Government of Karnataka

विज्ञान

9

इयत्ता नववी
NINETH STANDARD

मराठी माध्यम
MARATHI MEDIUM

भाग – 2

NOT TO BE REPUBLISHED
@KTBS

विद्यया ऽ मृतमश्नुते
एन सी ई आर टी
NCERT

National Council of Educational Research
And Training. NCERT Campus
Sri Aurobindo Marg New Delhi 110 016

Karnataka Text book Society (R.)
6th Cross, Malleshwaram,
Bengaluru - 560 003.

अनुक्रमणिका

भाग – 2

A4P2S5

क्र. संख्या	N.C.E.R.T पाठक्रमांक	पाठ	पृष्ठ संख्या
I	3	अणू आणि रेणू (Atoms and Molecules)	1 – 19
II	4	अणूची रचना (Structure of the Atom)	20 – 35
III	9	गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)	36 – 56
IV	10	कार्य आणि ऊर्जा (Work and Energy)	57 – 78
V	11	ध्वनी (Sound)	79 – 97
VI	12	खाद्य स्त्रोतांमधील सुधारणा (Improvement in Food Resources)	98 – 119
		उत्तरे (Answers)	120 – 122

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण–3

अणू आणि रेणू

(Atoms and Molecules)

G5V7N7

प्राचीन भारतीय आणि ग्रीक तत्ववेत्ते याना सदैव द्रव्याच्या अदृश्य आणि अज्ञात रूपाबद्दल खूप कुतुहल वाटत असे. द्रव्याच्या विभाज्यतेची कल्पना भारतात 500 BC च्या आसपास व्यक्त झाली होती. भारतीय तत्वज्ञ महर्षी कणादने असे प्रतिपादन केले होते की जर आपण द्रव्याचे विभाजन करीत गेलो तर प्रत्येक वेळी आपल्याला छोटे, छोटे कण प्राप्त होत जातील. शेवटी आपल्याला, असा कण मिळेल की ज्याचे विभजन अशक्य असेल. अशा कणांना त्याने 'परमाणू' असे नाव दिले. आणखी एक भारतीय तत्वज्ञ पकुढा कात्यायामा याने हेच मत तपशीलवारपणे मांडले. तो म्हणाला की हे कण सामान्यपणे संयुक्त स्वरूपात असतात. त्यामुळे द्रव्याची आपणाला विविध रूपे पहायला मिळतात.

याच कालखंडात प्राचीन ग्रीक तत्वज्ञ–डेमोक्रिटस आणि ल्युसिपस यानी असे सुचविले की जर द्रव्याचे आपण विभाजन करीत गेलो तर एक अशी स्थिती येईल जेव्हा प्राप्त कणांचे परत विभाजन करता येणे अशक्य असेल. डेमोक्रिटसने या अविभाज्य कणांना Atoms (म्हणजे अविभाज्य) असे नाव दिले. हे सर्व विचार तत्वज्ञानाधारीत होते. या विचारांची वैधता सिद्ध करण्यासाठी 18 व्या शतकापर्यंत तितकेसे अधिक प्रमाणात प्रयोगनिष्ट कार्य घडले नाही.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

18 व्या शतकाच्या शेवटी वैज्ञानिकांना मूलद्रव्ये आणि संयुगे यातील फरक लक्षात आला. स्वाभाविकपणे त्यांच्यामधे मूलद्रव्ये का आणि कशी संयोग पावतात आणि संयोग पावतात तेव्हा काय होते? हे समजून घेण्याची प्रबळ इच्छा जागृत झाली. अँटोनी एल. लव्हाझिएरने रासायनिक संयोजनाच्या दोन महत्वाच्या नियमांना स्थापित करून रसायनशास्त्राचा पाया घातला.

3.1 रासायनिक संयोजनाचे नियम

लॅव्हाझिएर आणि जोसेफ एल. प्राउस्ट यानी अनेक प्रयोगांनी रासायनिक संयोजनाचे खाली दिलेले दोन नियम प्रतिपादिले.

3.1.1 द्रव्य वस्तुमान अक्षय्यतेचा/संरक्षणाचा नियम

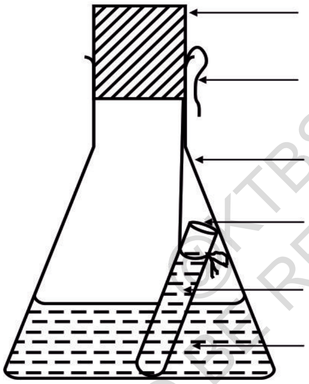
जेव्हा रासायनिक बदल (रासायनिक विक्रिया) घडतो तेव्हा वस्तुमानात बदल घडतो कां?

उपक्रम 3.1

- खालील संचातील X आणि Y मधील रसायनांची एक जोडी घ्या

X	Y
i) कॉपर सल्फेट	सोडीयम कार्बोनेट
ii) बेरियम क्लोराईड	सोडीयम सल्फेट
iii) लेड नैट्रेट	सोडीयम क्लोराईड

- X आणि Y मधील कोणतीही एक रसायनांची जोडी निवडा. त्यांचे प्रत्येकी वेगवेगळे पाण्यातील 5% द्रावण तयार करा.
- Y द्रावणातील थोडासा भाग शंक्वाकृती पात्रात घ्या. Y मधील द्रावणाचा थोडा भाग एक ज्वलन नळीमधे घेऊन आ. 3.1 मधे दाखविल्याप्रमाणे पात्रात सावकाश काळजीपूर्वक रितीने टांगून ठेवा. दोन्ही द्रावणे एकमेकात मिसळणार नाहीत याची काळजी घ्या. पात्राचे तोंड बुच लावून बंद करा.



आ. 3.1 X द्रावण असणारी ज्वलन नळी,
Y द्रावण असणाऱ्या शंक्वाकृती पात्रात बुडवून ठेवली आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- पात्राचे त्यामध्ये असणाऱ्या पदार्थांसह काळजीपूर्वक वजन करा.
- पात्राला थोडेसे झुकवून अशाप्रकारे फिरवा जेणे करून X आणि Y मधील द्राव एकमेकात मिसळतील.
- आता त्याचे परत वजन करा.
- पात्रात कोणती अभिक्रिया घडली?
- पात्रात रासायनिक विक्रिया घडली असे तुम्हाला वाटते?
- पात्राच्या तोंडावर बूच लावण्याचे कारण काय?
- पात्राचे आणि त्यात असणाऱ्या पदार्थाने वस्तुमान बदलले असेल कां?

द्रव्य वस्तुमान अक्षय्यतेच्या नियमानुसार रासायनिक अभिक्रियेत वस्तुमान निर्माण होत नाही किंवा त्याचा नाशही होत नाही. यालाच द्रव्याच्या 'वस्तुमानाच्या अक्षय्यतेचा नियम' असेही म्हणतात.

3.1.2 स्थिर प्रमाणाचा नियम

लॅव्हाझिएर आणि अन्य शास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले की दोन किंवा अधिक मूलद्रव्यांपासून संयुगे बनतात आणि या प्रकारे बनलेल्या प्रत्येक संयुगातील मूलद्रव्यें तीच असून त्यांचे प्रमाणही तेच असते. मग ते संयुग कोठूनही आले असेल किंवा कुणीही बनविले असेल.

पाण्यासारख्या संयुगात, हैड्रोजनचे वस्तुमान आणि ऑक्सिजनचे वस्तुमान हे नेहमी 1:8 प्रमाणातच असते. मग ते पाणी कोणत्याही स्रोतातून आलेले असो. अशा प्रकारे 9 ग्रॅम पाण्याच्या विघटननाने नेहमी 1 ग्रॅम हैड्रोजन आणि 8 ग्रॅम ऑक्सिजन प्राप्त होतात. तसेच अमोनियात नैट्रोजन आणि हैड्रोजन हे 14:3 या प्रमाणातच असतात. मग तो कोणत्याही पद्धतीने तयार केलेला असेल किंवा कोठूनही आणला असेल.

वरील उदाहरणांमुळे स्थिर प्रमाणाच्या नियमाची व्याख्या तयार होते. याला निश्चित प्रमाणाचा नियम असेही म्हणतात. प्राउस्टने हा नियम असा सांगितला की रासायनियक पदार्थांत मूलद्रव्ये नेहमी वस्तुमानाच्या निश्चित प्रमाणातच असतात.

शास्त्रज्ञांची पुढील समस्या या नियमांचे योग्य स्पष्टीकरण करण्याची होती. ब्रिटिश शास्त्रज्ञ जॉन डॉल्टनने द्रव्यांच्या गुणलक्षणांबद्दल मुल सिद्धांत सांगितला. आतापर्यंत केवळ तत्वज्ञान समजले जाणाऱ्या द्रव्याच्या विभजनाची कल्पना उचलून धरली. पदार्थाच्या सूक्ष्मतम कणाला ग्रीकांनी दिलेले परमाणू हेच नाव द्रव्याच्या सूक्ष्मतम कणाला दिले. त्याचा सिद्धांत रासायनिक संयोजनाच्या नियमांवर आधारलेला होता. डॉल्टनच्या सिद्धांताने द्रव्य वस्तुमानाच्या अक्षय्यतेचा नियम आणि स्थिर प्रमाणाचा नियम यांचे स्पष्टीकरण मिळते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

जॉन डॉल्टन

1766 साली इंग्लंड मधे एका गरीब विणकऱ्याच्या कुटुंबात जॉन डॉल्टनचा जन्म झाला. वयाच्या बाराव्या वर्षी शिक्षक बनून त्याने आपली कारकिर्द सुरू केली. सात वर्षानंतर तो शाळेचा मुख्याध्यापक (प्रिन्सिपॉल) झाला. 1793 साली तो एका महाविद्यालयात गणित, भौतशास्त्र आणि रसायनशास्त्र शिकविण्यासाठी मँचेस्टरला गेला. आयुष्याची बहुतेक वर्षे तेथेच त्याने शिकविण्यात आणि संशोधनात घालविली. 1808 साली त्याने प्रस्तुत केलेला परमाणू सिद्धांत द्रव्याच्या अभ्यासात मैलाचा दगड ठरला.

डॉल्टनच्या परमाणू सिद्धांतानुसार सर्व द्रव्य (मूलद्रव्य, संयुग किंवा मिश्रण) हे परमाणू या सूक्ष्म कणांपासून बनलेले असते. या सिद्धांतातील गृहीतके खालीलप्रमाणे नमूद करता येतील.

i) सर्व द्रव्य हे सूक्ष्मतम कणांनी बनलेले असते.

ii) परमाणू अविभाज्य कण असून रासायनिक अभिक्रियेत त्याना निर्माण करता येत नाही किंवा त्यांचा नाश होऊ शकत नाही.

iii) दिलेल्या मूलद्रव्यांच्या परमाणूंचे वस्तुमान आणि रासायनिक गुणधर्म समान असतात.

iv) विभिन्न मूलद्रव्यांच्या परमाणूंचे वस्तुमान आणि रासायनिक गुणधर्म वेगवेगळे असतात.

v) भिन्न-भिन्न मूलद्रव्यांचे परमाणू परस्पर छोट्या पूर्ण संख्येच्या प्रमाणात असतात. व संयोगाने संयुगाची निर्मिती करतात.

vi) कोणत्याही संयुगामध्ये सापेक्ष संख्या आणि परमाणुंचा प्रकार स्थिर असतो.

पुढील प्रकरणात तुम्ही परमाणू हे आणखी सूक्ष्म कणांपासून बनले आहेत हे शिकाल.

प्रश्न :

1. एका अभिक्रियेमध्ये, 5.3 ग्रॅम सोडीयम कार्बोनेटची 6 ग्रॅम ॲसेटिक आम्लाशी अभिक्रिया होऊन 2.2 ग्रॅम कार्बन डायऑक्साईड, 0.9 ग्रॅम पाणी आणि 8.2 ग्रॅम सोडीयम ॲसिटेट तयार झाले. हे परीक्षण द्रव्य वस्तुमानाच्या अक्षय्यतेच्या नियमाशी मेळ खाते असे दर्शवा.

   सोडीयम कार्बोनेट + ॲसेटिक आम्ल $\longrightarrow$ सोडीयम ॲसिटेट + कार्बन डाय ऑक्साईड + पाणी

2. हैड्रोजन आणि ऑक्सीजन यांचे वस्तुमानाच्या 1:8 प्रमाणात संयोग होऊन पाणी निर्माण होते. 3 ग्रॅम हैड्रोजनशी पूर्णपणे संयोग होण्यास किती ग्रॅम ऑक्सीजनची आवश्यकता आहे?

3. डॉल्टनच्या परमाणू सिद्धांताचे कोणते गृहीतक म्हणजे द्रव्य वस्तुमानाच्या अक्षय्यतेच्या नियमाचा परिणाम आहे?

4. डॉल्टनच्या परमाणू सिद्धांताचे कोणते गृहीतक स्थिर प्रमाणांच्या नियमाचे स्पष्टीकरण देते?

3.2 परमाणू म्हणजे काय?

एखाद्या गवंड्याला भिंत बांधताना तुम्ही पाहिलेत काय? भिंतीपासून खोली, खोल्यांच्या समुच्चयानी इमारत तयार होते. अशा या प्रचंड इमारतीचा रचनात्मक एकक (मूलघटक) कोणता? मुंग्यांच्या वारूळाचा रचनात्मक एकक कोणता? वाळूचा बारीक कण असेल कां? याच प्रमाणे सर्व द्रव्यांचे रचनात्मक एकक परमाणू आहेत.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

परमाणू किती मोठे असतात?

परमाणू हे सूक्ष्मतम असतात. सूक्ष्मतेच्या आपल्या कल्पनेपेक्षा ते सूक्ष्म असतात. कोट्यावधी परमाणुंना एकावर रचले असता या कागदाच्या जाडी एवढी त्याची उंची कदाचित होऊ शकेल.

परमाणूची त्रिज्या नॅनोमीटर्स (nm) मध्ये मोजली जाते

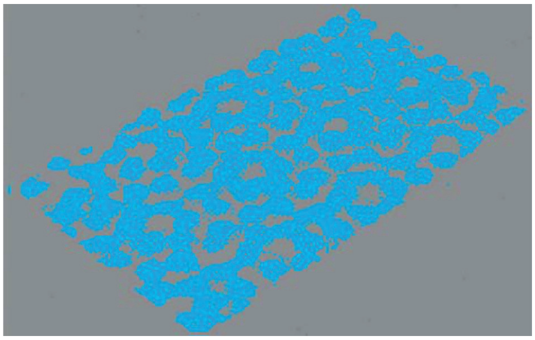
$$\frac{1}{10^9} \text{ m} = 1\text{nm}$$

$$1\text{m} = 10^9\text{nm}$$

तुलनात्मक आकार :	
त्रिज्या (m मध्ये)	**उदाहरण**
10^{-10}	हैड्रोजनचा परमाणू
10^{-9}	पाण्याचा रेणू
10^{-8}	हिमोग्लोबीनचा रेणू
10^{-4}	वाळूचा कण
10^{-2}	मुंगी
10^{-1}	सफरचंद

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

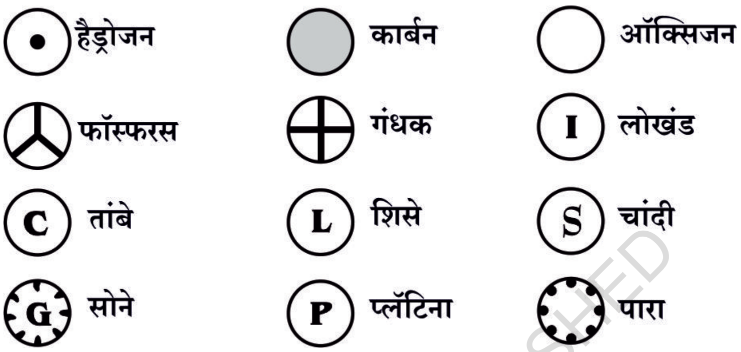
परमाणू आकाराने इतके नगण्य आहेत तर त्यांचा आपण इतका विचार का करावा असा विचार तुमच्या मनात येईल. आपले सारे विश्व यांच्या पासूनच बनले आहे. म्हणून त्यांची उपेक्षा करता येणार नाही. आपण त्यांना पाहू शकत नसलो तरी ते तेथे आहेत आणि आपण जे काही करतो त्यावर सतत त्यांचा परिणाम होत असतो. आधुनिक तंत्राने आपण आता मूलद्रव्याच्या पृष्ठभागाचे परमाणू दाखविणारे चित्र वर्धन करून निर्माण करू शकतो.



आ. 3.2 सिलीकॉनच्या पृष्ठभागाची प्रतिमा

3.2.1 विविध मूलद्रव्यांच्या परमाणूंची आधुनिक चिन्हे कोणती आहेत ?

मूलद्रव्यांच्या चिन्हांचा अत्यंत विशिष्ट अर्थाने उपयोग करणाऱ्या डॉल्टन हा पहिला शास्त्रज्ञ होय. जेव्हा त्याने मूलद्रव्यासाठी चिन्ह वापरले तेव्हा त्या मूलद्रव्याचे विशिष्ट प्रमाण म्हणजे एक परमाणू अभिप्रेत होता. बर्झीलियसने मूलद्रव्याच्या अशा चिन्हांची सूचना केली जी त्या मूलद्रव्यांच्या नावांच्या एक किंवा दोन अक्षरांनी तयार होतात.



आ. 3.3 डॉल्टनने सुचविलेली कांही मूलद्रव्याची चिन्हे / संज्ञा

प्रारंभी मूलद्रव्यांची नावे ती सर्व प्रथम जेथे मिळाली त्या जागेच्या नावावरून तयार करण्यात आली होती. उदा. कॉपर (तांबे) हे नाव सायप्रस (cyprus) यावरून घेण्यात आले होते. कांही नावे त्यांच्या विशिष्ट रंगावरून घेण्यात आली होती. उदा. Gold (सोने) ज्याचा अर्थ पिवळा होतो अशा एक इंग्लिश शब्दावरून घेण्यात आले. आज मितीला IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) कडून मूलद्रव्यांच्या नावाला मान्यता मिळते. अनेक चिन्हे मूलद्रव्यांच्या इंग्लिश नावामधील एक किंवा दोन अक्षरांची बनली आहेत. नेहमी चिन्हाचे पहिले अक्षर मोठे (Capital letter) असून दुसरे अक्षर लहान असते.

उदा. i) हैड्रोजन – H

ii) ॲल्युमिनियम – Al (AL नाही)

iii) कोबाल्ट – Co (CO नाही)

कांही मूलद्रव्यांच्या नावात पहिले अक्षर मोठे (capital) असून दुसरे अक्षर नावातीलच असून पहिल्या अक्षरानंतरचे नसून नावात पुढे कोठे तरी असते. उदा. i) Chlorine-Cl ii) Zinc – Zn इ.

मूलद्रव्यांची इतर नावे लॅटिन, जर्मन किंवा ग्रीक भाषेतून घेण्यात आली आहेत. उदा. लोखंडाचे चिन्ह Fe आहे. ते लॅटिन मधील त्याच्या फेरम नावावरून घेतले आहे. सोडीयम –

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

Na – Natrium, पोटॅशियम –K – Kalium. म्हणून प्रत्येक मूलद्रव्याला एक नाव आणि एक विलक्षण रासायनिक चिन्ह आहे.

तक्ता 3.1 : कांही मूलद्रव्यांसाठी चिन्हे

मूलद्रव्य	चिन्ह	मूलद्रव्य	चिन्ह	मूलद्रव्य	चिन्ह
ॲल्युमिनियम	Al	कॉपर (तांबे)	Cu	नायट्रोजन	N
अरगॉन	Ar	फ्लोरिन	F	ऑक्सीजन	O
बेरीयम	Ba	सोने	Au	पोटॅशियम	K
बोरॉन	B	हैड्रोजन	H	सिलिकॉन	Si
ब्रोमीन	Br	आयोडीन	I	चांदी	Ag
कॅल्शियम	Ca	लोखंड	Fe	सोडीयम	Na
कार्बन	C	शिसे	Pb	सल्फर (गंधक)	S
क्लोरीन	Cl	मॅग्नेशियम	Mg	युरेनियम	U
कोबाल्ट	Co	न्युऑन	Ne	जस्त	Zn

(वरील तक्ता तुमच्या संदर्भासाठी दिलेला आहे. जेव्हा मूलद्रव्याविषयी माहिती हवी तेव्हा वापरा. सगळी चिन्हे एकदम एकाच बैठकीत पाठ करू नका. कालांतराने आणि वारंवार उपयोग केल्याने आपोआप सगळी चिन्हे तुमच्या लक्षात राहतील.)

3.2.2 परमाणूचे वस्तुमान

डॉल्टनच्या परमाणू सिद्धांताची सर्वात विशिष्ट संकल्पना परमाणू वस्तुमानाची होती. त्याच्यानुसार प्रत्येक मूलद्रव्याला वैशिष्ट्यपूर्ण असे परमाणू वस्तुमान असते. त्यांचा सिद्धांत स्थिर प्रमाणाच्या नियमाला समजावून देण्याला इतका समर्थ होता की शास्त्रज्ञ त्यामुळे प्रेरित होऊन परमाणूचे वस्तुमान मापण्यासाठी उद्युक्त झाले. एका परमाणूचे वस्तुमान मापने तौलनिकदृष्ट्या खूप कठीण कामगिरी असल्याने रासायनिक संयोजनांच्या नियमांचा उपयोग करून व उत्पन्न होणाऱ्या संयुगाद्वारे सापेक्ष परमाणू वस्तुमानांची माहिती मिळविली गेली.

आपण कार्बन मोनॉक्साईडचे (CO) उदाहरण घेऊ या. हे संयुग कार्बन आणि ऑक्सीजन द्वारा निर्माण होते. प्रयोगाद्वारे असे समजले की 3 ग्रॅम कार्बन 4 ग्रॅम ऑक्सीजन संयोग पावून Co (कार्बन मोनॉक्साईड) तयार होते. हेच निराळ्या शब्दात सांगायचे झाल्यास कार्बन आपल्या 4/3 पट अधिक वस्तुमानाच्या ऑक्सीजन बरोबर संयोग पावतो. समजा, आपण परमाणू वस्तुमानाचे एकक हा एक कार्बन परमाणू वस्तुमाना बरोबर असतो असे मानले तर कार्बन परमाणूला 1.0 u आणि ऑक्सीजन परमाणू

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

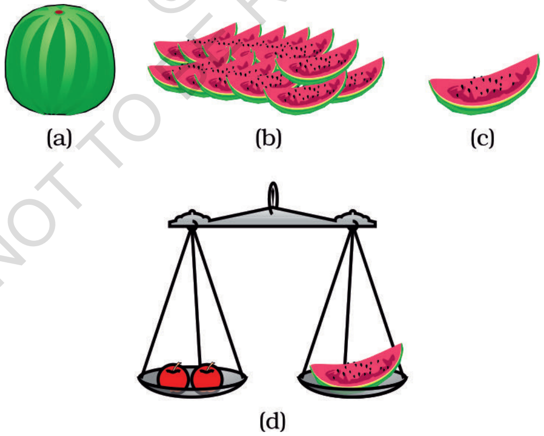
वस्तुमानाला 1.33 u असे दाखवू. समजा आपण अणू वस्तुमान एककाची व्याख्या तयार करतो. (प्रारंभी परमाणू वस्तुमान संक्षिप्तपणे 'amu' असे लिहीले जायचे. पण आता ते IUPAC च्या नव्या शिफारसीनुसार 'u'– (unified mass) असे लिहीले जाते.) पण वस्तुमानांच्या एककाला शक्यतो पूर्णांकात किंवा जवळ जवळ पूर्णांकात व्यक्त करणे हे अधिक सोयीस्कर ठरते. पुढे शास्त्रज्ञांनी परमाणू वस्तुमानाच्या वेगवेगळ्या एककांचा विचार केला. शास्त्रज्ञ जेव्हा विभिन्न परमाणू वस्तुमानाच्या एककांबद्दल शोध सुरू ठेवला तेव्हा प्रारंभी त्यानी नैसर्गिकपणे आढळणाऱ्या ऑक्सीजनच्या परमाणू वस्तुमानाच्या 1/16 भागाला एककाच्या स्वरूपात स्विकारले. याला दोन कारणामुळे सुसंगत समजले गेले–

- बहुसंख्य मूलद्रव्यांशी ऑक्सीजन विक्रिया करून संयुगे तयार करतो.
- या परमाणू वस्तुमान एककाद्वारे अधिकांश मूलद्रव्यांचे वस्तुमान पूर्णांकात प्राप्त होतात.

असे असले तरी 1961 साली परमाणू वस्तुमान काढण्यासाठी परमाणू वस्तुमान एकक कार्बन–12 समस्थानिकाला सर्वानुमते संदर्भ प्रमाण मानले गेले. कार्बन–12 समस्थानिकाच्या एका परमाणू वस्तुमानाच्या 1/12 व्या भागाला प्रमाण परमाणू वस्तुमान एककाच्या रूपात घेतले जाते. कार्बन–12 च्या परमाणू वस्तुमानाच्या तुलनेत सर्व मूलद्रव्यांचे परमाणू वस्तुमान काढले गेले आहेत.

कल्पना करा की एक फळ विक्रेता कोणतीही प्रमाणभूत वजने न बाळगता फळे विकत आहे. तो एक कलींगड घेतो आणि म्हणतो "याचे वस्तुमान 12 एकका एवढे आहे" (12 कलींगड एकक किंवा 12 फळ वस्तुमान एकक) कलींगडचे तो 12 समान फोडी करतो व एका फोडीच्या वस्तुमानाच्या तुलनेत फळांचे वस्तुमान काढतो. आ. 3.4 मधे दाखविल्याप्रमाणे तो फळे तुलनात्मक वस्तुमान एककात विकतो. (fmu).

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS



आ. 3.4 (a) कलींगड, (b) 12 फोडी (c) कलींगडाचा 1/12
(d) कलींगडाच्या फोडींचा उपयोग करून तो कशी फळे तोलू शकतो.

कोणत्याही मूलद्रव्याचे तुलनात्मक परमाणू वस्तुमान हे त्याच्या परमाणुंच्या सरासरी वस्तुमानाचा कार्बन–12 परमाणू वस्तुमानाच्या 1/12 व्या भागाच्या गुणोत्तरात व्यक्त केले जाते.

तक्ता 3.2 कांही मूलद्रव्यांचे परमाणू वस्तूमान	
मूलद्रव्य	परमाणू वस्तुमान (u)
हैड्रोजन	1
कार्बन	12
नैट्रोजन	14
ऑक्सीजन	16
सोडीयम	23
मॅग्नेशियम	24
सल्फर	32
क्लोरीन	35.5
कॅल्शियम	40.0

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

3.2.3 कोणत्या प्रकारे परमाणू अस्तित्वात असतात?

अधिकांश मूलद्रव्यांचे परमाणू स्वतंत्रपणे अस्तित्वात असू शकत नाहीत. परमाणू हे रेणू आणि आयन्स तयार करतात. हे रेणू आणि आयन्स मोठ्या प्रमाणात एकत्र आल्याने आपण पाहू शकू, अनुभवू शकू किंवा स्पर्श करू शकू अशा द्रव्याची निर्मिती होते.

प्रश्न :

1. परमाणू वस्तुमान एककाची व्याख्या सांगा.
2. नुसत्या डोळ्यांनी आपण परमाणू कां पाहू शकत नाही?

3.3 रेणू म्हणजे काय?

साधारणपणे रेणू अशा दोन किंवा दोनापेक्षा जास्त परमाणूंचा समूह असून रासायनिक बंधाने एकत्र आलेले असतात म्हणजेच त्याना त्यांच्या आकर्षण बलाने घट्ट बांधून ठेवलेले असते. मूलद्रव्याचा किंवा संयुगाचा लहानात लहान कण ज्याचे स्वतंत्र अस्तित्व असते आणि त्या पदार्थाचे सर्व गुणधर्म दर्शविते त्याला रेणू असे म्हणतात. एकाच मूलद्रव्याचे अथवा वेगवेगळ्या मूलद्रव्याचे परमाणू एकत्र येऊन रेणू निर्माण करू शकतात.

3.3.1 मूलद्रव्यांचे रेणू

मूलद्रव्यांचे रेणू एकाच प्रकारच्या परमाणुंपासून संरचित झालेले असतात. अरगॉन (Ar), हेलीयम (He) इत्यादी. मूलद्रव्यांचा रेणू त्या मूलद्रव्याच्या एकाच परमाणू पासून बनलेले असतात. पण बहुतेक अधातूमध्ये असे नसते. उदा. ऑक्सीजनचा एक रेणू ऑक्सीजनच्या दोन परमाणूनी

बनलेला असल्याने त्याला द्विआण्विक रेणू असे म्हणतात, O_2. जर ऑक्सीजनचे दोन ऐवजी तीन परमाणूंचे संयोजन झाले तर आपल्याला ओझोन मिळतो. परमाणूंच्या ज्या संख्येने रेणू बनतो त्याला परमाणू संयोग प्रमाण (atomicity) असे म्हणतात.

धातू आणि इतर मूलद्रव्यांची (जसे कार्बन) संरचना साधी नसून एकत्रित बंधाने असंख्य परमाणूंचा यात समावेश असतो.

कांही अधातूंचे परमाणु संयोग प्रमाण पाहूया.

तक्ता 3.3 : काही अधातूंचे परमाणु संयोग प्रमाण

मूलद्रव्याचा प्रकार	नाव	परमाणू संयोग प्रमाण
अधातू	अरगॉन	एक आण्विक
	हेलीयम	एक आण्विक
	ऑक्सीजन	द्वि आण्विक
	हैड्रोजन	द्वि आण्विक
	नैट्रोजन	द्वि आण्विक
	क्लोरीन	द्वि आण्विक
	फॉस्फरस	चतुआण्विक
	सल्फर	बहुआण्विक

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

3.3.2 संयुगांचे रेणू

वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचे परमाणू निश्चित प्रमाणात एकत्र येऊन त्या संयुगाचे रेणू बनवितात. तक्ता 3.4 मध्ये कांही उदाहरणे दिली आहेत.

तक्ता 3.4 कांही संयुगांचे रेणू

संयुग	एकत्र येणारी मूलद्रव्ये	वस्तुमानांचे गुणोत्तर
पाणी	हैड्रोजन, ऑक्सीजन	1:8
अमोनिया	नैट्रोजन, हैड्रोजन	14:3
कार्बन डायऑक्साईड	कार्बन, ऑक्सीजन	3:8

उपक्रम 3.2

- रेणूत असणाऱ्या परमाणुंच्या वस्तुमानाच्या गुणोत्तरासाठी तक्ता 3.4 आणि मूलद्रव्यातील परमाणू वस्तुमानासाठी तक्ता 3.2 पहा. तक्ता 3.4 मध्ये दिल्या गेलेल्या संयुगांच्या रेणूतील मूलद्रव्यांच्या परमाणुंच्या संख्येचे गुणोत्तर काढा.

- पाण्याच्या रेणूत असणाऱ्या परमाणुंच्या संख्येचे गुणोत्तर खालील प्रकारे प्राप्त केले जाऊ शकते.

मूलद्रव्य	वस्तुमान गुणोत्तर	परमाणू वस्तुमान (u)	वस्तुमान गुणोत्तर / परमाणू वस्तुमान	अत्यंत साधे गुणोत्तर
H	1	1	$\frac{1}{1} = 1$	2
O	8	16	$\frac{8}{16} = \frac{1}{2}$	1

- या प्रमाणे पाण्याच्या रेणूतील परमाणूंचे गुणोत्तर H:O = 2:1

3.3.3 आयन म्हणजे काय?

धातू आणि अधातूयुक्त संयुग भारीत कणांनी बनलेले असतात. या भारीत कणांना आयन म्हणतात. आयन भारीत कण असून त्यावर धन किंवा ऋणभार असतो. ऋणभारीत कणांना ऋणायन (anion) आणि धनभारीत कणांना धनायन (cation) म्हणतात. सोडीयम क्लोराईडचे उदाहरण घ्या. यात धनभारीत सोडीयम आयन (Na^+) तसेच ऋणभारीत क्लोराईड आयन (Cl^-) संघटक कणांच्या रूपात उपस्थित असतात. आयन हे भारीत परमाणू अथवा परमाणूंचा असा समूह आहे ज्यावर एकूण भार उपस्थित असतो. ज्या परमाणूंच्या समूहावर एकूण भार उपस्थित असतो त्याला बहुआण्विक आयन म्हणतात. आयनांच्या निर्मिती विषयी अधिक माहिती प्रकरण 4 मध्ये मिळवू.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तक्ता 3.5 : कांही आयनिक संयुगे

आयनिक संयुगे	घडविणारी मूलद्रव्ये	वस्तुमानाचे गुणोत्तर
कॅल्शियम ऑक्साईड	कॅल्शियम आणि ऑक्सीजन	5:2
मॅग्नेशियम सल्फाईड	मॅग्नेशियम आणि सल्फर	3:4
सोडीयम क्लोराईड	सोडीयम आणि क्लोरीन	23:35.5

3.4 रासायनिक सूत्रे लिहीणे :

संयुगाचे रासायनिक सूत्र हे त्याच्या संरचनेचे प्रतिकात्मक निरूपण होय. वेगवेगळ्या संयुगांचे रासायनिक सूत्र सुलभतेने लिहीले जाऊ शकतात. यासाठी आम्हाला चिन्हे आणि त्यांची संयोजन क्षमता यांचे ज्ञान असावे लागते.

कोणत्याही मूलद्रव्याची संयोजन शक्ती (अथवा क्षमता) ही त्या मूलद्रव्याची संयुजा होय.

एका मूलद्रव्याचे परमाणू दुसऱ्या मूलद्रव्याचा परमाणू बरोबर कोणत्या प्रकारे संयोग पावून एका रासायनिक संयुगाची निर्मिती करतात हे समजून घेण्यासाठी संयुजांचा उपयोग करतात. मूलद्रव्याच्या परमाणूच्या संयोजन क्षमतेला परमाणूचे हात किंवा बाहु असे समजले जाते.

मानवाला दोन हात असून ऑक्टोपसला आठ आहेत. ऑक्टोपसची एक भुजा मानवाची केवळ एक हात पकडू शकते. जर एका ऑक्टोपसला कांही मानवाना अशा प्रकारे पकडायचे आहे की त्याच्या आठ भुजा आणि मानवांच्या दोन्ही भुजा एकमेकीत बद्ध होतील तर तुमच्या मते ऑक्टोपस किती मानवांना पकडू शकेल? ऑक्टोपसला O समजा आणि मानवाला H समजा. आता या संयोजनाचे सूत्र तुम्ही लिहू शकाल? तुम्हाला OH_4 हे सूत्र मिळेल? पादांक 4 ऑक्टोपसने पकडलेल्या मानवांची संख्या दर्शविते.

तक्ता 3.6 मध्ये कांही सामान्य आयनांच्या संयुजा दिलेल्या आहेत. संयुजे बद्दल अधिक आपण पुढील प्रकरणात शिकू या.

तक्ता 3.6 : कांही आयनांची नावे आणि चिन्हे

संयुजा	आयनचे नाव	चिन्ह	अधातूची मूलद्रव्ये	चिन्ह	बहुपरमाणुक	चिन्ह
1.	सोडीयम	Na^+	हैड्रोजन	H^+	अमोनियम	NH_4^+
	पोटॅशियम	K^+	हैड्राईड	H^-	हैड्रॉक्साईड	OH^-
	चांदी	Ag^+	क्लोराईड	Cl^-	नैट्रेट	NO_3^-
	तांबे (I)*	Cu^+	ब्रोमाईड आयोडाईड	Br^- I^-	हैड्रोजन कार्बोनेट	HCO_3^-
2.	मॅग्नेशियम	Mg^{2+}			कार्बोनेट	CO_3^{2-}
	कॅल्शियम	Ca^{2+}	ऑक्साईड	O^{2-}	सल्फाईट	SO_3^{2-}
	जस्त	Zn^{2+}	सल्फाईड	S^{2-}	सल्फेट	SO_4^{2-}
	लोखंड (II)*	Fe^{2+}				
	तांबे (II)*	Cu^{2+}				
3.	ॲल्युमिनियम	Al^{3+}	नैट्राईड	N^{3-}	फॉस्फेट	PO_4^{3-}
	लोखंड (III)*	Fe^{3+}				

कांही मूलद्रव्ये एकाहून अधिक संयुजा दर्शवितात. रोमन अंक त्यांची संयुजा कंसात दर्शवितात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

रासायनिक सूत्र लिहीताना पाळावयाचे नियम खालील प्रमाणे :-

- संयुजा किंवा आयनवरील प्रभार संतुलीत झाले पाहिजेत.
- जेव्हा एक धातू आणि एक अधातूनी संयुग बनते तेव्हा धातूचे नाव किंवा चिन्ह प्रथम लिहावे. उदा. कॅल्शियम ऑक्साईड (CaO), सोडीयम क्लोराईड (NaCl), आयर्न सल्फाईड (FeS), कॉपर ऑक्साईड (CuO) इत्यादी. जेथे ऑक्सीजन, क्लोरीन, सल्फर हे अधातू आहेत आणि ते उजवीकडे लिहीले जातात, तर कॅल्शियम, सोडीयम, लोखंड आणि तांबे हे धातू आहेत आणि ते डावीकडे लिहीले जातात.
- बहु आण्विक आयन्सनी बनलेल्या संयुगात गुणोत्तर दर्शक अंक लिहीण्यापूर्वी आयन हे कंसात लिहीले जातात. जर बहु आण्विक आयन एकच असेल तेव्हा कंसाची आवश्यकता नाही. उदा. NaOH

3.4.1 साध्या संयुगांची सूत्रे

दोन वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांनी बनलेल्या अत्यंत साध्या संयुगांना दुहेरी संयुगे म्हणतात. कांही अयन्सच्या संयुजा तक्ता 3.6 मधे दिल्या आहेत. संयुगांचे सूत्र लिहीताना त्यांचा उपयोग करा.

संयुगाचे सूत्र लिहीताना, घटक मूलद्रव्ये आणि त्यांच्या संयुजा आपण खाली दर्शविल्या प्रमाणे लिहीतो. नंतर संयोजित परमाणूंच्या संयुजाना क्रॉस करून (Cross over) परमाणू सूत्र लिहावे.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण

1. हैड्रोजन क्लोराईडचे सूत्र

चिन्ह H Cl

संयुजा 1 1

या संयुगाचे सूत्र HCl

2. हैड्रोजन सल्फाईडचे सूत्र

चिन्ह H S

संयुजा 1 2

सूत्र H_2S

3. कार्बन टेट्राक्लोराईडचे सूत्र

चिन्ह C Cl

संयुजा 4 1

सूत्र CCl_4

मॅग्नेशियम क्लोराईडसाठी, आपण धनायन (Mg2+) आधी लिहितो मग ऋणायनाचे चिन्ह (Cl^-). मग त्यांच्या भारांना एकमेकांना ओलांडून जाणाऱ्या फुली प्रमाणे मांडून सूत्र प्राप्त करुन घेता येते.

4. मॅग्नेशियम क्लोराईडचे सूत्र

चिन्ह   Mg   Cl

संयुजा   2+ ╳ 1⁻

सूत्र : $MgCl_2$

अशाप्रकारे मॅग्नेशियम क्लोराईडमध्ये दोन क्लोराईड आयन्स (Cl^-) आहेत. प्रत्येक मॅग्नेशियम आयनला (Mg^{2+}) दोन (Cl^-)अयन आहे. धन आणि ऋण भार संतुलीत झाले पाहिजेत आणि संपूर्ण संरचना भाररहीत तटस्थ झाली पाहिजे. सूत्रात आयन वरील भार दर्शविले नाहीत याची नोंद घ्या.

कांही अधिक उदाहरणे

(a) ॲल्युमिनियम ऑक्साईडचे सूत्र :

चिन्ह   Al   O

संयुजा   3+ ╳ 2–

सूत्र : Al_2O_3

(b) कॅल्शियम ऑक्साईडचे सूत्र :

चिन्ह   Ca   O

भार   2+ ╳ 2–

येथे दोन्ही मूलद्रव्यांच्या संयुजा समान आहेत. Ca_2O_2 हे सूत्र लिहू शकता. पण त्याचे सरळीकरण करून ते सूत्र आपण CaO असे लिहीतो.

(c) सोडीयम नैट्रेटचे सूत्र :

चिन्ह/सूत्र   Na NO_3

भार   1+ ╳ 1–

सूत्र : $NaNO_3$

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

(d) कॅल्शियम हैड्राक्साईडचे सूत्र :

चिन्ह/सूत्र	Ca	OH
भार	2+	1–

सूत्र : $Ca(OH)_2$

कॅल्शियम हैड्रॉक्साईडचे सूत्र $Ca(OH)_2$ आहे, $CaOH_2$ नाही. जेव्हा सूत्रात दोन अथवा अधिक एकाच प्रकारचे आयन असतात तेव्हा आपण कंसांचा उपयोग करतो. येथे OH भोवती कंस असून पादांक 2 हे दर्शविते की दोन हैड्रॉक्सिल गट एकाच कॅल्शियम परमाणूला जोडलेले आहेत. म्हणजे कॅल्शियम हैड्रॉक्साईडमध्ये प्रत्येकी दोन परमाणू ऑक्सीजनचे आणि हैड्रोजनचे आहेत.

(e) सोडीयम कार्बोनेटचे सूत्र :

चिन्ह/सूत्र	Na	CO_3
भार	1+	2–

सूत्र : Na_2CO_3

वरील उदाहरणात एकच आयन असल्याने तेथे कंस वापरले नाही.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

(f) अमोनियम सल्फेटचे सूत्र :

सूत्र	NH_4	SO_4
भार	1+	2–

सूत्र : $(NH_4)_2\ SO_4$

प्रश्न :

1. खालील संयुगांची सूत्रे लिहा
   - i) सोडीयम ऑक्साईड
   - ii) ॲल्युमिनियम क्लोराईड
   - iii) सोडीयम सल्फाईड
   - iv) मॅग्नेशियम हैड्रॉक्साईड

2. खालील सूत्रांच्या संयुगांची नावे लिहा

(i) $Al_2(SO_4)_3$

(ii) $CaCl_2$

(iii) K_2SO_4

(iv) KNO_3

(v) $CaCO_3$

3. रासायनिक सूत्राचा अर्थ सांगा

4. खालील संयुगामध्ये किती परमाणू अस्तित्वात आहेत.

i) H_2S रेणू आणि ii) PO_4^{3-} आयन

3.5 रेणू वस्तुमान

3.5.1 रेणू वस्तुमान

विभाग 3.2.2 मध्ये आपण परमाणू वस्तुमानाच्या संकल्पनेबद्दल चर्चा केली. रेणू वस्तुमानाची गणना करण्यासाठी या संकल्पनेचा उपयोग आपण करून घेऊ शकतो. पदार्थाचे रेणू वस्तुमान हे पदार्थाच्या रेणूतील सर्व परमाणुंच्या वस्तुमानांची बेरीज होय. म्हणून हे रेणूचे तुलनात्मक वस्तुमान असून ते amu म्हणजे ॲटॉमिक मास युनिटस् मध्ये व्यक्त केलेले असते (u).

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उदाहरण 3.1 (a) पाण्याचे (H_2O) तुलनात्मक परमाणू वस्तुमान गणिताने काढा.

(b) HNO_3 चे रेणू वस्तुमान काढा.

उकल : (a) हैड्रोजनचे परमाणू वस्तुमान = 1u

ऑक्सीजनचे परमाणू वस्तुमान = 16u

म्हणून पाण्याचे रेणू वस्तुमान ज्यात 2 परमाणू हैड्रोजनचे आणि एक परमाणू ऑक्सीजनचा आहे.

पाण्याचे रेणू वस्तुमान = 2 x 1 + 1 x 16

= 18 u

(b) HNO_3 चे रेणू वस्तुमान

= H परमाणू वस्तुमान + N चे परमाणू वस्तुमान

+ 3 x 0 चे परमाणू वस्तुमान

= 1 + 14 + 48 = 63 u

3.5.2 एकक वस्तुमान सूत्र

पदार्थाचे सूत्र एकक वस्तुमान म्हणजे संयुगाच्या सूत्र एककातील सर्व आणूंच्या परमाणू वस्तुमानांची बेरीज होय. आपण रेणु वस्तुमान जसे काढतो त्याच पद्धतीने एकक वस्तुमान सूत्र काढावे.

केवळ फरक एवढाच आहे की ज्या पदार्थांचे घटक कण आयन्स आहेत त्याच्यासाठी सूत्र एकक हा शब्द प्रयोग करतो. उदा. वर चर्चा केल्याप्रमाणे सोडीयम क्लोराईडला सूत्र एकक NaCl आहे. याचे सूत्र एकक वस्तुमान पुढीलप्रमाणे काढता येते –

1 x 23 + 1 x 35.5 = 58.5 u

उदाहरण 3.2

$CaCl_2$ चे सूत्र एकक वस्तुमान काढा.

उकल :

Ca चे परमाणू वस्तुमान + (2 x Cl चे परमाणू वस्तुमान)

= 40 + 2 x 35.5 = 40 + 71 = 111 u

प्रश्न :

1. रेणूवस्तुमान काढा
   H_2, O_2, Cl_2, CO_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, NH_3, CH_3OH.
2. खाली दिलेल्यांचे सूत्र एकक वस्तुमान काढा *ZnO*, *Na_2O*, *K_2CO_3* *परमाणू वस्तुमान*
   Zn = 65u, Na = 23u, K = 39u, C = 12u आणि O = 16u

तुम्ही काय शिकलात ?

- कोणत्याही अभिक्रियेमध्ये अभिक्रियाकारके आणि उत्पादिते यांच्या वस्तुमानांची बेरीज अपरिवर्तनीय असते. यालाच वस्तूमान अक्षय्यतेचा नियम असे म्हणतात.
- एका शुद्ध रासायनिक संयुगात मूलद्रव्यें नेहमी वस्तुमानाच्या निश्चित गुणोत्तरात असतात. यालाच स्थिर प्रमाणाचा नियम असे म्हणतात.
- मूलद्रव्याचा सूक्ष्मतम कण म्हणजे परमाणू होय, जो स्वतंत्रपणे राहू शकतो आणि त्याचे सर्व रासायनिक गुणधर्म प्रदर्शित करतो. (अबाधित ठेवतो)
- रेणू, मूलद्रव्य किंवा संयुगाचा सूक्ष्मतम कण असतो. तो सामान्य परिस्थितीत स्वतंत्रपणे राहू शकतो. तो पदार्थाचे सर्व गुणधर्म दाखवितो.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- कोणत्याही संयुगाचे रासायनिक सूत्र त्यातील सर्व मूलद्रव्ये व अभिक्रियाकारकांच्या परमाणुंची संख्या दर्शविते.
- परमाणुंचा समूह जो आयनाप्रमाणे कार्य करतो, त्याला बहुआण्विक आयन म्हणतात. त्यांच्यावर एक निश्चित भार असतो.
- रेणू संयुगांचे रासायनिक सूत्र प्रत्येक मूलद्रव्याच्या संयुजांद्वारे निर्धारीत होते.
- आयनिक संयुगांत प्रत्येक आयनावर भारांच्या संख्येवरून संयुगाचे सूत्र समजते.

स्वाध्याय

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

1. ऑक्सीजन व बोरॉनयुक्त 0.24 g संयुगाच्या नमुन्याचे विश्लेषण केले असता त्यात 0.096 g बोरॉन आणि 0.144 g ऑक्सीजन आढळले. त्या संयुगाच्या रचनेची टक्केवारी वजनी प्रमाणात काढा.
2. 3.0 g कार्बन 8.00 g ऑक्सीजनमधे जळून 11.0 g कार्बन डायऑक्साईड निर्माण होतो. जर 3.0 g कार्बनला 50.00 g ऑक्सीजनमधे जाळले असता किती ग्रॅम कार्बन डायऑक्साईड निर्माण होईल? तुमचे उत्तर रासायनिक संयोजनाच्या कोणत्या नियमावर आधारीत असेल ?
3. बहुआण्विक आयन म्हणजे काय? उदाहरणे द्या.
4. खालील संयुगाचे रासायनिक सूत्रे लिहा.

   a) मॅग्नेशियम क्लोराईड
   b) कॅल्शियम ऑक्साईड
   c) कॉपर नैट्रेट
   d) ॲल्युमिनियम क्लोराईड
   e) कॅल्शियम कार्बोनेट
5. खालील संयुगामध्ये असणाऱ्या मूलद्रव्यांची नावे लिहा

   a) चुनखडी (Quick lime)
   b) हैड्रोजन ब्रोमाईड
   c) बेकींग पावडर
   d) पोटॅशियम सल्फेट

6. खालील पदार्थांचे मोलर वस्तुमान काढा.

a) इथाईन C_2H_2

b) सल्फर रेणू S_8

c) फॉस्फरस रेणू P_4 (फॉस्फरसचे परमाणू वस्तुमान=31)

d) हैड्रोक्लोरीक आम्ल HCl

e) नैट्रीक आम्ल HNO_3

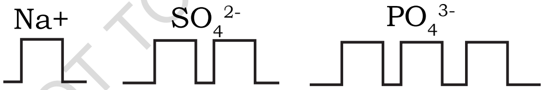
समूह उपक्रम

सूत्रे लिहीण्यासाठी एक खेळ खेळा.

उदाहरण 1 : मूलद्रव्यांची चिन्हे आणि संयुजा असणारी वेगवेगळी कार्डस् (पोस्ट कार्डापेक्षा थोडी मोठी) तयार करा. प्रत्येक विद्यार्थी दोन कार्डे हातात धरतो. चिन्ह असणारे कार्ड उजव्या हातात तर संयुजा असणारे कार्ड डाव्या हातात. प्रथम चिन्ह असणारे कार्ड धरा त्याच्या समोर त्याच्या संयुजा असणारे कार्ड हातांची फुली सारखी हालचाल करून धरा. संयुगाचे योग्य सूत्र बनेल.

उदाहरण 2 : (सूत्रे लिहीण्यासाठी कमी खर्चाची प्रतिकृती) ज्यातून गोळ्या काढल्या आहेत असे औषधी गोळ्यांचे रिकामे पॅक घ्या. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे त्याला समूहात कापून घ्या. आता तुम्ही एका प्रकारच्या आयनला दुसऱ्या प्रकारच्या आयनामध्ये लावून सूत्र तयार करू शकता.

उदाहरण :



सोडीयम सल्फेटच्या सूत्रासाठी

2 सोडीयम आयनांना एका सल्फेट आयनावर लावा. सूत्र Na_2SO_4 होईल.

तुम्हीच करा :

आता तुम्ही सोडीयम फॉस्फेटचे सूत्र लिहा.

*****

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण 4

अणूची रचना

(Structure of the Atom)

L6I3G1

प्रकरण 3 मध्ये आपण पदार्थ अणू आणि रेणूंपासून बनतो हे शिकलो आहोत. विभिन्न पदार्थांचे अस्तित्व त्या अणूंच्यामुळे आहे ज्यामुळे ते बनले आहेत. आता प्रश्न असे उपस्थित होतात की i) कोणत्याही एका मूलद्रव्याचा अणू दुसऱ्या मूलद्रव्याच्या अणूपेक्षा वेगळा कां असतो? आणि ii) डॉल्टनच्या प्रतिपादनानुसार अणू खरेच अविभाज्य असतात की त्यांच्यामध्ये अन्य छोटे छोटे घटक असतात. या प्रकरणात या प्रश्नाचे उत्तर मिळेल. आपण अणूपेक्षाही लहान असणाऱ्या मूलकण आणि अणूंच्या वेगवेगळ्या नमुन्यांच्याविषयी माहितीमिळवू ज्यामुळे आपल्याला हे समजेल की हे कण अणूमध्ये कसे व्यवस्थित असतात. 19 व्या शतकाच्या शेवटी शास्त्रज्ञांच्या समोर सर्वात मोठे आव्हान होते ते अणूची संरचना आणि त्याच्या गुणधर्मांचा शोध. याचे स्पष्टीकरण करणे होय. अणूंच्या संरचनेला अनेक प्रयोगांद्वारे समजून घेता आले आहे.

अणूंच्या अविभाज्य नसण्याच्या संकेतांपैकी एक संकेत स्थिर विद्युत आणि वेगवेगळ्या पदार्थांद्वारे विद्युत वहनाच्या परिस्थितींच्या अध्ययनाने मिळाला.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

4.1 पदार्थांमधील प्रभारित कण

पदार्थातील प्रभारित कणांचे गुणधर्म समजून घेण्यासाठी आपण खालील उपक्रम करू या.

उपक्रम 4.1

A. कोरडे केस कंगव्यानी विंचरा. कंगवा विंचरल्यावर कागदाचे छोटे छोटे तुकडे आकर्षून घेतो कां?

B. कांचेच्या एका कांडीला रेशमी कापडाने जोरात घासा. नंतर ती कांडी फुगविलेल्या फुग्याजवळ आणा. काय होते ते लक्षपूर्वक पहा.

या उपक्रमांमुळे आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो कां की दोन वस्तू आपापसात घासल्याने ते विद्युत प्रभारित होतात. हा प्रभार कोठून येतो? याचे उत्तर तेव्हा मिळाले जेव्हा हे समजले की अणू विभाज्य आहे आणि प्रभारित कणांपासून बनला आहे.

अणूतील प्रभारित कणांचा शोध लावण्यात अनेक शास्त्रज्ञांनी योगदान दिले.

19 व्या शतकापर्यंत हे समजून आले होते की अणू साधारण आणि अविभाज्य कण नाही, तर यात कमीतकमी एक अणूपेक्षा लहान असणारा मूलकण इलेक्ट्रॉन असतो, ज्याचा शोध जे.जे. थॉमसनने लावला होता. इलेक्ट्रॉन संबंधी माहिती प्राप्त होण्याआधी ई. गोल्डस्टीनने

1886 साली एका नव्या विकिरणाचा शोध लावला. याला त्याने 'कॅनॉल रे'(कॅनॉल किरण) नाव दिले. ही किरणे धनभरित विकिरणे होती, ज्याच्यामुळे शेवटी अणू पेक्षा लहान असणाऱ्या दुसऱ्या मूल कणांचा शोध लागला. या कणांचा प्रभार इलेक्ट्रॉनच्या प्रभाराइतका पण विरुद्ध प्रकारचा होता. यांचे वस्तुमान इलेक्ट्रॉनांपेक्षा जवळ जवळ 2000 पट अधिक होते. त्यांना प्रोटॉन हे नाव दिले गेले. सामान्यपणे इलेक्ट्रॉनला e^- या संकेताने आणि प्रोटॉनला P^+ या संकेताद्वारे दर्शविले जाते. प्रोटॉनचे वस्तुमान 1 एकक आणि त्याचा प्रभार +1 असे घेतले जाते. इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान नगण्य आणि प्रभार−1 मानले जाते.

असे मानले गेले की अणू हे प्रोटॉन आणि इलेक्ट्रॉनने बनलेले आहेत, जे परस्परांच्या प्रभावाला संतुलीत करतात. प्रोटॉन अणूच्या सर्वात आतील भागात असतात. इलेक्ट्रॉन्सना सहजपणे काढता येईल पण प्रोटॉन्सना नाही. आता सर्वात मोठा प्रश्न हा होता की हे कण अणूंची संरचना कोणत्या प्रकारे करतात? या प्रश्नाचे उत्तर खाली मिळेल.

प्रश्न :

1. कॅनॉल किरणे काय आहेत?
2. जर एका अणूत एक इलेक्ट्रॉन आणि एक प्रोटॉन आहेत, तर त्यात कांही प्रभार असेल की नाही.

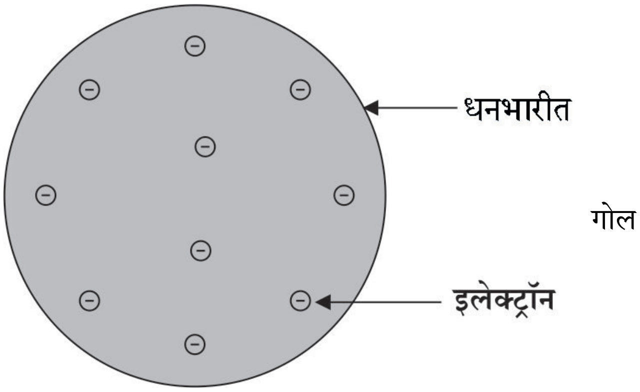
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

4.2 अणूची संरचना

आपण प्रकरण 3 मध्ये डॉल्टनचा अणू सिद्धांत शिकलो आहोत. ज्याच्या अनुसार अणू अविभाज्य आणि अविनाशी होता. पण अणूच्या आत दोन मूलभूत कण, इलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉन यांच्या शोधामुळे डॉल्टनच्या अणू सिद्धांताचे हे प्रतिपादन चुकीचे सिद्ध झाले. आता हे जाणणे जरूरीचे होते की अणूच्या आत इलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉनची कशी व्यवस्थित रचना झालेली असते. हे समजावण्यासाठी वेगवेगळ्या शास्त्रज्ञांनी वेगवेगळे नमुने प्रस्तुत केले. अणूंच्या संरचनेशी संबंधित पहिला नमुना प्रस्तुत करणारा जे.जे. थॉमसन हा होता.

4.2.1 थॉमसनचा अणू नमुना

थॉमसनने अणूंच्या संरचनेबाबत एक नमुना प्रस्तुत केला, जो ख्रिसमसच्या केकसारखा होता. यांच्यानुसार अणू एक धनप्रभाराच्या गोळा होता, ज्यात इलेक्ट्रॉन्स केकवर लावलेल्या सुक्या मेव्यासारखे होते. कलींगडाचे उदाहरण पण घेता येते, ज्याच्यानुसार अणूत धन प्रभार हा कलींगडाच्या खाण्यायोग्य लाल भागासारखा विखुरलेला आहे. तर इलेक्ट्रॉन्स धन प्रभारित गोळ्यात बियांसारखे रूतून बसले आहेत. (आकृती 4.1)



आ. 4.1 थॉमसनची अणू प्रतिकृती

ब्रिटिश भौतशास्त्रज्ञ, जे.जे. थॉमसन (1856-1940) यांचा जन्म 18 डिसेंबर 1856 साली मँचेस्टरच्या चीथम हिल क्षेत्रात झाला. इलेक्ट्रॉनच्या शोधामुळे 1906 साली त्यांना भौतिक शास्त्रातील नोबेल पुरस्कार मिळाले. 35 वर्षापर्यंत केंब्रिजमधे कॅव्हेंडिश प्रयोग शाळेचे ते निर्देशक होते व त्यांच्या सात सहयोग्यांना पण पुढे नोबेल पुरस्कार मिळाले.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

थॉमसनने प्रतिपादीत केले की :

i) अणू धन प्रभारित गोळ्याचा बनलेला असतो आणि इलेक्ट्रॉन त्यात रुतून बसलेले असतात.

ii) ऋणभार आणि धनभार समान किंमतीचे असतात म्हणून अणू हा विद्युताच्या दृष्टिने उदासिन असतात.

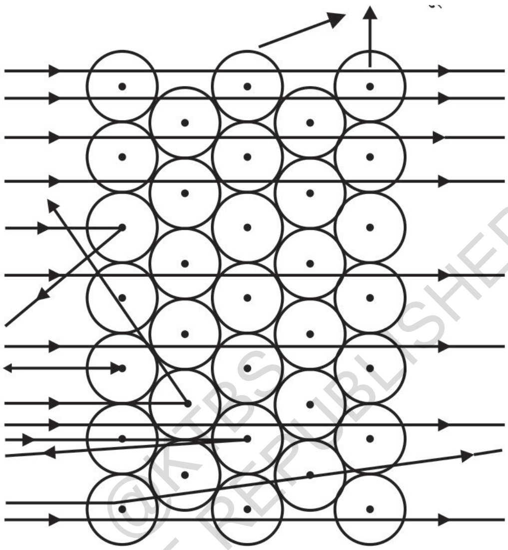
जरी थॉमसनच्या नमुन्यामुळे अणूच्या उदासिन होण्याचे कारण समजले तरी दुसऱ्या वैज्ञानिकांनी केलेल्या प्रयोगाच्या परिणामाना या नमुन्याद्वारे समजाविणे शक्य झाले नाही.

4.2.2 रूदर फोर्डचा अणू प्रतिकृती नमुना

अर्नेस्ट रूदरफोर्डला हे जाणून घ्यायचे होते की इलेक्ट्रॉन्सची अणूत कशी रचना केलेली असते. त्यानी एक प्रयोग केला. तीव्र गतीने जाणाऱ्या अल्फा कणांना सोन्याच्या अतिशय पातळ पत्र्यावर आदळण्यात आले.

- त्यानी सोन्याचा अतिशय पातळ पत्रा निवडला कारण त्याना अतिशय पातळ पत्रा हवा होता. सोन्याच्या या पत्र्याची जाडी 1000 अणू इतकी होती.

- α कण द्विप्रभारित हेलीयम कण असून ते धन प्रभारित असतात. त्यांचे वस्तुमान 4 u असल्याने तीव्र गतीने जाणाऱ्या या अल्फा कणांत पर्याप्त ऊर्जा असते.
- असा अनुमान होता की अल्फा कण सोन्यातील अणूमध्ये असणाऱ्या अणूपेक्षा लहान असणाऱ्या या कणांकडून विक्षेपित होतील. कारण अल्फा कण प्रोटॉनपेक्षा खूप अधिक वजनदार होते. म्हणून त्यांची अधिक विक्षेपणाची आशा धरली नव्हती.



आ. 4.2 सुवर्ण पत्रीमुळे α – कणांचे विखुरणे

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पण अल्फा कणांच्या विखुरणे प्रयोगाने अनपेक्षित निकाल दिला (आ. 4.2). यामुळे खालील निरीक्षणे करण्यात आली.

i) तीव्र गतीने अधिकाधिक अल्फा कण सुवर्ण पत्रीमधून आरपार निघून गेले.

ii) कांही अल्फा कण सुवर्ण पत्रीद्वारे फार लहान कोनात विचलीत झाले.

iii) आश्चर्यजनक रूपात प्रत्येक 12000 कणांपैकी एक कण माघारी आला.

ई. रुदरफोर्ड (1871–1937) चा जन्म 30 ऑगस्ट 1871 साली स्प्रिंग ग्रोव्ह येथे झाला होता. त्याला आण्विक भौतशास्त्राचा जनक असे समजण्यात येते. किरणोत्सर्जकते विषयी त्याचे योगदान आणि सुवर्णपत्रीद्वारा अणूच्या केंद्राच्या शोधासाठी तो खूप प्रसिद्ध झाला. 1908 साली त्याला नोबेल पुरस्कार मिळाले.

रुदरफोर्डच्या मतानुसार हा परिणाम फारच अविश्वसनीय होता जसा समजा एक 15 इंचाच्या तोफेच्या गोळ्याला टिश्यू पेपरच्या तुकड्यांवर मारले असता तेथे आदळून तो उसळून परत मागे येऊन आपल्यालाच लागतो.

या प्रयोगाच्या निष्कर्षाला समजून घेण्यासाठी खुल्या मैदानात एक उपक्रम करू या. समजा एक मूल आपले डोळे बंद करून एका भिंतीसमोर उभे आहे. भिंतीपासून कांही अंतरावरून त्याला भिंतीवर दगड फेकण्यास सांगा. प्रत्येक दगड भिंतीला लागतो तेव्हा एक आवाज त्याला ऐकू येईल. त्याने दहा वेळा दगड फेकले तर त्याला दहा वेळा आवाज ऐकू येईल. त्याच मुलाला डोळ्यांवर पट्टी बांधलेल्या स्थितीत काटेरी ताराच्या कुंपणावर दगड फेकण्यास सांगितले आणि त्याने तसे केले तर आता त्याला आवाज ऐकू येणार नाही. कारण बहुसंख्येने दगड तारांमधील मोकळ्या जागांमधून पलीकडे जातील आणि आवाज ऐकू येणार नाही.

या तर्कानुसार अल्फा कण–विखुरणे प्रयोगाच्या आधारावर रुदरफोर्डने अणू प्रतिकृती नमुन्याद्वारे खालील परिणाम काढले –

i) अणूच्या आतील अधिकांश भाग रिकामा आहे. कारण अधिकांश अल्फा कण विचलीत न होता सुवर्ण पत्रीमधून बाहेर निघून जातात.

ii) फारच कमी कणांचे आपल्या मार्गातून विचलन होते. यावरून असे समजते की सोन्याच्या अणूत धनभारीत भाग खूप कमी आहे.

iii) फार अल्प कणांचे 180^0 वर विचलन होते. यावरून असे समजते की सोन्याच्या अणूत धनभारीत भाग आणि वस्तुमान अणूच्या अत्यंत कमी घनफळात एकवटलेले असते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

प्राप्त आकड्यांच्या आधारावरून त्यानी असा निष्कर्ष काढला की केंद्राची त्रिज्या अणूच्या त्रिज्येच्या 10^5 पट लहान आहे. आपल्या प्रयोगांच्याआधारे रुदफोर्डने अणूचा केंद्रिय प्रतिकृती नमुना प्रस्तुत केला. त्याची लक्षणे खालीलप्रमाणे होती.

i) अणूचे केंद्र धनभारीत असते ज्याला केंद्र वा नाभी म्हटले जाते. एका अणूचे जवळ जवळ संपूर्ण वस्तुमान केंद्रात असते.

ii) इलेक्ट्रॉन केंद्राच्या सभोवताली निश्चित कक्षांमध्ये परिभ्रमण करीत असतात.

iii) केंद्राचा आकार अणूच्या आकाराच्या तुलनेत खूप कमी असतो.

रुदरफोर्डच्या अणू प्रतिकृतीच्या मर्यादा :

इलेक्ट्रॉनचे वर्तुळाकार कक्षेमधील परिभ्रमण हे स्थिर असू शकत नाही. वर्तुळाकार कक्षेतील

कणांवर प्रवेग निर्माण होऊ शकतो. प्रवेग निर्माण होत असताना प्रभारीत कण ऊर्जा उत्सर्जित करतात. म्हणून परिभ्रमण करीत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनने ऊर्जा गमावल्याने तो केंद्रकाच्या आत खेचला जाऊ शकतो. अशा परिस्थितीत अणू अस्थिर झाल्याने आपल्याला माहित असणाऱ्या स्वरूपात द्रव्य अस्तित्वात राहू शकत नाही. अणू हे अगदी स्थिर असतात हे आपल्याला माहित आहे.

4.2.3 नील्स बोहरची अणू प्रतिकृती

रुदरफोर्डच्या अणू प्रतिकृतीबद्दल असणाऱ्या आक्षेपाना दूर करण्यासाठी नील्स बोहरने अणूच्या संरचनेबद्दल खालील सुधारणा सुचविली.

i) इलेक्ट्रॉन्स हे निश्चित अशा कक्षांमध्येच परिभ्रमण करू शकतात, ज्याना स्वतंत्र किंवा सुटी कक्षा म्हणतात.

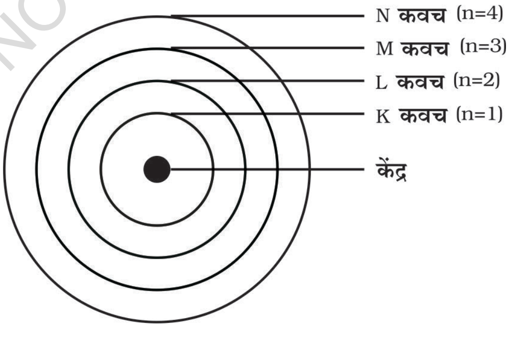
ii) जेव्हा या स्वतंत्र कक्षेत इलेक्ट्रॉन परिभ्रमण करतात, त्यांच्या ऊर्जेचे उत्सर्जन होत नाही.

नील्स बोहर (1885-1962) चा जन्म 7 ऑक्टोबर 1885 ला कोपनहेगन मध्ये झाला होता. 1916 मधे कोपनहेगन विश्वविद्यालयात तो भौतिक शास्त्राचा प्रोफेसर म्हणून नियुक्त झाला. 1922 साली त्याला अणूच्या संरचनेबद्दल त्याच्या योगदानाला नोबेल पुरस्कार मिळाला. प्रोफेसर बोहरच्या विविध लेखांवर आधारीत तीन पुस्तके प्रकाशित झाली.

i) दि थिअरी ऑफ स्पेक्ट्रा अँड ॲटॉमिक कॉंस्टीट्यूशन
ii) ॲटॉमिक थियरी आणि
iii) दि डिस्क्रिप्शन ऑफ नेचर

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

या कक्षांना ऊर्जास्तर असे संबोधले जाते. आ. 4.3 मध्ये एक अणूच्या ऊर्जा स्तरांना दाखविले गेले आहेत.



आ. 4.3 अणूतील कांही ऊर्जास्तर

या कक्षा K, L, M, N, अक्षरानी किंवा संख्या n = 1, 2, 3, 4, … या संख्येनी दर्शविल्या जातात.

प्रश्न :

1. अणू उदासिन आहे हे पूर्णपणे थॉमसनच्या प्रतिकृतीच्या आधारे स्पष्ट करा.
2. रुदरफोर्डच्या प्रतिकृतीनुसार अणूच्या केंद्रात असणारा अणूपेक्षा लहान कण कोणता?
3. तीन कक्षा असणाऱ्या अणूचे बोहरच्या प्रतिकृतीआधारे आकृती काढा.
4. सुवर्ण पत्री ऐवजी दुसऱ्या धातूची पत्री वापरून अल्फा कणांच्या विखुरण्याचा प्रयोग करता येईल कां?

4.2.4 न्यूट्रॉन

1932 साली जे. चॅडविक याने आणखी एका अणूपेक्षा लहान कणाचा शोध लावला. हा कण विद्युत प्रभाररहित असून त्याचे वस्तुमान प्रोटॉनच्या वस्तुमानाइतकेच असते. याला न्यूट्रॉन हे नाव मिळाले. हैड्रोजनला सोडून इतर सर्व अणूत त्यांच्या केंद्रात न्यूट्रॉन्स असतात. सामान्यतः न्यूट्रॉनला ‘n’ या संकेताने दर्शवितात. अणूचे वस्तुमान न्यूट्रॉन आणि प्रोटॉनच्या संख्येच्या बेरजेने दर्शवितात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. अणूच्या तीन अणूपेक्षा लहान कणांची नावे लिहा.
2. हेलीयम अणूचे अणू वस्तुमान 4 u आहे आणि त्याच्या केंद्रात दोन प्रोटॉन्स असतात. त्यात न्यूट्रॉन्स किती असतील?

4.3 विभिन्न कक्षांमध्ये इलेक्ट्रॉन्स कसे वितरीत केले जातात?

अणूच्या वेगवेगळ्या कक्षांत इलेक्ट्रॉन्सच्या वितरणासाठी बोहर आणि बुरी या शास्त्रज्ञानी कांही नियम सुचविले.

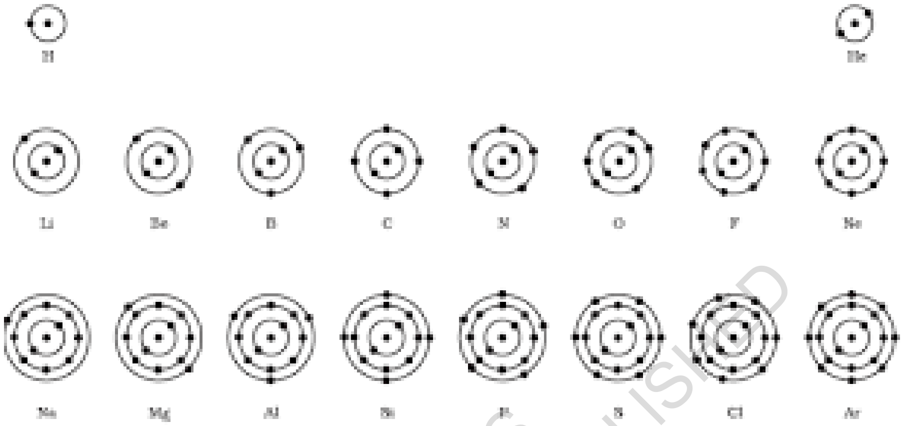
अणूच्या वेगवेगळ्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सची संख्या लिहीण्यासाठी खालील नियम पाळले जातात.

i) या नियमांनुसार कोणत्याही कक्षेतील अधिकतम इलेक्ट्रॉन्सची संख्या काढण्याचे सूत्र $2n^2$ हे आहे. येथे ‘n’ हा कक्षा क्रमांक (ऊर्जास्तर क्रमांक) आहे. 1, 2, 3, 4, ... प्रत्येक कक्षेत अधिकतम इलेक्ट्रॉन्स किती असतील हे सूत्राने पुढील प्रमाणे काढता येते. पहिल्या K –कक्षेत $2n^2 = 2 \times 1^2 = 2$ इलेक्ट्रॉन्स असतील. दुसरी कक्षा (L) $= 2 \times 2^2 = 8$, तिसरी कक्षा (M) $= 2 \times 3^2 = 18$ आणि चौथी कक्षा (N) $= 2 \times 4^2 = 32$ इलेक्ट्रॉन्स असतात.

ii) सर्वात बाहेरील कक्षेत अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉन्स असतात.

iii) अणूच्या दिलेल्या कक्षेत तिच्या अगोदरची आणि आतील कक्षा पूर्णपणे भरत नाही तो पर्यंत दिलेल्या कक्षेत इलेक्ट्रॉन्स येऊन स्थान ग्रहण करीत नाहीत. या वरून कक्षा क्रमा-क्रमाने भरतात हे स्पष्ट होते.

तक्ता 4.4 मध्ये पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या संरचनेचे चित्र दिले आहे.



आ. 4.4 पहिल्या 18 मूलद्रव्यांची अणू संरचना

उपक्रम 4.2

- स्थिर आण्विक प्रतिकृती तयार करून त्यात पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या अणूंची मांडणी दर्शवा.
- पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या अणूंचे संयोजन तक्ता 4.1 मध्ये दिलेले आहेत.

प्रश्न :

1) कार्बन आणि सोडीयमच्या अणूमधील इलेक्ट्रॉन्सचे वितरण स्पष्ट करा.

2) जर एका अणूची K आणि L कक्षा भरलेली आहे तर त्या अणूतील एकूण इलेक्ट्रॉन्सची संख्या किती असेल?

4.4 संयुजा

अणूच्या विविध कक्षेत (ऊर्जापातळीत) इलेक्ट्रॉन्सची विभागणी कशी होते हे आपण पाहिलेले आहे. अणूच्या बाह्यतम कक्षेत भ्रमण करणाऱ्या इलेक्ट्रॉन्सना संयुजा इलेक्ट्रॉन्स असे म्हणतात.

बोहर-बुरी स्कीमनुसार आपल्याला हे माहित आहे की कोणतीही बाह्यतम कक्षा अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉन्स धारण करू शकते. ज्या मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या बाह्यतम कक्षा पूर्णपणे भरलेल्या असतात अशा अणूंची रासायनिक क्रियाशीलता कमी असते. म्हणजेच त्यांची संयोजन क्षमता किंवा संयुजा

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

शून्य असते. या निष्क्रिय मूलद्रव्यांपैकी हेलीयम अणूच्या बाह्यतम कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन्स असतात. तर अन्य मूलद्रव्यांच्या बाह्यतम कक्षेत 8 इलेक्ट्रॉन्स असतात.

तक्ता 4.1 : पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या अणूंची रचना विविध कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सच्या वितरणासह.

धातूचे नाव	संकेत	अणूंची संख्या	प्रोटॉन्सची संख्या	न्यूट्रॉन्सची संख्या	इलेक्ट्रॉन्सची संख्या	इलेक्ट्रॉनचे वितरण				संयुजा
						K	L	M	N	
हैड्रोजन	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
हेलीयम	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
लिथीयम	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
बेरीयम	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
बोरॉन	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
कार्बन	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4
नैट्रोजन	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
ऑक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
फ्लुोरीन	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
न्युऑन	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
सोडीयम	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
मॅग्नेशियम	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
ॲल्युमिनियम	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
सिलिकॉन	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
फॉस्फरस	P	15	15	16	15	2	8	5	-	3,5
सल्फर	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2
क्लोरीन	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
अरगॉन	Ar	18	18	22	18	2	8	8		0

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

सक्रिय मूलद्रव्यांच्या अणूंची संयोजन शक्ती म्हणजे आपल्या सारख्याच किंवा भिन्न मूलद्रव्यांच्या अणूंशी विक्रिया करून रेणू तयार करण्याची प्रवृत्ती म्हणजेच अणू बाह्यतम कक्षा पूर्ण करण्याच्या प्रयत्नात असतात. सर्वात बाहेरील कवचात 8 इलेक्ट्रॉन्स असणाऱ्या कवचाला किंवा कक्षेला अष्टक असणारे कवच किंवा कक्षा असे म्हणतात. अणू आपल्या बाह्यतम कक्षेत अष्टक प्राप्त करण्यासाठी विक्रिया करतात. इलेक्ट्रॉन्सची आपापसात भागीदारी करणे, इलेक्ट्रॉन्स मिळविणे किंवा इलेक्ट्रॉन्स मुक्त करणे या क्रियेने अष्टक प्राप्त केले जाते. अणूच्या बाह्यतम कक्षेत इलेक्ट्रॉन्सचे अष्टक बनविण्यासाठी

जितक्या संख्येची भागीदारी किंवा स्थानांतरण होते त्याला संयोजक शक्ती किंवा संयुजा असे म्हणतात. अणूच्या बाह्यतम कक्षेत अष्टक स्थिती प्राप्त होण्याच्या दृष्टीने दिल्या किंवा घेतल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रॉन्सची संख्या म्हणजे त्या मूलद्रव्याची संयुजा होय. मागील प्रकरणात याची चर्चा झाली आहे. हैड्रोजन, लीथीयम किंवा सोडीयम या सगळ्यांच्या बाह्यकक्षेत 1 इलेक्ट्रॉन असतो. त्याला ते देऊ शकतात. म्हणून त्यांची संयुजा 1 आहे असे म्हणतात. मॅग्नेशियम आणि ॲल्युमिनियमची संयुजा किती हे सांगू शकाल? या संयुजा अनुक्रमे 2 आणि 3 आहेत. कारण मॅग्नेशियमच्या बाह्य कक्षेत 2 इलेक्ट्रॉन्स आणि ॲल्युमिनियमच्या बाह्य कक्षेत 3 इलेक्ट्रॉन्स असतात.

जर अणूच्या बाह्यतम कक्षेत इलेक्ट्रॉन्सची संख्या त्यांच्या क्षमतेनुसार जवळ जवळ पूर्ण असेल, तर त्याची संयुजा वेगळ्याप्रकारे निश्चित केली जाते. उदा. फ्लोरीन अणूच्या बाह्यतम कक्षेत सात इलेक्ट्रॉन्स असतात. म्हणून त्याची संयुजा 7 असु शकते. पण बाह्यतम कक्षेत अष्टक बनविण्यासाठी फ्लोरीनला 7 इलेक्ट्रॉन्स देण्यापेक्षा एका इलेक्ट्रॉनला मिळविणे सुलभ आहे. म्हणून अष्टकातून 7 वजा करून फ्लोरीनची संयुजा मिळविली जाते. अशारितीने फ्लोरीनची संयुजा 1 होते. ऑक्सीजनची संयुजा याच प्रकारे काढली जाते. तर ऑक्सीजनची संयुजा किती असेल?

प्रत्येक मूलद्रव्याच्या अणूची एक निश्चित संयोजन शक्ती असते. त्या संयोजन शक्तीलाच संयुजा म्हणतात. पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या संयुजा तक्ता 4.1 च्या शेवटच्या स्तंभात दिलेल्या आहेत.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. क्लोरीन, सल्फर आणि मॅग्नेशियमच्या अणू संख्येने संयुजा कशी प्राप्त कराल?

4.5 अणूक्रमांक आणि अणू–वस्तुमान

4.5.1 अणूक्रमांक

अणूच्या केंद्रात प्रोटॉन्स असतात हे आपण जाणतो. अणूतील प्रोटॉन्सची संख्या त्याचा अणूक्रमांक निर्धारीत करते. आणि Z या संकेताने अणूक्रमांक निर्देशित केला जातो. कोणत्याही मूलद्रव्याच्या सर्व अणूंचा अणूक्रमांक समान असतो. वास्तविक मूलद्रव्यांना त्यांच्या अणूत असणाऱ्या प्रोटॉनच्या संख्येने परिभाषित केले जाते. हैड्रोजनसाठी $Z=1$, कारण हैड्रोजन अणूच्या केंद्रात केवळ एक प्रोटॉन असतो. अशाप्रकारे कार्बनसाठी $Z=6$. म्हणून अणूच्या केंद्रात असणाऱ्या प्रोटॉनच्या एकूण संख्येला अणूक्रमांक असे म्हणतात.

4.5.2 अणू वस्तुमानांक किंवा वस्तुमान

अणू पेक्षाही लहान असणाऱ्या अणूतील कणांच्या अध्ययनानंतर असा निष्कर्ष निघतो की अणूचे वस्तुमान त्याच्या केंद्रातील प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन यांच्यामुळे असते. हे अणूच्या केंद्रात असल्याने त्याना न्यूक्लियॉन्स असेही म्हणतात. अणूचे जवळ जवळ पूर्ण वस्तुमान त्याच्या केंद्रात असते. उदा. कार्बनचे वस्तुमान 12 u आहे. कारण त्यात 6 प्रोटॉन आणि 6 न्युट्रॉन असतात. 6u + 6u = 12u त्याच प्रमाणे ॲल्युमिनियमचे वस्तुमान 27 u आहे. (13 प्रोटॉन + 14 न्युट्रॉन). एका केंद्रातील प्रोटॉन्स आणि न्यूट्रॉन्स यांची एकूण संख्या म्हणजे अणू वस्तुमान होय. अणू दर्शविण्यासाठी संकेतलिपी मध्ये अणूक्रमांक, वस्तुमानांक आणि मूलद्रव्याचे चिन्ह हे खालील प्रकारे लिहीतात.

अणू वस्तुमानांक

| मूलद्रव्याचे चिन्ह |

$^{A}_{Z}\boxed{X}$

अणूक्रमांक

उदा : नैट्रोजन हे $^{14}_{7}N$ असे लिहिले जाते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. अणूमध्ये इलेक्ट्रॉन्स 8 आणि प्रोटॉन्स 8 असतील तर

   i) अणूक्रमांक किती? ii) अणूवरील भार कोणता?

2. तक्ता 4.1 च्या मदतीने ऑक्सीजन आणि सल्फर अणूचे वस्तुमानांक काढा.

4.6 समस्थानिके

निसर्गातील कांही मूलद्रव्यांच्या अणूंचा शोध घेण्यात आला आहे. त्यांचे अणूक्रमांक समान असून अणू वस्तुमानांक मात्र वेगवेगळे असतात. उदा. हैड्रोजन अणू घ्या. याचे तीन आण्विक प्रकार आहेत– 1. प्रोटीयम ($^{1}_{1}H$), 2. ड्युटेरीयम ($^{2}_{1}H$ किंवा D), 3. ट्रिटीयम ($^{3}_{1}H$ किंवा T) B. प्रत्येकाचा अणुक्रमांक 1 आहे परंतु अणु वस्तुमानांक हे अनुक्रमे 1, 2 आणि 3 आहे इतर अशी उदाहरणे (i) कार्बन $^{12}_{6}C$ आणि $^{14}_{6}C$ (ii) कलोरीन $^{35}_{17}Cl$ आणि $^{37}_{17}Cl$ इत्यादी.

या उदाहरणांच्या आधारे समस्थानिकांची अशी व्याख्या करता येते : ''एकाच मूलद्रव्याचे अणू ज्यांचे अणूक्रमांक समान असून वस्तुमानांक भिन्न असतात.'' म्हणून आपण असे म्हणू शकतो की हैड्रोजन अणूची तीन समस्थानिके आहेत. 1. प्रोटीयम 2. ड्युटेरीयम 3. ट्रिटीयम

अनेक मूलद्रव्यात समस्थानिकांचे मिश्रणही आढळते. कांही मूलद्रव्यांचा प्रत्येक समस्थानिक हा शुद्ध पदार्थ असतो. समस्थानिकांचे रासायनिक गुणधर्म समान असून भौतिक गुणधर्म वेगवेगळे असतात.

निसर्गात क्लोरीन दोन समस्थानिकांच्या स्वरूपात मिळतो वस्तुमानांक 35 u आणि 37 u म्हणजे 3:1 गुणोत्तरात. प्रश्न असा निर्माण होतो की कोणत्या वस्तुमानांकाला क्लोरीनचे वस्तुमानांक मानावे ? चला याचा उलगडा करू.

कोणत्याही नैसर्गिक मूलद्रव्याच्या एका अणूचे वस्तुमान त्या मूलद्रव्यात असणाऱ्या सर्व नैसर्गिक रूपात मिळणाऱ्या अणूंच्या सरासरी वस्तुमानाबरोबर असते. जर मूलद्रव्याचा कोणताच समस्थानिक नसेल तर अणूचे वस्तुमान त्यात असणाऱ्या प्रोटॉन व न्यूट्रॉन यांच्या वस्तुमानांच्या बेरजेएवढा असतो. पण जर एक मूलद्रव्य समस्थानिकाच्या रूपात असेल तर आपल्याला त्या समस्थानिक रूपाची टक्केवारी काढून त्यावरून सरासरी वस्तुमान काढावे लागेल.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

वरील माहितीच्या आधारे क्लोरीन अणूचे सरासरी वस्तूमानांक खालीलप्रमाणे असेल.

$$\left[\left(35\times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100}\right) = \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4}\right) = \frac{142}{4} = 35.5\,u\right]$$

याचा हा अर्थ नाही की क्लोरीनच्या अणूचे वस्तुमान अगदी क्षुल्लक म्हणजे 35.5 u आहे. म्हणजेच यात क्लोरीनची दोन्ही समस्थानिके असतील आणि सरासरी वस्तुमान 35.5 u असेल.

उपयोग

सर्व समस्थानिकाचे रासायनिक गुणधर्म समान असतात. सामान्यतः आम्ही मिश्रणाशी संबंधित नाही. कांही समस्थानिकांचे विशेष गुणधर्म असतात ज्यांचा उपयोग आपण विभिन्न क्षेत्रात करतो. त्यातील कांही खालील उपयोग–

1. युरेनियमच्या एका समस्थानिकाचा उपयोग अणू भट्टीत इंधन म्हणून होतो.
2. कॅन्सरच्या उपचारात कोबाल्टच्या समस्थानिकाचा उपयोग होतो.
3. गॉयटरच्या उपचारासाठी आयोडीनच्या समस्थानिकाचा उपयोग होतो.

4.6.1 समभार मूलद्रव्यें

दोन मूलद्रव्यें- कॅल्शियम, अणूक्रमांक 20 आणि अरगॉन, अणूक्रमांक 18 यांचा विचार करा. या दोन्ही अणूंमधील इलेक्ट्रॉन्सची संख्या भिन्न-भिन्न असून दोन्हींचे अणू वस्तुमानांक समान म्हणजे 40 आहे. याचाच अर्थ असा की मूलद्रव्यांच्या या जोडीच्या अणूतील एकूण न्युक्लिऑनची संख्या समान आहे. ज्या विभिन्न मुलद्रव्यांचे अणूक्रमांक वेगवेगळे असून अणू वस्तुमानांक समान असणाऱ्या मूलद्रव्यांना समभार मूलद्रव्यें असे म्हणतात.

प्रश्न :

1. H, D आणि T या चिन्हाच्या अणूतील अणूपेक्षा लहान तीन उप कणांचा तक्ता तयार करा.
2. समस्थानिक आणि समभाराच्या एका जोडीचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा.

तुम्ही काय शिकलात

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

- इलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉन यांचा शोध लावण्याचे श्रेय अनुक्रमे जे. जे. थॉमसन आणि इ. गोल्डस्टिन याना जाते.
- जे. जे. थॉमसनने हे प्रस्तावित केले की इलेक्ट्रॉन धनात्मक गोळ्यात रुतून बसलेले असतात.
- रुदरफोर्डने केलेल्या अल्फा कणांच्या विखुरण्याच्या प्रयोगाने केंद्राचा शोध लागला.
- रुदरफोर्डच्या अणू प्रतिकृतीने अणूत खूप छोटा केंद्रक असतो आणि इलेक्ट्रॉन्स त्याच्या सभोवार भ्रमण करीत असतात असे प्रतिपादन केले. अणूच्या स्थिरतेची व्याख्या या प्रतिकृतीला करता आली नाही.
- नील बोहरकडून दिली गेलेली प्रतिकृती अधिक सफल झाली. त्याच्या प्रतिपादनानुसार इलेक्ट्रॉन केंद्राच्या सभोवार चारी दिशेत निश्चित ऊर्जेसह वेगवेगळ्या कक्षेत वितरीत झालेले असतात. जर अणूच्या सर्वात बाहेरील कक्षा पूर्णपणे भरल्या असतील तर अणू स्थिर होतो आणि तो निष्क्रिय होतो.
- जे. चॅडविकने अणूत असणाऱ्या न्यूट्रॉनचा शोध लावला. अशाप्रकारे अणूमध्ये तीन अति सूक्ष्मकण (जे अणूपेक्षा खूप लहान असतात) असतात – (i) इलेक्ट्रॉन, (ii) प्रोटॉन आणि (iii) न्यूट्रॉन. इलेक्ट्रॉन ऋणभारीत, प्रोटॉन धनभारीत आणि न्यूट्रॉन भाररहित असतात. हैड्रोजन अणूच्या वस्तुमानाच्या 1/2000 पट (कमी) वस्तुमान इलेक्ट्रॉनचे असते. प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉनचे वस्तुमान प्रत्येकी 1 एकक असे समजले जाते.

- अणूच्या कक्षांना (किंवा ऊर्जा पातळ्यांना) किंवा कवचांना K, L, M, N..... अशी नावे दिलेली आहेत.
- संयुजा ही अणूची संयोजन शक्ती आहे.
- मूलद्रव्याचा अणूक्रमांक हा केंद्रातील प्रोटॉनच्या संख्ये इतकाच असतो.
- अणूचा अणू वस्तुमानांक हा केंद्रातील न्यूक्लिऑन्सच्या संख्ये इतकाच असतो.
- समस्थानिके एकाच मूलद्रव्याचे अणू असतात. त्यांचे अणू वस्तुमानांक भिन्न-भिन्न असतात.
- समभारिक असे अणू आहेत ज्यांचे वस्तुमानांक समान असतात पण अणूक्रमांक वेगवेगळे असतात.
- मूलद्रव्यांना त्यांच्या प्रोटॉनच्या संख्येवर आधारीत परिभाषित केले जाऊ शकते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्वाध्याय

1. इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉनच्या गुणधर्मांची तुलना करा.
2. जे.जे.थॉमसनच्या अणू प्रतिकृतीच्या मर्यादा कोणत्या?
3. रुदरफोर्डच्या अणू प्रतिकृतीच्या मर्यादा सांगा.
4. बोहरच्या अणू प्रतिकृतीचे वर्णन करा.
5. या प्रकरणात दिलेल्या सर्व अणू प्रतिकृतींची तुलना करा.
6. पहिल्या 18 मूलद्रव्यांच्या कक्षांमधील इलेक्ट्रॉन वितरणाचा नियम संक्षिप्त रुपात लिहा.
7. सिलीकॉन आणि ऑक्सीजनचे उदाहरण घेऊन संयुजेची व्याख्या लिहा.
8. उदाहरणांसह स्पष्ट करा (i) अणूक्रमांक (ii) वस्तुमानांक (iii) समस्थानिक (iv) समभारिके. समस्थानिकांचे कोणतेही दोन उपयोग सांगा.
9. Na^{+} ने K आणि L ही कवचे पूर्णपणे भरलेले आहेत. याचे वर्णन करा.

10. जर ब्रोमीन अणू दोन समस्थानिकांच्या $^{79}_{35}Br$ (49.7%) आणि $^{81}_{35}Br$ (50.3%) रूपात आहेत. तर ब्रोमीन अणूचे सरासरी अणू वस्तुमान काढा.

11. एका नमुना मुलद्रव्याचे X चे अणू वस्तुमान 16.2 u आहे. तर त्याच्या एका नमुन्यात समस्थानिक $^{16}_{8}X$ आणि $^{18}_{8}X$ यांचे प्रत्येकी शेकडा प्रमाण किती असेल?

12. जर मूलद्रव्याचे Z=3 असेल तर मूलद्रव्याची संयुजा किती असेल? मूलद्रव्याचे नाव सुध्दा लिहा.

13. दोन अणू प्रकारांच्या X आणि Y या केंद्राचे संयोजन खाली दिले आहे.

	X	Y
प्रोटॉन्स =	6	6
न्यूट्रॉन्स =	6	8

X आणि Y चे वस्तुमानांक काढा. या दोन प्रकारच्या प्रजातीत कोणता संबंध आहे?

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

14. खाली दिलेली विधाने चूक असेल तर F आणि बरोबर असेल तर T लिहा.

(a) जे.जे. थॉमसनने असे प्रतिपादन केले होते की अणूच्या केंद्रात केवळ न्यूक्लिऑन्स असतात.

(b) एक इलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉन मिळून न्यूट्रॉनची निर्मिती करतात म्हणून ते भाररहीत असतात.

(c) इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान प्रोटॉनच्या जवळ जवळ 1/2000 पट असते.

(d) आयोडीनच्या समस्थानिकाचा उपयोग टिंक्चर आयोडीन तयार करण्यासाठी केला जातो, ज्याचा उपयोग औषधासाठी केला जातो.

सूचना : प्रश्न 15, 16 आणि 17 मध्ये बरोबर पर्याया समोर (✓) अशी आणि चुकीच्या पर्यायासमोर (✘) अशी खूण करा.

15. रुदरफोर्डचा अल्फा कणांच्या विखुरण्याचा प्रयोग कोणत्या शोधासाठी उपयुक्त ठरला–

(a) अणू केंद्र (b) इलेक्ट्रॉन

(c) प्रोटॉन (d) न्यूट्रॉन

16. मूलद्रव्याच्या समस्थानिकाना हे असते

(a) समान भौतिक गुणधर्म (b) भिन्न रासायनिक गुणधर्म

(c) भिन्न न्यूट्रॉन संख्या (d) भिन्न अणूक्रमांक

17. Cl^- आयनमधील संयुजा इलेक्ट्रॉन्सची संख्या

(a) 16 (b) 8 (c) 17 (d) 18

18. खालील पर्यायांपैकी कोणते सोडीयमच्या इलेक्ट्रॉनचे योग्य संरूपण आहे?

(a) 2, 8 (b) 8, 2, 1 (c) 2, 1, 8 (d) 2, 8, 1

19. खालील तक्ता पूर्ण करा

अणूक्रमांक	वस्तुमानांक	न्यूट्रॉन्सची संख्या	प्रोटॉन्सची संख्या	इलेक्ट्रॉन्सची संख्या	अणू प्रकाराचे नाव
9	–	10	–	–	–
16	32	–	–	–	सल्फर
–	24	–	12	–	–
–	2	–	1	–	–
–	1	0	1	0	–

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

*****

प्रकरण – 9

गुरुत्वाकर्षण
(GRAVITATION)

T7L3N4

वस्तूंच्या गतीविषयी तसेच गतीच्या दिशेने होणाऱ्या बदलासाठी कोणता बाहेरील जोर कारणीभूत असतो याविषयी आपण शिकलो आहोत. आम्ही समजून घेतले आहे की वस्तूच्या गतीमध्ये किंवा दिशेमध्ये बदल होण्यासाठी कोणत्या तरी जोराची आवश्यकता असते. आम्ही नेहमी पाहात असतो की जेव्हा कोणतीही वस्तू उंचावरुन खाली टाकली जाते तेव्हा ती पृथ्वीच्या दिशेने येऊन खाली पडते आम्हास माहित आहे की सर्व ग्रह सूर्याभोवती फिरत असतात. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असतो. अशा परिस्थितीत या वस्तूंवर, ग्रहांवर किंवा चंद्रावर कार्य करणारा कोणता तरी जोर अवश्य असला पाहिजे. थोर शास्त्रज्ञ आयझॅक न्यूटन यांनी जाणले होते की या सर्वांसाठी कारणीभूत असणारा जोर एकच आहे. या जोरालाच गुरुत्वाकर्षणीय जोर असे म्हटले जाते.

या प्रकरणामध्ये आम्ही गुरुत्वाकर्षण आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या वैश्विक नियमाविषयी जाणून घेऊया. आम्ही गुरुत्वाकर्षण जोरामुळे पृथ्वीवरील वस्तुंच्या गतीवर होणाऱ्या परिणामांविषयी विचार करुया. एखाद्या वस्तूच्या वस्तूमानामध्ये तिचे स्थान बदलल्यावर कशा प्रकारे फरक पडतो याचाही आपण अभ्यास करुया. तसेच वस्तू द्रवामध्ये तरंगण्यासाठी असणाऱ्या अटीबद्दलही आपण चर्चा करुया.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

9.1 गुरुत्वाकर्षण

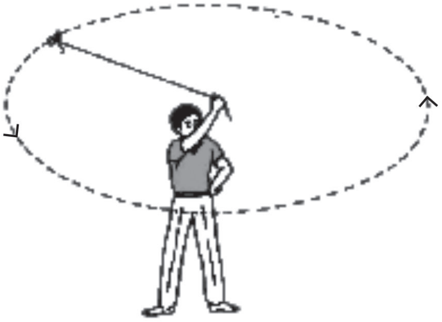
आम्हाला माहीत आहेच की चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो. जेव्हा एखादी वस्तू वरच्या दिशेमध्ये फेकली जाते तेव्हा ती कांही उंचीपर्यंत वर पोहोचते व मग खालच्या दिशेमध्ये येऊ लागते. असे म्हटले जाते की एकदा न्यूटन एका सफरचंदाच्या झाडाखाली बसले होते तेव्हा झाडावरुन एक सफरचंद त्यांच्यावर पडले. सफरचंद खाली पडण्याच्या क्रियेने न्यूटनना विचार करण्यास प्रेरणा मिळाली. त्यांनी विचार केला की जर पृथ्वी सफरचंदाला आपल्याकडे आकर्षित करु शकते तर ती चंद्राला आकर्षित करु शकणार नाही का ? दोन्ही पण घटनामध्ये कार्य करणारा जोर समान आहे का ? त्यांनी निष्कर्ष काढला की दोन्ही स्थितीमध्ये एकाच प्रकारचा जोर कारणीभूत आहे. आपल्या कक्षेतील प्रत्येक बिंदूला चंद्र सरळरेषीय गती ऐवजी पृथ्वीच्या दिशेने दिशेने खाली येत असतो असे प्रतिपादन न्यूटन यानी केले. म्हणजे पृथ्वी चंद्राला स्वत:कडे आकर्षित करीत असते. पण वास्तवात आम्हाला चंद्र पृथ्वीच्या दिशेने खाली येत असलेला दिसत नाही.

चंद्राची गती समजून घेण्यासाठी आपण उपक्रम 7.11 चे पुन्हा एकदा स्मरण करुया.

उपक्रम 9.1

- दोऱ्याचा एक तुकडा घ्या.
- दोऱ्याच्या एका टोकाला एक छोटासा दगड बांधा. दोऱ्याचे दुसरे टोक पकडून आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे दोरा वर्तुळाकार दिशेमध्ये फिरवा (आकृती 9.1)

- दगडाच्या गतीचे निरीक्षण करा.
- दोरा हातातून सोडून द्या.
- आता दगडाच्या गतीच्या दिशेचे निरीक्षण करा व नोंद करा.

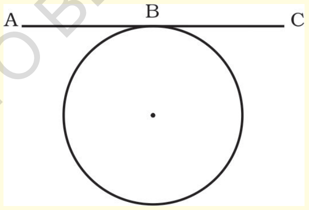


आकृती 9.1 वर्तुळाकार मार्गावर स्थिर वेगाने मार्गक्रमण करणारा दगड

दोरा हातातून सोडण्यापूर्वी दगड वृत्ताकार मार्गावर एका स्थिर चालीने फिरत असतो तसेच प्रत्येक बिंदूला त्याची दिशा बदलत असते. दिशेतील बदला बरोबरच त्याच्या वेगामध्ये किंवा त्वरणात सुध्दा बदल होत असतो. ज्या जोरामुळे हे त्वरण निर्माण होते व दगड वृत्ताकार मार्गावर गतिमान राहतो तो जोर केंद्राच्या दिशेने कार्य करीत असतो. या जोराला केंद्राभिमुख जोर असे म्हणतात. हा जोर जेव्हा नाहीसा होतो तेव्हा दगड सरळरेखीय गतीमध्ये मुक्तरुपाने गतिमान होतो. ही सरळरेषा वृत्ताकार मार्गाची स्पर्शरिषा बनेल.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अधिक माहिती : वर्तुळाची स्पर्शिका



वर्तुळाला एकाच बिंदूत स्पर्श करणाऱ्या रेषेला स्पर्शिका असे म्हणतात. A,B,C ही वर्तुळाची B बिंदूतील स्पर्शिका आहे.

जेव्हा एखादी सरळरेषा एका वर्तुळाला फक्त एकाच बिंदूमध्ये स्पर्श करते तेव्हा तिला त्या वर्तुळाची स्पर्शिका असे म्हटले जाते आकृतीमध्ये सरळरेषा ABC ही B या बिंदूतील वर्तुळाची स्पर्शिका आहे.

चंद्राच्या पृथ्वीभोवती फिरण्याच्या गतीचे कारण हाच अभिकेंद्री जोर आहे. हा अभिकेंद्री जोर पृथ्वीच्या आकर्षण जोरामुळे निर्माण होतो. जर असा कोणताही जोर नसेल तर चंद्र एकसमान गतीने सरळरेषीय मार्गावर सरकत राहील.

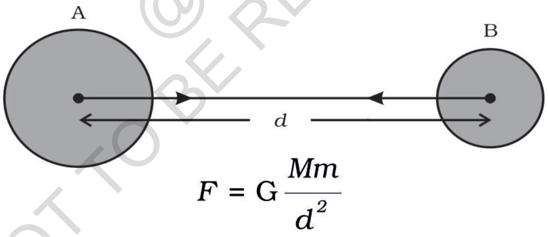
असे पाहिले गेले आहे की पडणारे सफरचंद पृथ्वीच्या दिशेने आकर्षित होते. सफरचंद सुध्दा पृथ्वीला स्वत:कडे आकर्षित करते काय ? जर असे असेल तर आम्हाला पृथ्वी सफरचंदाच्या दिशेने गतिमान झालेली का दिसत नाही ? कारण काय असावे?

गतिविषयक तिसऱ्या नियमानुसार सफरचंद सुध्दा पृथ्वीला स्वत:कडे आकर्षित करते. परंतु गतिविषयक दुसऱ्या नियमानुसार दिलेल्या कोणत्याही जोरासाठी त्वरण हे वस्तूच्या वस्तुमानाच्या व्यस्त प्रमाणात असते. समीकरण (8.4)] पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या तुलनेत सफरचंदाचे वस्तुमान अगदीच नगण्य असते. या कारणामुळेच पृथ्वी सफरचंदाच्या दिशेने गतीमान होताना दिसत नाही. यावरुनच आता तुम्ही विचार करु शकता की पृथ्वी चंद्राच्या दिशेने का गतिमान होत नाही.

आपल्या सूर्यमालेतील सर्व ग्रह सुर्याभोवती फिरत असतात. वरील तर्कानुसार आता आम्ही असे म्हणू शकतो की सूर्य आणि इतर ग्रह यांच्यामध्ये सुध्दा असा जोर अस्तित्वात असतो. या सर्वावरुन न्यूटनने असा निष्कर्ष काढला की फक्त पृथ्वीच चंद्र व सफरचंदाला स्वत:कडे आकर्षित करते असे नसून विश्वातील सर्व वस्तू एकमेकाला आकर्षित करीत असतात. वस्तूमधील आकर्षणाच्या जोराला गुरुत्वाकर्षण जोर असे म्हणतात.

9.1.1 गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम

विश्वातील प्रत्येक पदार्थ दुसऱ्या प्रत्येक पदार्थाला आकर्षिला जातो. दोन पदार्थामधील आकर्षणाचा जोर त्यांच्या वस्तुमानाच्या गुणाकाराच्या समप्रमाणात आणि त्यामधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात बदलतो. हा जोर त्या पदार्थांचे केंद्र जोडणाऱ्या सरळ रेषेच्या दिशेने असतो.



आ. 9.2 दोन एकसमान वस्तुमधील गुरुत्वाकर्षणीय जोर त्यांच्या केंद्रांना जोडणाऱ्या रेषेच्या दिशेने असतो.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

9.2 आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे A व B या वस्तू अनुक्रमे M आणि m वस्तूमान असलेल्या दोन वस्तू एकमेकापासून d अंतरावर ठेवलेल्या आहेत. दोन्ही वस्तुमधील आकर्षणाचा जोर F आहे. आता गुरुत्वाकर्षणाच्या विश्वव्यापी नियमानुसार दोन्ही वस्तुमधील आकर्षणाचा जोर त्यांच्या वस्तूमानाच्या गुणाकाराच्या समप्रमाणात असतो,

म्हणजेच

$$F \propto M \times m \qquad (9.1)$$

आणि दोन्ही पदार्थामधील आकर्षणाचा जोर त्यांच्यामधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्तप्रमाणात असतो, म्हणजेच

$$F \propto \frac{1}{d^2} \qquad (9.2)$$

समीकरण 9.1 आणि समीकरण 9.2 वरुन आपणास मिळते

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \qquad (9.3)$$

किंवा $F = G \dfrac{M \times m}{d^2}$ (9.4)

जेथे G हा प्रमाणाचा स्थिरांक असून त्याला वैश्विक गुरुत्वाकर्षणीय स्थिरांक असे म्हणतात. समीकरण 9.4 मध्ये तिरकस गुणाकार करुन

$$F \times d^2 = GM \times m$$

किंवा $G = \dfrac{Fd^2}{Mxm}$ .... (9.5)

समीकरण 9.5 मध्ये जोर, अंतर आणि वस्तुमान यांची एकके घातल्यास G चे S.I. पध्दतीतील एकक Nm^2Kg^{-2} हे आपणास मिळते.

हेन्री कॅवेन्डीश (1731-1810) यानी संवेदनशील तराजूच्या सहाय्याने "G' ची किंमत काढली त्यानुसार "G' ची वर्तमान किंमत 6.673×10^{-11} Nm^2Kg^{-2} इतकी आहे.

आपणास माहित आहेच की कोणत्याही दोन वस्तूमध्ये आकर्षणाचा जोर कार्य करीत असतो. तुम्ही आणि तुमच्या शेजारी बसलेल्या आपल्या मित्रांमध्ये असलेला आकर्षणाचा जोर मोजून पहा. तुम्हाला या जोराचा अनुभव का होत नाही ?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अधिक जाणून घेण्यासाठी

हा वैश्विक नियम यासाठी आहे की तो सर्व वस्तुंसाठी लागु पडतो. मग त्या वस्तू छोट्या असतील किंवा मोठ्या. तसेच त्या अवकाशातील असोत किंवा पृथ्वीवरील.

व्यस्त- वर्ग

"F' हे "d' च्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात आहे याचा अर्थ असा आहे की उदाहरणार्थ जर d च्या अवयवापेक्षा मोठे मिळतात तेव्हा F ची किंमत 1/36 पटीने कमी होईल.

उदाहरण 9.1

पृथ्वीचे वस्तुमान 6×10^{24} Kg इतके आहे आणि चंद्राचे वस्तुमान 7.4×10^{22} Kg आहे जर पृथ्वी व चंद्र यामधील अंतर 3.84×10^5 Km असेल तर पृथ्वीने चंद्रावर प्रयुक्त केलेला जोर किती असेल ?

$G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2\ Kg^{-2}$

उकल : पृथ्वीचे वस्तुमान $M = 6 \times 10^{24}$ Kg

चंद्राचे वस्तुमान $m = 7.4 \times 10^{22}$ Kg

पृथ्वी आणि चंद्रामधील अंतर $d = 3.84 \times 10^5$ घा

$= 3.84 \times 10^5 \times 1000$ m

3.84×10^8 m

$G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2.\ Kg^{-2}$

समीकरण (9.4) वरुन पृथ्वीने चंद्रावर प्रयुक्त केलेला जोर खालील प्रमाणे आहे

$$F = G\ \frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2Kg^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ Kg \times 7.4 \times 10^{22}\ Kg}{(3.84 \times 10^8\ m)^2}$$

$$= 2.02 \times 10^{20}\ N$$

अशाप्रकारे पृथ्वीने चंद्रावर प्रयुक्त केलेला जोर असेल 2.02×10^{20} N

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम लिहा.
2. पृथ्वी आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर ठेवलेली वस्तू यामधील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर शोधण्यासाठी सूत्र लिहा.

9.1.2 गुरुत्वाकर्षणाच्या वैश्विक नियमाचे महत्व

गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम एकमेकाशी असंबधित असलेल्या अनेक गोष्टींचे यशस्वीपणे स्पष्टीकरण देतो.

i) आम्हाला पृथ्वीशी बांधून ठेवणारा जोर

ii) चंद्राचे पृथ्वीभोवती असणारे भ्रमण

iii) ग्रहांचे सूर्याभोवती असणारे भ्रमण

iv) सूर्य व चंद्र यांच्यामुळे होणारी भरती ओहोटी

9.2 मुक्त पतन

मुक्त पतनाचा अर्थ जाणून घेण्यासाठी खालील उपक्रम करु

उपक्रम 9.2

- एक दगड घ्या.
- त्याला वरच्या दिशेने फेका.
- तो एका ठराविक उंचीपर्यंत जाईल आणि पुन्हा खाली येईल.

आपणास माहित आहे की पृथ्वी वस्तूना स्वत:कडे आकर्षित करते. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण जोरामुळे हे घडत असते. जेंव्हा वस्तू फक्त या गुरुत्वाकर्षण जोरामुळे खाली येते तेंव्हा आपण त्याला वस्तूचे मुक्त पतन असे म्हणतो. खाली पडणाऱ्या वस्तुच्या वेगामध्ये बदल होतो का ? खाली पडताना वस्तूच्या गतीच्या दिशेमध्ये कोणत्याही प्रकारचा बदल होत नाही. पण पृथ्वीच्या आकर्षणामुळे वेगामध्ये बदल होतो. वेगामध्ये होणाऱ्या कोणत्याही बदलामुळे त्वरण निर्माण होते. जेंव्हा कोणतीही वस्तू पृथ्वीच्या दिशेने खाली येते . तेंव्हा तेथे त्वरण कार्य करीत असते. हे त्वरण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण जोरामुळे निर्माण होते. म्हणून या त्वरणाला पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण जोरामुळे निर्माण झालेले त्वरण किंवा गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण असे म्हणतात. ते ‘g’ या अक्षराने दर्शवितात. जे त्वरणाचे एकक आहे तेच ‘g’ चे सुध्दा एकक आहे. म्हणजेंच ms^{-2}

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

आपणास माहित आहे की गतिविषयक दुसऱ्या नियमानुसार जोर हा वस्तूमान आणि त्वरण यांच्या गुणाकारा इतका असतो. उपक्रम 9.2 मध्ये घेतलेल्या दगडाचे वस्तुमान m आहे असे मानू आपणास ज्ञात आहे की खाली पडणाऱ्या वस्तुमध्ये निर्माण होणारे त्वरण हे गुरुत्वाकर्षणीय जोरामुळे असते. आणि ते g या अक्षराने दर्शविले जाते. म्हणून गुरुत्वाकर्षणीय जोर "F' हा वस्तुमान आणि गुरुत्वाकर्षणीय त्वरणाच्या गुणाकारा इतका आहे.

म्हणजेच $F = m.g$.......(9.6)

समीकरण (9.4) आणि (9.6)वरुन

$$mg = G \frac{M \times m}{d^2}$$

किंवा $$g = G \frac{M}{d^2} \quad .... (9.7)$$

जेथे M हे पृथ्वीचे वस्तुमान आणि 'd' पृथ्वी आणि वस्तूमधील अंतर आहे.

समजा एखादी वस्तू पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर किंवा पृष्ठभागापासून जवळ आहे. समीकरण (9.7) मध्ये अंतर 'd' हे पृथ्वीची त्रिज्या 'R' ला समान होईल. म्हणून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर किंवा पृष्ठभागापासून जवळ असणाऱ्या वस्तूसाठी.

$$mg = G \frac{M \times m}{R^2} \quad .... (9.8)$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9.9)$$

पृथ्वी पूर्ण गोल नसल्याने जस जसे आपण ध्रुवापासून विषुववृत्ताकडे जाऊ तसतसे पृथ्वीची त्रिज्या वाढत जाते. त्यामुळे 'g' ची किंमत विषुववृत्तावरील किंमतीपेक्षा ध्रुवावर जास्त होते. अनेक वेळा किंमत काढताना आपण g ची किंमत जवळ पास स्थिर मानू शकतो. पण पृथ्वीपासून दूर अंतरावर असणाऱ्या वस्तूसाठी पृथ्वीचा गुरुत्वाकर्षणीय जोर समी (9.7) ने मिळविता येतो.

9.2.1 'g' ची किंमत काढणे

गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण g ची किंमत काढण्यासाठी समीकरण (9.9) मध्ये G.M आणि 'R' च्या किंमती घालाव्या लागतील. जसे वैश्विक गुरुत्वाकर्षणीय स्थिरांक $G=6.7 x 10^{-11}$ N m^2 Kg^{-2} पृथ्वीचे वस्तुमान

$M = 6 x 10^{24}$ Kg आणि पृथ्वीची त्रिज्या $R = 6.4 x 10^6 m$

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} Nm^2 Kg^{-2} \times 6x\ 10^{24} Kg}{(6.4 \times 10^6 m)^2}$$

$= 9.8 ms^{-2}$

अशाप्रकारे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे होणारे त्वरण $g = 9.8 m s^{-2}$ इतके होते.

9.2.2 पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणीय जोराच्या प्रभावाखाली वस्तूची गती

सर्व वस्तू पोकळ अथवा भरीव, मोठ्या अथवा लहान कोणत्याही उंचीवरुन पडताना त्यांचा दर समान असतो काय ? हे जाणण्यासाठी चला आपण एक उपक्रम करु.

उपक्रम 9.3

एक पेपर शीट आणि एक दगड घ्या. एका इमारतीच्या पहिल्या मजल्यावरुन त्यांना एकाचवेळी सोडा. दोन्ही एकाच वेळी जमिनीवर पोहोचतात काय ? याचे निरीक्षण करा. आम्हाला असे दिसून येईल की पेपरशीट दगडापेक्षा जरा उशिरा जमिनीवर पडेल असे हवेच्या प्रतिरोधामुळे घडते. खाली पडणाऱ्या प्रत्येक गतिमान वस्तुवर घर्षणामुळे हवेचा प्रतिरोध कार्य करतो. येथे दगडावर होणाऱ्या प्रतिरोधापेक्षा कागदावर होणारा प्रतिरोध अधिक असतो. हाच प्रयोग जर आपण हवा काढून घेतलेल्या एका बरणीत घडवून आणला तर दोन्ही वस्तू एकाच दराने खाली पडलेल्या दिसतील.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

आपणास माहित आहे की वरुन खाली मुक्तपणे पडणाऱ्या प्रत्येक वस्तूवर त्वरण कार्य करीत असते. समीकरण (9.9) वरुन असे समजते की वस्तूवर कार्य करणारे हे त्वरण वस्तुमानावर अवलंबून नसते. याचांच अर्थ असा की सर्व वस्तू पोकळ किंवा भरीव, मोठी अथवा लहान एकाच दराने खाली पडल्या पाहिजेत. एका गोष्टीच्या आधारे हे स्पष्ट करण्यासाठी गॅलिलिओने इटलीमधील झुकलेल्या पिसा टॉवर वरुन विविध वस्तुना खाली टाकले होते.

पृथ्वीच्या जवळ "g' ची किंमत स्थिर असल्याने एकसमान त्वरणीय गतीच्या सर्व समीकरणात त्वरण 'a' च्या ठिकाणी g ची किंमत ग्राह्य मानली जाते. ही समीकरणे पुढील प्रमाणे आहेत.

समीकरणे

$V = a + at$ .... (9.10)

$S = ut + \frac{1}{2} at^2$ .... (9.11)

$V^2 = u^2 + 2as$ .... (9.12)

येथे ‘u’ = प्राथमिक वेग ‘v’= अंतिम वेग हे ‘s’ इतक्या ‘t’ काळात आक्रमिलेले अंतर.

या समीकरणामध्ये वापरताना त्वरण जर वेगाच्या दिशेने घडत असेल तर 'a' ची किंमत धन मानली जाते आणि त्वरण जर वेगाच्या विरुध्द असेल तर ‘a’ ची किंमत ऋण घेतली जाते.

उदाहरण 9.2 एक कार उंच वळणावरुन पडते आणि 0.5 सेकंदामध्ये जमिनीवर आपटते उदाहरण सोडविणे सोपे होण्यासाठी $g=10\ ms^{-2}$ घ्या.

i) जमिनीवर आपटताना कारची चाल किती असेल ?
ii) 0.5 सेकंदामध्ये तिची सरासरी चाल किती असेल ?
iii) जमिनीपासून ते वळण किती उंचीवर आहे?

उकल : दिलेले घटक t=1/2 s काल सेकंद

प्राथमिक वेग $u = 0\ ms^{-1}$

गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण $g=10\ ms^{-2}$

कारचे त्वरण $g= +10\ ms^{-2}$ (अधोमुखी)

i) चाल $V=at$

$V=10\ ms^{-2} \times 0.5\ s$

$= 5\ ms^{-1}$

ii) सरासरी चाल = $\frac{u + v}{2}$

$= \frac{(0\ ms^{-1} + 5\ ms^{-1})}{2}$

$= 2.5\ ms^{-1}$

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

iii) आक्रमिलेले अंतर $s = 1/2a\,t^2$

$= 1/2 \times 10\ ms^{-2} \times (0.5\ s)^2$

$= 1/2 \times 10\ ms^{-2} \times 0.25\ s^2$

$= 1.25m$

अशाप्रकारे

1) कारची जमिनीवर आपटतानाची चाल = $5ms^{-1}$

2) 0.5s सेकंदामध्ये तिची सरासरी चाल = $2.5\ ms^{-1}$

3) जमिनीपासून वळणापर्यंतची उंची = 1.25 m.

उदाहरण 9.3 एक वस्तु उर्ध्व दिशेने वर फेकली जाते आणि ती 10 इतक्या उंचीवर पोहोचते तर i) वस्तू किती वेगाने वर फेकलेली आहे. ii) उच्चत्तम बिंदूपर्यंत वस्तू पोहोचण्यासाठी वस्तूने घेतलेला काल काढा.

उकल : आक्रमिलेले अंतर s=10m

अंतिम वेग $V=0m\ s^{-1}$

गुरुत्वाकर्षणामुळे घडणारे त्वरण $g = 9.8\ m\ s^{-2}$

वस्तूचे त्वरण $a = -9.8m\ s^{-2}$(वरील दिशेने)

i) $v^2 = u^2+2a\,s$

$0 = u^2+2x\ (-9.8\ ms^{-2}) \times 10m$

$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10\ m^2 s^{-2}$

$u = \sqrt{196}\ m\ s^{-2}$

$u = 14m\ s^{-1}$

ii) $v=u+a\,t$

$0=14m\ s^{-1}-9.8ms^{-2} \times t$

$t=1.43\ s$

अशाप्रकारे 1) प्राथमिक वेग $u=14m\ s^{-1}$ आणि

2) लागलेला काल t=1.43 s सेंकद

प्रश्न :

1) मुक्त पतन म्हणजे काय ?

2) गुरुत्वाकर्षणामुळे त्वरण म्हणजे काय ?

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

9.3 वस्तुमान (Mass)

मागील प्रकरणात आपण शिकलो आहोत की एखाद्या वस्तुचे वस्तुमान हे त्याच्या जडत्वाचे मापन आहे. आपण हे ही शिकलो आहोत की एखाद्या वस्तुचे वस्तुमान जितके अधिक असते तितकेच जास्त त्याचे जडत्व असते. कोणत्याही वस्तुचे वस्तुमान सारखेच राहते मग ती पृथ्वीवर असेल किंवा चंद्रावर किंवा आंतरिक्ष (अवकाशामध्ये). अशा प्रकारे कोणत्याही वस्तुचे वस्तमुान ठिकाणानुसार बदलत नाही. ते सर्व ठिकाणी स्थिर राहते.

9.4 वजन (Weight)

आपणास माहित आहे की पृथ्वी प्रत्येक वस्तुला एका एका विशिष्ट बलाने आकर्षित करते आणि हे बल वस्तूच्या वस्तुमानावर आणि गुरुत्वाकर्षणीय त्वरणावर अवलंबुन असते. एखाद्या वस्तूचे वजन म्हणजे त्यावरील असे बल की ज्याने ती वस्तू पृथ्वीकडे आकर्षिली जाते. आपणास माहित आहे की.

$F = m \times a$.... (9.13)

म्हणजेच $F = m \times g$ ...... (9.14)

वजन म्हणजेच एखाद्या वस्तुवरील पृथ्वीचा असा जोर की ज्यामुळे ती वस्तु पृथ्वीकडे आकर्षिली जाते. ते w या संज्ञेने दशविले जाते. समीकरण (9.14) मध्ये ही किंमत मांडून आपणास मिळते.

$W = m \times g$ ...... (9.15)

एखाद्या वस्तुचे वजन म्हणजेच त्या वस्तूवरील पृथ्वीच्या दिशेने असणारे बल असे असल्याने (S.I.) पध्दतीतील त्याचे एकक बलाप्रमाणेच न्यूटन (N) हे होय. वजन हे एक बल खालील दिशेने लंबरुपात असते. त्यामुळे त्याला दिशा आणि मान दोन्ही आहेत.

आपण असे शिकलो आहोत की दिलेल्या ठिकाणी ते स्थिर असते. म्हणून दिलेल्या ठिकाणासाठी एखाद्या वस्तूचे वजन हे वस्तूमानाच्या (m) सम प्रमाणात असते. म्हणजेच W x m याच कारणामुळे एखाद्या ठिकाणी आपण वस्तुचे वजन मोजण्यासाठी त्याचे वस्तुमान वापरु शकतो. वस्तुचे वस्तुमान सर्व ठिकाणी सारखेच असते. मग ते पृथ्वीवर किंवा कोणत्याही इतर ग्रहावर सुध्दा असेल . या उलट वस्तुचे वजन मात्र त्याच्या ठिकाणावर अवलंबून असते.

9.4.1 एखाद्या वस्तूचे चंद्रावरील वजन

आपण शिकलो आहोत की पृथ्वीवर एखाद्या वस्तूचे वजन म्हणजे त्या वस्तूला पृथ्वीकडे आकर्षित करण्यासाठी लावलेले बल होय. अशाच प्रकारे चंद्रावर सुध्दा एखाद्या वस्तूचे वजन म्हणजे आपल्याकडे आकर्षित करण्यासाठी चंद्राने त्यावर लावलेले बल होय. चंद्राचे वस्तुमान पृथ्वीच्या तुलनेत कमी आहे. त्यामुळे चंद्र वस्तूवर कमी बल प्रयुक्त करतो.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

असे समजा की एखाद्या वस्तूचे वस्तुमान m आहे. त्याचे चंद्रावरील वजन W_m माना. चंद्राचे वस्तुमान Mm आणि त्याची त्रिज्या Rm माना.

गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम वापरुन एखाद्या वस्तुचे चंद्रावरील वजन होईल.

$$W_m = G \frac{M_m \times m}{R_m^2} \qquad (9.16)$$

असे समजा की त्याच वस्तुचे पृथ्वीवरील वजन W_e आहे. पृथ्वीचे वस्तुमान M आणि त्रिज्या R आहे.

तक्ता क्र. 9.1

खगोलीय वस्तु	वस्तुमान (Kg)	त्रिज्या (m)
पृथ्वी	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}
चंद्र	7.36×10^{22}	1.74×10^{6}

समीकरण (9.9) आणि (9.15) वरुन आपणास माहित आहे

$$W_e = G \frac{M \times m}{R^2} \qquad \text{..........} \qquad (9.17)$$

तक्ता क्र. 9.1 मधील किंमती समीकरण (9.16) व (9.17) मध्ये घालून आपणास मिळेल

$$W_m = G \frac{7.36 \times 10^{22} \text{ Kg} \times m}{(1.74 \times 10^{6} \text{m})^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10} \, G \times m \qquad (9.18a)$$

आणि $W_e = 1.474 \times 10^{11} \, G \times m \qquad (9.18b)$

समी (9.18a) ला समी (9.18b) ने भागल्यास आपणास मिळते

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

Or $$\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6} \qquad \text{............} \qquad (9.19)$$

$$\frac{\text{वस्तुचे चंद्रावरील वजन}}{\text{वस्तुचे पृथ्वीवरील वजन}} = \frac{1}{6}$$

वस्तूचे चंद्रावरील वजन = (1/6) x त्याचे पृथ्वीवरील वजन

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 9.4 : एका वस्तूचे वस्तुमान 10 Kg आहे. तर त्याचे पृथ्वीवरील वजन किती ?

उकल : वस्तुमान m=10Kg

गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण $g=9.8\ ms^{-2}$

$W = m \times g$

$W = 10\ Kg \times 9.8 ms^{-2} = 98\ N$

अशाप्रकारे वस्तुचे वस्तुमान 98 N इतके आहे

उदाहरण 9.5 : एका वस्तुचे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वजन 10 N आहे. तर त्याचे चंद्राच्या पृष्ठभागावरील वजन किती असेल ?

उकल : आपणास माहित आहे की चंद्रावर वस्तुचे वजन = $\frac{1}{6}$ x पृथ्वीवरील त्याचे वजन

म्हणून $W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6}\ N$

$= 1.67\ N$

अशाप्रकारे वस्तुचे चंद्रावरील वजन असेल

$= 1.67\ N$

प्रश्न :

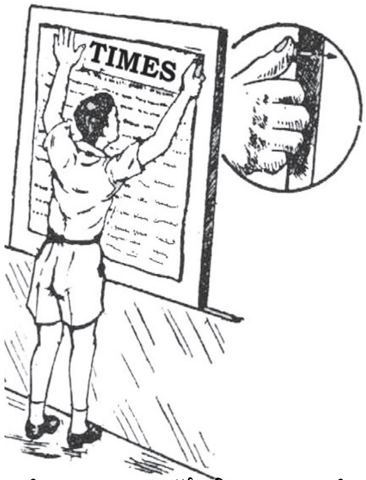
1. एखाद्या वस्तुचे वस्तुमान आणि वजन यामध्ये फरक काय ?
2. एखाद्या वस्तुचे चंद्रावरील वजन हे पृथ्वीवरील वजनाच्या 1/6 इतके का असते?

9.5 उत्प्लाविता आणि दाब (Thurst and Pressure)

कधी तुम्ही विचार केला आहात की उंट वाळवंटात सुध्दा सहज पळू शकतो. का? एक हजार टन पेक्षा जास्त वजन असून सुध्दा लष्करातील रणगाडा चेन वर कसा टिकतो कोणत्याही बसचे अथवा ट्रकचे टायर जास्त विस्तीर्ण का असतात कापण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या अवजारांची धार तेज का असते ?

या सर्व प्रश्नांची उत्तरे मिळविण्यासाठी तसेच यामध्ये समाविष्ट घटनांना जाणून घेण्यासाठी अनेक वस्तुवर एका विशिष्ट दिशेने दिलेली उत्प्लाविता (Thurst) आणि एकक क्षेत्रफळावर दिलेला दाब या राशीविषयी जाणून घेणे सहाय्यक ठरु शकेल

चला तर आपण उत्प्लाविता आणि दाब यांचा अर्थ खालील स्थितीवरुन समजावून घेऊ.



आकृती 9.3 तक्त्यावर डॉईंग पिन लावण्यासाठी अंगठ्याने पिन वर फलकाच्या पृष्ठभागावर लंबरुप दाब द्यावा लागतो.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्थिती 1.

चित्र क्र. 9.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे एका सूचना फलकावर तुम्ही एक तक्ता चिकटवण्याचा प्रयत्न करीत आहात. हे कार्य करण्यासाठी तुम्हाला ड्रॉईंग पिनला अंगठ्याने दाबावे लागेल. येथे तुम्ही पिनच्या डोक्यावर दाब देता. येथे दाब हा पृष्ठभागाला लंब असतो. हा जोर (बल) पिनच्या सूक्ष्म टोकावर कार्य करतो.

स्थिती 2

जर आपण मोकळ्या वाळूवर उभे राहिलात तर तुमचे पाय वाळूत रुततात. आता तुम्ही वाळूवर आडवे पडा. तुम्हाला असे दिसून येईल तुम्ही वाळूत अधिक रुतणार नाही दोन्ही प्रकारात वाळूवर पडलेला दाब तुमच्या शरीराचे वजन आहे.

तुम्ही शिकला आहात की वजन हे जमिनीवर लंबरुपात कार्य करीत असलेले बल आहे. येथे बल वाळूच्या पृष्ठभागावर लंबरुपात आहे. पृष्ठभागावर लंबरुपात प्रयुक्त होणाऱ्या बलास उत्प्लाविता (Thrust) असे म्हणतात.

जेव्हा आपण मोकळ्या वाळूवर उभे राहतो तेंव्हा वाळूच्या पृष्ठभागावर पडणारे आपले वजन हे पायांच्या क्षेत्रफळा इतके असते. जेव्हा तुम्ही वाळूवर आडवे पडता तेंव्हा मोकळ्या वाळूवर पडणारे तुमचे वजन हे तुमच्या शरीराच्या क्षेत्रफळाइतके असते. जे तुमच्या पायाच्या क्षेत्रफळा पेक्षा मोठे असते. अशाप्रकारे समान दराच्या दाबाचा परिणाम वेगवेगळ्या क्षेत्रफळावर वेगवेगळा असतो. वरील घटनामध्ये बल सारखेच आहे. पण त्याचा परिणाम मात्र भिन्न भिन्न आहेत. अशा प्रकारे उत्प्लावितेचा परिणाम क्षेत्रफळावर अवलंबुन असतो ज्याच्यावर तो पडला आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

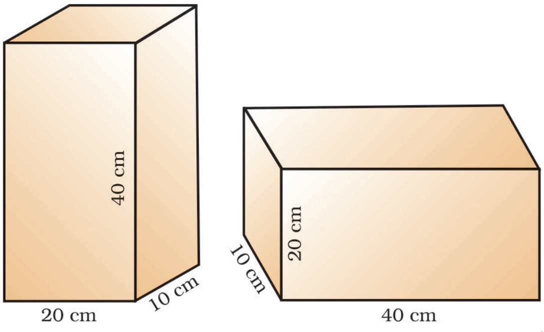
वाळूवर उत्प्लावितेचा परिणाम आडवे पडल्यावर असणाऱ्या स्थिती पेक्षा उभे असलेल्या स्थितीमधे अधिक असतो. अशा प्रकारे एकक क्षेत्रफळावर पडणारी उत्प्लाविता म्हणजेच दाब होय.

$$\text{दाब} = \frac{\text{उत्प्लाविता}}{\text{क्षेत्रफळ}} \qquad (9.20)$$

वरील समीकरण (9.20) मध्ये S.I. पध्दतीतील उत्प्लावितेचे आणि क्षेत्रफळाचे एकक घातल्यास आपणास दाबाचे S.I. एकक मिळते. हे एकक N/m^2 किंवा Nm^{-2} आहे. दाबाचे S.I. पध्दतीतील एकक पास्कल हे असून ते पास्कल या शास्त्रज्ञाच्या स्मरणार्थ वापरले जाते. ते (Pa) संज्ञेने दर्शविले जाते.

वेगवेगळ्या क्षेत्रफळावर उत्प्लावितेचा होणारा परिणाम जाणण्यासाठी आपण कांही संख्यात्मक उदाहरणाचा विचार करु या.

उदाहरण 9.6 एका टेबलाच्या पृष्टभागावर एक लाकडी ठोकळा ठेवलेला आहे. त्याचे वस्तुमान 5Kg. असून त्याची परिमाणे 40 cm x 20 cm x 10 cm अशी आहेत. तर लाकडी ठोकळ्याने आडव्या स्थितीत टेबलाच्या पृष्ठभागावर प्रयुक्त केलेले बल काढा जेंव्हा (a) 20cm x 10cm या बाजू टेबलाच्या पृष्ठभागावर असताना (b) 40 cm x 20 cm या बाजू पृष्ठभागावर असताना.



आ.9.4

उकल : लाकडी ठोकळ्याचे वस्तुमान = 5 Kg

परिमाणे = 40cm x 20cm x 10cm

येथे टेबलाच्या पृष्ठभागावर लाकडी ठोकळ्याच्या वस्तुमानाने प्रयुक्त केलेली उत्प्लाविता आहे.

$F = m \times g$

$= 5Kg \times 9.8 \, ms^{-2}$

$= 49 \, N$

बाजूंचे क्षेत्रफळ = लांबी x रुंदी

= 20 cm x 10 cm

$= 200 \, cm^2 = 0.02 \, m^2$

समीकरण (9.20) वरुन

$$\text{दाब} = \frac{49 \, N}{0.02 \, m^2}$$

$= 2450 \, Nm^{-2}$

जेव्हा ठोकळ्याची 40cm x 20cm ही बाजू टेबलावर ठेवली जाते त्यावेळी प्रयुक्त झालेली उत्प्लाविता.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

क्षेत्रफळ = लांबी x रुंदी

= 40 cm x 20 cm

= $800\ cm^2$ = $0.08 m^2$

समीकरण (9.20) वरुन

$$\text{दाब} = \frac{49N}{0.08\ m^2}$$

$$= 612.5\ Nm^{-2}$$

20 cm x 10cm या बाजुनी प्रयुक्त केलेले बल $2450\ Nm^{-2}$ आणि

40 cm x 20cm या बाजुनी प्रयक्त केलेले बल $612.5\ Nm^{-2}$ आहे

अशाप्रकारे लहान क्षेत्रफळ मोठ्या क्षेत्रफळावर अधिक दाब निर्माण करु शकते आणि मोठे क्षेत्रफळ लहान क्षेत्रफळावर कमी दाब निर्माण करते. याच कारणामुळे नखांना अणुकुचीदार टोक असते. चाकूला तीक्ष्ण धार असते आणि इमारतीचा पाया रुंद असतो.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

9.5.1 द्रव पदार्थामधील दाब

सर्व द्रव आणि वायू हे प्रवाहित पदार्थ असतात. जसे घन पदार्थ आपल्या वजनामुळे पृष्ठभागावर बल प्रयुक्त करतात त्याचप्रमाणे प्रवाही पदार्थांना सुध्दा वजन असून प्रवाही पदार्थ सुध्दा ज्या वस्तूत साठविलेले असतात त्याच्या तळावर व भितींवर बल प्रयुक्त करतात. मर्यादित वजनाच्या प्रवाही पदार्थाने निर्माण केलेला दाब सर्व दिशांना सारख्याच प्रमाणात पसरत असतो.

9.5.2 तरंगण्याची शक्ती :

तुम्ही कधी तलावात पोहला आहात आणि स्वत:ला हलके झाल्यासारखे अनुभवला आहात? कधी आपण विहिरीतून पाणी बाहेर काढला आहात आणि पाण्याने भरलेली बादली पाण्याच्या पृष्ठभागाच्यावर ओढताना जड झाल्याचे अनुभवला आहात ? कधी आपण विचार केलात की लोखंड व पोलादाने बनलेले जहाज पाण्यात का बुडत नाही. या प्रश्नांची उत्तरे आपणास तरंगण्याच्या शक्तीचा विचार केल्यास मिळू शकतात. चला आपण एका उपक्रमाच्या सहाय्याने तरंगण्याची शक्ती समाजावून घेऊ.

उपक्रम 9.4

- एक प्लॅस्टिकची खाली बाटली घ्या. तिचे तोंड बुचाने हवा बंद करा. पाण्याने भरलेल्या एका बादलीत ठेवा. तुम्ही बाटली तरंगत असलेली पाहाल.
- पाण्यामध्ये बाटलीला ढकला. तुम्हीवरील दिशेने धक्का अनभवू शकाल. त्या पेक्षाही आत तिला

ढकलण्याचा प्रयत्न करा. तुम्ही अधिकाधिक आत ढकलणे तुम्हाला कठीण वाटेल. यावरुन तुम्हास समजते की पाणी बाटलीवर उर्ध्वमुखी बल प्रयुक्त करते. जस जसे तुम्ही बाटलीला पूर्ण बुडविण्यासाठी ढकलण्याचा प्रयत्न कराल तसे हे प्रयुक्त बल वाढत असल्याचे जाणवेल.

- आता बाटलीला पाण्यात खोलवर नेऊन सोडून टाका. बाटली अधिक जोराने पटकन बाहेर पृष्ठभागावर येईल.
- या बाटलीवर पृथ्वीचा गुरुत्वाकर्षणीय जोर (बल) कार्यरत आहे ? जर असे असेल तर बाटली पाण्यात खोलवर सोडल्याने बुडून का राहत नाही. आपण बाटलीला पाण्यात कसे बुडवू शकू ?

पृथ्वीचा गुरुत्वाकर्षण जोर बाटलीवर खालील दिशेने कार्य करतो. त्यामुळे बाटली खाली ओढली जाते. पण पाणी बाटलीवर वरच्या दिशेने जोर प्रयुक्त करते. अशा प्रकारे बाटली वरच्या दिशेने ढकलली जाते. आपण शिकलो आहोत की वस्तूचे वजन हे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे निर्माण होणाऱ्या जोराइतके आहे. जेंव्हा बाटली पाण्यात बुडविली जाते तेंव्हा पाण्याने बाटलीवर प्रयुक्त केलेला उर्ध्वमुखी जोर हा बाटलीच्या वजनापेक्षा जास्त असतो. त्यामुळे बाटली सोडल्या बरोबर पटकन वर येते.

बाटली पूर्णपणे बुडली जावी यासाठी पाण्याने बाटलीवर लावलेला उर्ध्वमुखी जोर संतुलित केला गेला पाहिजे. हे आपण बाह्यअधोमुखी जोर लावून करु शकतो. हा जोर कमीतकमी उर्ध्वमुखी जोर आणि बाटलीचे वजन यांच्यातील फरका इतका असला पाहिजे.

पाण्याने बाटलीवर प्रयुक्त केलेल्या उर्ध्वमुखी जोराला उर्ध्वप्रणोद असे म्हणतात. जेंव्हा वस्तु द्रवात बुडविल्या जातात तेंव्हा जवळपास सर्व वस्तुवर असे प्रणोद कार्य करित असते या प्रणोद जोराचा दर द्रवाच्या घनतेवर अवलंबून असतो.

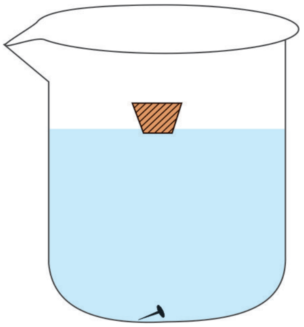
©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

9.5.3 पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवल्यास वस्तु तंरगते किंवा बुडते असे का ?

या प्रश्नाचे उत्तर मिळण्यासाठी खालील उपक्रम करु.

उपक्रम 9.5

- एक पाण्याने भरलेले चंचूपात्र घ्या.
- एक लोखंडी खिळा घेऊन पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवा.
- काय घडते ? निरीक्षण करा.



आ. क्रा. 9.5 लोखंडी खिळा पाण्यात बुडतो तर रबरी बुच पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंगते.

खिळा बुडतो. खिळ्यावरील पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे निर्माण झालेला जोर त्याला खालील दिशेने खेचतो. तसेच खिळ्यावर पाण्याचा उर्ध्वप्रणोद निर्माण होतो. जो त्याला वरच्या दिशेने ढकलतो. पण खिळयावर निर्माण झालेला अधोमुखी जोर पाण्याने प्रयुक्त केलेल्या उर्ध्वप्रणोदापेक्षा जास्त असल्याने खिळा बुडतो. (आकृती 9.5)

उपक्रम 9.6

- पाण्याने भरलेले एक चंचुपात्र घ्या.
- वजन समान असलेला एक रबरी तुकडा आणि लोखंडी खिळा घ्या.
- त्याना पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवा.
- काय घडते त्याचे निरीक्षण करा.

रबरी बुच तरंगते तर खिळा बुडतो. हे त्याच्या घनतेमधील फरकामुळे घडते. एखाद्या मुलद्रव्याची घनता म्हणजे दर एकक क्षेत्रफळात सामावलेले वस्तुमान होय. रबरी बुचाची घनता ही पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी असते. याचाच अर्थ रबरी बुचावरील पाण्याचा उर्ध्वप्रणोद हा रबरी बुचाच्या वजना पेक्षा अधिक असतो. त्यामुळे तो तरंगतो. (आ. 9.5)

लोखंडी खिळ्याची घनता ही पाण्याच्या घनतेपेक्षा अधिक असते. याचाच अर्थ लोखंडी खिळ्यावर पाण्याकडून प्रयुक्त होणारा उर्ध्वप्रणोद हा लोखंडी खिळ्याच्या वजनापेक्षा कमी असल्याने खिळा पाण्यात बुडतो.

आशा प्रकारे द्रवापेक्षा कमी घनता असणाऱ्या वस्तू द्रवावर तरंगतात व द्रवापेक्षा जास्त घनता असणारे पदार्थ द्रवात बुडतात.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1) दप्तराची पिशवी बारीक आणि मजबुत धाग्यानी बनलेल्या पट्ट्यानी उचलणे अवघड का असते ?

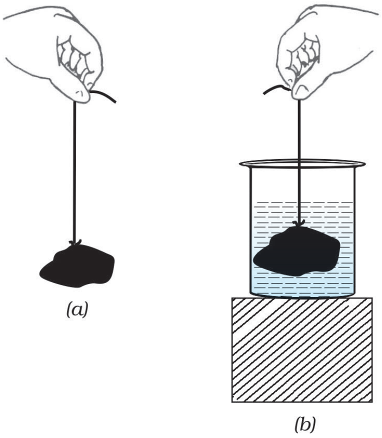
2) तरंगण्याची शक्ती म्हणजे काय ?

3) पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवलेली एखादी वस्तु बुडते किंवा तरंगते. असे होण्याचे कारण काय ?

9.6 आर्किमिडीसचा सिध्दांत.

उपक्रम – 9.7

- एक दगडाचा तुकडा घेऊन तो एका रबरी दोरीच्या टोकाला किंवा ताणकाट्याला बांधा.
- आ. क्र. (9.6a) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे तो टांगता ठेवा.
- दगडाच्या वजनामुळे रबराचा ताण किंवा ताणकाट्यावर मिळणारे मोजमाप यांची नोंद करा. आता आ. क्र. (9.6b) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पाण्याने भरलेल्या भांड्यामध्ये सावकाश बुडवा.
- दोऱ्याच्या लांबीत किंवा वजनामध्ये कांही बदल होतो का याचे निरीक्षण करा.



आ. क्र. 9.6

(a) हवेत लटकलेल्या दगडी तुकड्याला बांधलेल्या रबरी दोरीच्या विस्ताराचे निरीक्षण करा.

(b) दगडाला पाण्यात बुडविल्यानंतर दोऱ्याचा विस्तार घटतो.

आपण पाहू शकाल की, हळू हळू दगडाला पाण्याच्या खाली न्याल तसे दोरीच्या लांबीत अथवा ताणकट्याच्या नोंदीत घट होते. परंतू जेंव्हा दगड पूर्णपणे पाण्यात बुडतो त्यानंतर कोणताही बदल दिसून येत नाही. ताणलेली दोरी किंवा ताणकाट्यातील नोंदीमध्ये घट होण्यावरुन तुम्ही काय निष्कर्ष काढू शकाल ? आपणास माहित आहे की ताणलेल्या दोरीची लांबी किंवा ताणकाट्यावरील नोंद यामध्ये येणाऱ्या घटीचे कारण दगडाचे वजन हे आहे. दगड पाण्यामध्ये बुडविल्यानंतर ही घट होते म्हणजेच दगडावर उर्ध्वमुखी जोर कार्य करीत आहे. याचाच परिणाम म्हणून दोरीवरील एकूण बल कमी होते आणि म्हणूनच विस्तार सुध्दा कमी होतो. या पूर्वी चर्चा केल्याप्रमाणे पाण्याने प्रयुक्त केलेला उर्ध्वमुखी जोर म्हणजेच तरंग शक्ती जोर होय.

वस्तूवर प्रयुक्त झालेल्या या तरंग शक्ती जोराचे मान किती असेल ? एका वस्तूसाठी सर्व द्रवांमध्ये ते समान असेल का ? दिलेल्या एका द्रवामध्ये सर्व वस्तुंवर समान तरंग शक्ती जोर प्रयुक्त होईल का ? या प्रश्नांचे उत्तर आम्हाला आर्किमिडीसच्या सिध्दांतावरुन मिळते. जो खालील प्रमाणे आहे.

जेंव्हा एखाद्या वस्तूला एखाद्या द्रवामध्ये पूर्णत: किंवा अंशत: बुडविले जाते तेंव्हा तिच्यावर उर्ध्वमुखी जोर निर्माण होतो. जो वस्तुने उत्सारलेल्या द्रवाच्या वजना इतका असतो.

आता तुम्ही उपक्रम 9.7 मध्ये दगड पूर्णपणे पाण्यात बुडविल्यानंतर ताणलेल्या दोऱ्याची लांबी का कमी झाली नाही याचे स्पष्टीकरण देऊ शकाल का ?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आर्किमिडीस एक ग्रीक शास्त्रज्ञ होते. त्यानी एका सिध्दांताचा शोध लावला. तो पुढे त्यांच्या नावानेच प्रसिध्द झाला. पाण्याने भरलेल्या आंघोळीच्या पाण्याच्या टबमध्ये शिरताच टब मधून पाणी बाहेर उत्सारले गेले. हे पाहिल्या बरोबर युरेका युरेका असे ओरडत ते पळत सुटले. ज्याचा अर्थ आहे मला ते मिळाले.

या ज्ञानाचा उपयोग त्यानी राजाच्या मुकटामधील सोन्याची शुध्दता शोधण्यासाठी केला. त्यांच्या भौमितीक आणि यांत्रिक क्षेत्रातील कार्याने प्रसिध्द बनविले. त्यांच्याकडे असलेल्या तरफ, कप्पी, चाक आणि आस या विषयी असलेल्या ज्ञानामुळे ग्रीक सेनेला रोमन सेनेविरुध्द लढण्यास महत्वपूर्ण सहाय्य केले.

आर्किमिडीस यांच्या सिध्दांताचे अनेक उपयोग आहेत. या सिध्दांताचा उपयोग जहाजे पाणबुडी लॅक्टोमीटर (दूधकाटा) याचे डिझायनिंग करण्यासाठी केला जातो. लॅक्टोमीटरचा उपयोग दुधाची शुध्दता मोजण्यास होतो आणि हैड्रोमीटर ज्याचा उपयोग द्रवाची घनता मोजण्यासाठी केला जातो हे सुध्दा आर्किमिडीसच्या सिध्दांताच्या तत्वावरच कार्य करतात.

प्रश्न :

1. एका वजन काट्यावर तुम्ही तुमचे वस्तुमान 42 नोंद करता तर तुमचे वस्तूमान 42 पेक्षा अधिक आहे की कमी ?
2. तुमच्याकडे असलेली एक कापसाचे पोते आणि एक लोखंडी पट्टी दोन्ही ही वजन काट्यावर 100 kg वस्तुमान दर्शवितात. प्रत्यक्षात एक – दुसऱ्यापेक्षा वजनदार आहे. तुम्ही सांगु शकाल काय की कोणते अधिक वजनदार आहे ? व का ?

तुम्ही काय शिकला

- गुरुत्वाकर्षणीय नियमानुसार कोणत्याही दोन वस्तुमध्ये असणारा आकर्षणाचा जोर हा त्या दोन वस्तुंच्या वस्तुमानाच्या गुणाकाराच्या समप्रमाणात आणि त्यांच्यामधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. हा नियम विश्वातील सर्व वस्तूना लागू पडतो. अशा नियमाला वैश्विक नियम असे म्हणतात.
- गुरुत्वाकर्षणीय बल हे एक अतिशय दुर्बल बल आहे. जोपर्यंत त्याचा संबंध अधिक वस्तुमान असलेल्या पदार्थाशी येत नाही.
- पृथ्वीने प्रयुक्त केलेल्या गुरुत्वाकर्षणीय बलास गुरुत्वबल असे म्हणतात.
- गुरुत्वाकर्षणीय बल पृथ्वीपासून वर वर गेल्यास कमी होते. हे पण पृथ्वीवरील विविध भागावर सुध्दा वेगवेगळे असते. तसेच त्याचे मान (दर) ध्रुवांकडून विषुववृताकडे कमी कमी होत जाते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- कोणत्याही वस्तूचे वजन हे त्या वस्तूवर पृथ्वीने प्रयुक्त केलेले बल असते.
- वजन हे वस्तुमान आणि त्यावरील गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण यांचा गुणाकार आहे.
- वजन वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळे असू शकते. मात्र वस्तुमान सर्व ठिकाणी स्थिर असते.
- कोणतीही वस्तू द्रवात बुडविल्यास उर्ध्वमुखी दाब (प्रणोद) त्यावर निर्माण होतो. ज्या वस्तूची घनता द्रवाच्या घनतेपेक्षा कमी असते. ती वस्तू द्रवावर तरंगते व ज्या वस्तूची घनता द्रवाच्या घनतेपेक्षा अधिक असते ती द्रवात बुडते.

अभ्यास

1) दोन वस्तुमधील अंतर निम्मे केल्यास त्यांच्यामधील गुरुत्वाकर्षणामध्ये कोणता बदल होईल ?

2) प्रत्येक वस्तूवर गरुत्वाकर्षणीय जोर त्यांच्या वस्तुमानच्या प्रमाणात कार्य करीत असतो. तर एक जास्त वजनदार वस्तू कमी वजनाच्या वस्तूपेक्षा लवकर का पडत नाही ?

3) पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर ठेवलेली 1Kg वजनाची वस्तू आणि पृथ्वी यामध्ये असणाऱ्या गुरुत्वाकर्षण जोराची किंमत किती ? (पृथ्वीचे वस्तुमान 6×10^{24} Kg आणि पृथ्वीची त्रिज्या 6.4×10^{6}m आहे.)

4) पृथ्वी आणि चंद्र एकमेकाला गुरुत्वाकर्षण जोराने आकर्षित करतात. पृथ्वीचा चंद्राला आकर्षित करण्याचा जोर हा चंद्राने पृथ्वीला आकर्षित करण्याच्या जोरापेक्षा जास्त असतो की कमी असतो की समान असतो. ते सांगा ? का ?

5) जर चंद्र पृथ्वीला आकर्षित करत असेल तर पृथ्वी चंद्राकडे का गतीमान होत नाही ?

6) दोन वस्तूमध्ये कार्य करणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणीय जोरावर काय परिणाम होईल ? जेव्हा
   1) एका वस्तुचे वस्तुमान दुप्पट केले जाईल.
   2) दोन्ही वस्तुमधील अंतर दुप्पट आणि तीन पट केले जाईल
   3) दोन्ही वस्तुंचे वस्तुमान दुप्पट केले जाईल ?

7) गुरुत्वाकर्षणाच्या वैश्विक नियमाचे महत्व सांगा .

8) मुक्तपतनाचे त्वरण म्हणजे काय ?

9) पृथ्वी आणि एखाद्या वस्तूमधील गुरुत्वाकर्षणीय जोराला आपण काय म्हणतो ?

10) अमित आपल्या एका मित्राच्या सांगण्यावरुन पृथ्वीच्या ध्रुवावर कांही ग्रॅम सोने खरेदी करतो? ते सोने पृथ्वीच्या विषुववृत्तावर राहणाऱ्या आपल्या मित्राला विकतो. आपण खरेदी केलेल्या सोन्याच्या वजना विषयी तो मित्र संतुष्ट असेल का ? जर नसेल तर का?
(टीप : g ची किंमत विषुववृत्तापेक्षा ध्रुवावर जास्त असते)

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

11) एक कागदाचा ताव, तो कागद चुरगळून केलेल्या चेंडुपेक्षा सावकाशपणे खाली येतो ? असे का ?

12) चंद्राच्या पृष्टभागावरील गुरुत्वाकर्षणीय जोर पृथ्वीच्या पृष्ठभागांवरील गुरुत्वाकर्षण जोराच्या 1/6 पट आहे. तर 10 Kg वजनाच्या वस्तूचे वजन चंद्रावर व पृथ्वीवर न्यूटनमध्ये किती होईल ?

13) एक चेंडू 49 m/s वेगाने वरच्या दिशेने फेकल्यास त्याची
   1) तो वर जाण्याची कमाल उंची किती?
   2) पुन्हा पृथ्वीवर येण्यासाठी लागलेला एकूण वेळ काढा.

14) एका 19.6 m उंचीच्या मनोऱ्यावरुन एक दगड सावकाशपणे सोडल्यास जमिनीला स्पर्श करण्यापूर्वी त्याचा अंतिम वेग किती असेल ?

15) एक दगड 40 m/s दर सेंकद इतक्या प्राथमिक वेगाने सरळ वरील दिशेने फेकला आहे. तर $g=10m/s^{-2}$, घेऊन दगडाने गाठलेली कमाल उंची काढा. दगडाने आक्रमिलेले एकूण अंतर आणि एकूण विस्थापन काढा.

16) पृथ्वी आणि चंद्रामधील गुरुत्वार्षणाचा जोर काढा जेंव्हा पृथ्वीचे वस्तुमान = $6x10^{24}$ Kg आणि सूर्याचे वस्तूमान = $2x10^{30}$Kg तसेच दोघांमधील सरासरी अंतर $1.5x10^{11}$ m इतके आहे.

17) एका 100 मी उंचीच्या मनोऱ्यावरुन एक दगड खाली सोडला आहे. त्याच वेळी जमिनीवरुन दुसरा एक दगड 25 m/s. या वेगाने वरच्या दिशेने फेकला गेला आहे. तर ते दोन दगड एकमेकाला केंव्हा व कोठे मिळतील ?

18) एक वरील दिशेने फेकलेला चेंडू फेकणाऱ्याकडे 6 सें. मध्ये परत येतो. तर
   1) तो किती वेगाने वर फेकला गेला होता ?
   2) तो जास्तीत जास्त किती उंचीवर पोहोचला आणि
   3) 4 सेंकंदा त्याचे स्थान कोठे असेल ?

19) द्रवामध्ये बुडविलेल्या वस्तुवर कार्य करणारा तरंग शक्ती जोर कोणत्या दिशेमध्ये कार्य करीत असतो ?

20) एक पाण्यात सोडलेला प्लॅस्टिक ठोकळा परत पाण्याच्या पृष्ठभागावर का येतो ?

21) एका वस्तूच्या 50 ग्रॅम वजनाच्या भागाचे घनफळ 20 cm^3 आहे. जर पाण्याची घनता 1 ग्रॅम / से.मी $^{-3}$ असेल तर ती वस्तू तरंगेल की बुडेल ?

22) एक 500 ग्रॅम सीलबंद केलेल्या पाकिटाचे घनफळ 350 cm^3 आहे जर पाण्याची घनता 1 ग्रॅम / से.मी $^{-3}$ असेल तर ते पाकिट पाण्यावर तरंगेल की बुडेल ? या पाकिटाने उत्सारलेल्या पाण्याचे वस्तुमान किती असेल ?

*****

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण – 10

कार्य आणि ऊर्जा
(Work and Energy)

मागील कांही प्रकरणामध्ये आम्ही वस्तूच्या गतीचे वर्णन करण्याच्या पध्दती, गतीची कारणे आणि गुरुत्वाकर्षण याबाबतीत चर्चा केली आहे. कार्य एक सर्वसाधारण कल्पना आहे जी आम्हाला अनेक नैसर्गिक घटना समजण्यासाठी आणि त्यांची व्याख्या करण्यासाठी उपयोगी पडते. ऊर्जा आणि शक्तीचा कार्याशी जवळचा संबंध आहे. या प्रकरणात या सर्वसाधारण कल्पनांचा अभ्यास करणार आहोत.

सर्व सजीवांना अन्नाची आवश्यकता असते. जीवंत राहण्यासाठी सजीवांना अनेक मुलभूत क्रिया कराव्या लागतात. या क्रियांना आम्ही जीवन क्रिया म्हणतो. या क्रियासाठी ऊर्जा अन्नामधून मिळते. कांही क्रिया जसे खेळणे, गायन, वाचन, लिहीणे, विचार करणे, उड्या मारणे, पळणे आणि सायकल चालविणे इ. या क्रियासाठी आम्हाला ऊर्जेची आवश्यकता असते. कठीण क्रियासाठी तर जास्त ऊर्जेची आवश्यकता असते.

प्राणी सुध्दा क्रियेमध्ये व्यस्त असतात. उदाहरणार्थ उड्या मारतात आणि पळू पण शकतात. त्यांना लढावे लागते, आपल्या शत्रुपासून दुर पळावे लागते, अन्न शोधण्यासाठी व आसरा शोधण्यासाठी त्यांना सुरक्षित स्थान शोधावे लागते. या शिवाय कांही प्राण्यांचा आम्ही ओझे वाहुन नेण्यासाठी, वजन ओढण्यासाठी, गाडी ओढण्यासाठी किंवा शेत नांगरण्यासाठी उपयोग करतो. या सर्व क्रिया करण्यासाठी ऊर्जेची आवश्यकता असते.

यंत्राच्या बाबतीत विचार करा. त्या यंत्राची यादी करा, ज्यांचा उपयोग तुम्ही करता. त्यांना कार्य करण्यासाठी कोणत्या गोष्टींची आवश्यकता असते ? कांही इंजिनांना पेट्रोल आणि डिझेलची आवश्यकता का असते ? सजीवांना आणि यंत्राना ऊर्जेची आवश्यकता का असते ?

10.1 कार्य

कार्य म्हणजे काय ? आम्ही आमच्या दैनंदिन जीवनात ज्या स्वरुपात कार्य या शब्दांचा उपयोग करतो आणि ज्या स्वरुपात आम्ही याचा विज्ञान मध्ये उपयोग करतो यामध्ये खुप अंतर आहे. ही गोष्ट स्पष्ट करण्यासाठी कांही उदाहरणांचा विचार करु.

10.1.1 कठीण काम करुन सुध्दा अधिक कार्य नाही होत!

कमली परिक्षेची तयारी करत आहे. ती अभ्यासात जास्त वेळ घालवित आहे. ती पुस्तक वाचते. चित्रे काढते, आपले विचार मांडते, प्रश्नपत्रिका जमा करते, ती वर्गात हजर राहते, आपल्या मित्र- मैत्रिणी बरोबर आलेल्या समस्यांचा विचार – विनिमय करते आणि प्रयोग करते. या सर्व क्रियांना जास्त ऊर्जा खर्च होते. सर्वसामान्यपणे ती कठीण काम करत आहे. परंतु आम्ही कार्याला वैज्ञानिक परिभाषेनुसार पाहिले तर त्या कठिण कामात थोडे तरी कार्य झाले पाहिजे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही एक मोठा दगड ढकलण्याचे कठीण काम करत आहात. समजा सर्व प्रयत्न करुन सुध्दा दगड हालत नाही. तुम्ही पुर्ण थकलेले आहात. परंतु तुम्ही दगडावर कोणतेही कार्य केले नाही कारण दगडाचे कांहीही विस्थापन झाले नाही.

तुम्ही आपल्या डोक्यावर जास्त वजन घेऊन कांही मिनिटे न हलता उभे राहता, तुम्ही थकता. तुम्ही प्रयत्न केलात आणि जास्त ऊर्जा खर्च केलीत. तुम्ही वजनवर कोणते कार्य करत आहात का ? आम्ही विज्ञान मध्ये ज्या प्रकारे कार्य या शब्दाचा अर्थ घेतो, त्या स्वरुपात, या क्रियेत कार्य केले गेले नाही.

नैसर्गिक सौदर्य पाहण्यासाठी तुम्ही पायऱ्या चढुन इमारतीच्या वरच्या मजल्यावर पोहोचता. तुम्ही एका उंच झाडावर सुध्दा चढू शकता. वैज्ञानिक परिसंकल्पनेनुसार या सर्व क्रियामध्ये काम जास्त लागते.

आपल्या दैनंदिन जीवनात आम्ही कोणत्याही शारिरिक किंवा मानसिक परिश्रमाला कार्य समजतो. कांही क्रिया जसे – मैदानात खेळणे, मित्राबरोबर बोलणे कोणतेही गाणे गुणगुणणे, चित्रपट पाहणे, कोणत्या तरी समारंभाला जाणे यांना कार्य समजले जात नाही. कार्य म्हणजे काय हे या गोष्टीवर अवलंबून असते की आम्ही त्याची कशी परिसंकल्पना करतो. 'कार्य' या शब्दाला आम्ही वेगवेगळ्या प्रकारे कसे वापरतो आणि व्याख्या कशी करतो हे पाहण्यासाठी खालील उपक्रम करुया.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 10.1

- वरील परिच्छेदात आम्ही अनेक उपक्रमांची चर्चा केली आहे. ज्यांना आपण दैनंदिन जीवनात कार्य मानतो.
- यामधील प्रत्येक उपक्रमासाठी खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या :
  - i) कार्य कोणावर करण्यात आले ?
  - ii) वस्तुचे काय होते ?
  - iii) कार्य कोण करत आहे ?

10.1.2 'कार्या'ची वैज्ञानिक संकल्पना

विज्ञानाच्या दृष्टीकोनातून आम्ही कार्याला कशाप्रकारे पाहतो आणि त्याची व्याख्या करतो हे समजण्यासाठी कांही घटनावर विचार करु :

एका सपाट पृष्ठभागावर ठेवलेला दगड ढकलला तर दगड कांही अंतर जाईल. तुम्ही दगडावर कांही बल लावला त्यामुळे दगड विस्थापित झाला. या घटनेत कार्य घडले.

एक मुलगी एका ट्रॉलीला ओढते आणि ट्रॉली कांही अंतर जाते. मुलगीने ट्रॉलीवर बल लावले आणि विस्थापित झाली; म्हणुन कार्य झाले.

एका पुस्तकाला कांही उंची पर्यंत उचलले. असे करण्यासाठी आपल्याला बल लावावे लागले त्यामुळे पुस्तक उचलले पुस्तकावर बल लावले गेले आणि पुस्तक गतीमान झाले. म्हणूनच कार्य घडले.

वरील घटनाना काळजीपुर्वक पाहिले असता असे समजते की, कार्य होण्यासाठी दोन गोष्टींची आवश्यकता असते

i) वस्तुवर कोणते तरी बल लावले पाहिजे आणि   ii) वस्तुचे विस्थापन झाले पाहिजे.

परंतु यामधील एक तरी गोष्ट पुरी झाली नाही तर कार्य होत नाही. विज्ञानामध्ये कार्याला आम्ही या दृष्टीकोनातून पाहतो.

एक बैल गाडीला ओढत आहे. गाडी पुढे जाते. बैलगाडीवर एक बल लावले गेले आहे आणि गाडी पुढे जात आहे. आपल्या विचारानुसार या घटनेमध्ये कार्य झाले आहे का ?

उपक्रम 10.2

- आपल्या दैनंदिन जीवनातील कांही घटनांचा विचार करा ज्यामध्ये कार्य घडते.
- त्यांची यादी तयार करा.
- आपल्या मित्रांबरोबर विचार विनिमय करा की, प्रत्येक घटनेमध्ये कार्य केले गेले आहे.
- तुमच्या उत्तराचे कारण जाणण्याचा प्रयत्न करा.
- जर कार्य घडले तर त्या वस्तुवर कोणते बल कार्य करत आहे ?
- कोणती वस्तु आहे जिच्यावर कार्य केले गेले आहे?
- ज्या वस्तुवर कार्य केले जाते त्या वस्तुवर कोणता परिणाम होतो ?

उपक्रम 10.3

- कांही घटनांचा विचार करा जेव्हा वस्तुवर बल लावल्यावर सुध्दा तिचे विस्थापन होत नाही.
- अशा घटनांचा पण विचार करा की वस्तुवर बल लावले नसताना पण तिचे विस्थापन झालेले आहे. ज्या घटनांचा विचार करता त्यांची यादी तयार करा.
- आपल्या मित्रांबरोबर विचार विनिमय करा की या घटनामध्ये कार्य झाले आहे.

10.1.3 स्थिर बलाने केले गेलेले कार्य

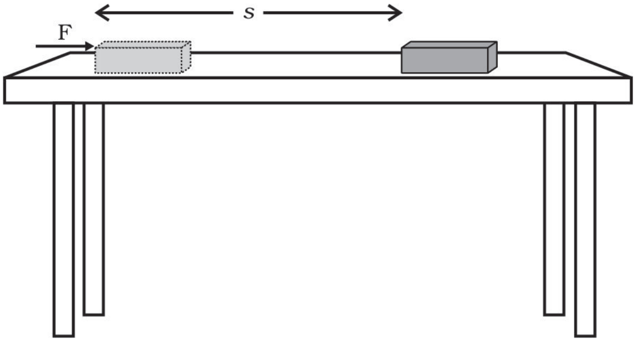
विज्ञानामध्ये कार्याची व्याख्या कशी करतात ? हे समजुन घेण्यासाठी पहिल्यांदा आम्ही या घटनेचा विचार करु की बल विस्थापनाच्या दिशेला लावले आहे.

समजा एका वस्तुवर एक स्थिर बल F कार्य करीत आहे. समजा वस्तू ही बलाच्या दिशेला 'S' अंतरावर विस्थापित झाली आहे (आकृती 10.1) समजा केलेले कार्य 'W' आहे. कार्याच्या व्याख्येनुसार, केलेले कार्य हे बल आणि विस्थापन यांच्या गुणाकाराइतके असते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

केलेले कार्य = बल x विस्थापन

W = FS.... (10.1)



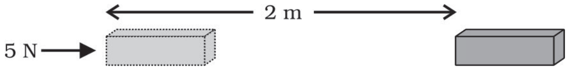
आकृती 10.1

शेवटी कोणत्याही वस्तुवर लावलेल्या बलाने केलेले कार्य बलाचे परिमाण आणि बलाच्या दिशेने गेलेले अंतर यांच्या गुणाकाराइतके आहे. कार्यामध्ये फक्त परिमाण असते परंतु दिशा नसते.

समीकरण (10.1) मध्ये जर F=1N आणि S=1m आहे. तर बलाने केलेले कार्य 1Nm होईल येथे बलाचे एकक न्यूटन मीटर (Nm) किंवा ज्युल (J) आहे. शेवटी 1J हे कोणत्याही वस्तुवर केलेल्या कार्याचे एकक आहे. जेव्हा 1N बल वस्तुला बलाच्या क्रियेच्या दिशेने वस्तूला 1 मीटर विस्थापित करते.

समीकरण (10.1) लक्षपुर्वक पहा. जर वस्तुवर लावलेले बल शून्य असेल तर केलेले कार्य किती होते ? जर वस्तुचे विस्थापन शुन्य असेल तर केलेले कार्य किती होते ? या घटनांचा उल्लेख करा ज्यांचे कार्य पुर्ण होण्यासाठी आवश्यक आहे.

उदाहरण 10.1 एका वस्तुवर 5 N बल लावले आहे. बलाच्या दिशेने वस्तुचे 2m विस्थापन झाले आहे (आकृती 10.2) जर विस्थापन होताना वस्तुवर बल लावलेले असेल तर समीकरण 10.1 नुसार केलेले कार्य आहे 5Nx2m=10Nm किंवा 10 J

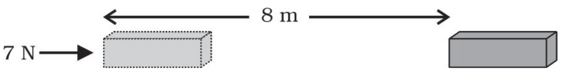


आक्रती 10.2

प्रश्न :

1. एका वस्तुवर 7 N बल लावले आहे. समजा बलाच्या दिशेने विस्थापन 8 m आहे. (आकृती 10.3) समजा वस्तुचे विस्थापन होताना वस्तुवर बल लावलेले आहे. या स्थितीत केलेले कार्य किती होईल ?

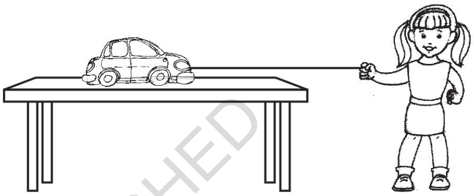
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 10.3

एक वेगळ्या स्थितीचा (घटनेचा) विचार करु जेथे बल आणि विस्थापन एकाच दिशेने आहेत. एक मुलगा खेळण्यातील कारला आकृती 10.4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जमिनीला समांतर ओढत आहे मुलाने कारच्या विस्थापनाच्या दिशेने बल लावलेले आहे. या स्थितीमध्ये केलेले कार्य, बल आणि विस्थापन यांच्या गुणाकाराइतके होईल. या प्रकारे या स्थितित बलाद्वारे केलेले कार्य धन मानले जाते.

आता एका स्थितीचा (घटना) विचार करु ज्यामध्ये बलामुळे वस्तुचे विस्थापन होते आणि एक बल F विस्थापन s च्या दिशेच्या विरुध्द दिशेने लावले आहे, अर्थात दोन दिशांच्या मध्ये 180^0 चा कोन आहे. विस्थापनानंतर वस्तू थांबते अशा स्थितीत बल F द्वारा केलेले कार्य ऋण मानले जाते. आणि याला ऋण चिन्हाने दर्शविले जाते बलाने केलेले कार्य F x (-s) किंवा (-Fxs) आहे.



आकृती 10.4

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वरील चर्चेनुसार हे स्पष्ट आहे की एखाद्या बलाद्वारे केलेले कार्य धन किंवा ऋण असते. हे समजुन घेण्यासाठी खालील उपक्रम करुया.

उपक्रम 10.4

- एका वस्तुला वर उचला. आपणाकडून वस्तुवर लावलेल्या बलामुळे कार्य घडते व वस्तु वरच्या दिशेला उचलते. आपल्याकडून लावलेले बल विस्थापनाच्या दिशेने आहे. परंतु वस्तुवर गुरुत्व बल पण कार्यरत आहे.
- यामधील कोणते बल धन कार्य करत आहे ?
- कोणते बल ऋण कार्य करत आहे ?
- कारणे द्या.

जेव्हा बल विस्थापनाच्या दिशेच्या विरुध्द दिशेने लावले तर केलेले कार्य ऋण असते. जेव्हा बल विस्थापनाच्या दिशेने लावले जाते तर केलेले कार्य धन असते.

उदाहरणा 10.2 : एक हमाल 15 Kg चे वजन जमिनीपासून 1.5 m वर उचलून आपल्या डोक्यावर ठेवतो त्याच्याकडून वजनावर केलेल्या कार्याचे मापन करा.

उकल : वजनाचे वस्तुमान m = 15 Kg विस्थापन s = 1.5 m

केलेले कार्य W = F x S = mg x s

$$= 15\ Kg \times 10\ ms^{-2} \times 1.5\ m$$
$$= 225\ Kg\ ms^{-2}\ m$$
$$= 225\ Nm = 225\ J$$

हमालाने वजनावर केलेले कार्य 225 J आहे

प्रश्न :

1. कार्य केले आहे असे आम्ही केव्हा म्हणतो ?
2. जेव्हा एका वस्तुवर लावलेले बल याच्या विस्थापनाच्या दिशेने असेल तर त्याचे समीकरण लिहा.
3. ‘ 1 J कार्याची ’ व्याख्या लिहा.
4. बैलांची एक जोडी शेत नांगरताना 140 बल लावते. नांगरलेले शेत 15m लांब आहे. शेत नांगरण्यासाठी किती कार्य केले गेले ?

10.2 ऊर्जा (Energy)

ऊर्जेशिवाय जीवन अशक्य आहे. ऊर्जेची आवश्यकता दिवसेंदिंवस वाढत आहे. आम्हाला ऊर्जा कोठून मिळते ? आमच्यासाठी सूर्य हा सर्वात मोठा ऊर्जेचा नैसर्गिक स्त्रोत आहे. ऊर्जेची अनेक स्त्रोत सूर्यापासून बनले आहेत. आम्हाला ऊर्जा अणुकेंद्रक, पृथ्वीचा आतील भाग आणि समुद्राची भरती – ओहोटी पासून सुध्दा मिळते. तुम्ही ऊर्जेच्या आणखी कांही स्त्रोतांचा विचार कराल का ?

उपक्रम 10.5

- ऊर्जेची कांही स्त्रोते वर दिली आहेत. ऊर्जेची आणखी कांही स्त्रोते आहेत. त्यांची यादी तयार करा.
- लहान (छोटे) समुह करुन चर्चा करा की कोणत्या प्रकारचे स्त्रोत सूर्यावर
- अवलंबून आहेत.
- ऊर्जेचे आणखी कांही स्त्रोते सुध्दा आहेत. जे सुर्यावर अवलंबून नाहीत.

आमच्या दैनंदिन जीवनात ‘ऊर्जा’ हा शब्द केव्हा तरी वापरला जातो. परंतु विज्ञानमध्ये याचा एक निश्चित आणि स्पष्ट अर्थ आहे. आता खालील उदाहरणे पहा. जेव्हा जास्त वेगाने वेगवान क्रिकेटचा चेंडू स्थिर स्टंपवर आदळतो तेंव्हा स्टंप लांब जाऊन पडतात. याचप्रकारे जेव्हा आम्ही कोणत्याही वस्तूला एका निश्चित उंचीपर्यंत उचलतो तेव्हा त्यांची कार्य करण्याची क्षमता असते. तुम्ही हे पाहिला असणार की उंचीवर उचललेला हाथोडा जेव्हा लाकडाच्या तुकड्यावर ठेवलेल्या खिळ्यावर पडतो तेव्हा तो खिळा लाकडामध्ये जातो. आम्ही मुलांची खेळणी (जसे खेळण्याची कार) यांना चावी देतो आणि ते खेळणे जमिनीवर फरशीवर ठेवतो तेव्हा ते खेळणे नाचायला लागते. जेव्हा एखाद्या फुग्यामध्ये हवा भरुन त्यावर दाब देतो तेव्हा त्याच्या आकृतीमध्ये बदल होतो. जर आम्ही फुग्याला कमी बल लावून दाबले नंतर लगेच बल बाजुला काढले तो आपल्या मुळ आकारामध्ये परत येतो. परंतु जर आम्ही

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

फुग्यावर जास्त बल लावले तर तो मोठा आवाज करुन फुटू सुध्दा शकतो. या सर्व उदाहरणावरुन वस्तु मध्ये वेगवेगळ्या प्रकारे कार्य करण्याची क्षमता असते. जर एखाद्या वस्तुमध्ये कार्य करण्याची क्षमता आहे तेव्हा म्हटले जाते की यामध्ये ऊर्जा आहे. जी वस्तू कार्य करते त्यामधील ऊर्जेची हानी होते आणि ज्या वस्तूवर कार्य केले जाते त्यामध्ये ऊर्जेची वाढ होते.

एखाद्या वस्तुमध्ये जर ऊर्जा असेल तर ती कशी कार्य करते ? एखादी वस्तू ज्यामध्ये ऊर्जा असेल तर ती दुसऱ्या वस्तूवर बल लावू शकते. जेव्हा असे होते तेव्हा ऊर्जा पहिल्या वस्तुमधुन दुसऱ्या वस्तुमध्ये स्थलांतरीत होते. कारण दुसरी वस्तू कांही ऊर्जा ग्रहण करते. म्हणूनच कांही कार्य ती करते आणि याप्रकारे ती गतीमान होते. याप्रकारे पहिल्या वस्तूमध्ये कार्य करण्याची क्षमता आहे. याचा अर्थ असा होतो की कोणतीही वस्तू ज्यामध्ये ऊर्जा आहे ती कार्य करु शकते.

या प्रकारे एखाद्या वस्तुमध्ये असलेल्या ऊर्जेला त्याची कार्य करण्याची क्षमता या रुपात मोजली जाते. म्हणून ऊर्जेचे एकक ते आहे जे कार्याचे अर्थात ज्युल (J). 1 J कार्य करण्यासाठी 1J आवश्यक ऊर्जा पाहिजे असते. केव्हा केव्हा ऊर्जेचे मोठे एकक किलो - ज्युल (KJ) चा उपयोग केला जातो. 1KJ = 1000J इतके असते.

10.2.1 ऊर्जेची स्वरुपे

नशिबाने ज्या जगामध्ये आम्ही राहतो त्यामध्ये ऊर्जेची अनेक रुपे अस्तित्वात आहेत. वेगवेगळ्या रुपामध्ये स्थितीज ऊर्जा, गतीज ऊर्जा , ऊष्णता ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा आणि प्रकाश ऊर्जा येतात.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

यावर विचार करा !

'स्वतंत्र अस्तित्व' हे ऊर्जेचे स्वरुप आहे. हे तुम्ही कसे ओळखाल आपल्या मित्र व शिक्षकांबरोबर चर्चा करा.

जेम्स प्रेसकॉट ज्यूल एक प्रतिभावंत ब्रिटिश भौतिक शास्त्रज्ञ होते. ते आपल्या विद्युत (Electricity) आणि औष्णिक चलन शास्त्र (Thermodynamic) मधील शोधामुळे प्रसिध्द झाले. याशिवाय त्यांनी वीजेमधील उष्णतेचे परिणाम यावर नियम बनविले त्यांनी ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियम प्रायोगिकरित्या सिध्द केला आणि यांत्रिक ऊर्जेच्या स्थिरांकाची किंमत शोधली. ऊर्जा आणि कार्य यांच्या एककाचे नांव ज्युल हे त्यांच्या सन्मानार्थ ठेवले गेले आहे.

10.2.2 गतीज ऊर्जा

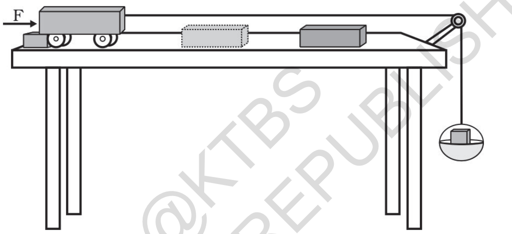
उपक्रम 10.6

- एक जड चेंडू घ्या. तो जाड वाळूच्या ढिगाऱ्यावरुन फेका. भिजलेली वाळू चांगले कार्य करते. चेंडूला वाळूच्या ढिगावरुन जवळ जवळ 25cm उंचीवरुन फेका. वाळूमध्ये चेंडू एक खड्डा बनवितो.
- या उपक्रमाला 50 cm , 1m आणि 1.5 m च्या उंचीवरुन फेका व परत परत ही क्रिया करा.

- निश्चित लक्षात ठेवा की सर्व खड्डे स्पष्ट दिसायला पाहिजे.
- चेंडू फेकण्याच्या उंचीच्यानुसार सर्व खड्ड्यांना चिन्हाने दर्शवा.
- त्यांच्या खड्ड्यांच्या खोलीची तुलना करा.
- यामधील कोणते खड्डे अधिक खोलीचे आहेत.
- कोणता खड्डा कमी खोलीचा आहे असे का ?
- चेंडूने कोणत्या कारणामुळे जास्त खोलीचा खड्डा बनविला ?
- चर्चा करा आणि विश्लेषण करा.

उपक्रम 10.7

- आकृती 10.5 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे उपकरणांची मांडणी करा.
- वस्तुमान माहित असलेला लाकडी ठोकळा ट्रॉलीच्या समोर ठराविक अंतरावर ठेवा.
- माहित असलेले वजन पारड्यात ठेवा ज्यामुळे ट्रॉली गतीमान होईल.
- ट्रॉली पुढे गतीमान होते आणि लाकडी ठोकळ्याला जाऊन टक्कर मारते.



@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आकृती 10.5 नुसार साहित्य तयार करा.

- टेबलावर एक रोधक अशा प्रकारे बसवा की लाकडी ठोकळ्याला टक्कर झाल्यानंतर लगेच ट्रॉली त्या ठिकाणी थांबली पाहिजे.
- लाकडी ठोकळा विस्थापित होतो.
- लाकडी ठोकळ्याचे विस्थापन मोजा. याचा अर्थ असा होतो की लाकडी ठोकळ्याला ऊर्जा प्राप्त झाली, ट्रॉलीने लाकडी ठोकळ्यावर कार्य केले.
- ही ऊर्जा कोठून आली ?
- पारड्यात ठेवलेल्या वस्तुमानाचे वजन वाढवून हा प्रयोग पुन्हा पुन्हा करा.
- कोणत्या अवस्थेमध्ये विस्थापन जास्त आहे ? कोणत्या अवस्थेमध्ये केलेले कार्य अधिक होईल ?
- या उपक्रमात गतीमान ट्रॉली कार्य करते शेवटी यामध्ये ऊर्जा साठलेली आहे.

एक गतीमान वस्तु कार्य करते. एक जास्त गतीमान वस्तु कमी सावकाश गतीमान वस्तुपेक्षा अधिक कार्य करते. एक वेगवान गोळी, वाहती हवा, फिरता पाळणा, एक वेगवान दगड, हे सर्व कार्य करतात. गोळी आपल्या लक्ष्याचा कसा वेध घेते ? वाहती हवा पवन चक्कीच्या पात्यांना कशी फिरविते? वेगवान वस्तुमध्ये ऊर्जा असते. त्या ऊर्जेला गतीज ऊर्जा म्हणतात.

वरुन पडत असलेला नारळ, वेगवान कार, फिरत असलेला दगड, उडत असलेले विमान, वाहते पाणी, वाहती हवा, पळत असलेला खेळाडू इ. सर्वामध्ये गतीज ऊर्जा साठलेली आहे. अर्थात एखाद्या वस्तुत त्यांच्या गतीमुळे निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेला गतीज ऊर्जा म्हणतात. एखाद्या वस्तुमधील गतीज ऊर्जा त्यांच्या वेगाबरोबर वाढत जाते. एखाद्या गतीमान वस्तूमध्ये तिच्या गतीमुळे किती ऊर्जा साठते ? व्याख्येनुसार आम्ही म्हणू शकतो कि एखाद्या निश्चित वेगाने गतीमान वस्तूची गतीज ऊर्जा त्या वस्तुवर या वेगाला प्राप्त करण्यासाठी केलेल्या कार्याच्या बरोबर असते.

आता आपण एखाद्या वस्तूच्या गतीज ऊर्जेचे एका समीकरणामध्ये रुपांतर करुया. समजा एका वस्तुचे वस्तुमान m ती एकसमान वेग u ने गतीमान होते. आता समजा जेव्हा यावर स्थिर बल F विस्थापनाच्या दिशेने लावले असेल तर ती वस्तु s अंतरापर्यंत विस्थापित होते. समीकरण (10.1) नुसार केलेले कार्य W हे FS बरोबर आहे. वस्तुवर झालेल्या कार्यामुळे यांच्या वेगामध्ये बदल होतो समजा त्याचा वेग u पासून V होतो. उत्पन्न झालेले त्वरण 'a' मानु

आम्ही गतीविषयक तीन समीकरणांचा अभ्यास केला आहे. एकसमान त्वरण a ने गतीमान वस्तुचा सुरुवातीचा वेग (U) अंतिम वेग (V) आणि विस्थापन S मध्ये खालील संबंध आहे.

$$v^2 - u^2 = 2as$$

असेही मिळते

$$S = \frac{v^2 - u^2}{2a} \qquad (10.2)$$

परिच्छेद 9.4 पासून, आम्हाला F=ma माहित आहे. या प्रकारे समीकरण (10.2) समीकरण (10.1) मध्ये घेऊन आम्ही बल F नुसार केलेले कार्य खालीलप्रमाणे लिहू शकतो.

$$W = ma\left(\frac{v^2 - u^2}{2a}\right)$$

किंवा

$$W = \frac{1}{2} m (v^2 - u^2) \qquad (10.3)$$

जेव्हा वस्तुची गती आपल्या स्थिर अवस्थेपासुन सुरु होते अर्थात u=0 तेव्हा

$$W = \frac{1}{2} mv^2 \qquad (10.4)$$

हे स्पष्ट आहे की , केलेले कार्य हे वस्तुच्या बदललेल्या गतीज ऊर्जेबरोबर आहे.

जर u = 0 तर केलेले कार्य होईल 1/2 mv^2 शेवटी, गतीमान वस्तुचे वस्तुमान m आणि एकसमान वेग v तर गतीमान वस्तुच्या गतीज ऊर्जेची किंमत.

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10.5)$$

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

उदाहरण 10.3 15 Kg वस्तुमान असलेली एक वस्तु एकसमान वेग $4ms^{-1}$ ने गतीमान होत असेल तर वस्तूची गतीज ऊर्जा काढा ?

उकल :

वस्तूचे वस्तुमान m = 15 Kg, वस्तुचा वेग V = 4 ms^{-1} समीकरण 10.5 नुसार

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 15\ Kg \times 4\ ms^{-1} \times 4ms^{-1}$$

$$= 120\ J$$

वस्तूची गतीज ऊर्जा 120 J आहे.

उदाहरण 10.4 : जर एका कारचे वस्तुमान 1500 Kg आहे. तिचा वेग 30 Kmh^{-1} पासून 60 Kmh^{-1} पर्यंत वाढविण्यासाठी किती कार्य करावे लागेल ?

उकल :

कारचे वस्तुमान = 1500 Kg

कारचा सुरुवातीचा वेग u = 30 Km h^{-1}

$$= \frac{30 \times 1000m}{60 \times 60}$$

$$= 25/3\ ms^{-1}$$

त्याच प्रमाणे, कारचा अंतिम वेग, v = 60 km h^{-1}

$$= 50/3\ ms^{-1}$$

म्हणून कारची सुरवातीची गतीज ऊर्जा

$$E_{kf} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1500\ Kg \times \left(\frac{25}{3}\ m\ s^{-1}\right)^2$$

$$= 156250/3\ J$$

म्हणून कारची अंतिम गतीज ऊर्जा

$$E_{Kf} = \frac{1}{2} \times 1500\ Kg \times \left(\frac{50}{3}\ m\ s^{-1}\right)^2$$

$$= 625000/3\ J.$$

शेवटी केलेले कार्य = गतीज ऊर्जेमधील बदल $= E_{Kf} - E_{ki}$

$$= 156250\ J$$

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. एखाद्या वस्तूची गतीज ऊर्जा म्हणजे काय ?
2. एका वस्तूच्या गतीज ऊर्जेचे समीकरण लिहा
3. 5 ms^{-1} वेगाने गतीमान ज्याचे वस्तुमान m असलेल्या वस्तुची गतीज ऊर्जा 25 J आहे जर या वेगाला दुप्पट केले तर त्याची गतीज ऊर्जा किती होईल ? जर त्याचा वेग तिप्पट वाढविला तर त्याची गतीज ऊर्जा किती होईल ?

10.2.3. स्थितिज ऊर्जा

उपक्रम 10.8

- एक रबर बँड घ्या.
- त्याच्या एका टोकाला पकडून दुसऱ्या टोकाला ओढा. रबर बँड ताणले जाते.
- रबर बँडचे एक टोक सोडा.
- काय होईल ?
- रबर बँड आपली सुरुवातीची लांबी मिळविण्याचा प्रयत्न करील. रबर बँडने आपल्या ताणलेल्या स्थितीत कांही ऊर्जा मिळविली आहे.
- ताणल्यानंतर तो ऊर्जा कशा प्रकारे मिळविते ?

उपक्रम 10.9

- खाली दाखविल्याप्रमाणे स्प्रिंगचे तारेचे वेटोळे घ्या.
- यांचे एक टोक मित्राला धरायला सांगा व दुसरे टोक तुम्ही पकडून तुमच्या मित्रापासून दुर जा.

- काय होते पहा?
- ओढल्यानंतर स्प्रिंगच्या तारेच्या वेटोळ्यानी कोणती ऊर्जा मिळविली आहे ?
- स्प्रिंगचे तारेचे वेटोळे संपीडन केले असता ऊर्जा मिळेल काय ?

उपक्रम 10.10

- खेळण्यामधील एक कार घ्या.
- त्या कारला जमिनीवर ठेवा.
- ती पुढे जाते का ?
- तिने कोठून ऊर्जा मिळविली ?
- तिने मिळविलेली ऊर्जा ही चावीने फिरविलेल्या वेटोळ्याच्या संख्येवर अवलंबून आहे का ?
- आपण याची चाचणी कशी करु शकाल ?

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

उपक्रम 10.11

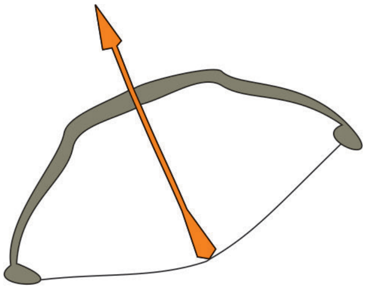
- एखाद्या वस्तुला एक निश्चित उंचीपर्यंत उचला. वस्तु आता कार्य करु शकते. सोडल्यानंतर ती खाली पडायला लागते.
- याचाच अर्थ असा होतो की तिने कांही ऊर्जा मिळविली आहे. जर वस्तुला जास्त उंचीवर उचलले तर ती अधिक कार्य करेल आणि याप्रकारे यामध्ये जास्त ऊर्जा निर्माण होईल.
- या वस्तूला ऊर्जा कोठून मिळते विचार करा आणि चर्चा करा.

वरील स्थितीमध्ये वस्तुवर केलेल्या कार्यामुळे त्यामध्ये ऊर्जा निर्माण होते ही ऊर्जा वस्तुमध्ये स्थितिज ऊर्जा म्हणून जमा होते. ही चाल किंवा वेग यामध्ये बदल करण्यासाठी उपयोग केली जात नाही.

जेव्हा तुम्ही रबर बँड ताणता तेव्हा तुम्ही कांही ऊर्जा संक्रमित होते. रबर बँडमध्ये असलेली ऊर्जा ही यामध्ये स्थितिज ऊर्जेच्या स्वरुपामध्ये जमा होते. एका खेळण्यातील कारला चावी देता तेव्हा तुम्ही कार्य करता व आत मध्ये स्प्रिंगला पाठविलेली ऊर्जा ही त्यामध्ये स्थितिज ऊर्जेच्या स्वरुपात जमा होते. एखाद्या वस्तूची स्थिती किंवा मांडणीतील परिवर्तनामुळे प्राप्त होणाऱ्या ऊर्जे ला स्थितिज ऊर्जा म्हणतात.

उपक्रम : 10.12

- बांबूची काठी घेऊन आकृती 10.6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एक धनुष्यबाण तयार करा.
- एखाद्या हलक्या काठीचा एक बाण बनवा. बाणाचे एक टोक धनुष्यबाणाच्या ताणलेल्या दोरीवर ठेवा.
- आता दोरी ताणा आणि बाणाला हवेत सोडा.
- बाणाला धनुष्यबाणापासून दूर जाताना पहा
- धनुष्यबाणाच्या आकारामध्ये बदल होतो याकडे लक्ष द्या .
- धनुष्यबाणाच्या आकृतीच्या आकारामध्ये बदल झाल्यामुळे त्यामध्ये साठलेली स्थितिज ऊर्जा बाणाला गतीज ऊर्जा देते त्यामुळे बाण गतीमान होऊन दूर जाऊन पडतो.



आकृती 10.6 : धनुष्य बाणाच्या ताणलेल्या दोरीवर ठेवलेला बाण.

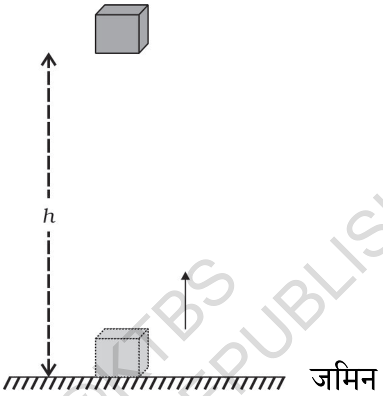
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

10.2.4 उंचीवर असलेल्या वस्तुची स्थितिज ऊर्जा

वस्तूला उंचीवर उचलले तर तिच्या उर्जेमध्ये वाढ होते. कारण तिला वर उंचीवर उचलताना तिच्यावर गुरुत्वबलाच्या विरुध्द दिशेने कार्य केले जाते. अशाप्रकारे अशा वस्तूच्यामध्ये असणाऱ्या ऊर्जेला गुरुत्व स्थितिज ऊर्जा म्हणतात.

एखादी वस्तू जमिनीपासून ठराविक बिंदूपर्यंत उचलल्यास गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुध्द दिशेने जे कार्य घडते त्याला जमिनीच्या वर एखाद्या बिंदूपर्यंतची वस्तूची गुरुत्व स्थितिज ऊर्जा म्हणतात.

उचीवर असलेल्या वस्तुचे गुरुत्व स्थितीज ऊर्जेचे समीकरण तयार करणे सोपे आहे.



आकृती 10.7

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

समजा एका वस्तुचे वस्तुमान m तिला जमिनीपासून h उंचीवर उचलले जाते. यासाठी बलाची आवश्यकता असते. वस्तुला वर उचलण्यासाठी कमीतकमी बल हे वस्तूच्या वस्तूमानाबरोबर पाहिजे म्हणजेच mg होय. केलेले कार्य व वस्तूने मिळविलेली ऊर्जा समान असते जर वस्तुवर गुरुत्व बलाच्या विरुध्द केलेले कार्य W असेल तर

केलेले कार्य W = बल x विस्थापन

= mg x h

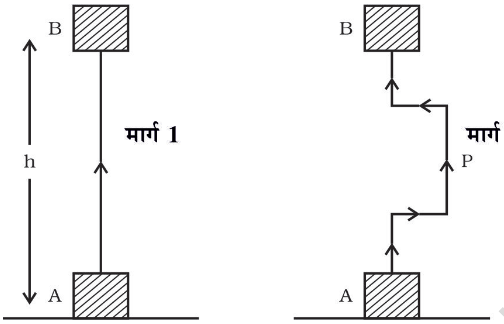
= mgh

म्हणून वस्तूवर केलेले कार्य mgh आहे. म्हणून वस्तुला mgh एकक ऊर्जा मिळते. ही वस्तूची स्थितिज ऊर्जा (Ep) आहे.

$$E_p = mgh \qquad (10.6)$$

अधिक माहिती मिळवा : वस्तूची कोणत्याही उंचीवरील स्थितिज ऊर्जा ही तुम्ही निवडलेल्या जमिनीचा पृष्ठभाग किंवा शून्य पृष्ठभाग यावर अवलंबून असते. एखाद्या वस्तूची दिलेल्या उंचीवर ठराविक स्थितिज ऊर्जा असते, उंची बदलली की स्थितिज ऊर्जेची किंमत पण बदलते.

इकडेही लक्ष द्या की गुरुत्व बलाने केलेले कार्य हे वस्तूची सुरुवातीची आणि अंतिम स्थिती यांच्या उभ्या उंचीवर अवलंबून असते वस्तू ज्या मार्गाने गतीमान झाली आहे त्या मार्गावर अवलंबून नसते आकृती 10.8 मध्ये अशी स्थिती दाखविली आहे की एक ठोकळा स्थिती A पासून स्थिती B पर्यंत वेगवेगळ्या दोन मार्गांनी पोहोचविला आहे. समजा उंची AB=h, दोन्ही स्थितीमध्ये वस्तूवर केलेले कार्य mgh आहे.



आकृती 10.8

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 10.5 : 10 Kg वस्तुमानाची एक वस्तु जमिनीपासून 6 m उंचीवर उचलली आहे तर वस्तुमध्ये असलेली ऊर्जा काढा; दिलेले g= 9.8 ms^{-2}

उकल : वस्तुचे वस्तुमान m = 10 Kg

विस्थापन (उंची) h = 6m आणि

गुरुत्व त्वरण g = 9.8 ms^{-2}

समीकरण 10.6 वरुन

स्थितिज ऊर्जा = mgh

= 10 Kg x 9.8 ms^{-2} x 6m

= 588 J

स्थितिज ऊर्जा 588 J आहे.

उदाहरण 10.6 : 12 kg वस्तुमानाची एक वस्तु जमिनीपासून एका ठराविक उंचीवर आहे. जर वस्तुची स्थितिज ऊर्जा 480J असेल तर वस्तूची जमिनीपासूनची उंची काढा. दिलेले g=10ms^{-2}

उकल : वस्तूचे वस्तुमान, m=12 Kg

स्थितिज ऊर्जा E_p = 480 J

E_p = mgh

480J=12Kg x 10 ms^{-2} x h

$$h = \frac{480\ J}{12Kg \times 10\ ms^{-2}}$$

$$h = 4m$$

वस्तू जमिनीपासून 4 m उंचीवर आहे.

10.2.5 ऊर्जेची वेगवेगळी रुपे आंतरपरिवर्तनीय आहेत का?

आम्ही एका ऊर्जेचे रुप दुसऱ्या ऊर्जेच्या रुपात रुपातंर करु शकतो का ? निसर्गात आपल्याला ऊर्जा रुपांतराची अनेक उदाहरणे पाहायला मिळतात.

उपक्रम 10.13

- छोटे समुह करुन बसा.
- निसर्गातील ऊर्जा रुपांतराचे वेगवेगळे मार्ग यावर चर्चा करा.
- खालील प्रश्नांची तुमच्या समुहात चर्चा करा.
  a) हिरव्या वनस्पती अन्न कसे तयार करतात ?
  b) त्यांना ऊर्जा कोठून मिळते ?
  c) हवा एका ठिकाणाहुन दुसऱ्या ठिकाणी का वाहते ?
  d) कोळसा आणि पेट्रोलियम यासारखी इंधने कशी बनतात ?
  e) कोणत्या प्रकारचे ऊर्जा रुपांतर पाण्याच्या चक्राला कारणीभूत आहे. ?

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उपक्रम 10.14

- मानवाचे अनेक उपक्रम आणि त्याने उपयोग केलेल्या उकरणामध्ये ऊर्जेची रुपांतरे सामील आहेत.
- अशा प्रकारचे मानवी उपक्रम आणि उपकरणे यांची यादी बनवा.
- प्रत्येक मानवी उपक्रम आणि उपकरणे यांच्यामध्ये कोणत्या प्रकारचे ऊर्जा रुपांतर होते ते ओळखा ?

10.2.6. ऊर्जा संरक्षणाचा नियम

उपक्रम 10.13 आणि उपक्रम 10.14 मध्ये आम्ही शिकलो आहोत की ऊर्जा एका स्वरुपामधून दुसऱ्या स्वरुपात रुपातंरीत होते. एकूण ऊर्जा रुपांतराच्या पूर्वीची आणि रुपातरांच्या नंतरची अशा एकूण ऊर्जेचे काय होते ? ऊर्जा रुपांतराच्या अवस्थेत एकूण ऊर्जा बदलत नाही. हाच ऊर्जा संरक्षण नियम आहे. या नियमानुसार ऊर्जा ही फक्त एका स्वरुपातून दुसऱ्या स्वरुपात रुपांतरीत करता येते. ती तयार पण करता येत नाही, नाश पण करता येत नाही. रुपांतराच्या पूर्वीची ऊर्जा आणि रुपांतराच्या नंतरची ऊर्जा दोन्ही समान असतात. ऊर्जा संरक्षणाचा नियम प्रत्येक स्थितीत आणि सर्व प्रकारच्या रुपांतरणामध्ये लागू पडतो.

एक साधे उदाहरण पहा. समजा एका वस्तूचे वस्तुमान m असून ती h उंचीवरुन मुक्तपणे खाली फेकली. सुरुवातीला स्थितीज ऊर्जा mgh आहे आणि गतीज ऊर्जा 0 (शून्य) आहे. गतीज ऊर्जा 0 का आहे ? ही शून्य आहे. कारण याचा सुरुवातीचा वेग 0 आहे. अशाप्रकारे वस्तुची एकूण ऊर्जा mgh आहे. जेव्हा वस्तू खाली पडते तेव्हा त्याच्या स्थितिज ऊर्जेचे रुपांतर गतीज ऊर्जेत होते. जर दिलेल्या क्षणी वस्तूचा वेग v असेल तर गतीज ऊर्जा $1/2mv^2$ होते. वस्तू जशी जशी खाली येते तेव्हा स्थितिज ऊर्जा कमी होत जाते आणि गतीज ऊर्जा वाढत जाते. जेव्हा वस्तु जमिनीवर पोहचेल तेव्हा h=0 होईल या स्थितीत वस्तुचा जास्तीत जास्त अंतिम वेग v होईल. म्हणून आता गतीज ऊर्जा जास्त व स्थितीज ऊर्जा कमी होईल. परंतु प्रत्येक बिंदूला वस्तूची स्थितिज ऊर्जा आणि गतीज ऊर्जा यांची बेरीज समान राहते. अर्थात.

स्थितिज ऊर्जा + गतीज ऊर्जा = स्थिरांक

किंवा

$mgh + 1/2\ mv^2 =$ स्थिरांक ....(10.7)

एखाद्या वस्तूची स्थितिज ऊर्जा आणि गतीज ऊर्जा यांची बेरीज म्हणजेच एकूण यांत्रिक ऊर्जा होय.

एखादी वस्तु मुक्तपणे खाली येते त्यावेळी त्यांच्या मार्गावरील कोणत्याही बिंदू वर स्थितिज ऊर्जा जेवढी कमी असते तेवढी गतीज ऊर्जेमध्ये वाढ होते (येथे वस्तूच्या वेगावर परिणाम करणारा हवेचा विरोध विचारात घेतला नाही) अशाप्रकारे गुरुत्व स्थितिज ऊर्जेचे गतीज ऊर्जेमध्ये कायमचे रुपांतर होत राहते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उपक्रम 10.15

20 Kg वस्तुमान असलेली वस्तु मुक्तपणे 4 m उंचीवरुन खाली फेकली जाते. खालील तक्त्यानुसार प्रत्येक स्थितीतील स्थितिज ऊर्जा आणि गतीज ऊर्जा यांची तुलना करुन तक्त्यातील रिकाम्या जागा भरा.

वस्तुच्या उंचीवर आहे ती स्थिती (m)	स्थितिज ऊर्जा (E_p= mgh) J	गतीज ऊर्जा (E_k= $mv^2/2$) J	$E_p + E_k$ J
4			
3			
2			
1			
जमिनीपासुन थोडे वर			

- हिशेबाला सरळरुप देण्यासाठी g किंमत $10ms^{-2}$ घ्या.

यावर विचार करा !

जर निसर्गात ऊर्जा रुपांतर झाले नाही तर काय होईल ? एका विचारानुसार ऊर्जा रुपांतराशिवाय जीवन शक्य नाही. तुम्ही याला सहमत आहात का ?

10.3 कार्य करण्याचा दर

आम्ही सर्व समान दराने कार्य करतो का ? यंत्रे ऊर्जेचा उपयोग आणि रुपांतर समान दराने करतात का ? ऊर्जा रुपांतर करणारे एजंट वेगवेगळ्या दराने कार्य करतात. हे खालील उपक्रमामध्ये समजुन घ्या.

उपक्रम 10.16

- समजा दोन मुले A आणि B माना . समजा दोघांचे वजन समान आहे. दोघे दोन वेगवेगळया दोरीवर चढायला सुरुवात करतात. दोघे 8m उंचीवर पोहोचतात. समजा हे कार्य करण्यास A ने यासाठी 15S घेतले आणि B ने यासाठी 20S घेतले आहेत.
- प्रत्येक मुलाकडून केलेले कार्य किती आहे ?
- केलेले कार्य समान आहे. परंतु A ने कार्य करण्यासाठी B पेक्षा कमी वेळ घेतला आहे.
- समजा दिलेल्या 1s मध्ये कोणत्या मुलाने जास्त कार्य केले आहे ?

दिलेले कार्य एक शक्तीमान व्यक्ती अपेक्षेपेक्षा कमी वेळेमध्ये पूर्ण करु शकते. अधिक शक्तिशाली वाहन दिलेला प्रवास कमी शक्तिशाली वाहनापेक्षा कमी वेळेत पुर्ण करु शकते. आम्ही मोटारबाईक आणि मोटारकार यासारख्या यंत्राच्या शक्तीबाबत बोलूया. त्यांचे वर्गीकरण हे ती केवढ्या वेगाने ऊर्जेत रुपांतर किंवा कार्य करतात यावर अवलंबुन आहे केलेल्या कार्याचा वेग मोजण्यासाठी शक्तीचा उपयोग करतो. अर्थात कार्य किती वेगाने किंवा वेळाने केलेले आहे. कार्य करण्याच्या दराला किंवा ऊर्जा रुपातंरीत करण्याच्या दराला शक्ती असे म्हणतात. जर एक इंजिन t वेळात w कार्य करत असेल तर शक्तीचे सुत्र

शक्ती = कार्य / वेळ

$$\text{किंवा } P = \frac{w}{t} \qquad (10.8)$$

शक्तीचे एकक वॅट आहे. (हे एकक जेम्स वॅट (1736–1819) च्या सन्मानार्थ ठेवले गेले आहे) ते W या चिन्हाने दर्शवितात. 1 वॅट त्या इंजिनाची शक्ती आहे जो 1 सेंकदामध्ये 1 ज्यूल कार्य करतो. आम्ही हे पण म्हणू शकतो की जर ऊर्जेच्या वापराचा दर $1JS^{-1}$ आहे तर ती शक्ती 1W होईल.

1 वॅट = 1 ज्यूल / सेकंद किंवा $1W=1JS^{-1}$

आम्ही ऊर्जा स्थानातंराचे उच्च दर किलो वॅट (KW) मध्ये व्यक्त करतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

1 किलो वॅट = 1000 वॅट

1 kW = 1000 W किंवा 1 kW = 1000 J s^{-1}

एखाद्या इंजिनाची शक्ती वेळेनुसार बदलत राहते. याचाच अर्थ असा होतो की इंजिन वेगवेगळ्या वेळी वेगवेगळ्या दराने कार्य करतो. म्हणूनच सरासरी शक्तीची संकल्पना उपयोगी आहे. आम्ही सरासरी शक्ती ही एकूण वापरलेली ऊर्जा व एकूण वेळ याने भागुन मिळविता येते.

उदाहरण 10.7 : दोन मुली प्रत्येकीचे वजन 400 N आहे असून त्या दोरीवर 8 मी उंची पर्यंत चढतात एका मुलीचे नांव A व दुसऱ्या मुलीचे नांव B आहे. हे पूर्ण करण्यासाठी A मुलीला 20S तर B मुलगी 50 S वेळ घेते. प्रत्येक मुलीने खर्च केलेली शक्ती काढा ?

उकल :

i) A मुलीने खर्च केलेली शक्ती :

मुलीचे वजन mg = 400 N

विस्थापन (उंची) h=8m

घेतलेला वेळ = 20s

समीकरण (10.8) पासून

शक्ती (P) = केलेले कार्य / घेतलेला वेळ

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400\ N \times 8m}{20s}$$

= 160 W

ii) B – मुलीने खर्च केलेली शक्ती

मुलीचे वजन mg = 400 N

विस्थापन (उंची) h = 8 m

घेतलेला वेळ t = 50 S

$$\text{शक्ती } P = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400\ N \times 8m}{50\ S}$$

= 64 W

A मुलीने खर्च केलेली शक्ती 160 W आहे

B मुलीने खर्च केलेली शक्ती 64 W आहे

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 10.8

50 Kg वजन असलेला एक मुलगा पळत जिन्याच्या 45 पायऱ्या 9 सेकंदात चढतो. प्रत्येक पायरीची उंची 15 cm तर त्याची शक्ती काढा $g = 10\ ms^{-2}$ घ्या.

उकल :

मुलाचे वजन $mg = 50\ Kg \times 10\ ms^{-2} = 500\ N$

जिन्याची उंची $h = 45 \times \frac{15\ m}{100\ m} = 6.75\ m$

चढण्यासाठी घेतलेला वेळ $t = 9\ S$

समीकरण (10.8) वरुन

शक्ती P= केलेले कार्य/ घेतलेला वेळ

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{500\ N \times 6.75\ m}{9S} = 375\ W$$

शक्ती ही 375 W आहे.

प्रश्न :

1) शक्ती म्हणजे काय ?

2) '1 वॅट शक्ती' ची व्याख्या लिहा.

3) एक दिवा 1000 J विद्युत ऊर्जा 10 S मध्ये मिळवितो तर त्याची शक्ती काय ?

4) सरासरी शक्ती ची व्याख्या लिहा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 10.17

- तुमच्या घरात बसविलेल्या विद्युत मीटर व इतर भागांचे लक्षपुर्वक निरीक्षण करा.
- प्रत्येक दिवशी सकाळी 6.30 a.m. आणि संध्याकाळी 6.30 p.m. वाजता मीटरचे रिडिंग घ्या.
- दिवसाला किती युनिट खर्च झाले ?
- रात्रीच्या वेळेला किती युनिट खर्च झाले ?
- वरील उपक्रम जवळ जवळ एक आठवडा करा.
- आलेल्या आकड्यावरुन निष्कर्ष काढा.
- तुमचे निरीक्षण आणि विद्युत मीटरचे दिलेल्या महिन्याच्या बिलचे विवरण यामध्ये तुलना करा.

यावरुन तुम्ही काय शिकलात

- एखाद्या वस्तूवर केलेले कार्य म्हणजे त्यावर लावलेल्या जोराचे परिमाण व जोराच्या दिशेने वस्तूने आक्रमिलेले अंतर यांचा गुणाकार होय. कार्याचे एकक ज्युल आहे. 1 ज्यूल = 1 न्यूटन x 1 मीटर
- एखाद्या वस्चे विस्थापन शून्य असेल तर जोराने त्या वस्तूवर केलेले कार्य सुध्दा शून्य असते.
- जर एखाद्या वस्तुमध्ये कार्य करण्याची क्षमता असेल तर म्हटले जाते की त्यामध्ये ऊर्जा आहे. जे कार्याचे एकक आहे, तेच ऊर्जेचे एकक आहे.
- एखाद्या गतीमान वस्तूमध्ये तिच्या वेगामुळे निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेला गतीज ऊर्जा म्हणतात. वस्तूचे वस्तुमान m, ती v वेगाने गतीमान होत असेल तर गतीज ऊर्जा $1/2\ mv^2$ च्या बरोबर असते.
- एखाद्या वस्तूची स्थिती किंवा आकार यामधील परिवर्तनामुळे निर्माण झालेल्या ऊर्जेला स्थितिज ऊर्जा म्हणतात. जमिनीपासून h उचींवर उचलेल्या m वस्तुमान असलेल्या वस्तुची गुरुत्व स्थितीज ऊर्जा mgh होते.
- ऊर्जा संरक्षण नियमानुसार ऊर्जा ही एका स्वरुपातून दुसऱ्या स्वरुपात रुपांतरीत करता येते. ऊर्जा ही निर्माण करता येत नाही नाश ही करता येत नाही. रुपातंराच्या पूर्वीची ऊर्जा व रुपांतरच्या नंतरची ऊर्जा दोन्ही नेहमी समान असतात.
- निसर्गात ऊर्जा वेगवेगळ्या स्वरुपात असते जसे गतीज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा, उष्णता ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा इत्यादी, वस्तूची गतीज ऊर्जा आणि स्थितिज ऊर्जा यांची बेरीज म्हणजेच तीला यांत्रिक ऊर्जा म्हणतात.
- केलेल्या कार्याचा दर म्हणजेच शक्ती होय. शक्तीचे S.I. एकक वॅट आहे. 1W=1J/s
- 1 KW दराने 1 तासात वापरलेल्या ऊर्जेला 1 kWh म्हणतात.

स्वाध्याय

1. खालील दिलेले उपक्रम लक्षपुर्वक पहा. कार्य शब्दाच्या व्याख्येनुसार येथे कार्य होत आहे की नाही ते सांगा.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

- सुमा एका तलावात पोहत आहे.
- एका गाढवाने आपल्या पाठीवर वजन (बोझा) घेतले आहे.
- एक पवन चक्की विहिरीमधुन पाणी बाहेर काढत आहे.
- एका हिरव्या वनस्पतीत प्रकाशसंश्लेषणाची क्रिया होत आहे.
- एक इंजिन ट्रेन ला ओढत आहे.
- उन्हात धान्य वाळत आहे.
- एक शिडाचे गलबल वाऱ्याने गतीमान आले आहे.

2. एका वस्तूला जमिनीवरुन ठराविक कोनामधून फेकले असता ती एका वक्र मार्गाने गतीमान होऊन जमिनीवर येऊन पडते वस्तूच्या मार्गातील सुरुवातीचा आणि अंतिम बिंदू एका आडव्या समांतर रेषेवर आहे तर गुरुत्व बलाने वस्तूवर किती कार्य केले आहे ?
3. एका बॅटरीमध्ये बल्ब जळतो. या क्रियेमधील ऊर्जा रुपांतराचे वर्णन करा.
4. 20 वस्तुमानावर लावलेला जोर वेगाला $5 m\, s^{-1}$ पासून $2 m\, s^{-1}$ मध्ये रुपांतरीत करते. तर जोराद्वारे केलेल्या कार्याचे मापन करा.
5. 10 Kg. वस्तुमानाची एक वस्तू टेबलवर A या बिंदूवर ठेवली आहे. ही. B बिंदू पर्यंत सरकविली जाते.जर बिंदू A आणि बिंदू B ला एकत्र आणणारी रेषा समांतर आहे तर वस्तुवर गुरुत्व बलाने केलेले कार्य किती होईल ? उत्तराचे स्पष्टीकरण करा.
6. मुक्त रुपात वरुन पडणाऱ्या वस्तूची स्थितीज ऊर्जा क्रमाने कमी होत जाते. हे ऊर्जा संरक्षण नियमाचे उल्लंघन आहे का ? कारण सांगा.
7. जेव्हा तुम्ही सायकल चालविता तेव्हा कोणकोणत्या ऊर्जेचे रुपांतर होते ?
8. जेव्हा आपली सर्व शक्ती एकवटून एक मोठा दगड ढकलण्याचा प्रयत्न करता पण तो दगड ढकलण्याचा प्रयत्न अयशस्वी होतो. तेव्हा या स्थितीत ऊर्जेचे स्थानांतर होते का? आपल्याकडून वापरलेली ऊर्जा कोठे गेली ?
9. एका घरात 250 युनिट ऊर्जा एका महिन्याला खर्च केली जाते. येथे ऊर्जा ‘ज्यूल’ मध्ये किती होईल ?
10. 40 Kg. वस्तुमान असलेली एक वस्तु जमिनीपासून 5m वर उंच उचलली जाते. तिची स्थितिज ऊर्जा किती असेल ? जर वस्तु मुक्तरुपाने खाली सोडली आणि ती बरोबर अर्ध्या अंतरावर असेल तर त्यावेळी त्या वस्तूची गतीज ऊर्जा काढा ($g=10\ ms^{-2}$)
11. पृथ्वीच्या चारी बाजुने फिरणाऱ्या उपग्रहावर गुरुत्व बलाने किती कार्य केले जाईल ? उत्तराचे विश्लेषण करा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

12. एखाद्या वस्तुवर बल उपस्थित नसेल तर त्या वस्तूचे विस्थापन होईल का ? विचार करा या प्रश्नाबाबत तुमचे मित्र आणि शिक्षकांच्याबरोबर चर्चा करा.

13. एक मनुष्य वाळलेल्या गवताचा भारा डोक्यावर घेऊन उभा असल्यामुळे तो थकतो. त्याने कांही कार्य केले की नाही ? उत्तराचे स्पष्टीकरण करा.

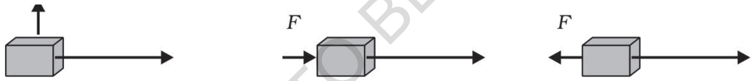
14. एका विद्युत हिटरची घोषित शक्ती (उष्मांक) 1500 w आहे. 10 तासात तो किती ऊर्जे चा उपयोग करु शकेल ?

15. आम्ही एका लंबकाचा गोळा एका बाजूला घेऊन आंदोलने करण्यासाठी सोडला. तेव्हा यामध्ये होणाऱ्या ऊर्जा रुपांतराची चर्चा करुन ऊर्जा संरक्षणाचा नियम स्पष्ट करा. लंबकाचा गोळा काही वेळाने स्थिर अवस्थेत का येतो ? शेवटी यामधील ऊर्जेचे काय होते ? ही क्रिया ऊर्जा संरक्षण नियमांचे उल्लघंन करते का ?

16. m वस्तुमानाची एक वस्तू एका स्थिर वेग v ने गतीमान होते. वस्तूवर किती कार्य केले पाहिजे म्हणजे ती स्थिर अवस्थेत येईल ?

17. 1500 Kg वस्तुमान असलेली एक कार जी 60 Km/h वेगाने जात आहे तिला थांबविण्यासाठी लावण्यात आलेले कार्य काढा.

18. खालील प्रत्येक स्थितीत M वस्तुमानाच्या एका ठोकळ्यावर बल F लावले आहे. विस्थापनाची दिशा पश्चिम पासून पूर्व दिशेकडे आहे जी एका लांब बाणाने दाखविली आहे. चित्रांना लक्षपुर्वक पहा आणि सांगा की केलेले कार्य ऋण, धन किंवा शून्य आहे.



19. सोनी म्हणते की अनेक बल कार्य करत असतील तरी एखाद्या वस्तुवरील त्वरण शून्य होऊ शकते. तिच्याशी तुम्ही सहमत आहात ? का ?

20. चार उपकरणे. ज्यांची प्रत्येंकाची शक्ती 500 w असून ती 10 तास चालतात तर त्यांनी वापरलेली ऊर्जा KWh मध्ये काढा.

21. मुक्तरुपात खाली पडत असलेली वस्तू जमिनीवर येऊन थांबते या वस्तूच्या गतीज ऊर्जेचे काय होते ?

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

*****

प्रकरण – 11

T2H2D3

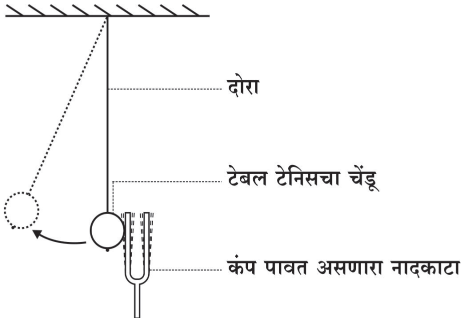
ध्वनी
(Sound)

आम्ही दररोज विविध स्त्रोत जसे की मानव, पक्षी, घंटा, यंत्रे, वाहने, दुरदर्शन, रेडिओ इत्यादी पासून आवाज ऐकतो. संवेदना उत्पन्न करते. ऊर्जेची वेगवेगळी रुपे देखील आहेत जसे की यांत्रिक ध्वनी एक ऊर्जेचे स्वरुप आहे, ते कानात ऊर्जा, उष्णता ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा इत्यादी. मागील पाठात तुम्ही यांत्रिक ऊर्जेचा अभ्यास केला आहात. ऊर्जेच्या संरक्षणाबद्दल शिकला आहात. त्यानुसार आपण ऊर्जेला उत्पन्नही करु शकत नाही आणि ऊर्जेचा नाशही करु शकत नाही तुम्ही केवळ तिला एका स्वरुपातून दुसऱ्या स्वरुपात रुपांतरीत करु शकता. जेव्हा टाळी वाजविता तेव्हा ध्वनी निर्माण होतो. तुम्ही ऊर्जा खर्च न करता ध्वनी निर्माण करु शकता का ? ध्वनी उत्पन्न करण्यासाठी तुम्ही कोणत्या ऊर्जेच्या स्वरुपाचा उपयोग केला? या प्रकरणात आपण ध्वनी कसा निर्माण होतो आणि कोणत्या माध्यमात कशा प्रकारे तो प्रसारित होऊन आपल्या कानांद्वारे ग्रहण केला जातो हे शिकू या.

11.1 ध्वनीची निर्मिती (Production of Sound)

उपक्रम 11.1

- एक नादकाटा घेऊन तो रबरी पॅडवर आदळा व कंपने निर्माण करुन तो तुमच्या कानाजवळ आणा.
- तुम्ही ध्वनी ऐकला का ?
- कंप पावत असणाऱ्या नादकाटयाच्या एका भुजेला तुम्ही आपल्या बोटाने स्पर्श करा आणि तुम्हाला आलेला अनुभव मित्रांना सांगा.
- आता एक टेबलटेनिस बॉल किंवा प्लॅस्टीकचा चेंडू घेऊन तो एका दोऱ्याने एका आधाराला बांधा(एक मोठी सुई आणि दोरा घ्या. दोऱ्याच्या एका टोकाला गाठ मारुन दुसरे टोक चेंडूला ओवून घ्या.) नंतर कंप पावत असणाऱ्या नादकाट्याच्या एका भुजेचा स्पर्श चेंडूला करा (आकृती 11.1)
- काय घडते त्याचे निरीक्षण करा आणि मित्राबरोबर चर्चा करा.

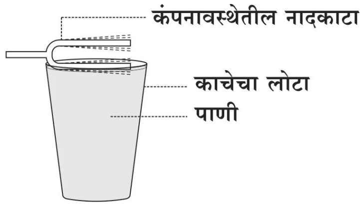


आकृती 11.1 : टांगलेल्या टेबल – टेनिसच्या चेंडूला कंप पावणाऱ्या नादकाटयाच्या भूजेला स्पर्श

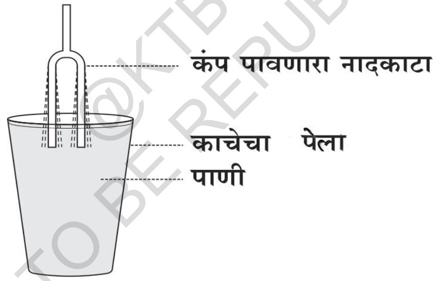
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 11.2

- एक परीक्षानळी किंवा एक ग्लास पूर्ण पाण्याने भरुन घ्या. आकृती 11.2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कंप पावणाऱ्या नादकाट्याच्या एका भुजेचा स्पर्श ग्लासमधील पाण्याच्या पृष्ठभागाला करा.
- नंतर आकृती 11.3 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कंप पावणाऱ्या नादकाट्याच्या दोन्ही भुजा ग्लासमधील पाण्यात बुडवा.
- दोन्ही स्थितीत काय होते याचे निरिक्षण करा.
- असे का होत आहे, याची आपल्या मित्राबरोबर चर्चा करा.



आकृती 11.2 कंप पावणाऱ्या नादकाट्याच्या एक भुजा पाण्याच्या पृष्ठभागाला स्पर्श करीत आहे.



आकृती 11.3 कंप पावणाऱ्या नादकाट्याच्या दोन्ही भुजा ग्लासमधील पाण्यात बुडविल्या आहेत.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

वरील उपक्रमातुन तुम्ही कोणते अनुमान काढाल ? तुम्ही कोणत्याही कंप पावणाऱ्या वस्तुशिवाय ध्वनी उत्पन्न करु शकता काय ?

वरील उपक्रमामध्ये आपण नादकाट्याच्या आघाताद्वारे ध्वनी उत्पन्न केला आहे. आपण वेगवेगळ्या वस्तूंना ओढून, खरडून, रगडून, फुंकून किंवा हलवून ध्वनी निर्माण करु शकतो. वरील उपक्रमात आम्ही वस्तूच्या बाबतीत काय केले ? आपण वस्तूमध्ये कंपने निर्माण करुन ध्वनी निर्माण केला. कंपनाचा अर्थ असा आहे की, कोणत्याही वस्तूची जोरात पुढे मागे हालचाल करणे होय. मनुष्याचा आवाज त्याच्या स्वरयंत्रातील स्वरतंतू कंप पावल्यामुळे निर्माण होतो. एखादा पक्षी जेव्हा त्याचे पंख फडफडवितो, तुम्ही ऐकता का ? विचार करा, मधमाशी उडत असताना गुणगुणण्याचा आवाज कसा येतो ? एका रबर बँडला ताणून धरुन सोडल्यास तो कंप पावून ध्वनी निर्माण करतो. जर तुम्ही कधी असे केले नसल्यास करुन पहा आणि ताणलेल्या रबराचे निरीक्षण करा.

उपक्रम 11.3

- विविध प्रकारच्या वाद्यांची यादी करा आणि आपल्या मित्राबरोबर वाद्यातील कोणता भाग कंप पावून ध्वनी निर्माण करतो यावर चर्चा करा.

11.2 ध्वनीचे प्रसारण (Pagation of Sound)

कंप पावणाऱ्या वस्तुमुळे ध्वनी निर्माण होतो. भौतिक पदार्थ किंवा वस्तू यामधून ध्वनीचा प्रसार होतो त्याला माध्यम म्हणतात. ते माध्यम घन, द्रव व वायू पण असू शकेल. ध्वनी स्त्रोतापासून निर्माण होऊन ऐकणाऱ्या पर्यंत पोहोचतो.

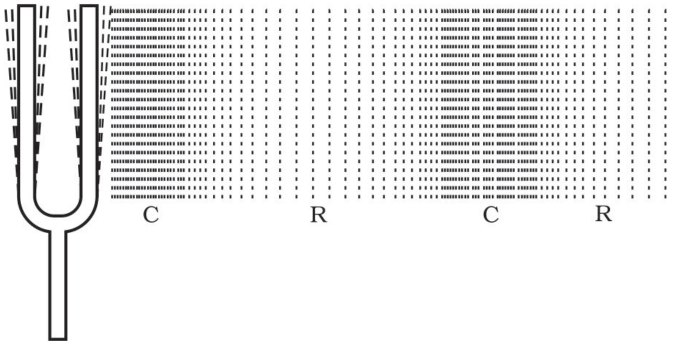
जेव्हा एखादी वस्तू कंप पावत असते तेव्हा ती आपल्याभोवती माध्यमातील कणानाही कंपीत करते. कंप पावणाऱ्या वस्तूपासून हे कण प्रत्यक्षपणे आपल्या कानांपर्यंत प्रवास करत नाहीत.

कंप पावणाऱ्या वस्तूच्या जवळ असणारे माध्यमातील कण विस्थापित होतो. हा कण जवळच्या दुसऱ्या कणांवर जोर लावतो. त्यामुळे स्थिर स्थितीतील कण स्थिर स्थितीपासून विस्थापित होतो. पुढच्या कणाला विस्थापित केल्यानंतर पहिला कण आपल्या मुळ स्थितीमध्ये येतो, जोपर्यंत तुमच्या कानापर्यंत ध्वनी पोहोचतो नाही तो पर्यंत ही क्रिया अशीच सुरु राहते. माध्यमामध्ये निर्माण झालेली अस्थिरता माध्यमांच्या कणामधून नाही तर माध्यमामधून पुढे संक्रमित होते.

तरंग एक विक्षोभ आहे व तो माध्यामामधून प्रसारीत होतो त्यावेळी माध्यमातील कण शेजाऱ्याच्या कणांना गतीमान करतात आणि हे कण अशाच प्रकारची गती शेजारच्या कणांमध्ये निर्माण करतात माध्यमातील कण स्वत: पुढे जात नाहीत परंतु विक्षोभ पुढे जातो कोणत्याही माध्यमात ध्वनी प्रसारण होताना नेमके असेच घडते म्हणूनच ध्वनीला तरंग स्वरुपात मानले जाते. ध्वनी तरंग हे माध्यमातील कणांच्या गतीद्वारे प्रेरित केले जातात त्यांना यांत्रिक तरंग म्हणतात.

बऱ्याचवेळा ध्वनीच्या प्रसारणाचे माध्यम हवा असते जेव्हा एखादी कंप पावणारी वस्तू पुढे जाते तेव्हा ती तिच्या समोरील हवेच्या दाबाला ढकलते आणि त्या हवेचे पुढच्या दिशेने संपीडन होते व उच्च दाबाचे क्षेत्र निर्माण होते. या क्षेत्राला संपीडन (c) म्हणतात हे आकृती 11.4 मध्ये दाखविले आहे. हे संपीडन कंपीत वस्तु पासून दुर जाऊ लागते. जेव्हा कंपीत वस्तू मागील बाजूस जाऊ लागते तेव्हा कमी दाबाचे क्षेत्र निर्माण होते त्याला विरलता (R) असे म्हणतात हे आकृती 11.4 मध्ये दाखविले आहे. जेव्हा एखादी वस्तू पाठीमागे जोराने हालचाल करते तेव्हा हवेमध्ये संपीडन व विरलता यांची मालिका निर्माण होते. हेच ध्वनी तरंग निर्माण करतात व माध्यमाद्वारे प्रसारीत होतात. संपीडन हे जास्त दाबाचे क्षेत्र आहे तर विरलता हे कमी दाबाचे क्षेत्र आहे. दाब हा दिलेल्या घनफळातील माध्यमातील कणांच्या संख्येशी संबंधित आहे. दिलेल्या माध्यमातील जास्त घनता असलेले कण जास्त दाब दर्शवितात आणि कमी घनता असलेले कण कमी दाब दर्शवितात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 11.4- कंप पावणारी वस्तू माध्यमात संपीडन (c) तसेच विरलता (R) यांची श्रेणी तयार करते.

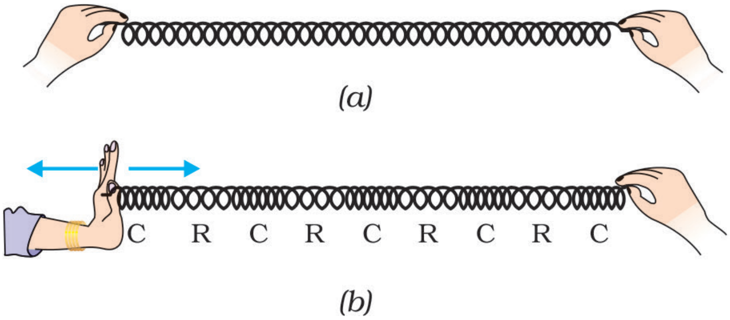
प्रश्न

1. कंप पावणाऱ्या वस्तूपासून निघालेला ध्वनी माध्यमामार्फत आपल्या कानांपर्यंत कसा पोहोचतो ?
2. तुमच्या शाळेतील घंटा ध्वनी कसा निर्माण करते ?
3. ध्वनी तरंगाना यांत्रिक तरंग का म्हणतात ?
4. असे समजा की तुम्ही मित्रांसोबत चंद्रावर गेला आहात, तुमच्या मित्राने निर्माण केलेला आवाज तुम्ही ऐकू शकाल का ?

11.2.1 ध्वनीतरंग हे अनुतरंग आहेत

उपक्रम 11.4

- एक स्प्रिंग घ्या. त्या स्प्रिंगचा आकृती 11.5 (a) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे तिचे एक टोक तुम्ही धरा व दुसरे टोक मित्राकडे द्या व आता तुमच्या मित्राच्या दिशेने स्प्रिंगला मोठा धक्का द्या.
- तुम्ही येथे काय पाहता ? जर तुम्ही तुमच्या हातातील स्प्रिंगला पुन्हा पुन्हा ढकलत व ओढत असाल तर आपण काय निरीक्षण केलात ?
- जर आपण एक स्प्रिंगवर चिन्ह लावले तर आपण पहाल की स्प्रिंगवर लावलेले चिन्ह विक्षोभाच्या प्रसारणाच्या दिशेला समातंर पुढे - मागे होताना दिसते.



आकृती 11.5 स्प्रिंगमधील अनुतरंग

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

ज्या भागात स्प्रिंगचे वेटोळे जवळ-जवळ येतात त्यांना संपीडन (C) आणि ज्या भागात स्प्रिंगचे वेटोळे दूर-दूर जातात त्यांना विरलता (R) म्हणतात. संपीडन व विरलता मालिकेद्वारे ध्वनीच्या माध्यमातून प्रसारण होते हे आपल्याला माहित आहे आणि माध्यमातील ध्वनीचे प्रसारण व स्प्रिंगमधील विक्षोभाचे प्रसारण याची तुलना करु शकतो. या तरंगाना अनुतरंग म्हणतात. या तरंगामध्ये माध्यमातील कणाचे प्रसारण विक्षोभाच्या प्रसारणाच्या दिशेला समांतर असते. कण एका ठिकाणाहुन दुसऱ्या ठिकाणी जात नाहीत परंतू ते आपल्या स्थिर स्थितीमध्ये पुढे मागे अशी आंदोलने निर्माण करतात. याप्रकारे ध्वनीतरंगाचे प्रसारण होते म्हणूनच ध्वनी तरंग हे अनुतरंग आहेत.

तेथे आणखी एक प्रकारचे तरंग आहेत त्यांना अवतरंग म्हणतात. अवतंरगामध्ये कणांच्या हालचालीची दिशा ध्वनीतरंगाच्या प्रसारणाच्या दिशेने नसते तर आपल्या मुळ स्थितीपासून हे कण खाली वर आंदोलने करतात. अवतरंग हे असे तरंग आहेत की माध्यमातील प्रत्येक कण त्याच्या मुळस्थितीपासून अशी हालचाल करतो की ती हालचाल तरंग प्रसारणाशी लंबरुपात असते प्रकाश हा अवतरंग आहे मात्र त्याच्यामधील आंदोलने ही माध्यमाच्या कणांची नसतात तसेच दाबाची किंवा घनतेचीही नसतात म्हणून प्रकाश तरंग यांत्रिक तरंग नाहीत. अवतरंगच्या बाबतीत जास्त माहिती तुम्ही वरच्या वर्गात शिकाल.

11.2.2 ध्वनी तरंगाचे गुणधर्म (Charateristics of a Sound wave)

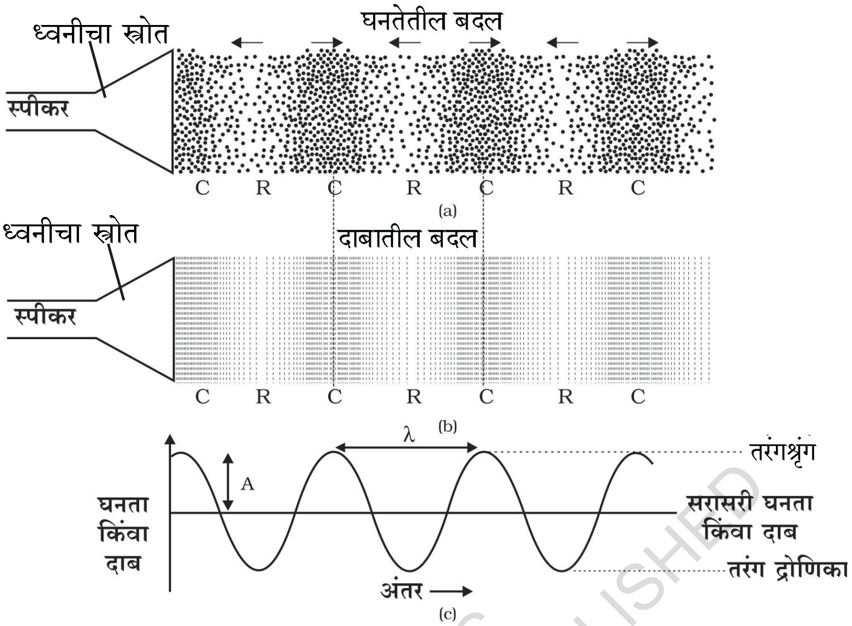
आम्ही ध्वनी तरंग त्याच्या गुणधर्माने वर्णन करु शकतो.

- वारंवारता (Frequency)
- तरंग विस्तार (Amplitude)
- वेग (Speed)

ध्वनी तरंगाचा आलेख आकृती 11.6(c) मध्ये दाखविला आहे. येथे जेव्हा ध्वनी तरंग माध्यमाम धून पुढे जात असताना घनता आणि दाब कसा बदलतो हे दाखविले आहे. माध्यमाची घनता आणि दाब दिलेल्या वेळेला अंतरावर घनता व दाबाच्या सरासरी किंमतीच्या वर आणि खाली बदलतो. जेव्हा लहरी माध्यमातून प्रसारण होतात. तेव्हा घनता आणि दाब यांच्यामध्ये कोणते बदल होतात हे अनुक्रमे आकृती 11.6(a) आणि 11.6(b) मध्ये दाखविले आहे.

संपीडन असा एक भाग आहे जेथे कणांची गर्दी होते आणि त्यांना चक्रभागाच्या वरच्या भागात दर्शविले जाते आकृती 11.6(c) यांचे शिखर कमाल संपीडन दर्शविते. याप्रकारे संपीडन असे क्षेत्र आहे की ज्याच्यामध्ये घनता तसेच दाब जास्त असतात. विरलता कमी दाबाचे क्षेत्र आहे जेथे कण दूर-दूर असतात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 11.6 : ध्वनीची घनता व दाब यांच्यातील बदलानुसार ध्वनीचे प्रसारण होते हे आकृती (a) व (b) मध्ये दाखविले आहे. आकृती (c) मध्ये ध्वनीची घनता व दाब यांच्यातील बदल आलेखाने दर्शविला आहे.

त्यांना वक्रभागाच्या खालील भागात दर्शविले जाते आकृती 11.6(c) शिखरला तरंतश्रृंग म्हणतात आणि खालील भागाला द्रोणिका म्हणतात.

क्रमाने येणाऱ्या दोन संपीडने (c) किंवा दोन विरलता (R) यामधील अंतराला तरंगलांबी म्हणतात हे आकृती 11.6 (c) मध्ये दाखविले आहे. तरंगलांबी नेहमी λ (ग्रीक अक्षर लॅम्बडा) ने जाते याचे S.I. एकक मीटर (m) आहे.

हेनरिच रूडाल्फ हर्टझ यांचा जन्म 22 फेब्रुवारी 1857 मध्ये

हेमबर्ग जर्मनी येथे झाला आणि त्यांचे शिक्षण बर्लिन विद्यापीठात झाले. त्यांनी जे.सी. मॅक्सवेल यांचे विद्युत – चुंबकीय सिध्दांत आपल्या प्रयोगाद्वारे सिध्द करुन पुष्टी केली, त्यांनी रेडिओ, टेलिफोन, टेलिग्राफ, आणि दूरदर्शन यांच्या भविष्याच्या विकासाचा पाया रचला. त्यांनी प्रकाश विद्युत परिणामाचा शोध लावला त्यानंतर अल्बर्ट आईनस्टाईन यांनी त्यांची माहिती दिली. वारंवारतेचे S.I एकक हर्टझ हे नांव त्यांच्या सन्मानार्थ ठेवण्यात आले आहे.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

एखादी घटना वारंवार कशी घडत असते हे आपल्याला वारंवारता सांगते. समजा, तुम्ही ढोल वाजवत आहात. एकक कालामध्ये तुम्ही किती वेळा ढोल वाजविता त्याला तुमच्या वाजविण्याची वारंवारता म्हणतात. आपल्याला माहित आहे की जेव्हा ध्वनी माध्यमातून प्रसारीत होतो तेव्हा त्याची घनता कमाल किंमतीपासून किमान किंमतीपर्यंत बदलत असते. घनतेची कमाल किंमत ते किमान किंमत आणि पुन्हा कमाल किंमत या घनतेच्या बदलाला 1 पूर्ण आंदोलन म्हणतात. एकक काळामध्ये झालेल्या आंदोलनाच्या संख्येला ध्वनी तरंगाची वारंवारता असे म्हणतात. जर एकक काळामधील संपीडनांची संख्या किंवा विरलतेची संख्या म्हणजेच ध्वनी लहरीची वारंवारता होय. हे नेहमी v (ग्रीक शब्द nu) याने दर्शविले जाते. याचे S.I. एकक हर्टझ (चिन्ह HZ.) आहे.

दोन क्रमगत संपीडने किंवा दोन क्रमगत विरलता यांना दिलेल्या माध्यमातील एका स्थिर बिंदूला पार करुन जाण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेला त्या ध्वनी लहरींचा आवर्तन काल असे म्हणतात. दुसऱ्या शब्दात आम्ही असेही म्हणू शकतो की माध्यमाच्या घनतेमध्ये एक आंदोलन पुर्ण करण्यासाठी लागणारा वेळ म्हणजे ध्वनी लहरींचा आवर्तन काल होय.

हे. 'T' या चिन्हाने दर्शवितात. याचे SI एकक सेकंद (s) आहे. वारंवारता आणि आवर्तन काल यामधील संबंध खालील प्रमाणे आहे.

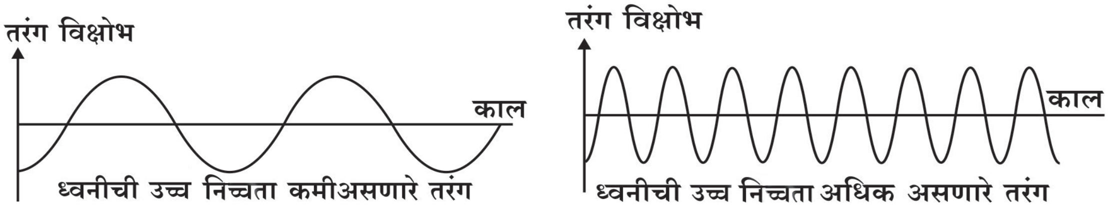
$$\upsilon = \frac{1}{T}$$

एका कार्यक्रमात व्हायोलीन आणि बासरी एकाच वेळेला वाजविले जातात. दोन्ही ध्वनीचा प्रवास हा एकाच माध्यमात होतो व एकावेळी होतो. वेगवेगळे ध्वनी स्त्रोत असले तरी त्यांचा वेग समान आहे. परंतु आवाज आपल्याला वेगवेगळा मिळतो हे ध्वनीच्या वेगवेगळ्या गुणधर्मामुळे घडते. उच्च-निच्चता हा एक त्यामधील गुणधर्म आहे.

उत्सर्जित ध्वनीची वारंवारता आपला मेंदू कशा प्रकारे अनुभवतो त्याला उच्च-निच्चता असे म्हणतात. जेव्हा कंपने शीघ्र गतीची असतात तेव्हा वारंवारता व उच्च-निच्चता जास्त असते. हे आकृती 11.7 मध्ये दाखविले आहे. अशाप्रकारे एकक कालात एका निश्चित बिंदूला पार करणाऱ्या संपीडने व विरलतेच्या संख्येशी उच्च-नीचता संबंधीत असते.

वेगवेगळ्या आकाराचे वेगवेगळ्या स्थितीतीला वस्तू वारंवारतेन कंप पावतात व भिन्न उच्च - निचतेचे ध्वनी निर्माण करतात.

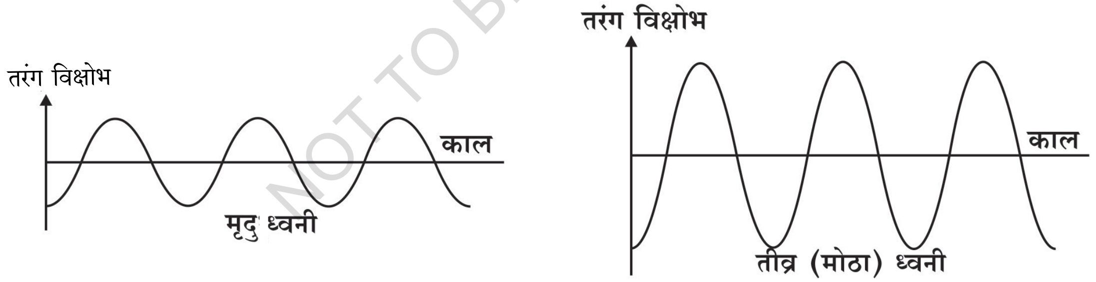
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 11.7 : कमी आवाजाची उच्च- निच्चता लहरींची वारंवारता कमी
आणि जास्त आवाजाची उच्च-निच्चता लहरींची वारंवारता जास्त

माध्यमामध्ये मुळ स्थितीपासून दोन्ही बाजूला होणाऱ्या विक्षोभाला तरंग विस्तार (Amplitude) असे म्हणतात. याला (A) या अक्षराने दर्शवितात हे आकृती 11.6 (c) मध्ये दाखविले आहे. ध्वनीसाठी घनता किंवा दाबाचे एकक वापरतात. तीव्रता किंवा मृदूपणा हे मुलत: तरंगविस्तारावर अवलंबून असतात. वस्तू कंप पावण्यासाठी जोर लावला जातो त्या जोरावर ध्वनीचा तरंग विस्तार अवलंबून असतो. जर आम्ही टेबलावर सावकाश वस्तू आपटली तर आम्हाला मृदू आवाज ऐकायला येईल कारण त्यावेळी कमी ऊर्जेच्या तरंगविस्तार ध्वनी लहरी निर्माण होतात. आणि जर आम्ही टेबलावर जोराने तडाका मारला तर मोठा आवाज निर्माण होतो. असे का होते ? मोठ्या आवाजामध्ये जास्त ऊर्जा समाविष्ट असल्याने मोठा आवाज दूरवर जातो. ध्वनी लहरी त्याच्या स्त्रोतापासून पसरतात जर स्त्रोतापासून ध्वनी लहरी जात असतात तेव्हा त्यांचा तरंगविस्तार कमी झाल्यामुळे तीव्रताही कमी होते. आकृती 11.8 ही समान वारंवारतेच्या लहरींचा मोठ्या आवाजाचा व मृदू आवाजाचा आकार दर्शविते.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 11.8 : मृदू आवाजाचा तरंग विस्तार लहान असून तीव्र (मोठा) आवाजाचा तरंग विस्तार जास्त असतो.

आवाजाची उच्च-निच्चता समान असली तरी देखील आपण आवाजातील फरक ओळखू शकतो कारण त्या आवाजाचा दर्जा आणि स्वर विशेषत्व (Timbers) वेगवेगळे असतो. जो आवाज सुखद असतो त्याचा दर्जा उच्च असतो.

एकाच वारंवारतेच्या ध्वनीला सूर (Tone) म्हणतात. जो ध्वनी अनेक वारंवारतेच्या मिश्रणाने निर्माण होतो त्याला नुसता आवाज (Node) असे म्हणतात. आवाज ऐकण्यासाठी सुखद असतो. गोंगाट कानाला सुखद वाटत नाही तर संगीत कानाला सुखद वाटते आणि ते उच्च दर्जाचे असते.

प्रश्न :

1. तरंगाचा कोणता गुणधर्म निर्धारीत करतो 1) तीव्रता 2) उच्च निच्चता.
2. गिटार किंवा कार हॉर्न यापैकी कोणता ध्वनी जास्त उच्च - निच्चता तीव्रतेचा आहे?

तरंगश्रृग किंवा द्रोणिका यांनी एकक काळामध्ये आक्रमिलेले अंतर म्हणजे ध्वनीचा वेग होय. आपल्याला माहित आहे.

$$\text{वेग } v = \frac{\text{अंतर}}{\text{वेळ}}$$

$$= \frac{\lambda}{T}$$

येथे λ म्हणजे ध्वनी तरंगाची तरंगलांबी म्हणतात. या तरंगलांबीने आक्रमिलेले अंतर म्हणजे त्या तरंगाचा आवर्तन काल (T) होय.

अशाप्रकारे

$$\upsilon = \lambda \nu \left(\because \frac{1}{T} = \nu \right)$$

किंवा $\upsilon = \lambda\nu$

वेग = तरंगलांबी x वारंवारता

सारख्याच भौतिक स्थितीतील एकाच माध्यमातील ध्वनीची वारंवारता जरी वेगवेगळी असली तरी ध्वनीचा वेग मात्र जवळजवळ सारखाच असतो.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 11.1 :

एका ध्वनी तरंगाची वारंवारता 2 KH_Z असून तरंगलांबी 35 cm असेल तर 1.5 Km अंतर जाण्यासाठी किती वेळ लागेल ?

उकल : दिलेले

वारंवारता v = 2KHz = 2000Hz

तरंगलांबी λ =35cm=0.35m

आपल्याला माहीत आहे की

वेग = तरंगलांबी X वारंवारता

$\upsilon = \lambda\nu$

= 0.35 m x 2000 Hz

= 700 m/s.

ध्वनीतरंगाला 1.5 अंतर जाण्यासाठी लागलेला वेळ

$$t = \frac{d}{\upsilon} = \frac{1.5 \times 1000m}{700\ ms^{-1}} = \frac{15}{7}$$

t = 2.1 s

अशाप्रकारे

ध्वनीला 1.5 Km अंतर जाण्यासाठी 2.1s वेळ लागेल.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. ध्वनी तरंगाची तरंगलांबी, वारंवारता, आवर्तनकाल आणि तरंग विस्तार म्हणजे काय ?
2. एखाद्या ध्वनी तरंगाची तरंगलांबी आणि वारंवारता यांचा संबंध त्यांच्या वेगाशी कसा असतो?
3. दिलेल्या माध्यमात एका ध्वनी तरंगाची वारंवारता 220 H_Z आणि वेग 440 m/s आहे. तर ध्वनी तरंगाची तरंग लांबी काढा.
4. एखाद्या ध्वनी स्त्रोतापासून 450 m दुर बसलेला एक मनुष्य 500 H_Z आवाज ऐकतो ध्वनी स्त्रोतापासून क्रमगत संपीडनामधील कालावधी काढा.

एकक क्षेत्रफळामधून प्रत्येक सेकंदाला जाणाऱ्या ध्वनी ऊर्जेच्या मात्रेला ध्वनीची 'तीव्रता' असे म्हणतात. आम्ही आवाजाची तीव्रता (Intensity) आणि उच्च निच्चता (loudness) या दोन्ही शब्दांची गफलत करतो परंतु या दोन्ही शब्दांचा अर्थ सारखा नाही. आपले कान आवाजाला जो प्रतिसाद देतात त्याला तीव्रता (Intensity) म्हणतात. जरी दोन आवाजांची तीव्रता समान असली तरी त्यापैकी एक आवाज दुसऱ्या आवाजापेक्षा प्रबल असतो हे आपल्या कानांना जाणवते.

प्रश्न :

1. ध्वनीची उच्च-निच्चता आणि तीव्रता यामधील फरक लिहा.

11.2.4. वेगवेगळ्या माध्यमामध्ये ध्वनीचा वेग (Speed of Sound in Different Media)

ध्वनी कोणत्याही माध्यमात एका निश्चित वेगाने प्रसारीत होतो. ढगांचा गडगडाट थोड्या उशिराने ऐकू येतो व प्रथम आपल्याला प्रकाशाचा झोत दिसतो. म्हणून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की

ध्वनीचा वेग हा प्रकाशाच्या वेगापेक्षा कमी आहे. ध्वनीचा वेग त्या माध्यमाच्या गुणधर्मावर अवलंबुन असतो, ज्यामधून तो प्रसारीत होतो. तुम्ही हा संबंध पुढील वर्गात शिकाल. ध्वनीचा माध्यमातील वेग हा त्या माध्यमाच्या तापमानावर अवलंबून असतो. आम्ही घनरुप ते वायुरुप अवस्थेकडे जातो त्यावेळी ध्वनीचा वेग कमी होतो. कोणत्याही माध्यमात जर आम्ही तापमान वाढविले तर ध्वनीचा वेग वाढतो उदाहरण हवेमध्ये ध्वनीचा वेग हा 0^0 सें ला $331ms^{-1}$ असतो आणि 22^0c ला 344 ms^{-1} असतो. तक्ता 11.1 मध्ये वेगवेगळ्या माध्यमामध्ये एका ठराविक तापमानाला ध्वनीचा वेग दर्शविला आहे. या किंमती पाठ करण्याची आवश्यकता नाही.

तक्ता 11.1 : वेगवेगळ्या माध्यमातील 25^0 c ला ध्वनीचा वेग

अवस्था	पदार्थ	वेग m/s मध्ये
घन	ॲल्युमिनियम	6420
	निकेल	6040
	स्टील	5960
	लोखंड	5950
	पितळ	4700
	काच (फ्लिंट)	3980
द्रव	पाणी (समुद्र)	1531
	पाणी (उर्ध्वपातित)	1498
	इथेनॉल	1207
	मिथेनॉल	1103
वायू	हैड्रोजन	1284
	हेलीयम	965
	हवा	346
	ऑक्सीजन	316
	सल्फरडाय ऑक्साईड	213

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. हवा, पाणी किंवा लोखंड या तीन माध्यमातील कोणत्या माध्यमामध्ये ठराविक तापमानाला ध्वनीचा वेग जास्त असतो ?

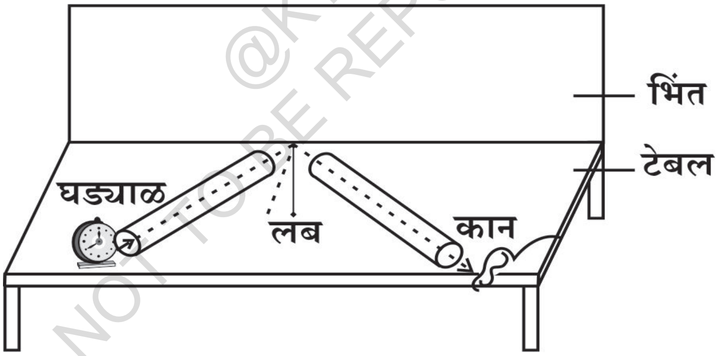
11.3 ध्वनीचे परावर्तन (Reflection of Sound)

ज्याप्रमाणे चेंडू भिंतीवर आपटून माघारी फिरतो त्याप्रमाणे ध्वनी घनावर किंवा द्रवावर आपटून माघारी फिरतो. प्रकाशाप्रमाणे ध्वनी सुध्दा कोणत्या तरी घन किंवा द्रवाच्या पृष्ठभागावरुन परावर्तित

होतो आणि परावर्तनाचेच नियम ध्वनीच्या परावर्तनाला लागू होतात ज्याचा अभ्यास तुम्ही मागील इयत्तेत केला आहात. ज्या दिशेने ध्वनी एखाद्या पृष्ठभागावर पडतो व परावर्तित होतो त्यावेळी परावर्तन करणाऱ्या पृष्ठभागाच्या आपाती बिंदूजवळ स्तंभिकेच्या दोन्ही बाजुला आपाती किरण व परावर्तित किरण समान कोन तयार करतात आणि आपाती किरण, परावर्तीत किरण व स्तंभिका एकाच पातळीत असतात. ध्वनी तरंगाच्या परावर्तनासाठी मोठ्या अडथळ्याची गरज असते. तो अडथळा गुळगुळीत किंवा खडबडीत असला तरीही चालतो.

उपक्रम 11.5

- आकृती 11.9 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दोन समान पाईप घ्या. तुम्ही चार्ट पेपरच्या सहाय्याने सुध्दा पाईप बनवू शकता . पाईपची लांबी आकृती प्रमाणे पुरेशी असावी.
- भिंतीजवळ हे टेबलवर मांडा.
- एका पाईपच्या एका उघड्या टोकाकडे एक घड्याळ ठेवा आणि दुसऱ्या पाईपमधुन घड्याळाचा आवाज ऐकण्याचा प्रयत्न करा.
- घड्याळाचा मोठा आवाज ऐकू येईल अशी पाईपची रचना करा.
- आता आपाती कोन आणि परावर्तित कोन मोजून दोन्ही कोनामधील संबंध पहा.
- डाव्या बाजूकडील पाईप थोड्याशा उंचीवर धरा आणि काय होते निरीक्षण करा.



आकृती 11.9 ध्वनीचे परावर्तन

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

11.3.1 प्रतिध्वनी

एक योग्य परावर्तक वस्तू जसे उंच इमारत किंवा डोंगर यांच्याजवळ जाऊन तुम्ही जोराने ओरडलात किंवा टाळी वाजविली तर कांही वेळाने परत तोच ध्वनी ऐकायला येतो. आपल्याला परत ऐकायला आलेल्या ध्वनीला प्रतिध्वनी असे म्हणतात. आमच्या मेंदूमध्ये ध्वनीची संवेदना जवळ जवळ 0.1S पर्यंत राहते. मुळ ध्वनी परावर्तित ध्वनी परावर्तित ध्वनी यामधील कमीत कमी कालावधी जर 0.1S असेल तर स्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकू शकतो. जर दिलेले हवेचे तापमान 220 S. व ध्वनीचा वेग 344m/s असेल तर ध्वनी अडथळ्यावर आदळून परत ऐकणाऱ्याच्या कानापर्यंत 0.1S नंतर पोहोचतो. अशाप्रकारे आवाजाच्या स्त्रोतापासून परावर्तक पृष्ठभागाकडे व पुन्हा परत मुळ ठिकाणी येण्यास कमीत कमी अंतर 344 m/s x 0.1 = 34.4 m अंतर जावे लागते.

अशाप्रकारे स्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकण्यासाठी परावर्तक पृष्ठभाग व आवाजाचे स्त्रोत यामधील कमीतकमी अंतर निम्मेतरी म्हणजेच 17.2 असावे. हे अंतर हवेच्या तापमानानुसार बदलत राहते. लागोपाठ होणाऱ्या परावर्तनामुळे किंवा गुणित परावर्तनामुळे एकापेक्षा जास्त वेळा प्रतिध्वनी ऐकू येतात. अनेक ढग किंवा जमिन यासारख्या अनेक परावर्तक पृष्ठभागामुळे ध्वनीची लागोपाठ परावर्तने होतात व आपल्याला ढगांचा गडगडाट ऐकू येतो.

11.3.2. घुमणे (Reverberation)

एखाद्या मोठ्या हॉलमध्ये भिंतीवरील परावर्तनामुळे आवाजाचे पुन्हा पुन्हा परावर्तन होऊन तो आवाज हॉलमध्ये तसाच टिकून राहतो. जोपर्यंत आपण तो आवाज तशा पध्दतीने ऐकू येऊ नये म्हणून तजवीज करत नाही. पुन्हा पुन्हा होणाऱ्या परावर्तनामुळे आवाज टिकून राहण्याच्या क्रियेला घुमणे (Reverberation)) म्हणतात.

ऑडीटोरियम किंवा मोठ्या हॉलमध्ये आवाजाचे घुमणे प्रमाणाबाहेर होते हे आपल्याला सहन होत नाही. बहुतेक ठिकाणी ऑडीटोरियमचे छत व भिंती दाब दिलेल्या फायबर बोर्ड, ओबडधोबड प्लॅस्टर किंवा कापडाचे आच्छादन यासारख्या ध्वनीशोषक पदार्थाने आच्छादिलेल्या असतात त्यामुळे आवाजाचे घुमणे कमी होते. तसेच हॉलमधील खुर्च्यांचे साहित्य सुध्दा ध्वनीशोषक गुणधर्माचे निवडले जाते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उदाहरण 11.2 : एक मनुष्य उंच कड्याजवळ उभा राहून टाळी वाजवितो आणि त्याचा प्रतिध्वनी 2s नंतर ऐकायला येतो. जर ध्वनीचा वेग 346 ms^{-1} घेतला तर उंच कडा आणि मनुष्य यामधील अंतर किती असेल ?

उकल – दिलेले, ध्वनीचा वेग, V = 346 ms^{-1}

प्रतिध्वनी ऐकण्याचा वेळ t = 2 s

ध्वनीने आक्रमिलेले अंतर = V x t

= 346 ms^{-1} x 2s

= 692 m

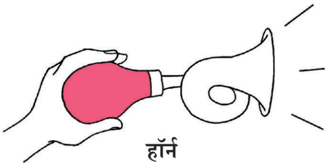
2s मध्ये ध्वनीने उंच कडा आणि मनुष्य यामधील दुप्पट अंतर आक्रमिलेले आहे शेवटी उंचकडा आणि मनुष्य यामधील अंतर = 692m/2 = 346m

प्रश्न –

1. एक प्रतिध्वनी 3s नंतर ऐकायला मिळतो. जर ध्वनीचा वेग 342 ms^{-1} असेल तर ध्वनीस्त्रोत आणि परावर्तक पृष्ठभाग यामधील अंतर किती असेल ?

11.3.3. ध्वनीच्या गुणित परावर्तनाचे उपयोग

1. मेगाफोन किंवा लाऊडस्पीकर, हॉर्न, म्युझिक उपकरणे जसे ट्रम्पेटस आणि शहनाई. हे सर्व असे बनविले जातात की ध्वनी सर्व दिशांना न पसरता फक्त एका दिशेकडे जातो जसे की आकृती 11.10 मध्ये दाखविले आहे.

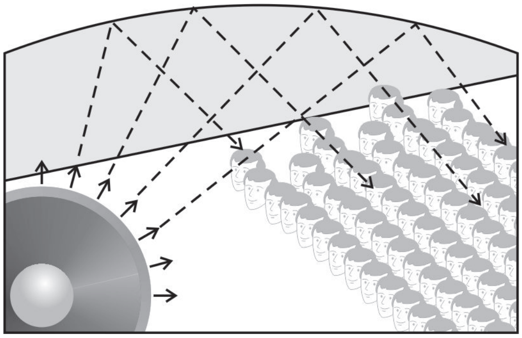


आकृती 11.10 लाऊडस्पीकर व हॉर्न

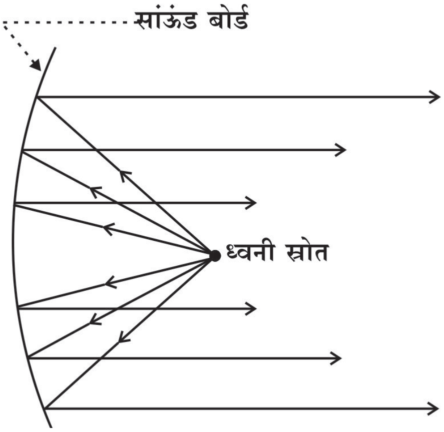
2. या उपकरणात एका नळीच्या पुढे शंकू आकाराचा खुला भाग असतो. हा ध्वनी स्त्रोतापासून उत्पन्न झालेल्या ध्वनीतरंगाना पुन्हा पुन्हा परावर्तित करुन श्रोत्यांच्याकडे पुढील दिशेला पाठविला जातो.
3. स्टेथोस्कोप हे एक वैद्यकीय उपकरण असून मानवी शरिराच्या आतील मुख्यत: हृदय व फुक्फुस यामध्ये उत्पन्न होणारा आवाज ऐकण्यासाठी याचा उपयोग करतात. रोग्याच्या हृदयाचा आवाज पुन्हा पुन्हा परावर्तित झाल्यामुळे डॉक्टरच्या कानापर्यंत तो पोहोचतो हे आकृती 11.11 मध्ये दाखविले आहे.
4. सामान्यतः कॉन्सर्टहॉल, कॉनफरन्स हॉल आणि सिनेमा हॉल चे सिलींग हे वक्राकार असतात. त्यामुळे परावर्तनानंतर आकृती 11.12 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे ध्वनी हॉलच्यासर्व कोपऱ्यांना पोचतो. कांही वेळा वक्राकार ध्वनीबोर्ड स्टेजच्या मागे बसवलेला असतो. तेव्हा ध्वनी त्या ध्वनी बोर्डला आदळून परावर्तनानंतर हा पूर्ण हॉलमध्ये पसरतो (आकृती 11.13)

आकृती 11.11 स्टेथोस्कोप

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 11.12 : सभागृहाच्या छताचा वक्राकार भाग



आ.11.13 : मोठ्या हॉलमध्ये वापरलेला ध्वनीबोर्ड

प्रश्न :

1. हॉलमधील छत वक्राकार का असते ?

11.4 श्राव्य पल्ला (Range of Hearing)

ध्वनी ऐकण्याची मानवाची क्षमता 20 ते 20,000 H_z (1Hz=1Cycles) इतकी आहे. पाच पेक्षा कमी वय असलेली मुले आणि प्राणी जसे कुत्रा 25 KHz (1HZ=1000 H_z) पर्यंतचा ध्वनी ऐकू शकतात. जसे जसे माणसाचे वय वाढते त्याला उच्च - वारंवारतेचे आवाज नीट ऐकू येत नाहीत. ज्या ध्वनीची वारंवारता 20 Hz पेक्षा कमी असते अशा ध्वनीला इन्फ्रॉसोनिक्स ध्वनी किंवा इन्फ्रॉसांऊड असे म्हणतात. जर आपल्यामध्ये इन्फ्रॉसोनिक्स ध्वनी ऐकण्याची क्षमता असती तर आपल्याला ज्याप्रमाणे मधमाशीच्या पंखांचा आवाज ऐकू येतो त्याप्रमाणे आपण लंबकाच्या कंपनाना देखील ऐकू शकतो. 5Hz पेक्षा कमी वारंवारतेच्या इन्फ्रॉसोनिक्स ध्वनीद्वारे गेंडे एकमेकांशी संपर्क साधतात. व्हेल आणि हत्ती इन्फ्रॉसोनिक्स ध्वनीइतका ध्वनी निर्माण करतात. यांचेही निरीक्षण केले गेले आहे की भुकंपाचा मुख्य धक्का सुरु होण्यापूर्वी कमी वारंवारतेच्या इन्फ्रॉसोनिक्स ध्वनी लहरी निर्माण केल्या जातात ज्यामुळे प्राणी सावधान होतात.

ज्या ध्वनींची वारंवारता 20,000 Hz पेक्षा जास्त असते त्यांना अतिश्रवणातीत ध्वनी (Ultrasonic Sound) किंवा अल्ट्रासाऊंड म्हणतात. अतिश्रवणातीत ध्वनी डॉल्फीन, वटवाघुळ आणि लहान आकाराचे व्हेल मासे निर्माण करतात. पतंगा (Moths) च्या कांही कुळातील पतंगामध्ये ही वटवाघुळापेक्षा उच्च वारंवारतेचे आवाज ऐकण्याची क्षमता असते त्यामुळे त्यांना आपल्या आसपास वटवाघुळाने आपल्याला पकडू नये म्हणून लपून बसण्याची क्षमता असते. उंदीर सुध्दा कांही अतिश्रवणातीत ध्वनी उत्पन्न करुन खेळ खेळतात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

श्रवण यंत्र :

ज्या लोकांना कमी ऐकायला येते त्यांना या यंत्राची आवश्यकता आहे. हे बॅटरीवर चालणारे एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण असून आवाज ग्रहण करणारा मायक्रोफोन असतो. या मायक्रोफोन मध्ये ध्वनीलहरींचे विद्युत संकेतामध्ये परिवर्तन केले जाते. या विद्युतसंकेताचे ॲम्प्लीफायरमुळे वर्धन केले जाते. वर्धन केलेले विद्युत संकेत श्रवणयंत्रातील स्पीकरकडे जातात आणि हा स्पीकर वर्धीत विद्युत पोहोचतो आणि स्पष्ट ऐकू येते.

प्रश्न :

1) सामान्य माणसाच्या कानांची ध्वनी ऐकण्याची क्षमता किती असते ?

2) यांच्या वारंवारतेचा पल्ला किती असतो ?

1) इन्फ्रासाऊड 2) अल्ट्रासाऊंड

11.5 अतिश्रवणातीत ध्वनीचे उपयोग –

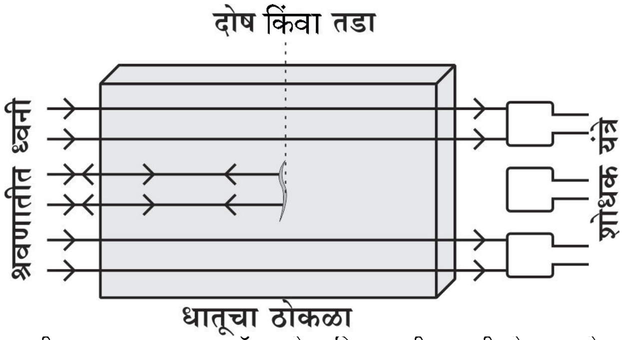
अतिश्रवणातीत लहरींची उच्च वारंवारता असते. यांच्या मार्गामध्ये कितीही अडथळे आले तरी त्या सरळ मार्गाने जातात. उद्योग धंदे आणि वैद्यकीय क्षेत्रात अतिश्रवणातीत लहरींचा मोठ्या प्रमाणात उपयोग केला जातो.

- ज्या ठिकाणी आपण पोहचु शकत नाही अशा ठिकाणी साफ (स्वच्छता) करण्यासाठी आणि श्रवणातीत लहरींचा उपयोग करतात उदाहरण वेटोळी नलिका, विचित्र व अवघड आकाराचे भाग, इलेक्ट्रॉनिक्सचे भाग इत्यादी ज्या वस्तुना स्वच्छ करायचे आहे त्यांना स्वच्छ करणाऱ्या द्रावणात ठेवले जाते आणि त्यात अतिश्रवणातीत लहरी सोडल्या जातात उच्च वारंवारतेमुळे धुळीचे कण, ग्रीस, चिकटपणा आणि घाण यांचे कण बाहेर टाकले जातात. अशाप्रकारे वस्तु पुर्णपणे स्वच्छ होते.

- अतिश्रवणातीत लहरीचा उपयोग धातूच्या ब्लॉकमधील भेगा व दोष शोधण्यासाठी केला जातो. साधारणपणे धातूंचे घटक हे मोठ्या बांधकामात इमारती, पुल, यंत्रे आणि वैज्ञानिक उपकरणे बनविण्यासाठी वापरतात. धातूच्या ब्लॉकमधील भेगा किंवा छिद्रे जी बाहेरुन दिसत नाहीत मात्र त्यांच्यामुळे त्या यंत्राची क्षमता कमी होते. अतिश्रवणातीत लहरी धातूच्या ब्लॉकमध्ये सोडल्या जातात आणि त्यामधील डिटेक्टर लहरीना ओळखुन जर थोडासा जरी दोष त्या भागात असेल तर अतिश्रवणातीत लहरी त्या असलेल्या ठिकाणापासून परावर्तित होतात व त्या भागातील भेगा किंवा दोष दाखवितात. हे आकृती

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

11.14 मध्ये दाखविले आहे.



आकृती 11.14 धातूच्या ब्लॉकमध्ये अतिश्रवणातीत लहरी दोष असलेल्या ठिकाणाहून परावर्तित होतात.

सर्व साधारण ध्वनी ज्याची तरंग लांबी जास्त आहे त्याचा या कारणासाठी उपयोग केला जात नाही कारण हे किरण दोष असलेल्या ठिकाणी कोपऱ्या भोवती वाकतो आणि डिटेक्टरमध्ये शिरतो.

- अतिश्रवणातीत लहरी हृदयाच्या वेगवेगळ्या भागापासून परावर्तित होतात व हृदयाचे प्रतिबिंब तयार करतात या तंज्ञानाला इकोकार्डिओग्राफी असे म्हणतात.
- अल्ट्रासोनिक स्कॅनर हे असे उपकरण आहे ज्याच्यामध्ये अतिश्रवणातीत लहरी वापरुन मानवी शरिराच्या आतील भागांचे प्रतिबिंब मिळविले जाते. या उपकरणाने डॉक्टर रोग्याचे यकृत, पित्ताशय, गर्भाशय व मुत्रपिंड अशा अवयवांचे प्रतिबिंब मिळवितात डॉक्टराना यांचा उपयोग पित्ताशय व मुत्रपिंडातील खडे व इतर अवयवातील ट्युमर यासारखे दोष शोधण्यासाठी होतो. या तंत्रज्ञानात अतिश्रवणातीत लहरी शरिराच्या ऊतीमध्ये प्रवेश करतात व ज्या ठिकाणी ऊतीमध्ये ऊतींची घनता बदललेली असते तेथून त्या परावर्तित होतात. त्या लहरींचे विद्युत सिग्नलमध्ये रुपांतर होते याचा उपयोग अवयवांचे प्रतिबिंब घेण्यासाठी करतात. ते प्रतिबिंब मॉनिटर किंवा पडद्यावर चित्र स्वरुपात छापले जाते. या तंत्रज्ञानाला ‘अल्ट्रासोनोग्राफी’ असे म्हणतात. गर्भाच्या अवयवातील दोष उदाहरण हृदय, मेंदू व मुत्रपिंड यांच्यामधील दोष तसेच गर्भाची अपेक्षेनुसार वाढ होत आहे की नाही हे पाहण्यासाठी अल्ट्रासोनोग्राफीचा उपयोग होतो.
- मुत्रपिंडामधील लहान खडे फोडून त्याची बारीक पावडर करण्यासाठी अतिश्रवणातीत लहरींचा उपयोग करतात. ती बारीक केलेली पावडर नंतर मुत्रावाटे बाहेर पडते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

तुम्ही यावरुन काय शिकलात

- ध्वनी वेगवेगळ्या वस्तुंच्या कंपनामुळे निर्माण होतो.
- ध्वनी कोणत्याही द्रव्य माध्यमातून अनुतरंगाच्या रुपाने प्रसारीत होतो.
- ध्वनीचे माध्यमातून अनुक्रमे संपीडन व विरलता या स्वरुपात प्रसारण होते.

- ध्वनी प्रसारणात माध्यमातील कण पुढे जात नाहीत फक्त विक्षोभ पुढे जातो.
- घनतेची कमाल किंमत ते किमान किंमत आणि पुन्हा कमाल किंमत म्हणजे एक पुर्ण आंदोलन होय.
- क्रमाने येणारी दोन संपीडने किंवा दोन विरलता यामधील अंतराला तरंगलांबी (λ) म्हणतात.
- माध्यमाच्या घनतेच्या किंवा दाबाच्या संपूर्ण आंदोलनासाठी तरंगाने घेतलेला वेळ म्हणजे आवर्तनकाल (λ) होय.
- एकक वेळेत झालेल्या आंदोलनांच्या संख्येला वारंवारता (ν) म्हणतात. वारंवारता $\nu = \frac{1}{T}$
- ध्वनीचा वेग υ, वारंवारता ν आणि तरंग लांबी λ यामधील संबंध $\upsilon = \lambda\nu$
- ध्वनीचा वेग हा मुख्यत: वहन करणाऱ्या माध्यमाच्या स्वरुपावर व तापमानावर अवलंबून असतो.
- ध्वनीच्या परावर्तनाच्या नियमानुसार परावर्तक पृष्ठभागावरील पतन बिंदूपाशी असलेल्या स्तंभिकेशी पतन आवाजाची दिशा व परावर्तित आवाजाची दिशा समान कोन करतात व हे तिन्ही एकाच पातळीत असतात.
- स्पष्ट ध्वनी ऐकू येण्यासाठी मुळ ध्वनी आणि परावर्तित ध्वनी यामध्ये कमीत-कमी 0.1 चा वेळ असला पाहिजे.
- हॉलमधील ध्वनीचे घुमणे हे बऱ्याच वेळा होणाऱ्या ध्वनीच्या परावर्तनामुळे असते याला ध्वनीचे घुमणे असे म्हणतात.
- उच्चनिच्चता, तीव्रता आणि दर्जा यासारखे ध्वनीचे गुणधर्म संबंधित तरंगांवर अवलंबून असतात.
- आवाजाच्या तीव्रतेला कानाने दिलेला प्रतिसाद म्हणजेच आवाजाचा मोठेपणा होय.
- एका सेकंदाला एकक क्षेत्रामधून जाणाऱ्या ध्वनीच्या प्रमाणाला आवाजाची तीव्रता (Intensity) म्हणतात.
- सर्व सामान्य मानवाच्या श्राव्य पल्ल्याची (dudible Range) वारंवारता $20H_z$-$20KH_z$ आहे.
- ज्या ध्वनी लहरींची वारंवारता श्राव्य पल्ल्यापेक्षा कमी असते त्याला इन्फ्रासोनिक्स ध्वनी म्हणतात आणि ज्याची वारंवारता श्राव्य पल्ल्यापेक्षा जास्त असते तिला अल्ट्रा सोनिक आवाज म्हणतात.
- अल्ट्रासोनिक (अतिश्रवणातीत ध्वनी) ध्वनीचे वैद्यकीय व उद्योगधंद्यामध्ये अनेक उपयोग आहेत.

स्वाध्याय

1. ध्वनी म्हणजे काय आणि तो कसा निर्माण होतो?
2. ऊर्जा स्त्रोताच्या जवळ हवेमध्ये संपीडने व विरलता कशी तयार होतात ते आकृतीच्या सहाय्याने वर्णन करा.
3. ध्वनी तरंगांना अनुतरंग लहरी असे का म्हणतात ?

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

4. ध्वनीच्या कोणत्या गुणधर्मामुळे अंधाऱ्या खोलीत बसलेल्या तुमच्या मित्राचा आवाज ओळखु शकता ?

5. विजेचे चमकणे व गडगडाट एकाच वेळी निर्माण होतो परंतु विजेच्या चमकण्यानंतर कांही सेकंदातच आपण गडगडाटाचा आवाज ऐकतो. असे का?

6. एका माणसाचा श्राव्यपल्ला $20H_z$ ते 20 kHz आहे. या दोन वारंवारतेसाठी ध्वनी लहरींची तरंगलांबी किती असते ? हवे मध्ये ध्वनीचा वेग 344 ms^{-1} घ्या.

7. दोन मूले ॲल्युमिनियच्या पाईपच्या विरुध्द टोकांकडे आहेत. एक मुलगा दगडावर ॲल्युमिनियम पाईप जोराने आपटतो तर दुसऱ्या मुलाकडे हवेमधून आणि ॲल्युमिनियम पाईपमधून ध्वनीलहरींना जाण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेचे गुणोत्तर काढा ?

8. एका ध्वनी स्त्रोताची वारंवारता 100 Hz आहे. तर तो एका मिनिटामध्ये किती वेळा कंप पावतो ?

9. प्रकाशाच्या परावर्तनाचे नियम आपल्याला ध्वनी परावर्तमध्ये सुध्दा दिसतात का ?

10. दुरवरच्या वस्तुमुळे जेव्हा ध्वनीचे परावर्तन होते तेव्हा प्रतिध्वनी निर्माण होतो. जर ध्वनी स्त्रोत व परावर्तक पृष्ठभाग यामधील अंतर तेच असेल मात्र हवेचे तापमान जास्त असेल तर तुम्ही प्रतिध्वनी ऐकू शकाल काय ?

11. ध्वनी लहरींच्या परावर्तनाचे दोन व्यवहारीक उपयोग सांगा.

12. 500 मीटर उंच असलेल्या टॉवरच्या वरच्या टोकावरुन दगड टॉवरच्या तळाला असलेल्या तलावात टाकला. तर तलावात टाकलेल्या दगडाचा आवाज टॉवरच्या वरच्या टोकाकडे केंव्हा ऐकायला मिळेल ? दिलेले $g=10\ ms^{-2}$ ध्वनीचा वेग=340 ms^{-1} आहे.

13. एक ध्वनी तरंग 339 ms^{-1} वेगाने जातो. जर तरंगलांबी 1.5cm असेल तर तरंगांची वारंवारता किती ? हा श्राव्य आवाज असेल का ?

14. घुमणे म्हणजे काय ? हे कसे कमी केले जाते ?

15. ध्वनीची उच्च-निच्चता म्हणजे काय? ही कोणत्या घटकावर अवलंबून असते ?

16. अतिश्रवणातीत लहरींचा स्वच्छतेसाठी कसा उपयोग करतात ?

17. अतिश्रवणातीत लहरींचा उपयोग करुन धातुच्या ब्लॉक मधील दोष कसे शोधतात वर्णन करा.

*****

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

प्रकरण – 12

खाद्य स्त्रोतांमधील सुधारणा

(Improvement in Food Resources)

N9B6B4

आपण सर्व जाणतो की सर्व सजीवांना अन्नाची आवश्यकता असते. अन्नामधून आपल्याला प्रथिने, कार्बोदके, स्निग्धपदार्थ / मेद, जीवनसत्वे आणि खनिजे यांचा पुरवठा होतो. या सर्वांची आपल्याला शरिराच्या विकास, वाढ आणि आरोग्यासाठी आवश्यकता आहे. वनस्पती आणि प्राणी या दोन्हीमधून आपल्याला अन्नाची पूर्तता होते तसेच हे अन्नाचे प्रमुख स्त्रोत आहे. आपण जास्तीत जास्त अन्न हे शेती आणि पशुपालन यामधून मिळवितो.

आपण नेहमी वर्तमान पत्रातून वाचत असतो की शेती उत्पादन / कृषी उत्पादन तसेच पशुपालन यांच्यामध्ये उत्पादन वाढीसाठी सतत प्रयत्न होताना दिसतो आहे. त्याची आवश्यकता का आहे? आपण वर्तमानातील उत्पादन पातळीवर का उदरनिर्वाह करत नाही ?

भारत हा जास्त लोकसंख्या असलेला देश आहे. आपल्या देशाची लोकसंख्या शंभर कोटीपेक्षाही अधिक आहे आणि त्यामध्ये निरंतर वृध्दी होत आहे. या वाढत्या लोकसंख्येसाठी कित्येक कोटी टन अन्नधान्याची प्रत्येक वर्षी नितांत गरज आहे आणि त्यासाठी अधिक अन्नोत्पादनाची आवश्यकता आहे. ही अन्नोत्पादनाची वाढ शेती आणखी जास्त क्षेत्रात केल्यास होऊ शकते. परंतु अगोदरच भारतामध्ये अत्याधिक क्षेत्रामध्ये शेती केली जाते. यास्तव कृषी क्षेत्रात शेतीसाठी पुन: अधिक शेतीक्षेत्राची उपलब्धता असंभव आहे. यासाठी पिकांचे उत्पादन आणि पशुपालन या सर्वांची उत्पादन क्षमता वाढवणे आवश्यक आहे.

अन्नाच्या मागणीनुसार अन्नोत्पादन वाढवणे हे कांही मर्यादेपर्यंत आपल्या प्रयत्नाने शक्य झाले आहे. आतापर्यंत पिकांचे उत्पादन वाढविण्याचे आपले प्रयत्न कांही मर्यादेपर्यंत यशस्वी झाले आहेत. आपण हरितक्रांतीद्वारे पिकांच्या उत्पादनात वृध्दी केली आहे. तसेच श्वेतक्रांतीद्वारे ही दूधाच्या उत्पादनात वाढ केली आहे आणि त्याचा वापरही अधिक कार्यक्षमतेने होत आहे तसेच चांगल्या पध्दतीने होतो आहे.

या क्रांतींच्या प्रक्रियेमध्ये आपल्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा उपयोग मोठ्या प्रमाणात झाला आहे. याचा परिणाम आपल्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीची हानी होण्याची दाट शक्यता आहे. ज्यामुळे निसर्गाचा समतोल बिघडणार असा मोठा धोका समोर येत आहे. म्हणून अन्नोत्पादनामध्ये वृध्दी करताना नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा ऱ्हास होणार नाही तसेच निसर्गाचा समतोल बिघडणार नाही याकडे लक्ष देणे अत्यंत अनिवार्य आहे. यास्तव येथे कृषी व पशुपालन करण्यासाठी आधार देणारी कृत्ये / उपक्रम आपण हाती घेणे गरजेचे आहे.

फक्त पिकांचे उत्पादन वाढविणे आणि गोदामामध्ये / साठवणगृहामध्ये साठवून संचय करणे या कृत्यांमुळे कुपोषण आणि भुकेने लोकांची व्याकूळता या समस्यांचे समाधान होणार नाही.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

लोकांना धान्य खरेदी करण्यास पैशांची आवश्यकता असते. अन्नसुरक्षा ही त्याचे उत्पादन आणि उपलब्धता या दोन्ही गोष्टींवर अवलंबून असते. आपल्या देशामधील अधिकांश लोकसंख्या ही उदर निर्वाहासाठी शेतीवरच अवलंबून आहे. यासाठी शेतीवर अवलंबून असणाऱ्या तेथे काम करणाऱ्या लोकांचे उत्पन्न वाढले पाहिजे जेणेकरुन भूकेच्या समस्यांचे समाधान होईल. शेतीमध्ये जर उत्पादन वाढवायचे असेल तर वैज्ञानिक तंत्रज्ञान व्यवस्थापनाला आपण स्विकारले पाहिजे. जर आपल्याला शाश्वत जीवन जगायचे असेल मिश्रशेती. आंतरपिके घेणे, संघटीत कृषी कौशल्य स्विकारले पाहिजे. उदाहरणार्थ पशुधन, कुक्कुटपालन, मत्सपालन, मधमाशीपालन या सर्वांबरोबर आपण शेती केली पाहिजे.

आता प्रश्न आहे आपण पिके आणि पशु पालनाचे उत्पादन कसे वाढवावे ?

12.1 पीक उत्पादनातील प्रगती

गहू, तांदूळ, मक्का, बाजरी आणि ज्वारी यापासून कार्बोहायड्रेटचा / कर्बोदकांचा पुरवठा होतो त्यामुळे आपली उर्जेची गरज भागते. वेगवेगळ्या प्रकारच्या डाळी जसे चणा, वाटाणा, उडीद, मूग, मसूर आणि तूरडाळ आपल्याला प्रथिने पुरवितात. तेलबिया जसे सोयाबीन, भुईमुगाचे शेंगदाणे, तीळ, एरंड, मोहरी, जवस आणि सूर्यफुल तेल या सर्वांपासून आपणास मेद / स्निग्धांचा पुरवठा होत असतो. भाजीपाला, मसाले आणि फळे यांपासून आपल्याला जीवनसत्वे आणि खनिजे काही प्रमाणात प्रथिने, मेद आणि कर्बोदके सुध्दा मिळतात. चाऱ्याचे पीक जसे berseem, oat's or sudan grass या सर्वांचे उत्पादन पशुपालनासाठी चाऱ्याच्या रुपाने करतात.

आकृती 12.1 विविध प्रकारची पिके

प्रश्न :

1) कडधान्य, डाळी, फळे आणि पालेंभाज्या पासून आम्हाला काय मिळते ?

विविध पिकांसाठी वेगवेगळ्या हवामान परिस्थिती, तापमान आणि प्रकाशकालावधी या सर्वांची आवश्यकता त्या पिकांच्या वाढीसाठी आणि त्यांचे जीवन चक्र पूर्ण करण्यासाठी असते. प्रकाशकालावधी हा सुर्यप्रकाशाशी संबंधित असतो. वनस्पतींची वाढ आणि फुले येणे या गोष्टी सूर्यप्रकाशावर अवलंबून असतात. आपण सर्वांना माहित आहे की वनस्पती प्रकाशसंश्लेषण क्रियेद्वारे

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

सूर्यप्रकाशाच्या सानिध्यात आपल्या अन्नाची निर्मिती करतात. येथे काही पिकांची वाढ पावसाळ्यात होते. अशा पिकांना खरीप पिके असे म्हणतात व त्या काळाला खरीप काळ म्हणतात. जून ते ऑक्टोबर हा त्याचा काळ आहे. कांही पिके हिवाळ्यामध्ये वाढविली जातात.

त्या पिकांना रब्बी पिके असे म्हणतात. त्या काळाला रब्बी काळ असे म्हणतात. हा कालावधी नोव्हेंबर ते एप्रिल आहे. भात, सोयाबीन, तूरडाळ, वाटाणा, मक्का, कापूस, मूग, उडीद या सर्वांना खरीप पिके असे म्हणतात. तसेच गहू, वाटाणा, मोहरी, जवस या सर्वांना रब्बी पिके असे म्हणतात.

भारतामध्ये इ.स. 1952 ते 2010 पर्यंत अन्नोत्पादन चार पटीने वाढले आहे आणि शेती क्षेत्रामध्ये 25% ने वाढ झाली आहे. अशा अन्नोत्पादनामध्ये सुधारणा कशी झाली ? जर आपण शेतीमधील समाविष्ट कृत्यांचा जर विचार केला तर त्याची विभागणी तीन टप्यांत केली आहे. पहिला टप्पा बियांणाची निवड, पिकाचे योग्य संरक्षण . तिसरा उगवलेल्या पिकांचे संरक्षण आणि कापणी केलेल्या पिकांची हानी होण्यांपासून संरक्षण करणे. अशा प्रकारे पिकांच्या उत्पादनात सुधारणा ही प्रक्रिया प्रमुख तीन गटांमध्ये विभागली आहे.

- पिकांच्या विविधतेमध्ये सुधारणा
- पिकांच्या उत्पादनातील सुधारणा
- पिकांच्या संरक्षणाचे व्यवस्थापन

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

12.1.1 पिकांच्या विविध जातीतील सुधारणा

पिकांचे उत्पादन चांगले होणे, हा प्रयत्न पिकांच्या जातीवर किंवा प्रकारांवर अवलंबून असतो. आपण पिकांची जात किंवा प्रकार हा विभिन्न उपयुक्त गुणधर्म जसे रोगप्रतिकारक शक्ती, खताला प्रतिसाद, उत्पादनाचा दर्जा आणि उच्च उत्पादन क्षमता यांची निवड प्रजननद्वारा करु शकतो. संकर म्हणजे दोन भिन्न जातीतील वनस्पती ज्या अनुवंशिकरित्या परस्परांशी भिन्न आहेत त्यांच्यामध्ये संकर घडवून आणणे. हा संकर कदाचित दोन विभिन्न जातीमधील म्हणजेच इंटरव्हरायटल, दोन विभिन्न प्रजातीमधील म्हणजेच एकाच जातीतील यालाच इंटरस्पेसीफिक असे म्हणतात. दोन भिन्न पोटजातीतील वनस्पतींच्या संकरास इंटरजनेरीक असे म्हणतात. पिकांच्यामध्ये सुधारणा करण्याची दुसरी पध्दत म्हणजे ऐच्छीक गुणधर्मांचे जन्यू घालणे. परिणामी अनुवंशिक रुपांतरीत पीक प्राप्त होते. नविन जातीच्या पिकांचा स्विकार करताना सर्वात पहिल्यांदा हे आवश्यक आहे की पिकाची जात विभिन्न परिस्थितीतही, जी विभिन्न क्षेत्रांमध्येही भिन्न असते त्याची क्षमता उत्कृष्ट उत्पादन देण्याची असावी. शेतकऱ्यांना उत्तम गुणवत्ता असलेली विशेष बियांणाची उपलब्धता झाली पाहिजे.

अर्थात बिजे त्या प्रकारची पाहिजे जी त्या अनुकूल परिस्थितीत अंकुरीत होतील.

शेतीची मशागत आणि शेती उत्पादन या सर्व गोष्टी हवामान, मातीची सुपिकता / दर्जा आणि पाण्याची उपलब्धता या गोष्टींवर अवलंबून असतात. कारण हवामान परिस्थिती, कोरडा दुष्काळ आणि महापूर यांचा पुर्वअनुमान अतिशय अवघड असतो यांसाठी अशा विविध जाती अधिक उपयोगी आहेत. ज्या विविध प्रतिकूल परिस्थितीमध्ये सुध्दा वाढतील, त्यांना अंकुर येईल. अशा प्रकारे अशा जाती पिकांच्या बनविलेल्या आहेत की त्या उच्च क्षार असलेल्या जमिनीमध्ये सुध्दा उगवू शकतील.

पिकांच्या जातीत सुधारणा :

- **उच्च उत्पादन :** प्रति एकर पिकांच्या उत्पादनात वाढ करणे.
- **पिकांचा सुधारीत दर्जा :** पिकांच्या उत्पादनातील गुणवत्ता प्रत्येक पिकामध्ये भिन्न असते. बेकींगचा दर्जा गव्हामध्ये महत्वाचा आहे. डाळीमध्ये प्रथिने, तेल बीयांच्यामध्ये तेल, फळे आणि पालेभाज्या यामध्ये संरक्षणाची गुणवत्ता महत्वपूर्ण आहे.
- **जैविक आणि अजैविक प्रतिरोधकता :** पिकाचे उत्पादन जैविक घटक (जसे रोग, किटक, आणि टोळ) आणि अजैविक घटक (जसे दुष्काळ, क्षारता, जलक्रांती, उष्णता, थंडी आणि अतिथंडी) या परिस्थितीच्यामुळे खालावत जाऊ शकते. या परिस्थितीला सहन करणाऱ्या पिकांच्या जाती पिकांच्या उत्पादनात सुधारणा करु शकतात.
- **परिपक्वन काळामध्ये बदल :** पिकांचा पेरणीपासून ते कापणीपर्यंतचा कालावधी जर अल्प असेल तर आर्थिक फायदा जास्त होतो. यामुळे शेतकरी आपल्या शेतांमध्ये प्रतिवर्षी जास्त पिके घेऊ शकतो. कमी कालावधीमुळे पिकांच्या उत्पादनास येणारा खर्च कमी असतो. समान परिपक्वन असल्याने कापणीची प्रक्रिया सोपी होते व होणारे नुकसान टाळले जाते.
- **व्यापक अनुकुलता :** व्यापक अनुकूलता असणाऱ्या पिकांच्या जातीचा विकास करणे हे विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितीत पिकांच्या उत्पादनाला स्थिर करण्यास सहाय्य होईल एकाच जातीच्या पिकांना विभिन्न क्षेत्रामध्ये विभिन्न हवामानात उगवू शकते.
- **ऐच्छिक ॲग्रोनॉमीक (मातीच्या व्यवस्थापनाचे) गुणधर्म :** चाऱ्यासाठी ज्या पिकांचा वापर करतात त्यांची लांबी आणि भरपूर फांद्या असणे हा ऐच्छिक गुणधर्म आहे. अन्नधान्य पिकांमध्ये ठेंगूपणा हा गुणधर्म ऐच्छिक आहे त्यामुळे त्या पिकांच्याकडून कमी पोषक घटकांचे शोषण केले जाते. म्हणून (ॲग्रोनॉमी) मातीचे व्यवस्थापन आणि पिकांचे उत्पादन शास्त्र पिकांच्या नवीन जातीत सुधारणा घडवून आणते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न -

1. पिकांच्या उत्पादनावर जैविक व अजैविक घटक कसे परिणाम करतात ?
2. मातीचे व्यवस्थापन आणि पिकांचे उत्पादन शास्त्र (ॲग्रोनॉमीक) गुणधर्म पिकांमध्ये कशी सुधारणा घडवून आणतात ?

12.1.2 (i) पोषण व्यवस्थापन

आपल्याला विकास, वाढ आणि तंदुरुस्त राहण्यास अन्नाची गरज आहे. वनस्पतीनाही पोषक घटकांची गरज त्यांच्या वाढीसाठी आहे. पोषक घटकांचा पुरवठा हवा, पाणी, आणि माती याद्वारे केला जातो. एकूण सोळा पोषक घटकांची वनस्पतीना आवश्यकता आहे. हवा ही कार्बन आणि ऑक्सीजनचा पुरवठा करते. पाणी हायड्रोजनचा आणि माती इतर तेरा पोषक घटकांचा पुरवठा करतात. त्या तेरा पोषक घटकांपैकी सहा पोषक घटकांची जास्त प्रमाणात आवश्यकता असते, म्हणून त्यांना मोठे पोषक अन्नघटक असे म्हणतात. आणि इतर सात पोषक घटकांची वनस्पतींना कमी प्रमाणात आवश्यकता असते आणि म्हणून त्यांना सूक्ष्मपोषक अन्न घटक असे म्हणतात (तक्ता 12.1)

तक्ता 12.1 हवा, पाणी आणि मृदाद्वारे प्राप्त होणारे पोषक घटक

स्त्रोत	पोषक घटक
हवा	कार्बन, ऑक्सीजन
पाणी	हैड्रोजन, ऑक्सीजन
मृदा	1) मोठे पोषक घटक नैट्रोजन, फॉस्फरस, पोटॅशियम कॅल्शीयम, मॅग्नेशियम, सल्फर
	2) सूक्ष्म पोषक घटक लोह, मॅगनीज, बोरॉन, जस्त मॉलीब्डेनम, तांबे, क्लोरीन

पोषक घटकांची कमतरता वनस्पतीमधील शारिरीक क्रियांच्यावर परिणाम करते. वनस्पतींच्या प्रजनन, वाढीवर परिणाम होतो आणि रोगाला बळी पडतात. पिकांचे उत्पादन वाढविण्यासाठी जमिनीमध्ये पोषक घटकांचा वाढ पुरवठा सेंद्रीय खत आणि रासायनिक खतांच्या स्वरुपात केला जातो.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

प्रश्न :

1. सूक्ष्मपोषक अन्नघटक व मोठे पोषक अन्न घटक म्हणजे काय ?
2. वनस्पती पोषक घटक कसे प्राप्त करतात ?

नैसर्गिक खत :

जसे आपल्याला विकास, वृध्दी आणि निरोगी राहण्यासाठी अन्नाची आवश्यकता असते, तसे पिकांना वाढीसाठी खतामध्ये कार्बनिक पदार्थांचे प्रमाण अधिक असते आणि मातीला कमी प्रमाणात पोषक घटक प्राप्त करतात. प्राण्यांचे उत्सर्जित टाकाऊ पदार्थ तसेच वनस्पतींचे टाकाऊ पदार्थ कुजतात तेव्हा खताची निर्मिती होते. खत हे पोषक घटक आणि सेंद्रिय पदार्थ जमिनीला पुरवितात आणि जमिनीची सुपिकता वाढवितात. खतांमधील कार्बनी पदार्थांचे अतिरिक्त प्रमाण मातीची संरचना यामध्ये सुधारणा आणतात. म्हणून वालूकामय मातीमध्ये पाण्याला धरुन ठेवण्याची क्षमता वाढते. चिकण मातीमध्ये कार्बनी पदार्थांचे अतिरिक्त प्रमाण पाण्याला काढून टाकण्यासाठी सहाय्यता करतात आणि ज्यामुळे पाणी एकत्रित होत नाही. साठून राहत नाही.

खतांचा वापर करत असताना जैविक टाकाऊ पदार्थांचा वापर करावा, यामुळे पर्यावरणाचे खतांच्या अतिरिक्त वापरापासून संरक्षण केले जाते. जैविक टाकाऊ पदार्थांचा वापर केल्याने शेतातील टाकाऊ पदार्थांचा पुनर्वापर होतो. आपण कोणता प्रकार जैविक टाकाऊ पदार्थ खत बनविताना वापरलेला आहे यावरुन खताचे वर्गीकरण पुढीलप्रमाणे केले आहे.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

(i) कंपोस्ट आणि वर्मी–कंपोस्ट :

ज्या प्रक्रियेमध्ये शेतातील टाकाऊ पदार्थ प्राण्यांच्या टाकाऊ पदार्थांचा, (शेण, मूत्र) भाजीपाल्यांचे टाकाऊ पदार्थ प्राण्यांपासूनचा केरकचरा, घरातील कचरा, गटांरीमधील कचरा वाळलेल्या गवताच्या पेंढ्या, उखडून काढलेले तण इत्यादी खड्डयांमध्ये पुरुन कुजविणे यालाच कंपोस्टींग असे म्हणतात कंपोस्टमध्ये कार्बनी पदार्थ आणि पोषक घटकांचा समावेश असते कंपोस्टची निर्मिती करताना वनस्पतींचा केरकचरा, प्राण्यांचा केरकचरा यांचे विघटन गांडूळाच्या मदतीने केले जाते त्यालाच वर्मी कंपोस्ट असे संबोधतात.

(ii) हिरवे खत :

शेतामध्ये पिक उगवण्यापूर्वी कांही वनस्पती उदाहरणार्थ ताग किंवा अंबाडी (Sun, Hemp or guar) यांची वाढ केली जाते आणि मग त्यावर नांगरणी केली जाते. व त्याला मातीमध्ये मिसळले जाते. या वनस्पतींचे रुपांतर हिरव्या खतांमध्ये होते ज्यांच्या मातीमध्ये नायट्रोजन आणि फॉस्फरस या पोषकांचा प्रवेश दूरवर होतो.

कृत्रिम खते :

व्यवसायिक दृष्टीने निर्मिती केलेल्या वनस्पती लागणाऱ्या पोषक घटकांना कृत्रिम खते असे म्हणतात. कृत्रिम खते वनस्पतींना नायट्रोजन, फॉस्फरस आणि पोटॅशियम यांचा पुरवठा करतात. त्यांचा उपयोग वनस्पतींच्या शारिरीक वाढीसाठी (पाने, फांद्या, आणि फुले) त्यामुळे निरोगी वनस्पतींची निर्मिती होते. कृत्रिम खते यांचा उपयोग अधिक उत्पादनासाठी केला जातो तसेच ते आर्थिक दृष्ट्या महाग ही पडते.

कृत्रिम खतांचा वापर काळजीपूर्वक करणे अनिवार्य आहे. त्यांच्या चांगल्या उपयोगासाठी त्याचे योग्य प्रमाण, वेळ, आणि त्याचा वापर करण्यापूर्वी आणि वापर केल्यानंतर योग्य ती काळजी घेणे गरजेचे आहे. कांही वेळा खते पाण्याच्या अतिरीक्त सिंचनामुळे वाहून जातात आणि पिकांच्याकडून त्यांचे शोषण ही पूर्ण व योग्य पध्दतीने होत नाही. त्यामुळे त्याचा परिणाम जलप्रदूषणास कारणीभूत होतो.

तसेच आपण मागील पाठात याचा अभ्यास केला आहे, सततच्या कृत्रिम खतांच्या वापरामुळे ज्या क्षेत्रांत त्यांचा वापर होतो आहे त्या क्षेत्रांतील जमिनीची सुपिकता नष्ट होते. कारण त्या ठिकाणी कार्बनी पदार्थांचे मातीमध्ये पुन: परिपूर्णता होत नाही आणि कृत्रिम खतांच्या वापरामुळे मातीमधील सुक्ष्मजीवांचे जीवनचक्र धोक्यात येते त्यामध्ये अडथळा निर्माण होतो. कमी कालावधीसाठी कृत्रिम खतांचा वापर आणि दीर्घ कालावधीसाठी नैसर्गिक खतांचा वापर जमिनीची सुपिकता टिकवून ठेवते आणि पर्याप्त प्रमाणात पिकांचे उत्पादन मिळते.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. जमिनीची सुपिकता टिकविण्यासाठी नैसर्गिक खते व कृत्रिम खते यामधील फरक सांगा.

सेंद्रिय शेती ही अशा शेतीची पध्दत आहे की ज्यामध्ये रासायनिक खते, तणनाशके, किटकनाशके इत्यादी यांच्या वापरला प्रतिबंध आहे. तसेच त्यामध्ये जास्तीत जास्त सेंद्रिय खते, शेतीतील टाकाऊ पदार्थाचे पुनर्चक्रीकरण (वाळलेल्या गवताच्या पेंढ्या, प्राण्यांचे उत्सर्जित पदार्थ), जैविक घटकांचा वापर करणे उदाहरणार्थ ; निलहरीत शैवाळ यांची वाढ करुन जैविक खताची निर्मिती करणे, कडुलिंबाची पाने व हळद यांचे एकत्रित मिश्रण जैविक किटकनाशक म्हणून धान्यांच्या साठ्यासाठी वापर केला जातो. तसेच पिके काढण्याच्या पध्दतीमध्येही मिश्र पिके, आंतरपिके, आणि आळी पाळीणे पिके काढणे (आकृती 12.1.2 (iii) यामध्ये वर्णन केले आहे) या पिके काढण्याच्या पद्धतींचा उपयोग किटक, उपद्रवी किटक अथवा प्राणी यांच्यावर नियंत्रण ठेवले जाते तसेच पोषक घटकांचा पुरवठा ही केला जातो.

12.1.2 (ii) जलसिंचन

भारतातील अधिकतम भाग हा शेतीसाठी पावसावर अवलंबून असतो. त्यातही पाऊस वेळेत आणि पुरेसा संपूर्ण मान्सून होईपर्यंत असेल या सर्व गोष्टींवर पिकांचे उत्पादन अथवा यश अवलंबून असते. जर पाऊस पुरेसा पडला नसेल तर पिकांचे उत्पादन घटते. पिकांची वाढ होणाऱ्या कालावधीमध्ये योग्य वेळी जलसिंचन पुरेशा प्रमाणात झाल्यास पिकांचे इच्छित उत्पादन मिळते. म्हणून जास्तीत जास्त शेती क्षेत्राला जलसिंचीत करण्यासाठी अनेक उपाय किंवा मार्ग वापरले जातात.

हे पण माहीत करुन घ्या

पाण्याचा तुटवडा आणि पावसाचा अनियमितपणा या कारणास्तव दुष्काळ पडतो. पावसावर अवलंबून असणारी शेती दुष्काळामुळे धोक्यात येते. विशेषत: ज्या शेती क्षेत्रामध्ये शेतकरी पिकांचे उत्पादन करताना पाण्याचे सिंचन करत नाही तो पूर्णत: पावसावरंच अवलंबून असतो. जी माती हलकी असते तिच्यामध्ये पाणी धरुन ठेवण्याची क्षमता कमी असते. ज्या क्षेत्रांमध्ये हलकी माती असते आणि दुष्काळ पडला असेल तर त्यामुळे आणखी पिकांचे जास्त नुकसान होते. म्हणून शास्त्रज्ञांनी पिकांच्या अशा जातींचा शोध लावला आहे जी पिके दुष्काळ परिस्थितीमध्येही तग धरुन राहू शकतात.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

भारतामध्ये पाण्याचे अनेक स्रोत आहेत आणि विभिन्न प्रकारच्या हवामानाची उपलब्धता असते. अशा परिस्थितीत विभिन्न प्रकारच्या जलसिंचनाच्या पध्दती पाण्याच्या उपलब्धतेनुसार स्विकारल्या जातात. विहीरी, कालवे, नद्या आणि तलाव यांचा समावेश पाण्याच्या स्रोतांमध्ये होते.

विहीरी : विहीरी दोन प्रकारच्या असतात. खोदकाम केलेल्या विहीरी आणि कुपनलिका. त्यापैकी खोदकाम केलेल्या विहीरीमध्ये भूमीगत जल स्तरांमध्ये स्थिर पाण्याला एकत्रित केले जाते. कुपनलिकेमध्ये पाणी अतिशय खोलवर पाण्याच्या स्तरातील पाणी काढले जाते. अशा प्रकारच्या विहीरीमधून पाणी पंपाद्वारे बाहेर काढले जाते.

कालवे : जलस्रोतांचा हा प्रकार मोठा विस्तृत आणि व्यापक जलसिंचनाचा प्रकार किंवा पध्दत आहे. या पध्दतीमध्ये कालव्याने जलपुरवठा एक किंवा अनेक जलाशयापासून अथवा नद्यापासून केला जातो. मुख्य कालवा हा अनेक शाखा असलेला असतो जो मुख्य कालव्यांपासून विभाजित होवून शेतीला जलसिंचन करतो.

नदीतून पाणी बाहेर काढण्याची पध्दत : ज्या क्षेत्रांमध्ये कालव्यांपासून जल पुरेसे येत नाही किंवा अनियमित येते त्यामुळे अशा क्षेत्रामध्ये जलाशयातून कमी पाणी मिळते. अशा वेळी प्रत्यक्ष

नदीतून पाणी बाहेर काढण्याची पध्दत उपयोगी पडते. जी शेती नदीकाठाला किंवा नदीच्या किनारी भागात असते अशा शेतींना जलसिंचन करताना प्रत्यक्ष नदीतून पाणी काढले जाते व पाण्याचा पुरवठा केला जातो.

तलाव : छोटे जलाशय जे छोट्या छोट्या क्षेत्रांमधून वाहणाऱ्या पाण्याला एकत्रित करतात आणि तलावाचे स्वरुप प्राप्त होते.

कृषी क्षेत्रांत पाण्याची उपलब्धता वाढविण्यासाठी आधुनिक पद्धती किंवा तंत्रांचा अवलंब केला जातो. जसे पावसाचे पाणी साठविणे, पाण्याचे योग्य व्यवस्थापन करणे अशा या आधुनिक पद्धती आहेत. यासाठीच छोटे-छोटे बांध घालून जमिनीच्या खालील जलस्तर किंवा जलपातळी वाढविली जाते. असे छोटे-छोटे बांध पावसाच्या पाण्याला वाहण्यापासून थांबवितात आणि मातीची धूपही रोखली जाते.

12.1.2 (iii) पिके काढण्याच्या पद्धती

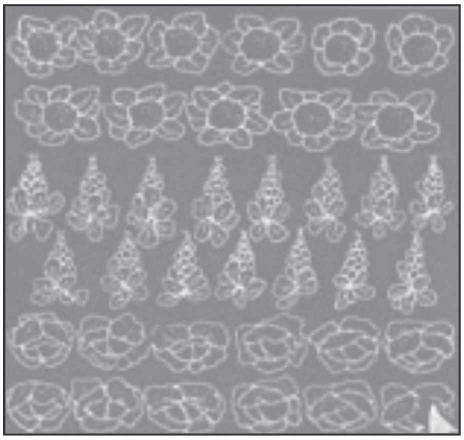
पिके काढण्याच्या विभिन्न पद्धतीमुळे पिकांचे उत्पादन वाढते.

मिश्र पिके काढण्याची पद्धतीमध्ये दोन किंवा अनेक पिके एकाचवेळी एकाच शेतामध्ये वाढविणे. उदाहरणार्थ गहू + हरभरा किंवा गहू + वाटाणा किंवा भूईमूग + सूर्यफूल या पद्धतीमध्ये एका पिकाचे नुकसान झाल्यास दुसऱ्या पिकाच्या उत्पादनाची आशा टिकून राहते.

आंतर पिके काढण्याची पध्दत यामध्ये दोन अथवा दोनापेक्षा अधिक पिके एकत्र एकाच शेतामध्ये विशिष्ट किंवा ठराविक पद्धतीने वाढविणे. (आकृती 12.2) कांही सारणींमध्ये एका प्रकारचे पीक आणि कांही अंतरावर दुसऱ्या सारणीमध्ये दुसरे पीक वाढविले जाते.

उदाहरणार्थ : सोयाबीन + मक्का अथवा बाजरी + चवळी (लोबिया) पिके निवडताना अशा प्रकारची पिके निवडतात ज्या पिकांची पोषकतत्वांची आवश्यकता विभिन्न असेल आणि पोषक घटकांचा जास्तीत जास्त उपयोग होईल. या पद्धतीद्वारे पीके घेतल्यास उपद्रवी किटक व प्राणी आणि रोग यांपासून पिकांचा संसर्ग रोखण्यास मदत होते. अशा प्रकारे दोन्ही पिकांद्वारे पिकांचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणात घेतले जावू शकते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 12.2 आंतरपिके काढणे

कोणत्याही शेतामध्ये क्रमवार पुर्वनियोजित कार्यक्रमानुसार विभिन्न पिकांना घेण्याच्या पद्धतीला आळीपाळीने पिके घेणे असे म्हणतात. कालावधीनुसार विभिन्न पिकांचे मिश्रण करुन आळीपाळीने पिके घेतली जातात. एका पिकाच्या कापणीनंतर कोणते पीक घेतले पाहिजे हे तेथील आर्द्रता आणि जलसिंचनाची उपलब्धता यावर अवलंबून असते. जर आळीपाळीने पिके काढण्याची पद्धत योग्य पद्धतीने अवलंबात / अंमलात आली तर एका वर्षामध्ये दोन अथवा तीन पिकांचे उत्पादन चांगल्या पद्धतीने केले जाऊ शकते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

12.1.3 पिकसंरक्षण व्यवस्थापन

शेतामध्ये पिके खतांमुळे, किटक, उपद्रवी किटक, प्राणी आणि तण यांच्यामुळे रोग प्रभावित होतात. जर योग्य वेळी या सर्व घटकांना (खते, किटक, तण यांना) नियंत्रण नाही केले तर पिकांना मोठी हानी पोहोचते आणि बरीचशी पिके नष्ट होतात.

तण म्हणजे पिकांमध्ये वाढणारी अनावश्यक वनस्पती होय. उदाहरणार्थ Xanthium (gokharu), Parthenium (गाजर गवत) cyperinus rotundus (motha) ते मुख्य पिकांशी अन्न, जागा आणि प्रकाशासाठी स्पर्धा करतात. ते पोषक घटक शोषून घेतात त्यामुळे मुख्य पिकाची वाढ खुंटते. म्हणून शेतातून तण काढून टाकणे हे सर्वात महत्वाचे आहे. तण काढताना ते पिकाच्या प्रारंभी वाढीच्या टप्प्यात काढून टाकले तरच चांगल्या उत्पादनासाठी पिकांची वाढ चांगली होईल.

सामान्यपणे किटक आणि उपद्रवी घटक पिकांवर तीन मार्गाने प्रभावित / परिणामीत करतात. i) हे घटक मूळ, खोड आणि पानांना मुख्य पिकांपासून वेगळे करतात ii) हे घटक पिकाच्या विभिन्न भागांमधून पेशीरसाचे शोषण करतात iii) हे घटक खोड आणि फळ यांमध्ये छिद्रे निर्माण करतात. अशाप्रकारे हे घटक पिकांच्या आरोग्यावर परिणाम करतात आणि पिकांच्या उत्पादनात घट येते.

जीवाणू, विषाणू आणि कवक यांसारख्या सुक्ष्मजीवीमुळे पिकांमध्ये रोग निर्माण होतो. हे सुक्ष्म जीव माती, पाणी आणि हवा यामध्ये स्थित असतात त्यामुळे हे रोग या माध्यमाद्वारे प्रसारीत होतात.

तण, किटक आणि रोग वेगवेगळ्या पद्धतीद्वारे नियंत्रित केले जातात त्यापैकी सर्वात जास्त वापरल्या जाणाऱ्या पद्धती म्हणजे उपद्रवी किडनाशके, किटकनाशके, कवकनाशके यांचा वापर करणे, ही रसायने पिकांच्यावर फवारणी करुन किंवा माती आणि बिजांवर सुध्दा फवारली जातात. त्यामुळे सुक्ष्मजंतूंचा नाश होऊन या सर्वांचे संरक्षण केले जाते.

परंतु यांच्या अधिक उपयोगाने अनेक समस्या उत्पन्न होतात. ही रसायने कित्येक वनस्पती आणि प्राण्यांसाठी विषारी होऊ शकतात आणि पर्यावरण प्रदूषणाचे कारण बनतात.

तण नियंत्रण पद्धतीमध्ये यांत्रिक पद्धतीचा समावेश होतो. तसेच यामध्ये प्रतिबंधात्मक पद्धतींचा ही समावेश होतो जसे योग्य पेरणीसाठी योग्य शेतीची मशागत करणे योग्य पेरणी करणे, आंतरपिके घेणे, आळीपाळीने पिके घेणे. या सर्व पद्धतींचा उपयोगही तण नियंत्रणासाठी केला जातो. उपद्रवी किटकांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी योग्य रोगप्रतिकारक शक्ती असलेली पिके घेणे, उन्हाळ्यांमधील नांगरणी, ज्यामध्ये उन्हाळ्यात शेतात खोलवर नांगरणी करुन तण निर्मुलन करणे आणि उपद्रवी किटकांचा नाश करणे या सर्व पद्धतींचा समावेश यामध्ये होतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1) खाली दिलेल्या परिस्थितीमध्ये सर्वात जास्त फायदा देणारी परिस्थिती कोणती ? का?

a) शेतकऱ्यांनी उच्चदर्जाच्या बियांणाचा वापर करावा ; जलसिंचन आणि कृत्रिम खतांचा वापर करु नये ?

b) शेतकऱ्यांनी सर्व सामान्य बियांणाचा वापर करावा, जलसिंचन आणि कृत्रिम खतांचा वापर करावा.

c) शेतकऱ्यांनी उच्च दर्जाच्या बियांणाचा वापर करावा, जलसिंचनचा वापर करावा, कृत्रिम खतांचाही वापर करावा आणि पिक संरक्षण पद्धतीचा स्विकार करावा.

उपक्रम 12.1

- तणांपासून प्रभावित झालेल्या शेताला किंवा बागेला भेट द्या त्याचे अवलोकन करुन त्यातील किटक, उपद्रवी किटक या सर्वांची एक यादी बनवा.

तक्ता 12.2 प्राणी उत्पादीतांचे पोषणमूल्य (शेकडेवारीमध्ये)						
प्राणी उत्पादिते	पोषकघटक टक्केवारीमध्ये %					
	मेद	प्रथिने	साखर	खनिज	जल	जीवनसत्वे
दूध (गाय)	3.60	4.00	4.50	0.70	87.20	B1, B2, B12, D, E
अंडे	12.00	13.00	*	1.00	74.00	B2, D
मांस	3.60	21.10	*	1.10	74.20	B2, B12,
मासे	2.50	19.00	*	1.30	77.20	नायसीन, D,A

* अतिशय कमी प्रमाणात उपलब्ध

अन्नधान्य साठवण

शेती उत्पादनातील पदार्थांची साठवण करताना मोठे नुकसान होत असते. त्या नुकसानीसाठी कारणीभूत जैविक घटक किटक, उपद्रवी किटक, कवक, लहान प्राणी, जीवाणू अजैविक घटक अपुरे आर्द्रता प्रमाण, तापमान हे सर्व घटक साठवण गृहामध्ये असतात. हे सर्व घटक पदार्थाचा दर्जा कमी करतात. वजनात घट, दुबळे अंकुरण, उत्पादित पदार्थाचा बेरंग होणे अशा गोष्टी होतात त्यामुळे बाजारामध्ये या सर्व लक्षणांमुळे पदार्थाची किंमत कमी होते. या सर्व घटकांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी योग्य वापर आणि उपचार तसेच साठवणगृहाचे नियोजनात्मक व्यवस्थापन केले पाहिजे.

अन्नधान्यांची साठवण करण्यापूर्वी प्रतिबंधात्मक आणि नियंत्रणात्मक पद्धतींचा वापर भविष्यासाठी केला जातो. या पद्धतींमध्ये साठवणापूर्वी उत्पादित पदार्थ नियंत्रित परिस्थितीत स्वच्छ करणे, चांगल्या पद्धतीने सुकविणे (पहिल्यांदा सूर्यप्रकाशात आणि दुसरा सावलीमध्ये) आणि धुराचा उपयोगही केला जातो ज्यामध्ये रसायनांचा वापर करतात आणि उपद्रवी किटकांना नष्ट करतात.

प्रश्न :

1) पिकांचे संरक्षण करण्यासाठी आपण प्रतिबंधात्मक पद्धत तसेच जैविक नियंत्रण याला का महत्व देतो ?

2) अन्नधान्याची साठवण करताना कोणते घटक त्यांच्या नुकसानीस कारणीभूत असतात ?

उपक्रम 12.2

- अन्नधान्ये, डाळी आणि तेलयुक्त बिया यांना एकत्रित करुन त्यांच्या अंकुरण तसेच कापणी करण्याच्या ऋतुंची माहिती सांगा.

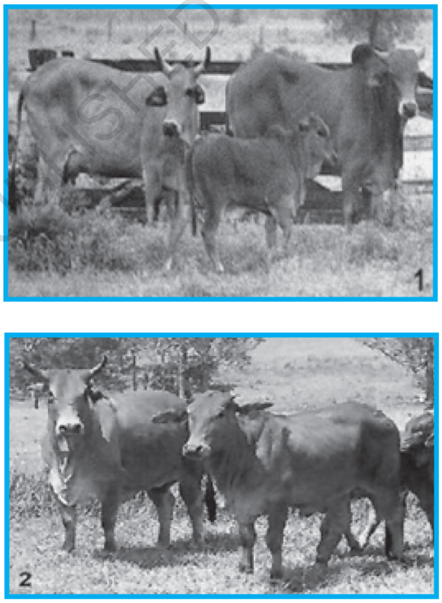
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

12.2 पशुपालन

गुरे-ढोरे यांचे वैज्ञानिक पध्दतीने व्यवस्थापन म्हणजे पशुपालन होय. यामध्ये अनेक पद्धतींचा समावेश जसे खाद्य पुरविणे, प्रजोत्पादन, आणि रोगनियंत्रण. प्राणी आधारीत शेतीमध्ये म्हैस, बकरी, मेंढी, कुक्कुटपालन आणि मत्स्यपालन. जशी लोकसंख्या वाढते तसे जीवनशैलीमध्ये अमुलाग्र बदल होतो आहे. आणि मग दूध, अंडी, मांस यांच्या मागणीमध्ये वाढ होते आहे. पशुपालनातून आर्थिक फायदा मिळविण्यासाठी मानवी व्यवहाराच्या प्रति जागरुकता झाल्यामुळे पशुपालन शेतीमध्ये काही नवीन समस्या निर्माण झाल्या आहे. यासाठी पशुपालन उत्पादन वाढवण्यासाठी यांत सुधारणा करणे आवश्यक आहे.

15.2.1. पशुपालन शेती

पशुपालनाचे दोन उद्देश आहेत एक दुधासाठी आणि दुसरा शेतीकार्यासाठी प्राण्यांना पाळणे, जसे नांगरणी करणे, मोट चालवणे, ओझे ओढणे इत्यादी, भारतीय पाळीव प्राण्यांच्या मुख्य दोन जाती आहते. गाय Bos indicus आणि म्हैस Bos bubalis या दोन जाती आहेत. दुध देणाऱ्या मादी प्राण्यांना दुधारी प्राणी म्हणतात (डेअरी प्राणी) जेव्हा कांही प्राणी शेती कार्यासाठी वापरतात अशा पाळीव प्राण्यांना ओझी ओढणारे प्राणी असे म्हणतात.



आकृती 12.3 भारतीय प्रजातीतील गायी

दूध उत्पादन हे कांही प्रमाणात दूध स्त्रवण कालावधी वर अवलंबून असते. ज्याचा अर्थ आहे, वासराच्या जन्मानंतर दूध उत्पादनाचा कालावधी होय. रेडसिंधी, साहीवाल, म्हणून दूध उत्पादनाचा कालावधी दूध स्त्रवण कालावधी वाढवून वाढविता येऊ शकतो. दिर्घ कालावधीसाठी दूध स्त्रवण कालाच्या विदेशी प्रजाती जशा जर्सी, ब्राऊन स्विस यांची निवड केली जाते. देशी प्रजाती ज्याप्रमाणे रेडसिंधी, साहिवाल (आकृती 15.3) यामध्ये रोगप्रतिकारक शक्ती जास्त असते. जर आपण या दोन्ही प्रजाती मध्ये संकर घडवून आणल्यास आपल्याला त्यांच्या संततीमध्ये दोन्ही ऐच्छिक गुणधर्म पहावयास मिळतील. ज्यामध्ये दिर्घ कालावधीचा दुध स्त्रवणकाल आणि रोगप्रतिकार शक्ती हे दोन्ही ऐच्छिक गुणधर्म संततीमध्ये मिळतील.

NOT TO BE REPUBLISHED © TRS

प्रश्न :

1. प्राण्यांच्या प्रजातीमध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी प्रामुख्याने कोणत्या तंत्राचा वापर केला जातो ? का?

उपक्रम 12.3

- जनावरे / प्राण्यांचे फार्मवर जाऊन खालील गोष्टींच्याकडे लक्ष द्या.
- 1) प्राण्यांची संख्या आणि विभिन्न जातींची संख्या.
  2) विभिन्न जातीकडून प्रतिदिन मिळणारे दूध.

गाय आणि म्हैस यांच्यासाठी शारिरीक स्वच्छता आणि योग्य निवास यांची आवश्यकता असते. कारण योग्य स्वच्छतेमुळे आणि निवास यामुळे गाय आणि म्हैस यांचे आरोग्य चांगले राहिले तर आपण स्वच्छ दुधाचे उत्पादन घेऊ शकतो. प्राण्यांच्या शरिरावरील गळलेले केस आणि धूळ हटण्यासाठी प्राण्यांची नियमित स्वच्छता करणे आवश्यक आहे. त्यांचे निवास, पाऊस, उष्णता आणि थंडी यापासून सुरक्षित असले पाहिजे. तसेच वरील छत आणि प्रकाशमय या गोष्टीही आवासात असणे गरजेचे आहे. आवासाची जमिन किंवा फरशी थोडीशी उतरती असावी त्यामुळे ती जागा सतत कोरडी आणि स्वच्छ राहील.

दूध देणाऱ्या प्राण्यांची आहाराची आवश्यकता दोन प्रकारची असते (a) एका प्रकारचा आहार जो त्यांच्या आरोग्याला नेहमी चांगले ठेवील (b) दुसऱ्या प्रकारचा आहार जो दूधाचे उत्पादन वाढविल अशा आहारांची गरज दुधस्त्रवण काळामध्ये असते. प्राण्यांच्या आहारामध्ये (c) मोठे चारा (तंतूमय पदार्थ) ज्यामध्ये भरपूर तंतूंचा समावेश असतो. ज्यामध्ये तंतू कमी प्रमाणात असतात तसेच ज्यामध्ये उच्च दर्जाची प्रथिने आणि इतर पोषक घटक असतात. प्राण्यांना समतोल आहाराची गरज असते. ज्यामध्ये योग्य प्रमाणात सर्व पोषक घटकांचा समावेश ही केला आहे. ज्यामुले दुधारी प्राण्यांचे आरोग्य योग्य ठेवते आणि दूध उत्पादनात वाढ केली जाते.

प्राणी विभिन्न प्रकारच्या रोगांनी ग्रासलेले असू शकतात ज्यामुळे त्यांच्या दूध उत्पादनाची क्षमता कमी होऊ शकते अथवा त्यांना मृत्यू येऊ शकतो. एक निरोगी प्राणी नियमित खात असतो आणि त्याची शारिरीक रचना सामान्य असते. प्राण्यांच्यामध्ये परोपजीवी दोन प्रकारचे असतात. बाह्यपरोपजीवी आणि अंत: परोपजीवी असे असतात. बाह्य परोपजीवी त्वचेवर आढळतात ज्यामुळे त्यांना त्वचा रोग होतात. अंत: परोपजीवी जसे कृमी जे जठर आणि आतडे प्रभावित करतात आणि पर्णचिपीट (Fluke) यकृतावर परिणाम करतात.

सांसर्गिक रोग हे जीवाणू आणि विषाणू यामुळे होतो. म्हणून अशा जनावरांना जीवाणू आणि विषाणू संसर्गित रोगांपासून सुरक्षित ठेवण्यासाठी लसीकरण केले जाते.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

12.2.2 कुक्कुटपालन

कुक्कुटपालन व्यवसायामध्ये पाळीव पक्षी / कोंबड्या पाळल्या जातात कारण त्यांच्या मांसाचे उत्पादन आणि अंड्यांचे उत्पादन घेतले जाते. कुक्कुटपालन व्यवसायामध्ये सुधारीत कोंबड्यांच्या जाती विकसित केल्या जातात. अंडी देणारी कोंबडी अंड्याच्या उत्पादनासाठी पाळली जाते त्याला लेयर कुक्कुटपालन असे म्हणतात. तसेच कोंबड्याचे मांस उत्पादनासाठी ज्या कोंबड्यांना विकसित केले जाते त्याला ब्रायलर्स असे म्हणतात.

इच्छित गुणधर्मांसाठी कोंबड्यांच्या नव-नवीन जाती प्रजोत्पादन / संकर पद्धतीने विकसित केल्या जातात. नवीन जाती विकसित करण्यासाठी भारतीय जसे एसील आणि विदेशी लेगहार्न यांच्यांत सुधारीत जाती मिळविण्यासाठी संकर घडवून आणला जातो. नविन जातीमधील इच्छित गुणधर्म :

1) पिलांची संख्या आणि दर्जा
2) व्यवसायिक उत्पादनासाठी कमी उंचीच्या ब्रॉयलर कोंबड्याचा वापर करतात.
3) उन्हाळ्याची अनुकूलन क्षमता / उच्च तापमान सहन करण्याची क्षमता.
4) देखभालीसाठी कमी खर्चाची आवश्यकता.
5) अंडी देणारी आणि आकाराने लहान असणारी कोंबडी कृषी उत्पादनापासून मिळणाऱ्या स्वस्त तंतूमय आहाराचा उपभोग करणारी असावी.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

एसेल

लेगहार्न

आकृती 12.4

प्रश्न :

1. खालील वाक्याचे विवेचन करा.

''हे सांगण्यास आनंद होतो की, भारतातील कुक्कुटपालन हे अल्प तंतूमय खाद्य पदार्थांचे उच्च पोषक प्राण्यांच्या प्रथिनेयुक्त आहारात रुपांतर करते व यामध्ये ती क्षमता आहे. अल्प तंतूमय पदार्थ मनुष्याला उपयोगी नसतात.''

अंडी आणि ब्रॉयलरचे उत्पादन

ब्रॉयलरच्या पिलांना उच्च जीवनसत्व युक्त आहार त्यांच्या वाढीच्या दरासाठी आणि उच्च आहार दक्षता म्हणून दिला जातो. त्यांचा मृत्यू दर कमी करण्यास आणि पंख तसेच मांसाची गुणवत्ता वाढवण्यासाठी सावधानता बाळगली जाते. त्यांना ब्रॉयलर म्हणूनच वाढविले जाते किंवा निर्माण केले जाते आणि बाजारात मांसासाठीच पाठविले जाते.

कुक्कुटपालनामध्ये चांगल्या उत्पादनासाठी उत्कृष्ट व्यवस्थापन महत्वाचे आहे. त्यामध्ये तापमान नियंत्रण आणि स्वच्छता, आहाराची गुणवत्ता टिकविणे या सर्व गोष्टींची कुक्कुटपालन निवासामध्ये समावेश होतो. तसेच याबरोबर रोग आणि किटकांच्यावर नियंत्रण व त्यापासून बचाव यासुध्दा गोष्टी समाविष्ट आहेत.

ब्रॉयलर कोबंड्यांसाठी निवास, पोषण आणि पर्यावरणीय आवश्यकता लेयर्स कोंबड्यांपेक्षा थोड्या भिन्न असतात. ब्रॉयलर कोंबड्यांसाठी रेशन (प्रत्येक दिवसाचा आहार) हा प्रोटीनयुक्त व मेद पर्याप्त प्रमाणात दिला जातो. कुक्कुटपालनाच्या आहारामध्ये जीवनसत्व A आणि K चे प्रमाण अतिरीक्त ठेवले जाते.

कुक्कटपालनांमधील कोंबड्या अनेक विषाणू जीवाणू, कवक, परोपजीवी आणि पोषक घटकांच्या कमतरेमुळे रोगी बनतात. त्यासाठी त्यांच्या निवासी योग्य स्वच्छता, आरोग्य रक्षणार्थ जीव जंतूपासून घ्यावयाची खबरदारी, किटकनाशकांची वेळोवेळी फवारणी आवश्यक आहे. तसेच कोंबड्यांना रोगांपासून वाचविण्यासाठी लसीकरणाची नितांत आवश्यकता आहे. या अशा सावधानतेमुळे रोगाच्या प्रसारीत होण्याने कुक्कटपालनाची होणारी हानी कमी असते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

प्रश्न :

1) पशुपालन आणि कुक्कुटपालन व्यवस्थापनामध्ये काय समानता आहे ?

2) ब्रॉयलर आणि अंडी देणाऱ्या लेयर्समधील व्यवस्थापन फरक सांगा ?

उपक्रम 12.4

- जवळील कुक्कुटपालन केंद्राला भेट द्या, तेथील विभिन्न जातींचे अवलोकन करा आणि त्यांच्या दिवसाच्या रेशन, आहार, त्यांच्या निवासाची आणि प्रकाश सुविधांची माहिती मिळवा. वाढणाऱ्या कोंबडीच्या पिलांना, लेयर्स आणि ब्रायलर्सना ओळखा.

12.2.3 मत्स्यपालन

आपल्या आहारातील भरपुर प्रथिनयुक्त आहार / अन्नपदार्थ म्हणजे मासा होय. मत्स्यपालनामध्ये परयुक्त मासे, कवचयुक्त मासे (शेलफिश) जसे प्रॉन आणि मोलूस्का यांचाही समावेश होतो. मासे मिळविण्याच्या दोन पद्धती आहेत. त्यापैकी एक म्हणजे नैसर्गिक स्त्रोत आहे. त्याला मासे पकडणे म्हणतात आणि दुसरा स्त्रोत म्हणजे मत्स्यपालन आहे. (मत्स्य संवर्धन)

मासे यांना जलस्त्रोत हा समुद्र किंवा गोडे पाणी असतो उदाहरणार्थ नदी आणि तलाव. मत्स्यपालन हे सामान्यपणे मासे पकडून किंवा त्यांचे संवर्धन समुद्रामध्ये किंवा गोड्या पाण्यातील परिसंस्थेमध्ये केले जाते.

12.2.3. (i) समुद्रातील मासेमारी

भारतातील समुद्रातील मासेमारी स्त्रोतामध्ये 7500 कि.मी. सागरी किनारा आणि खोलवर समुद्राचा समावेश होतो. मिश्रीत मासे संवर्धन पद्धतीमध्ये एक समस्या आहे की यातील कित्येक मासे केवळ पावसाळ्यांत संवर्धन केले जातात. जरी माशांचे बीज जंगलातून जमा केले आणि ते इतर प्रजाती बरोबर मिसळले जाऊ शकते. मासे संवर्धन करताना उच्च गुणवत्ता असलेले माशांचे बीज उपलब्ध नसणे ही एक मोठी समस्या आहे. या समस्यांचे निवारण करण्यासाठी अनेक पद्धती शोधल्या जात आहेत. तलावांमध्ये माशांचे संवर्धन हार्मोनचा उपयोग करुन केले जाऊ शकते. यामुळे शुद्ध माशांचे बिज पर्याप्त ऐच्छिक प्रमाणात प्राप्त होईल.

प्रसिद्ध सामुद्रीक मासे यांच्या जातीमध्ये पॉमफ्रेट, मॅकरेल, टुना, सॅरडाईनस आणि मुंबई बदक (बाँबे डक) या सर्वांचा समावेश होतो. सामुद्रिक मासे पकडण्यासाठी विभिन्न प्रकारच्या जाळ्यांचा आणि मासे पकडण्याच्या नावांचा वापर केला जातो. सॅटेलाईट (उपग्रह) आणि प्रतिध्वनी निर्माण करणारे यंत्र या उपकरणांचा उपयोग खुल्या समुद्रातील मासे यांचा मोठा समूह शोधण्यासाठी केला जातो. तसेच या यंत्रांच्या सूचनांचा उपयोग करुन मासा उत्पादन वाढविले जाऊ शकते.

कांही आर्थिक महत्व असणाऱ्या सामुद्रीक मासे यांचे संवर्धन समुद्रामध्येही केले जाते. यामध्ये परयुक्त मासे उदाहरणार्थ मुलेटस, भेटकी, पर्लस्पॉटस कवचधारी मासे जसे झिंगा (प्रॉन) आकृती 12.5, मस्सलस आणि डॉयस्टर यां बरोबर समुद्रतण समाविष्ट होतात. ऑयस्टरचे संवर्धन मोती प्राप्त करण्यासाठी केले जाते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

मॅक्रोब्रॅन्चीयम रोझनबर्गी
(गोडेपाणी)

पीनस मोनडोन
(समुद्र)

आकृती 12.5 गोडे पाणी आणि समुद्र झिंगे

आकृती 15.5 गोडे पाण्यातील आणि समुद्रातील झिंगे प्रॉन भविष्यात सामुद्रीक मासे भांडार

नष्ट झाले तर अतिरिक्त मासे मागणी या माशांना संवर्धन करुन होऊ शकेल या पध्दतीला मेरीकल्चर असे म्हणतात.

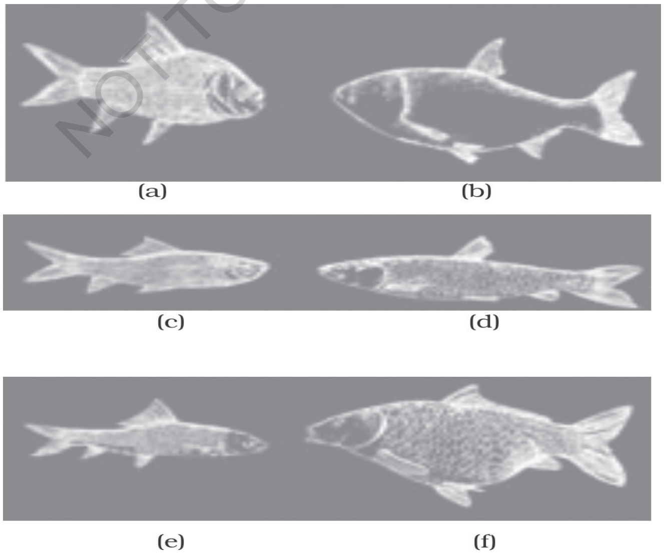
12.2.3 (ii) अंत: स्थानी मासेमारी

गोड्या पाण्याच्या स्त्रोतामध्ये कालवा, तलाव, जलाशय आणि नद्या यांचा समावेश होतो. किंचित खारट पाण्याचे संवर्धन, जेथे समुद्रजल आणि गोडे पाणी यांचे मिश्रण होते. ते आहेत. नदीचे मुख आणि पाण्याचे सरोवर हे अतिशय महत्वाचे मत्स्य भांडार आहे. अंत:स्थानी स्त्रोतांपासून मासे उत्पादन जास्तीत जास्त जलसंवर्धनद्वारे केले जाते.

माशांचे संवर्धन कांही वेळा धान्यांचे पिकाबरोबर केले जाते. म्हणून मासे भाताच्या शेतात वाढविले जातात. अधिकतम माशांचे संवर्धन हे मासे संवर्धन तंत्र केले जाते. या प्रक्रियेमध्ये देशी/स्थानिक आणि आयाती प्रकार माशांचाही प्रयोग केला जातो.

या प्रक्रियेमध्ये एकाच तलावामध्ये पाच अथवा सहा माशांच्या विविध प्रजातींचा एकत्रित प्रयोग केला जातो यामध्ये असे मासे निवडले जातात की त्यांच्यामध्ये आहारासाठी स्पर्धा नको त्यांचा आहार भिन्न-भिन्न असावा. याचा परिणाम म्हणून संपूर्ण तलावाच्या प्रत्येक भागामध्ये उपलब्ध आहाराचा प्रयोग होतो. कटला मासे पाण्याच्या पृष्ठभागावरील आहार घेतात. रोहू मासे पाण्याच्या मधील भागातून अन्न घेतात आणि म्रिगल आणि कॉमन कार्प पाण्याच्या खालील स्तरातून आपला आहार घेतात आणि ग्रास कार्प मासे समुद्रातील तण हा आहार घेतात (आकृती 12.6) सर्व प्रजाती एकत्र येऊन स्पर्धा न करता तलावातील अन्न घेऊ शकतात त्यामुळे तळ्यातील माशांच्या उत्पादनात वाढ होते.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 12.6 1) कटला 2) चंदेरी कार्प 3) रोहू 4) ग्रास कार्प 5) म्रिगल 6) कॉमन कार्प

प्रश्न :

1. मासे कसे मिळतात ?
2. मिश्रित मासे संवर्धनाचे फायदे कोणते ?

उपक्रम 12.5

- मत्सपालन केंद्राला माशांच्या प्रजनन काळात भेट द्या आणि खालील गोष्टींचे आकलन करा.

1) तलावातील माशांच्या विभिन्न प्रजाती.
2) तलावांचे प्रकार
3) मत्स्यपालन केंद्रातील आहारातील पोषक घटक.
4) मत्स्यपालन केंद्राची उत्पादन क्षमता शोधून काढा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

12.2.4. मधमाशीपालन

मधाचा उपयोग सर्वत्र केला जातो. यासाठी मधमाशी पालन हा एक कृषी उद्योग बनला आहे. मधमाशीपालन यामध्ये भांडवल कमी असते. यासाठी शेतकरी याला अतिरिक्त आर्थिक फायद्याचे साधन मानतात. मधमाशीच्या मधाशिवाय मेणाचा उपयोगही विविध औषध निर्मितीमध्ये केला जातो.

(a)

(b)

आकृती 12.7 (a) मधमाशींच्या छतांची मधुवाटीकामध्ये व्यवस्था (b) मध निष्कर्षक

व्यावसायिक स्तरावर मध उत्पादनासाठी देशी जातीच्या मधमाशीचा वापर करतात उदाहरणार्थ एपीस सेरेना इंडीका सामान्यपणे याला भारतीय मधमाशी म्हणतात. एपीस डोस्सटी (रॉक बी) आणि एपीस फ्लोरी (लहान मधमाशी) तसेच इटालियन मधमाशी एपीस मेलीफेरा या सर्वांचा वापर मधाचे व्यवसायिक उत्पादन वाढविण्यासाठी केला जातो.

इटालियन मधमाशीमध्ये उच्च मध एकत्र करण्याचे सामर्थ्य असते. ती मधमाशी कमी दंश करतात. त्या मधमाशा निर्धारीत छतामध्ये दिर्घ कालावधीपर्यंत राहु शकतात आणि प्रजनन ही चांगल्या प्रकारे करु शकतात. व्यावसायिक मध उत्पादनासाठी मधवाटीका आणि मधमाशी फार्म यांची निर्मिती केली आहे.

मधाचा दर्जा आणि मुल्य वनस्पतींचा प्रदेश अथवा फुले यांच्यावर अवलंबून असतो. मधमाशी फुलांपासून मध आणि परागकण एकत्र करतात. मधाचा स्वाद अथवा चव ही तेथील प्रदेश कोणत्या वनस्पतींनी मुबलक आहे आणि फुलांचा प्रकार कोणता आहे यावरुन ठरते.

प्रश्न :

1. मध उत्पादनासाठी मधमाशीमध्ये कोणते ऐच्छिक गुणधर्म असले पाहिजेत ?
2. चाराकुरण किंवा गुरे चरणे प्रदेश मध उत्पादनासाठी कसा संबंधित आहे ? आणि चाराकुरण किंवा गुरे चरणे प्रदेश म्हणजे काय ?

यावरुन तुम्ही काय शिकलात

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- पिकांसाठी अनेक पोषक घटकांची आवश्यकता असते. त्यापैकी कांही पोषक घटकांची मोठ्या प्रमाणात आवश्यकता असते त्याला मोठे पोषक अन्न घटक म्हणतात. तसेच कांही पोषक घटकांची आपल्याला कमी प्रमाणात आवश्यकता असते त्याला सुक्ष्म पोषक अन्न घटक असे म्हणतात.
- नैसर्गिक खते आणि कृत्रिम खते हीच मुख्यत: वनस्पतीना पोषक घटक पुरविणारे स्त्रोत आहेत.
- सेंद्रिय शेती म्हणजे ज्या शेतीमध्ये रसायनांचा कमी वापर किंवा कृत्रिम खतांचा कमी वापर, तसेच तणनाशक, किटकनाक यांचाही कमी वापर किंवा पूर्णत: या गोष्टींचा शेतीत पूर्णत: वापर बंद असणे त्याबरोबरच जास्तीतजास्त सेंद्रीय खतांचा वापर, शेतीतील टाकाऊंचा पुनर्वापर आणि जैविक माध्यमांचाही वापर करणे या सर्वांचा परिणाम निरोगी पिकांच्या वाढीसाठी

होतो.

- मिश्र पिके काढण्याची पद्धतीमध्ये विशिष्ट शेतामध्ये शेती केली जाते त्यामध्ये पिकांचे उत्पादन आणि पशुपालन यांना चालना देणे या सर्वांचा समावेश होतो.
- मिश्र पिके काढण्याची पद्धती म्हणजे एकाच शेतामध्ये दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त पिके वाढविणे.
- दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त पिके ठराविक सारणी पद्धतीमध्ये वाढविणे यालाच आंतरपिके काढण्याची पद्धत असे म्हणतात.
- एकाच शेतामध्ये विभिन्न पिकांना पूर्व नियोजित प्रमाणे अनुक्रमे वाढविणे यालाच आळीपाळीने पिके घेणे असे म्हणतात.
- उच्च उत्पादन , उच्च दर्जाची गुणवता, जैविक व अजैविक घटकांविरोधात रोगप्रतिकार शक्ती, अल्प परिपक्वन काल आणि बदलत्या परिस्थितीसाठी अनुकूल आणि ऐच्छिक पिकोत्पादन आणि मोती व्यवस्थापन शास्त्र गुणांसाठी / गुणधर्मांसाठी जातीमध्ये सुधारणेची गरज आहे.
- शेतातील प्राण्यांसाठी / जनावारांसाठी योग्य काळजी आणि व्यवस्थापन जसे निवारा, आहार, प्रजनन आणि रोगाला विरोध आणि नियंत्रण यालाचे पशुपालन असे म्हणतात.
- कुक्कुटपालन केंद्रामध्ये पाळीव पक्षांना वाढविले जाते. कुक्कुटपालन उत्पादनांत अंड्याचे उत्पादन आणि ब्रॉयलर उत्पादन मांसासाठी केले जाते.
- कुक्कुटपालन केंद्रातील उत्पादन वाढवण्यासाठी सुधारीत जातींच्या निर्मितीसाठी भारतीय आणि विदेशी जातीमध्ये संकर घडवून आणला जातो.
- माशांचे उत्पादन समुद्राच्या स्त्रोतांपासून आणि अंत:स्थानी स्त्रोतांपासून मिळविले जाते.
- माशांचे उत्पादन वाढविण्यासाठी ते समुद्र आणि अंत: स्थानी परिसंस्थेचा वापर केला जातो.
- समुद्रातील मासे माशांच्या जाळ्यापासून, प्रत्येक ध्वनीवर्धक यंत्र आणि उपग्रह यांच्या सहाय्याने पकडले जाते.
- मिश्र मासे संवर्धन पध्दतीचा उपयोग मत्स्यपालनासाठी वापरु शकता.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

- मधमाशी पालन हे मध आणि मेण मिळविण्यासाठी केले जाते.

स्वाध्याय

1) पिकांतून मिळणाऱ्या उत्पादनांमध्ये अधिक उत्पन्न निर्माण होते त्यापैकी एका पद्धतीचे वर्णन करा.

2) नैसर्गिक खते आणि कृत्रिम खते शेतात का वापरावीत ?

3) आंतरपिके आणि आळीपाळीने पिके काढण्याच्या पद्धतीमध्ये फायदे कोणते ?

4) अनुवंशिक अदलाबदल म्हणजे काय ? कृषी पद्धतीमध्ये याचा कसा उपयोग होतो ?

5) साठवण गृहांमध्ये अन्नधान्याचे कसे नुकसान होते ?

6) शेतकऱ्यांना पशुपालन प्रक्रिया कशी फायदेशीर ठरते ?

7) पशुपालनांचे फायदे कोणते ?

8) उत्पादन वाढविण्यासाठी कुक्कुटपालन, मत्स्यपालन आणि मधमाशी पालन यांच्यामध्ये काय साम्य आहे ?

9) मासेमारी, मेरीकल्चर आणि जलसंवर्धन यांतील फरक लिहा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

*****

उत्तरे

भाग – 2

प्रकरण 3

4. (a) $MgCl_2$
   (b) CaO
   (c) $Cu(NO_3)_2$
   (d) $AlCl_3$
   (e) $CaCO_3$

5. (a) कॅल्शियम, ऑक्सीजन
   (b) हैड्रोजन, ब्रोमीन
   (c) सोडीयम, हैड्रोजन, कार्बन आणि ऑक्सिजन
   (d) पोटॅशियम, सल्फर आणि ऑक्सीजन

6. (a) 26 g
   (b) 256 g
   (c) 124 g
   (d) 36.5 g
   (e) 63 g

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण 4

10. 80.006
11. = 90% , 10%
12. धारणाशक्ती =1, घटकाचे नांव लिथीयम आहे.
13. अणुवस्तुमानांक X =12, Y=14 संबंध – समस्थानिक

14.	(a) F	(b) F	(c) T	(d) F
15.	(a) ✓	(b) X	(c) X	(d) X
16.	(a) X	(b) X	(c) ✓	(d) X
17.	(a) X	(b) ✓	(c) X	(d) X
18.	(a) X	(b) X	(c) X	(d) ✓

19.

अणुक्रमांक	अणुवस्तुमानांक संख्या	न्यूट्रॉन्सची संख्या	प्रोटॉन्सची संख्या	इलेक्ट्रॉन्सची संख्या	आण्विक प्रजातीचे नांव
9	19	10	9	9	फ्लोरीन
16	32	16	16	16	सल्फर
12	24	12	12	12	मॅग्नेशियम
01	2	01	1	01	डयुटेरीयम
01	1	0	1	0	प्रोटीयम

प्रकरण 9

3. 9.8 N

12. पृथ्वीवरील वजन 98 N आहे आणि चंद्रावर 16.3 N आहे.

13. जास्तीत जास्त उंची 122.5 m मी आहे आणि एकूण वेळ =5S+5S= 10S

14. 19.6 m/s

15. जास्तीत जास्त उंची = 80 मी, एकूण विस्थापन =0, एकूण आक्रमिलेलेले अंतर = 160 मी.

16. गुरुत्वाकर्षणीय जोर = 53.56 x 1032 N

17. 4S, माथ्यापासून 80 मी.

18. सुरुवातीचा वेग = 29.4 m s^{-1}, उंची = 44.1m, चेंडू 4 S नंतर 4.9 m. उंचीवर असेल किंवा तळापासून 39.2 m उंची वर असेल.

21. वस्तू बूडू शकेल.

22. पॅकेट बुडू शकेल. विस्थापित झालेल्या पाण्याचे वजन 350 gm.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण 10

2. शून्य
4. −210 J
5. शून्य
9. 9 x 10^8J
10. 2000 J, 1000 J
11. शून्य
14. 5.4 x 10^7J
17. 208333.3, 3 J
18. (i) शून्य
    (ii) धन
    (iii) ऋण
20. 7.2 x 10^7J

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण 11

7. 17.2m, 0.0172m
8. 18.55
9. 6000
13. 11.47S
14. 22,600H_z

❋ ❋ ❋ ❋ ❋