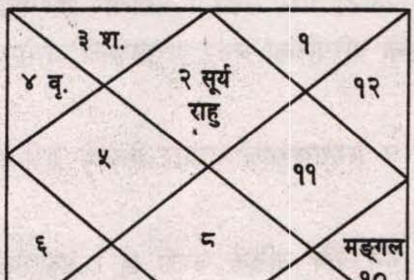
१०.१३ ग्रह चिन्ने तरिका :

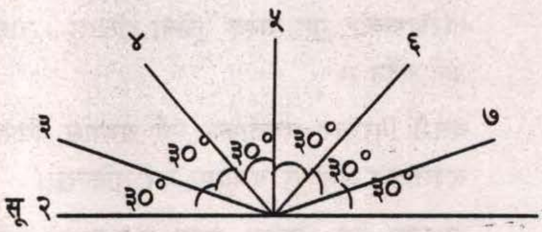
सौर्यमण्डलका नौओटा ग्रहहरूमध्ये केहीलाई देख्न र चिन्न सजिलो पर्दछ ।

बुध : यो सूर्यको अत्यन्त नजिक हुनाले सूर्यसँगै उदाउने र अस्ताउने गर्दछ । सूर्यको प्रकाशले गर्दा यो ग्रहलाई देख्न मुस्किल पर्दछ । सानो ग्रह भएकाले पनि नाङ्गो आँखाले देखिँदैन । टेलिस्कोपले हेर्दा सूर्यको प्रकाशले गर्दा आँखाको ज्योति नष्ट हुन्छ । राम्रो ज्ञान नभै यो ग्रह अवलोकन गर्नुहुँदैन ।

शुक्र : शुक्रग्रहलाई साँझको तारा (Evening star) पनि भनिन्छ । यो कहिले सूर्यास्त पछि पश्चिमतिर आकाशमा चम्किलो तारा जस्तै देखिन्छ । कहिले भने बिहान सूर्योदय हुनुअगाडि पूर्वी आकाशमा चम्किलो तारा जस्तै देखिन्छ । सूर्य र चन्द्रमापछि सबभन्दा चम्किलो वस्तु शुक्र ग्रह नै हो ।

पात्रोको मदतले ग्रह र राशि चिन्ने विधि : पात्रोमा प्रत्येक महिनामा दुईओटा राशि कुण्डली दिइएको हुन्छ । राशि कुण्डलीमा दुईहप्तासम्म राशिमण्डल, सूर्य, चन्द्रमा र ग्रहहरूको स्थान दिइएको हुन्छ । यसमा जुन राशिमा सूर्य देखाइएको छ सो राशि सूर्यसँगै उदाउने र अस्ताउने गर्दछ । जम्मा १२ ओटा कोठामा १२ राशिहरू क्रमशः मिलाएर राखिएको हुन्छ । मेष, वृष, मिथुन, कर्कट, सिंह, कन्या, तुला, वृश्चिक, धन, मकर, कुम्भ र मिन राशिको क्रमशः १ देखि १२ सम्मको अङ्कले जनाएको हुन्छ ।





दिइएको कुण्डलीमा २ नं. को राशि (वृष) मा सूर्य र राहु रहेको छ । सूर्य अस्ताउँछ वृष राशि पनि अस्ताउँछ । त्यसै पछिका राशिहरू मिथुन-३, कर्कट-४, सिंह-५, कन्या-६ र तुला-७, पश्चिम क्षितिजबाट क्रमशः ३०° को कोण फरक पारी आकाशमा बसेका हुन्छन् । त्यसैले वृष राशि अस्ताउँदा वृश्चिकराशि भर्खर उदाएको हुन्छ । वृश्चिकपछिका राशिहरू हरेक दुईघण्टापछि क्रमैसँगै

उदाउने गर्दछ । किन कि हरेक दुईघण्टापछि एउटा राशि उदाउने र एउटा राशि अस्ताउने क्रम चलिरहन्छ ।

वृश्चिक राशि उदाएको दुईघण्टापछि मकर राशि उदाउँछ । उक्त मकर राशिमा नै मङ्गलग्रह रहेको कुण्डलीले देखाएको छ । त्यसको ठीक छ घण्टापछि मकरराशि र मङ्गलग्रह आफू बसेको ठाउँको देशान्तरमा आइपुग्छ । मङ्गल ग्रह आकाशको देशान्तरमा खोजेर फेला पर्न सकिन्छ ।

कुण्डलीअनुसार शनिग्रह मिथुन राशिमा छ । यो मिथुन राशिको सँगसँगै उदाउने र अस्ताउने गर्दछ । बृहस्पति कर्कट राशिमा पर्दछ । यो कर्कट राशिसँगै उदाउने र अस्ताउने गर्दछ ।

यसरी कुण्डली हेरेर प्रत्येक पन्ध्रदिनमा कुन राशि र ग्रह कहिले उदाउँछ र कहिले अस्ताउँछ भन्ने थाहा पाउन मदत गर्दछ । यसकै आधारमा कुनै पनि समय कुनै ग्रह या राशि मण्डल कुन स्थानमा छ भनी हिसाब गर्न सकिन्छ ।

- ग्रह चिन्नका लागि ग्रहको प्रकृति पनि थाहा पाउन जरुरी छ । जस्तो मङ्गल ग्रह रातोरातो देखिन्छ; मधुरो देखिन्छ; पिलपिल गर्दैन; स्थिर रहँदैन ।
- बृहस्पति ग्रह शुक्रग्रहभन्दा कम र अन्य ताराहरूको दाँजोमा बढी चम्किलो देखिन्छ । दिनदिनै ठाउँ फेर्छ ।
- शनिग्रह बृहस्पतिभन्दा कम चम्किलो तर अन्य चम्किने ताराहरूजस्तै देखिन्छ । अन्य तारासँग तुलना गर्दा यसले दैनिक रूपमा ठाउँ फेर्दछ ।
- ग्रहहरू सबै दिनको समयमा सूर्य आकाशमा जुन बाटोबाट हिँड्ने गर्दछ सोही बाटोको आसपासमा भेटिन्छन् ।
- ग्रह हो कि होइन यकिन गर्न आज जुन समयमा एउटा ग्रह जहाँ देखिएको हो त्यसको आसपासमा ताराहरू कुनकुन ठाउँमा छन्, याद (नोट) गरी राख्ने । तीनचार दिनपछि तिनै ताराहरूबाट ग्रह फरक दूरीमा देखिन्छ । ताराहरूले वरिपरिका अन्य ताराहरूको दाँजोमा ठाउँ फेर्ने गर्दैन ।

  यसरी निरन्तर अवलोकन गर्ने अभ्यास, मिहिनेत र लगनकुण्डलीअनुसार हिसाब गरी ग्रहहरू अवलोकन अनुकूल समयमा गर्न सकिन्छ ।

  ताराहरू हेर्न अनुकूल समय र स्थानको छनोट गर्नु पनि उत्तिकै जरुरी छ । अब्जर्भेटरीहरू सहरदेखि टाढा र अग्लो डाँडामा स्थापना गरिनुको कारण पनि त्यही हो । सहरी क्षेत्रमा धुलो र धुवाँको प्रदूषण हुन्छ । प्रदूषणले गर्दा आकाश धमिलो देखिन्छ । तारा र ग्रह स्पष्ट देखिदैन । सहरतिर धेरै बत्तीहरू बल्ने भएकाले रातको समयमा बत्तीको उज्यालोले गर्दा ताराहरू प्रस्ट नदेखिने हुन्छ । त्यसैले निम्न कुराहरूमा ध्यान दिनु उपयुक्त हुन्छ ।

- चैत्र, वैशाख र जेठतिर प्रदूषणले गर्दा आकाश धमिलो भई स्पष्ट देख्न नसकिने हुन्छ । असार, साउन र भदौतिर प्राय बादल लागिरहन्छ । त्यसैले आकाश अवलोकनका लागि उपयुक्त समय होइन ।
- असोज, कात्तिक र मंसिर आकाश अवलोकनका लागि सबैभन्दा उपयुक्त समय हो । वर्षाको पानीले वायुमण्डलको धुलो र प्रदूषण पखालेर आकाश सफा भएको हुन्छ । बादल पनि लाग्दैन । जाडो पनि त्यति हुँदैन ।
- पुस, माघ र फागुन पनि आकाश अवलोकनको लागि ठिकै समय हो । हावा अलिअलि प्रदूषण त हुन्छ तर कुइरोले गर्दा हावाको धुलो धुँवा अलिअलि पखालिन्छ । रात अबेरतिर कुहिरो लाग्ने बेला आकाश देख्न सकिँदैन । विशेष गरी पुस र माघ जाडो हुने हुँदा धेरै बेर खुल्ला ठाउँमा बस्न गाह्रो हुन्छ ।
- आकाश अवलोकन गर्न सहरबजारबाट टाढा खुल्ला ठाउँको छनोट गर्नुपर्दछ । सकेसम्म अग्लो ठाउँ, पहाडको टाकुरा, नभए अग्लो घरको कौशीबाट बत्ती नबालीकन अवलोकन गर्नु झन राम्रो हुन्छ ।
- दुरविन बाइनोकुलरको मदत लिएमा नाङ्गो आँखाले नदेखिने ताराहरू पनि देख्न सकिन्छ ।
- तारा र ग्रहहरूको नक्सा कुण्डली, सेक्स्टान्ट, अस्ट्रोलोब आदि उपकरणहरूको मदत लिनुपर्दछ ।

परियोजना कार्य

१. छातामा प्लानिटोरियमको नमुना बनाउन

(क) छाता खालेर तारामण्डलको आकृति आउने गरी ग्लुको सहायताले सितारा (सेतो र रातो) छातामा टाँस्ने ।

(ख) छाताको डाँठ जोडिएको ठाँउ धुवतारा मानेर त्यसको नजिक सप्तऋषि, क्यासिमोमिया र उत्तरी गोलार्धमा देखिने तारामण्डल बनाउने ।

(ग) छातालाई घडीको सुइको उल्टो दिशामा घुमाएर राति आकाश घुमेको नमुना प्रस्तुत गर्ने ।

२. (क) ताराहरूको नक्सा हेरी क्यासियोमिया, धुवतारा र सप्तऋषि तारामण्डलको नक्सा कोर्नुहोस् ।

(ख) राशिमण्डलको नक्सा कोर्नुहोस् ।

(ग) धुवतारा पत्तालगाउने विधि लेख्नुहोस् ।

(घ) राशिमण्डलका १२ ओटा तारामण्डलहरू कुन कुन बेला देखिन्छन् । यी तारामण्डलहरू चिन्ने आधार के छन् ? लेख्नुहोस् ।

३. (क) २ ओटा कन्भेकस लेन्स (५ से.मि. र २५ से.मि. केन्द्रीकरण दूरी भएको) लिनुहोस् । लेन्स ठिक्क अट्ने गरी करिब ३० से.मि. लामो कार्डबोर्ड पेपरको दुईओटा रोलर (एउटा अर्कोमा पस्ने गरी) बनाएर टेपले बेर्नुहोस् ।

(ख) प्रत्येक रोलरको भित्र छेउतिर लेन्स जडान गरी टेपले लेन्सलाई रोलरमा टाँस्नुहोस् ।

(ग) लेन्सहरु छेउछेउमा पर्ने गरी एउटा रोलरमा अर्को रोलर घुसाउनुहोस् ।

(घ) केन्द्रीकरण दूरी ५ से.मि. भएको लेन्स आँखातिर पारेर ताराहरूको अवलोकन गर्नुहोस् ।

(ङ) तपाईंले अवलोकन गरेका ताराहरूको बारेमा कार्यशालामा छलफल गर्नुहोस् ।

थप अध्ययनका लागि पठन योग्य सामग्रीहरू :

१. Jelik, Michiaez; Astronomy

२. Mac Donald, Peter; The Universe, S. Chand and Company; 1994.

३. माध्यमिक तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५७ ।

४. नि.मा.वि. तहको विज्ञान प्रशिक्षक निर्देशिका, माध्यमिक शिक्षा विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर, २०५९ ।

५. www.darapt.com.oc.uk/user/gr/public/bh_obsv.html