कर्नाटक सरकार

विज्ञान
SCIENCE

मराठी माध्यम
MARATHI MEDIUM



इयत्ता दहावी
भाग – 2

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

विद्यया ऽमृतमश्नुते
एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षणिक संशोधन आणि प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

KARANATAKA TEXTBOOK SOCIETY (R.)
6th Cross, Malleshwaram, Bengaluru - 560 003.

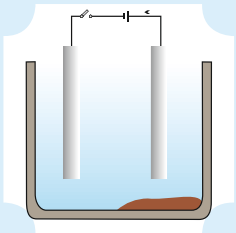
अनुक्रमणिका

भाग–2

A9U5Q9

प्रकरण क्रमांक	NCERT प्रकरण क्रमांक	प्रकरणाचे नांव	पृष्ठ क्रमांक
I	प्रकरण 3	धातू आणि अधातू (Metals and Non Metals)	1–28
II	प्रकरण 4	कार्बन आणि त्यांची संयुगे (Carbon and its Compounds)	29–56
III	प्रकरण 7	सजीव पुनरुत्पादन कसे करतात? (How do Organisms Reproduce?)	57–73
IV	प्रकरण 8	अनुवंशिकता (Heredity)	74–81
V	प्रकरण 9	प्रकाश–परावर्तन आणि अपवर्तन (Light-Reflection and Refraction)	82–115
VI	प्रकरण 10	मानवी डोळा आणि रंगीबेरंगी जग (The Human Eye and the Colourful World)	116–129
VII	प्रकरण 13	आपले पर्यावरण (Our Environment)	130–140
		उत्तरे (Answers)	141
एकूण	7 प्रकरणे		

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



प्रकरण 3

धातु आणि अधातू

(Metals and Non-metals)

Y5X2N7

तुम्ही इयत्ता नववीच्या वर्गामध्ये मुलद्रव्याबद्दल शिकला आहात. मुलद्रव्यांच्या गुणधर्माच्या अधारे त्यांचे धातु किंवा अधातू या मध्ये वर्गीकरण करतात हे तुम्ही पाहिले आहे.

- तुमच्या दैनंदिन जीवनातील धातु व अधातुच्यां काही उपयोगांचा विचार करा.
- जेव्हा तुम्ही मुलद्रव्यांचे धातु व अधातुमध्ये वर्गीकरण करता तेव्हा कोणत्या गुणधर्मांचा विचार करता ?
- त्या मुलद्रव्यांच्या उपयोगाशी हे गुणधर्म कसे संबंधीत आहेत ? आता आपण काही गुणधर्मांचा सविस्तर अभ्यास करु.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

3.1 भौतिक गुणधर्म

3.1.1. धातु

भौतीक गुणर्धाची तुलना करुन पदार्थाचे समुह करणे हा सुरुवातीचा सोपा मार्ग आहे. खालील उपक्रमांच्या मदतीने आता आपण यांचा अभ्यास करु. कृती 3.1 ते 3.6 साठी लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनियम, मॅग्नेशियम, सोडीयम, शिसे, जस्त आणि सहज उपलब्ध होणारे आणखी काही धातू इ. चे नमुने गोळा करा.

उपक्रम 3.1

- लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनियम आणि मॅग्नेशियम यांचे नमुने घेऊन त्यांच्या बाह्यस्वरुपाची नोंद करा.
- प्रत्येक नमुन्याचा पृष्ठभाग सँड पेपरने (वाळू कागद) घासून स्वच्छ करा आणि परत त्यांच्या बाह्य स्वरुपाची नोंद करा.

शुध्द स्वरुपातील धातुच्या पृष्ठभागांला चकाकी असते त्या गुणधर्माला 'धातूची चकाकी' (Metallic lustre) म्हणतात.

उपक्रम 3.2

- लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनियम आणि मॅग्नेशियम यांचे लहान तुकडे घेऊन धारदार चाकुने हे धातु कापण्याचा प्रयत्न करा. आणि तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.
- सोडियम धातूचा तुकडा चिमट्याने पकडा.
  खबरदारी : नेहमी सोडीयम धातू हाताळताना काळजी घ्या. तो तुकडा कोरडा करण्यासाठी गाळण कागदाच्या घडीमध्ये ठेऊन दाब द्या.
- तो वॉच ग्लास मध्ये ठेवा आणि चाकूने कापण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्ही काय निरीक्षण केला ?

सामान्यत: धातू कठीण असतात. धातु धातुमधील कठीणपणा बदलत जातो हे तुम्हाला दिसून येईल.

उपक्रम 3.3

- लोखंड, जस्त, शिसे आणि तांबे यांचे तुकडे घ्या.
- लोखंडाच्या ब्लॉकमध्ये कोणत्याही एका धातूचा तुकडा ठेवून चार-पाच वेळा हातोड्याने मारा. तुम्ही काय निरीक्षण केला ?
- हीच कृती दुसऱ्या धातुसाठी पुन्हा करा.
- या धातूंच्या आकारातील बदलांची नोंद करा.

तुम्हांला असे आढळून येईल की, काही धातूला ठोकून त्यांचे पातळ पत्रे बनवू शकतो. या गुणधर्माला वर्धनीयता (Malleability) असे म्हणतात. सोने आणि चांदी हे धातू अतिशय वर्धनीय आहेत हे तुम्हांला माहीत आहे का ?

उपक्रम 3.4

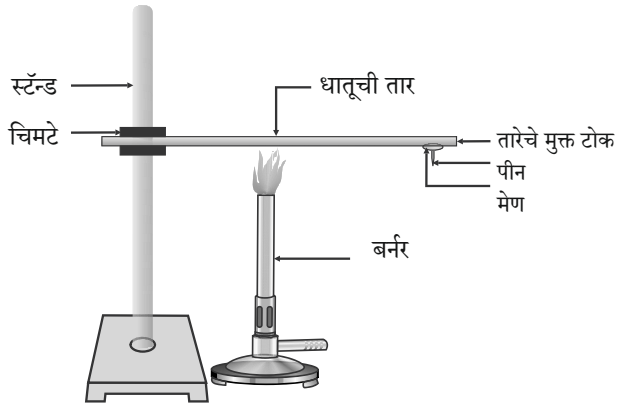
- लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनियम, शिसे इ. काही धातूंचा विचार करा.
- वरील धातुपैकी कोणते धातू तारेच्या स्वरुपात उपलब्ध आहेत ?

धातूपासून बारीक तारा काढण्याच्या क्षमतेला तन्यता (Ductility) असे म्हणतात. सोने हा अतिशय तन्य धातू आहे. आपणाला आश्चर्य वाटेल की, 1 ग्रॅम वजनाच्या सोन्यापासून 2 कि. मी. लांबीची बारीक तार काढू शकतो.

कारण धातूंच्या वर्धनीयता व तन्यता या गुणधर्मामुळे आपल्या गरजेनुसार धातूंना वेगवेगळा आकार देता येतो.

स्वयंपाकाची भांडी कोणत्या धातू पासून बनवितात सांगू शकाल का ? तुम्हांला माहीत आहे का, भांडी बनविण्यासाठी याच धातूंचा उपयोग का करतात? उत्तरे शोधण्यासाठी आपण खालील उपक्रम करु.

© BSTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 3.1 धातू उष्णतेचे सुवाहक असतात.

उपक्रम 3.5

- ॲल्युमिनियम किंवा तांब्याची तार घ्या. ती तार स्टँडच्या चिमट्यात आकृती 3.1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे बसवा.
- मेणाचा उपयोग करुन तारेच्या मोकळ्या टोकाला पीन बसवा.
- स्पिरिटचा दिवा, मेणबत्ती किंवा बर्नरच्या सहाय्याने चिमट्या जवळ धातूच्या तारेला उष्णता द्या.
- काहीवेळानंतर तुम्ही काय निरीक्षण केला ?
- तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा. धातूची तार वितळेल का ?

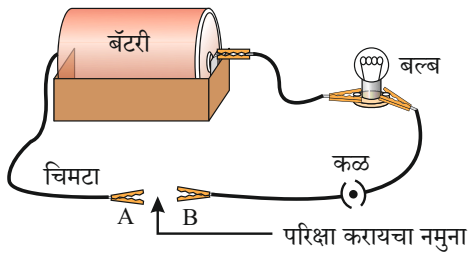
© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

वरील उपक्रम दर्शवितो की, धातू हे उष्णतेचे चांगले सुवाहक असून त्यांचा विलयबिंदू जास्त असतो. चांदी आणि तांबे हे उष्णतेचे चांगले सुवाहक असून तूलनेने शिसे आणि पारा हे उष्णतेचे मंदवाहक आहेत.

धातूमधून सुध्दा विद्युत वाहते का ? हे आता शोधू.

उपक्रम 3.6

- आकृती 3.2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे विद्युत जोडणी करा.
- तपासणी करायचा धातू विद्युत जोडणीच्या A आणि B टोकामध्ये दाखविल्या प्रमाणे ठेवा.
- बल्ब पेटतो का ? हे काय दर्शविते ?



आ. 3.2 धातु विजेचे सुवाहक आहेत

तुम्ही पाहीले आहेच की, तुमच्या घरातील विद्युत वाहून नेणाऱ्या तारेभोवती पॉलीव्हिनाईल क्लोराईड (PVC) किंवा रबरी पदार्थांचे आवरण असते. अशा पदार्थांचे आवरण विद्युत तारांवर का असते?

कठिण पृष्ठभागावर जेंव्हा धातू आदळतो तेव्हा काय घडते ? ते ध्वनी निर्माण करतात का? धातू कठिण पृष्ठभागांवर आदळून ध्वनी निर्माण होत असेल तर त्याला, खणखणीत आवाज म्हणतात तुम्ही आता सांगू शकाल का शाळेची घंटा (Bell) ही धातूपासून का बनवितात ?

3.1.2 अधातू

धांतूच्या तूलनेत अधातू हे फार कमी आहेत् हे तुम्ही मागील वर्गात शिकला आहात. कार्बन, गंधक , आयोडीन, ऑक्सिजन, हायड्रोजन इत्यादी काही अधातूंची उदाहरणे आहेत. अधातू हे घनरुप किंवा वायूरुप असतात अपवाद ब्रोमीन हा द्रवरुप आहे.

धातू सारखेच अधातूना सुध्दा भौतीक गुणधर्म आहेत का ? आता आपण शोधू.

उपक्रम 3.7

- कार्बन (कोळसा किंवा ग्राफाईट), गंधक आणि आयोडीनचे नमुने गोळा करा.
- या अधातूसाठी उपक्रम 3.1 ते3.6 करुन तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.

तक्ता 3.1 मध्ये धातु आणि अधातू मधील निरिक्षणांची तुलना करा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तक्ता 3.1

मुलद्रव्य	संज्ञा	पृष्ठभागाचा प्रकार	कठीणपणा	वर्धनीयाता	तन्यता	वाहक		ध्वनी
						उष्णता	विद्युत	

i) तक्ता 3.1 मध्ये नोंद केलेल्या निरीक्षणावरुन धातु आणि अधातूंच्या सर्वसामान्य भौतीक गुणधर्मांची चर्चा वर्गात करा. तुम्ही अनुमान काढला असणार की, मुलद्रव्यांचे गट फक्त त्यांच्या भौतीक गुणधर्मावरुन आपण करु शकत नाही. त्याला अनेक अपवाद आहेत उदाहरणार्थ –

पारा सोडून सर्व धातू कक्षीय तपमानाला घनरुप अवस्थेत असतात, उपक्रम 3.5 मध्ये धातूंना उच्च द्रवणांक बिंदू असतो हे तुम्ही पाहीले आहे. परंतु, गॅलीयम आणि कॅसियम यांचा विलयबिंदू कमी आहे. जर हे दोन धातु तुमच्या तळहातावर ठेवले तर ते वितळतील.

ii) आयोडीन हा अधातू आहे परंतु त्याला चकाकी असते.

iii) कार्बन हा अधातू वेगवेगळ्या स्वरुपात असून प्रत्येक स्वरुपाला 'बहुरुप' म्हणतात. हिरा हा कार्बनचे बहुरुप असून तो निसर्गातील सर्वात कठिण पदार्थ आहे. आणि त्याला उच्च विलय बिंदू आणि उच्च उत्कलन बिंदू आहे. ग्राफाईट हे कार्बनचे दुसरे बहुरुप असून ते विजेचे सुवाहक आहेत.

iv) अल्कली धातु (लिथियम, सोडियम, पोटॅशियम) हे खुप मऊ असून ते चाकुने सहजपणे कापता येतात. त्यांना कमी घनता आणि कमी विलयबिंदू असतो.

मुलद्रव्यांचे धातु व अधातू असे वर्गीकरण आपण त्यांच्या रासायनिक गुणधर्मांच्या आधारे अधिक स्पष्टपणे करु शकतो.

उपक्रम 3.8

- मॅग्नेशियमची तार आणि काही गंधकाची पावडर घ्या.
- मॅग्नेशियमची तार जाळून तयार झालेली राख गोळा करा आणि ती पाण्यामध्ये विरघळवा.
- तयार झालेल्या द्रावणात लाल आणि निळा लिटमस पेपर बुडवा व तपासा.
- मॅग्नेशियम जाळल्यानंतर तयार झालेला पदार्थ आम्लीय किंवा अल्कली आहे ?
- आता गंधकाची पावडर जाळा. जळणाऱ्या गंधकावर परिक्षा नळी उलटी धरुन गंधकाच्या वाफा परिक्षानळीत जमा करा.
- वरील परिक्षानळीत थोडे पाणी घाला आणि ती हलवा.
- त्या द्रावणात लाल आणि निळा लिटमस पेपर बुडवा व तपासा.
- गंधक जाळल्यानंतर तयार होणारा पदार्थ आम्लीय किंवा अल्कली आहे ?
- तुम्ही या क्रियांची समीकरणे लिहू शकता का ?

© KBS NOT TO BE REPUBLISHED

बहुतेक अधातू जेव्हा पाण्यात विरघळतात तेव्हा आम्लीय ऑक्साईडस् तयार करतात. दुसऱ्या बाजुला बहुतेक धातु अल्कली ऑक्साईडस् बनवितात. तुम्ही पुढील विभागात या धातूंच्या ऑक्साईडस्, बद्दल अधिक शिकणार आहात.

प्रश्न

1) धातुचे एक उदाहरण द्या.
   1) कक्षीय तपमानाला द्रवरुप आहे
   2) चाकुने सहज कापता येतो
   3) उष्णतेचा सुवाहक आहे
   4) उष्णतेचा मंदवाहक आहे
2) वर्धनीयता आणि तन्यता यांचा अर्थ स्पष्ट करा.

3.2 धातूचे रासायनिक गुणधर्म

आपण धातूंचे रासायनिक गुणधर्म विभाग 3.2.1 ते 3.2.4 मध्ये शिकणार आहोत. या साठी ॲल्युमिनियम, तांबे, शिसे, मॅग्नेशियम, जस्त आणि सोडीयम या धातुंचे नमुने गोळा करा.

3.2.1 जेव्हा धातू हवेत जाळतात तेव्हा काय घडते ?

मॅग्नेशियम हवेत जाळल्यास तो पांढऱ्या प्रखर ज्योतीने जळतो तुम्ही उपक्रम 3.8 मध्ये पाहीला आहात. सर्व धातु याच प्रकारे क्रिया करतात का ? आता आपण खालील उपक्रम करुन तो तपासून पाहू.

उपक्रम 3.9

खबरदारी : खालील उपक्रम करताना शिक्षकांची मदत घ्या. विद्यार्थ्यांनी डोळ्यांचे संरक्षण करणाऱ्या वस्तू वापरल्या तर अधिक चांगले आहे.

- वरील नमुन्यातील एक नमुना चिमट्यामध्ये धरुन जळणाऱ्या ज्योतीवर जाळा. दुसऱ्या धातुंच्या नमुन्यासाठी हीच क्रिया पुन्हा करा.
- तयार झालेले उत्पादित पदार्थ जमा करा.
- आता उत्पादित पदार्थ व धातुचा पृष्ठभाग थंड होऊ द्या.
- कोणता धातु सहजपणे जळतो ?
- जेव्हा धातू जळाले तेव्हा कोणत्या रंगाच्या ज्योतीचे निरीक्षण केले ?
- धातु जाळल्यानंतर त्याचा पृष्ठभाग कसा दिसला ?
- ऑक्सीजन बरोबर क्रिया होण्याच्या उतरत्या क्रमांने धातुंची मांडणी करा.
- उत्पादित पदार्थ पाण्यात विरघळतात का ?

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

जवळ जवळ सर्व धातु ऑक्सिजन बरोबर संयोग पावून त्या धातुंची ऑक्साईडस तयार करतात.

धातु + ऑक्सिजन ⟶ धातूचे ऑक्साईड

उदाहरण : जेव्हा तांबे हवेमध्ये तापवितात तेव्हा ऑक्सीजन बरोबर संयोग होऊन कॉपर (II) ऑक्साईड तयार होते. ते काळे ऑक्साईड असते.

$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$

(तांबे) कॉपर (II) ऑक्साईड

त्याच प्रमाणे, ॲल्युमिनियम पासून ॲल्युमिनियम ऑक्साईड तयार होते.

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

ॲल्युमिनियम अंल्युमिनियम ऑक्साईड

प्रकरण 2 आठवा. कॉपर ऑक्साईड हे हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर कशी क्रिया करते? तुम्ही धातूची ऑक्साईड ही अल्कली स्वरुपात असतात हे शिकला आहात. परंतु, काही

ॲल्युमिनियम ऑक्साईड, झिंक ऑक्साईड इ. धातूची ऑक्साईडस् दोन्ही आम्लीय तसेच अल्कली गुणधर्म दर्शवितात. अशाप्रकारचे धातुचे ऑक्साईडस् दोन्हीही आम्ल व अल्कली यांच्याबरोबर क्रियाकरुन क्षार आणि पाणी तयार करतात म्हणुन त्यांना उभयधर्मी ऑक्साईडस् (Amphoteric oxides) म्हणतात. ॲल्युमिनियम ऑक्साईड हे आम्ल व अल्कली यांच्या बरोबर खालील प्रमाणे क्रिया करते

$$Al_2O_3 + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{(सोडीयम ॲल्युमिनेट)}}{2NaAlO_3} + H_2O$$

बऱ्याच धातूचे ऑक्साईडस् पाण्यामध्ये अविद्राव्य (न विरघळणारी) आहेत परंतु यामधील अल्कलीपासून बनलेले काही पाण्यामध्ये विरघळतात. सोडियम ऑक्साईड आणि पोटॅशियम ऑक्साईड पाण्यात विरघळून खालीलप्रमाणेअल्कली तयार करतात.

$$Na_2O\,(S) + H_2O\,(I) \longrightarrow 2NaOH\,(Aq)$$

$$K_2O\,(S) + H_2O\,(I) \longrightarrow 2KOH\,(Aq)$$

आपण उपक्रम 3.9 मध्ये पाहिले आहे की, सर्व धातू ऑक्सीजन बरोबर सारख्याच प्रकारे (दराने) क्रिया करत नाहीत. वेगवेगळे धातु वेगवेगळ्या क्रियाशीलतेने ऑक्सीजन बरोबर क्रिया करतात. पोटॅशियम आणि सोडियम यासारखे धातू जर हवेत उघड्यावर ठेवले तर लगेच क्रिया होऊन ते पेट घेतात. म्हणून सुरक्षित ठेवण्यासाठी आणि अचानक पेट घेऊ नयेत यासाठी ते रॉकेलमध्ये बुडवून ठेवतात. सामान्य तपमानाला मॅग्नेशियम, ॲल्युमिनियम, जस्त, शिसे इत्यादी धातूंचे पृष्ठभाग पातळ ऑक्साईडसच्या थरांनी झाकून ठेवतात. हा ऑक्साईडचा थर धातूच्या आणखी होणाऱ्या ऑक्सीडीकरणाला प्रतिबंध करतो. लोखंडाला उष्णता दिल्यास ते जळत नाही परंतु, लोखंडाचा किस बर्नरच्या ज्योतीने जाळल्यास शीघ्रतेने ठिणग्या उडतात. तांबे जळत नाही परंतू गरम धातूवर कॉपर (II) ऑक्साईडचा काळ्या रंगाचा थर जमा होतो. चांदी आणि सोने ऑक्सिजन बरोबर जास्त तपमानामध्ये सुध्दा क्रिया करत नाहीत.

तुम्हाला माहीत आहे का ?

ॲनोडायझिंग (Anodising) ही ॲल्युमिनियमवर ऑक्साईडचा जाड थर देण्याची पध्दत आहे. ॲल्युमिनियम हवेत उघड्यावर ठेवतात तेव्हा ऑक्साईडचा थर विकसित होतो. हा ॲल्युमिनियम. ऑक्साइडचे आवरण झीजण्यास प्रतिबंध करतो. हा प्रतिबंध आणखी ऑक्साईडचा थर जाड करुन करु शकतो. ॲनोडायझिंगमध्ये ॲल्युमिनियमची स्वच्छ वस्तू ॲनोड म्हणून घेतली जाऊन सल्फ्युरिक आम्लाबरोबर विद्युत अपघटन केले जाते. ॲनोड मधून बाहेर पडणारा ऑक्सिजन ॲल्युमिनियम बरोबर क्रिया करुन ऑक्साईडचा जाड संरक्षक थर तयार करतो. हा ऑक्साईडचा थर ॲल्युमिनियम वस्तूवर रंगवून आकर्षक बनविली जाते.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 3.9 : पुर्ण केल्यावर तुम्हाला समजुन येईल कि, नमुना म्हणून घेतलेल्या सर्व धातूमध्ये सोडियम हा अधिक क्रियाशील आहे. मॅग्नेशियम हा कमी क्रियाशील असून सोडियम एवढा क्रियाशील नाही. परंतु जस्त, लोखंड, तांबे किंवा शिसे ऑक्सिजन बरोबर जाळुन सुध्दा त्यांची क्रियाशीलता ठरविण्यास मदत होत नाही. आता आपण आणखी काही क्रिया धातूच्या क्रियाशीलतेचा क्रम ठरविण्यासाठी करुया.

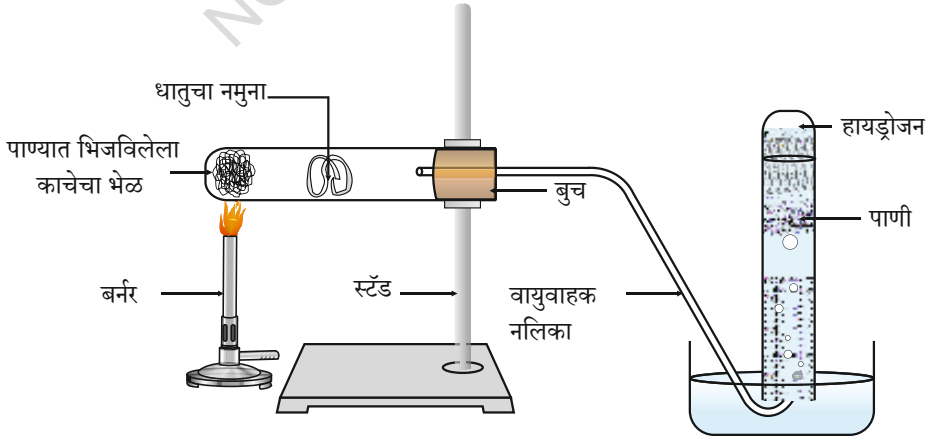
3.2.2 जेव्हा धातु पाण्याबरोबर क्रिया करतात तेव्हा काय घडते ?

उपक्रम 3.10

खबरदारी : या उपक्रमासाठी शिक्षकांची मदत घ्या.

- उपक्रम 3.9 प्रमाणे धातुंचे तेच नमुने जमा करा.
- थंड पाण्याने निम्म्या भरलेल्या चंचुपात्रात प्रत्येक नमुन्याचे वेगवेगळे तुकडे टाका.
- कोणता धातु थंड पाण्याबरोबर क्रिया करतो ? थंड पाण्याबरोबर क्रिया करणाऱ्या धातूंची क्रियाशीलता त्यांच्या चढत्या क्रमाने मांडा.
- कोणता धातु पाण्यावर आग निर्माण करतो ?
- काही वेळानंतर कोणता धातू पाण्यावर तरंगण्यास सुरुवात करतो ?
- गरम पाण्याने निम्म्या भरलेल्या चंचुपात्रात थंड पाण्याबरोबर क्रिया न करणारा धातु टाका.
- आकृती 3.3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उपकरणांची मांडणी करुन गरम पाण्याबरोबर क्रिया न करणारा धातु व पाण्याची वाफ यांची होणारी क्रिया यांचे निरिक्षण करा.
- अजुन सुध्दा कोणता धातु वाफेबरोबर क्रिया करत नाही ?
- पाण्याबरोबर क्रिया करणाऱ्या धातुंची क्रियाशीलता उतरत्या क्रमात मांडणी करा.

© BSTB NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 3.3 धातूवर वाफेची क्रिया

धातुची पाण्याबरोबर क्रिया होऊन धातूचे ऑक्साईड आणि हैड्रोजन वायू तयार होतो. धातूची ऑक्साईडस् पाण्यात विरघळतात पुढे त्या धातुंचे हायड्रॉक्साईड तयार होतात. परंतु सर्व धातु पाण्याबरोबर क्रिया करत नाहीत.

धातु + पाणी ⟶ धातुचे ऑक्साईड + हैड्रोजन

धातूचे ऑक्साईड + पाणी ⟶ धातुंचे हायड्रॉक्साईड.

पोटॅशियम आणि सोडियम यासारखे धातु थंड पाण्याबरोबर शीघ्र गतीने क्रिया करतात. सोडियम व पोटॅशियम बाबतीत शीघ्रगतीने क्रिया होऊन उष्णता निर्माण होऊन हैड्रोजन वायू बाहेर पडतो व लगेच आग लागते.

$2\,K(s) + 2H_2O\,(I) \longrightarrow 2\,KOH\,(aq) + H_2(g) +$ उष्णता ऊर्जा

$2\,Na(s) + 2H_2O\,(I) \longrightarrow 2NaoH\,(aq) + H_2(g) +$ उष्णता ऊर्जा

पाण्याबरोबर होणारी कॅल्शियमची क्रिया कमी क्रियाशील आहे. मुक्त होणारी ऊर्जा हायड्रोजनला पेट घेण्यास पुरेशी नसते.

$$Ca(s)+2H_2O(I) \longrightarrow Ca(OH)_2\,(aq)+H_2\,(g)$$

हैड्रोजन वायू बुडबुडे निर्माण करुन धातुला पृष्ठभागाशी धरुन ठेवतो म्हणूनच कॅल्शियम तरंगतो.

मॅग्नेशियम थंड पाण्याबरोबर क्रिया करत नाही. तो गरम पाण्याबरोबर क्रिया करुन मॅग्नेशियम हायड्रॉक्साईड व हायड्रोजन वायू तयार करतो. तो सुध्दा तरगतो कारण हायड्रोजन वायुचे बुडबडे त्याला पृष्ठभागाशी धरुन ठेवतात.

ॲल्युमिनियम, लोखंड आणि जस्त यासारखे धातु थंड पाण्याबरोबर किंवा गरम पाण्याबरोबर क्रिया करत नाहीत. परंतु ते पाण्याच्या वाफेबरोबर क्रिया करुन धातूंचे ऑक्साईड आणि हायड्रोजन वायू तयार करतात.

$$2Al(S) + 3H_2O(g) \longrightarrow Al_2O_3\,(s) + 3H_2\,(g)$$

$$3Fe\,(s) + 4\,H_2O\,(g) \longrightarrow Fe_3O_4\,(s) + 4H_2\,(g)$$

थंड किंवा गरम पाण्याबरोबर शिसे, तांबे, चांदी आणि सोने यासारखे धातू क्रिया करत नाहीत.

3.2.3 जेव्हा धातु आम्लांबरोबर क्रिया करतात तेव्हा काय घडते ?

तुम्ही याअगोदर शिकलाआहातच की धातूंची आम्लाबरोबर क्रिया होऊन क्षार आणि हैड्रोजन वायु तयार होतात.

धातु + सौम्य आम्ल ⟶ क्षार + हैड्रोजन

परंतु, सर्व धातू यासारखीच क्रिया करतात का ? हे आपण शोधू.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 3.11

- सोडियम व पोटॅशियम धातू सोडून इतर धातूंचे नमुने गोळाकरा. जर नमुन्यांचे तेज कमी असेल तर पॉलीश पेपरने घासून स्वच्छ करा. खबरदारी : सोडियम व पोटॅशियम धातू थंड पाण्याबरोबर सुध्दा लगेच क्रिया करतात म्हणून त्यांना घेऊ नये.
- हायड्रो क्लोरिक आम्ल असलेल्या प्रत्येक परीक्षानळीत धातूचे वेगवेगळे नमुने टाका.
- परीक्षानळीत थर्मामीटर (तापमापक) चा बल्ब आम्लामध्ये बुडेल असे टांगुन ठेवा.
- काळजीपूर्वक बुडबुडे निर्माण होण्याच्या दराचे निरिक्षण करा.
- सौम्य हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर कोणते धातू लगेच क्रिया करतात ?
- तुम्ही कोणत्या धातूचे तपमान उच्च असल्याची नोंद केला ?
- सौम्य आम्लाबरोबर क्रिया करणाऱ्या धातूंची क्रियाशीलता उतरत्या क्रमात मांडा.

मॅग्नेशियम , ॲल्युमिनियम , जस्त आणि लोखंड यांची सौम्य हायड्रोक्लोरिक आम्ल बरोबर होणाऱ्या क्रियेचे समीकरण लिहा.

धातूची नायट्रीक आम्लाबरोबर क्रिया झाली असता हैड्रोजन वायु मुक्त होत नाही. कारण HNO_3 हा जास्त ऑक्सीडीकारक असून तो H_2 चे ऑक्सीडीकरण करुन पाणी तयार करतो व स्वत: क्षपण होऊन कोणतेही नायट्रोजन ऑक्साईड (N_2O, NO, NO_2) बनतात. परंतु मॅग्नेशियम (Mg) व मॅगनीज (Mn) यांची सौम्य HNO_3 बरोबर क्रिया होऊन हायड्रोजन (H_2) वायू बाहेर पडतो.

तुम्ही उपक्रम 3.11 मध्ये निरिक्षण केले आहे की, जास्त प्रमाणात बुडबुडे तयार होण्याचा दर मॅग्नेशियम या धातूत आहे. ही क्रिया सुध्दा उष्मादायी (जास्त ऊर्जा निर्माण होणे) आहे. धातूची क्रियाशीलता उतरत्या क्रमाने $Mg > Al > Zn > Fe$ अशी आहे. तांबे या धातूच्या बाबतीत बुडबुडे दिसत नाहीत आणि तपमान न बदलता स्थिर राहते. म्हणजेच तांब्यावर सौम्य HCl ची क्रिया होत नाही हे दिसते.

तुम्हाला माहित आहे का ?

आम्लराज (लॅटीन-रॉयल वॉटर) : हे तीव्र हायड्रोक्लोरिक आम्ल आणि तीव्र नायट्रीक आम्ल यांचे अनुक्रमे 3:1 या प्रमाणात ताजे बनविलेले मिश्रण आहे. यामध्ये सोने सुध्दा विरघळु शकते. तथापि यामधील एका आम्लात सोने विरघळु शकत नाही. आम्लराज हे सोने आणि प्लॅटिनम धातु विरघळविणारा रासायनिक प्रक्रियेसाठी वापरला जाणारा द्रव पदार्थ आहे.

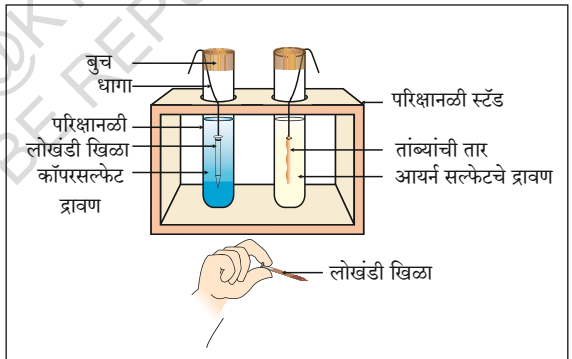
© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

3.2.4 दुसऱ्या धातुंच्या क्षारांच्या द्रावणा बरोबर धातु कशी क्रिया करतात ?

उपक्रम 3.12

- स्वच्छ ताब्यांची तार आणि लोखंडाचा खिळा घ्या.
- आकृती 3.4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे आयर्न सल्फेटचे द्रावण असलेल्या परीक्षा नळीत तांब्याची तार आणि कॉपर सल्फेटच्या द्रावणात लोखंडी खिळा ठेवा.
- 20 मिनिटानंतर तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.
- कोणत्या परिक्षानळीत तुम्हांला क्रिया घडून आलेली दिसली ?
- उपक्रम 3.9, 3.10 आणि 3.11 मधील निरीक्षणाचा संबंध तुम्ही लावू शकता का?
- वर घडलेल्या क्रियेचे संतुलीत रासायनिक समीकरण लिहा.
- रासायनिक क्रियेच्या प्रकाराचे नांव लिहा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 3.4 धातूची क्षारांच्या द्रावणाबरोबर क्रिया.

क्रियाशील धातु त्यांच्या संयुगाच्या द्रावणातून त्यांच्या पेक्षा कमी क्रियाशील धातूंना विस्थापीत करतात.

सर्व धातु समान क्रियाशील नसतात हे आपण मागील भागात पाहीले आहे. आपण वेगवेगळ्या धातूंची क्रियाशीलता ऑक्सिजन, पाणी आणि आम्लाबरोबर तपासली आहे. परंतु सर्व धातु या घटकांशी क्रिया करत नाहीत म्हणुनच सर्व धातूंचे नमुने न ठेवता आपण ते धातु त्याच्या क्रियाशीलतेच्या उतरत्या क्रमाने गोळा करु. प्रकरण 1 मध्ये धातूंच्या क्रियाशीलतेबद्दलचा पुरावा विस्थापन क्रिया अभ्यासातून मिळाला आहे. तो साधा आणि सोपा आहे. जर A धातु B धातुला द्रावणातून विस्थापित करत असल्यास A धातू B पेक्षा जास्त क्रियाशील असतो.

धातु A + B चे क्षार द्रावण ------> A चे क्षार द्रावण + B धातू

उपक्रम 3.12 मधील निरिक्षणानुसार तांबे किंवा लोखंड यापैकी कोणता धातू जास्त क्रियाशील आहे.

3.2.5. क्रियाशीलतेची क्रमवारी (श्रेणी)

धातुंच्या क्रियाशीलतेची उतरत्या क्रमाने केलेली धातुंची यादी ही क्रियाशीलतेची क्रमवारी होय. विस्थापन प्रयोग (उपक्रम 1.9 आणि 3.2) केल्यानंतर खालील क्रमवारीला (तक्ता 3.2) क्रियाशिलता किंवा सक्रियता श्रेणी विकसीत केली आहे.

तक्ता 3.2 श्रेणी कृती धातुंची संबंधित क्रियाशीलता.

K	पोटॅशियम	अतिक्रियाशील
Na	सोडीयम	
Ca	कॅल्शियम	
Mg	मॅग्नेशियम	
Al	ॲल्युमिनियम	
Zn	जस्त	कमी क्रियाशील
Fe	लोखंड	
Pb	शिसे	
H	हायड्रोजन	
CU	तांबे	
Hg	पारा	
Ag	चांदी	
Au	सोने	कमीतकमी क्रियाशील

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. सोडियम रॉकेलमध्ये का बुडवून ठेवतात ?
2. खालील क्रियांसाठी समीकरण लिहा –
   i) लोखंडाची वाफेबरोबर
   ii) कॅल्शियम आणि पोटॅशियमची पाण्याबरोबर क्रिया.
3. A,B,C व D हे चार धातुचे नमुने घेऊन खाली दिलेल्या द्रावणात एकापाठोपाठ एक मिसळले त्याचा जो परीणाम मिळाला तो खालील तक्त्यात नोंद केला आहे.

धातु	लोखंडा II सल्फेट	कॉपर (II) सल्फेट	झिंकसल्फेट	सिलव्हर सल्फेट
A	क्रिया नाही	विस्थापन		
B	विस्थापन	–	क्रिया नाही	
C	क्रिया नाही	क्रिया नाही	क्रिया नाही	विस्थापन
D	क्रिया नाही	क्रिया नाही	क्रिया नाही	क्रिया नाही.

वरील तक्त्याचा उपयोग करुन A, B, C व D या धातुबद्दल खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

1) जास्त क्रियाशील धातु कोणता आहे ?
2) जर धातु B हा कॉपर (II) सल्फेटच्या द्रावणात मिसळला तर तुमचे निरिक्षण काय असेल ?
3) क्रियाशीलतेच्या उतरत्या क्रमाने धातु A, B, C व D मांडा.
4) क्रियाशील धातुची सौम्य हायड्रोक्लोरीक आम्लाबरोबर क्रिया केल्यास कोणता वायु बाहेर पडतो? जेव्हा लोखंडाची सौम्य H_2SO_4 बरोबर क्रिया होते त्याचे रासायनिक समीकरण लिहा.
5) आयर्न (II) सल्फेटच्या द्रावणात जस्त मिसळले असता तुमचे निरीक्षण काय असेल? त्याची रासायनिक क्रिया लिहा.

3.3 धातु आणि अधातु यामध्ये क्रिया कशी होते ?

धातूची क्रिया ही अनेक घटकांबरोबर होते हे तुम्ही वरील उपक्रमामध्ये पाहीले आहे. धातु अशाप्रकारे क्रिया का करतात ? इयत्ता 9 वी वर्गात आपण मुलद्रव्यांच्या इलेक्ट्रॉन संरुपणाबद्दल शिकलो आहोत, ज्यांची संयुजा कक्षा पुर्णपणे भरलेली असते आणि रासायनिक क्रियाशीलता कमी असते. आम्ही म्हणुनच मुलद्रव्याची संयुजा कक्षा पूर्ण भरण्याची असलेली क्षमता असे वर्णन मुलद्रव्याच्या क्रियाशीलतेचे करतो.निष्क्रीय वायूंचे इलेक्ट्रॉन संरुपण आणि काही धातु आणि अधातू या विषयी आपण पाहु.

आपण तक्ता 3.3 मध्ये सोडीयमच्या अणुच्या बाह्यकक्षेमध्ये एकच इलेक्ट्रॉन आहे जर त्याने या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन गमावला तर त्याची 9 कक्षा ही सर्वात बाह्यकक्षा बनून त्यांचे अष्टक स्थिर होईल; या अणुच्या केंद्रकाचे अजुनही 11 प्रोटॉन आहेत परंतु इलेक्ट्रॉनची संख्या 10 झाली आहे म्हणुन त्याच्यावर धन भार सोडीयम धन आयन + आहे. दुसऱ्या बाजुला क्लोरीनच्या सर्वात बाह्यकक्षेमध्ये सात इलेक्ट्रॉन असतात.

तक्ता 3.3 कांही मुलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉनीक संरुपण

मुलद्रव्याचा प्रकार	मुलद्रव्य	अणुक्रमांक	कक्षेमधील इलेक्ट्रॉनची संख्या			
			K	L	M	N
निष्क्रीय वायु (राजवायू)	हेलीयम (He)	2	2			
	निऑन (Ne)	10	2	8		
	अरगॉन (Ar)	18	2	8	8	
धातु	सोडीयम (Na)	11	2	8	1	
	मॅग्नेशियम (Mg)	12	2	8	2	
	ॲल्यूमिनियम (Al)	13	2	8	3	
	पोटॅशियम (K)	19	2	8	8	7

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अधातु	नायट्रोजन (N)	7	2	5		
	ऑक्सीजन (O)	8	2	6		
	प्लोरीन (F)	9	2	7		
	फॉस्फरस (P)	15	2	8	5	
	गंधक (S)	16	2	8	6	

आणि त्याला अष्टक पुर्ण करण्यासाठी एक इलेक्ट्रॉनची गरज असते जर सोडियम आणि क्लोरीन यांची क्रिया झाली तर सोडियमने गमावलेला एक इलेक्ट्रॉन क्लोरिन घेतो. क्लोरिन अणुला एक इलेक्ट्रॉन मिळाल्यानंतर तो ऋणभारीत बनतो कारण त्याच्या केंद्रकाध्ये 17 प्रोटॉन्स व K,L आणि M या कक्षामध्ये 18 इलेक्ट्रॉन्स होतात.

म्हणून दोन्ही मुलद्रव्यामधील देवाण – घेवण खालीलप्रमाणे होते (आकृती 3.5)

@KTES NOT TO BE REPUBLISHED

$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$

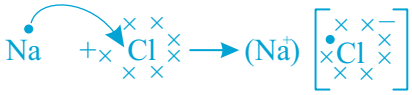
2, 8, 1 2, 8

(सोडीयम)

$Cl + e^{-} \longrightarrow Cl^{-}$

2, 8, 7 2, 8, 8

(क्लोराईड ॲनायन)



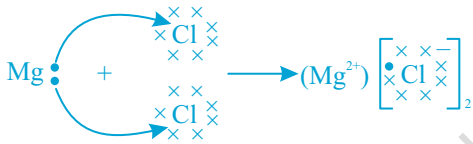
आकृती 3.5 सोडीयम क्लोराईडची निर्मिती

सोडियम आणि क्लोरिन हे विरुध्द भाराचे आयन्स असल्यामुळे ऐकमेकांकडे आकर्षित होतात आणि त्यांच्या मध्ये प्रबल विद्युतस्थितिज बल निर्माण होऊन सोडियम क्लोराईड (NaCl) बनते. सोडियम क्लोराईड हा रेणू म्हणून अस्तित्वात येत नाही परंतु विरुध्द भाराचे आयन्स म्हणून एकत्र येतो हे ध्यानात घ्या.

आता आपण मॅग्नेशियम क्लोराईड या एका आयनिक संयुगाची निर्मिती पाहू (आकृती 3.6)

$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$
2, 8, 2, 2, 8
(मॅग्नेशियम)

$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$
2, 8, 7 2, 8, 8
(क्लोराईड आयन्स)



आकृती 3.6 मॅग्नेशियम क्लोराईडची निर्मिती.

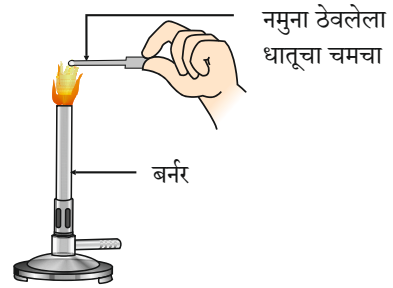
धातूमधून अधातूमध्ये इलेक्ट्रॉन पाठवून संयुगे बनविण्याच्या या पध्दतीला आयनिक संयुगे किंवा इलेक्ट्रोव्हॅलंट संयुगे असे म्हणतात. $MgCl_2$ मधील धन आयन आणि ऋण आयन यांची नांवे सांगू शकाल का ?

3.3.1 आयनिक संयुगांचे गुणधर्म

आयनिक संयुगांचे गुणधर्म शिकण्यासाठी आता आपण खालील उपक्रम करुया.

उपक्रम 3.13

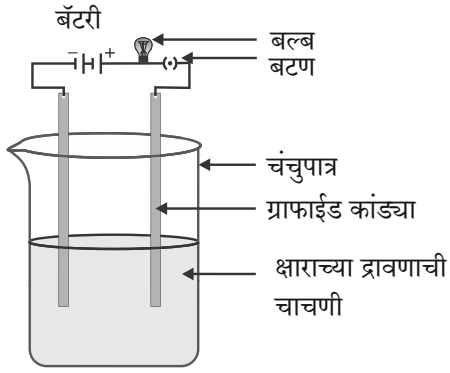
- सोडियम क्लोराईड, पोटॅशीयम आयोडाईड, बेरियम क्लोराईड किंवा विज्ञान प्रयोगशाळेत उपलब्ध असणारे कोणत्याही क्षाराचे नमुने घ्या.
- या क्षारांची भौतीक स्थिती कोणती आहे ?
- धातुच्या चमच्यावर थोडा नमुना घेऊन त्याला बर्नरच्या ज्योतीने उष्णता द्या.
  (आकृती 3.7) इतर सर्व नमुन्यासाठी सुध्दा हीच कृती करा.



आकृती 3.7 चमच्यामधील क्षारांच्या नमुन्याला उष्णता देणे.

© KSEB NOT TO BE REPUBLISHED

- तुम्ही काय निरीक्षण केलात ? नमुन्यामुळे ज्योतीला आणखी कोणते रंग येतील ? ही संयुगे वितळतात का ?
- नमुने पाणी, पेट्रोल आणि रॉकेल यामध्ये विरघळविण्याचा प्रयत्न करा.ते विरघळतात का ?
- एका क्षाराच्या द्रावणात आकृती 3.8 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे इलेक्ट्रोड बुडवा, तुम्ही काय निरिक्षण केलात ? अशाप्रकारे इतर नमुन्यांची चाचणी करा.
- या क्षारांच्या गुणधर्माबद्दल (लक्षणे) तुमचे अनुमान काय आहे ?)



आकृती 3.8 क्षारांच्या द्रावणातील वाहकांची चाचणी

तक्ता 3.4 काही आयनिक संयुगांचे द्रवणांक आणि उत्कलन बिंदू

आयनिक संयुगे	द्रवणांक बिंदू K	उत्कलनबिंदू K
NaCl	1074	1686
LiCl	887	1600
$CaCl_2$	1045	1900
CaO	2850	3120
$MgCl_2$	981	1685

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

आयनिक संयुगोचे सर्वसाधारणपणे तुम्ही खालील गुणधर्मांचे निरिक्षण कराल

1) भौतीक स्वरुप : आयनिक संयुगे ही घनरुप आणि काही कठिण असतात कारण यामधील धन आयन्स आणि ऋण आयन्स यांच्यामध्ये जास्त आकर्षण बल असते. ही संयुगे साधारणपणे ठिसुळ असतात आणि जेव्हा त्यांच्यावर दाब देतो तेव्हा त्यांचे तुकडे होतात.

2) द्रवणांक आणि उत्कलनबिंदु: आयनिक संयुगांना उच्च द्रवणांक आणि उत्कलनबिंदू (तक्ता 3.4) असतो. कारण त्यांच्यामधील आंतर – आयनिक आकर्षण तोडण्यासाठी आवश्यक ऊर्जेची गरज असते.

3) विद्राव्यता : विद्युत संयुजा संयुगे ही साधारणपणे पाण्यात विरघळतात आणि रॉकेल, पेट्रोल इत्यादी द्रावणात विरघळत नाहीत.

4) विद्युत वाहक: या संयुगाच्या द्रावणात मुक्त संचार करणारे प्रभारित कण असतात त्यामुळे विद्युत वहन होते. आयनिक संयुगांच्या पाण्याच्या द्रावणात आयन्स असतात. जेव्हा द्रावणातुन विद्युत धारा प्रवाहित होते तेव्हा विरुध्द इलेक्ट्रोडकडे आयन्स हालचाल

करतात. घनरुप स्थितीतील आयनिक संयुगातून विद्युत धारा वाहत नाही कारण घनरुप अवस्थेत आयन्सची रचना एकमेंकाला चिकटून (घट्ट) असल्यामुळे आयन्सची हालचाल होत नाही. परंतु, आयनिक संयुगांच्या वितळलेल्या अवस्थेत हे शक्य होते कारण उष्णता दिल्यामुळे विद्युत प्रभारीत आयन्समध्ये विद्युत संयुजी आकर्षण बल कमी होते. तथापि, आयन्स मुक्त होऊन फिरु लागतात आणि विद्युत वाहते.

प्रश्न :

1) i. सोडियम, ऑक्सिजन आणि मॅग्नेशियम यांची इलेक्ट्रॉन बिंदू रचना लिहा.
   ii. Na_2O आणि MgO यांची निर्मिती इलेक्ट्रॉन स्थानातंराने दाखवा.
   iii. वरील संयुगामध्ये कोणते आयन्स आहेत ?
2) आयनिक संयुगांना उच्च द्रवणांक बिंदू का असतो ?

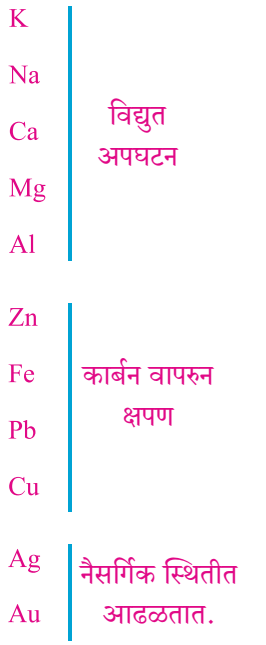
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

3.4 धातुंचे आढळणे (Occurrence of Metals)

धातुंचे प्रमुख स्त्रोत पृथ्वीचे भूकवच आहे. सोडीयम क्लोराईड, मॅग्नेशियम क्लोराईड इत्यादी. द्रावणीय क्षार समुद्राच्या पाण्यात असतात. पृथ्वीच्या भुकवचामध्ये नैसर्गिकरित्या आढळणाऱ्या मुलद्रव्ये किंवा संयुगाना खनिजे असे म्हणतात. विशिष्ट धातुंचे शेकडा प्रमाण खनिजामध्ये काही ठिकाणी जास्त असते. आणि ज्या खनिजापासुन फायदेशीररित्या धातुंचे निष्कर्षण (Extracted) करता येते त्या खनिजाना धातुके (ores) असे म्हणतात.

3.4.1. धातुंचे निष्कर्षण

धातुंच्या क्रियाशीलतेच्या श्रेणीबद्दल तुम्ही शिकला आहात. या ज्ञानाच्या अधारे धातुंचे धातुकापासून निष्कर्षण कसे करतात ते तुम्हाला सहज समजले आहे. काही धातु पृथ्वीच्या भूकवचात मुक्त स्थितीत आढळतात, काही धातु त्यांच्या संयुगाच्या स्वरुपात आढळतात. क्रियाशीलतेच्या श्रेणीच्या तळाशी असणारे धातु कमी क्रियाशील असल्यामुळे ते मुक्त स्थितीत आढळतात. उदा. तांबे आणि चांदी त्यांच्या सल्फाईड किंवा ऑक्साईड संयुगांच्या स्थितीत सुध्दा आढळतात.



आकृती 3.9 क्रियाशीलतेची श्रेणी आणि धातुच्या शुध्दीकरणाचा संबंध.

क्रियाशीलतेच्या श्रेणीच्या वरच्या बाजुस असलेले धातु (K, Na, Ca, Mg आणि Cl,) हे क्रियाशील असल्यामुळे ते केव्हाही निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळत नाहीत. क्रियाशीलतेच्या मध्यभागी असणारे धातु (Zn, Fe, Pb, इत्यादी) साधारण क्रियाशील असतात. ते ऑक्साईड, सल्फाईड किंवा कार्बोनेटच्या स्वरुपात पृथ्वीच्या भूकवचात आढळतात. आपणाला अनेक धातुंची खनिजे ही ऑक्साईड स्वरुपात आढळतील कारण ऑक्सिजन हे मुलद्रव्य जास्त क्रियाशील असून ते पृथ्वीवर मुबलक प्रमाणात आहे. म्हणुनच, क्रियाशीलतेच्या आधारे आपण धातुंचे वर्गीकरण खालील तीन, गटात करु शकतो (आकृती 3.9)

1) कमी क्रियाशील धातु

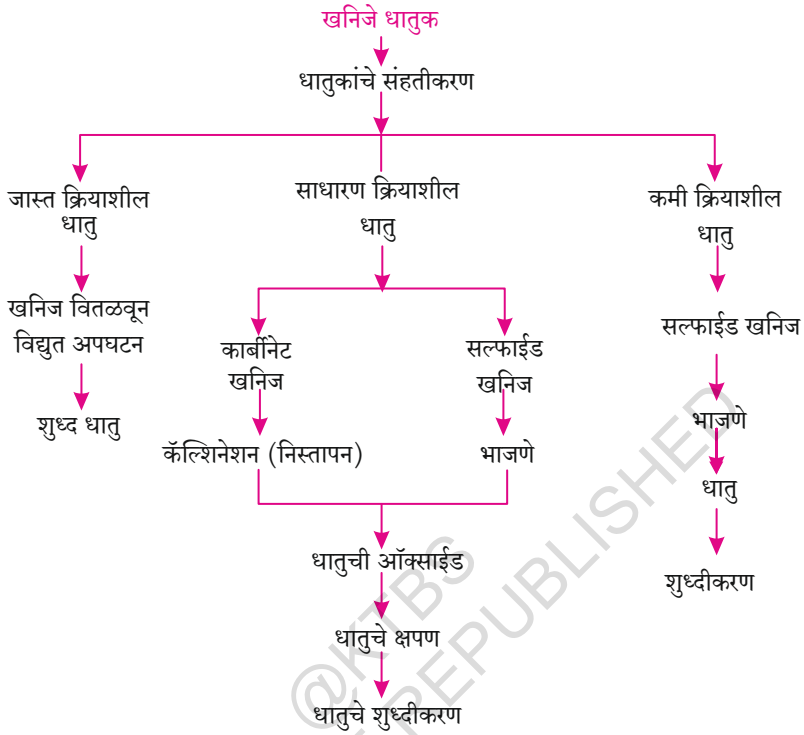
2) साधारण क्रियाशील धातु

3) जास्त क्रियाशील धातु

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रत्येक गटातील धातु मिळविण्यासाठी निरनिराळ्या तंत्रज्ञानाचा उपयोग करतात.

खनिजापासुन शुध्द धातूंचे निष्कर्षण करण्यासाठी अनेक टप्पे आहेत. आकृती 3.10 मध्ये या टप्प्यांचा सारांश दिला आहे. खालील तक्त्यात प्रत्येक टप्प्याचे वर्णन केले आहे.



आकृती 3.10 खनिजापासुन धातुंचे निष्कर्षण करताना येणारे टप्पे.

3.4.2. धातुकांची संपन्नावस्था (Enrichment of ores)

जमीनीमधून काढलेल्या धातुकांच्या खनिजामध्ये मोठ्या प्रमाणात माती, वाळू इ. अशुध्द पदार्थ असतात त्यांना गँग (Gangue) असे म्हणतात. धातुंचे शुध्दीकरण करण्यापूर्वी खनिजामधील अशुध्द पदार्थ काढून टाकले पाहिजेत. गँग व धातुके काढून टाकण्याची प्रक्रिया ही त्यांची भौतीक किंवा रासायनिक गुणधर्म यामधील फरकावर अवलंबुन असते यासाठी वेगवेगळे तंत्रज्ञान क्रमाक्रमाने अमंलात आणतात.

3.4.3 कमी क्रियाशील श्रेणीतील धातुंचे निष्कर्षण (Extracting Metals low in activity series)

धातु कमी क्रियाशील असल्यास ते खुपच अक्रियाशील असतात. या धातुंच्या ऑक्साईडसना उष्णता देऊन नंतर त्यांचे क्षपण करुन धातु मिळवितात. उदा. सिन्नाबार (HgS) हे एक पाऱ्याचे धातुक आहे. त्याला हवेत उष्णता दिली असता पहिल्यांदा मर्क्युरीक ऑक्साईड (Hgo) मिळते. त्याला आणखी उष्णता दिली असता त्याचे क्षपण होऊन पारा मिळतो.

$$2HgS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{उष्णता}} 2HgO(s) + 2SO\ (g)$$

@MTBS NOT TO BE REPUBLISHED

$$2HgO \xrightarrow{\text{उष्णता}} 2Hg\,(I) + O_2\,(g)$$

त्याचप्रमाणे, तांबे जे कॉपर सल्फाईड (Cu_2S) या नैसर्गिक स्वरुपात आढळते त्या धातुकाला फक्त हवेत उष्णता देऊन मिळविता येते.

$$2Cu_2S + 3O_2\,(g) \xrightarrow{\text{उष्णता}} 2Cu_2O\,(S) + 2SO_2\,(g)$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\text{उष्णता}} 6Cu\,(S) + SO_2\,(g)$$

3.4.4 साधारण मध्यम क्रियाशील श्रेणीतील धातुंचे निष्कर्षण –

साधारण क्रियाशील श्रेणीतील लोखंड, जस्त, शिसे, तांबे इ. धातू साधारण क्रियाशील असतात. ते नेहमी निसर्गात सल्फाईड किंवा कार्बोनेट स्वरुपात असतात. त्यांच्या सल्फाईड आणि कार्बोनेट स्वरुपाच्या तुलनेत त्यांच्या ऑक्साईड स्वरुपात धातू मिळविणे सोपे असते. म्हणूनच क्षपण करण्यापुर्वी धातुच्या सल्फाईड आणि कार्बोनेटचे रुपांतर धातुच्या ऑक्साईडमध्ये करतात. सल्फाईड धातुकाला हवेमध्ये जास्त उष्णता देऊन त्यांचे ऑक्साईड मध्ये रुपातंर करतात. या क्रियेला भाजणे (Roasting) असे म्हणतात.

कार्बोनेटच्या धातुकाला मर्यादित हवेत जास्त उष्णता देऊन त्यांचे ऑक्साईडमध्ये रुपांतर करतात या क्रियेला निस्तापन (Calcination) असे म्हणतात. भाजणे आणि निस्तापन या रासायनिक अभिक्रिया जस्ताच्या धातुकामध्ये खालीलप्रमाणे दर्शवितात.

भाजणे (Roasting)

$$2ZnS\,(S) + 3O_2\,(g) \xrightarrow{\text{उष्णता}} 2\,ZnO\,(S) + 2SO_2\,(g)$$

निस्तापन (Calcination)

$$ZnCO_3\,(s) \xrightarrow{\text{उष्णता}} ZnO\,(S) + CO_2\,(g)$$

सबंधीत धातु मिळविण्यासाठी योग्य क्षपणक (उत्प्रेरक) वापरुन धातुच्या ऑक्साईडचे क्षपण केले जाते तो क्षपणक आहे कार्बन. उदाहरण झिंक ऑक्साईड कार्बन बरोबर तापविले असता त्याचे क्षपण होऊन जस्त धातु मिळतो.

$$ZnO\,(s) + C(S) \xrightarrow{\text{उष्णता}} Zn\,(S) + CO\,(g)$$

पहिल्या प्रकरणामध्ये वर्णन केलेल्या ऑक्सीडिकरण आणि क्षपण क्रिया आपणांला माहीत आहेतच. धातूंच्या संयुगापासून क्षपण क्रियेने सुध्दा धातू मिळविता येतात.

याशिवाय कार्बन (कोक) बरोबर धातूच्या ऑक्साईडचे क्षपण करुन धातु मिळवितात. कांही वेळा विस्थापन क्रियेचा सुध्दा उपयोग करतात. सोडियम, कॅल्शियम, ॲल्युमिनियम इत्यादी जास्त क्रियाशील असणाऱ्या धातुंचा क्षपणक (उत्प्रेरक) म्हणून उपयोग करतात कारण ते कमी क्रियाशील धातूंच्या संयुगामधून धातुंचे विस्थापन करतात. उदाहरण ॲल्युमिनीयम पावडर बरोबर मॅगेनीज डाय ऑक्साईडला उष्णता दिली असता खालील रासायनिक क्रिया घडून येते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

$$2MnO_2(S) + 4Al(S) \longrightarrow 3Mn(I) + 2Al_2O_3(S) + \text{उष्णता}$$



आ. 3.11 रेल्वे रुळांची औष्णीक क्रियेने जोडणी

तुम्ही ऑक्सीडीकारक आणि क्षपणक पदार्थ ओळखू शकता का ? ही विस्थापन क्रिया जास्त उष्मादायी आहे. या क्रियेमधून मोठ्या प्रमाणात उष्णता बाहेर पडते. त्यामुळे तो धातु वितळलेल्या (द्रव) स्थितीत असतो. तथापि, ॲल्युमिनियम बरोबर आयर्न (III) ऑक्साईड (Fe_2O_3) बरोबर होणाऱ्या क्रियेचा उपयोग करुन रेल्वेचे रुळ किंवा यंत्रांचे तुटलेले भाग जोडले जातात. या क्रियेला औष्णिक क्रिया (Thermit reaction) असे म्हणतात.

$$Fe_2O_3(S) + 2Al(s) \longrightarrow 2Fe(I) + Al_2O_3(S) + \text{उष्णता}$$

NOT TO BE @KTBS REPUBLISHED

3.4.5. उच्च क्रियाशील श्रेणीतील धातुंचे निष्कर्षण –

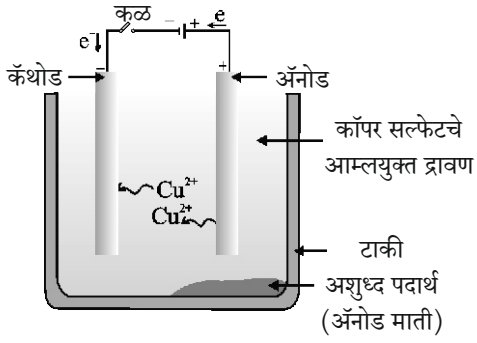
उच्च क्रियाशील श्रेणीतील धातु जास्त क्रियाशील असतात. त्या धातुंच्या संयुगांना कार्बन बरोबर उष्णता देऊन सुध्दा ते धातु मिळवू शकत नाही. उदा. सोडियम, मॅग्नेशियम, कॅल्शियम, ॲल्युमिनियम इ. यांच्या ऑक्साईडसचे कार्बन क्षपण करुन संबंधीत धातु मिळवू शकत नाही कारण या धातुना कार्बनपेक्षा ऑक्सिजनची जास्त आसक्ती असते हे धातु विद्युत अपघटनाने मिळविता येतात. उदा. सोडियम, मॅग्नेशियम आणि कॅल्शियम हे धातु त्यांच्या वितळलेल्या क्लोराईडच्या स्वरुपात विद्युत अपघटनाने मिळवितात. त्यावेळी धातु कॅथोड (ऋण प्रभारीत इलेक्ट्रोड) कडे जमा होतात तर क्लोरिन हे ॲनोड (धन प्रभारीत इलेक्ट्रोड) जवळ मुक्त होते. याची रासायनिक क्रिया –

कॅथोडकडे $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

ॲनोडकडे $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

त्याचप्रमाणे ॲल्युमिनियम ऑक्साईडचे विद्युत क्षपण करुन ॲल्युमिनियम मिळविता येतो.

3.4.6. धातुंचे शुध्दीकरण (Refining of Metals)



आ. 3.12 विद्युत पृथःकरण शुध्दीकरण

वेगवेगळ्या क्षपण क्रियेने वरील भागात वर्णन केलेले धातु जास्त शुध्द नसतात शुध्द धातु मिळविण्यासाठी त्यामध्ये असलेले अशुध्द पदार्थ बाजुला काढले पाहीजे. विद्युत पृथ: करण शुध्दीकरण पध्दत ही अशुध्द धातु शुध्द करण्याची महत्वाची व सर्वश्रृत पध्दत आहे.

विद्युत पृथःकरण शुध्दीकरण :

तांबे, जस्त, टीन, निकेल, चांदी, सोने इ. अनेक धातु विद्युत पृथःकरण पध्दतीने शुध्दीकरण करतात. या क्रियेमध्ये ॲनोड (+) म्हणून अशुध्द धातुची जाड पट्टी तर कॅथोड (–) म्हणून शुध्द धातुची पातळ पट्टी वापरतात. तसेच धातुच्या क्षाराचे द्रावण विद्युत द्रावण म्हणून वापरतात. आकृती 3.12 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उपकरणाची मांडणी करा. विद्युत द्रावणातुन विद्युत प्रवाह चालु केल्यास ॲनोडमधील शुध्द धातू विद्युत द्रावणात विरघळतो व द्रावणातील तो शुध्द धातु कॅथोडवर जमा होतो. विरघळणारे अशुध्द पदार्थ द्रावणात राहतात तर न विरघळणारे अशुध्द पदार्थ ॲनोडच्या तळाशी जमा होतात त्याला ॲनोड मळी असे म्हणतात.

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. खालील व्याख्या लिहा –
   1) खनिज 2) धातुक 3) गँग
2. निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळणाऱ्या दोन धातुंची नांवे लिहा ?
3. धातूंच्या ऑक्साईडपासून धातु मिळविण्यासाठी कोणत्या रासायनिक क्रियेचा उपयोग करतात ?

3.5 गंज (Corosion)

खालील प्रकारचे गंज तुम्ही प्रकरण 1 मध्ये शिकला आहात –

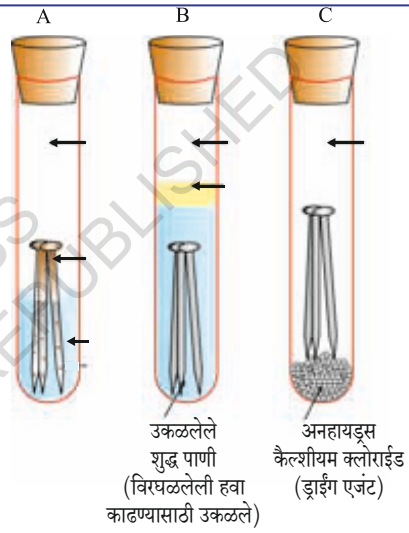
- चांदीचे दागिने काही काळ हवेमध्ये उघडे ठेवल्यास काळे पडतात. याचे कारण चांदी हवेतील गंधकाशी क्रिया होऊन त्यावर सिल्व्हर सल्फाईडचा थर तयार होतो.
- हवेतील ओलसर (दमट) कार्बनडाय ऑक्साईड बरोबर चांदी क्रिया करते आणि याचा चमकणारा तपकिरी पृष्ठभाग हळुहळु कमी चमकू लागतो आणि त्यावर हिरवे आवरण तयार होते. हा हिरवा पदार्थ म्हणजे कॉपर कार्बोनेट होय.
- लोखंड हवेतील आर्द्रतेमध्ये जास्त काळ उघडे ठेवले तर त्याची हवे बरोबर प्रक्रिया होऊन त्याच्यावर तपकिरी आवरण तयार होते त्याला गंज असे म्हणतात.

चला शोधूया की कोणत्या स्थितीमध्ये लोखंडाला गंज चढतो.

उपक्रम 3.14

- तीन परीक्षानळ्या घ्या व प्रत्येक परिक्षा नळीत स्वच्छ खिळा टाका.
- A, B, आणि C ही नांवे परिक्षानळ्यांना द्या. A परिक्षानळीत थोडेसे पाणी घालून बुच लावा.
- परिक्षानळी B मध्ये उकळलेले शुध्द पाणी व 1 मिली. तेल घालून बुच लावा. तेल पाण्यावर तरंगेल आणि हवेला पाण्यात विरघळण्यास प्रतिबंध करेल.
- परिक्षानळी C मध्ये निर्द्रव कॅल्शियम क्लोराईड घालून बुच लावा. निद्रव कॅल्शियम क्लोराईड हवेतील आर्द्रता शोषून घेते.

या सर्व परिक्षानळ्या काही दिवस तशाच ठेवा व नंतर निरीक्षण करा.



आकृती 3.13 लोखंड गंजण्याची स्थिती
परिक्षानळी A – हवा व पाणी आहे
परिक्षानळी B – पाण्यात हवा विरघळलेली नाही
परिक्षानळी C – हवा कोरडी आहे.

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्हाला परीक्षानळी A मधील लोखंडी खिळा गंजलेला दिसेल. परंतु परिक्षानळी B आणि C मधील खिळे गंजलेले नाहीत. परिक्षानळी A मधील लोखंडाचा खिळा हवेत आणि पाण्यात दोन्ही मध्ये आहे. परिक्षा नळी B मधील लोखंडी खिळा फक्त पाण्यातच आहे. आणि परिक्षानळी C मधील लोखंडी खिळा कोरड्या हवेत आहे. कोणत्या परिस्थितीमध्ये लोखंडी वस्तु गंजते हे आपणाला समजले काय ?

3.5.1 गंजण्यास प्रतिबंध

रंग लावणे, ग्रीस लावणे, गॅलव्हनायझिंग, क्रोम प्लेटिंग किंवा संमिश्रे (मीश्रधातू) बनवून लोखंडाच्या गंजण्यास प्रतिबंध करु शकतो.

गॅलव्हनायझिंग पध्दतीमध्ये स्टील आणि लोखंडावर झिंक (जस्त) चा जाड थर देऊन गंजण्यापासून प्रतिबंध केला जातो. जरी गॅलव्हनायझिंग केलेल्या वस्तुवरील जस्ताचे वरील आवरण गेले तरी ती वस्तु गंजण्यास प्रतिबंध करते. याचे कारण सांगू शकाल ?

'मिश्रधातु' ही एक चांगली पध्दत आहे धातुचे गुणधर्म सुधारण्याची. आपणाला या पध्दतीने पाहीजे असणारे गुणधर्म मिळवू शकतो. उदाहरण लोखंड हा मोठ्या प्रमाणात उपयुक्त असणारा धातु आहे. परंतु तो केव्हाही त्याच्या शुध्द स्वरुपात वापरत नाहीत कारण शुध्द लोखंड अतिशय मऊ असते आणि गरम असताना ते सहज ताणता येते परंतु जर त्यामध्ये कमी प्रमाणात कार्बन (0.05%) मिसळला तर ते कठीण व टणक वनते. लोखंडामध्ये जेव्हा निकेल आणि क्रोमियम मिसळतात तेव्हा आपणाला स्टेनलेस स्टिल मिळते जे कठिण असते पण गंजत नाही. अशाप्रकारे दुसऱ्या पदार्थाबरोबर मिसळले तर लोखंडाचे गुणधर्म बदलतात. म्हणजेच कोणत्याही धातुचे गुणधर्म बदलतात जर त्यामध्ये एखादा पदार्थ मिसळला तर मग धातु किंवा अधातु यापैकी कोणताही पदार्थ मिसळू शकतो. दोन किंवा अनेक धातु किंवा धातु आणि अधातु यांच्या एकजिन्नसी मिश्रणाला मिश्रधातू असे म्हणतात. मिश्रधातू तयार करताना प्रथम मुळ धातू वितळवून त्यामध्ये दुसरी मुलद्रव्ये निश्चित प्रमाणात विरघळवितात. नंतर ते कक्षीय तपमानाला सावकाश थंड करतात.

तुम्हाला माहित आहे का ?

शुध्द सोने 24 कॅरेटचे असून खुपच मऊ असते. म्हणूनच ते दागिने बनविण्यासाठी योग्य नसते. ते कठिण बनविण्यासाठी त्याच्यामध्ये चांदी किंवा तांबे घालून मिश्रधातू बनवितात. भारतात साधरपणे 22 कॅरेटचे सोने दागिने बनविण्यासाठी वापरतात. याचा अर्थ शुध्द सोने 22 भाग व 2 भाग चांदी किंवा तांबे वापरुन मिश्रधातू बनवितात.



दिल्लीतील लोखंडी खांब

एक धातू पारा वापरुन तयार केलेल्या मिश्रधातुस अमालगम (पारद मिश्रधातु) म्हणतात. मिश्रधातूंचा द्रवणांक बिंदू व विद्युत वाहकता शुध्द धातुपेक्षा कमी असते. उदा. ब्रास हे तांबे आणि जस्त (Cu आणि Zn) यांचा मिश्रधातू आहे. आणि ब्रॉझ हा तांबे आणि कथील (Cu आणि Sn) यांचा मिश्रधातु आहे. ते विजेचे सुवाहक नाहीत. तथापि विद्युत जोडणी करण्यासाठी तांबे वापरतात. सोल्डर हे शिसे आणि कथील (Pb आणि Sn) यांचा मिश्रधातु आहे. याचा द्रवणांक बिंदू कमी आहे. याचा उपयोग विद्युत तारा एकत्र जोडणीसाठी करतात.

© BSTBE NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्हाला माहीत आहे का ?

प्राचीन भारतीय धातुशास्त्रातील आश्चर्य

1600 वर्षापूर्वी दिल्ली येथील कुतुबमिनार जवळील लोखंडी खांब भारतामधील कामगारांनी तयार केला आहे. त्यांनी लोखंडाला गंजण्यापासून प्रतिबंध करण्याची प्रक्रिया विकसित केली होती जगातील सर्व भागातील शास्त्रज्ञानी या गंजण्याला प्रतिबंध करण्याच्या प्रक्रियेची परिक्षा केली आहे. तो लोखंडी खांब 8 मीटर उंच आणि 6 टन (6000 Kg) वजनाचा आहे.

प्रश्न :

1. जस्त, मॅग्नेशियम आणि तांबे यांच्या धातूची ऑक्साईडस. खालील धातूबरोबर तापविली.

धातू	जस्त	मॅग्नेशियम	तांबे
झिंक ऑक्साईड			
मॅग्नेशियम ऑक्साईड			
कॉपर ऑक्साईड			

2. तुम्हाला कोणत्या ठिकाणी विस्थापन क्रिया घडून आलेली दिसली ?
3. सहजपणे न गंजणारा धातू कोणता ?
4. मिश्रधातु म्हणजे काय ?

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकलात –

- मुलद्रव्यांचे वर्गीकरण धातु आणि अधातुमध्ये करतात.
- धातुचा चकाकी, वर्धनीयता, तन्यता आणि ते उष्णतेचे व वीजेचे सुवाहक असतात. ते कक्षीय तपमानाला घनरुप असतात अपवाद पारा तो द्रवरुप असतो.
- धातू अधातूना इलेक्ट्रॉन देऊन धन प्रभारीत आयन्स तयार करतात.
- धातु ऑक्सिजन बरोबर संयोग करुन अल्कली ऑक्साईडस् बनवितात. ॲल्युमिनियम ऑक्साईड आणि झिंक ऑक्साईड अल्कली तसेच आम्लीय ऑक्साईड दोन्हीचे गुणधर्म दर्शवितात. अशा ऑक्साईडसना उभयधर्मी ऑक्साईडस् म्हणतात.
- वेगवेगळ्या धातुंची क्रियाशीलता पाणी आणि सौम्य आम्लाबरोबर वेगवेगळी असते.
- सर्व सामान्य धातुंची त्यांच्या क्रियाशीलतेच्या उतरत्या क्रमाने केलेल्या मांडणीला क्रियाशील श्रेणी म्हणतात.
- जास्त क्रियाशील धातु कमी क्रियाशील धातुंच्या क्षारांच्या द्रावणातून धातुचे विस्थापन करतात.
- धातु निसर्गामध्ये मुक्तस्थितीत किंवा त्यांच्या संयुगावस्थेत आढळतात.

- धातुचे धातुकापासून निष्कर्षण आणि त्यांचे उपयोगाकरिता शुध्दीकरणाला धातुशास्त्र असे म्हणतात.
- दोन किंवा जास्त धातुंच्या किंवा धातु व अधातु यांच्या एकजिन्नसी मिश्रणाला मिश्रधातु असे म्हणतात.
- काही धातुंचा पुष्ठभाग जसे लोखंड हवेतील आर्द्रतेमध्ये खुप दिवस उघडे ठेवल्यास त्यांचा पृष्ठभाग गंजतो. या क्रियेला गंज असे म्हणतात.

  धातूचे गुणधर्म हे धातुच्या गुणधर्मापेक्षा विरुध्द असतात. ते वर्धनीय किंवा तन्यात नसतात. ते उष्णतेचे आणि वीजेचे दुर्वाहक असतात अपवाद ग्राफाईट हा वीजेचा सुवाहक आहे.
- अधातु धातुबरोबर क्रिया करुन इलेक्ट्रॉन मिळवितात आणि ऋणभरित आयन्स तयार करतात.
- अधातू आम्लीय किंवा उदासीन ऑक्साईडस् तयार करतात.
- सौम्य आम्लातून अधातू हायड्रोजन विस्थापित करीत नाहीत ते हायड्रोजन बरोबर क्रिया करुन हायड्राईड तयार करतात.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

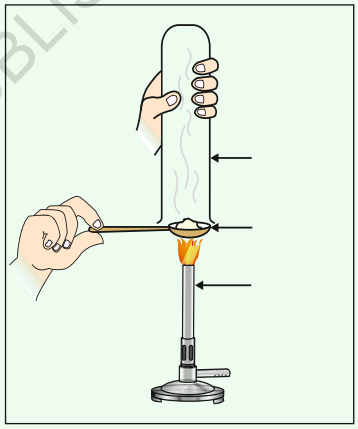
1. खालील पैकी कोणती जोडी विस्थापन क्रिया दर्शविते ?
   अ) NaCl द्रावण आणि तांबे धातु
   ब) $MgCl_2$ द्रावण आणि ॲल्युमिनियम धातु
   क) $FeSO_4$ द्रावण आणि चांदीचा धातु
   ड) $AgNO_3$ द्रावण आणि तांबे धातु

2. तळण्याच्या लोखंडी तव्याला गंजण्यापासन प्रतिबंध करण्यासाठी खालीलपैकी योग्य पध्दत कोणती ?
   अ) ग्रीस लावणे ब) रंग लावणे क) जस्ताचा मुलामा देणे ड) वरील सर्व

3. एक मुलद्रव्य ऑक्सिजन बरोबर क्रिया करुन जास्त द्रवणांक बिंदू असणारे संयुग बनविते. ते संयुग पाण्यामध्ये सुध्दा विरघळते. ते मुलद्रव्य खालील आहे. –
   अ) कॅल्शियम ब) कार्बन क) सिलिकॉन ड) लोखंड

4. अन्न ठेवण्याच्या डब्यांना कथीलचा मुलामा देतात आणि जस्ताचा मुलामा देत नाहीत कारण
   अ) जस्त कथीलपेक्षा महाग आहे.
   ब) जस्ताचा द्रवणांकबिंदू कथिलपेक्षा जास्त असतो.
   क) जस्त हे कथीलपेक्षा जास्त क्रियाशील आहे.
   ड) जस्त हे कथीलपेक्षा कमी क्रियाशील आहे.

5. हातोडा, बॅटरी, बल्ब, वायर आणि बटन तुम्हाला दिले आहे.
   अ) धातु आणि अधातुच्या नमुन्यातील फरक पाहण्यासाठी तुम्ही याचा उपयोग कसा कराल?
   ब) धातु आणि अधातुचा फरक पाहताना या चाचणीच्या उपयुक्ततेचे मुल्यमापन करा.
6. उभयधर्मी ऑक्साईडस् म्हणजे काय ? याची दोन उदाहरणे लिहा.
7. सौम्य आम्लातून हायड्रोजनचे विस्थापन करणाऱ्या आणि न करणाऱ्या दोन धातुची नांवे लिहा.
8. धातु M च्या विद्युत पृथ:करण शुध्दीकरणामध्ये तुम्ही ॲनोड, कॅथोड आणि विद्युत द्रावण म्हणून काय घ्याल ?
9. प्रत्युश ने चमच्यामध्ये गंधक पावडर घेऊन त्याला उष्णता दिली खालील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे परिक्षानळी त्याच्यावर उलटी करुन वायु गोळा केला.
   अ) वायुची क्रिया खालीलवर काय होईल –
      1. कोरडा लिटमस पेपर
      2. ओलसर लिटमस पेपर
   ब) घडणाऱ्या रासायनिक क्रियांचे संतुलीत रासायनिक समीकरण लिहा.



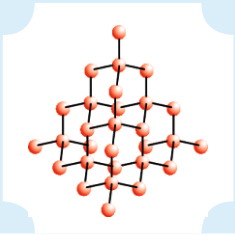
10. लोखंड गंजण्यास प्रतिबंध करणाऱ्या दोन पध्दती लिहा.
11. जेव्हा अधातु ऑक्सिजनबरोबर संयोग पावतात तेव्हा कोणत्या प्रकारची ऑक्साईडस तयार होतात ?
12. कारणे द्या.
   अ) प्लॅटिनम, सोने आणि चांदीचा उपयोग दागीने तयार करण्यासाठी करतात.
   ब) सोडियम, पोटॅशियम आणि लिथियम हे तेलामध्ये ठेवतात.
   क) ॲल्युमिनियम हा धातु जास्त क्रियाशील आहे. तरीसुध्दा याचा उपयोग स्वयंपाक घरातील भांडी तयार करण्यासाठी करतात.
   ड) निष्कर्षण क्रियेमध्ये कार्बनेट आणि सल्फाईड यांच्या धातुकांचे नेहमी ऑक्साईडमध्ये रुपांतर करतात.
13. चकाकी नष्ट झालेली तांब्याची भांडी स्वच्छ करण्यासाठी लिंबु किंवा चिंचेचा रस वापरतात हे तुम्ही पाहीले आहे. या आबंट पदार्थाचा भांडी स्वच्छ करण्यासाठी कसा उपयोग होतो ते सविस्तर लिहा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

14. रासायनिक गुणधर्माच्या अधारे धातु आणि अधातु यामधील फरक स्पष्ट करा.
15. एक मनुष्य सराफ म्हणून दारोदारी फिरत होता. तो जुने आणि चकाकी नष्ट झालेले सोन्याचे दागिने परत चमकवून देतो असे सांगत होता. लगेच एका स्त्रीने सोन्याच्या बांगड्यांचा संच दिल्यानंतर त्याने एका विशिष्ट द्रावणात तो संच बुडवून ठेवला. बांगड्या नवीनसारख्या चमकु लागल्या परंतु त्यांचे वजन प्रखरतेने कमी झाले. ती स्त्री नाराज झाली नंतर क्षुल्लक वादविवाद घालून त्या सराफाला मार दिला. तुम्ही त्याने उपयोग केलेल्या द्रावणाचे स्वरुप शोधून काढू शकाल का ?
16. तांबे या धातुचा उपयोग पाणी तापविण्याचा बंब तयार करण्याकरिता करतात पण स्टील (लोखंडाचा मिश्रधातु) चा उपयोग करत नाहीत कारण लिहा.

❊ ❊ ❊ ❊

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



प्रकरण 4

कार्बन आणि त्याची संयुगे

(Carbon and its Compounds)

N2T4R1

मागील प्रकरणामध्ये आपण अनेक अशा संयुगाचा अभ्यास केला आहे जे आपल्यासाठी महत्वपूर्ण आहेत. या प्रकरणामध्ये आपण अशा काही मनोरंजक संयुगांचा आणि त्यांच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करणार आहोत. तसेच आपण कार्बन या मुलद्रव्याविषयी अभ्यास करणार आहोत जे आपल्यासाठी मुलद्रव्याच्या स्वरूपात आणि संयुक्त स्वरूपामध्येही जास्त महत्वाचे आहे.

उपक्रम 4.1

- सकाळपासून आपण ज्या वस्तूंचा उपयोग केला आहे किंवा उपभोग केला आहे अशा दहा वस्तूंची यादी बनवा.
- ही यादी तुमच्या वर्गमित्राने केलेल्या यादीबरोबर तुलना करा आणि त्या वस्तूंना बाजूच्या तक्त्यामध्ये वर्गीकृत करा.
- एकापेक्षा जास्त पदार्थापासून बनलेले पदार्थ असतील तर ते संबंधीत स्तंभामध्ये समाविष्ट करा.

धातूपासून बनविलेल्या वस्तू	काच किंवा मातीपासून बनविलेल्या वस्तू	इतर

© BSE (OKTBS) NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही नमुद केलेल्या शेवटच्या स्तंभामध्ये येणाऱ्या वस्तूंच्याकडे पहा यातील कित्येक वस्तू कार्बनच्या संयुगापासून बनलेल्या आहेत हे तुमचे शिक्षक तुम्हांस सांगतील. याचे परिक्षण करण्यास कोणत्या पद्धतीचा वापर करावा असे तुम्हांस वाटते? कार्बनयुक्त संयुगाला जाळल्यास कोणती उत्पादीते मिळतील? आपणास याची खात्री करण्याची एखादी परिक्षा माहीत आहे का?

अन्न, कपडे, औषधे, पुस्तके किंवा अशा कित्येक वस्तू ज्या तुम्ही तुमच्या यादीमध्ये समाविष्ट केल्या आहेत त्या सर्व वस्तू अष्टपैलू कार्बन मुलद्रव्यावर संपूर्णपणे आधारीत आहेत. यांबरोबरच, सर्व सजीवांची रचनाही कार्बनवर आधारीत आहे. पृथ्वीच्या भूकवचामध्ये आणि वातावरणामध्ये कार्बनचे अत्यंत अल्प प्रमाण आहे. पृथ्वीच्या भूकवचामध्ये खनिजांच्या स्वरूपात कार्बनचे प्रमाण 0.02% (जसे कार्बोनेटस, हायड्रोजन कार्बोनेटस, कोळसा आणि पेट्रोलियम) आणि वातावरणामध्ये 0.03% कार्बन डायऑक्साईड आहे. निसर्गामध्ये कार्बनची उपलब्धता कमी प्रमाणात असूनही कार्बनचे प्रचंड महत्व निदर्शनास येते. या प्रकरणामध्ये आपण कार्बनच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करणार आहोत, जे कार्बन आपल्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

4.1 कार्बनमधील बंध–सहसंयुजी बंध (Bonding in Carbon - The Covalent bond)

मागील प्रकरणामध्ये आपण आयनिक संयुगाच्या गुणधर्मांचा अभ्यास केला आहे. आपण पाहिले आहे की, आयनिक संयुगाचा विलयबिंदू आणि उत्कलनबिंदू उच्च असतो. आयनिक संयुगे द्रावण अवस्थेत किंवा वितळलेल्या स्थितीत असताना विद्युतप्रवाहाचे सुवाहक असतात.

आपण प्रकरण 2 मध्ये पहिल्याप्रमाणे जारतीत जास्त कार्बनची संयूगे ही विद्युतशक्तीचे कमी वाहक (दुर्वाहक) आहेत. तसेच आपण आयनिक संयुगामधील बंधांचे स्वरूप त्यांच्या गुणधर्मांचे कसे स्पष्टीकरण देतो हे सुद्धा पाहिले आहे. चला आता आपण काही कार्बनी संयुगाच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करूया. तक्ता 4.1 मध्ये कार्बनी संयुगांचे विलय बिंदू आणि उत्कलन बिंदू दिले आहेत.

तक्ता 4.1 काही कार्बनी संयुगांचे विलयबिंदू आणि उत्कलन बिंदू

संयुगे	विलय बिंदू (K)	उत्कलन बिंदू (K)
ॲसिटीक आम्ल (CH_3COOH)	290	391
क्लोरोफॉर्म ($CHCl_3$)	209	334
इथेनॉल (CH_3CH_2OH)	156	351
मिथेन (CH_4)	90	111

आपण प्रकरण 2 मध्ये पाहिले आहे की, जास्तीत जास्त कार्बनची संयुगे ही विद्युत प्रवाहाचे मंद वाहक आहेत. तक्ता 4.1 वरून वरील संयुगाच्या उत्कलन आणि विलय बिंदू यांच्या माहितीवरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, त्या संयुगांचा आयनिक संयुगांच्या तुलनेत विलयबिंदू आणि उत्कलनबिंदू अतिशय कमी आहे (प्रकरण–3). या रेणूंच्या मधील आकर्षणीय बल हे जास्त प्रबल नसते. म्हणून ही संयुगे मोठ्या प्रमाणात विद्युत प्रवाहाचे अवाहक असतात. आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, या संयुगांमधील बंध कोणत्याही प्रकारच्या आयनांची निर्मिती करत नाही.

इयत्ता नववीच्या वर्गात, आपण मुलद्रव्यांची संयोग पावण्याची क्षमता आणि ती संयुजा इलेक्ट्रॉन्सवर कशी अवलंबून असते याचा अभ्यास केला आहे. आता आपण कार्बनचे इलेक्ट्रॉन संरूपण पाहूया. कार्बनचा अणुक्रमांक 6 आहे. कार्बनच्या विविध कक्षेमध्ये इलेक्ट्रॉन्सची विभागणी कशी होईल? कार्बनचे संयुजा इलेक्ट्रॉन्स किती आहेत?

आपल्याला माहीत आहे की, मुलद्रव्यांची क्रियाशीलता ही त्याने आपली बाह्यतम (वाहेरील) कक्षा पूर्ण करण्याच्या क्षमतेवरून स्पष्ट होते म्हणजेच राजवायूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण प्राप्त करण्याच्या क्षमतेवरून स्पष्ट होते. मुलद्रव्याचे त्यांच्या बाह्यतम कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्स मिळविणे किंवा गमाविणे यांवरून आयनिक संयुगाची स्थिती प्राप्त करतात. कार्बनच्या बाबतीत त्याच्या बाह्यतम कक्षेमध्ये चार इलेक्ट्रान्स आहेत आणि त्यांना जर राजवायू स्थिती प्राप्त करावयाची असेल तर चार इलेक्ट्रॉन्स मिळवावे लागतील किंवा चार इलेक्ट्रॉन्स गमवावे लागतील. जर त्याने इलेक्ट्रॉन मिळविले किंवा गमविले तर–

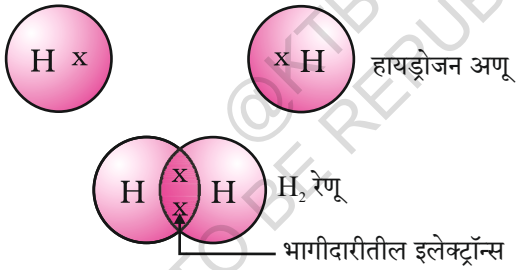
(i) चार इलेक्ट्रॉन घेतल्यामुळे C^{4-} ॲनायन बनू शकतो. परंतु सहा प्रोटॉन असलेल्या केंद्रकाला दहा इलेक्ट्रॉन अर्थात चार अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन बांधून ठेवणे अवघड होईल.

(ii) चार इलेक्ट्रॉन गमाविल्यामुळे C^{4+} कॅटायन बनू शकतो. परंतु चार इलेक्ट्रॉन्सला वेगळे करण्यासाठी सहा प्रोटॉन असलेल्या केंद्रामध्ये केवळ दोन इलेक्ट्रॉनचा कार्बन कॅटायन बनविण्यासाठी मोठ्या प्रमाणातील ऊर्जेची आवश्यकता आहे.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

कार्बन ही समस्या सोडविण्यासाठी त्यातील संयुजा इलेक्ट्रॉन्सची दुसऱ्या कार्बनच्या अणूबरोबर किंवा दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणूबरोबर भागीदारी करून सोडवितो. फक्त कार्बनच नव्हे तर अशा पद्धतीने इलेक्ट्रॉनची भागीदारी करून दुसरीही कित्येक मुलद्रव्ये रेणूंची निर्मिती करतात. दोन्ही मुलद्रव्यांच्या अणूंच्या बाह्यतम कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सचीच भागीदारी होत असते आणि दोन्ही अणू राजवायू संरूपण स्थिती प्राप्त करतात. कार्बनच्या संयुगाकडे जाण्यापूर्वी, आपण आता पाहूया की, संयुजा इलेक्ट्रॉन्सची भागीदारी करून काही साध्या रेणूंची निर्मिती कशी झाली आहे.

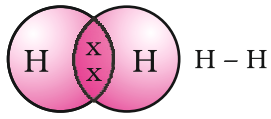
सर्वात साध्या रेणूची या पद्धतीने निर्मिती झाली आहे तो म्हणजे हायड्रोजन. हायड्रोजनचा अणुक्रमांक 1 आहे. हे तुम्ही यापूर्वी शिकल्या आहात म्हणून हायड्रोजनच्या K कक्षेमध्ये फक्त एकंच इलेक्ट्रॉन असतो आणि ती K कक्षिका पूर्ण भरण्यासाठी आणखी एका इलेक्ट्रॉनची आवश्यकता आहे. यांसाठी हायड्रोजनचे दोन अणू एकत्र येतात व इलेक्ट्रॉनची भागीदारी करून H_2 हायड्रोजनच्या रेणूची निर्मिती होते. अशा प्रकारे प्रत्येक हायड्रोजन अणू त्याच्या निकटवर्तीय असणाऱ्या हेलीयम अणूचे इलेक्ट्रॉन संरूपन प्राप्त करतो की जो राजवायू असून त्याच्या K कक्षेमध्ये 2 इलेक्ट्रॉन्स असतात. आपण संयुजा इलेक्ट्रॉन्स दर्शविण्यासाठी बिंदूचा किंवा क्रॉस यांचा वापर करू शकतो. (आकृती 4.1)



आ. 4.1 हायड्रोजनचा रेणू

© IBS NOT TO BE REPUBLISHED

भागीदारी केलेल्या इलेक्ट्रॉनची जोडी दोन्ही हायड्रोजन अणूंच्यामध्ये एकेरी बंध निर्माण करते. दोन्ही अणूंच्यामधील एकेरी बंध एका रेषेने दर्शविला जातो.
हे आकृती 4.2 मध्ये दाखविले आहे.

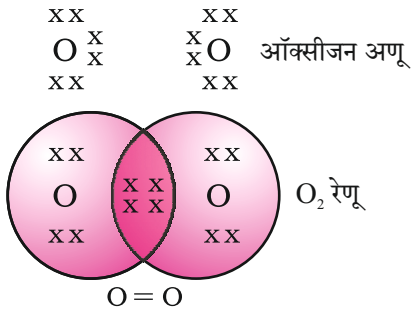


आ. 4.2 दोन हायड्रोजन अणूंमधील एकेरी बंध

क्लोरीनचा अणुक्रमांक 17 आहे. त्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपन आणि संयुजा काय असेल? क्लोरीन द्विअणू-रेणू, Cl_2 बनतो. या रेणूसाठी तुम्ही इलेक्ट्रॉन डॉट रचना काढू शकाल? लक्षात ठेवा की आपल्याला फक्त संयुजा कक्षा इलेक्ट्रॉन चित्रीत/दर्शविण्याची आवश्यकता आहे.

ऑक्सिजनच्या बाबतीत आपण पाहतो की, ऑक्सिजनच्या दोन अणूंमध्ये दुहेरी बंधाची निर्मिती होते. याचे कारण एका ऑक्सिजनच्या अणूमध्ये L कक्षेमध्ये सहा इलेक्ट्रॉन्स असतात, (ऑक्सिजनच्या अणूक्रमांक आठ आहे) आणि त्याला आपली अष्टक स्थिती पूर्ण करण्यासाठी आणखी दोन इलेक्ट्रॉन्सची आवश्यकता आहे. म्हणून ऑक्सीजनचा प्रत्येक अणू दुसऱ्या

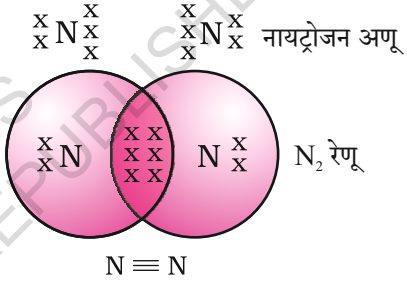
ऑक्सिजनच्या अणूबरोबर दोन इलेक्ट्रॉन्सची भागीदारी करून आ. 4.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे रचना दर्शवितात. प्रत्येक ऑक्सिजनच्या अणूमधून दोन इलेक्ट्रॉन्सचे योगदान दिले जाते आणि भागीदारीतील दोन इलेक्ट्रॉन्सच्या जोड्या निर्माण केल्या जातात. यालाच दोन अणूंच्यामध्ये द्विबंधाची निर्मिती होणे असे म्हटले जाते.



आ. 4.3 ऑक्सीजनच्या दोन अणूंमधील दुहेरी बंध

आपण पाण्याच्या रेणूमधील एक ऑक्सिजन अणू आणि दोन हायड्रोजन अणू यांतील बंधाचे स्वरूप दर्शवू शकाल? या रेणूमध्ये एकेरी बंध की दुहेरी बंध असतो?

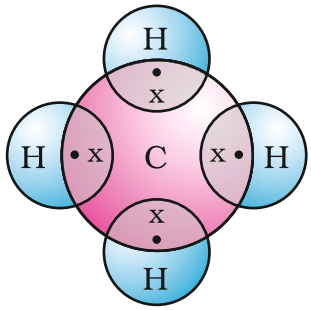
द्वीअणू-रेणू असलेल्या नायट्रोजनच्या बाबतीत काय होईल? नायट्रोजनच्या अणुक्रमांक 7 आहे. त्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपण आणि संयोग पावण्याची क्षमता काय असेल? अष्टक स्थिती प्राप्त करण्यासाठी नायट्रोजन रेणूमधील प्रत्येक नायट्रोजन अणू तीन इलेक्ट्रॉन्सचे योगदान देतात आणि तीन इलेक्ट्रॉनच्या जोडींची भागीदारी करतात. यालाच दोन अणूंमधील तिहेरी बंधाची निर्मिती म्हटले जाते. N_2 आणि त्यातील तिहेरी बंधाचे इलेक्ट्रॉन डॉट रचना आ. 4.4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दर्शवू शकतो.



आ. 4.4 नायट्रोजन अणूंमधिक तिहेरी बंध

NH_3 हे अमोनियाचे रेणुसूत्र आहे या रेणुतील सर्व चारही अणू राजवायू स्थिती प्राप्त केलेली इलेक्ट्रॉन डॉटस रचना दाखवू शकाल ? या रेणूमध्ये एकेरी, दुहेरी किंवा तिहेरी बंध असतो का?

आता आपण एक दृष्टीक्षेप मिथेनकडे टाकूया जे कार्बनचे संयुग आहे. मिथेनचा इंधन म्हणून मोठ्या प्रमाणात वापर होत आहे आणि तो बायोगॅस व कॉम्प्रेस्ड नॅचरल गॅस (CNG) यांचा प्रमुख घटक आहे. हे एका कार्बनपासून निर्माण झालेल्या संयुगापैकी सर्वात साधे संयुग आहे. मिथेनचे सुत्र CH_4 आहे. आपल्याला माहित आहे की हायड्रोजनची संयुजा 1 आहे. चार संयुजी इलेक्ट्रॉन्स असल्यमुळे कार्बन चतु:संयुजी आहे. कार्बन राजवायू स्थिती प्राप्त करण्यासाठी कार्बनचे हे सर्व इलेक्ट्रॉन्स हायड्रोजनच्या चार अणूंबरोबर भागीदारी करतात हे आ. 4.5 मध्ये दाखविले आहे.



आ. 4.5 मिथेनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना

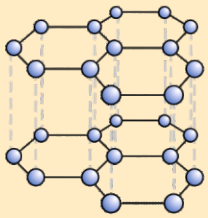
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

जेव्हा दोन अणूंच्यामध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या जोडीची भागीदारी होऊन बंधाची निर्मिती होते यालाच सहसंयुजी बंध असे म्हणतात. सहसंयुजीबंधयुक्त रेणूंच्यामध्ये असलेला बंध प्रबल असतो, परंतु रेणूमधील अंतर्गत जोर कमी असतो. त्यामुळेच या संयुगांचा विलय बिंदू आणि उत्कलन बिंदू कमी असतो. अणूंच्यामध्ये इलेक्ट्रॉनची भागीदारी होते म्हणून भारीत कणांची निर्मिती होत नाही, अशा प्रकारच्या सहसंयुजी संयुगांची विद्युत वाहकता नेहमी मंद असते.

अधिक जाणा !

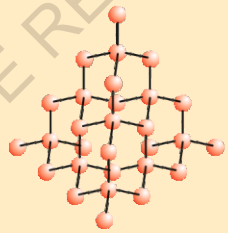
कार्बनची बहुरूपे (Allotropes of Carbon)

निसर्गामध्ये कार्बन मुलद्रव्य विविध रूपांत आढळते त्याचबरोबर त्यांच्या भौतिक गुणधर्मातही प्रचंड विविधता आहे. हिरा आणि ग्राफाईट दोन्ही कार्बन अणूंपासून बनलेले आहेत, त्यातील कार्बन अणू परस्परांना कोणत्या पद्धतीने बांधले गेले आहेत यांवर त्यातील फरक अवलंबून आहे. हिऱ्यामध्ये प्रत्येक कार्बन अणू हा इतर चार कार्बन अणूंना जोडल्यामुळे दृढ त्रिमीतीय संरचना (rigid three-dimentional) निर्माण होते. ग्राफाईटमध्ये कार्बनचा प्रत्येक अणू कार्बनच्या इतर तीन अणूंबरोबर बांधला गेल्यामुळे एकाच प्रतलात षटकोनीय व्यूह रचनेची निर्मिती होते. यातील एक बंध दुहेरी बंध आहे. म्हणून कार्बनची संयुजा परीपूर्ण आहे. ग्राफाईट संरचनेमध्ये षटकोनीय व्यूह परस्परांवर रचलेले असतात.



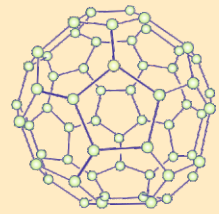
ग्राफाईटची रचना





हिऱ्याची रचना





C-60 बकमिन्स्टर फुलरीनची रचना

या दोन विभिन्न रचनेमुळे हिरा आणि ग्राफाईट यांचे रासायनिक गुणधर्म समान असूनही भौतिक गुणधर्मामध्ये प्रचंड तफावत आहे. आपल्याला माहीत आहे की हिरा सर्वात कठीण पदार्थ आहे, तर ग्राफाईट हा मृदू गुळगुळीत पदार्थ आहे. या मागील विधान असून पाठामध्ये आपण ज्या अधातूंच्या गुणधर्माचा अभ्यास केला आहे त्यांच्या विरोधात ग्राफाईट हा विद्युतप्रवाहाचा सुवाहक आहे.

शुद्ध कार्बनवर अतिउच्च दाब आणि तापमानात क्रिया करून हिऱ्याची निर्मिती करतात. हे कृत्रिम हिरे लहान असतात परंतु ते नैसर्गिक हिऱ्यासारखेच असतात.

फुलरीन हे कार्बनच्या बहुरूपाचा दुसरा वर्ग आहे. पहिल्यांदा जेव्हा C-60 ला ओळखण्यात आले त्याामध्ये कार्बन अणूची रचना फुटबॉलच्या आकाराप्रमाणे आहे. हा रेणू अमेरीकन स्थापत्यशास्त्रज्ञ बकमिनस्टर फुलर यानी डिझाईन केलेल्या जियोडेसिक घुमटासारखे दिसत असल्यामुळे त्याचे नाव फुलेरीन ठेवण्यात आले.

© KTS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. CO_2 सुत्र असणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईडची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना कशी असेल?
2. सल्फरच्या आठ अणूनी बनलेल्या सल्फर रेणूची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना कशी असेल? (सूचना–सल्फरचे आठ अणू एका अंगठीच्या (वर्तुळाकार) स्वरूपात परस्परांत जोडलेले असतात.)

4.2 कार्बनचे अष्टपैलू स्वरूप (Versatile Nature of Carbon)

विभिन्न मुलद्रव्ये आणि संयुगे यांच्यामध्ये इलेक्ट्रॉनची भागीदारी होवून सहसंयुजी बंधाची निर्मिती होते हे आपण पाहिले आहे. तसेच आपण साधे कार्बन संयुग मिथेनचीही रचना पाहिली आहे. प्रकरणाच्या सुरवातीला आपण पाहिले आहे की, आपण वापरत असलेल्या कित्येक वस्तू कार्बन संयुगापासून बनलेल्या आहेत. वस्तुतः आम्ही स्वतः कार्बनी संयुगापासून बनलेले आहोत. सद्या माहीत असणाऱ्या मिलियन इतक्या कार्बनी संयुगांची सूत्रे रसायनशास्त्रज्ञानी अन्य मुलद्रव्यांच्या संयुगांना एकत्र केले आहेत. तरीही कार्बनी संयुगांची संख्या कितीतरी पटीने अधिक आहे. हा गुणधर्म फक्त कार्बनाच्या मुलद्रव्यामध्येच का पाहायला मिळतो इतर मुलद्रव्यामध्ये का नाही? सहसंयुजी बंधाच्या स्वरूपामुळे कार्बनमध्ये मोठ्या प्रमाणात संयुगे निर्माण होण्याची क्षमता आहे. कार्बनच्या बाबतीत खालील दोन घटक सूचीत केलेले आहेत.

(i) कार्बनमध्ये दुसऱ्या कार्बन अणुबरोबर बंध निर्माण करण्याची अद्वितीय क्षमता आहे ज्यामुळे तो बहुसंख्येने रेणुंची निर्मिती करतो. या गुणधर्माला कॅटेनेशन असे म्हणतात. या संयुगांमध्ये लांब शृंखलेचे कार्बन, कार्बनची विभिन्न शाखायुक्त शृंखला किंवा कार्बनचे अणू सुद्धा वलयामध्ये (रिंगमध्ये) रचलेले असतात. याचबरोबर कार्बनचे अणू एकेरी–दुहेरी किंवा तिहेरी बंधाने जोडलेले आहेत. ज्या कार्बनी संयुगामध्ये कार्बनचे अणू परस्परांमध्ये एकेरी बंधाने जोडलेले असतील तर त्याला संपृक्त संयुगे असे म्हणतात. कार्बन संयुगाघील कार्बनचे परस्पर दुहेरी किंवा तिहेरी बंधाने जोडलेले असातील तर त्यांना कार्बन ची असंप्रक्त संयुगे म्हणतात.

कार्बनी संयुगामध्ये मोठ्या प्रमाणात आढळणारा कॅटेनेशन हा गुणधर्म अन्य कोणत्याही मुलद्रव्यामध्ये आढळत नाही. सिलीकॉन हायड्रोजनबरोबर संयुगांची निर्मिती करतात ज्यामध्ये सात किंवा आठ अणूंची शृंखला असते. परंतु ही संयुगे अतिक्रियाशील असतात. कार्बन–कार्बन बंध हा अधिक प्रबल असल्यामुळे स्थिर आहे. यामुळेच कित्येक कार्बनचे अणू परस्परांमध्ये जोडल्यामुळे बहुसंख्येने संयुगांची निर्मिती होते.

(ii) कार्बनची संयुजा चार आहे त्यामुळे त्याला इतर चार कार्बनच्या अणूंबरोबर किंवा एक संयुजा असणाऱ्या काही मुलद्रव्यांच्या अणूंबरोबर बंध निर्माण करण्याची, क्षमता असते. ऑक्सिजन,

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

हायड्रोजन, नायट्रोजन, सल्फर, क्लोरीन आणि अनेक इतर मुलद्रव्यांबरोबर विशिष्ट गुणधर्म असणाऱ्या कार्बन संयुगाची निर्मिती करतात. हे गुणधर्म रेणूमधील कार्बन व्यतिरिक्त इतर उपस्थित मुलद्रव्यांवर अवलंबून असतात.

इतर कित्येक मुलद्रव्यांच्या बरोबर कार्बन मुलद्रव्याने बनविलेले बंध अत्यंत प्रबल असतात यांमुळेच ही संयुगे अपवादाने स्थिर असतात. कार्बनद्वारे प्रबल बंध निर्माण होण्याचे कारण त्याचा लहान आकार होय. त्यामुळेच अणुकेंद्रकाला भागीदारीतील इलेक्ट्रॉनची जोडी प्रबलपणे घट्ट पकडून ठेवण्यास मदत होते. मुलद्रव्यांच्या मोठ्या अणूंपासून निर्माण झालेले बंध हे अतिशय दुर्बल असतात.

अधिक जाणा !

सेंद्रीय संयुगे (Organic Compounds)

कार्बनमध्ये दोन वैशिष्टपूर्ण गुणधर्म दिसून येतात, ते म्हणजे चतुःसंयुजी आणि कॅटेनेशन या गुणधर्मांमुळेच बहुसंख्येने कार्बन संयुगांची निर्मिती होते. अनेक संयुगांचे अकार्बनीय अणू अथवा अणूंचा गट विभिन्न कार्बन शृंखलाना जोडलेला असतो. मुख्यतः या संयुगाना नैसर्गिक पदार्थापासून मिळविले गेले होते आणि अशी समजूत झाली होती की ही कार्बनी संयुगे किंवा सेंद्रिय संयुगे फक्त सजीवांच्यामध्येच निर्माण होऊ शकतात. अर्थात असे गृहीत धरले होते की त्यांच्या निर्मितीसाठी एका 'जीवनशक्तीची' आवश्यकता होती. 1828 मध्ये फ्रेडरिक वोहलरने अमोनियम सायनेटपासून युरीयाची निर्मिती केली आणि त्या म्हणण्याचे खंडन करण्यात आले. परंतु कार्बनचे ऑक्साईड, कार्बोनेट आणि हायड्रोजन कार्बोनेट क्षार यांच्या व्यतिरीक्त सर्व कार्बन संयुगांचा अभ्यास सेंद्रीय रसायनशास्त्राच्या अंतर्गत होतो.

NOT TO BE REPUBLISHED

4.2.1 संपृक्त आणि असंपृक्त कार्बन संयुगे (Saturated and Unsaturated Carbon compounds)

आपण अगोदरच मिथेनच्या रचनेला पाहीले आहे. कार्बन आणि हायड्रोजनपासून निर्माण झालेले दुसरे संयुग इथेन आहे. त्याचे C_2H_6 हे रेणूसुत्र आहे. साध्या कार्बन संयुगाची संरचना प्राप्त करण्यासाठी कार्बनचे अणू परस्परांना एकेरी बंधाने जोडणे ही प्रथम पायरी आहे. (आ. 4.6 a) आणि कार्बनच्या शिल्लक असलेल्या संयुजाला संतुष्ट करण्यासाठी हायड्रोजन अणूचा उपयोग केला जातो. (आ. 4.6 b) उदाहरणार्थ, इथेनची रचना खालीलप्रमाणे पायऱ्यातून लिहू शकतो–

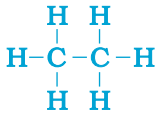
पायरी 1

C – C

आकृती **4.6 (a)** एकेरी बंधाने कार्बनचे अणू परस्परांना जोडले आहेत.

प्रत्येक कार्बन अणूची तीन संयुजा असंपृक्त आहे म्हणून प्रत्येकी तीन हायड्रोजन अणूंना जोडून ही रचना मिळते.

पायरी 2

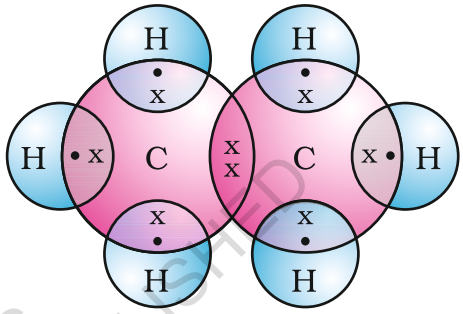


आकृती **4.6 (b)** प्रत्येक कार्बन अणू तीन हायड्रोजन अणूंशी बंध निर्माण करतो.

इथेनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना आ. 4.6 (c) मध्ये दर्शविलेली आहे.

तुम्ही रेणुसूत्र C_3H_8 असणाऱ्या प्रोपेनची वरील प्रमाणे रचना काढू शाकाल ?

आपण पाहाल की सर्व अणुंच्या संयुजा त्यामधील असलेल्या एकेरी बंधाने संपृक्त आहेत. अशा कार्बन संयुगांना संपृक्त संयुगे असे म्हणतात. सामान्यपणे ही संयुगे जास्त क्रियाशील नसतात.



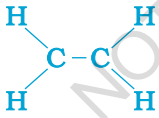
आ. 4.6 **(c)** इथेनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना

तरीपण कार्बन आणि हायड्रोजनचे आणखीन एक संयुग इथीन आहे. त्याचे C_2H_4 हे रेणुसुत्र आहे. या रेणूला आकृतीमध्ये कसे चित्रीत कराल? आपण वरीलप्रमाणे पायरी पायरीने जाऊ. कार्बन–कार्बन अणू एकेरी बंधाने एकत्र जोडला जातो (पायरी1).

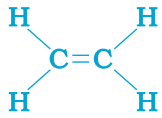
प्रत्येक कार्बन अणू दोन हायड्रोजन अणू घेतो आणि रचना बनवितो–



पायरी 1



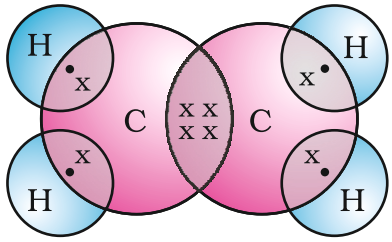
पायरी 2



पायरी 3

आपण पाहतो की, प्रत्येक कार्बन अणूची संयुजा एक असून ती असंपृक्त असते. (पायरी 2) ही संयुजा दोन कार्बन अणूंच्यामध्ये दुहेरी बंध राहिल्याने संपृक्त होते आणि आपल्याला अशी रचना मिळते (पायरी 3).

आ. 4.7 मध्ये इथीनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना दिलेली आहे.



आ. 4.7 इथीनची रचना

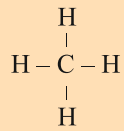
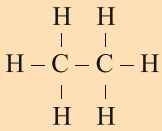
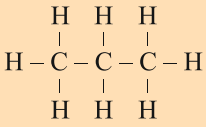
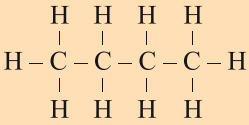
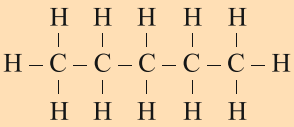
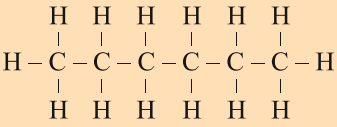
© KBS NOT TO BE REPUBLISHED

C_2H_2 रेणू सुत्र असलेले कार्बन आणि हायड्रोजनचे आणखीन एक संयुग म्हणजे इथाईन होय. आपण इथाईनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना काढू शकाल? दोन कार्बन अणूंच्यामध्ये त्यांच्यामध्ये किती बंधांची आवश्यकता आहे? अशा प्रकारच्या कार्बनच्या संयुगांत कार्बन अणूंमध्ये दुहेरी किंवा तिहेरी बंध असतो त्यालाच असंपृक्त कार्बन संयुगे असे म्हणतात आणि ते संपृक्त कार्बन संयुगापेक्षा जास्त क्रियाशील असतात.

4.2.2 शृंखला, शाखा आणि वलये (रिंग) Chains, Branches and Rings

आपण यापूर्वीच्या भागामध्ये मिथेन, इथेन आणि प्रोपेन ज्यामध्ये अनुक्रमे 1, 2 आणि 3 कार्बन अणू असतात याचा उल्लेख केला आहे. कार्बन अणूंच्या अशा प्रकारच्या शृंखलामध्ये कार्बनचे अनेक अणू असू शकतात. त्यापैकी सहा संयुगांची नावे आणि रचना तक्ता क्रमांक 4.2 मध्ये दिलेली आहेत.

तक्ता 4.2 कार्बन आणि हायड्रोजनची संपृक्त संयुगांची सुत्रे आणि रचना

कार्बन अणूंची संख्या	नांव	सुत्र	रचना
1	मिथेन	CH_4	
2	इथेन	C_2H_6	
3	प्रोपेन	C_3H_8	
4	ब्युटेन	C_4H_{10}	
5	पेंटेन	C_5H_{12}	
6	हेक्झेन	C_6H_{14}	

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

परंतु, आता आपण ब्युटेनकडे पुन्हा एकदा पाहूया जर आपण चार कार्बन अणू घेवून कार्बनचा सांगाडा बनविला तर त्याचे दोन विभिन्न सांगाडे बनण्याची शक्यता आहे असे दिसून येते.



आकृती **4.8 (a)** दोन संभाव्य कार्बन-सांगाडे

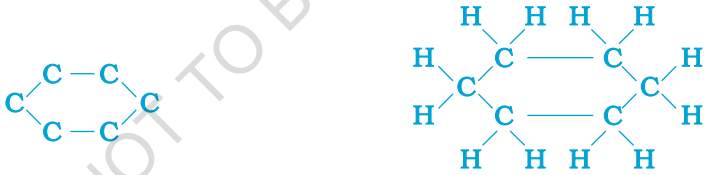
शिल्लक असलेल्या संयुजा हायड्रोजनने भरल्यास खालील रचना मिळते-



आकृती **4.8 (b)** C_4H_{10} सुत्र असलेल्या परिपुर्ण रेणूच्या दोन रचना

आपण पाहिले की या दोन्ही रचनांसाठी C_4H_{10} हे सारखेच सुत्र आहे. अशा प्रकारच्या संयुगांची रेणुसुत्रे समान असतात परंतु भिन्न रचना असते यालाच रचनात्मक आयसोमर (समघटक) असे म्हणतात.

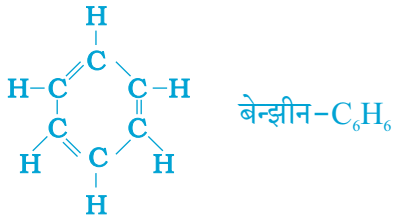
सरळ आणि शाखायुक्त शृंखलेबरोबरच काही संयुगांमध्ये कार्बनचे अणू वलयांकीत रचलेले आहेत. उदाहरणार्थ, सायक्लोहेक्झेनचे रेणूसुत्र C_6H_{12} आहे आणि रचना खालील प्रमाणे आहे-



(a) (b)

आ. 4.9 सायक्लोहेक्झेनची रचना a) कार्बनचा सांगाडा b) संपूर्ण रेणू

सायक्लो हेक्झेनची इलेक्ट्रॉन डॉट रचना रेखाटू शकाल? सरळ शृंखला, शाखा शृंखला आणि वलयांकित कार्बन संयुगे संपृक्त किंवा असंपृक्त असू शकतात. उदाहरणार्थ, बेन्झीन C_6H_6 ची रचना खालील प्रमाणे आहे.



आकृती **4.10** बेन्झीनची रचना

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अशा सर्व कार्बन संयुगामध्ये केवळ कार्बन आणि हायड्रोजन असतात त्यांना हायड्रोकार्बन असे म्हणतात. त्यापैकी संपृक्त हायड्रोकार्बन्सना अल्केन्स म्हणतात. ज्या असंपृक्त हायड्रोकार्बन्समध्ये एक किंवा जास्त दुहेरी बंध असतो त्यांना अल्कीन्स म्हणतात. आणि ज्यामध्ये एक किंवा जास्त तिहेरी बंध असतो त्यांना अल्काईन्स म्हणतात.

4.2.3 तुम्ही माझे मित्र बनाल का ? (Will you be my Friend?)

कार्बन हे अत्यंत मैत्रीपूर्ण मूलद्रव्य आहे. आतापर्यंत आपण कार्बन आणि हायड्रोजनच्या संयुगाविषयी पाहिले आहे. परंतु कार्बन हे मूलद्रव्य हॅलोजन, ऑक्सीजन, नायट्रोजन आणि सल्फर यांसारख्या इतर मुलद्रव्यांबरोबर सुद्धा बंधाची निर्मिती करते.

हायड्रोकार्बन शृंखलेमधील एक किंवा अधिक हायड्रोजनची जागा या मुलद्रव्यांनी घेतल्यामुळे कार्बनची संयुजा संपृक्त होते. अशा प्रकारच्या संयुगामध्ये जे मुलद्रव्य हायड्रोजनची जागा घेते किंवा हायड्रोजनला विस्थापीत करते त्या मुलद्रव्याला हेटरोॲटम (विषम अणू) असे म्हणतात. हे हेटरोॲटम किंवा विषम अणू काही गटामध्ये आढळतात. ही माहिती 4.3 तक्त्यामध्ये दिलेली आहे.

हे हेटरोॲटम्स आणि गट ज्या संयुगामध्ये आढळतात त्या संयुगांना विशिष्ट गुणधर्म प्राप्त करून देतात. हा गुणधर्म कार्बन शृंखलेची लांबी आणि स्वरूप यांच्यावर अवलंबून नसतात म्हणून त्यांना क्रियात्मक गट असे म्हणतात. तक्ता 4.3 मध्ये काही महत्वाचे क्रियात्मक गट दिलेले आहेत. एकेरी रेषेच्या सहाय्याने मुक्त संयुजा किंवा गटातील संयुजा दर्शविलेली आहे. कार्बन शृंखलेमधील एक किंवा अधिक हायड्रोजन अणू विस्थापीत करून क्रियात्मक गट संयुजाद्वारे कार्बन शृंखलेला जोडलेला असतो.

तक्ता 4.3 कार्बन संयुगामधील काही क्रियात्मक गट

हेटरोॲटम (विषम अणू)	क्रियात्मक गट (संयुगांचा वर्ग)	क्रियात्मक गटाचे सुत्र
Cl /Br	हॅलो–(क्लोरो–ब्रोमो)	– Cl, – Br हायड्रोजन अणूचा विस्थापक
ऑक्सीजन	1. अल्कोहोल	– OH
	2. अल्डीहाईड	$-C\begin{matrix}H\\ \diagup\\ \diagdown\\ O\end{matrix}$
	3. किटोन	$-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-$
	4. कार्बोक्सिलीक आम्ल	$-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-OH$

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

4.2.4 समजातीय श्रेणी (होमोलोगस श्रेणी) (Homologous Series)

आपण पाहिले आहे की, कार्बनचे अणू परस्परांमध्ये जोडून विभिन्न लांबीच्या शृंखलांची निर्मिती करतात. या श्रृंकला शाखा युक्त असतात याबरोबरच आपण वरील प्रमाणे पाहिले आहे की कार्बन शृंखले मधील हायड्रोजनचा एक अणू किंवा एकापेक्षा जास्त अणू क्रियात्मक गटाकडून विस्थापीत केला जातो. अल्कोहोल सारख्या क्रियात्मक गटाच्या उपस्थितीमुळे कार्बन संयुगांच्या गुणधर्मावर प्रभाव पडतो. जरी त्या कार्बन शृंखलेची लांबी कितीही असेल तरीही प्रभाव पडतो. उदा. CH_3OH, C_2H_5OH आणि C_4H_9OH या सर्वांच्या रासायनिक गुणधर्मामध्ये अधिक समानता आहे. म्हणून ज्या संयुगांच्या श्रेणीमध्ये कार्बन शृंखलेतील हायड्रोजनची जागा जर एकाच प्रकारचा क्रियात्मक गट घेत असेल तर त्याला समजातीय श्रेणी किंवा होमोलोगस श्रेणी असे म्हणतात.

तक्ता 4.2 मध्ये पाहिलेल्या समजातीया श्रेणीवर नजर फिरविली असता. लागोपाठ येणाऱ्या संयुगांची सुत्रे पहा.

CH_4 आणि C_2H_6 – यामध्ये $–CH_2–$ एककाचा फरक आहे.

C_2H_6 आणि C_3H_8 – यामध्ये $–CH_2–$ एककाचा फरक आहे.

पुढील जोडी–प्रोपेन आणि ब्युटेन (C_4H_{10}) यामध्ये कोणता फरक असेल?

या जोडीतील रेणूवस्तुमानातील फरक तुम्ही शोधू शकाल काय? (कार्बनचे अणूवस्तुमान 12u आणि हायड्रोजनचे अणूवस्तुमान 1u आहे.)

अशा पद्धतीने अल्कीन्सची समजातीय श्रेणी किंवा होमोलोगस श्रेणी घ्या. या श्रेणीमधील पहिल्या सदस्याचे नांव इथीन आहे, ज्याचा 4.2.1 विभागामध्ये याअगोदर अभ्यास केला आहे.

इथीनचे रेणुसुत्र काय आहे? लागोपाठ येणाऱ्या सदस्यांचे रेणुसुत्र C_3H_6, C_4H_8, आणि C_5H_{10} आहे. यांच्यामध्ये $–CH_2–$ एककाचा फरक आहे का?

या संयुगांमध्ये कार्बन आणि हायड्रोजन अणूंच्या संख्यामध्ये काही फरक दिसतो का? अल्कीनचे सामान्यसुत्र C_nH_{2n} असे लिहू शकतो की येथे $n = 2, 3, 4$ अशा प्रकारे आपण अल्केन्स आणि अल्काईन्सचे सामान्य सुत्र काढू शकाल?

कोणत्याही समजातीय श्रेणीमध्ये जर रेणूवस्तुमान वाढले तर भौतिक गुणधर्मामध्ये क्रमबद्धता दिसून येते. याचे कारण रेणुवस्तुमान वाढले की विलय बिंदू आणि उत्कलन बिंदूमध्ये वाढ होते. एखाद्या ठराविक द्रावकामध्ये विद्राव्यतासारखे भौतिक गुणधर्म सुद्धा समान क्रमबद्धता दर्शवितात. परंतु पूर्णपणे क्रियात्मक गटाद्वारे सुनिश्चित केले जाणारे रासायनिक गुणधर्म समजातीय श्रेणीमध्ये सारखेच राहतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 4.2

- a) CH_3OH आणि C_2H_5OH
  b) C_2H_5OH आणि C_3H_7OH
  c) C_3H_7OH आणि C_4H_9OH
  यांचे रेणुसुत्र आणि रेणू वस्तुमान यातील फरक काढा.
- या तिन्हीमध्ये काही साम्य आहे का?
- एक कुटूंब तयार करण्यासाठी कार्बन अणूंच्या चढत्या क्रमाने अल्कोहोलची मांडणी करा. आपण या कुटूंबाला समजातीय श्रेणी म्हणू शकतो?
- तक्ता 4.3 मध्ये दिलेल्या इतर क्रियात्मक गटासाठी कार्बन चारपर्यंत असणाऱ्या संयुगांची समजातीय श्रेणी तयार करा.

4.2.5 कार्बन संयुगासाठी नामकरण पद्धती (Nomenclature of Carbon Compounds)

कोणत्याही समजातीय श्रेणीमधील संयुगांची नावे मूलभूत कार्बन शृंखलांच्या आधारे असतात. ज्यांना शब्दापूर्वी ''उपसर्ग'' किंवा शब्दानंतर ''प्रत्यय'' जोडून परीवर्तन केलेले असते की जे क्रियात्मक गटाचे स्वरूप दर्शविते.

उदाहरणार्थ : उपक्रम 4.2 मध्ये अल्कोहोलांचे नामकरण मिथेनॉल, इथेनॉल, प्रोपेनॉल आणि ब्युटेनॉल असे केले आहे.

कार्बनी संयुगांचे नामकरण खालील पद्धतीने केले जाते.

(I) संयुगातील कार्बन अणूंची संख्या ओळखा/मोजून घ्या. तीन कार्बन अणू असणाऱ्या संयुगाला प्रोपेन नाव दिले जाते.

(ii) एखाद्या वेळी जर क्रियात्मक गट असेल तर त्या (तक्ता 4.4 मध्ये दिल्याप्रमाणे) संयुगाचे नाव उपसर्ग अथवा प्रत्ययाच्या सहाय्याने दर्शविले जाते.

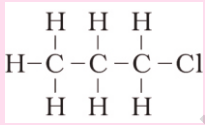
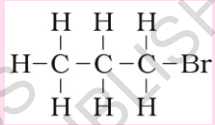
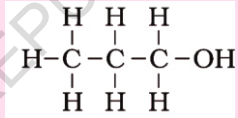
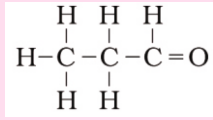
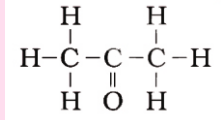
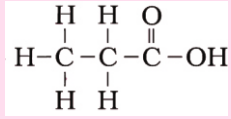
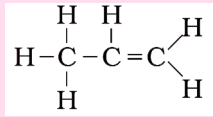
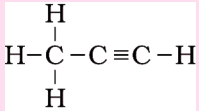
(iii) जर क्रियात्मक गटाचे नाव प्रत्ययाच्या आधारे द्यायचे असेल तर कार्बन शृंखलाच्या नावातील शेवटचे 'e' काढून टाकतात आणि योग्य प्रत्यय जोडला जातो. उदाहरणार्थ, किटोन गट असलेली तीन कार्बनची शृंखला खालील पद्धतीने नामकरण केली जाते–

Propene – 'e' = Propan + 'one' = Propanone

© MSBTE NOT TO BE REPUBLISHED

(iv) जर कार्बन शृंखला असंपृक्त असेल तर कार्बन शृंखलाच्या नावातील अंतिम 'ane' ला अनुसार 'ene' किंवा 'yne' ने विस्थापीत केले जाते. (तक्ता 4.4 पहा) उदाहरणार्थ, दुहेरी बंधयुक्त तीन कार्बन असलेली शृंखला ही प्रोपीन संबोधली जाते आणि जर त्यामध्ये तिहेरी बंध असेल तर तिला प्रोपाईन संबोधले जाते.

तक्ता 4.4 कार्बन संयुगामधील कांही क्रियात्मक गट

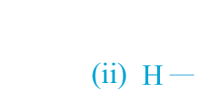
क्रियात्मक गट	उपसर्ग/प्रत्यय	उदाहरणे
1. हॅलो अल्केन	उपसर्ग-क्लोरो, ब्रोमो, इत्यादी	 क्लोरोप्रोपेन
		 ब्रोमोप्रोपेन
2. अल्कोहोल	प्रत्यय-ol (ओल)	 प्रोपेनोल
3. अल्डीहाईड	प्रत्यय-al (आल)	 प्रोपेनाल
4. कीटोन	प्रत्यय-one (ओन)	 प्रोपेनोन
5. कार्बोक्सीलीक आम्ल	प्रत्यय-oic acid (ऑईक आम्ल)	 प्रोपेनॉईक आम्ल
6. दुहेरी बंध (अल्कीन्स)	प्रत्यय-ene (इन)	 प्रोपीन
7. तिहेरी बंध (अल्काईन्स)	प्रत्यय-yne (आईन)	 प्रोपाईन

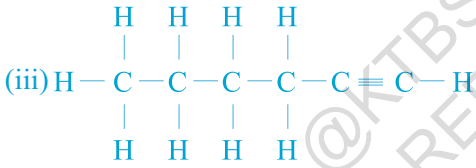
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. पेंटेनपासून किती रचनात्मक आयसोमर्स / समघटक संयुगे काढू शकाल?
2. कार्बनचे असे कोणते दोन आयसोमर्स गुणधर्म आहेत ज्यामुळे सभोवताली प्रचंड संख्येने कार्बन संयुगे पहावयास मिळतात?
3. सायक्लोपेंटेनचे सुत्र आणि इलेक्ट्रॉन डॉट रचना काय असेल?
4. खालील संयुगांचे रचनात्मक सूत्र काढा.
   (i) इथेनॉईक आम्ल (ii) ब्रोमोपेंटेन
   (iii) ब्यूटॅनोन (iv) हेक्झेनॉल
   ब्रोमोपेंटेनसाठी रचनात्मक आयसोमर्स / समघटक शक्य आहेत का?
5. खालील संयुगांचे नामकरण कसे कराल?

(i) $CH_3 — CH_2 — Br$

(ii)


(iii)


@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

4.3 कार्बन संयुगांचे रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of Carbon Compounds)

या विभागामध्ये आपण कार्बन संयुगाच्या काही रासायनिक गुणधर्मांचा अभ्यास करणार आहोत म्हणून अशी कित्येक इंधने जी आपण वापरतो ती कार्बन किंवा त्यांची संयुगे असतात, आपण प्रथमतः ज्वलनाचा अभ्यास करूया.

4.3.1 ज्वलन (Combustion)

कार्बनचे त्यांच्या सर्व बहुरूपांच्या स्वरूपात जेव्हा ऑक्सीजन बरोबर ज्वलन होते तेव्हा कार्बन डायऑक्साईडची निर्मिती होते, त्याचबरोबर उष्णता आणि प्रकाशही निर्माण होतो. अशा कित्येक कार्बनी संयुगांचे ज्वलन झाल्यास मोठ्या प्रमाणात उष्णता आणि प्रकाशाची निर्मिती केली जाते. आपण पहिल्या प्रकरणात शिकलेल्या या ऑक्सीडेशन क्रिया आहेत.

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + उष्णता आणि प्रकाश

(ii) $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + उष्णता आणि प्रकाश

(iii) $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + उष्णता आणि प्रकाश

पहिल्या प्रकरणामध्ये शिकलात त्या पद्धतीने पुढील दोन रासायनिक क्रिया समतोल करा.

उपक्रम 4.3

पूर्वकाळजी : या उपक्रमासाठी शिक्षकांच्या सहाय्याची आवश्यकता आहे.

- एका चमचामध्ये एक-एक करत काही कार्बनची संयुगे (नॅप्थॅलीन, कापूर, अल्कोहोल) घ्या आणि त्यांना जाळा.
- ज्योतीच्या स्वरूपाचे निरिक्षण करा आणि धूराची निर्मिती झाली आहे का याची नोंद करा.
- ज्योतीवर धातूची प्लेट ठेवा. यातील संयुगाचा थर प्लेटवर जमा झाला आहे का?

उपक्रम 4.4

- बन्सेन बर्नर पेटवा आणि विभिन्न प्रकारची ज्योत धुराची उपस्थिती प्राप्त करण्यासाठी हवेचे छिद्र व्यवस्थित जूळवून घ्या.
- तुम्हाला पिवळी, काजळीयुक्त ज्योत केव्हा मिळेल?
- तुम्हाला निळी ज्योत केव्हा मिळेल?

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

सामान्यतः संपृक्त हायड्रोकार्बन्सपासून स्वच्छ ज्योत मिळते. तर असंपृक्त कार्बनची संयुगे भरपूर प्रमाणात काळा धूर असणारी पिवळी ज्योत देतील. याचा परिणामस्वरूप उपक्रम 4.3 मध्ये धातूच्या प्लेटवर काजळीचा थर जमा होतो. हवेच्या मर्यादीत पुरवठ्यामध्ये संपृक्त हायड्रोकार्बन सुद्धा काजळीयुक्त ज्योतीची निर्मिती करतात. घरी वापरल्या जाणाऱ्या, वायू/रॉकेल स्टोव्हमध्ये हवा येण्यासाठी छिद्रे असतात. त्यामुळे पुरेशा प्रमाणात ऑक्सिजन समृद्ध मिश्रण जळून स्वच्छ निळ्या ज्योतीची निर्मिती करते.

जर आपण स्वयंपाकाच्या भांड्याच्या तळाचे निरिक्षण केले तर तो काळा झालेला असतो, म्हणजेच हवेची छिद्रे बंद झालेली आहेत आणि इंधन वाया जात आहे. कोळसा आणि पेट्रोलियमसारख्या इंधनाच्यामध्ये काही प्रमाणात नायट्रोजन आणि सल्फर असतो. त्यांच्या ज्वलनामूळे नायट्रोजन आणि सल्फरच्या ऑक्साईडांची निर्मिती होते की जे पर्यावरणाचे प्रमुख प्रदूषक आहेत.

तुम्हाला माहीत आहे का?

जळणारे पदार्थ ज्योतीची निर्मिती का करतात किंवा का करत नाहीत?

Why do substances burn with or without flame?

कोळसा किंवा लाकूड जळताना तुम्ही त्याचे निरिक्षण केले आहे का? जर नसेल तर पुढील वेळी जर तुम्हाला संधी मिळाली तर लाकूड किंवा कोळसा जळण्यास प्रारंभ होतो तेव्हा काय घडते त्याची नोंद ठेवा. आपण पूर्वी पाहिले आहे की,मेनबत्ती किंवा गॅसस्टोव्ह मधील LPG ज्योतीसह जळतो. आपण निरिक्षण कराल की, 'angithi' (अँगीठी) मध्ये जळणारा कोळसा किंवा लोणारी कोळसा कधी-कधी लाल रंगासारखा तेजस्वी असतो आणि ज्योतीशिवाय उष्णता देत असतो. याचे कारण असे आहे की, जेव्हा वायूरूप पदार्थ जळतो तेव्हाच ज्योतीची निर्मिती होते. जेव्हा लाकूड किंवा लोणारी कोळसा जाळला जातो तेव्हा उपस्थित बाष्पशील पदार्थाचे बाष्पीभवन होते आणि प्रारंभी ज्योतीबरोबर जळतात.

जेव्हा वायूरूप पदार्थाच्या अणूंना उष्णता दिली जाते तेव्हा तेजस्वी ज्योत पाहायला मिळते आणि ती प्रखर होण्यास प्रारंभ होते. प्रत्येक मुलद्रव्याकडून निर्माण झालेला रंग हा त्या मुलद्रव्याचा वैशिष्टपूर्ण गुणधर्म असतो. गॅस शेगडीच्या ज्योतीमध्ये तांब्याच्या तारेला उष्णता देण्याचा प्रयत्न करा आणि त्याच्या रंगाचे निरिक्षण करा. आपण पाहिला आहात की अपूर्ण ज्वलनामुळे काजळीची निर्मिती होते की जो कार्बन आहे. या आधारे तुम्ही मेनबत्तीच्या पिवळ्या रंगाच्या ज्योतीचे कारण सांगाल?

अधिक जाणा !

दगडी कोळसा आणि पेट्रोलियमची निर्मिती (Formation of Coal and Petroleum)

दगडी कोळसा आणि पेट्रोलियमची निर्मिती जैविकवस्तुमानापासून होते त्यांची निर्मिती विविध जैविक आणि भूगर्भातील प्रक्रिया झाल्यामुळे होते. दगडी कोळसा म्हणजे मिलीयन वर्षापूर्वीच्या वृक्ष, फर्न (नेचे) आणि इतर वनस्पतींचे अवशेष आहेत. कदाचीत ते भूकंप आणि ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळे पृथ्वीच्या आत गाडले गेले होते. ते पृथ्वीच्या विविध थरांनी आणि खडक यांमुळे दाबले गेले आणि हळुवारपणे त्यांचे विघटन होऊन दगडी कोळशामध्ये रूपांतर झाले. तेल आणि वायू हे मिलीयन वर्षापूर्वीच्या समुद्रात वास्तव्य असणाऱ्या लहान वनस्पती आणि प्राण्यांचे अवशेष आहेत. जेव्हा ते मृत होतात तेव्हा त्यांचे शरीर समुद्रगाळाने झाकले जाते. त्या मृत अवशेषांवर जीवाणूंच्या आक्रमणामुळे आणि उच्च दाबामुळे तेल आणि वायूची निर्मिती होते. दरम्यानच्या काळात गाळाचे हळुवारपणे संपीडन होवून दाबाने खडकाची निर्मिती होते. खडकांच्या लहान-लहान छिद्रांमधून तेल आणि वायू झिरपला जातो आणि स्पंजमध्ये पाण्याप्रमाणे अडकतो. दगडी कोळसा आणि पेट्रोलियम यांना जीवाश्म इंधन का म्हणतात याचे

© KTES NOT TO BE REPUBLISHED

4.3.2 ऑक्सिडेशन (ऑक्सिडीकरण) Oxidation

उपक्रम 4.5

- परिक्षानळीमध्ये 3 ml इथेनॉल घ्या आणि काळजीपूर्वक वाटरबाथमध्ये उष्णता द्या.
- त्या द्रावणामध्ये 5% अल्कलीयुक्त पोटॅशियम परमॅग्नेटचे द्रावणाचा एक एक थेंब करत सोडा.
- जेव्हा ते सुरवातीला मिसळले जाते तेव्हा पोटॅशियम परमॅग्नेटच्या द्रावणाचा रंग टिकून राहतो का?
- अधिक प्रमाणात मिसळल्याने पोटॅशियम परमॅग्नेटचा रंग अदृष्य का होत नाही?

पहिल्या प्रकरणामध्ये आपण ऑक्सिडेशन रासायनिक क्रिया शिकला आहात. सहजपणे कार्बन संयुगांचे ज्वलन झाल्यामुळे ऑक्सिडेशन होते. पूर्ण ऑक्सिडेशन क्रियेबरोबरच आपल्याकडे ज्या रासायनिक क्रिया आहेत त्यामध्ये अल्कोहोलचे रूपांतर कार्बोक्झीलीक आम्लामध्ये होते–

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[\text{किंवा आम्लयुक्त } K_2Cr_2O_7 + \text{उष्णता}]{\text{अल्कलाईन } KMnO_4 + \text{उष्णता}} CH_3COOH$$

आपण पाहिले आहे की, काही पदार्थामध्ये ऑक्सिजन देण्याची क्षमता असते त्या पदार्थांना ऑक्सिडीकारक असे म्हणतात.

अल्कलीयुक्त पोटॅशियम परमॅग्नेट किंवा आम्लयुक्त पोटॅशियम डायक्रोमेटचे अल्कोहोल मधून आम्लांमध्ये ऑक्सिडेशन होते, म्हणजेच प्रारंभीच्या पदार्थामध्ये ऑक्सिजन मिसळतो. म्हणून त्यांना ऑक्सिडीकारक पदार्थ असे म्हणतात.

4.3.3 समावेशी अभिक्रिया (Addition Reaction)

पॅलॅडीयम किंवा निकेल सारख्या उत्प्रेरकांच्या उपस्थितीत असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स हायड्रोजनची भर घालून संपृक्त हायड्रोजनमध्ये रूपांतर करतात. उत्प्रेरक म्हणजे जो पदार्थ अभिक्रियेत भाग न घेता त्याच्या उपस्थितीमुळे रासायनिक क्रिया घडून येते किंवा विभिन्न दरांनी कार्यान्वित होते त्या पदार्थाला उत्प्रेरक असे म्हणतात. सामान्यतः या रासायनिक क्रियेचा उपयोग वनस्पती तेलाच्या हायड्रोजनीकरणासाठी केला जातो. ज्यामध्ये निकेल उत्प्रेरक म्हणून वापरतात. सामान्यतः वनस्पती तेलाची लांब असंपृक्त कार्बन शृंखला असते तसेच, प्राण्यांच्या चरबीमध्ये संपृक्त कार्बन शृंखला असते.



आपण जाहीरातीमध्ये पाहिला असाल की, काही वनस्पती तेल 'आरोग्यदायी' असतात. सामान्यपणे प्राण्यांच्या चरबीमध्ये संपृक्त स्निग्धाम्ले (मेदाम्ले) असतात. ही मेदाम्ले आरोग्यासाठी हानीकारक असतात. ज्या तेलामध्ये असंपृक्त स्निग्धाम्ले असतात अशा प्रकारच्या तेलांचा स्वयंपाकासाठी वापर करतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

4.3.4. पर्यायी (प्रतिस्थापन) रासायनिक क्रिया (Substitution Reaction)

संपृक्त हायड्रोकार्बन्स खासकरून अक्रियाशील असतात आणि जास्तीत जास्त रिएजंट अभिकर्मक (रासायनिक क्रियेसाठी वापरला जाणारा रासायनिक पदार्थ) यांच्या उपस्थितीत निष्क्रीय असतात. सुर्यप्रकाशाच्या सानीध्यात हायड्रोकार्बनमध्ये जलद रासायनिक क्रियेत हायड्रोकार्बनमध्ये क्लोरीनचा समावेश होतो. क्लोरीनचे अणू हायड्रोजन अणूंना एक-एक करत विस्थापीत/प्रतिस्थापीत करतात. याला प्रतिस्थापन किंवा पर्यायी रासायनिक क्रिया म्हणतात याचे कारण असे की, एकाच प्रकारचा अणू किंवा अणूंचा गट दुसऱ्याची जागा घेतात. साधरणतः उच्च समजातीय/होमोलोगस अल्केन बरोबर अनेक उत्पादीतांची निर्मिती होते.

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ (प्रकाशाच्या सानीध्यात)

प्रश्न

1. इथेनॉल पासून इथेनॉईक आम्लाचे रूपांतर होणे याला ऑक्सीडेशन क्रिया का म्हणतात?
2. वेल्डींगच्या ज्वलनासाठी ऑक्सीजन आणि इथाईनच्या मिश्रणाचा वापर करतात. इथाईन आणि हवेच्या मिश्रणाचा वापर का करत नाहीत हे सांगू शकाल का?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

4.4 काही महत्वाची कार्बन संयुगे-इथेनॉल आणि इथेनॉईक आम्ल

Some important Carbon compounds - Ethanol and Ethanoic acid

कित्येक कार्बनची संयुगे आपल्यासाठी अनमोल आहेत. परंतु येथे आपण दोन व्यावसायिक महत्वाच्या संयुगांच्या गुणधर्माचा अभ्यास करणार आहोत-इथेनॉल आणि इथेनॉईक आम्ल.

4.4.1 इथेनॉलचे गुणधर्म (Properties of Ethanol)

इथेनॉल सामान्य तापमानाला द्रवरूप असते (इथेनॉलच्या विलय बिंदू आणि उत्कलन बिंदू साठी तक्ता क्र. 4.1) सामान्यपणे इथेनॉलला अल्कोहोल असे म्हणतात आणि हा अल्कोहोलीक पेयामधील क्रियाशील घटक आहे. त्याचबरोबर हा उत्तम द्रावक असल्यामुळे याचा उपयोग टिंचर आयोडीन, खोकल्यासाठी पातळ औषध (कफ सिरप), आणि कित्येक टॉनीक अशा औषधांमध्ये केला जातो. सर्व प्रमाणात इथेनॉल पाण्यात विद्राव्य आहे. थोड्या प्रमाणातही विरल इथेनॉल घेतल्यास नशा येते. जरी अल्कोहोल पिणे निंदनीय असले तरी समाजामध्ये मोठ्या प्रमाणात प्रचलित आहे. यांसाठी जरी आपण थोड्या प्रमाणातील शुद्ध इथेनॉल (संपूर्ण अल्कोहोल) घेतले तरी आपल्यासाठी ते घातक ठरू शकते. तसेच दिर्घकाळ अल्कोहोलचे सेवन केले तरी आपल्यामध्ये आरोग्याच्या कित्येक समस्या निर्माण होतात.

इथेनॉलच्या रासायनिक क्रिया (Reactions of Ethanol)

I) सोडीयमशी रासायनिक क्रिया-

$2\,Na + 2\,CH_3CH_2OH \rightarrow 2\,CH_3CH_2O - Na^+ + H_2$

(सोडीयम इथॉक्साईड)

उपक्रम 4.6

- दोन तांदळांच्या आकाराएवढा सोडीयमचा लहान तुकडा इथेनॉलमध्ये (संपूर्ण अल्कोहोल) टाका.
- आपले निरीक्षण काय असेल?
- उत्सर्जित वायूची कशी परिक्षा कराल?

अल्कोहोलची सोडीयम बरोबर क्रिया होऊन हायड्रोजन वायू मुक्त होतो. इथेनॉलशी क्रिया होऊन दुसरा उत्पादक सोडीयम इथॉक्साईडची निर्मिती होते. आपण सांगू शकाल की कोणता दुसरा पदार्थ धातूशी क्रिया करून हायड्रोजन वायूची निर्मिती करतो?

ii) असंपृक्त हायड्रोकार्बनच्या निर्मितीसाठी रासायनिक क्रिया :-

इथेनॉल आणि अतिरिक्त तिव्र सल्फुरीक आम्ल यांना 443 K तापमानाला उष्णता दिली असता इथेनॉलचे निर्जलीकरण (डीहायड्रेशन) होऊन इथीनची निर्मिती होते.

$$CH_3\ CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{तप्त तिव्र}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

या रासायनिक क्रियेमध्ये तिव्र सल्फुरीक आम्ल निर्जलीकारक म्हणून वापरले जाते ज्यामुळे इथेनॉलमधील पाणी निघून जाते.

तुम्हाला माहीत आहे का?

सजीवांवर अल्कोहोलचा काय परिणाम होतो ? How do alcohols affect living beings

जेव्हा जास्त प्रमाणात इथेनॉलचे सेवन केले जाते तेव्हा चयापचय क्रियेचा वेग मंदावतो आणि मध्यवर्ती चेतनसंस्थेवर परिणाम होऊन ती कमजोर बनते. याचा परिणाम स्वरूप समन्वयाचा अभाव, मानसिक गोंधळ, गुंगी येणे, सामान्य कार्ये किंवा इंद्रीयांच्या कार्यात अडथळा (lowering of the normal inhibitions), शेवटी भावशून्य किंवा बेशुद्ध पडणे असे पहावयास मिळते. यामुळे व्यक्तीला आराम वाटतो परंतु त्या व्यक्तीला हे माहीत नसते की विचार करण्याची क्षमता, समयसूचकता, आणि स्नायूंमधील समन्वय अत्यंत गंभीरपणे प्रभावित झाले आहेत. इथेनॉलच्या विपरीत मिथेनॉलचे थोडे प्रमाण जरी शरीरामध्ये गेले तर मृत्यू होण्याचा संभव असतो.

यकृतामध्ये मिथेनॉलचे ऑक्सीडेशन होऊन मिथेनॉलमध्ये रूपांतर होते. पेशीतील घटकांच्या बरोबर मिथेनॉलची जलद क्रिया होते. यामुळे प्रोटोप्लाझम अशा प्रकारे गोठतो ज्या प्रमाणे अंडे शिजल्यानंतर गोठते. मिथेनॉलचा दृष्टीचेतनीवर परिणाम होऊन आंधळेपणा येतो. इथेनॉल हे महत्वाचे औद्योगिक द्रावक आहे. औद्योगिक उपयोगासाठी तयार इथेनॉलचा दुरुपयोग थांबवण्यासाठी त्याच्यामध्ये मिथेनॉलसारखा विषारी पदार्थ मिसळला जातो ज्यामुळे ते पिण्यासाठी योग्य राहत नाही. अल्कोहोलला ओळखण्यासाठी त्याच्यामध्ये रंजक (Dyes) मिसळून त्याचा रंग निळा बनविला जातो. त्यालाच खाण्यास किंवा पिण्यास अयोग्य असलेला अल्कोहोल (denatured alcohol) असे म्हणतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अधिक जाणा !

इंधनाच्या स्वरूपात अल्कोहोल **Alcohol as a fuel**

ऊस ही वनस्पती सूर्यप्रकाशाचे रासायनिक ऊर्जेमध्ये रूपांतर करणारी सर्वात सक्षम वनस्पती आहे. ऊसाचा रस काकवी बनवण्यासाठी उपयोगात आणला जातो, ज्याचे किण्वन करून अल्कोहोल (इथेनॉल) मिळविले जाते. काही देश सध्या पेट्रोलमध्ये अल्कोहोलचा मिश्रक म्हणून वापरला जातो. अशा इंधनाला स्वच्छ इंधन म्हणतात. कारण या इंधन प्रमाणातील हवेच्या (आक्सिजन) सानिध्यात ज्वलन होऊन कार्बन डायऑक्साईड आणि पाण्याची निर्मिती होते.

4.4.2 इथेनॉईक आम्लाचे गुणधर्म (Properties of Ethanoic Acid)

सामान्यपणे इथेनॉईक आम्लांना ॲसिटीक आम्ल असे म्हणतात. आणि त्या आम्लाच्या संबंधीत गटाला कार्बोक्झिलीक आम्ल असे म्हणतात. पाण्यामध्ये ॲसिटीक आम्लाचे 5–8% द्रावण म्हणजेच व्हिनेगार होय आणि त्याचा लोणच्यामध्ये मोठ्या प्रमाणात अन्नसंरक्षक पदार्थ म्हणून उपयोग करतात. शुद्ध इथेनॉइक आम्लाचा विलय बिंदू 290 K आहे. आणि म्हणून हिवाळ्यामध्ये थंड हवामानामध्ये वारंवार तो गोठतो. या कारणास्तव त्याला ग्लासीयल ॲसिटीक आम्ल असे म्हणतात.

सेंद्रीय संयुगाच्या गटाला कार्बोक्झीलीक आम्ल असे म्हणतात आणि आम्लीयता हे त्याचे वैशिष्ट आहे. तथापी खनिज आम्लांच्या विपरीत कार्बोक्झीलीक आम्ल दुर्बल आम्ल असतात. खनिज आम्लांसारखे हायड्रोक्लोरीक आम्ल पूर्णतः आयनीभवन झालेले असतात.

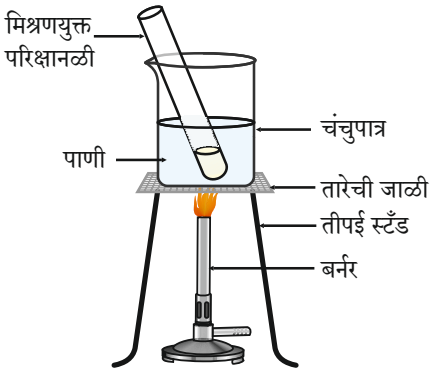
© KSBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 4.7

- दोन्ही लिटमस पेपर आणि वैश्विक दर्शक यांचा वापर करून विरल ॲसिटीक आम्ल आणि विरल हायड्रोक्लोरीक आम्ल यांच्या pH ची तुलना करा.
- दोन्ही आम्ले लिटमस परीक्षण दर्शविलेली आहेत का?
- वैश्विक दर्शक दोन्ही आम्लांची प्रबलता/तिव्रता सारखीच दाखवतो का?

उपक्रम 4.8

- परीक्षानळीमध्ये 1 ml इथेनॉल (संपूर्ण अल्कोहोल) आणि 1 ml ग्लासीयल ॲसिटीक आम्ल घ्या. त्यामध्ये तिव्र सल्फुरीक आम्लाचे काही थेंब टाका.
- आ. 4.11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कमीत कमी 5 मिनीटांसाठी वाटर बाथमध्ये गरम करा.
- 20–50 ml पाणी असलेल्या चंचुपात्रामध्ये ते ओता आणि तयार झालेल्या मिश्रणाचा वास घ्या.



आ. 4.11 इस्टरची निर्मिती

इथेनॉईक आम्लाची रासायनिक क्रिया (Reactions of ethanoic acid)

i) **इस्टरीफिकेशन रासायनिक क्रिया :** आम्लाची आणि अल्कोहोलची रासायनिक क्रिया होऊन सामान्यतः इस्टरची निर्मिती होते. इथेनॉईक आम्लाची उत्प्रेरक आम्लाच्या उपस्थितीत संपूर्ण इथेनॉल (शुद्ध इथेनॉल) बरोबर रासायनिक क्रिया होऊन इस्टरची निर्मिती करतात–

$$CH_3-COOH + CH_3-CH_2OH \overset{\text{आम्ल}}{\rightleftharpoons} CH_3-C(=O)-CH_2-CH_3 + H_2O$$

(इथेनॉईक आम्ल) (इथेनॉल) (इस्टर)

इस्टरना सुवासिक गोड वास असतो. त्यांचा सुवासिक अत्तर आणि स्वाद निर्माण करणारा घटक म्हणून उपयोग केला जातो. इस्टरची क्रिया अल्कली असणाऱ्या सोडीयम हायड्रॉक्साईड बरोबर केली असता इस्टरचे रूपांतर पुन्हा अल्कोहोल आणि कार्बोक्झीलीक आम्लाचे सोडीयम क्षार यामध्ये होते. यालाच साबणीकरण क्रिया असे म्हणतात कारण या क्रियेचा उपयोग साबण निर्मितीसाठी केला जातो. साबण हा लांब शृंखलेच्या कार्बोक्झीलीक आम्लाचे सोडीयम किंवा पोटॅशियम क्षार होय.

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow{NaOH} C_2H_5OH + CH_3COONa$$

ii) **अल्कलीबरोबर रासायनिक क्रिया :** खनिज आम्लाप्रमाणे, इथेनॉईक ॲसीडची रासायनिक क्रिया सोडीयम हायड्रॉक्साईड सारख्या अल्कलीबरोबर केली असता क्षार (सोडीयम इथेनोएट किंवा सामान्यपणे सोडीयम ॲसीटेट म्हणतात) आणि पाण्याची निर्मिती होते :

$$NaOH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

इथेनॉईक आम्लाची कार्बोनेटस आणि हायड्रोजन कार्बोनेटस यांच्याबरोबर रासायनिक क्रिया कशी होईल?

याचा शोध घेण्यासाठी एक उपक्रम करूया.

© KSBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 4.9

- प्रकरण 2 मधील उपक्रम 2.5 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे उपकरणांची मांडणी करा.
- एका परिक्षानळीमध्ये पूर्ण चमचा भरून सोडीयम कार्बोनेट घ्या आणि त्यामध्ये 2 ml विरल इथेनॉईक आम्ल मिसळा.
- तुम्ही काय निरिक्षण केला?
- ताज्या लाईमवाटर मधून निर्माण झालेला वायू प्रवाहीत करा.
- तुम्हाला काय दिसले?
- या परिक्षेच्या सहाय्याने इथेनॉईक आम्ल आणि सोडीयम कार्बोनेट यांच्या रासायनिक क्रियेमुळे निर्माण झालेल्या वायूची ओळख होऊ शकते का?
- आता सोडीयम कार्बोनेट ऐवजी सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटचा वापर करून हा उपक्रम पुन्हा करा.

iii) कार्बोनेटस आणि हायड्रोजन कार्बोनेटसची रासायनिक क्रिया :

इथेनॉईक आम्लाची कार्बोनेटस आणि हायड्रोजन कार्बोनेटस यांच्याशी रासायनिक क्रिया होऊन क्षार, कार्बन डायऑक्साईड आणि पाण्याची निर्मिती होते. निर्माण झालेल्या क्षाराला सोडीयम ॲसीटेट असे म्हणतात.

$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

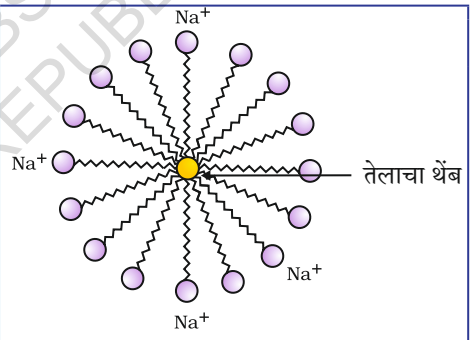
प्रश्न

1. अल्कोहोल आणि कार्बोक्झिलीक आम्ल यांची प्रायोगिकरीत्या तुलना कशी कराल?
2. ऑक्सीडीकारक म्हणजे काय?

4.5 साबण आणि स्वच्छके (Soaps and Detergents)

उपक्रम 4.10

- प्रत्येकी दोन परिक्षानळीमध्ये 10 ml पाणी घ्या.
- दोन्ही परिक्षानळीमध्ये तेलाचा एक-एक थेंब टाका व A आणि B असे नाव द्या.
- परिक्षानळी B मध्ये साबणाच्या द्रावणाचे काही थेंब टाका.
- दोन्ही परिक्षानळ्या समान वेळेसाठी जाराने हलवत रहा.



आ. 4.12 माईसलेसची निर्मिती

- हलवण्याचे बंद केल्यानंतर दोन्ही परिक्षानळीमध्ये तेल आणि पाण्याचा थर वेगवेगळा दिसतो का?
- काही वेळासाठी दोन्ही परिक्षानळ्या स्थिर ठेवा आणि त्यांचे निरिक्षण करा. तेलांचे थर वेगळा होतो का? पहिल्यांदा कोणत्या परिक्षानळीमध्ये असे घडते?

या उपक्रमाद्वारे स्वच्छतेमध्ये साबणाच्या प्रभावाचे प्रात्यक्षिक पहावयास मिळते. अधिकांश मळ ही तेलकट असते आणि ती पाण्यामध्ये अविद्राव्य असते. कार्बोक्झिलिक आम्लाच्या लांब शृंखलेचे सोडीयम किंवा पोटॅशियम क्षार म्हणजे ते साबणाचे रेणू असतात. साबणाचा आयनिक ध्रुव पाण्यामध्ये विरघळतो तर कार्बन शृंखला तेलामध्ये विरघळते. त्यामुळे साबणाचे रेणू एक रचना तयार करतात त्यालाच माईसलेस असे म्हणतात. (आ. 4.12 पहा). जेथे रेणूचे एक टोक तेलाच्या लहानशा थेंबाकडे असते तर आयनीक टोक बाहेरच्या बाजूला असते. यामुळे पाण्यामध्ये

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

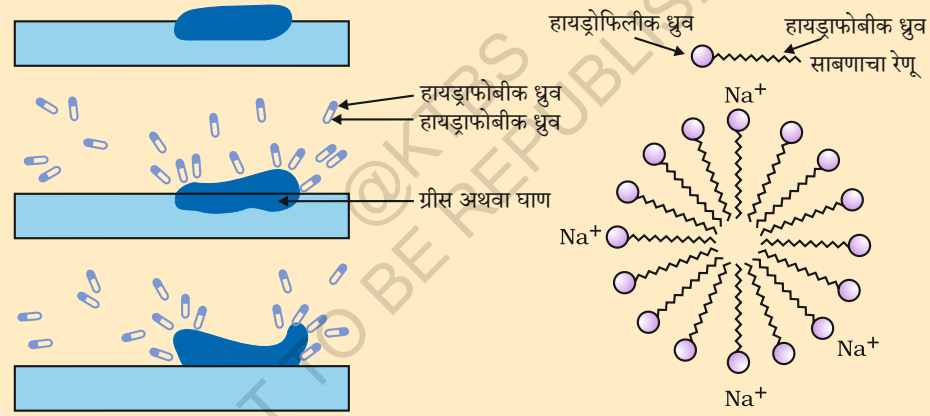
इमल्शनची निर्मिती होते. अशा प्रकारे साबणाचा माईसलेस मळीला पाण्यामध्ये विरघळण्यासाठी मदत करतो आणि त्यामुळे आपण कपडे स्वच्छ धुवू शकतो. (आ. 4.13)

हायड्रोकार्बनमध्ये साबण विरघळविल्यास निर्माण होणाऱ्या माईसलेसची रचना रेखाटू शकाल का?

अधिक माहितीसाठी !

माईसलेस (Micelles)

साबण म्हणजे ज्यांच्या रेणूतील दोन ध्रुवांचे विभिन्न गुणधर्म असतात. त्यातील एक हायड्रोफिलिक असते की जे पाण्यामध्ये विरघळते तर दुसरे टोक हायड्रोफोबिक असते की जे हायड्रोकार्बनमध्ये विरघळते. जेव्हा साबण पाण्याच्या पृष्ठभागावर असतो तेव्हा साबणाची हायड्राफोबिक शेपटी पाण्यामध्ये अविद्राव्य असते आणि पाण्याच्या पृष्ठभागावर साबण रांगेत अशा पद्धतीने रचनाबद्ध होईल की त्याचे आयनिक टोक पाण्यामध्ये असते आणि हायड्रोकार्बनची शेपटी पाण्याच्या बाहेर म्हणजे पाण्याला दूर ढकलते.



आ. 4.13 स्वच्छतेमध्ये साबणाचा प्रभाव

पाण्यामध्ये या रेणूंची अद्वितीय व्यवस्था (अभिमुखता) केलेली असते त्यामुळे हायड्रोकार्बनचा भाग पाण्याच्या बाहेर ठेवलेला असतो. हे असे रेणूंच्या समुहाची निर्मिती झाल्यामुळे होते. ज्यामध्ये समूहाच्या आत हायड्रोफोबीकची शेपूट आणि आयनिक ध्रुव समुहाच्या पृष्ठभागावर असतो. या निर्मितीलाच माईसलेस असे म्हणतात. माईसलेसच्या स्वरूपातील साबण स्वच्छ करण्यासाठी सक्षम असतो. म्हणून तेलकट मळ माईसलेसच्या केंद्राशी जमा होते. माईसलेस द्रावणामध्ये सरबरीतद्रव्य स्वरूपात राहते आणि आयन-आयन प्रतिकर्षणामुळे अवक्षेपामध्ये रूपांतरीत होत नाही. अशा प्रकारे माईसलेस मधील तरंगत असलेली मळ सहजपणे दूर केली जाते. साबणाचे माईसलेस पुरेशा प्रमाणात मोठे असतात ज्यामुळे प्रकाशाचे विकिरण होवू शकते म्हणून साबणाचे द्रावण दाट/ढगाळ भासते.

© KSEB NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 4.11

- वेगवेगळ्या परिक्षाबनळीमध्ये 10 ml उर्ध्वपातीत पाणी (पावसाचे पाणी) आणि 10 ml कठीण पाणी (कूपनलिका किंवा हातपंपामधून) घ्या.
- दोन्ही परिक्षानळीमध्ये साबणाच्या द्रावणाचे दोन थेंब टाका.
- दोन्ही परिक्षानळ्या समान कालावधीसाठी जोरात हलवा आणि निर्माण झालेल्या फेसाच्या प्रमाणाचे निरिक्षण करा.
- तुम्हाला कोणत्या परिक्षानळीमध्ये जास्त फेस मिळतो?
- तुम्हाला कोणत्या परिक्षानळीमध्ये श्वेत दह्यासारखा फेस निरिक्षणास येतो?

शिक्षकांसाठी सुचना : जर तुमच्या परिसरात कठीण पाणी उपलब्ध नसेल तर सामान्य पाण्यामध्ये हायड्रोजन कार्बोनेटस/कॅल्शीयम किंवा मॅग्नेशियम सल्फेट/क्लोराईडस विरघळून कठीण पाणी तयार करा.

उपक्रम 4.12

- दोन परिक्षानळ्या घ्या आणि त्या प्रत्येक परिक्षानळीत 10 ml कठीण पाणी घ्या.
- एका परिक्षानळीमध्ये साबणाच्या द्रावणाचे पाच थेंब टाका आणि स्वच्छकाच्या द्रावणाचे पाच थेंब दुसऱ्या परिक्षानळीमध्ये टाका.
- समान कालावधीसाठी दोन्ही परिक्षानळ्या हलवत रहा.
- दोन्ही परिक्षानळ्यांमध्ये एक सारख्याच प्रमाणात फेस आहे का?
- कोणत्या परिक्षानळ्यांमध्ये दह्यासारखा घनरूप पदार्थ तयार होतो?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आपण अंघोळ करताना कधी निरिक्षण केले आहे का की अंघोळ करताना फेस मोठ्या कष्टाने निर्माण होत आहे आणि शरीर पाण्याने धुतल्यानंतर एक अविद्राव्य पदार्थ (scum) शरीरावर शिल्लक राहतो. हे असे होते याचे कारण असे आहे की, साबणाची कॅल्शीयम आणि मॅग्नेशियम क्षारांबरोबर रासायनिक क्रिया होते व पाण्याचा कठीणपणा वाढतो. म्हणून तुम्हाला जास्त प्रमाणात साबणाचा उपयोग करावा लागेल. आपण ही समस्या दुसऱ्या वर्गातील संयुगाचा वापर करून सोडवू शकतो. स्वच्छके म्हणजे सामान्यपणे कार्बोक्झिलीक आम्लाच्या लांब शृंखलेचे अमोनियम किंवा सल्फोनेटचे क्षार होय. कठीण पाण्यामध्ये या संयुगांची भारीत ध्रुवे कॅल्शीयम आणि मॅग्नेशियम आयन्सबरोबर अविद्राव्य अवक्षेपाची निर्मिती करत नाहीत. अशा प्रकारे ते कठीण पाण्यामध्ये प्रभावी असतात. सामान्यपणे स्वच्छकांचा उपयोग शाम्पू आणि कपडे धुण्यासाठी लागणारी उत्पादने यांच्यासाठी केला जातो.

प्रश्न

1. आपण स्वच्छकांचा वापर करून कोणतेही पाणी कठीण आहे किंवा नाही हे सांगू शकाल का?
2. लोक कपडे धुण्यासाठी वेगवेगळ्या पद्धतींचा उपयोग करतात. सामान्यतः कपड्यांना साबण लावल्यानंतर लोक कपड्यांना दगडावर आपटतात, किंवा धोपटण्याने धोपटतात. ब्रशने घासतात किंवा वॉशिंग मशीनमध्ये खळबळवितात. कपडे स्वच्छ करण्यासाठी त्याला का खळबळविले जाते?

आपण काय शिकला आहात?

- कार्बन हे एक अष्टपैलू मूलद्रव्य आहे ते सर्व सजीवांचा आणि आपण वापरत असलेल्या वस्तूंचा आधार आहे.
- चतुःसंयुजी आणि कॅटेनेशन गुणधर्म कार्बन दर्शविते त्यामुळे मोठ्या प्रमाणातील विविधता असणाऱ्या संयुगांची निर्मिती कार्बनमुळे होते.
- दोन अणूंमधील इलेक्ट्रॉनच्या भागीदारीमुळे सहसंयुजी बंधाची निर्मिती होते त्यामुळे दोघेही आपली बाह्यतम कक्षा पूर्णपणे भरतात.
- कार्बन स्वतः किंवा हायड्रोजन, ऑक्सीजन, सल्फर, नायट्रोजन आणि क्लोरीनसारख्या मुलद्रव्यांबरोबर सहसंयुजी बंधाची निर्मिती करते.
- कार्बन अशा प्रकारच्या संयुगांची निर्मिती करते की त्यांच्या कार्बन अणूंच्यामध्ये दुहेरी किंवा तिहेरी बंध असतो. ती कार्बन शृंखला सरळ शृंखला, शाखा शृंखला किंवा वलय स्वरूपात असू शकते.
- कार्बनमध्ये शृंखला निर्माण करण्याची क्षमता असल्यामुळे कार्बन संयुगामध्ये समजातीय श्रेणी निर्माण होते. ज्यामध्ये विभिन्न लांबीच्या कार्बन शृंखलांना सारखाच क्रियात्मक गट जोडलेला असतो.
- अल्कोहोल, अल्डीहाईड, किटोनस आणि कार्बोक्झिलिक आम्ल यासारखे क्रियात्मक गट कार्बन संयुगांना वैशिष्टपूर्ण गुणधर्म प्रदान करतात.
- कार्बन आणि त्यांची संयुगे आपल्या काही इंधनांचे मुख्य स्त्रोत आहेत.
- इथेनॉल आणि इथेनॉईक आम्ल ही कार्बनची संयुगे आपल्या दैनंदिन जीवनात महत्वाची आहेत.
- साबण आणि स्वच्छके यांची क्रियाशीलता रेणूमधील हायड्रोफोबीक आणि हायड्रोफिलीक गटाच्या उपस्थितीवर आधारित असते. याच्या मदतीने तेलकट मळीचे पायस बनते आणि ते काढून टाकण्यास मदत होते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

1. C_2H_6 रेणूसुत्र असलेल्या इथेनमध्ये
   (a) 6 सहसंयुजी बंध आहेत (b) 7 सहसंयुजी बंध आहेत
   (c) 8 सहसंयुजी बंध आहेत (d) 9 सहसंयुजी बंध आहेत
2. ब्युटेनोन चार कार्बन असलेले संयुग आहे ज्याचा क्रियात्मक गट आहे
   (a) कार्बोक्झिलिक आम्ल (b) अल्डीहाईड
   (c) कीटोन (d) अल्कोहोल
3. स्वयंपाक करताना जर भांड्यांचा तळ बाहेरील बाजूने काळा झाला असेल तर त्याचा अर्थ होतो
   (a) अन्न पूर्णपणे शिजलेले नाही (b) इंधनाचे पूर्ण ज्वलन झाले नाही
   (c) इंधन ओले आहे (d) इंधनाचे पूर्ण ज्वलन झाले आहे
4. CH_3Cl मधील बंध निर्मितीचा उपयोग करून सहसंयुजी बंधाच्या स्वरूपाचे स्पष्टीकरण करा.
5. खालील दिलेल्यांसाठी इलेक्ट्रॉन डॉट रचना काढा.
   (a) इथेनॉईक आम्ल (b) H_2S
   (c) प्रोपेनोन (d) F_2
6. समजातीय श्रेणी म्हणजे काय? उदाहरणासहीत स्पष्टीकरण करा.
7. इथेनॉल आणि इथेनॉईक आम्लाची भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्मांच्या आधारे तुलना करा.
8. जेव्हा पाण्यामध्ये साबण टाकला जातो तेव्हा माइसलेसची निर्मिती का होते? इथेनॉलसारख्या दुसऱ्या द्रावणांच्यामध्ये माइसलेसची निर्मिती होईल का?
9. कार्बन आणि त्यांच्या संयुगांचा उपयोग इंधन म्हणून जास्तीत जास्त अनुप्रयोगामध्ये का करतात?
10. जेव्हा कठीण पाण्याची साबणाबरोबर क्रिया केली जाते तेव्हा अविद्राव्य गाळाची निर्मिती होते याचे स्पष्टीकरण करा.
11. जर आपण साबणाची परिक्षा लिटमस पेपरबरोबर (लाल आणि निळा) केली तर कोणता बदल तुमच्या निरिक्षणास येईल?
12. हायड्रोजीनेशन म्हणजे काय? त्याचे औद्योगीकरणातील उपयोजन सांगा.
13. खालीलपैकी कोणकोणत्या हायड्रोकार्बनमध्ये समावेशी रासायनिक क्रिया होते : $C_2H_6, C_3H_8, C_3H_6, C_2H_2$ आणि CH_4
14. लोणी आणि खाद्य तेल यांची रासायनिक तुलना करण्यासाठी कोणत्या परिक्षेचा वापर करतात ते सांगा.
15. साबणाच्या स्वच्छतेच्या कार्याचे वर्णन करा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

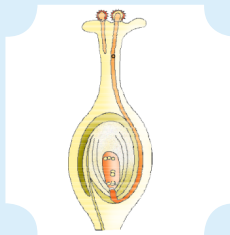
सामूहिक उपक्रम

I. रेणू मॉडेल किटसचा उपयोग करून या प्रकरणामध्ये शिकलेल्या संयुगांचे मॉडेल बनवा.

II.
- चंचुपात्रामध्ये 20 ml एरंडेल तेल/कापसाच्या बियाचे तेल/लीनसीड तेल/सोयाबीन तेल घ्या. त्यामध्ये 30 ml 20% सोडीयम हायड्रॉक्साईड द्रावण टाका. मिश्रण जाड होईपर्यंत काही मिनीटांसाठी सतत/नियमीत ढवळत मिश्रणाला उष्णता द्या. त्यामध्ये 5-10 g सामान्य मिठ टाका. मिश्रणाला चांगले ढवळा आणि थंड होऊ द्या.
- साबणाचे विविध आकर्षक आकारामध्ये कापून घ्या. साबण घट्ट होण्यापूर्वी त्यामध्ये विविध सुवासिके मिसळा.

* * * *

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



प्रकरण 7

सजीव पुनरुत्पादन कसे करतात?

(How do Organisms Reproduce?)

सजीव ज्या प्रक्रियेद्वारे पुनरुत्पादन करतात त्या विषयी चर्चा करण्याआधी आपण ते पुनरुत्पादन का करतात? या मूलभूत प्रश्नाचा विचार करुया. पोषण, श्वसन, किंवा उत्सर्जन या सारख्या जीवनावश्यक क्रियांप्रमाणे पुनरुत्पादन जिवंत राहण्यासाठी आवश्यक क्रिया नाही. उलट जर एखादा सजीव आपल्यासारखे जास्त सजीव निर्माण करत असेल तर या क्रियेत त्याची मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा खर्च होते. तर मग एखाद्या सजीवाने पुनरुत्पादनासारख्या क्रियेमध्ये जी जिवंत राहण्यासाठी आवश्यक नाही, अशा क्रियेसाठी उर्जा वाया का घालवावी? या प्रश्नांच्या संभाव्य उत्तरांची चर्चा वर्गामध्ये केल्यास खूप आनंद वाटेल.

या प्रश्नाचे कोणतेही उत्तर असो मात्र सजीव पुनरुत्पादन करतात म्हणून आपण वेगवेगळ्या सजीवांना पाहू शकतो. जर एखाद्या प्रकारचे सजीव पुनरुत्पादन करतच नसते तर त्या प्रकारच्या सजीवांचे अस्तित्वच नष्ट झाले असते. एखाद्या विशिष्ट प्रजातीमधील भरपूर संख्येने असणाऱ्या सजीवांच्या संख्येमुळेच आपले त्यांच्याकडे लक्ष वेधले जाते. दोन सजीव एकाच प्रजातीमधील आहेत हे आपणाला कसे कळते? सर्वसाधारणपणे आपण त्यांना एकाच प्रजातीतील सजीव असे म्हणतो कारण ते एकमेकासारखे दिसतात. अशाप्रकारे प्रजनन करणारे सजीव बरेचसे आपल्यासारखे दिसणारे सजीव निर्माण करतात.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

7.1 सजीव तंतोतंत स्वत:सारखेच दिसणारे जीव निर्माण करतात का ?

सजीव एकसारखे दिसतात कारण त्यांची शरीर रचना सारखीच असते. जर शरीर रचना सारख्याच असतील तर त्यांच्या रचनेची प्रतिकृती (प्रत) पण सारखीच असली पाहिजे. अशाप्रकारे पुनरुत्पादनाच्या मूलभूत टप्प्यामध्ये आपल्या शरीराच्या रचनेची हुबेहुब नक्कल (Blue print) तयार करण्याचा समावेश असतो. इयत्ता IX वी मध्ये आपण शिकलो आहोत की पेशीतील पेशीकेंद्रात आढळणाऱ्या गुणसुत्रामध्ये आढळणाऱ्या DNA (डी ऑक्सी रिबो न्युक्लीक आम्ल) रेणुद्वारे जनकाकडून अनुवंशीक गुणधर्म पुढील पिढीकडे वाहून नेले जातात. प्रथिने तयार करण्यासाठी आवश्यक माहिती पुरविणारे पेशीकेंद्रातील DNA हे एक स्त्रोत आहे. तर या माहितीमध्ये काही बदल झाला तर वेगळ्या प्रकारचे प्रोटिन्स तयार होतात आणि या वेगळ्या प्रकारच्या प्रोटिन्समुळे अर्थातच शरीर रचनेमध्ये बदल झालेला आढळतो.

म्हणून पुनरुत्पादनामध्ये DNA ची प्रतिकृती निर्माण करणे ही मूलभूत घटना आहे. DNA च्या प्रतिकृती निर्माण करण्यासाठी पेशी रासायनिक क्रियांचा उपयोग करतात. त्यामुळे पेशीमध्ये DNA च्या दोन प्रतिकृती निर्माण होतात ज्या एकमेकांपासून अलग करणे गरजेचे असते. मात्र DNA ची एक प्रतिकृती मूळ पेशीमध्ये ठेवून दुसऱ्या प्रतिकृतीला बाहेर टाकणे पुरेसे नसते. कारण पेशीबाहेर काढलेल्या या DNA प्रतिकृतीला जीवन प्रक्रियेसाठी आवश्यक असणारी संघटीत अशी पेशी रचना

असत नाही. त्यामुळे DNA च्या प्रतिकृतीसोबत पेशीचा एक नवीन साचा तयार करणे आवश्यक ठरते. त्यानंतरच DNA च्या दोन प्रति अलग होतात व त्या प्रत्येक प्रतिकृतीसोबत त्यांचा स्वतःचा पेशीचा साचा असतो. याचा परिणाम होऊन मूळ पेशीचे विभाजन होऊन दोन पेशी तयार होतात.

अर्थातच या दोन्ही पेशी सारख्या असतात पण तंतोतंत सारख्या असतात का? प्रतिकृती तयार करण्याच्या क्रिया किती अचूकपणे झाल्या आहेत यावर या प्रश्नाचे उत्तर अवलंबून आहे. कोणतीही जैव रासायनिक क्रिया पूर्णपणे खात्रीची नसते. त्यामुळे DNA च्या प्रतिकृती निर्माण होण्याच्या प्रक्रियेमध्ये प्रत्येक वेळी काही बदल आढळणार हे अपेक्षितच असते त्यामुळे DNA ची प्रत मूळ DNA सारखी असेल मात्र ती तंतोतंत जुळणारी असणार नाही. काही वेळा हे फरक इतके प्रखर असतात की नवीन तयार झालेली DNA ची प्रत पेशीमय सामुग्रीमध्ये जुळवून घेऊ शकत नाही, त्यामुळे अशा नवीन निर्माण झालेल्या पेशी मात्र मृत होतात. कांही वेळा मात्र DNA च्या प्रतिकृतीमध्ये बरेच फरक (परिवर्तन) घडतात पण आशा परिवर्तनामुळे तशा प्रकारची प्रखर घटना घडत नाही व नवीन पेशी जीवंत राहतात. अशाप्रकारे जीवंत राहणारी पेशी मूळ पेशीसारखी जरी दिसत असली तरी त्यांच्यामध्ये सूक्ष्म फरक आढळतो. पुनरुत्पादनाच्या वेळी आढळणारी वैविध्याची प्रवृत्तीच (परिवर्तन) उत्क्रांतीचा पाया ठरते. याची चर्चा आपण पुढील प्रकरणात करु या.

7.1.1. परिवर्तनाचे महत्व

आपल्या पुनरुत्पादनाच्या सामर्थ्यामुळे सजीव पर्यावरणाच्या कांही विशिष्ट ठिकाणी वसाहती करून राहतात. पुनरुत्पादनाच्या वेळी DNA ची नक्कल करण्याची प्रक्रिया सातत्याने सुरु असल्यामुळे सजीवांची शरीर रचना कायम स्थिर राखली जाते. त्यामुळे ते सर्व सजीव आपल्या विशिष्ट शरीर रचनेनुसार पर्यावरणाच्या ठराविक जागी व्यवस्थितपणे जगू शकतात. अशाप्रकारे पुनरुत्पादनाचा संबंध त्या प्रजातीतील सजीवांच्या संख्येच्या स्थिरतेशी जोडला जातो.

तरीसुध्दा सजीवांची ही मूलस्थाने अशा कांही कारणास्तव बदलू शकतात जी कारणे त्यांच्या नियंत्रणा बाहेरची असतात. उदा. पृथ्वीवरील तपमान कमी किंवा जास्त होऊ शकते, पाण्याची पातळी बदलू शकते किंवा उल्कापात होऊ शकतो. जर पर्यावरणाच्या एखाद्या जागी पुनरुत्पादन करणाऱ्या सजीवांची वसाहत आहे आणि त्या ठिकाणचे स्वरुप प्रखरपणे पालटले तर त्या सजीवांची संख्या पुसुन टाकली जाऊन ते नामशेष (नष्ट) होतात. तरीसुध्दा यांच्यापैकी काही सजीवांमध्ये काही परिवर्तने असतील तर ते त्या परिस्थितीमध्ये सुध्दा जिवंत राहतात. अशाप्रकारे समजा समशितोष्ण पाण्यामध्ये बॅक्टिरियांची वसाहत आहे आणि जागतिक तापमानवाढीमुळे पाण्याचे तपमान वाढले तर यापैकी बरेच बॅक्टेरीया मरतील, पण ज्यांच्यामध्ये उष्णतेतील बदलाला तोंड देण्यासाठी परिवर्तन झाले आहे ते जगतील आणि वाढतील. अशाप्रकारे प्रजाती टिकण्यासाठी परिवर्तन उपयोगी ठरते.

प्रश्न

1. प्रजननामध्ये DNA ची नक्कल करण्याचे महत्व काय?
2. प्रजातींसाठी परिवर्तन फायदेशीर असते मात्र ते एकट्या सजीवासाठी असेलच असे नाही, असे का?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

7.2 एखाद्या सजीवाने प्रजननासाठी वापरलेल्या पध्दती

कृती 7.1

- 100 ml पाण्यामध्ये 10 gm साखर विरघळवा.
- यापैकी 20 ml द्रावण एका परीक्षानळीमध्ये घ्या व तिच्यामध्ये एक चिमुटभर यीस्टचे कण टाका.
- परीक्षा नळीचे टोक कापसाने बंद करा आणि ती परीक्षानळी एका उबदार ठिकाणी ठेवा.
- 1 ते 2 तासानंतर परीक्षा नळीतील यीस्ट जंतूचीवाढ झालेला एक थेंब काचेच्या पट्टीवर घालून त्याच्यावर आच्छादन काच (coverslip) ठेवा.
- काच पट्टीचे सुक्ष्म दर्शक यंत्राखाली निरिक्षण करा.

कृती 7.2

- ब्रेडचा एक तुकडा ओलसर करून तो थंड, ओलसर आणि अंधाऱ्या जागी ठेवा.
- बहिर्गोल भिंगाच्या सहाय्याने या ब्रेडचा तुकड्याच्या पृष्ठभागाचे निरिक्षण करा.
- एक आठवडाभर केलेल्या तुमच्या निरिक्षणांची नोंद करा.

पहिल्या व दुसऱ्या कृतीमधील यीस्टच्या वाढीतील साम्य व भेद यांची तुलना करा.

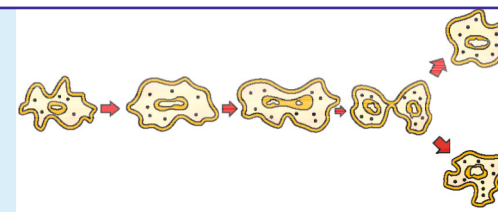
पुनरुत्पादन क्रिया कशा कार्य करतात या विषयी आपण चर्चा केली आहे, आता आपण विविध सजीव प्रत्यक्ष पुनरुत्पादन कसे करतात ते पाहू. प्रजननाच्या पध्दती सजीवांच्या शरीर रचनेवर अवलंबून असतात.

7.2.1. विभाजन (Fission)

एकपेशीय सजीवामध्ये पेशी विभाजन किंवा विभाजनाद्वारे नवीन सजीव तयार होतात. विभाजनाच्या पुष्कळ वेगवेगळ्या रचना आहेत. पेशी विभजनमध्ये अनेक बॅक्टेरीया आणि आदिजीवांमध्ये एका पेशीचे दोन समान भाग होतात. अमिबा सारख्या सजीवांमध्ये पेशीचे दोन भाग कोणत्याही पातळीत होतात.

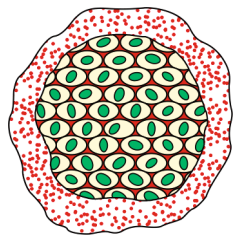
कृती 7.3

- अमीबाच्या कायमस्वरूपी काचपट्टीचे सुक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण करा.
- द्विविभाजन दाखविणाऱ्या आणखी एका अमिबाच्या कायमस्वरूपी काचपट्टीचे निरिक्षण सुक्ष्मदर्शकाखाली करा.
- आता दोन्ही काचपट्टीवरील निरिक्षणाची तुलना करा.



आ. 8.1 अमीबामधील द्वि-विभाजन

© BSTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आ. 8.2 प्लाझमोडियम मधील बहु विभाजन

काही एकपेशीय सजीवांमध्ये शरिराची जास्त व्यवस्थित संघटना आढळते. उदा. लेशमॅनिया (ज्याच्यामुळे काळा आजार होतो). यांच्यामध्ये पेशीच्या एका टोकाला चाबूकासारखी रचना (whip-like structure) असते. अशा सजीवांमध्ये त्यांच्या शरीर रचनेनुसार द्विविभाजन (Binary fission) एका विशिष्ट दिशेने घडते. प्लाझमोडियम (Plasmodium) सारखे मलेरियाच्या परोपजीवी सजीवांमध्ये संतती पेशीचे विभाजन एकाचवेळी पुष्कळ वेळा होते व असंख्य संतती पेशी निर्माण होतात या पध्दतीला बहु विभाजन (multiple fission) असे म्हणतात.

यीस्टमध्ये अनेक मुकुले निर्माण होतात ही मुकुले जनक यीस्ट पासून वेगळी होतात आणि ती स्वतंत्रपणे वाढतात. कृती 7.1 पहा.

7.2.2 खंडीभवन (Fragmentation)

कृती 7.4

- गडद हिरव्या रंगाचे तंतू असणाऱ्या तळ्यामधील किंवा ओढ्यामधील पाणी गोळा करा.
- त्या पाण्यामधील एक किंवा दोन तंतू काचपट्टीवर ठेवा.
- या तंतूवर ग्लिसरीनचा एक थेंब घाला व आच्छादन काचेने झाका.
- या काचपट्टीचे सुक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण करा.
- स्पायरोगायराच्या या तंतूमध्ये तुम्हाला वेगवेगळ्या ऊती आढळतात का?

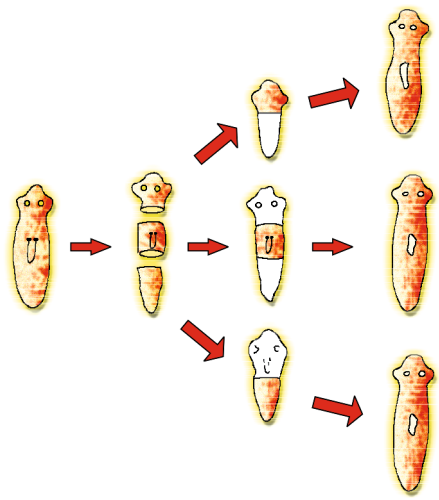
साधी शरीर रचना असणाऱ्या बहुपेशीय सजीवांमध्ये प्रजनन सुध्दा साध्या पध्दतीने होते. परिपक्व झालेल्या शैवालाच्या तंतूचे लहान लहान तुकडे म्हणजे खंड होतात. प्रत्येक खंड स्वतंत्रपणे नवीन तंतू प्रमाणे वाढला. याचे कारण आपण कृती 7.4 च्या आधारावरून शोधून काढू शकतो का?

सर्व बहुपेशीय सजीवांमध्ये असे घडत नाही. त्यांच्यामध्ये एका पेशीच्या दोन आणि दोनच्या चार असे विभाजन घडत नाही. याचे कारण म्हणजे बहुपेशीय सजीव म्हणजे केवळ पेशींचा समुह नसतो. विशिष्ट पेशी एकत्र येऊन ऊती तयार होतात, ऊतींच्या एकत्रीकरणाने अवयव तयार होतात व अवयव शरिरातील विशिष्ट ठिकाणी ठेवले जातात. अशी काळजीपूर्वक ऊती आणि अवयवांची सुसंघटीत रचना असलेल्या सजीवामध्ये पेशी विभजनाद्वारे पुनरुत्पादन अशक्य ठरते. त्यामुळे बहुपेशीय सजीवांमध्ये प्रजननाच्या गुंतागुंतीच्या प्रक्रिया अवलंबिल्या जातात.

बहुपेशीय सजीवांमध्ये एक मूलभूत कार्यपध्दत अशी आहे की विविध प्रकारच्या पेशी वेगवेगळी वैशिष्ट्यपूर्ण कार्ये करत असतात. या पध्दतीचा अवलंब केल्यास अशा सजीवांमध्ये प्रजनन सुध्दा काही विशिष्ट पेशींद्वारे होते. एखादा सजीव अनेक पेशींनी बनलेला असतांना केवळ एका प्रकारच्या पेशींच्या मदतीने प्रजोत्पादन कसे शक्य होते? याचे उत्तर असे आहे की त्या सजीवामध्ये पेशींचा एकच असा प्रकार आहे की ज्याच्या मध्ये वाढ, प्रजोत्पादन आणि इतर पेशी योग्य परिस्थितीमध्ये निर्माण करण्याची क्षमता आहे.

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

7.2.3 पुनरुद्भवन (Regeneration)

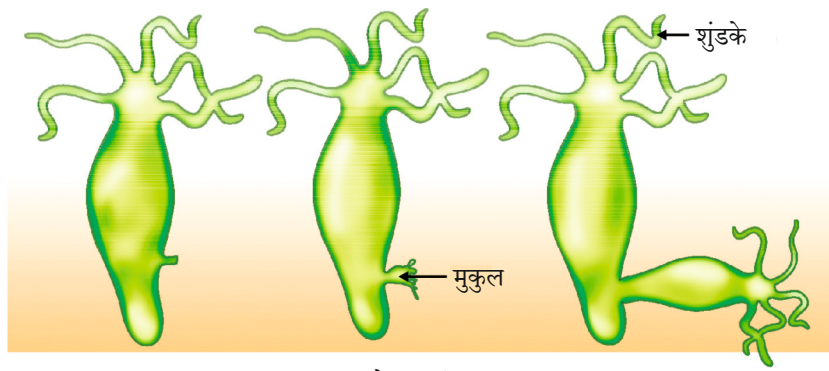


आ. 7.3 प्लॅनेरिया मधील पुनरुद्भवन

पूर्ण विकसीत झालेल्या काही प्रकारच्या सजीवांमध्ये आपल्या शरिराच्या भागापासून नवीन सजीव निर्माण करण्याची क्षमता असते. म्हणजेच काही कारणास्तव जर एखाद्या सजीवाच्या शरिराचे अनेक तुकडे झाले तर यातील बऱ्याच तुकड्यांची वाढ होऊन ते नवीन स्वतंत्र सजीव म्हणून स्वतंत्रपणे जगू लागतात. यालाच पुनरुद्भवन असे म्हणतात (आ 7.3 पहा) वैशिष्ट्यपूर्ण पेशींमुळे पुनरुद्भवन होते. या पेशींचे प्रजोत्पादन होऊन असंख्य पेशींची निर्मिती होते. या असंख्य पेशीतील विविध पेशींमध्ये बदल घडून त्यांच्यापासून विविध प्रकारच्या पेशी आणि ऊतींची निर्मिती होते. हे बदल ज्या सुसंगत क्रमाने घडत जातात त्यालाच वाढ असे म्हणतात. तरीसुध्दा पुनरुद्भवन म्हणजे पुनरुत्पादन नव्हे, कारण बरेच सजीव पुनरुत्पादनासाठी अशा प्रकारच्या शरिराचे तुकडे होऊन त्यापासून सजीवांची निर्मिती करण्यासाठी अवलंबून नसतात.

7.2.4 मुकुलायन (Budding)

हैड्रासारखे सजीव पुनरुत्पादनासाठी मुकुलायन पध्दत वापरतात. या पध्दतीमध्ये पुनरुत्पादक पेशींचा (regenerative cells) उपयोग हैड्रा करून घेतो. हैड्रामध्ये शरिराच्या एखाद्या ठराविक जागी पेशींचे पुन्हा पुन्हा विभजन होऊन त्या ठिकाणी एक फुगीर भाग म्हणजेच मुकुल बाहेर पडते (आ. 7.4) या मुकुलांची एक लहान सजीव म्हणून वाढ होते आणि जेव्हा ते परिपक्व होतात तेव्हा जनक हैड्रापासून गळून पडतात आणि एक स्वतंत्र सजीव म्हणून स्वतंत्रपणे जगू लागतात.



आ. 7.4 हैड्रामधील मुकुलायन

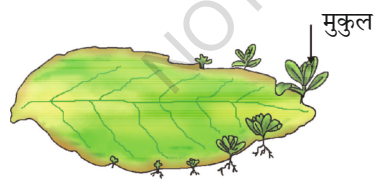
© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

7.2.5 शाकीय प्रजनन (Vegetative Propagation)

योग्य परिस्थितीमध्ये बऱ्याच वनस्पतींच्या मूळ, खोड आणि पाने या सारख्या भागांपासून स्वतंत्र नव्या वनस्पतीची निर्मिती होते. अशा प्रकारची पुनरुत्पादनाची पध्दत खरोखरच वनस्पती वापरतात मात्र ही पध्दत बऱ्याच प्राण्यांमध्ये आढळत नाही. वनस्पती मधील शाकीय प्रजननाच्या गुणधर्माचा उपयोग करून फांदी रोवून स्वतंत्र वनस्पती (layering) निर्माण करणे किंवा ऊस, गुलाब किंवा द्राक्षारख्या वनस्पती कलम (gratiing) करून वाढवितात. बीज जमिनीमध्ये पेरून उगवणाऱ्या वनस्पतीपेक्षा शाकीय प्रजननाद्वारे उगवलेल्या वनस्पतीला फुले व फळे लवकर लागतात. केळी, संत्रे, गुलाब आणि मोगरा या सारख्या वनस्पतींनी बीज तयार करण्याचे सामर्थ्य गमावलेले असते अशा वनस्पतींसाठी शाकीय प्रजननाची पध्दत उपयुक्त ठरते. शाकीय प्रजननाचा आणखी एक फायदा असा आहे की, नवीन निर्माण झालेल्या वनस्पतीमध्ये त्यांच्या जनक वनस्पतींचे सर्व अनुवंशिक गुणधर्म असतात.

कृती 7.5

- एक बटाटा घेऊन त्याच्या पृष्ठभागाचे निरीक्षण करा. त्या बटाट्यावर तुम्हाला V आकाराच्या खाचा दिसतात का?
- या बटाट्याचे असे तुकडे करा की काही तुकड्यांमध्ये या खाचा किंवा मुकुल असतील व काही तुकड्यावर नसतील.
- एका ट्रेमध्ये कापूस पसरून ठेवा आणि तो ओलसर करा. या कापसावर बटाट्यांचे तुकडे ठेवा. मुकुल असलेले तुकडे कुठे ठेवले आहेत ते लक्षात ठेवा.
- पुढील काही दिवसात बटाट्यांच्या या तुकड्यात काही बदल दिसतो का याचे निरीक्षण करा. कापूस ओलसर राहील याची खात्री करा.
- बटाट्यांच्या कोणत्या तुकड्यामधून ताजे हिरवे अंकूर आणि मुळे बाहेर पडतात?



अशाचप्रकारे पानफुटीच्या पानांच्या खळग्यामधील मुकुल जेव्हा जमिनिवर पडतात तेव्हा त्यांच्यापासून नवीन वनस्पती उगवते.

आ. 7.5 पानफुटीतील (Bryophyllum) मुकुल

कृती 7.6

- एका मनीप्लँटची निवड करा.
- त्याचे असे तुकडे करा की प्रत्येक तुकड्यावर एक तरी पान असेल.
- पाने नसलेले तुकडे देखील घ्या.
- काही दिवस हे सर्व तुकडे पाण्यामध्ये बुडवून ठेवा आणि निरिक्षण करा.
- कोणत्या तुकड्यांची वाढ होऊन त्यांना नविन पाने फुटतात?
- या निरिक्षणाद्वारे तुम्ही कोणते अनुमान काढाल?

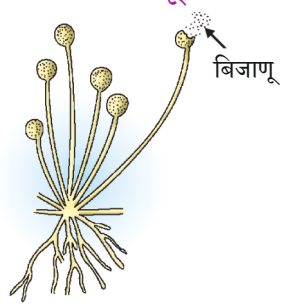
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

ज्यादा माहितीसाठी

ऊती संवर्धन (Tissue Culture)

वनस्पतींच्या वाढणाऱ्या टोकाकडील भागातील पेशी किंवा ऊती काढून घेऊन नवीन वनस्पती ऊती संवर्धनाद्वारे निर्माण करता येतात. वनस्पतीपासून काढून घेतलेल्या पेशी कृत्रीम माध्यमामध्ये ठेवतात; जिथे त्यांचे जलद विभाजन होऊन पेशींचा एक समुह किंवा गोळा (Callus) तयार होतो. वाढीसाठी आवश्यक संप्रेरके असणाऱ्या दुसऱ्या एका माध्यमामध्ये या पेशींचा गोळा ठेवा. त्यांच्यापासून तयार झालेली रोपटी नतर जमिनीमध्ये रोवतात त्यामुळे त्यांच्यापासून नवीन वनस्पती तयार होतात. रोगविरहीत माध्यमामध्ये एका जनक वनस्पतीपासून पुष्कळ नवीन वनस्पती निर्माण करता येतात. ही पध्दत शोभेची झाडे निर्माण करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात वापरतात.

7.2.6 बीजाणू निर्मिती (Spore formation)



आ. 7.6 ऱ्हायझोपसमधील बिजाणू निर्मिती

अगदी साध्या बहुपेशीय सजीवांमध्येसुध्दा प्रजननासाठी असलेले ठराविक भाग ओळखता येतात. कृती 7.2 मध्ये ब्रेडवरील ऱ्हायझोपस (Rhizopus) पासून कवक तंतू निर्माण झालेले दिसतात. हे प्रजनन करणारे भाग नाहीत. मात्र काडीसारख्या बारीक रचनेवरील जो पाण्याच्या थेंबसारखा सुक्ष्म दिसणारा भाग असतो तो प्रजननात भाग घेतो त्या गोलाकार भागाला बिजाणुगोलक (sporangia) असे म्हणतात. या बिजाणुगोलकामध्ये बिजाणू असतात. या बिजाणुपासून नवीन ऱ्हायझोपस निर्माण होते (आ. 7.6). बिजाणुभोवती एक जाड भित्ती असते जिच्यामुळे त्याचे संरक्षण होते. जोपर्यंत बिजाणु एखाद्या ओलसर पृष्ठभागाच्या संपर्कात येऊन त्यांची वाढ नवीन ऱ्हायझोपसमध्ये होत नाही तोपर्यंत ही जाड भित्ती संरक्षण करते. आपण चर्चा केलेल्या या पुनरुत्पादनांमध्ये नवीन सजिवांची उत्पत्ती एकाच सजीवापासून झाली आहे. यालाच अलैंगिक पुनरुत्पादन (asexual reproduction) असे म्हणतात.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. द्विविभाजन हे बहुविभाजनापेक्षा कसे वेगळे आहे?
2. बिजाणुमार्फत पुनरुत्पादन झाल्यामुळे सजीवांना कोणता फायदा होतो?
3. गुंतागुंतीची रचना असणारे सजीव पुनरुद्भवनाद्वारे नवीन सजीवांना जन्म का देऊ शकत नाहीत?
4. काही वनस्पतींमध्ये शाकीय पुनरुत्पादन का आढळते?
5. D.N.A ची नक्कल करून प्रतिकृती निर्माण करणे ही प्रजननातील आवश्यक गोष्ट का आहे?

7.3 लैंगिक प्रजनन

प्रजननाचे प्रकार शिकत असतांना काही प्रकारांमध्ये नवी पिढी निर्माण करण्यासाठी दोन सजीवांच्या सहभागाची आवश्यकता असते हे आपण पाहिले आहे. एकटा बैल वासराला तयार करू शकत नाही किंवा एकटी कोंबडी पिल्लू निर्माण करू शकत नाही. लैंगिक प्रजननामध्ये नवी पिढी निर्माण करण्यासाठी दोन्ही लिंगाच्या सजीवांची म्हणजेच नर आणि मादी यांची आवश्यकता असते. लैंगिक प्रजननाचे फायदे कोणते आहेत? वर उल्लेख केल्याप्रमाणे लैंगिक प्रजननाला देखील काही मर्यादा आहेत का?

7.3.1 प्रजननाची लैंगिक पध्दतच का? (Why the sexual mode of reproduction)

जेव्हा D.N.A व पेशी साच्याची (apparatus) नक्कल होते किंवा प्रतिकृती तयार होते तेव्हा एका पेशीच्या दोन पेशी तयार होतात. D.N.A ची प्रतिकृती तयार होण्याची क्रिया तंतोतंत अचूक नसेल तर झालेल्या परिणामी चुका किंवा बदल हे त्या सजीवांच्या समुहांच्या गुणधर्मात होणाऱ्या बदलाचे स्त्रोत ठरतात. प्रत्येकी स्वतंत्रपणे एका सजीवाचा विचार केल्यास या बदलांचा (परिवर्तन) त्याला फायदा होईलच असे नाही. मात्र जेव्हा सजीवांच्या समुहांचा विचार केला जातो तेव्हा त्यांच्या प्रजातीचे अस्तित्व टिकविण्यासाठी या बदलांचा उपयोग होतो. त्यामुळे प्रजनन पध्दतीत झालेल्या या बदलांना अर्थ प्राप्त होतो.

D.N.A ची प्रतिकृती तयार होण्याची क्रिया तंतोतंत अचूक नसते. मात्र ही क्रिया गुणधर्मात बदल असणाऱ्या पिढ्या घडविण्याएवढी सक्षम असते मात्र या क्रियेचा वेग मंद असतो. पण जर D.N.A ची प्रतिकृती तयार करण्याची क्रिया जर जास्त चुकीची असती तर तयार झालेल्या D.N.A च्या प्रतिकृती पेशी साच्यामध्ये व्यवस्थित कार्य न करता मरून गेली असती तर मग या बदलांच्या क्रियेचा वेग आपण कसा काय वाढवू शकतो?

एखाद्या D.N.A मध्ये बदल होतात पण त्याच्यामध्ये पूर्वीच्या पिढीमध्ये झालेले बदलही साठविलेले असतात. अशाप्रकारे एकाच प्रकारच्या सजीवांच्या गटामध्ये असलेल्या दोन सजीवांमध्ये पूर्वीच्या पिढीतील साठविलेले बदल वेगवेगळे असू शकतात. ज्या अर्थी या सर्व फरकांसहित हे सजीव जीवंत आहेत याचाच अर्थ या बदलांचा किंवा परिवर्तनांचा त्यांच्यावर वाईट परिणाम झालेला नाही. अशाप्रकारे दोन किंवा अधीक सजीवांमधील परिवर्तने एकत्र आली तर परिवर्तनांचे नवीन संयोग तयार होतील. प्रत्येक संयोग हा निराळाच असेल कारण त्याच्यामध्ये दोन वेगवेगळ्या सजीवांचा समावेश असतो. लैंगिक प्रजननाच्या पध्दतीमध्ये प्रजोत्पादनाच्यावेळी दोन वेगवेगळ्या सजीवांमधील D.N.A चा संयोग होणे अंतर्भूत असते.

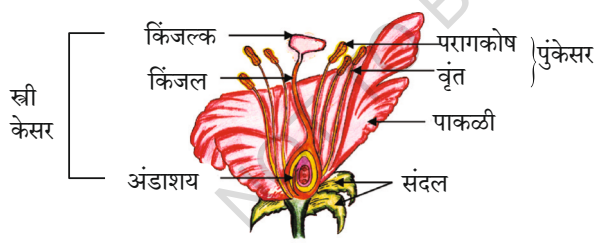
यामुळे एक मोठी अडचण अशी निर्माण होते की जर प्रत्येक नवीन पिढीमध्ये दोन आधिच्या सजीवांकडून आलेल्या D.N.A च्या प्रतिकृतींचा संयोग असेल तर प्रत्येक नवीन पिढीमध्ये पूर्वीच्या पिढीपेक्षा D.N.A चे दुप्पट प्रमाण साठत जाईल. त्यामुळे पेशींच्या साच्यावरील D.N.A च्या नियंत्रणामध्ये गोंधळ निर्माण होईल. तसेच दर पिढीमध्ये जर असे D.N.A चे प्रमाण दुप्पट होत गेले तर पृथ्वीवर फक्त D.N.A चे साम्राज्य दिसून येईल व इतर गोष्टीसाठी जागाच शिल्लक राहणार नाही, ही अडचण सोडविण्यासाठी आपण कोणत्या वेगवेगळ्या मार्गांचा विचार करू शकतो?

© KTES NOT TO BE PUBLISHED

जसजशी एखाद्या सजीवाची रचना गुंतागुंतीची होत जाते तसतसे ऊतींचे विशेषीकरण वाढत जाते. वर सांगितलेल्या अडचणीवर बहुपेशीय प्राण्यांनी एक तोडगा काढला आहे. त्यांच्यामध्ये एका विशिष्ट अवयवामध्ये विशिष्ट वांशिक पेशी असतात. या पेशींना जनन पेशी (germ cells) म्हणतात. जनन पेशीमध्ये शरिरातील प्रजोत्पादन न करणाऱ्या पेशीपेक्षा गुणसुत्राची संख्या अर्धी असते. अशाप्रकारे लैंगिक प्रजननाच्यावेळी जेव्हा दोन सजीवांमधील जनन पेशींचा संयोग होतो तेव्हा गुंणसुत्रांची संख्या आणि D.N.A च्या प्रमाणाची नव्या पिढीमध्ये पुनःस्थापना होते.

जर युग्मनजाची (zygote) वाढ आणि विकास होऊन अशा सजीवाची निर्मिती होत असेल की ज्याच्यामध्ये उच्च आणि विशेष प्रकारच्या ऊती आणि अवयव आहेत, तर त्या युग्मनजामध्ये हे सर्व साध्य करण्यासाठी पुरेशा प्रमाणात ऊर्जेचा साठा असणे अवश्यक आहे. अगदी साधी शरीररचना असणाऱ्या सजीवांमधील दोन प्रकारच्या लैंगिक पेशींमध्ये फरक नसतो. किंबहुना त्या दोन्ही पेशी जवळजवळ सारख्याच असतात. पण सजीवांची शरीररचना जसजशी जास्त गुंतागुंतीची होत जाते तसतशा लैंगिक पेशीसुध्दा विशिष्ट प्रकारच्या बनत जातात. त्या दोन्ही मधील एक लैंगीक पेशी मोठी असून तिच्यामध्ये अन्न साठविले जाते तर दुसरी लैंगीक पेशी लहान असून ती हालचाल करणारी असते. सर्वसाधारणपणे हालचाल करु शकणाऱ्या पेशींना पुंयुग्मक (male gamete) आणि अन्न साठविणाऱ्या लैंगिक पेशीला स्त्री युग्मक (Female gamete) असे म्हणतात. पुढच्या भागात आपण हे शिकणार आहोत की ही दोन वेगवेगळ्या प्रकारची युग्मके तयार करण्यासाठी दोन वेगवेगळ्या प्रकारचे प्रजोत्पादक अवयव नर आणि मादीमध्ये कसे आवश्यक आहेत? तसेच काही सजीवांच्यामध्ये नर आणि मादी यांच्या शरिर रचनेमध्ये देखील फरक आढळतो.

7.3.2 सपुष्प वनस्पतीमधील लैंगिक प्रजनन



आ. 8.7 फुलाचा उभा छेद

सपुष्प वनस्पतीमध्ये प्रजोत्पादनाचे भाग फुलामध्ये असतात. संदल (sepals), पाकळ्या (petals), पुंकेसर (stamens), आणि स्त्री केसर (carpels) हे सर्व फुलातील प्रजोत्पादक भाग आहेत. या भागांमध्ये जनन पेशी (germ cells) असतात. संदल (sepal) आणि पाकळ्यांचे कार्य कोणते असेल?

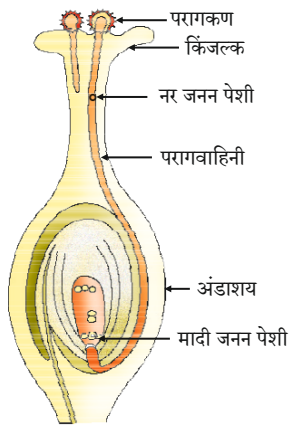
काही वनस्पतीमध्ये फुले एकलिंगी (उदा. पपई, कलिंगडे) असू शकतात त्यांच्यामध्ये एकतर पुकेसर असतात किंवा फक्त स्त्री केसर असतात. काही वेळा ही फुले द्विलिंगी असतात. (उदा. मोहरी, जास्वंद) यांच्यामध्ये पुकेसर आणि स्त्री केसर दोन्ही असतात. पुकेसर हा नर प्रजोत्पादक भाग असून तो पिवळसर रंगांचे परागकण (Pollen grains) तयार करतात. जर आपण फुलातील पुंकेसराला हात लावला तर पिवळसर रंगाची पावडर आपल्या हाताला लागते हे तुम्ही पाहिले असेलच.

फुलाच्या मध्यभागी स्त्री केसर असून तो मादी प्रजोत्पादक घटक (female reproductive part) आहे. स्त्री केसर तीन भागांनी बनलेले असते. तळाचा फुगीर भाग म्हणजे अंडाशय (ovary),

© KSEEB NOT TO BE REPUBLISHED

मधला लांबट भाग म्हणजे किंजल (style) आणि वरचां टोकाकडचा चिकट भाग म्हणजे किंजल्क (stigma). अंडाशयामध्य बीजांड असतात. प्रत्येक बीजांडामध्ये एक अंड पेशी (egg cell) असते. पराग कणांनी निर्माण केलेली नर जनन पेशीचा (male germ cell) बिजांडमधील मादी जनन पेशीशी (female germ cell) संयोग होतो. किंवा फलन होते. व या फलनामुळे युग्मनजा (zygote) तयार होते, ज्याच्यापासून नवीन वनस्पती निर्माण होते.

अशाप्रकारे पुंकेसरामध्ये तयार झालेले पराग कण किंजल्काकडे वाहून नेणे आवश्यक असते. जर एकाच फुलातील परागकण त्याच फुलामधील किंजल्कावर पडले तर त्याला स्वपरागीभवन (self-pollination) म्हणतात. जर एका फुलामधील पराग कण त्याच प्रजातीच्या दुसऱ्या फुलातील किंजल्कावर पडले तर त्याला परपरागीभवन (cross pollination) असे म्हणतात. एका फुलाकडून दुसऱ्या फुलाकडे परागकण वाहून नेण्याचे काम वारा, पाणी व प्राणी या सारख्या माध्यमांद्वारे होते.



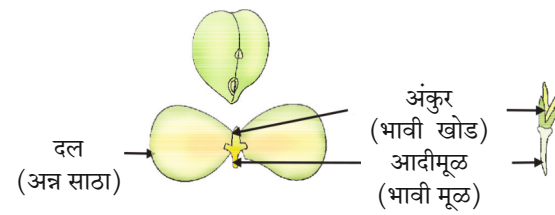
आ. 7.8 पराग कणांचे किंजल्कावरील अंकुरण

फलनानंतर युग्मनजाचे अनेक वेळा विभजन होऊन बीजांडामध्ये (ovule) मध्ये गर्भ तयार होतो. या बीजांडाभोवती एक टणक आवरण तयार होते ज्याचे रूपांतर शेवटी बीजामध्ये होते. अंडाशयाची जलद गतीने वाढ होऊन ते परिपक्व होते व त्याचे फळात रूपांतर होते. या दरम्यान पाकळ्या, संदल, पुंकेसर, किंजल व किंजल्क हे सर्व भाग वाळतात आणि गळून पडतात. एखाद्या फळामध्ये तुम्ही फुलाच्या एखाद्या भागाचे अस्तित्व पाहिले आहे का? बीज उत्पत्तीचा वनस्पतींना कोणता फायदा होतो हे शोधून काढा. बीजामध्ये भावी वनस्पती दडलेली असते किंवा बीजामध्ये जो गर्भ असतो त्याच्यापासून योग्य परिस्थितीमध्ये रोप तयार होते. या क्रियेला अंकुर फुटण्याची क्रिया (germination) असे म्हणतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कृती 7.7

- थोडे हरभरे पाण्यामध्ये एक रात्र भिजवा.
- नंतर हे पाणी गाळून काढा आणि त्याच्यावर एक दिवस ओले फडके झाकून ठेवा. हरभरे वाळणार नाहीत याची काळजी घ्या.
- काळजीपूर्वक हे दाणे कापून वेगवेगळ्या भागांचे निरीक्षण करा.
- या भागांचो आ. 7.9 बरोबर तुलना करा आणि भागांची नांवे ओळखा.



आ. 7.9 अंकुरण (germination)

7.3.3 मानवामधील प्रजनन (Reproduction in Human Beings)

आतापर्यंत आपण वेगवगळ्य प्रजातीतील सजीवांच्या विविध प्रजनन पध्दतींचा अभ्यास केला आहे. आता आपण अशा प्रजातीतील प्रजननाचा अभ्यास करू या ज्याविषयी आपल्याला उत्सुकता आहे तो म्हणजे मानव–मानवामध्ये प्रजनन कसे घडते?

आता आपण याच्याशी संबधित नसलेल्या गोष्टींचा अभ्यास करूया. तुम्हाला सगळ्यांना माहित आहे की जसे आपण तारुण्यात पदार्पण करतो तसे आपल्या शरीरात बदल घडतात. इयत्ता दुसरीपासून ते दहावीपर्यंत आपल्या उंचीमध्ये आणि वजनामध्ये बदल घडत जातो (काही वेळा नको इतका बदल घडतो!) आपले दुधाचे दात पडून नवे कायमचे दात येतात. अशा सर्व शरीरामध्ये झालेल्या बदलांना आपण शरिराची सर्वसाधारण वाढ असे म्हणतो, यामध्ये शरीराचा आकार वाढतो. पण आपल्या पौगंडावस्थेमध्ये आपल्याला असे कितीतरी बदल दिसून येतात ज्यांना आपण फक्त शरीराची वाढ असे म्हणू शकत नाही. पौगंडावस्थेमध्ये शरीर वेगळे दिसू लागते, प्रमाण बदलते, नवीन रचना दिसतात तसेच मनामध्ये नवीन मनामध्ये नविन खळबळ निर्माण होते.

यापैकी काही बदल मुलांमध्ये व मुलींमध्ये सारखेच घडून आलेले दिसतात. या पौगंडावस्थेमध्ये काखेमध्ये आणि दोन्ही मांड्यामधील जननेंद्रियांच्या जागी केस वाढतात आणि ते नंतर गडद रंगांचे होतात. तसेच पायावर, हातावर आणि चेहऱ्यावर विरळ केस दिसू लागतात. त्वचा वारंवार तेलकट होते व चेहऱ्यावर तारुण्य पिटिका (pimples) देखील दिसू शकतात आपण थोडे लाजाळू किंवा भिडस्त होऊ लागतो. आपण स्वतःच्या शरीराबद्दल जागरूक होतो आणि इतरांच्या शरीराबद्दल वेगळ्या तऱ्हेची जाणीव होऊ लागते.

मुलांमध्ये व मुलींमध्ये वेगवेगळे बदल घडून येतात. मुलींमध्ये वक्षस्थळांची वाढ होऊन वक्षअग्रभोवतीची त्वचा गडद रंगाची होते. तसेच या काळात मुलींची मासिक पाळी यायला सुरु होते. मुलांच्या मध्ये दाढी मिशा फुटायला लागतात, आवाज घोगरा बनतो. तसेच त्यांचे शिश्न स्वप्नदोषामुळे किंवा रात्री मोठे होते व ताठ होते.

हे सगळे बदल सावकाश घडत जातात, यासाठी कितीतरी महिने किंवा वर्षे लागतात. हे सर्व बदल एखाद्या व्यक्तीमध्ये एकाचवेळी होत नाहीत तसेच ते एका त्याच ठराविक काळातच घडतात असे नाही. काहींच्यामध्ये हे बदल अगदी हळू उशिरा घडतात. तर काहींच्यामध्ये लवकर आणि जलद घडतात. प्रत्येक बदल हा लगेच पूर्ण होत नाही. म्हणून उदा. मुलांच्या चेहऱ्यावर केस प्रथम विरळ व इस्ततः येतात नंतर ते एकसारखे येतात. तरीसुध्दा हे प्रत्येकामध्ये घडलेले बदल विविधता दाखवितात. जसे प्रत्येकाच्या नाकाचा व बोटांचा आकार वेगवेगळा असतो तसेच आपल्या केसांच्या वाढीचे वेगवेगळे प्रकार आढळतात किंवा वक्षस्थळांचा आणि शिश्नाचा घाट आणि माप वेगवेगळे असते. हे सगळे बदल म्हणजे शरिराच्या लैंगिक परिपक्वतेच्या महत्वाच्या बाबी आहेत.

या वयात शरीर परिपक्वता का दाखवते? बहुपेशीय प्राण्यांमध्ये विशेष कार्यासाठी विशेष पेशींची आवश्यकता असते याचा आपण अभ्यास केला आहे. लैंगिक प्रजननामध्ये भाग घेण्यासाठी जनन पेशींची निर्मिती होते हे आणखी दुसरे विशेष कार्य आहे. वनस्पती या कार्यासाठी काही खास पेशी व ऊतींची निर्मिती करतात हे आपण पाहिले आहे. मानवामध्ये सुध्दा या उद्दीष्टांसाठी विशिष्ट पेशी निर्माण होतात. तरीसुध्दा सजीवाच्या शरीराची वाढ होऊन प्रौढावस्था प्राप्त करेपर्यंत शरीरातील

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

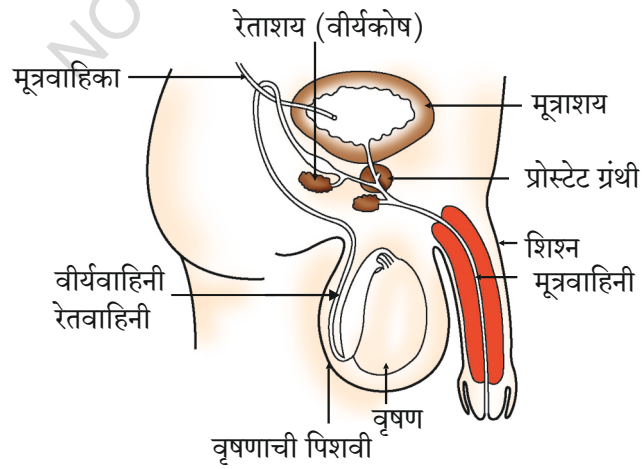
सर्व ऊर्जा स्त्रोतांचा प्रवाह या वाढीकडे वळविलेला असतो. हे घडत असतांना प्रजनन ऊतींच्या परिपक्वतेला महत्वाचे प्राधान्य दिले जात नाही. अशाप्रकारे सजीवाच्या सर्वसाधारण वाढीचा वेग जसा मंद होत जाईल तशी प्रजनन ऊतींच्या परिपक्वतेला सुरवात होऊ लागते. वयात येण्याच्या या काळाला यौवनावस्था म्हणतात.

आपण या ज्या सर्व बदलांचा विचार केला आहे त्याचा प्रजनन क्रियेशी संबंध काय आहे? ज्या वेळी आपण लैंगिक पध्दतीने प्रजोत्पादन म्हणतो तेव्हा दोन सजीवांमधील जनन पेशींचा संयोग होणे आवश्यक असते. सपुष्प वनस्पतींप्रमाणे जेव्हा सजीवांमधील जनन पेशी शरीराबाहेर सोडल्या जातील तेव्हाच हे साध्य होईल. किंवा ज्यावेळी दोन सजीवांची शरीरे एकत्र जुळतील आणि जनन पेशी आतल्या आत एका शरीरातून दुसऱ्या शरीरात जातील आणि त्यांचा संयोग होईल तेव्हाच हे साध्य होईल, असे बऱ्याच प्राण्यांमध्ये घडते तर प्राण्यांना प्रजनन क्रियेसाठी जोडीदार निवडायचा असेल तर त्यांना एकमेकांची लैंगिक परिपक्वता ओळखता आली पाहिजे. एखाद्या ठराविक ठिकाणी केस उगवणे या सारखे बदल यौवनावस्थेमध्ये घडत असतात व लैंगिक परिपक्वतेची चिन्हे दिसू लागतात.

त्याशिवाय या दोन व्यक्तीमधील लैंगिक क्रियेमध्ये जनन पेशींचे वहन होण्यासाठी विशिष्ट अवयवांची आवश्यकता असते. उदा. शिश्न, ज्याच्यामध्ये सरळ ताठ होण्याची क्षमता असते. सस्तन प्राण्यांमध्ये जसे की मानवामध्ये बाळ आईच्या पोटामध्ये बरेच दिवस वाढत असते आणि जन्मानंतर त्याला आई स्तनाद्वारे दूध पाजते. या गरजा पुरविण्यासाठी मादी मधील प्रजोत्पादक इंद्रिय व स्तन दोन्ही परिपक्व होणे आवश्यक असते. आता आपण लैंगिक प्रजननामध्ये समाविष्ट असणाऱ्या प्रजोत्पादक संस्थेचा अभ्यास करू.

7.3.3 (a) नरामधील प्रजोत्पादक संस्था (Male reproductive system)

आ. 7.10 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रजोत्पादक संस्थेमध्ये जनन पेशी आणि त्यांना फलनासाठी ठराविक जागी पोहोचविण्यासाठी मदत करणाऱ्या भागांचा समावेश होतो.



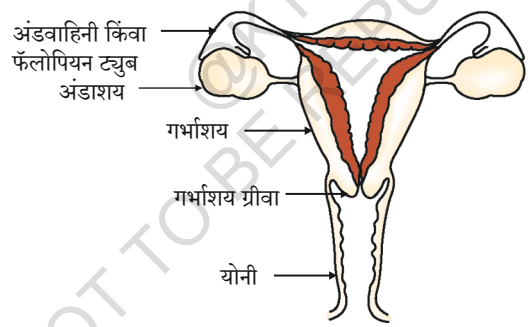
आ. 7.10 मानवामधील नर प्रजनन संस्था

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

जनन पेशी किंवा शुक्राणुंची (sperms) निर्मिती वृषणामध्ये होते. उदरपोकळीच्या बाहेर एका पिशवीमध्ये म्हणजेच वृषणाच्या पिशवीमध्ये (Scrotum) वृषण असतात कारण शुक्राणुच्या निर्मितीसाठी शरीराच्या तापमानापेक्षा कमी तापमानाची आवश्यकता असते. मागील प्रकरणामध्ये आपण टेस्टोस्टेरॉन (testosterone) नावाच्या संप्रेरकाच्या निर्मितीमध्ये वृषणाच्या भूमिकेचा अभ्यास केला आहे. हे संप्रेरक शुक्राणुंच्या निर्मितीचे नियमन करते तसेच यौवनावस्थेमध्ये मुलांच्या रूपामध्ये जे फरक आढळतात ते या संप्रेरकामुळे घडतात.

वृषाणुंमध्ये तयार झालेले शुक्राणु रेतवाहिनी वाहून नेते. मूत्राशयाकडून येणाऱ्या मूत्रवाहिनीमध्ये ही रेतवाहिनी उघडते. अशाप्रकारे मूत्रवाहिनीमधून दोन्ही म्हणजे मूत्र आणि शुक्राणुंचे वहन होते. प्रोस्टेट आणि रेताशय (semial vesicle) या दोन ग्रंथीचे स्त्राव रेतवाहिनीमध्ये सोडले जातात. या द्रवामुळे शुक्राणुंचे रेतवाहिनीमधून होणारे वहन सुलभपणे होते तसेच हे द्रव शुक्राणुंचे पोषण देखील करतात. शुक्राणु अगदी सुक्ष्म असतात. त्याच्यामध्ये मुख्यतः जनुकीय सामुग्री (genetic material) असते. शुक्राणुची शेपूट लांब असते जी हालचालीस मदत करते त्यामुळे शुक्राणुंना मादी जनन पेशीकडे जाण्यास मदत होते.

7.3.3 (b) मादी प्रजोत्पादक संस्था (Female reproductive system)



आ. 7.11 मानवामधील मादी प्रजनन संस्था

अंडाशयामध्ये (ovary) मादी जनन पेशी किंवा अंडी तयार होतात. तसेच अंडाशयामध्ये काही संप्रेरके देखील तयार होतात. आकृती 7.11 पाहून मादी प्रजोत्पादक संस्थेचे विविध अवयव ओळखा. ज्यावेळी मुलगी जन्माला येते तेव्हा अंडाशयामध्ये हजारो अपरिपक्व अंडी असतात. जेव्हा ती मुलगी यौवनावस्थेला पोहोचते तेव्हा यापैकी काही अंडी परिपक्व होतात. दोन्हीपैकी एका अंडाशयामध्ये एक अंडे प्रत्येक महिन्याला परिपक्व होते. ते अंडे अंडवाहिनी किंवा फॅलोपियन ट्युब मार्फत गर्भाशयामध्ये आणले जाते. दोन्ही अंडवाहिनी किंवा फॅलोपियन ट्युबस् गर्भाशय नावाच्या (uterus) लवचिक पिशवीमध्ये उघडतात. गर्भाशय हे गर्भाशय ग्रीवा (cervix) मार्फत योनीमध्ये (vegina) उघडते.

समागमाच्यावेळी योनीमार्गामधून शुक्राणु आतमध्ये शिरतात. हालचाल करत हे शुक्राणु अंडवाहिनी पर्यंत वर जातात जिथे त्यांची गाठ अंड्याशी पडू शकते. फलन झालेले अंडे म्हणजे युग्मनज (zygote) गर्भाशयाच्या अस्तरामध्ये चिकटून स्थिर होते, आणि तिथे त्याचे विभाजन सुरु

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

होते. आपण हे पूर्वी शिकलो आहे की आईच्या शरीराची रचना अशाप्रकारे झालेले असते की तिच्या शरीरामध्ये बाळाची व्यवस्थित वाढ व्हावी. म्हणून दर महिन्याला गर्भ तयार होऊन त्याची वाढ व्हावी म्हणून गर्भाशय तयारी करत असते. त्यामुळे दर महिन्याला गर्भाशयाचे आतील अस्तर जाड होते आणि गर्भाचे पोषण व्यवस्थित व्हावे म्हणून गर्भाशयाला भरपूर रक्तपुरवठा केला जातो.

गर्भवेष्टन किंवा वार (placenta) नावांच्या विशिष्ट ऊतींद्वारे गर्भाचे आईच्या रक्तामधून पोषण होते. गर्भवेष्टन हा बशीसारखा भाग असून तो गर्भाशयाच्या भितीमध्ये बसविलेला असतो. गर्भवेष्टनाच्या गर्भाच्या बाजूला असणाऱ्या ऊतींवर शोषणेंद्रिये असतात. आईच्या बाजू कडील भागामध्ये रक्ताने भरलेल्या पोकळ्या असतात. या पोकळ्या शोषणेंद्रियाभोवती असतात. शोषणेंद्रियामुळे मोठा पृष्ठभाग तयार होतो ज्याच्याद्वारे आईकडून ग्लुकोज आणि ऑक्सीजन गर्भाकडे येतो. वाढ होणाऱ्या गर्भामध्ये जे टाकाऊ पदार्थ तयार होतात ते गर्भवेष्टनाद्वारे आईकडे वाहून आणले जातात. बाळाची वाढ आईच्या उदरामध्ये साधारणपणे नऊ महिने होते. त्यानंतर गर्भाशयाच्या लयबध्द आकुंचन आणि प्रसरणामुळे बाळाचा जन्म होतो.

7.3.3 (c) अंडे फलित झाले नाही तर काय होते ?

(Female reproductive system)

जर अंडे फलित झाले नाही तर ते एक दिवस जीवंत राहते. दर महिन्याला अंडाशय एकच अंडे तयार करते, तसेच गर्भाशय सुध्दा तर महिन्याला फलित अंडे येईल म्हणून तयारी करत असते. गर्भाशयाची तयारी म्हणजे त्याचे अस्तर जाड आणि मऊ होते. जर फलन झाले तर गर्भाच्या पोषणासाठी ही तयारी गर्भाशय करते. पण फलन झाले नाही तर या जाड अस्तराचा काही उपयोग नाही म्हणून हळू हळू ते फाटते आणि योनिमधून रक्त आणि चिकट द्रावाच्या रूपाने ते बाहेर पडते हे चक्र साधारणपणे दर महिन्याला घडते यालाच मासिक स्त्राव किंवा मासिक पाळी (menstruation) म्हणतात. या मासिक पाळीचा काळ दोन ते आठ दिवस असतो.

7.3.3 (d) प्रजनन आरोग्य (Reproductive health)

ज्यावेळी आपल्या शरीराची सर्वसाधारण वाढ होत असते त्यावेळी लैंगिक परिपक्वतेच्या क्रियेलासुध्दा हळूहळू सुरवात झालेली असते हे आपण पाहिले आहे. अशाप्रकारे जी काही अंशी लैंगिक परिपक्वता निर्माण झालेली असते त्याच्यामुळे त्या व्यक्तीचे मन किंवा शरीर लैंगिक क्रियासाठी किंवा मुले वाढविण्यासाठी सक्षम झाले आहे असा अर्थ होत नाही. अशा मोठ्या जबाबदाऱ्या पेलण्यासाठी शरीर व मन दोन्ही सक्षम झाले आहे हे आपण कसे ओळखु शकतो? अशा संवेदनाशील विषयाबाबत आपण सर्वजण वेगवेगळ्या दबावाखाली असतो. वेगवेगळ्या क्रियांमध्ये सहभागी होण्याबाबत आपल्या मित्रांचा आपल्यावर दबाव असतो जरी आपल्याला त्या क्रियेत सहभागी व्हायचे असेल किंवा नसेल. काही वेळा कुटुंबाचा आपल्यावर लग्न करून मुले निर्माण करावी असा दबाव असतो तर कधी मुले होऊ नयेत म्हणून काही सरकारी संस्थाचा दबाव असू शकतो. तर अशा परिस्थीतीमध्ये निर्णय घेणे कठिण जाते.

लैंगिक संबंधामुळे होणाऱ्या काही परिणामांचासुध्दा आपण विचार केला पाहिजे रोगांचे संक्रमण एका व्यक्तीकडून दुसऱ्या व्यक्तीकडे अनेक मार्गानी होते याचा आपण इयत्ता नववीमध्ये अभ्यास केला आहे. लैंगिक संबंधामध्ये शरिरांचा एकमेकांशी अगदी जवळून संबंध येतो त्यामुळे

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अनेक रोग लैंगिक संबंधामुळे संक्रमीत होतात हे ऐकून तुम्हाला आश्चर्य वाटू नये. या रोगांमध्ये बॅक्टेरियामुळे होणाऱ्या गोनोऱ्हिया, सिफिलस तसेच विषाणुमुळे होणाऱ्या वार्ट्स आणि HIV एड्स सारख्या रोगांचा समावेश आहे. लैंगिक संबंधाच्यावेळी या रोगांचा प्रार्दुभाव आपण टाळू शकतो का? लैंगिक संबंधाच्यावेळी शिस्नावर कंडोम सारखे आवरण घातले तर बऱ्याच प्रमाणात या रोगांचा संसर्ग टाळता येतो.

लैंगिक संबंधामुळे गरोदर राहण्याची शक्यता नेहमीच असते. गरोदरपणात मातेच्या शरीराकडून व मनाकडून चांगला प्रतिसाद आवश्यक असतो जर या गरोदरपणासाठी आईची तयारी नसेल तर तिच्या शरिरावर विपरीत परिणाम होतात अशी परिस्थिती होऊ नये म्हणून गरोदरपण टाळण्यासाठी अनेक योजनाचे मार्ग उपलब्ध आहेत.

गर्भनिरोधक पध्दतींचे अनेक प्रकार आहेत. एका प्रकारामध्ये शुक्राणु अंड्यापर्यंत पोहोचू नये यासाठी अडथळा निर्माण केला जातो. यासाठी शिस्नावर कंडोम किंवा त्यासारखे एखादे आवरण योनीमध्ये वापरले जाते. गर्भनिरोधनाच्या दुसऱ्या प्रकारात शरीरातील संप्रेरकांचा समतोल बदलला जातो त्यामुळे अंडी तयार होत नाहीत व फलनही घडू शकत नाही. यासाठी तोंडावाटे औषधी गोळ्या घ्याव्या लागतात. मात्र या गोळ्यामुळे संप्रेरकांचा समतोल बदलतो त्यामुळे काही साईड इफेक्ट्स (वाईट परिणाम) शरीरामध्ये होऊ शकतो. तिसरा गर्भनिरोधकाचा प्रकार म्हणजे गर्भाशयामध्ये लुप किंवा कॉपर–T बसवितात त्यामुळे गरोदरपणा टाळता येतो. मात्र यामुळे गर्भाशयामध्ये जळजळ निर्माण होऊन साईड इफेक्ट्स घडू शकतात. जर पुरुषामधील रेत वाहिनीमध्ये अडथळा निर्माण केला तर शुक्राणुंचे वहन होणार नाही. जर स्त्रियांमध्ये अंडवाहिनीमध्ये अडथळा निर्माण केला तर अंडी गर्भाशयापर्यंत पोहोचणार नाहीत आणि त्यामुळे या दोन्ही उदाहरणामध्ये फलन घडू शकत नाही. असा वाहिन्यामध्ये अडथळे निर्माण करण्यासाठी शस्त्रक्रियांची मदत घ्यावी लागते. जरी शस्त्रक्रियेची ही पध्दत सुरक्षित व बरीच वर्षे टिकणारी असली तरीसुध्दा जर शस्त्रक्रिया व्यवस्थित केली गेली नसेल तर इनफेक्शन (संसर्ग) व इतर अडचणी निर्माण होऊ शकतात. गरोदरपण नको असेल तर शस्त्रक्रियेद्वारे नको असलेला गर्भ काढून टाकला जातो (गर्भपात). मात्र लोक या पध्दतीचा दुरुपयोग करतात म्हणजे त्यांना नको असलेला बहुतेक मुलीचा गर्भ काढून टाकण्यासाठी गर्भपात (abortion) करून घेतात. कायद्याने मुलीचा गर्भ काढून गर्भपात करणे हा गुन्हा आहे. निरोगी समाजासाठी स्त्री आणि पुरुष यांच्या संख्येचे लैंगिक गुणोत्तर योग्य राखले गेले पाहिजे. जन्मापूर्वी केल्या जाणाऱ्या लिंग निदानाला कायद्याने बंदी आणली आहे, तरीसुध्दा समाजाच्या काही घटकांमध्ये होणाऱ्या अविवेकी स्त्री भ्रुण गर्भपातामुळे लहान मुलांच्या लैंगिक गुणोत्तराला भयानक गतीने उतरती कळा लागली आहे.

पुनरुत्पादन ही एक अशी क्रिया आहे की ज्यामुळे सजीव आपली संख्या वाढवितात, हे आपण पाहिले आहे. जन्म दर आणि मृत्यू दर लोकसंख्येचे प्रमाण ठरवितात. लोकसंख्येची होणारी वाढ अनेकांच्या चिंतेचा विषय ठरला आहे. कारण वाढत्या लोकसंख्येमुळे प्रत्येकाचे राहणीमान उंचावणे कठीण जाते. जर विषमता हे समाजातील बऱ्याच लोकांचे राहणीमान खालावण्याचे मुख्य कारण असेल तर लोकसंख्येत वाढ होणे हे कारण तुलनात्मक दृष्ट्या कमी महत्वाचे ठरते. आपण जर सभोवताली नजर टाकली तर अशी कोणती महत्वाची कारणे आढळतात की ज्यांच्यामुळे राहणीमान खालावले आहे?

NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. परागीभवनाची क्रिया फलन क्रियेपेक्षा वेगळी का आहे?
2. रेताशय आणि प्रोस्टेट ग्रंथीचे कार्य कोणते आहे?
3. वयात येतांना मुलींच्यामध्ये कोणते बदल होतात?
4. मातेच्या शरीरामध्ये असतांना गर्भाचे पोषण कसे होते?
5. जर एखाद्या स्त्रिच्या शरीरामध्ये कॉपर-T बसविलेली असेल तर तिचा लैंगिक संबंधामधून प्रसारीत होणाऱ्या रोगांपासून बचाव होऊ शकतो का?

तुम्ही काय शिकला?

- इतर जीवनक्रियांप्रमाणे प्रजोत्पादन ही क्रिया जीवन क्रम चालू राहण्यास आवश्यक क्रिया नाही.
- प्रजोत्पादन म्हणजे D.N.A ची प्रतिकृती तयार करणे व जास्तीचा पेशीचा साचा तयार करण्याचे काम या क्रियेत भाग घेणाऱ्या पेशीचे असते.
- आपापल्या शरीररचनेनुसार विविध प्राणी वेगवेगळ्या पध्दतीने प्रजोत्पादन करतात.
- विभाजन क्रियेमध्ये अनेक बॅक्टेरीया आणि आदिजीवामध्ये (protozoa) एका पेशीच्या दोन पेशी किंवा अनेक संतती पेशी निर्माण होतात.
- हैड्राचे जर तुकडे केले तर प्रत्येक तुकड्याचे पुनरुद्भवन होते. त्यांच्यामधून मुकुल निर्माण होऊन परिपक्व झाल्यावर मुकुलापासून नवीन हैड्रा तयार होतो.
- शाकीय प्रजननामध्ये मूळ, खोड आणि पाने यांच्यापासून नवीन वनस्पती तयार होतात.
- ही अलैंगिक प्रजननाची उदाहरणे आहेत, जिथे एकाच सजीवापासून नवीन पिढ्या निर्माण होऊ शकतात.
- लैंगिक प्रजननामध्ये नवीन सजीव निर्माण करण्यामध्ये दोन सजीवांचा सहभाग असतो.
- D.N.A च्या नक्कल करण्याच्या प्रक्रियेत जी परिवर्तने घडतात ती त्या प्रजातीला टिकवून ठेवण्याचे कार्य करतात.
- परागकोषातील परागकण किंजल्काकडे वाहून नेण्याची क्रिया सपुष्प वनस्पतीतील प्रजननामध्ये आढळते. या क्रियेलाच परागीभवन असे म्हणतात. या क्रियेनंतर फलन क्रिया घडते.
- वयात येत असतांना मुलींच्या वक्षस्थळाच्या आकारामध्ये वाढ होते, तर मुलांच्या मध्ये चेहऱ्यावर केसांची वाढ होते. ही लक्षणे लैंगिक परिपक्वतेची आहेत.
- मानवामधील नर प्रजोत्पादक संस्थेमध्ये वृषण असतात ज्यामध्ये शुक्राणु तयार होतात. तसेच या संस्थेमध्ये रेतवाहिनी, रेताशय, प्रोस्टेट ग्रंथी, मूत्रवाहिनी आणि शिस्न यांचा समावेश होतो.

NOT TO BE REPUBLISHED

- मानवामधील मादी प्रजोत्पादक संस्थेमध्ये अंडाशय, अंडवाहिनी, गर्भाशय आणि योनी यांचा समावेश होतो.
- मानवामधील लैंगिक प्रजननामध्ये शुक्राणु मादीच्या योनीमध्ये घातले जातात. अंडवाहिनीमध्ये फलन होतो.
- कंडोम, तोंडावाटे घेतल्या जाणाऱ्या गोळ्या, कॉपर-T आणि इतर पध्दती गरोदरपणासाठी गर्भधारणा टाळतात.

अभ्यास

1. मुकुलायन ही प्रजोत्पादनाची अलैंगिक पध्दत खालील सजीवामध्ये आढळते.
   (a) अमीबा (b) यीस्ट (c) प्लाझ्मोडियम (d) लेशमॅनिया
2. खालील पैकी कोणता घटक हा मानवामधील मादी प्रजनन संस्थेचा भाग नाही.
   (a) अंडाशय (b) गर्भाशय
   (c) रेतवाहिनी (d) अंडवाहिनी (फॅलोपियन ट्युब)
3. परागकोषामध्ये खालील घटक असतो.
   (a) संदल (b) बीजांड
   (c) स्त्री केसर (d) पराग कण
4. अलैंगिक प्रजननापेक्षा लैंगिक प्रजननाचे फायदे कोणते?
5. मानवामधील वृषणाची कार्ये लिहा.
6. मासिक पाळी का येते?
7. फुलाच्या उभ्या छेदाची आकृती काढून वेगवेगळ्या भागांना नांवे द्या.
8. गर्भनिरोधनाच्या (संतती नियमनाच्या) वेगवेगळ्या पध्दती कोणत्या?
9. एकपेशीय आणि बहुपेशीय सजीवांच्या प्रजोत्पादनाच्या प्रकारातील फरक सांगा.
10. एखाद्या प्रजातींच्या सजीवांच्या संख्येची स्थिरता राखण्यासाठी प्रजोत्पादन कसे मदत करते?
11. गर्भनिरोधक साधने वापरण्यामागील कारणे सांगा.

© KITE @KITE2 NOT TO BE REPUBLISHED

❋ ❋ ❋ ❋



प्रकरण 8

अनुवंशिकता

(Heredity)

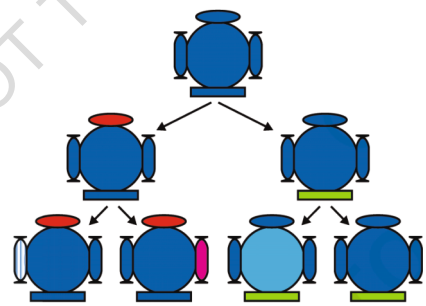
आपण पहिले आहे की प्रजोत्पादन प्रक्रियेने नवीन सजीवांची निर्मिती होते. जे आपल्या सारखेच असतात परंतु काही सुक्ष्म बदल असतात अलैंगिक प्रजोत्पादनाच्यावेळी काही प्रमाणात कसे बदल होतात त्याची चर्चा आम्ही केलेली आहे. लैंगिक प्रजोत्पादन प्रक्रियमध्ये यशसस्वीपणे जास्तीतजास्त बदल झालेले आहेत.

जर तुम्ही ऊसाच्या जमिनीचे निरीक्षण केले तर व्यक्तीगत वनस्पतीमध्ये अत्यंत कमी बदल असतात.

परंतु अनेक प्राणी मानवासह ज्यामध्ये लैंगिक प्रजोत्पादन घडून येते त्यामध्ये वेगेवगळ्या व्यक्तीमध्ये स्पष्ट असे बदल दिसून येतात. याप्रकरणामध्ये आपण बदल कसे घडून येतात तसेच त्यांचे संक्रमण होणाऱ्या तंत्राचा अभ्यास करणार आहे.

8.1 प्रजननाच्यावेळी होणारे बदलांचे एकत्रीकरण (Accumulation of variation during Reproduction)

साम्य असणारी रचना आणि सुक्ष्म फरक या दोन्ही गोष्टी अनुवंशिकते द्वारे पुढील पिढीतील संततीमध्ये येतात. ज्यावेळी ही नविन पिढी पुनरुत्पादन करते त्यावेळी काय घडत असे याचा विचार करा. अशा प्रकारे दुसऱ्या पिढीतील सजीवांमध्ये पहिल्या पिढीपासून अनुवंशिकतेने आलेले बदल तसेच काही नविन निर्माण झालेले बदल आढळतात. (आ.8.1)



आ.8.1

नविन पिढ्यामध्ये घडत जाणारे बदल. सगळ्यात वरचा मूळ संजीव समजा दोन संततीना जन्म देतो, त्यांची शरिररचना सारखीच आहे पण सुक्ष्म फरक आहे. त्यातील प्रत्येकापासून दूसरी पिढी निर्माण होते जिच्या प्रत्येक सजीवांपासून दोन संतती सजीव निर्माण होतात. या तळाशी असणाऱ्या चारही संतती एकमेकांसारख्या दिसत नाहीत. त्यांच्या काही फरक विचित्र आढळतात तर काही जनकांकडून अनुवंशीकतेमुळे आलेले आढळतात. हे जनक देखील एकमेकांसारखे नव्हते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अलैंगिक प्रजननामध्ये जेव्हा एकटाच सजीव पुनरुत्पादन करत असतो त्यावेळचे चित्रण आ. 8.1 मध्ये दाखविले आहे. एका बॅक्टेरीयाचे विभजन होऊन दोन बॅक्टेरीया तयार होतात. या दोन बॅक्टेरीयांचे पुन्हा विभाजन होऊन चार बॅक्टेरीया तयार होतात. ते एकमेकांसारखे जरी दिसत असतील तरी त्यांच्यामध्ये सूक्ष्म फरक आढळतो, कारण DNA ची प्रतिकृती तयार होत असतांना कदाचित् अचुकपणातील सुक्ष्म चुकांमुळे हा फरक घडू शकतो. जेव्हा लैंगिक प्रजनन घडते तेव्हा मात्र या पेक्षा मोठ्या प्रमाणात विविधता दिसून येते. जेव्हा आपण अनुवंशिकतेच्या नियमांचा अभ्यास करतो तेव्हा ही सर्व विविधता आपणाला दिसते.

आपल्यामध्ये घडलेल्या बदलांसह सजीव ज्या परिसरामध्ये आधीपासून राहात असतात तिथेच ते व्यवस्थितपणे जगू शकतात का? अर्थातच नाही. घडलेल्या बदलांच्या प्रकारानुसार विविध सजीवांना वेगवेगळ्या प्रकारचे फायदे मिळतात. बॅक्टेरीयासारखे सुक्ष्म जीव उष्ण लाटेमध्ये सुध्दा जीवंत राहतात. हे आपण पाहिले आहे. बदल घडलेल्या सजीवांची पर्यावरणाने केलेली निवड ही गोष्ट म्हणजे उत्क्रांतीच्या क्रियेचा पाया आहे, याचा आपण पुढच्या भागात अभ्यास करु.

प्रश्न

1. अलैंगिक प्रजनन करणाऱ्या एका सजीवांच्या गटामध्ये जर A प्रकारचे विशेष गुणधर्म 10% सजीवांमध्ये आढळतात आणि B प्रकारचे विशेष गुणधर्म 60% सजीवांमध्ये आढळतात तर कोणत्या प्रकारच्या विशेष गुणधर्मांची उत्पत्ती सजीवामध्ये आधी झाली असेल?
2. एखाद्या प्रजातीतील सजीवांमध्ये घडलेले बदल त्यांना व्यवस्थित जीवन जगण्यास कसे प्रवृत्त करतात?

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

8.2 अनुवंशिकता (Heridity)

प्रजोत्पादनाचा सर्वात महत्वाचा फायदा म्हणजे अजूनही संबंधित सजीवातील सर्व पिढ्यातील सजीवांची शरीर रचना सारखीच राखली गेली आहे. अनुवंशिकतेच्या नियमानुसार विशिष्ट पध्दतीने विशेष लक्षणे व गुणधर्म खात्रीने पुढच्या पिढीमध्ये संक्रमीत होतात.

8.2.1 अनुवंशिकतेने प्राप्त झालेली विशेष लक्षणे (Inherited Traits)

साम्य असणे आणि फरक असणे याचा नेमका अर्थ काय? लहान मुलांमध्ये मानवाची सर्व प्राथमिक लक्षणे दिसतात हे आपल्याला माहित आहे. तरीसुध्दा मुले तंतोतंत आपल्या पालकांसारखी दिसत नाहीत. म्हणूनच आपल्याला मानवाच्या लोकसंख्येमध्ये विविध प्रकारचे फरक दिसून येतात.

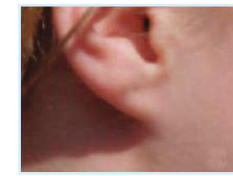
कृती 8.1

- तुमच्या वर्गातील सर्व विद्यार्थ्यांच्या कानांचे निरीक्षण करा. त्यांची मुक्त कानांची पाळी असणारे व चिकटलेली कानांची पाळी असणाऱ्या विद्यार्थ्यांची यादी करा (आ. 8.2)



(a) मुक्त कानाची पाळी

- त्याचप्रमाणे त्या प्रत्येकाच्या आई वडिलांच्या कानांच्या पाळ्या कशा आहेत याचा शोध घ्या. विद्यार्थ्याच्या कानाच्या पाळ्या आणि त्यांच्या आईवडिलांच्या कानांच्या पाळ्यांची तुलना करा. तुम्ही काढलेल्या अनुमानानुसार कानाच्या पाळ्यांच्या अनुवंशिकतेबद्दल एक सर्वसाधारण नियम शोधून काढा.



(b)

आ. 8.2 (a) मुक्त कानाची पाळी (b) चिकटलेली कानाची पाळी

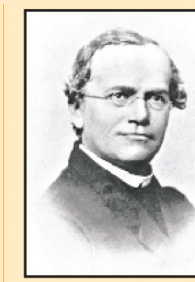
कानाच्या शेवटच्या भागाला कानाची पाळी असे म्हणतात. काहींच्यामध्ये कानाची पाळी डोक्याच्या बाजूला चिकटलेली असते तर काही जणांच्यामध्ये कानाची पाळी चिकटलेली नसते. अशा प्रकारे मुक्त आणि चिकटलेली कानाची पाळी असे दोन बदल आढळतात.

8.2.2 विशेष लक्षणांच्या अनुवंशिकतेचे नियम मेंडलचे कार्य

आपल्या अपत्याला आई व वडील दोघेही समान अनुवंशिक सामग्री देतात, यावरच मानवामधील अनुवंशिकतेच्या विशेष लक्षणांचा नियम निर्धारीत आहे. याचाच अर्थ असा आहे की अपत्यामधील प्रत्येक विशेष लक्षणावर आईच्या व वडिलांच्या DNA चा प्रभाव असतो. अशा प्रकारे प्रत्येक मुलामध्ये जर त्या विशेष लक्षणांच्या दोन आवृत्त्या असतील तर मग आपल्याला यापैकी कोणता विशेष गुण त्याच्यामध्ये दिसून येईल? अशा विशेष लक्षणांच्या अनुवंशिकतेसाठी मेंडलेने काही महत्वाचे नियम सांगीतले आहेत. शंभर वर्षांपेक्षा जास्त जुने असे मेंडेलचे प्रयोग मनोरंजक आहेत. (चौकट पहा) मेंडलने अशा प्रकारच्या अनुवंशिकतेसाठी काही नियम सांगीतले आहेत.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

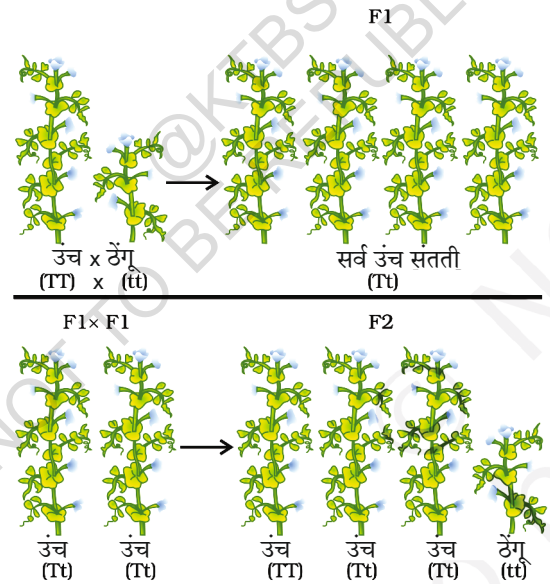
ग्रेगर जोहान मेंडेल (1822-1884)



मेंडेलचे शिक्षण एका आश्रमात झाले. नंतर तो व्हिएन्नाला गणित व सायन्सचा अभ्यास करण्यासाठी गेले. अध्यापक प्रमाणपत्र परिक्षेमध्ये ते नापास झाले. तरीसुध्दा त्याची वैज्ञानिक शोधाबद्दलची आस्था कमी झाली नाही. त्यानंतर ते पुन्हा आश्रमाकडे परताले आणि वाटाण्याच्या वनस्पतीचे उत्पादन सुरु केले. मेंडलेच्या आधी बऱ्याच जणांनी वाटाण्याच्या वनस्पतीतील विशेष गुणधर्मांच्या अनुवंशिकतेबद्दल आणि इतर सजीवांचा अभ्यास केला होता. मेंडेलने आपल्या गणित व सायन्स या दोन्ही ज्ञानाच्या संयोगाचा उपयोग करून सजीवांच्या प्रत्येक पिढीतील विशिष्ट गुणधर्मांची मोजणी केली. असे करणारा मेंडेल हा पहिला शास्त्रज्ञ होता. अशा प्रकारच्या प्रयोगाद्वारे मेंडेलने अनुवंशिकतेचे नियम शोधून काढले आहेत त्याबद्दल आपण पुढील भागात चर्चा करणार आहोत.

मेंडेलने वाटाण्याच्या वनस्पतीमधील दृशीय (डोळ्यांनी दिसणाऱ्या) विभिन्न गुणधर्मांचा उपयोग आपल्या प्रयोगांमध्ये केला. उदा. गोलाकार/सुरकुतलेल्या बिया, उंच/ठेंगण्या वनस्पती, पांढरी/जांभळी फुले इत्यादी. त्याने एकाच गुणधर्मामध्ये विभिन्नता दाखविणारी रोपे निवडली. उदा. उंच आणि ठेंगू वनस्पती निवडली व या दोन वनस्पतीपासून त्याने संतती निर्माण केली. आणि या निर्माण झालेल्या संततीमधील उंच आणि ठेंगू वनस्पतींची शेकडेवारी काढली.

पहिल्या पिढीमध्ये म्हणजे F1 मध्ये दोन्ही जनकांच्या उंचीच्या प्रत्येकी अर्ध्या संख्येने वनस्पती किंवा सर्व वनस्पती मध्यम उंचीच्या अशा आढळल्या नाहीत, तर सर्व वनस्पती उंचच होत्या. याचाच अर्थ असा की F1 पिढीमध्ये फक्त एकाच जनकाचे गुणधर्म प्रकट झाले मात्र दोन्ही जनकांच्या गुणधर्मांचे मिश्रण दाखविणारी एकही वनस्पती नव्हती. दुसरा एक प्रश्न असा उपस्थित होतो की F1 मधील वनस्पतींची उंची आपल्या उंच जनकाएवढी होती का? याचे उत्तर शोधण्यासाठी मेंडेलने आणखी एक प्रयोग केला. त्याने या प्रयोगामध्ये दोन्ही जनक वनस्पतींचे आणि F1 मधील वनस्पतींचे स्वपरागीभवन घडवून आणले व प्रजनन केले. त्याला असे आढळून आले की उंच वनस्पतीपासून निर्माण झालेल्या संतती वनस्पती सर्व उंचच होत्या, मात्र F1 मधील उंच वनस्पतीपासून निर्माण झालेल्या संतती वनस्पतीमध्ये किंवा F2 पिढीमध्ये सर्व वनस्पती उंच नव्हत्या. उलट त्या वनस्पतीपैकी 1/4 वनस्पती ठेंगू होत्या. याचाच अर्थ असा आहे की F1 पिढीमध्ये उंच आणि ठेंगूपणा हे दोन्ही गुणधर्म अनुवंशिकतेमुळे आलेले होते. पण त्यांच्यात केवल उंचपणाचा गुणधर्म प्रकट झाला. अशाप्रकारे एकाच गुणधर्माच्या दोन आवृत्त्या अनुवंशिकतेमुळे पुढील पिढीत जातात. हे आपल्याला लैंगिक प्रजननात दिसून येते. एकाच गुणधर्माच्या या दोन आवृत्त्या एक सारख्याच असतात की भिन्न असाव्यात हे त्यांच्या कुळावर अवलंबून असते. या गृहीतानुसार अनुवंशिकतेचा नमुना आपण अ. 8.3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे काढू शकतो.



आ. 8.3 दोन पिढ्यामधील विशेष गुणधर्मांची अनुवंशिकता

कृती 9.2

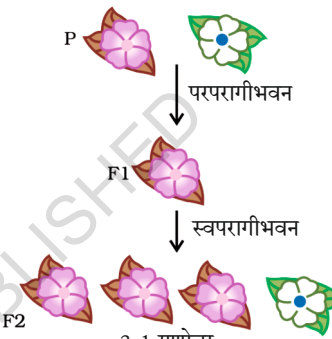
- F_2 पिढीमध्ये 1:2:1 या गुणोत्तरानुसार TT, Tt आणि tt असा विशेष गुणधर्मांचा संयोग आढळतो हे पडताळून पाहण्यासाठी आ. 8.3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कसा प्रयोग आपण करू शकतो?

या प्रयोगामध्ये TT आणि Tt या दोन्ही गटातील वनस्पती उंच असतात. मात्र tt मधील वनस्पती ठेंगू असतात. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे T ची एकच आवृत्ती असली तरी ती वनस्पती उंच असते आणि जेव्हा दोन्ही आवृत्या 't' च्या असतात तेव्हा ती वनस्पती ठेंगू असते. 'T' सारखे विशेष गुणधर्म प्रबळ किंवा प्रकट असतात तर 't' चे गुणधर्म अप्रकट असतात.

आ. 8.4 मध्ये कोणते गुणधर्म प्रकट व कोणते गुणधर्म अप्रकट आहेत असे आपण समजू शकतो ते सांगा.

जेव्हा दोन वेगवेगळे गुणधर्म असणाऱ्या वाटाण्याच्या वनस्पतीमध्ये फलन घडते तेव्हा काय घडते?

उंच आणि गोल बिया असणाऱ्या वनस्पतीचे ठेंगू आणि सुरकुतलेल्या बिया असणाऱ्या वनस्पतीशी फलन झाले तर कशा प्रकारची संतती निर्माण होईल? त्या सर्व उंच आणि गोल बिया असणाऱ्या वनस्पती निर्माण होतात. उंच आणि गोल बिया हे प्रकट गुणधर्म आहेत.



आ. 8.4

पण जेव्हा F1 पिढीमध्ये स्वपरागीभवन घडवून F2 पिढी निर्माण होते तेव्हा F2 पिढीतील संतती कशी असेल? मेंडेलच्या या प्रयोगामध्ये असे आढळले की F2 पिढीतील काही वनस्पती उंच व गोल बियांच्या तर काही वनस्पती ठेंगू आणि सुरकुतलेल्या बियांच्या असतात. तरीसुध्दा या F2 पिढीतील काही वनस्पतीमध्ये या दोन्ही गुणधर्मांचा संयोग दिसून येतो. त्यांच्यापैकी काही वनस्पती उंच पण सुरकुतलेल्या बिया असणाऱ्या व काही ठेंगू आणि गोल बियांच्या असतात. अशा प्रकारे उंच/ठेंगू आणि गोल बिया/सुरकुतलेल्या बिया असे दोन्ही विशेष गुणधर्म अनुवंशिकतेने पुढच्या पिढीत नेले जातात. दूसरे उदाहरण आ. 8.5 मध्ये दाखविले आहे.

8.2.3 विशेष लक्षणे (गुणधर्म) कसे प्रकट होतात?

अनुवंशिकतेची यंत्रणा कशी काम करते?

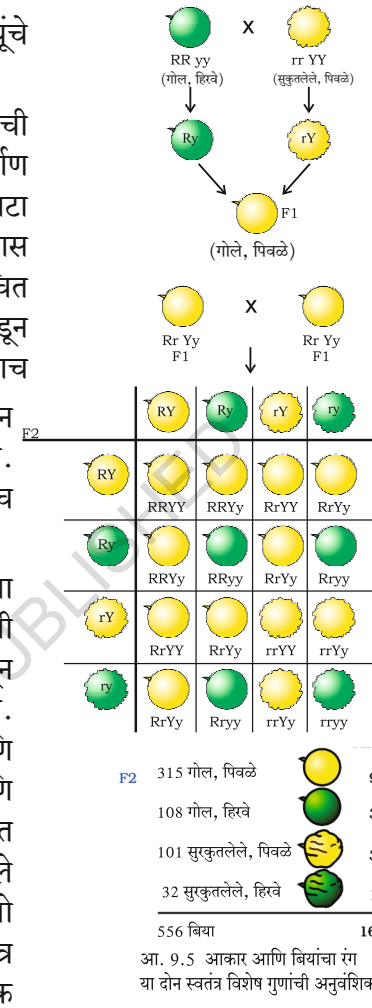
पेशीमध्ये प्रोटिन्स तयार करतांना आवश्यक माहिती पुरविणारे स्त्रोत म्हणजे DNA आहे. एखाद्या प्रोटिनला माहिती पुरविण्याचे कार्य DNA मधला जो भाग करतो त्या भागाला त्या प्रोटिनचा जन्यू (genes) असे म्हणतात. आपण आता ज्या लक्षणांची चर्चा करणार आहोत त्यांच्यावर प्रोटिन्स कसे नियंत्रण ठेवतात? आता आपण उंची हे लक्षण उदाहरणा दाखल घेऊ या. वनस्पतीमध्ये काही विशिष्ट संप्रेरके असतात जी उंचीसाठी कारणीभूत असतात. अशाप्रकारे वनस्पतींची उंची एका विशिष्ट संप्रेरकाच्या प्रमाणावर अवलंबून असते ते संप्रेरक तयार करण्याच्या पध्दतीच्या कार्यक्षमतेवर त्या संप्रेरकाचे प्रमाण अवलंबून असते. या क्रियेसाठी महत्वाच्या असणाऱ्या विकराचा (enzyme) विचार करू.

जर या विकराची कार्यक्षमता चांगली असेल तर मोठ्या प्रमाणात संप्रेरक तयार होऊन वनस्पती उंच होतील. मात्र त्या संप्रेरक संबंधीच्या जन्यूमध्ये जर असा काही बदल घडला की ज्यामुळे त्या संप्रेरकाची कार्यक्षमता कमी होत असेल तर मात्र ते संप्रेरक कमी प्रमाणात तयार होईल, व वनस्पती

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

ठेंगू होईल. अशाप्रकारे गुणधर्मांवर आणि लक्षणांवर जन्यूंचे नियंत्रण असते.

जर आपण चर्चा करत असलेल्या मेंडेच्या प्रयोगांची स्पष्टिकरणे बरोबर असतील तर लैंगिक प्रजननाच्या वेळी निर्माण झालेल्या संततीच्या DNA मध्ये दोन्ही जनकांचा समान वाटा असला पाहिजे. या विषयी आपण मागील प्रकरणामध्ये अभ्यास केला आहे. जर संततीमधील लक्षणे दोन्ही जनकांमुळे निश्चित होत असतील तर एकाच गुणधर्मासाठी दोन्ही जनकांकडून प्रत्येकी एक आवृत्ती संततीला मिळत असली पाहिजे. याचाच अर्थ असा होतो की वाटाण्याच्या वनस्पतीमध्ये जन्यूचे दोन संच असतात. प्रत्येक जनकाकडून एक संच आलेला असतो. हे साध्य करण्यासाठी जनन पेशीमध्ये जन्यूंचा फक्त एकच संच असणे आवश्यक आहे.



आ. 9.5 आकार आणि बियांचा रंग या दोन स्वतंत्र विशेष गुणांची अनुवंशिकता

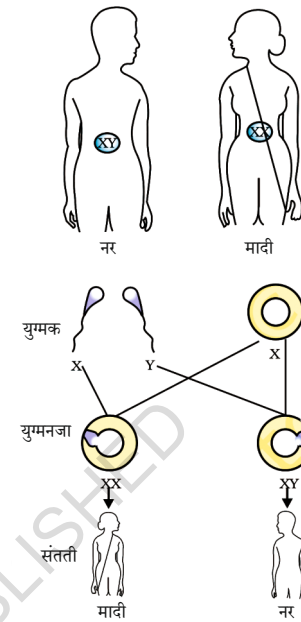
शरीरातील सर्व पेशींमध्ये जन्यूच्या दोन आवृत्त्या असतात मग अशा दोन आवृत्त्यांपासून जनन पेशी एक आवृत्ती कशी बनवू शकतात? जर संतती पेशींना प्रत्येक जनकाकडून जन्यूच्या दोन आवृत्त्यांचा संच आहे तसा मिळाला तर आ. 8.5 च्या प्रयोगानुसार काही घडणार नाही. कारण 'R' आणि 'y' ही दोन्ही लक्षणे एकमेकांशी जोडली जातील आणि त्यामुळे स्वतंत्रपणे ही लक्षणे स्वतंत्रपाणे दुसऱ्या पिढीत संक्रमीत होणार नाहीत. त्यामुळे याचे स्पष्टिकरण असे दिले जाते की प्रत्येक जन्यू हा DNA चा पूर्ण धागा नसतो तर तो एका स्वतंत्र तुकड्याच्या रूपात असतो ज्याला गुणसुत्र (chromosome) असे म्हणतात. अशाप्रकारे प्रत्येक पेशीमध्ये नर आणि मादी जनकाकडून प्रत्येकी एक आलेल्या प्रत्येक गुणधर्माच्या दोन आवृत्त्या असतात. प्रत्येक जनन पेशी प्रत्येक गुणसुत्राच्या जोडीतील एक गुणसुत्र स्विकारते मग ती त्याच्या मातेकडून आलेली किंवा पित्याकडून आलेली गुणसुत्रे असतील. जेव्हा दोन जनन पेशींचा संयोग होतो त्यावेळी संततीमध्ये नेहमीप्रमाणे गुणसुत्रांच्या संख्येची पुनर्रचना होते. अशा रचनेमुळे त्या विशिष्ट प्रजातीच्या DNA ची स्थिरता राखली जाते. अशी ही अनुवंशिकतेची यंत्रणा मेंडेलच्या प्रयोगांना पुष्टी देते आणि ही पध्दत सर्व प्राण्यातील लैंगिक प्रजननात वापरली जाते. अलैंगिक प्रजननामध्येसुध्दा असेच नियम पाळले जातात. आपण आता अनुवंशिकता कशी कार्य करते ते पाहू या का?

8.2.4 लिंग निदान (Sex Determination)

लैंगिक प्रजननामध्ये भाग घेणारी दोन्ही लिंगे ही बऱ्याच कारणांसाठी एकमेकांपासून भिन्न असतात याचा आपण अभ्यास केला आहे.

© KSB NOT TO BE REPUBLISHED

नवीन जन्माला आलेल्या अपत्याचे लिंग कसे ओळखतात? यासाठी वेगवेगळ्या प्रजातीसाठी वेगवेगळी धोरणे अवलंबिली जातात. काही सजीव यासाठी पर्यावरणाच्या सूचनेवर अवलंबून असतात. उदा. काही प्राण्यांमध्ये फलन झालेले अंडे ज्या तपमानात असते त्यावरून त्या अंड्यामध्ये नर वाढत आहे की मादी हे ठरते. गोगलगायीसारख्या प्राण्यांमध्ये सजीव आपले लिंग बदलू शकतात. यावरून असे सूचित होते की लिंग हे जननिक पध्दतीने निश्चित होत नाही. मात्र मानवामध्ये जननिक पध्दतीनेच लिंग निश्चिती होते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे झाल्यास जनकाकडून आलेल्या जन्यूवरंच मुलगा होणार की मुलगी हे ठरत असते. पण आत्तापर्यंत आपण हे गृहीत धरले आहे की दोन्ही जनकाकडून सारखाच जन्यूंचा संच संततीला प्राप्त होतो. मग असे असतांना जननीय अनुवंशिकता लिंग कसे निश्चित करू शकते?



आ. 8.6 मानवामधील लिंग निदान

मानवामधील सर्व गुणसुत्रे जोडीने नसतात या स्पष्टिकरणामध्ये वरील प्रश्नाचे उत्तर दडलेले आहे. मानवामधील बऱ्याच गुणसुत्रांमध्ये एक मातेकडून आलेली आवृत्ती व एक पित्याकडून आलेली आवृत्ती असते; आणि अशाप्रकारच्या 22 जोड्या असतात. मात्र एक गुणसुत्रांची जोडी जिला लिंग गुणसुत्रे (शि लहींीाशी) म्हणतात ती वेगळी असते. ती इतर जोड्यांसारखी नेहमी परिपूर्ण नसते. स्त्रियांच्यामध्ये ही लिंग गुणसुत्राची जोडी मात्र परिपूर्ण असून दोन्ही आवृत्त्यांना द म्हणतात पण पुरुषामध्ये ही लिंग गुणसुत्रांची जोडी परिपूर्ण नसते एकाला द म्हणतात ज्याचा आकार सर्वसाधारण असतो पण दुसऱ्याला ध म्हणतात ज्याचा आकार आखूड असतो. अशाप्रकारे स्त्रियांमध्ये दद आणि पुरुषांमध्ये दध असतात. आता आपण द आणि ध चा अनुवंशिक आराखडा काढू या का?

आ. 8.6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे अर्धी संतती मुलगे तर अर्धी संतती मुली म्हणून जन्माला येतात. संतती मुलगा किंवा मुलगी कोणीही असो त्याना आपल्या आईकडून द गुणसुत्र मिळते. याचाच अर्थ की वडिलांकडून कोणते गुणसुत्र संततीला मिळते यावरच संततीचे लिंग निश्चित होते. ज्या संततीला आपल्या वडिलाकडून द गुणसुत्र मिळते ती मुलगी म्हणून जन्माला येते आणि ज्या संततीला वडिलाकडून ध गुणसुत्र प्राप्त होते ते अपत्य मुलगा म्हणून जन्माला येते.

प्रश्न

1. सजीवामधील काही विशेष लक्षणे प्रकट असतात किंवा अप्रकट असतात हे मेंडेलच्या प्रयोगावरून कसे दाखविता येते?
2. एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत स्वतंत्रपणे लक्षणे संक्रमीत होतात हे मेंडेलच्या प्रयोगावरून कसे सिध्द होते?
3. जर A रक्तगट असणाऱ्या माणसाने O रक्तगट असणाऱ्या स्त्रीशी लग्न केले आणि त्यांना O रक्तगट असणारी मुलगी झाली तर यावरून रक्तगट A किंवा रक्तगट O प्रकट गुणधर्म आहे हे सांगण्यासाठी ही माहिती पुरेशी आहे का? का व का नाही?
4. मानवामध्ये अपत्यांचे लिंग कसे निश्चित होते?

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकला?

- प्रजननाच्या वेळी झालेले फरक किंवा बदल हे अनुवंशिक असतात.
- या फरकांमुळे जिवंत राहू शकणाऱ्या सजीवांची संख्या जास्त असते.
- लैंगिक प्रजनन करणाऱ्या दोन सजीवांमध्ये एकाच जन्यूच्या दोन वेगवेगळ्या आवृत्या असतात. जर दोन्ही आवृत्त्या तंतोतंत जुळणाऱ्या नसतील तर त्यापैकी जी आवृत्ती संतती मध्ये आढळते तिला प्रकट गुणधर्म आणि अदृश्य रूपातील दुसऱ्या गुणधर्माला अप्रकट गुणधर्म असे म्हणतात.
- एखाद्या सजीवामधील विशेष गुणधर्म अनुवंशिकतेने पुढच्या पिढीत स्वतंत्रपणे नेला जातो. त्या निर्माण झालेल्या संततीच्या लैंगिक प्रजननामध्ये हाच गुणधर्म नविन संयोगाद्वारे वेगळा गुणधर्म उत्पन्न करतात.
- विविध प्रजातीमध्ये लिंग ठरविणारे घटक भिन्न असतात. मानवामध्ये संततीचे लिंग जनकाकडून आलेल्या X (मुलीसाठी) आणि Y (मुलग्यासाठी) गुणसुत्रावर अवलंबून असते.

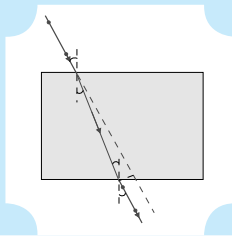
@KTDS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

1. मेंडेलच्या प्रयोगामध्ये जांभळी फुले, असणाऱ्या उंच वाटाण्याच्या वनस्पतीचा संकर जेव्हा पांढरी फुले असणाऱ्या ठेंगू वाटाण्याच्या वनस्पतीशी केला तेव्हा निर्माण झालेल्या संततीमध्ये जांभळी फुले होती मात्र त्यातील अर्ध्या वनस्पती ठेंगू होत्या. त्यामधील उंच वाटाण्याची वनस्पती आपण खालीलप्रमाणे दाखवू शकतो.

   (a) TTWW (b) TTww (c) TtWW (d) TtWw
2. सौम्य रंगांचे डोळे असणाऱ्या मुलांच्या पालकांचे डोळेही सौम्य रंगाचे असतात. यावरून आपण असे म्हणू शकतो का की डोळ्यांचे सौम्य रंग असणारे जन्यू हे प्रकट आहेत की अप्रकट आहेत? का किंवा का नाही?
3. कुत्र्यामधील केसाळ त्वचेच्या रंगाचा प्रकट जन्यू शोधून काढणाऱ्या प्रोजेक्टचा आराखडा तयार करा.
4. संततीच्या जननिक योगदानामध्ये नर आणि मादी पालकांचा समान वाटा कसा असतो?

* * * *



प्रकरण 9

प्रकाश–परावर्तन आणि अपवर्तन

(Light – Reflection and Refraction)

जगामध्ये आपण आपल्या सभोवताली अनेक प्रकारच्या वस्तू पाहतो तरीपणी, त्या वस्तु आपण अंधाऱ्या खोलीत पाहु शकत नाही. खोली प्रकाशीत केल्यानंतर त्या वस्तु आपणाला दिसतात. वस्तु कशामुळे दिसतात? दिवसा सूर्यप्रकाश हा वस्तु पाहण्यासाठी आपणास मदत करतो. वस्तु आपल्यावर पडणारा प्रकाश परावर्तीत करतात. हा परावर्तीत प्रकाश आपल्या डोळ्यावर पडल्यानंतर आपणाला वस्तु दिसते. हा परावर्तीत प्रकाश डोळ्यांनी ग्रहण केल्यानंतर आपण वस्तु पाहण्यास सक्षम ठरतो. आपण पारदर्शक माध्यमातून पाहु शकतो कारण पारदर्शक माध्यमातून प्रकाश संक्रमित होतो. प्रकाशाशी संबधीत अनेक आश्चर्यकारक घटना आहेत जसे आरशावरून प्रतिमा तयार करणे, ताऱ्यांचे चमकणे, इंद्रधनुष्यांचे सुंदर रंग, माध्यमामुळे प्रकाशाचे वक्रीभवन इत्यादी. प्रकाशाच्या अभ्यासाने त्याच्या गुणधर्माच्या मदतीने आपण त्यांचा शोध घेऊ शकतो.

सर्वसाधारणपणे सभोवतालच्या प्रकाशीय गुणधर्माचे निरिक्षण केल्यास आपण असे अनुमान काढू शकतो की, प्रकाश नेहमी सरळ रेषेत प्रवास करतो. प्रकाशाच्या सरळ रेषेच्या मार्गाच्या दिशेने लहान प्रकाश स्त्रोतापासून अपारदर्शक वस्तूची तीक्ष्ण सावली तयार होते व ती प्रकाश किरण म्हणून दर्शवितात.

© BSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अधिक जाणुन घ्या !

प्रकाशाच्या मार्गातील अपारदर्शक पदार्थ लहान असेल तर प्रकाश किरण सरळ रेषेत न जाता त्यांचा वाकण्याकडे कल जास्त असतो यालाच प्रकाशाचे विवर्तन (diffraction) म्हणतात. नंतर प्रकाश किरण सरळ रेषेत जातो हे चुकीचे ठरते. प्रकाश हा एक तरंग आहे हे तत्व प्रकाशांच्या विवर्तनाच्या गुणधर्माच्या स्पष्टीकरणासाठी वापरले जाते. ज्याचा सविस्तर अभ्यास तुम्ही उच्च वर्गात कराल. 20 व्या शतकाच्या सुरवातीस प्रकाश व पदार्थ यांच्यामधील परस्पर क्रिया समजुन घेण्यासाठी तरंग सिद्धांत अपुरा पडला आणि प्रकाश जास्तीत जास्त कणांसारखा वागला. प्रकाशाच्या खऱ्या स्वरूपा संबंधीचा गोंधळ पुढे काही वर्ष असाच चालू राहीला तो प्रकाशाच्या कॉन्टम सिद्धांताचा शोध लागेपर्यंत. ज्यात असे सांगीतले जात होते, प्रकाश तरंग नाही व कणही नाहीत–नवीन सिद्धांताप्रमाणे प्रकाशाचा प्रसार कणांच्या गुणधर्मानुसार तरंगाच्या स्वरूपात होतो.

या प्रकरणात आपण प्रकाश किरण सरळ रेषेत जातात या तत्वाच्या आधारे प्रकाशाचे परावर्तन आणि अपवर्तन यांचा अभ्यास करू. ही मुलभूत कल्पना निसर्गातील काही प्रकाशीय गुणधर्माच्या अभ्यासासाठी मदत करू शकेल. गोल आरशातुन होणारे प्रकाशाचे परावर्तन प्रकाशाचे अपवर्तन आणि त्यांचे दैनंदिन उपयोग यांचा अभ्यास या प्रकरणात समजून घेणार आहोत.

9.1 प्रकाशाचे परावर्तन (Refraction of Light)

एकदम गुळगुळीत पृष्ठभाग, जसा की आरसा, त्यावर पडणारा प्रकाश जास्तीत जास्त परावर्तीत करतात. प्रकाशाच्या परावर्तनाचे नियम आपल्याला माहीत आहेतच

ते आपण पुन्हा आठवू–

(i) आपाती कोन परावर्तन कोनाइतका असतो, आणि.

(ii) आपाती किरण, आरशाच्या आपाती किरणाच्या बिंदुतून काढलेली स्तंभिका व परावर्तित किरण हे सर्व एकाच प्रतलात असतात.

हे परावर्तनाचे नियम गोलीय पृष्ठभागासह परावर्तन करणाऱ्या सर्व प्रकारच्या पृष्ठभागाना लागू होतात. सपाट आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमाविषयी आपल्याला माहीती आहे. त्या प्रतिमाचे गुणधर्म कोणते आहेत? सपाट आरशात्न मिळणारी प्रतिमा ही नेहमी आभासी आणि सरळ असते. पदार्थाच्या आकारा इतकाच आकार प्रतिमेचा असतो. आरशापासून पदार्थाचे अंतर व आरशामागील पदार्थाच्या प्रतिमेचे अंतर समान असते पुढे ती प्रतिमा उलटी असते. परावर्तन करणारा पृष्ठभाग गोल असेल तर प्रतिमा कशी असेल? हे आपण शोधू.

© DTEPS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 9.1

- मोठा चकाकणारा एक चमचा घ्या, त्याच्या खोलगट पृष्ठभागातून चेहरा पाहण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्हाला प्रतिमा मिळते का? ती लहान आहे की मोठी?
- सावकाश चमचा चेहऱ्यापासून दूर घ्या. प्रतिमेचे निरिक्षण करा ती कशी बदलते?
- चमचा उलटा करून वरील कृती पुन्हा करा. आता प्रतिमा कशी दिसते?
- दोन्ही पृष्ठभागावरील प्रतिमेच्या गुणधर्माची तुलना करा.

चकाकणाऱ्या चमच्याचा खोलगट भाग वक्र आरसा मानला जातो. सर्वसाधारणपणे वापरण्यात येणारा आरसा म्हणजे गोलीय आरसा होय. या आरशांचा परावर्तन पृष्ठभाग हा गोल पृष्ठभागाचा एक भाग असतो. ज्यांचा परावर्तन पृष्ठभाग गोल असतो त्याना गोलीय आरसे म्हणतात. आता आपण गोलीय आरशासंबंधी सविस्तर अभ्यास करू.

9.1 गोलीय आरसे (Spherical Mirror)

गोलीय आरशांचा परावर्तन पृष्ठभाग हा आतील बाजुला किंवा बाहेरील बाजुला वक्र असतो. ज्या गोलीय आरशाचा परावर्तन पृष्ठभाग हा आतील बाजुला वक्र असुन पृष्ठभाग गोलाच्या मध्याच्या दिशेने असतात त्याला अंतर्वक्र आरसा असे म्हणतात. ज्या गोलीय आरशाचा परावर्तन पृष्ठभाग बाहेरील बाजुला वक्र असतो त्याला बहिर्वक्र आरसा असे म्हणतात. आ. 9.1 मध्ये दाखविले आहेत. या आकृतीमध्ये आरशाची पाठीमागील बाजु गडद केली आहे.



अ) अंतर्वक्र आरसा आ) बहिर्वक्र आरसा

आ. 9.1
गोलीय आरशांची रेखाकृती
गडद भाग परावर्तन न करणारा आहे.

आता आपल्याला समजेल की चमच्याचा खोलगट पृष्ठभाग हा बहिर्वक्र आरशासारखा आहे.

गोलीय आरशांचा अभ्यास करण्यापुर्वी काही गोष्टींची ओळख व त्यांचा अर्थ समजून घ्यावा लागेल. या गोष्टी सर्वसामान्यपणे गोलीय आरशांची चर्चा करताना वापरल्या जातात. गोलीय आरशाच्या परावर्तन करणाऱ्या पृष्ठभागाच्या केंद्राला मध्य असे म्हणतात. तो आरशाच्या पृष्ठभागावर असून नेहमी 'P' या अक्षराने दर्शवितात.

गोलीय आरशाचा परावर्तन पृष्ठभाग हा गोलाचा एक भाग असतो. त्या गोलाला केंद्रबिंदू असतो. त्या बिंदूला गोलीय आरश्याचे वक्रता केंद्र असे म्हणतात. ते नेहमी 'Q' या अक्षराने दर्शवितात. कृपया लक्षात घ्या कि वक्रता केंद्र हा आरशाचा भाग नाही तो परावर्तन पृष्ठभागाच्या बाहेर असतो. अंतर्वक्र आरशामध्ये वक्रताकेंद्र समोर असते तर बहिर्वक्र आरशामध्ये ते पाठीमागे असते. हे तुम्ही आ. 9.2 (a) व (b) वरून समजू शकाल.

गोलाची त्रिज्या ही गोलीय आरशाच्या पृष्ठभागाचा एक भाग आहे. तिला आरशाची वक्रता त्रिज्या असे म्हणतात. ती R या अक्षराने दर्शवितात. तुम्ही लक्षात ठेवा की , अंतर PC ही आरशाची वक्रता त्रिज्या आहे. समजा एक सरळरेषा गोलीय आरशाचा मध्य व वक्रता केंद्रातून जाते. त्या रेषेला मुख्य अक्ष असे म्हणतात. लक्षात घ्या की मुख्य अक्ष हा आरशाच्या मध्याच्या ठिकाणी लांब आहे. खालील उपक्रमाद्वारे आपण आरशासबंधी महत्वाच्या गोष्टी समजून घेऊ.

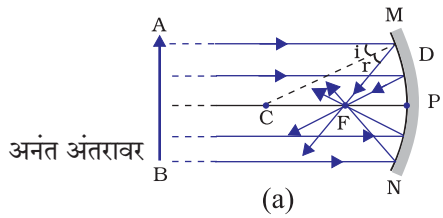
कृती 9.2

सुचना : सुर्याकडे उघड्या डोळ्यांनी पाहु नका किंवा आरशातून परावर्तीत झालेल्या सूर्यप्रकाशाला सुध्दा पाहु नका ज्यामुळे डोळ्यांना इजा होऊ शकते.

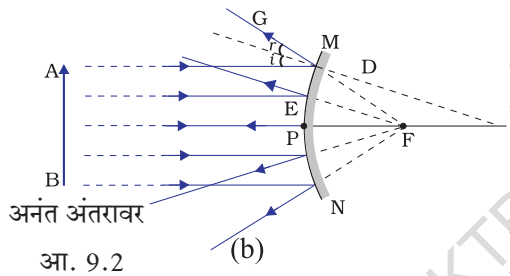
- तुमच्या हातात अंतर्वक्र आरसा धरा व त्याचा परावर्तन पृष्ठभाग सूर्याच्या दिशेने करा.
- आरशावरून परावर्तीत केलेला प्रकाश आरशाजवळ असलेल्या कागदावर पाडा.
- प्रखर व तीक्ष्ण प्रकाशाचा बिंदू कागदावर निर्माण होईपर्यंत कागद आरशासमोर सावकाश मागेपुढे करा.
- काही मिनिटे कागद व आरसा त्याच स्थितीत धरा. आपल्याला काय दिसून येते? का?

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

सुरुवातीला धूर निर्माण करून कागद जळू लागतो नंतर तो पेट घेतो. तो का जळतो? आरशामुळे सूर्याकडील प्रकाश एका बिंदूत एकत्रीत होतो व तीक्ष्ण बिंदू तयार होतो. तो बिंदू म्हणजेच सूर्याची कागदावरील प्रतिमा होय. हा बिंदू अंतर्वक्र आरशाची मुख्य नाभी आहे. सूर्यप्रकाशाच्या एकत्रीकरणाने उष्णता निर्माण होऊन कागद पेटतो. या प्रतिमेपासुन आरशाचे अंतर म्हणजेच आरशाचे अंदाजे नाभीय अंतर होय.



(a)



(b)

आ. 9.2
a) अंतर्वक्र आरसा b) बहिर्वक्र आरसा

आ. 9.2 (a) च जवळून निरीक्षण करा. मुख्य अक्षाला समांतर असणारी किरणे अंतर्वक्र आरशावर पडतात. परावर्तन किरणाचे निरिक्षण केल्यास ती सगळी किरणे आरशाच्या मुख्य अक्षावर एकाच बिंदूत मिळतात किंवा छेदतात त्या बिंदूला अंतर्वक्र आरशाची मुख्य नाभी असे म्हणतात.

त्याचप्रमाणे आ. 9.2 (b) पहा. बहिर्वक्र आरसा मुख्य अक्षाला समांतर असणारी किरणे कशी परावर्तीत करतो? परावर्तीत किरणे ही मुख्य अक्षावर एकाच बिंदूत एकवटल्यासारखी वाटतात या बिंदूला बहिर्वक्र आरशाची मुख्य नाभी म्हणतात. ही मुख्य नाभी "F" या अक्षराने दर्शवितात.

गोलीय आरशाची मुख्य नाभी व मध्य यामधील अंतराला नाभीय अंतर असे म्हणतात. ते "f" या अक्षराने दर्शवितात.

गोलीय आरशाचा परावर्तन पृष्ठभाग हा जास्त वक्राकार असतो व पृष्ठभागाला वर्तुळाकार बाह्य बाजू असते. गोलीय आरशाच्या परावर्तन पृष्ठभागाच्या व्यासाला छिद्र (aperture) म्हणतात. आ. 9.2 मध्ये MN छिद्र दर्शविते आपण आपल्या चर्चेत असे गोलीय आरसे घेऊ ज्यांचे छिद्र वक्रता त्रिज्येपेक्षा कमी आहे.

गोलीच आरशाची वक्रता त्रिज्या (R) व नाभीय अंतर (f) यांच्यामध्ये काही संबंध आहे का? लहान छिद्राच्या गोलीय आरशासाठी वक्रता त्रिज्या ही नाभीय अंतराच्या दुप्पट असते आम्ही $R = 2f$ असे लिहू. हे असेही सांगते की मुख्य नाभी ही आरशाचा मध्य व वक्रता केंद्र यांच्यामध्ये असते.

9.2.1 गोलीय आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमा (Image formation by Spherical Mirrors)

तुम्ही सपाट आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास केला आहे. त्यांच्या प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप व आकार यांच्याबद्दल सुद्धा आपणाला माहीती आहे. गोलीय आरशामधून मिळणाऱ्या प्रतिमा कशा मिळतात? अंतर्वक्र आरशापासून पदार्थाच्या वेगवेगळ्या स्थानावरून मिळणाऱ्या प्रतिमा कशा दर्शवितो? त्या प्रतिमा वास्तव किंवा आभासी असतात का? त्या आकाराने लहान, मोठ्या किंवा त्या वस्तू एवढ्याच असतात? हे आपण उपक्रमाद्वारे समजून घेऊ.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

कृती 9.3

उपक्रम 9.3 मध्ये आपण अंतर्वक्र आरशाने नाभीय अंतर (केंद्रांतर) काढण्याचा मार्ग आपण शिकलो आहोत. तुम्ही पाहिला आहात की कागदावर मिळणारा प्रखर बिंदू ही सुर्याची प्रतिमा आहे. ती प्रतिमा लहान, वास्तव व उलटी होती. आरसा व प्रतिमा यामधील अंतर मोजल्यानंतर आपणाला अंतर्वक्र आरशाचे नाभीय अंतर (केंद्रांतर) मिळते.

- एक अंतर्वक्र आरसा घ्या. वर वर्णन केल्याप्रमाणे त्याचे अंदाजे नाभीय अंतर (केंद्रांतर) काढा. त्याची किंमत लिहा. (हे आपण दूरच्या पदार्थाची प्रतिमा कागदावर घेऊन सुध्दा काढू शकतो)
- टेबलावर खडूने एक रेषा काढा. स्टँडवर एक अंतर्वक्र आरसा बसवा. स्टँड रेषेवर असे ठेवा की आरशाचा मध्य रेषेवर येईल.
- मागच्या रेषेला समांतर दोन रेषा अशा काढा की, कोणत्याही दोन लगतच्या (सलग्न) रेषेमधील अंतर हे आरशाच्या केंद्रांतर (नाभीय अंतर) इतके असेल. या रेषा म्हणजे P, F व C चे स्थान होईल. लक्षात ठेवा की, लहान ॲपरचरच्या गोलीय आरशासाठी मुख्य नाभी F ही मध्य P व वक्रता केंद्र C यांच्या समान अंतरावर असते.
- चकाकती वस्तू जसे पेटती मेणबत्ती 'C' च्या खुप पलीकडे ठेवा. मेणबत्तीच्या ज्योतीची तीव्र व स्पष्ट प्रतिमा मिळेपर्यंत कागदी पडदा आरशासमोर मागे पुढे करा.
- प्रतिमेचे काळजीपूर्वक निरिक्षण करा. पदार्थाच्या तुलनेत प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप व आकाराची नोंद करा.
- वरील कृती मेणबत्तीच्या खालील स्थानासाठी पुन्हा करा–
  a) 'C'च्या पलिकडे b) 'C' वर c) F व C च्या मध्ये d) F वर
  e) P आणि F च्या मध्ये
- एका घटनेमध्ये आपल्याला पडद्यावर प्रतिमा मिळणार नाही. येथे पदार्थाच्या स्थानाची नोंद करा व त्याच्या आभासी प्रतिमेसाठी आरशात पहा.
- तुमची निरिक्षणे तक्त्यामध्ये नोंदवा.

NOT TO BE REPUBLISHED © MSBSHSE

वरील उपक्रमावरून आपल्याला असे दिसून येईल की, अंतर्वक्र आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व आकार हे पदार्थाच्या P, F आणि C यांच्या स्थानावर अवलंबून असतात. काही स्थानावर पदार्थाची प्रतिमा ही वास्तव असते तर काही स्थानावर प्रतिमा आभासी असते. वस्तूच्या स्थानानुसार प्रतिमा विशालीत, छोटी किंवा वस्तूच्या आकाराची असते. आपल्या माहितीसाठी निरिक्षणाचा तक्ता 9.1 मध्ये दिलेला आहे.

तक्ता 9.1 अंतर्वक्र आरशातून वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानावरून मिळणाऱ्या प्रतिमा

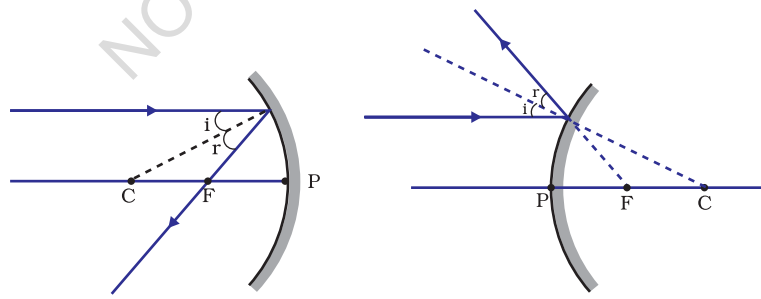
वस्तूचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
अनंत अंतरावर	F वर	अगदी लहान बिंदू स्वरूप	वास्तव व उलट
C च्या पलिकडे	F व C च्या मध्ये	लहान	वास्तव व उलट
C वर	C वर	समान आकार	वास्तव व उलट
C व F च्या मध्ये	C च्या पलिकडे	मोठी	वास्तव व उलट
F वर	अनंत अंतरावर	विशालीत	वास्तव व उलट
P व F च्या मध्ये	आरशाच्या मागे	मोठी	अभ्यासी व सरळ

9.2.2 गोलीय आरशाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांच्या रेखाकृती

आपण गोलीय आरशापासून रेखाकृतीद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांचा सुद्धा अभ्यास करू शकतो. ठराविक आकाराचा वस्तू घेऊन गोलीय आरशासमोर ठेवा. विस्तरित वस्तूचा अगदी लहान भाग हा बिंदू स्त्रोताप्रमाणे कार्य करतो वस्तूच्या प्रतिमेचे स्थान दर्शविताना रेखाकृती विस्तारीत काढताना बिंदूच्या प्रतिमेचे स्थान दर्शविताना एका बिंदूपासून मोठ्या संख्येने किरण निर्माण होतात. तरीपण रेखाकृती मध्ये स्पष्ट दिसण्यासाठी त्यातील दोनच किरण घेणे जास्त सोईचे असते. ही किरणे आरशावर पडल्यानंतर परावर्तनानंतर त्यांची दिशा सहज समजू शकेल अशी निवडतात.

कमीत कमी दोन परावर्तन किरणांचा छेदन बिंदू हा पदार्थांच्या स्थानासाठी गृहीत मानतात. खालीलपैकी कोणतेही दोन किरण पदार्थाच्या स्थान निश्चितीसाठी विचारात घेतले जाऊ शकतात.

i) अंतर्वक्र आरशामध्ये मुख्य अक्षाला समांतर किरण परावर्तनानंतर मुख्य नाभीतून जातो किंवा बहिर्वक्र आरशामध्ये तो मुख्य नाभीतुन विस्तारीत होतो हे आ. 9.3 (a) व (b) मध्ये स्पष्ट केले आहे.

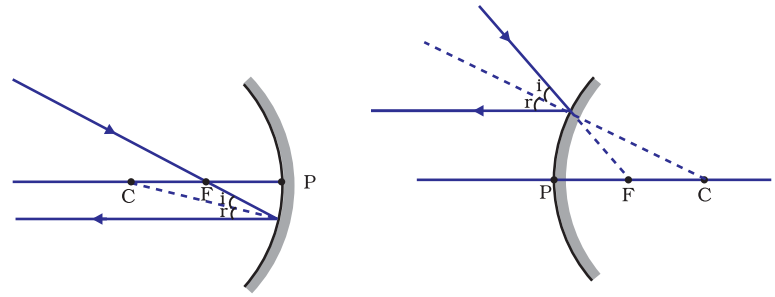


(a) (b)

आ. 9.3

ii) अंतर्वक्र आरशामध्ये मुख्य नाभीतून जाणारे किरण व बहिर्वक्र मुख्य नाभीच्या दिशेने आलेले किरण परावर्तनानंतर मुख्य अक्षाला समांतर जातात हे आ. 9.4 (a) व (b) मध्ये स्पष्ट केले आहे.

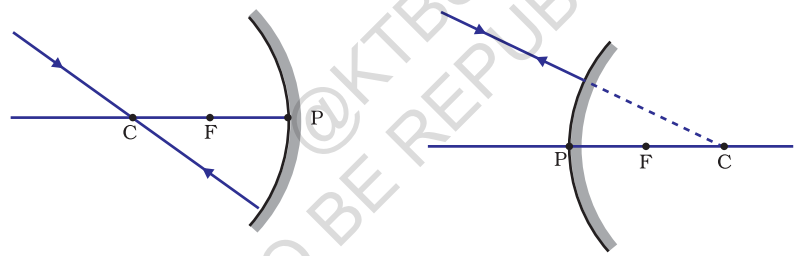
© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED



(a) (b)

आ. 9.4

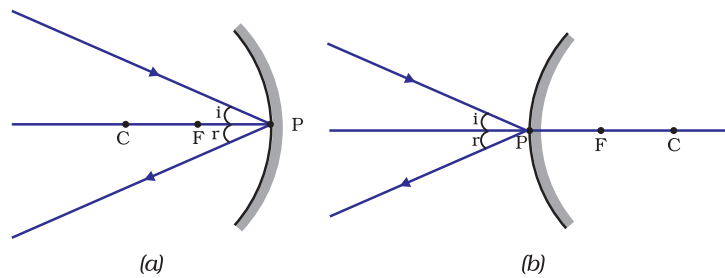
iii) अंतर्वक्र आरशामध्ये वक्रता केंद्रातून जाणारे किरण बहिर्वक्र आरशासाठी वक्रता केंद्राच्या दिशेने किरण परावर्तनानंतर त्याच मार्गाने परावर्तीत होतात हे आ. 9.5 (a) आणि (b) मध्ये स्पष्ट केले आहे. आपाती किरण आरशावर पृष्ठभागाच्या स्तंभिकेवर पडतात.



(a) (b)

आ. 9.5

iv) अंतर्वक्र किंवा बहिर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर P च्या दिशेने (आरशाचा मध्य) तिरकस येणारी किरणे आ. 9.6 (a) किंवा (b) प्रमाणे परावर्तनानंतर तिरकस जातात. आपाती किरण व अपवर्तीत किरण आरशाच्या बिंदूवर (P) मुख्य अक्षाशी समान कोन करून परावर्तनाचे नियम पाळतात.



(a) (b)

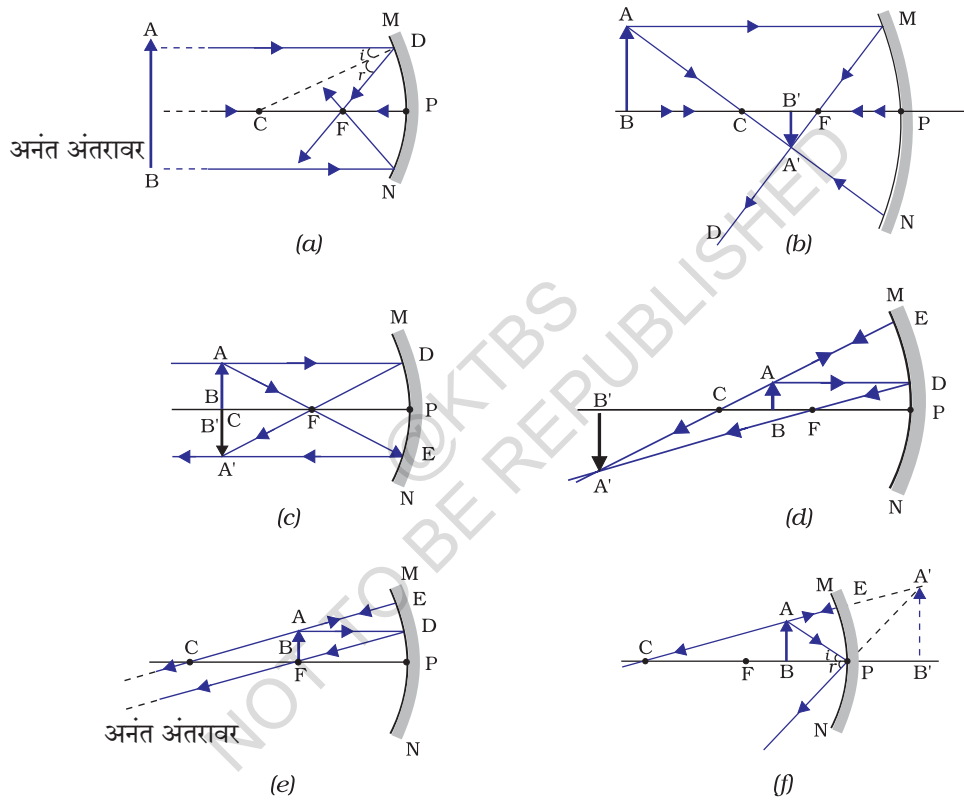
आ. 9.6

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

लक्षात ठेवा वरील सर्व परिस्थतीमध्ये परावर्तनाचे नियम पाळले जातात. पृष्ठभागाच्या बिंदूवर आपाती किरणांचे असे परावर्तन होते की आपाती कोन व अपवर्तीत कोन दोन्ही समान असतात.

(a) अंतर्वक्र आरशातून मिळणारी प्रतिमा (Image formation by Concave Mirror)

अंतर्वक्र भिंगाच्या वेगवेगळ्या स्थानी ठेवलेल्या पदार्थाच्या मिळणाऱ्या प्रतिमांच्या रेखाकृती आ. 9.7 मध्ये दाखविल्या आहेत.



आ. 9.7 अंतर्वक्र भिंगामधून मिळणाऱ्या प्रतिमाच्या रेखाकृती

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उपक्रम 9.4

- तक्ता 9.1 मध्ये दाखविलेल्या वस्तुच्या प्रत्येक स्थानासाठी रेखाकृती काढा.
- मागील भागात दिल्याप्रमाणे प्रतिमा दर्शविण्यासाठी आपण कोणतेही दोन किरण घेऊ शकतो.
- आ. 9.7 मध्ये दिल्याप्रमाणे तुमच्या रेखाकृतींची तुलना करा.
- प्रत्येक रेखाकृतीच्या मिळालेल्या प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान आणि सबंधीत आकाराचे वर्णन करा.
- योग्य तक्त्याच्या स्वरूपात मिळालेल्या प्रतिमांची माहीती लिहा.

अंतर्वक्र आरशाचे उपयोग :

अंतर्वक्र आरसे सर्वसाधारणपणे बॅटऱ्या, सर्च लाईट (शोध प्रकाश) व वाहनांच्या हेडलाईटमध्ये शक्तीशाली समांतर बीम प्रकाश म्हणून वापरतात. चेहऱ्याची मोठी प्रतिमा दिसण्यासाठी दाढी करताना पुष्कळदा अंतर्वक्र आरसे वापरतात. दंततज्ञ (Dentists) पेशटच्या दातांची मोठी प्रतिमा पाहण्यासाठी अंतर्वक्र आरसे वापरतात. एकत्रित सौरप्रकाश मिळविण्यासाठी मोठे अंतर्वक्र आरसे सौरभट्टी मध्ये उष्णता निर्माण करण्यासाठी वापरतात.

(a) बहिर्वक्र आरशामधून मिळणाऱ्या प्रतिमा (Image formed by Convex Mirror)

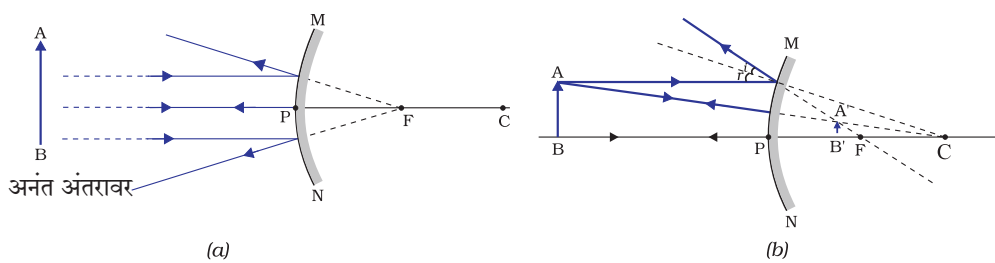
आम्ही अंतर्वक्र आरशामधून मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास केला आहे. आता आपण बहिर्वक्र आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास करू.

उपक्रम 9.5

- बहिर्वक्र आरसा घ्या. तो एका हातामध्ये धरा.
- दुसऱ्या हाताने उलटी पेन्सिल धरा.
- आरशामध्ये पेन्सिलच्या प्रतिमेचे निरिक्षण करा. ती उलट आहे की सुलट आहे? ती लहान आहे की मोठी आहे?
- सावकाश पेन्सिल आरशापासून दुर घ्या प्रतिमा लहान होते कि मोठी होते?
- हा उपक्रम पुन्हा काळजीपूर्वक करा. वस्तु आरशापासून दूर घेतल्यास वस्तुची प्रतिमा मुख्य नाभीच्या जवळ असेल की दूर असेल?

© MTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आम्ही वस्तूच्या दोन स्थिती बहिर्वक्र आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमाच्या अभ्यासासाठी विचारात घेतो. पहिली स्थिती वस्तू अनंत अंतरावर असताना आणि दुसरी स्थिती वस्तू आरशापासून ठराविक अंतरावर असताना. बहिर्वक्र आरशापासून मिळणाऱ्या या वस्तूच्या दोन स्थितीच्या प्रतिमांची अनुक्रमे रेखाकृती आ. 9.8 (a) आणि (b) मध्ये दाखविली आहे. तक्ता 9.2 मध्ये स्थितींचा सारांश दिला आहे.



आ. 9.8 बहिर्वक्र आरशामधून मिळणाऱ्या प्रतीमा

तक्ता 9.2 बहिर्वक्र आरशातून मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप, स्थान आणि सबंधीत आकार

वस्तूचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
अनंत अंतरावर	बिंदू F वर	खूप लहान,	आभासी आणि सरळ
आरशाच्या पाठीमागे अनंत अंतर	स्वरूप P वर आणि F च्या	लहान बिंदू लहान	आभासी आणि सरळ
आणि आरशाचा मध्य P यामध्ये	मध्ये आरशाच्या पाठीमागे		

तुम्ही आतापर्यंत सपाट आरसा, अंतर्वक्र आरसा आणि बहिर्वक्र आरसा यांच्यामधून मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास केलात. यापैकी कोणता आरसा मोठ्या वस्तूची पुर्ण प्रतिमा देऊ शकतो? उपक्रमाद्वारे आपण त्याचा शोध घेऊ.

उपक्रम 9.6

- दूरची वस्तू जसे दूरचे झाड याचे सपाट आरशामधील प्रतिमेचे निरिक्षण करा.
- तुम्ही पूर्ण लांबीची प्रतिमा पाहीली का?
- वेगवेगळ्या आकारच्या सपाट आरशातून प्रयत्न करा. प्रतिमेमध्ये तुम्ही पूर्ण वस्तू पाहीली का?
- हीच कृती अंतर्वक्र आरसा घेऊन करा. आरसा वस्तूची पूर्ण लांबीची प्रतिमा दाखवितो का?
- आता बहिर्वक्र आरशाने प्रयत्न करा. तुम्हाला यश आले का? आपले निरिक्षण कारणासहित स्पष्ट करा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही उंच इमारत/झाड यांची पुर्ण लांबीची प्रतिमा छोट्या बहिर्वक्र आरशामध्ये पाहु शकता. असाच एक आरसा आग्रा किल्ल्याच्या भिंतीवर बसवलेला आहे. जर तुम्ही आग्रा किल्ल्याला भेट दिली तर दुरच्या उंच इमारती/मनोरा यांच्या पुर्ण लांबीच्या प्रतिमा भिंतीवरील आरशात पाहण्याचा प्रयत्न करा. दुरचा मनोरा स्पष्ट दिसण्यासाठी आपल्याला भिंतीलगतच्या गच्चीजवळ योग्य स्थानी उभे रहावे लागेल.

बहिर्वक्र आरशाचे उपयोग

सर्व सामान्यपणे वाहनांच्या पाठीमागील दृश्य पाहण्यासाठी बहिर्वक्र आरसे वापरतात. हे आरसे वाहनांच्या समोरच्या बाजुस बसवितात जेणेकरून वाहक त्याच्या/तिच्या मागील रहदारी पाहून वाहन नीट चालवू शकेल. बहिर्वक्र आरशाना महत्व दिले जाते कारण ते आपल्याला नेहमी लहान पण सुलट प्रतिमा देतात. तसेच ते बाहेरच्या बाजुने वक्र असल्यामुळे त्यांचे दृष्टीक्षेत्र मोठे असते म्हणून सपाट आरशापेक्षा बहिर्वक्र आरसे वाहकाला मोठ्या क्षेत्रफळाचे दृश्य देतात.

प्रश्न

1. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य नाभी ची व्याख्या लिहा.
2. गोलीय आरशाची वक्रता त्रिज्या 20 cm आहे. त्याचे केन्द्रांतर (नाभीय अंतर) किती आहे?
3. वस्तूची सुलट आणि मोठी प्रतिमा मिळविण्याच्या आरशाचे नांव लिहा.
4. वाहनांच्या पाठीमागील दृष्य पाहण्यासाठी बहिर्वक्र आरशाला जास्त महत्व का दिले जाते?

© KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

9.2.3 गोलीय आरशाच्या परावर्तनासाठी चिन्ह संकेत

गोलीय आरशातील प्रकाशाच्या परावर्तनातमध्ये आपण काही चिन्ह संकेताचा सट वापरतो त्यांना नवीन कार्टेशियन चिन्ह संकेत म्हणतात. या चिन्ह संकेतामध्ये आरशाचा मध्य (P) हा केंद्र (आरंभीबदू) म्हणून घेतात. (आकृती 9.9) आरशाचा मुख्य अक्ष सहनिर्देशक पद्धतीत X– अक्ष (XX') म्हणून घेतात. चिन्ह संकेत खालील प्रमाणे आहेत.

(i) वस्तु आरशाच्या नेहमी डाव्या बाजूस ठेवतात. हे असे दर्शविते की वस्तूकडून येणारा प्रकाश हा आरशाच्या डाव्या बाजूकडून येतो.

(ii) मुख्य अक्षाला समांतर असणारी सर्व अंतरे ही आरशाच्या मध्यापासून मोजली जातात.

(iii) केंद्राच्या उजव्या बाजुने (+X– अक्ष) मोजलेली सर्व अंतरे धन घेतात जेव्हा ती केंद्राच्या डाव्या बाजुने (–X– अक्ष) मोजलेली सर्व अंतरे ऋण घेतात.

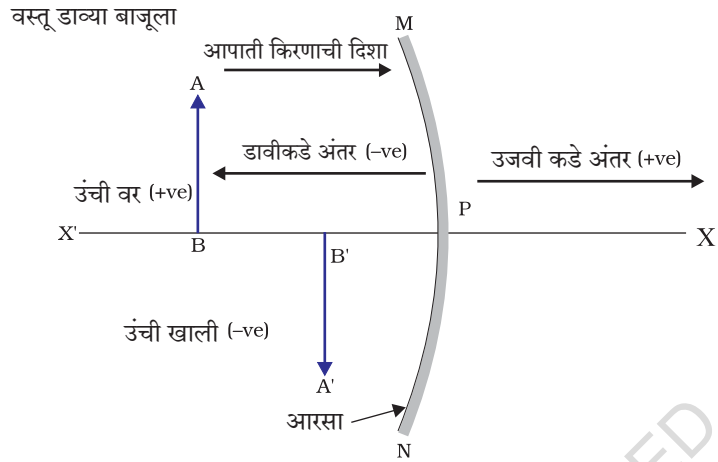
(iv) मुख्य अक्षाच्या वर लंब दिशेने मोजलेली अंतरे (+Y– अक्ष) धन घेतात.

(v) मुख्य अक्षाच्या खाली लंब दिशेने मोजलेली अंतरे (–Y– अक्ष) ऋण घेतात.

वर सांगितलेली नवीन कार्टेशीयन चिन्ह आकृती 9.9 मध्ये आपल्या माहितीसाठी स्पष्ट केलेली आहे. या चिन्ह संकेताचा उपयोग आरशाच्या सुत्रासाठी तसेच उदाहरणे सोडविण्यासाठी करतात.

9.2.4 आरशाचे सुत्र आणि विशालन (Mirror Formulla and Magnification)

गोलीय आरशामध्ये, त्याच्या मध्यापासून वस्तूच्या अंतराला वस्तूचे अंतर (u) असे म्हणतात. आरशाच्या मध्यापासून प्रतिमेच्या अंतराला प्रतिमेचे अंतर (v) असे म्हणतात. तुम्हाला अगोदर माहीत आहेच की, मुख्य नाभी व प्रकाशीय मध्य यामधील अंतराला नाभीय अंतर (f) असे म्हणतात. या तिन्ही संज्ञामध्ये एक सबंध आहे जो आरशाच्या सुत्राने दर्शविला जातो.



आ. 9.9 गोलीय आरशासाठी नवीन कार्टेशियन चिन्ह संकेत

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \qquad (9.1)$$

हे सुत्र सर्व गोलीय आरशांच्या सर्व स्थितीसाठी आणि वस्तूंच्या सर्व स्थानासाठी खरे ठरते. उदाहरणे सोडविण्यासाठी तुम्ही नवीन कार्टेशियन चिन्ह संकेताचा जेव्हा u, v, f आणि R च्या किंमती घेताना आरशाच्या सुत्रामध्ये उपयोग केला पाहीजे.

विशालन **(Magnification)**

गोलीय आरशातून निर्माण झालेले विशालन हे वस्तूच्या तुलनेने प्रतिमेचे किती विशालन झाले हे आपल्याला दर्शविते. हे प्रतिमेची उंची व वस्तूची उंची यांच्या गुणोत्तरात व्यक्त करतात हे नेहमी m या अक्षराने दर्शवितात.

जर वस्तूची उंची h आणि प्रतिमेची उंची h' असेल तर गोलीय आरशाने निर्माण केलेले विशालन m असे दर्शवितात.

$$m = \frac{\text{प्रतिमेची उंची } (h')}{\text{वस्तुची उंची } (h)}$$

$$m = \frac{h'}{h} \qquad (9.2)$$

विशालन हे पदार्थाचे अंतर (u) आणि प्रतिमेचे अंतर (v) यांच्याशी सुद्धा सबंधीत आहे हे असे व्यक्त करतात.

$$\text{विशालन } (m) = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \qquad (9.3)$$

© MSCERT NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही लक्षात ठेवा, सर्वसाधारणपणे वस्तु मुख्य अक्षाच्या वर असेल तर वस्तूची उंची धन घेतात. प्रतिमेची उंची आभासी प्रतिमेसाठी धन घेतात, तरीपण वास्तव प्रतिमेसाठी ती ऋण घेतात. विशालन किंमतीत ऋण चिन्ह प्रतिमा वास्तव असते तर विशालन किंमतीत धन चिन्ह प्रतिमा आभासी असते.

उदाहरण 9.1

3.00 m वक्रता त्रिज्या असलेला बहिर्वक्र आरसा ॲटोमोबाईलवरील (वाहनावरील) मागील दृश्य पाहण्यासाठी वापरला जातो. जर बस आरशापासून 5.00 m अंतरावर असेल तर प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप व आकार काढा.

उकल :

वक्रता त्रिज्या $R = +\ 3.00\ m$

वस्तुचे अंतर $u = -\ 5.00\ m$

प्रतिमेचे अंतर $v = ?$

प्रतिमेची उंची $h' = ?$

नाभीय अंतर $f = \frac{R}{2} = +\frac{3.00}{2} = +1.50\ m$

ज्याअर्थी $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

किंवा $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} = \frac{1}{u} = +\frac{1}{1.50} - \frac{1}{(-5.00)} = \frac{1}{1.50} + \frac{1}{5.00}$

$= \frac{5.00 + 1.50}{7.50}$

$v = \frac{+7.50}{6.50} = +1.15\ m$

प्रतिमा आरशाच्या मागे 1.15 m अंतरावर असेल.

विशालन, $m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} = -\frac{1.15\ m}{-5.00\ m} = +\ 0.23$

∴ प्रतिमा वास्तव, उलट आणि आकाराने 0.23 घटकाने लहान आहे.

उदाहरण 9.2

4.0 cm आकाराची वस्तू अंतर्वक्र आरशासमोर 25.0 cm ठेवली असून ज्याचे नाभीय अंतर (केन्द्रांतर) 15.0 cm आहे. स्पष्ट प्रतिमा मिळविण्यासाठी पडदा आरशापासून किती अंतरावर ठेवला पाहीजे? प्रतिमेचे स्वरूप आणि आकार काढा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उकल :

वस्तूची उंची $h = +4.0$ cm;

वस्तुचे अंतर $u = -25.0$ cm;

नाभीय अंतर $f = -15.0$ cm;

प्रतिमेचे अंतर $v = ?$

प्रतिमेचे उंची $h' = ?$

समीकरण (9.1) वरून

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

किंवा $$\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}=\frac{1}{-15.0}-\frac{1}{-25.0}=\frac{1}{15.0}+\frac{1}{25.0}$$

किंवा $$\frac{1}{v}=\frac{-5.0+3.0}{75.0}=\frac{-2.0}{75.0}$$ किंवा $v = -37.5$ cm.

आरशापासून पडदा 37.5 cm अंतरावर ठेवावा लागेल. प्रतिमा वास्तव आहे.

विशालन $$m=\frac{h'}{h}=\frac{v}{u}$$

किंवा $$h' = \frac{vh}{u}=\frac{(-37.5\,cm)(+4.0\,cm)}{(-25.0\,cm)}$$

$\therefore$ प्रतिमेची उंची $h' = -6.0\ cm$

प्रतिमा उलटी आणि विशालीत आहे.

प्रश्न

1. वक्रता त्रिज्या 32 cm असलेल्या बहिर्वक्र आरशाचे केन्द्रांतर किंवा नाभीय अंतर काढा.
2. अंतर्वक्र आरशासमोर 10 cm अंतरावर वस्तू ठेवली असता तिच्या तिप्पट मोठी वास्तव प्रतिमा तयार होते. ती प्रतिमा कोठे आपल्याला मिळेल?

9.3 प्रकाशाचे अपवर्तन (Refraction of Light)

प्रकाश पारदर्शक माध्यमातून एका सरळरेषेत जाताना दिसतो. काय होईल, जेव्हा प्रकाश एका पारदर्शक माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करेल? तो अजुन सरळ रेषेत जाईल किंवा आपली दिशा बदलेल? आम्ही काही दैनंदिन अनुभव आठवू.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

तुम्ही निरिक्षण केला असणार पाणी असलेल्या टाकीचा किंवा डबक्याचा तळ उचलल्यासारखा दिसतो. त्याचप्रमाणे छापील मजकुरावर जाड काचेची चीप ठेवून काचेमधून पाहिल्यास छापील मजकुरावरील अक्षरे उचलल्यासारखी वाटतात. असे का घडते? तुम्ही पाणी असलेल्या ग्लासमध्ये अर्धी बुडविलेली पेन्सील पाहीली आहे का? पाणी आणि हवा यांच्या स्पर्शबिंदूजवळ पेन्सील वाकलेली दिसते. आपण निरिक्षण केला असणार की, पाणी असलेल्या ग्लासमध्ये ठेवलेला लिंबू ग्लासच्या बाजूने पाहिल्यास मुळ आकारापेक्षा मोठा दिसतो. अशा अनुभवांचे कसे स्पष्टीकरण कराल?

आम्ही पाण्यात अर्धी बुडालेली पेन्सिल जी वाकलेली दिसते त्याबद्दल पाहू. पाण्याच्या वर असलेल्या भागाच्या तुलनेने पाण्यात असलेल्या पेन्सिलच्या भागाकडून आपल्यापर्यंत येणारा प्रकाश वेगळ्या दिशेने येतो. यामुळेच पेन्सिल आपणाला वाकलेली दिसते. या समान कारणामुळे काचेच्या चीपमधून पाहील्यास अक्षरे उचलल्यासारखी वाटतात.

पाण्याऐवजी आपण रॉकेल किंवा टरपेंटाईन वापरल्यास पेन्सिल तेवढीच वाकलेली दिसेल? काचेच्या चीपऐवजी आपण पारदर्शक प्लॅस्टिक चीपने अक्षरे तेवढीच उचलल्या सारखी वाटतात? आपल्याला असे दिसून येईल की माध्यमांच्या वेगवेगळ्या जोड्यांसाठी परिणाम वेगवेगळा दिसतो. हे निरिक्षण असे दर्शविते की, सर्व माध्यमामध्ये प्रकाश एकाच दिशेने प्रवास करत नाही. असे वाटते की, प्रकाशकिरण एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना प्रकाशाच्या प्रसाराची दिशा दुसऱ्या माध्यमात बदलते.

या गुणधर्माला प्रकाशाचे अपवर्तन म्हणतात. खालील काही उपक्रमावरून हा गुणधर्म समजून घेऊ.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 9.7

- पाण्याने भरलेल्या बादलीच्या तळाशी एक नाणे ठेवा.
- पाण्याच्या वरील बाजुला तुमचे डोळे ठेवून पहिल्यावेळी नाणे उचलण्याचा प्रयत्न करा. नाणे उचलण्यात तुम्हाला यश आले का?
- पुन्हा वरील कृती करा. पहिल्याच वेळेला आपल्याला यश का येत नाही?
- हीच कृती आपल्या मित्रांना करायला सांगा. तुमच्या व त्यांच्या अनुभवांची तुलना करा.

उपक्रम 9.8

- टेबलावर एक खोलगट वाटी ठेवून त्यात एक नाणे टाका.
- वाटीपासून सावकाश दूर जात राहा व ज्यावेळी नाणे डोळ्यांना दिसत नाही तेव्हा थांबा.
- नाणे न हलवता मित्राला वाटीमध्ये सावकाश पाणी भरायला सांगा.
- आपल्या जागेवरून सतत नाणे पाहत रहा. त्या जागेवरून परत आपल्याला नाणे दिसते का? हे कसे होते?

वाटीमध्ये पाणी भरल्यानंतर नाणे पुन्हा आपल्याला दिसते. प्रकाशाच्या अपवर्तनामुळे नाणे आपल्याला पूर्वस्थितीपासून थोडे उचलल्यासारखे दिसते.

उपक्रम 9.9

- टेबलावर ठेवलेल्या पांढऱ्या पेपरवर शाईने जाड सरळरेषा काढा.
- काचेची चिप रेषेवर अशी ठेवा की चिपची एक बाजू (कडा) रेषेशी कोन करेल.
- काचेच्या चिपच्या बाजूने रेषेचा चिपखालील भाग पाहा. तुम्ही काय निरिक्षण केला? काचेच्या चिपखालील रेषा बाजू (कडा) कडे वाकलेली दिसते का?
- नंतर, काचेची चिप अशी ठेवा की ती रेषेला लंब होईल. आता तुम्ही काय निरिक्षण केलात? काचेच्या चिपखालील रेषा वाकलेली दिसते का?
- रेषेला काचेच्या चीपच्या वरील भागातून पहा. चिपच्या खालील रेषेचा भाग उचलल्या सारखा वाटतो का? हे असे का होते?

9.3.1 आयताकृती काचेच्या चिपमधून होणारे अपवर्तन

(Refraction through a Rectangular Glass slab)

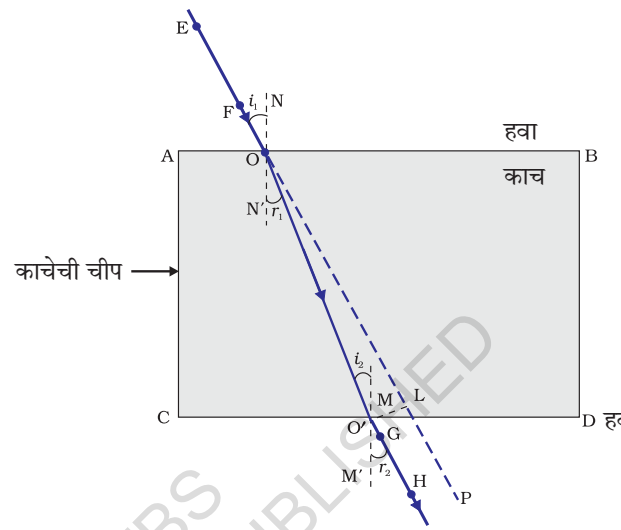
काचेच्या चिपमधून होणाऱ्या प्रकाशाच्या अपवर्तनाचे गुणधर्म समजावून घेण्यासाठी खालील उपक्रम करू.

उपक्रम 9.10

- ड्रॉईंग बोर्डावर पांढरी कार्डशीट घेऊन ती टाचणीच्या साहाय्याने फिक्स (घट्ट) करा.
- कार्डशीटच्या मध्यभागी आयताकृती काचेची चीप ठेवा.
- काचेच्या चीपभोवती पेन्सिलच्या साहाय्याने आऊटलाईन काढा. त्या आऊटलाईनला ABCD नांव द्या.
- चार समान प्रकारच्या पीन्स घ्या.
- दोन टाचण्या उभ्या E आणि F अशा टोचून ठेवा त्यांना जोडणारी बाजू AB ही त्या पृष्ठभागाला तिरकस असेल.
- E आणि F या टाचण्या प्रतिमा विरुद्ध पृष्ठभागातून पाहा. दोन टाचण्या G आणि H अशा फिक्स करा की या टाचणी आणि E व F च्या प्रतिमा एकारेषेत येतील.
- टाचण्या व काचेची चीप बाजुला काढा.
- E आणि F यांची स्थाने एका रेषेत जोडून AB पर्यंत ती रेषा वाढवा. EF हे AB वर 'O' बिंदूत मिळते. त्याचप्रमाणे G आणि H यांची स्थाने एका रेषेत जोडून बाजू CD पर्यंत ती रेषा वाढवा. HG हे CD वर 'O' बिंदूत मिळते.
- O आणि O' जोडा. तसेच आ. 9.10 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे तुटक रेषेने EF वर P पर्यंत वाढवा.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

या उपक्रमावरून तुम्हाला असे आढळून येईल की, O आणि O' या बिंदूत प्रकाशकिरणानी दिशा बदलली. लक्षात ठेवा की, O आणि O' हे बिंदू पारदर्शक माध्यम वेगळे करणाऱ्या पृष्ठभागावर येतात. AB ला MN' हा लंब O येथे काढा व CD ला MN' हा दुसरा लंब O' येथे काढा. प्रकाशकिरण बिंदू O मधून विरळ माध्यमातून घन माध्यमात प्रवेश करतात. म्हणजेच हवेतून काचेमध्ये प्रवेश करतो. लक्षात घ्या की प्रकाशकिरण स्तंभिकेजवळ आला. O' या बिंदूजवळ प्रकाशकिरण काचेतून हवेत प्रवेश करतो. म्हणजेच घन माध्यमातून विरळ माध्यमात जातो. येथे प्रकाशकिरण स्तंभिकेपासून दूर जातो. आपाती कोन व अपवर्तित कोन यांची तुलना दोन्ही AB व CD या अपवर्तन पृष्ठभागाजवळ करा.



आ. 10.10
आयताकृती काचेच्या चीपमधून होणारे अपवर्तन

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आ. 9.10 मध्ये EO हा आपाती किरण आहे. OO' हा अपवर्तन किरण आणि O'H हा निर्गत किरण आहे. तुम्ही निरिक्षण केला असणारच की, निर्गत किरण हा आपाती किरणाचा दिशेला समांतर आहे. हे असे का घडते? आयताकृती काचेच्या चीपच्या बाजू AB (हवा–काच पृष्ठभाग) आणि बाजू CD (काच–हवा पृष्ठभाग) या विरुद्ध समांतर बाजूने प्रकाश किरणांचे वाकणे समान आणि विरुद्ध असते.

म्हणूनच निर्गत किरण हा आपाती किरणाच्या दिशेला समांतर जातो. परंतु प्रकाशकिरण किंचीत बाजूला सरकतात. जेव्हा प्रकाशकिरण दोन माध्यमाच्या पृष्ठभागावर येऊन आढळतात तेव्हा काय घडते? प्रयत्न करा व उत्तर मिळवा.

आता तुम्ही प्रकाशाच्या परावर्तनाशी परिचीत आहात. परावर्तन हे प्रकाशाच्या एका पारदर्शक माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना प्रकाशाच्या वेगातील बदलामुळे होते. प्रयोगामुळे हे दर्शविले जाते की प्रकाशाचे अपवर्तन हे निश्चित नियमांच्या आधारे होते.

खालील 'प्रकाशाच्या अपवर्तनाचे नियम' आहेत

1) आपाती किरण, अपवर्तन किरण आणि दोन पारदर्शक माध्यामांना जोडणाऱ्या पृष्ठभागाजवळील आपाती बिंदूवरील स्तंभिका हे सर्व एकाच प्रतलात असतात.

2) आपाती कोन व अपवर्तन कोन यांचे sin चे गुणोत्तर दिलेल्या प्रकाशाच्या रंगाला व दिलेल्या माध्यमाच्या जोडीला स्थिर असते. या नियमाला स्नेल (Snell's) चा अपवर्तनाचा नियम असेही म्हणतात. जर i हा आपाती कोन आणि r हा अपवर्तन कोन आहे तर–

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{स्थिरांक} \qquad 9.4$$

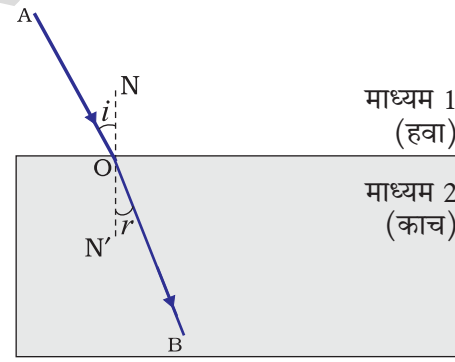
या स्थिर किंमतीला पहिल्या माध्यमाच्या संदर्भात दुसऱ्या माध्यमाचा अपवर्तनांक असे म्हणतात. या अपवर्तनांकाचा आपण सखोल अभ्यास करू.

9.3.2 अपवर्तनांक (The Refractive Index)

आपण याअगोदर शिकला आहात की, एका पारदर्शक माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करणारे प्रकाशकिरण हे दुसऱ्या माध्यमात जाताना आपली दिशा बदलतात. दिलेल्या माध्यामांच्या जोडीमध्ये दिशेत होणारा बदल हा अपवर्तनांकात व्यक्त करतात. आ. 9.4 मध्ये 'स्थिरांक' हा उजव्या बाजूला दिसतो.

अपवर्तनांक हा एका महत्वाच्या भौतिक राशीशी जोडला जातो. वेगवेगळ्या माध्यमातील प्रकाशाच्या प्रसाराचा सापेक्ष वेग हा वेगवेगळ्या माध्यमात वेगवेगळ्या वेगाने बदलत असतो. निर्वातामध्ये प्रकाश हा 3×10^8 ms^{-1} इतक्या जास्त वेगाने प्रवास करतो. हवेमध्ये प्रकाशाचा वेग हा निर्वाताच्या तुलनेने थोडा कमी असतो. तर काच किंवा पाणी यामध्ये आणखी कमी होतो. दिलेल्या माध्यमाच्या जोडीच्या अपवर्तनांकाची किंमत ही त्या दोन्ही माध्यमातील प्रकाशाच्या वेगावर अवलंबून असते हे खालील प्रमाणे दाखविले आहे.

प्रकाश किरण माध्यम 1 मधून माध्यम 2 मध्ये प्रवेश करतो हे आ. 9.11 मध्ये दर्शविले आहे. समजा माध्यम 1 मध्ये प्रकाशाचा वेग v_1 आणि माध्यम 2 मध्ये प्रकाशाचा वेग v_2 आहे. माध्यम 1 च्या संदर्भात माध्यम 2 चा अपवर्तनांक हा माध्यम 1 मधील प्रकाशाचा वेग आणि माध्यम 2 मधील प्रकाशाचा वेग यांच्या गुणोत्तराने मिळतो. हे नेहमी n_{21} या चिन्हाने दर्शवितात हे समीकरणाच्या स्वरूपात असे दर्शवितात.



आ. 9.11

$$n_{21} = \frac{\text{माध्यम 1 मधील प्रकाशाचे वेग}}{\text{माध्यम 2 मधील प्रकाशाचा वेग}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad 9.5$$

याचप्रमाणे माध्यम 2 च्या संदर्भात माध्यम 1 चा अपवर्तनांक n_{12} ने दर्शवितात तो असा आहे–

$$n_{12} = \frac{\text{माध्यम 2 मधील प्रकाशाचे वेग}}{\text{माध्यम 1 मधील प्रकाशाचा वेग}} = \frac{v_2}{v_1} \qquad 9.6$$

© KTES NOT TO BE REPUBLISHED

जर माध्यम 1 निर्वात किंवा हवा असेल तर माध्यम 2 चा अपवर्तनांक हा निर्वाताच्या संदर्भात घेतात. याला माध्यमाचा निरपेक्ष अपवर्तनांक म्हणतात. तो n_2 ने दर्शवितात. जर हवेतील प्रकाशाचा वेग c आहे आणि माध्यमातील प्रकाशाचा वेग V आहे. तर माध्यम n_m चा अपवर्तनांक असा आहे.

$$n_m = \frac{\text{हवेतील प्रकाशाचा वेग}}{\text{माध्यामातील प्रकाशाचा वेग}} = \frac{c}{v} \qquad 9.7$$

माध्यमाच्या निरपेक्ष अपवर्तनांकाला फक्त याचा अपवर्तनांक म्हणतात. विविध माध्यमांचे अपवर्तनांक तक्ता 9.3 मध्ये दिले आहेत.

तक्त्यावरून तुम्हाला समजते की पाण्याचा अपवर्तनांक $n_w = 1.33$ आहे. याचाच अर्थ हवेतील प्रकाशाचा वेग आणि पाण्यातील प्रकाशाचा वेग यांचे गुणोत्तर 1:33 आहे. त्याचप्रमाणे क्राऊन काचेचा अपवर्तनांक $n_g = 1.52$ आहे. या प्रकारची माहिती अनेक ठिकाणी उपयोगी आहे. तथापि तुम्हाला ही माहिती पाठांतर करण्याची गरज नाही.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तक्ता 9.3 काही द्रव्य माध्यमांचा निरपेक्ष अपवर्तनांक–

द्रव्य माध्यम	अपवर्तनांक	द्रव्य माध्यम	अपवर्तनांक
हवा	1.0003	कॅनडा बाल्सम	1.53
बर्फ	1.31	रॉक सॉल्ट (मीठ)	1.54
पाणी	1.33	कार्बन डाय सल्फाईड	1.63
अल्कोहोल	1.36	घन फ्लिंट काच	1.65
रॉकेल	1.44	माणिक	1.71
क्वार्टझ	1.46	निलम	1.77
टरपेंटाईन तेल	1.47	हिरा	2.42
बेंझीन	1.50		
क्राऊन काच	1.52		

तक्ता 9.3 वरून लक्षात ठेवा की प्रकाशीय घन माध्यमात वस्तुमान घनता (mass density) जास्त नसते. उदाहण रॉकेलची वस्तुमान घनता पाण्यापेक्षा कमी असली तरी रॉकेलला पाण्यापेक्षा उच्च अपवर्तनांक आहे.

अधिक जाणून्घ्या !

एखाद्या माध्यमाची प्रकाशाचे अपवर्तन करण्याची क्षमता ही प्रकाशीय घनतेमध्ये व्यक्त केली जाते. प्रकाशीय घनतेला एक अर्थ आहे. ही घनता वस्तुमान घनतेसारखी समान नाही. या प्रकरणात आपण 'विरळ माध्यम' आणि 'घन माध्यम' यासारखे शब्द वापरले आहेत. यांचा योग्य अर्थ अनुक्रमे 'प्रकाशीय विरळ माध्यम' आणि प्रकाशीय घन माध्यम असा आहे. एखादे माध्यम दुसऱ्या माध्यमापेक्षा प्रकाशीय दृष्ट्या घन आहे असे आपण केव्हा म्हणू शकतो? जेव्हा आपण दोन माध्यमांची तुलना करतो तेव्हा ज्यांचा अपवर्तनांक जास्त असेल ते माध्यम प्रकाशिय दृष्ट्या घन असते दुसरे माध्यम ज्यांचा अपवर्तनांक कमी असतो त्याला विरळ माध्यम म्हटले जाते. म्हणूनच जेव्हा प्रकाशकिरण विरळ माध्यमातून घन माध्यमात जातात तेव्हा ते सावकाश जाऊन स्तंभिकेजवळ येतात तसेच जेव्हा प्रकाशकिरण घन माध्यमातून विरळ माध्यमात जातात तेव्हा ते वेगाने जाऊन वर स्तंभिकेपासून दूर जातात.

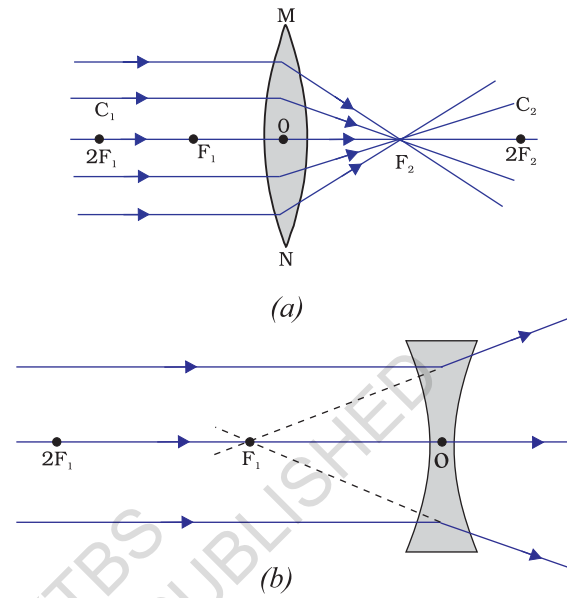
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. प्रकाशकिरण हवेतून जाऊन पाण्यात तिरकस प्रवेश करतात. तर प्रकाशकिरण स्तंभिकेजवळ येतील की स्तंभिकेपासून दूर जातील? का?
2. प्रकाश हवेतून 1.50 अपवर्तनांक असलेल्या काचेत प्रवेश करतो. जर निर्वातात प्रकाशाचा वेग 3×10^{8} ms^{-1} असेल तर प्रकाशाचा काचेमधील वेग काढा.
3. उच्च प्रकाशीय घनता असलेले माध्यम व सर्वात कमी प्रकाशीय घनता असलेले माध्यम तक्ता 9.3 वरून शोधा.
4. तुम्हाला रॉकेल, टरपेंटाईन आणि पाणी दिले आहे. यापैकी कशामध्ये प्रकाश सर्वात वेगाने जातो? तक्ता 9.3 मध्ये दिलेल्या माहितीचा उपयोग करा.
5. हिऱ्याचा अपवर्तनांक 2.42 आहे. या विधानाचा अर्थ काय आहे?

9.3.3 गोलीय भिंगातून अपवर्तन

तुम्ही पाहिले असणारच की वाचताना लोक चष्मे वापरतात. घड्याळ दुरुस्त करणारा सुक्ष्म भाग पाहण्यासाठी विशालक (magnifiying glass) काच वापरतो. विशालकाच्या पृष्ठ–भागाला हाताने स्पर्श करून पाहिला आहात का? तो पृष्ठभाग सपाट आहे किंवा वाकलेला? तो मधील भागात जाड आहे कि दोन्ही टोकांना? चष्मा किंवा घडच्याळ दुरुस्त करणारा वापरत असलेली काच ही भिंगाची उदाहरणे आहेत. भिंग म्हणजे काय? ते प्रकाश किरणांना कसे वाकविते? आम्ही या भागात त्याची चर्चा करणार आहोत.



आ. 9.12
a) बहिर्वक्र भिंगाची एकत्रीकरण क्रिया
b) अंतर्गोल भिंगाची अपसरण क्रिया

दोन पृष्ठभाग असलेला पारदर्शक पदार्थ ज्याच्या एक किंवा दोन्ही बाजू गोलीय असतात ते भिंग असते. याचाच गोलीय भाग असतो. अशा भिंगात दुसरा पृष्ठभाग सपाट असतो. भिंगाला बाहेरील बाजुला दोन गोलीय पृष्ठभाग असतात अशा भिंगाना द्वी बहिर्वक्र भिंग म्हणतात. सामान्यपणे यांना बहिर्वक्र भिंग असेही म्हणतात. हे दोन्ही टोकांच्या तुलनेने मध्यभागी (जाड) फुगीर असते. आ. 9.12 (a) मध्ये बहिर्वक्र भिंगे प्रकाशाचे एकत्रीकरण करतात हे दाखविले आहे. म्हणून बहिर्वक्र भिंगाना अभिसारी भिंगे असे म्हणतात. त्याचप्रमाणे अंतर्वक्र भिंगाना दोन गोलीय पृष्ठभाग असतात जे आत वाकलेले असतात. हे मध्यभागाच्या तुलनेने दोन्ही टोकांकडे फुगीर (जाड) असते. आ. 9.12 (b) मध्ये अशा प्रकारची भिंगे प्रकाश किरणांना पसरवितात हे दाखविले आहे. अशा भिंगाना अपसारी भिंगे असे म्हणतात. द्वी अंतर्वक्र भिंगाना सामान्यपणे अंतर्वक्र भिंगे असेही म्हणतात.

बहिर्वक्र किंवा अंतर्वक्र भिंगाना दोन गोलीय पृष्ठभाग असतात. प्रत्येक पृष्ठभाग हा गोलाचा भाग असतो. गोलाच्या या केंद्राला भिंगाचे वक्रता केंद्र असे म्हणतात. भिंगाच्या वक्रता केंद्राला नेहमी 'c' या अक्षराने दर्शवितात. ज्याअर्थी दोन वक्रता केंद्रे असतील तर त्यांना C_1 आणि C_2 ने दर्शवितात. भिंगाच्या दोन वक्रता केंद्रातून जाणाऱ्या काल्पनिक रेषेला मुख्य अक्ष म्हणतात. भिंगाच्या केंद्र बिंदूला प्रकाशीय मध्य म्हणतात तो नेहमी 'O' या अक्षराने दर्शवितात. भिंगाच्या प्रकाशीय मध्यातून जाणाऱ्या प्रकाशकिरणांचे विचलन होत नाही. गोलीय भिंगाच्या गोलाकार भागाच्या व्यासाला ॲपरचर (Aperture) असे म्हणतात. या प्रकरणामध्ये आपण वक्रता त्रिज्येपेक्षा कमी ॲपरचर असलेल्या भिंगाचा उल्लेख घेऊ अशा भिंगाना कमी ॲपरचर असलेले पातळ भिंग म्हणतात. जेव्हा समांतर प्रकाशकिरण भिंगावर आदळले तर काय घडते? हे समजावून घेण्यासाठी आपण एक उपक्रम करू.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 9.11

सुचना : हा उपक्रम करताना सुर्याकडे सरळ किंवा भिंगातून पाहु नका. तसे केल्यास तुमच्या डोळ्यांना इजा होऊ शकते.

- एक बहिर्वक्र भिंग हातात धरा. ते सूर्याच्या दिशेने करा.
- सूर्याकडून येणारा प्रकाश भिंगावरून कागदावर घ्या. सूर्याची स्वच्छ प्रखर प्रतिमा मिळवा.
- भिंग व कागद काही वेळ तसाच धरा. कागदाचे निरिक्षण करत रहा.काय झाले? का? उपक्रम 9.2 मधील आपला अनुभव आठवा.

कागद धूर निर्माण करून जळायला सुरुवात करतो. काही वेळाने तो पेट सुद्धा घेऊ शकतो. असे का घडले? सूर्याच्या प्रकाशाने समांतर प्रकाश किरणे तयार केली. ही किरणे भिंगामुळे प्रखर बिंदूत केंद्रित झाली. खरेतर कागदावर मिळणारा प्रखर बिंदू ही सूर्याची वास्तव प्रतिमा आहे. सूर्यप्रकाशाच्या एकाच बिंदूतील एकत्रीकरणाने उष्णता निर्माण झाली परिणामी कागद जळतो.

आता आपण भिंगाच्या मुख्य अक्षाला समांतर जाणारी प्रकाशकिरणे घेऊ. या प्रकारची प्रकाशकिरणे भिंगमधून गेल्यास काय घडेल? याचे स्पष्टीकरण आ. 9.12 (a) मध्ये बहिर्वक्र भिंगाचे आणि आ. 9.12 (b) मध्ये अंतर्वक्र भिंगाचे दिले आहे.

आ. 9.12 (a) चे काळजीपुर्वक निरिक्षण करा. अनेक प्रकाश किरण मुख्य अक्षाला समांतर बहिर्वक्र भिंगावर पडली आहेत. ही किरणे भिंगातून अपवर्तीत झाल्यानंतर मुख्य अक्षावरील एका बिंदूत एकत्रीत होतात. मुख्य अक्षावरील या बिंदूला भिंगाची मुख्य नाभी असे म्हणतात. आता आपण अंतर्वक्र भिंगाची क्रिया पाहू.

आ. 9.12 (b) चे काळजीपुर्वक निरिक्षण करा. अनेक प्रकाश किरणे मुख्य अक्षाला समांतर अंतर्वक्र भिंगावर पडली आहेत. ही किरणे भिंगातून अपवर्तीत झाल्यानंतर मुख्य अक्षावरील बिंदूपासून पसरतात. मुख्य अक्षावरील या बिंदूला अंतर्वक्र भिंगाची मुख्य नाभी असे म्हणतात.

जर तुम्ही भिंगाच्या विरुद्ध पृष्ठभागाकडून समांतर किरण सोडले तर तुम्हाला विरुद्ध बाजूला आणखी एक मुख्य नाभी मिळेल. मुख्य नाभीला नेहमी F हे अक्षर वापरले जाते.

तथापि भिंगाला दोन मुख्य नाभी असल्यामुळे त्यांना F_1 आणि F_2 ने दर्शविले जाते. प्रकाशीय मध्यापासून मुख्य नाभीपर्यंतच्या अंतराला नाभीय अंतर (केन्द्रांतर) असे म्हणतात. नाभीय अंतर दर्शविण्यासाठी f हे अक्षर वापरले जाते. बहिर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर तुम्ही कसे काढाल? उपक्रम 9.11 आठवा. या उपक्रमात भिंगाचे स्थान आणि सूर्याच्या प्रतिमेचे स्थान यामधील अंतर म्हणजे भिंगाचे अंदाजे नाभीय अंतर (केन्द्रांतर) होय.

9.3.4 भिंगापासून मिळालेल्या प्रतिमा (Image formation by Lenses)

भिंगे प्रकाशाच्या अपवर्तनाने प्रतिमा तयार करतात. भिंगे प्रतिमा कशा तयार करतात? त्यांचे स्वरूप काय आहे? बहिर्वक्र भिंगाचा प्रथम अभ्यास करू.

NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 9.12

- एक बहिर्वक्र भिंग घ्या. उपक्रम 9.11 मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे त्याचे अंदाजे नाभीय अंतर काढा.
- लांब टेबलवर खडूने पाच समांतर रेषा अशा काढा की, लगतच्या दोन रेषेमधील अंतर हे भिंगाच्या मुख्य नाभीइतके असेल.
- भिंगाच्या स्टँडवर भिंग ठेवा. ते मध्य रेषेवर असे ठेवा की, भिंगाचा प्रकाशीय मध्य रेषेवर येईल.
- भिंगाच्या प्रत्येक बाजूकडील दोन रेषा अनुक्रमे भिंगाच्या F आणि 2F शी समान असतील योग्य त्या अक्षराने त्यावर खुणा करा असे अनुक्रमे $2F_1$, F_1, F_2 आणि $2F_2$
- डाव्या बाजूला $2F_1$ च्या खुप पलीकडे पेटती मेणबत्ती ठेवा. भिंगाच्या दुसऱ्या बाजुच्या पडद्यावर स्पष्ट व तीक्ष्ण प्रतिमा मिळते.
- प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व आकाराची नोंद करा.
- $2F_1$ च्या थोडे पलीकडे, F_1 व $2F_2$ च्या मध्यभागी F_1 वर, F_1 आणि O यांच्या मध्यभागी वस्तू ठेवून ही कृती परत–परत करा. तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करून तक्ता तयार करा.

बहिर्वक्र भिंगापासून वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी मिळणाऱ्या प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व आकार यांची माहिती तक्ता 9.4 मध्ये दिली आहे.

तक्ता 9.4 बहिर्वक्र भिंगापासून वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी मिळणाऱ्या प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व आकार

वस्तुचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
अनंत अंतरावर	F_2 वर	अगदी सुक्ष्म बिंदू स्वरूप	वास्तव आणि उलट
$2F_1$ च्या पुढे (पलीकडे)	F_2 आणि $2F_2$ च्या मध्यभागी	लहान	वास्तव आणि उलट
$2F_1$ वर	$2F_2$ वर	समान आकार	वास्तव आणि उलट
F_1 आणि $2F_1$ च्या मध्यभागी	$2F_2$ च्या पुढे	मोठी	वास्तव आणि उलट
बिंदू F_1 वर	अनंत अंतरावर	अनंत मोठी किंवा खुपच मोठी	वास्तव व उलट
बिंदू F_1 आणि प्रकाशीय मध्य O' यांच्या मध्यभागी	भिंगाच्या व वस्तूच्या बाजुला	मोठी	आभासी व सरळ

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आता आपण अंतर्वक्र भिंगापासून मिळणाऱ्या प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप व आकार यांच्या अभ्यासासाठी उपक्रम करू.

उपक्रम 9.13

- एक अंतर्वक्र भिंग घ्या. ते स्टँडवर ठेवा.
- भिंगाच्या एका बाजूला पेटती मेणबत्ती ठेवा.
- भिंगाच्या दुसऱ्या बाजूने प्रतिमेचे निरिक्षण करा. शक्य असल्यास प्रतिमा पडद्यावर मिळत नसेलतर भिंगातून सरळ प्रतिमेचे निरिक्षण करा.
- प्रतिमेचे स्वरूप, संबंधीत आकार आणि अंदाजे स्थान यांची नोंद करा.
- भिंगापासून मेणबत्ती दूर घ्या. प्रतिमेच्या आकाराच्या बदलांची नोंद करा. जेव्हा भिंगापासून मेणबत्ती खुप दूर अंतरावर ठेवली तर प्रतिमेचा आकार काय असेल?

वरील उपक्रमाचा सारांश खालील तक्ता 9.5 मध्ये दिला आहे.

तक्ता 9.5 : अंतर्वक्र भिंगापासून वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी मिळणाऱ्या प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व सबंधीत आकार–

वस्तुचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
अनंत अंतरावर	बिंदू F_1 वर	अगदी लहान, बिंदू स्वरूप	आभासी आणि सरळ
अनंत अंतर आणि प्रकाशीय मध्य O यांच्या मध्यभागी	बिंदू F_1 आणि प्रकाशीय मध्य O यांच्या मध्यभागी	लहान	आभासी आणि सरळ

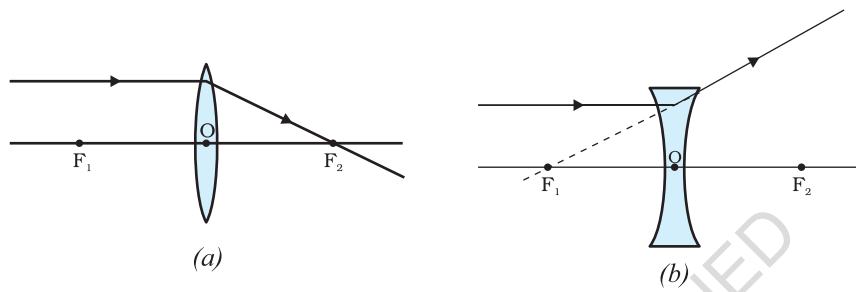
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वरील उपक्रमातून आपण कोणते अनुमान काढाल? वस्तू कोणत्याही ठिकाणी असली तरी अंतर्वक्र भिंगामधून आभासी, सरळ आणि लहान प्रतिमा मिळते.

9.3.5 भिंगातून मिळणाऱ्या प्रतिमांच्या रेखाकृती

आम्ही भिंगातून मिळणाऱ्या प्रतिमा रेखाकृती वापरून दाखवू शकतो. रेखाकृती सुद्धा आपल्याला भिंगामधून मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप, स्थान व आकार यांचा अभ्यास करण्यासाठी उपयोगी पडतात. भिंगांच्या रेखाकृती काढण्यासाठी गोलीय आरशासारखीच खालील दोन किरणे घेऊ.

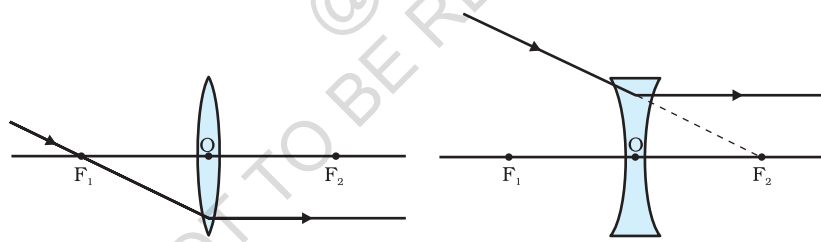
1. वस्तूपासून मुख्य अक्षाला समांतर प्रकाश किरण बहिर्वक्र भिंगातून अपवर्तन झाल्यानंतर भिंगाच्या दुसऱ्या बाजुकडील मुख्य नाभीतून जातात हे आ. 9.13 (a) मध्ये दाखविले आहे. अंतर्वक्र भिंगाच्या बाबतीत प्रकाश किरण भिंगाच्या त्याच बाजुवरील मुख्य नाभीतून अपसरीत होतात हे आ. 9.13 (b) मध्ये दाखविले आहे.



(a) (b)

आ. 9.13

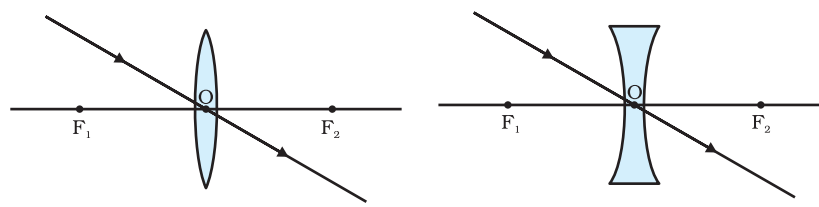
2. बहिर्वक्र भिंगाच्या मुख्य नाभीतून जाणारे प्रकाश किरण अपवर्तनानंतर मुख्य अक्षाला समांतर बाहेर पडतात हे आ. 9.14 (a) मध्ये दाखविले आहे. अंतर्वक्र भिंगाच्या मुख्य नाभीच्या दिशेने येतात असे वाटणारे प्रकाश किरण परावर्तनानंतर मुख्य अक्षाला समांतर बाहेर पडतात हे आ. 9.14 (b) मध्ये दाखविले आहे.



(a) (b)

आ. 9.14

3. भिंगाच्या प्रकाशीय मध्यातून जाणारे प्रकाश किरण विचलन न होता बाहेर पडतात. हे आ. 9.15 (a) आणि आ. 9.15 (b) मध्ये दाखविले आहे.

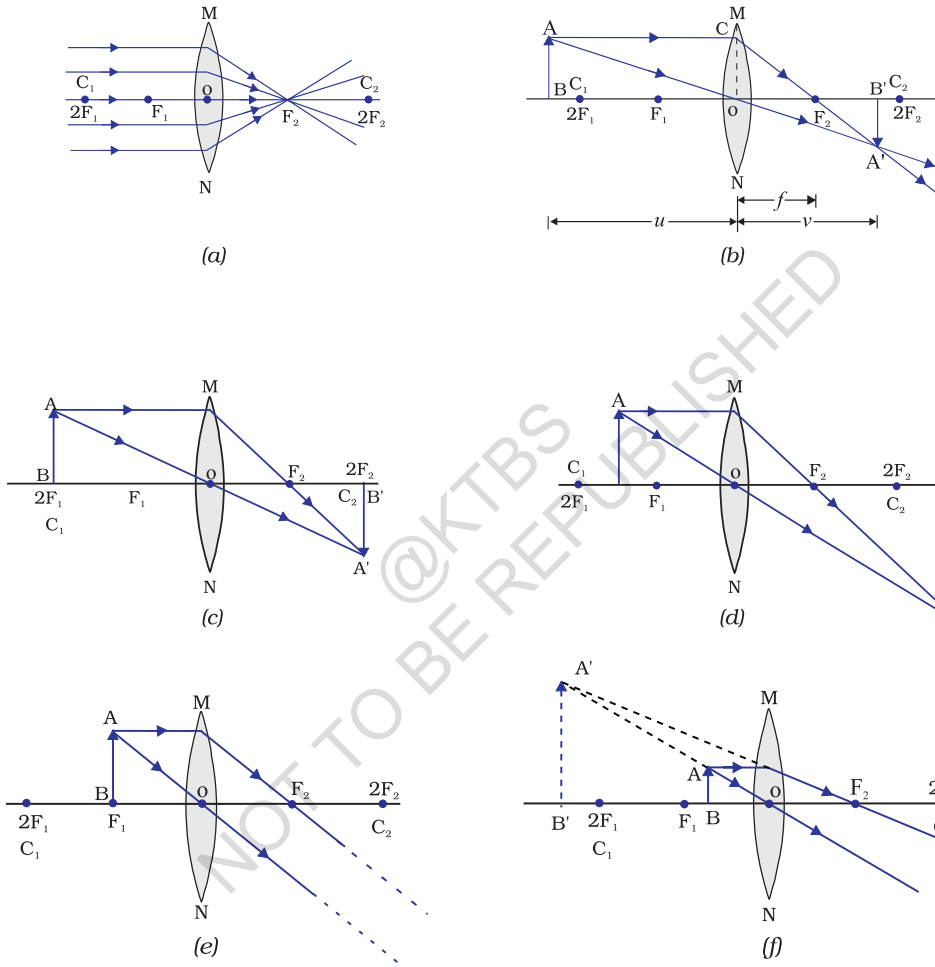


(a) (b)

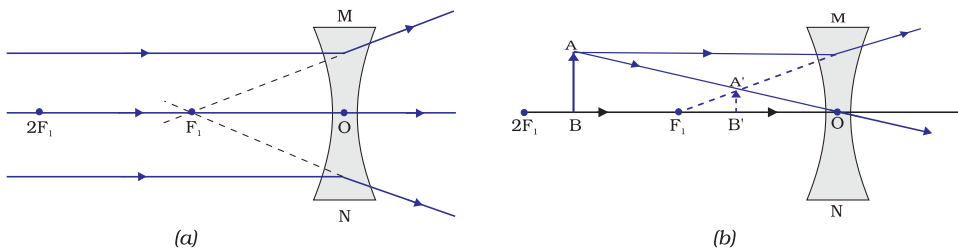
आ. 9.15

@ BALBHARATI NOT TO BE REPUBLISHED

वस्तूंच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी बहिर्वक्र भिंगापासून तयार होणाऱ्या प्रतिमांच्या रेखाकृती आ. 9.16 मध्ये दाखविल्या आहेत. तर वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी अंतर्वक्र भिंगापासून तयार होणाऱ्या प्रतिमांच्या रेखाकृती आ. 9.17 मध्ये दाखविल्या आहेत.



आ. 9.16 वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानासाठी बहिर्वक्र भिंगापासून मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्थान, आकार व स्वरूप



आ. 9.17 अंतर्वक्र भिंगापासून मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप, स्थान व आकार

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

9.3.6 गोलीय भिंगासाठी चिन्ह संकेत (Sign convention for, Spherial Lenses)

भिंगासाठी आपण गोलीय आरशाप्रमाणेच चिन्ह संकेत वापरतो. आपण हा नियम अंतराच्या चिन्हासाठी लावतो. शिवाय सर्व मापे भिंगाच्या प्रकाशीय मध्यापासून घेतली जातात. चिन्हसंकेतानुसार बहिर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर (केन्द्रांतर) धन घेतात आणि अंतर्वक्र भिंगाचे ऋण घेतात. u, v, f वस्तूची उंची h' यासाठी योग्य चिन्हे घेताना काळजी घ्यावी लागेल.

9.3.7 भिंगसुत्र आणि विशालन (वर्धन) (Lens formula and Magnification)

आपल्याकडे जसे गोलीय आरशासाठी सुत्र आहे तसे गोलीय भिंगासाठी सुद्धा सुत्र आहे. हे सुत्र वस्तूचे अंतर (u) प्रतिमेचे अंतर (v) आणि नाभीय अंतर (f) यांच्यामधील संबंध दर्शविते. भिंग सुत्र असे दर्शवितात.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad 9.8$$

वर दिलेले भिंगाचे सुत्र हे सामान्य असून गोलीय भिंगाच्या कोणत्याही स्थितीत ते खरे आहे. भिंगासबंधीत उदाहरणे सोडविताना वेगवेगळ्या राशीच्या किंमती भरताना योग्य काळजी घ्या.

विशालन (Magnification)

गोलीय आरशाप्रमाणेच भिंगापासून तयार होणाऱ्या विशालनाची व्याख्या अशी आहे की, प्रतिमेची उंची आणि वस्तूची उंची यांचे गुणोत्तर आहे. हे 'm' या अक्षराने दर्शवितात. जर वस्तूची उंची h आणि भिंगापासून मिळणाऱ्या प्रतिमेची उंची h' असेल तर भिंगापासून तयार होणारे विशालन असे दर्शवितात.

$$\text{R} = \frac{\text{प्रतिमेची उंची}}{\text{वस्तूची उंची}} = \frac{h'}{h} \qquad 9.9$$

भिंगापासून तयार होणारे विशालन हे वस्तूचे अंतर u आणि प्रतिमेचे अंतर v यांच्याशी सबंधीत आहे. तो सबंध असा दर्शवितात.

$$\text{विशालन } (m) = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \qquad 9.10$$

उदाहरण 9.3

एका अंतर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर 15cm आहे. भिंगापासून वस्तूची 10cm अंतरावर प्रतिमा मिळविण्यासाठी वस्तू भिंगापासून किती अंतरावर ठेवावी लागेल? तसेच भिंगापासून तयार होणारे विशालन सुद्धा काढा.

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उकल :

अंतर्वक्र भिंगातून मिळणारी प्रतिमा नेहमी वास्तव, सरळ व वस्तू ठेवलेल्या बाजुलाच मिळते.

प्रतिमेचे अंतर $v = -10\text{cm}$

नाभीय अंतर $f = -15\text{cm}$

वस्तूचे अंतर $u = ?$

जसे $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

किंवा $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{-15} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-3+2}{30} = \frac{1}{-30}$$

किंवा $u = -30\ cm$

त्याअर्थी वस्तूचे अंतर 30 cm आहे.

विशालन $m = \frac{v}{u}$

किंवा $m = \frac{-10\ cm}{-30\ cm} = \frac{1}{3} = +0.33$

धने चिन्ह प्रतिमा सरळ व वास्तव आहे हे दर्शविते. प्रतिमा वस्तूच्या 1/3 आकाराची आहे.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

उदाहरण 9.4

10 cm नाभीय अंतर असलेल्या बहिर्वक्र भिंगाच्या मुख्य अक्षाच्या लंब दिशेने 2.0 cm उंचीची वस्तू ठेवली आहे. भिंगापासून वस्तूचे अंतर 15 cm आहे. तर प्रतिमेचे स्वरूप स्थान आणि आकार काढा. तसेच विशालन सुद्धा काढा.

उकल :

वस्तूची उंची $h = +2.0\,\text{cm}$

नाभीय अंतर $f = +10\,\text{cm}$

पदार्थाचे अंतर $u = -15\,\text{cm}$

प्रतिमेचे अंतर $v = ?$

प्रतिमेचे उंची $h' = ?$

जसे, $$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

किंवा $$\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{-15} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2+3}{30} = \frac{1}{30}$$

किंवा $v = +30\ cm;$

v चे धन चिन्ह प्रकाशीय मध्याच्या दुसऱ्या बाजूला 30 cm अंतरावर प्रतिमा मिळते हे दर्शविते. प्रतिमाही वास्तव आणि उलट आहे.

विशालन $$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$$

किंवा $$h' = h\left(\frac{v}{u}\right)$$

प्रतिमेची उंची $$h' = (2.0)\left(+\frac{30}{-15}\right) = -4.0\text{cm}$$

विशालन $$m = \frac{v}{u}$$

किंवा $$m = \frac{+30\text{cm}}{-15\text{cm}} = -2$$

m & h' चे ऋण चिन्ह हे प्रतिमा उलट आणि वास्तव आहे हे दर्शवितात. ही मुख्य अक्षाच्या खाली तयार होते. म्हणूनच 4 cm उंचीची वास्तव, उलट प्रतिमा भिंगाच्या विरुद्ध बाजूला 30 cm अंतरावर तयार होते. प्रतिमा दुप्पट मोठी आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

90.3.8 भिंगाचे सामर्थ्य (Power of Lens)

तुम्ही याअगोदर शिकला आहात की, भिंगाच्या प्रकाश किरणांना एकत्रीत करण्याची किंवा अपसरण करण्याची क्षमता ही भिंगाच्या नाभीय अंतरावर अवलंबून असते. उदाहरण कमी नाभीय अंतर असलेले बहिर्वक्र भिंग प्रकाश किरणांना प्रकाशीय मध्यजवळ मोठ्या कोनाने वाकवितात त्याचप्रमाणे कमी नाभीय अंतर असलेले अंतर्वक्र भिंग जास्त नाभीय अंतर असलेल्या भिंगापेक्षा प्रकाश किरणांचे अपसरण जास्त करते. प्रकाश किरणांना एकत्रीत करणे किंवा अपसरण करण्याच्या मापनाला भिंगाचे सामर्थ्य या स्वरूपात व्यक्त करतात. भिंगाचे सामर्थ्यची व्याख्या अशी आहे की,

नाभीय अंतराच्या व्यस्ताकाला भिंगाचे सामर्थ्य असे म्हणतात. ते P या अक्षराने दर्शवितात. नाभीय अंतर f असलेल्या भिंगाचे सामर्थ्य P असे दर्शवितात–

$$P = \frac{1}{f} \qquad 10.11$$

भिंगाचे सामर्थ्याचे S.I एकक ''डायॉप्टर'' आहे. हे D या अक्षराने दर्शवितात. जर f मीटरमध्ये व्यक्त केले तर भिंगाचे सामर्थ्य हे 'डायॉप्टर' मध्ये व्यक्त करतात, म्हणून 1 मीटर नाभीय अंतर असलेल्या भिंगाचे सामर्थ्य 1 डायॉप्टर आहे. $1\text{D} = 1\ \text{m}^{-1}$ तुम्ही लक्षात ठेवा की, बहिर्वक्र भिंगाचे सामर्थ्य धन असते तर अंतर्वक्र भिंगाचे सामर्थ्य ऋण असते.

नेत्रतज्ञ भिंगाच्या सामर्थ्यावरून अचूक भिंग घेण्याचा आदेश देतात. समजा नेत्रतज्ञाने दिलेल्या भिंगाचे सामर्थ्य 2.0 D आहे. याचा अर्थ त्यांनी बहिर्वक्र भिंग घेण्याचा आदेश दिला आहे भिंगाचे नाभीय अंतर + 0.50 m आहे. त्याचप्रमाणे –2.5 D सामर्थ्य असलेल्या भिंगाचे नाभीय अंतर –0.40 m आहे व ते अंतर्वक्र भिंग आहे.

अधिक जाणा!

अनेक नेत्रासबंधीत उपकरणामध्ये अधिक संख्येने भिंगे वापरतात. प्रतिमांचे विशालन व तीव्रता वाढविण्यासाठी त्यांचे एकत्रीकरण केले जाते. भिंगाचे एकूण सामर्थ्य (P) हे प्रत्येक भिंगाचे सामर्थ्य $P_1, P_2, P_3, \ldots$ यांच्या बैजीक बेरजेने दिले जाते. म्हणून $P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots$

भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा त्यांच्या सामर्थ्याचा वापर करणे नेत्रतज्ञांना सोईचे जाते. डोळे तपासणीच्या वेळी, वेगवेगळ्या चष्म्याऐवजी नेत्रतज्ञ योग्य सामर्थ्य माहीत असलेल्या भिंगाचे अनेक वेगवेगळे एकत्रीकरण करतात. नेत्रतज्ञ पाहिजे असलेल्या भिंगाचे सामर्थ्य साध्या बैजीक बेरजेने करतात. उदाहरण + 2.0 D आणि + 0.25 D सामर्थ्य असलेल्या दोन भिंगाच्या एकत्रीकरणाचे 1 भिंगाचे सामर्थ्य + 2.25 D होते. एका भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमातील दोष कमी करण्यासाठी भिंगाच्या सामर्थ्याच्या बेरीज गुणधर्माचा उपयोग करतात. अशा अनेक प्रकारचे भिंग असलेल्या पद्धतीचा वापर कॅमेऱ्याचे भिंग बनविताना आणि सुक्ष्मदर्शक व दुरदर्शक यांच्या पदार्थिकेमध्ये केला जातो.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. भिंगाची '1 डायॉप्टर' व्याख्या लिहा.
2. बहिर्वक्र भिंगापासून 50 cm अंतरावरील सुईची वास्तव व उलटी प्रतिमा तयार होते. जर वस्तू आणि प्रतिमा यांचा आकार समान असेल तर बहिर्वक्र भिंगापासून सुई किती अंतरावर ठेवली आहे?
3. अंतर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर 2m असेल तर भिंगाचे सामर्थ्य काढा?

तुम्ही काय शिकला?

- प्रकाश नेहमी सरळ रेषेत जातो.
- आरसे व भिंगे वस्तूंच्या प्रतिमा तयार करतात. वस्तूच्या स्थानानुसार प्रतिमा वास्तव किंवा आभासी असू शकतात.
- सर्व प्रकारचे परावर्तन पृष्ठभाग परावर्तनाचे नियम पाळतात. अपवर्तक पृष्ठभाग परावर्तनाचे नियम पाळतात.
- गोलीय आरसे व भिंगे यांच्यासाठी नवीन कार्टेशियन चिन्ह संकेतांचा वापर करतात.
- आरशाचे सुत्र $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ हे गोलीय आरशाच्या अंतर (u), प्रतिमेचे अंतर (v) आणि नाभीय अंतर (f) यांच्यामधील संबंध दर्शविते.
- गोलीय आरशाचे नाभीय अंतर हे त्याच्या वक्रता त्रिज्येच्या निम्मे असते.
- गोलीय आरशाने तयार केलेले विशालन हे प्रतिमेची उंची आणि वस्तूची उंची यांचे गुणोत्तर आहे.
- धन माध्यमातून विरळ माध्यमात प्रवेश करणारे तिरकस प्रकाश किरण हे स्तंभिकेच्या दूर जातात तसेच विरळ माध्यमातून घन माध्यमात प्रवेश करताना प्रकाश किरण स्तंभिकेच्या जवळ येतात.
- निर्वातामध्ये प्रकाश 3×10^8 ms^{-1} इतक्या प्रचंड वेगाने प्रवास करतो. प्रकाशाचा वेग वेगवेगळ्या माध्यमासाठी वेगवेगळा असतो.
- पारदर्शक माध्यमाचा अपवर्तनांक हा निर्वातातील प्रकाशाचा वेग व त्या माध्यमातील प्रकाशाचा वेग याचे गुणोत्तर असते.
- आयताकृती काचेच्या चीपच्या बाबतीत हवा–काच आणि काच–हवा यांच्या पृष्ठभागावर अपवर्तन घडते निर्गत किरण हे आपाती किरणांच्या दिशेला समांतर जातात.
- भिंग सुत्र $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ हे गोलीय आरशाच्या अंतर (u), प्रतिमेचे अंतर (v) आणि नाभीय अंतर (f) यांच्यामधील संबंध दर्शविते.
- भिंगाचे सामर्थ्य हे त्या भिंगाच्या नाभीय अंतराच्या व्यस्त असते भिंगाच्या सामर्थ्याचे S.I एकक 'डायॉप्टर' आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

1. खालीलपैकी कोणता पदार्थ काच निर्मितीसाठी वापरला जात नाही?
   (a) पाणी
   (b) काच
   (c) प्लॅस्टीक
   (d) माती

2. अंतर्वक्र आरशातून मिळणारी प्रतिमा आभासी, सरळ व वस्तूपेक्षा मोठी आहे. तर वस्तूचे स्थान कोठे असेल?
   (a) मुख्य नाभी व वक्रता केंद्राच्या मध्ये
   (b) वक्रता केंद्रावर
   (c) वक्रता केंद्राच्या पलीकडे
   (d) आरशाची मुख्य नाभी व प्रकाशीय मध्य यांच्या मध्ये

3. वस्तू एवढीच वास्तव प्रतिमा मिळविण्यासाठी बहिर्वक्र भिंगासमोर वस्तू कोठे ठेवावी लागेल?
   (a) भिंगाच्या मुख्य नाभीवर
   (b) नाभीय अंतराच्या दुप्पट अंतरावर
   (c) अनंत अंतरावर
   (d) भिंगाचा प्रकाशीय मध्य आणि मुख्य नाभी यांच्यामध्ये

4. गोलीय आरसा आणि पातळ गोलीय आरसा यांचे प्रत्येकी नाभीय अंतर –15 cm आहे. तर भिंग व आरसा
   (a) दोन्ही अंतर्वक्र
   (b) दोन्ही बहिर्वक्र
   (c) आरसा अंतर्वक्र आणि भिंग बहिर्वक्र
   (d) आरसा बहिर्वक्र आणि भिंग अंतर्वक्र

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

5. आरशापासून तुम्ही कितीही अंतरावर उभे रहा. तुमची प्रतिमा सरळ दिसते तर आरसा–
   (a) सपाट
   (b) अंतर्वक्र
   (c) बहिर्वक्र
   (d) सपाट किंवा बहिर्वक्र

6. शब्दकोषातील छोटी अक्षरे वाचण्यासाठी खालीलपैकी आपण कोणते भिंग वापराल?
   (a) 50 cm नाभीय अंतर असलेले बहिर्वक्र भिंग
   (b) 50 cm नाभीय अंतर असलेले अंतर्वक्र भिंग
   (c) 5 cm नाभीय अंतर असलेले बहिर्वक्र भिंग
   (d) 5 cm नाभीय अंतर असलेले अंतर्वक्र भिंग

7. 15 cm नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्वक्र आरशातून आपल्याला वस्तूची सरळ प्रतिमा मिळवायची आहे तर आरशापासून वस्तूच्या अंतराची व्याप्ती किती असेल? प्रतिमेचे स्वरूप काय असेल? प्रतिमा पदार्थापेक्षा लहान किंवा मोठी असेल? या बाबतची प्रतिमा मिळविण्याची रेखाकृती काढा?

8. खालील प्रसंगी वापरण्यात येणाऱ्या आरशाच्या प्रकाराचे नांव लिहा.
   (a) कारचा हेडलाईट (मुख्य दिवा)
   (b) बाजू/मागील दृष्य पाहण्याचा वाहनाचा आरसा
   (c) सौरभट्टी

9. बहिर्वक्र भिंगाचा अर्धा भाग काळ्या कागदाने झाकलेला आहे. हे भिंग वस्तूची पूर्ण प्रतिमा तयार करू शकेल का? प्रयोगाद्वारे आपले उत्तर तपासून पहा. आपल्या निरिक्षणाचे वर्णन करा.

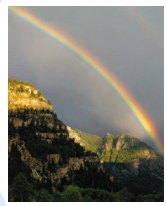
10. 10 cm नाभीय अंतर असलेल्या अभिसारी भिंगापासून 5 cm उंचीचा पदार्थ भिंगापासून 25 cm अंतरावर ठेवला आहे. रेखाकृती काढून प्रतिमेचे स्थान, आकार व स्वरूप काढा.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

11. 15 cm नाभीय अंतर असलेले अंतर्वक्र भिंग, भिंगासमोर 10 cm अंतरावर प्रतिमा तयार करते. तर भिंगापासून वस्तू किती अंतरावर ठेवली आहे? रेखाकृती काढा.
12. 15 cm नाभीय अंतर असलेल्या बहिर्वक्र भिंगासमोर 10 cm अंतरावर एक वस्तू ठेवली आहे तर त्या प्रतिमेचे स्थान व स्वरूप काढा.
13. सपाट आरशातून तयार केलेले विशालन +1 आहे. याचा अर्थ काय?
14. 30 cm वक्रता त्रिज्या असलेल्या बहिर्वक्र भिंगासमोर 20 cm अंतरावर 5 cm लांबीची वस्तू ठेवली आहे. प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप व आकार काढा.
15. 18 cm नाभीय अंतर असलेले अंतर्वक्र आरशासमोर 27 cm अंतरावर 7 cm आकाराची वस्तू ठेवली आहे. वस्तूची तीक्ष्ण प्रतिमा मिळविण्यासाठी पडदा कोठे ठेवावा लागेल? प्रतिमेचा आकार व स्वरूप काढा.
16. –2.0 D सामर्थ्य असलेल्या भिंगाचे नाभीय अंतर काढा. ते कोणत्या प्रकारचे भिंग आहे?
17. डॉक्टरने +1.5 D सामर्थ्य असलेल्या भिंग घेण्याचा आदेश दिला आहे. भिंगाचे नाभीय अंतर काढा. घेण्यात येणारे भिंग अभिसारी किंवा अपसारी आहे का?

******

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



प्रकरण 10

मानवी डोळा आणि रंगीबेरंगी जग

(The Human Eye and the Colourful World)

भिंगाद्वारे होणाऱ्या प्रकाशाच्या वक्रीभवनाविषयी आपण मागील प्रकरणात अभ्यास केला आहे. तसेच भिंगापासून मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप, स्थान आणि त्यांचा आकार याचाही तुम्ही अभ्यास केला आहे. या सर्व गोष्टींचा आपल्याला मानवी डोळ्यांचा अभ्यास करतांना कसा उपयोग होऊ शकतो? आपले डोळे प्रकाशाचा उपयोग करून घेऊन सभोवतालच्या वस्तू बघण्यास मदत करतात. डोळ्यामध्ये एक भिंग असते. मानवाच्या डोळ्यातील भिंगाचे कार्य काय? चष्मा वापरून आपल्यामध्ये असलेल्या दृष्टीदोषाचे कसे निवारण करता येईल? या सर्व प्रश्नांची उत्तरे आपण या प्रकरणामध्ये शोधू या.

मागच्या प्रकरणामध्ये आपण प्रकाशाचा अभ्यास केला आहे व त्याचे गुणधर्म आपल्याला समजले आहेत. या प्रकरणामध्ये आपण निसर्गामधील काही दृष्यांचा अभ्यास करण्यासाठी या सर्व माहितीचा उपयोग करून घेऊया. आता आपण इंद्रधनुष्याची निर्मिती, पांढऱ्या प्रकाशाचे पृथःकरण आणि आकाशाचा निळा रंग या सर्वाविषयी माहिती घेऊ या.

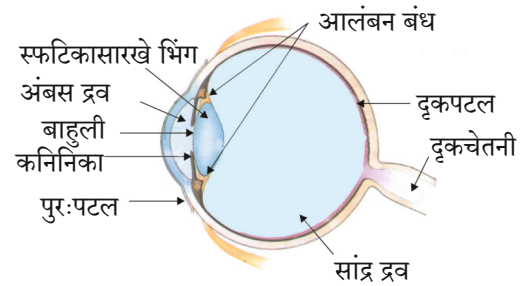
© KSTBS NOT TO BE REPUBLISHED

10.1 मानवी डोळा (The Human Eye)

मानवी डोळा हा अतिशय मौल्यवान आणि संवेदनशिल अवयव आहे. डोळ्यांमुळे आपण आपल्या सभोवतालचे जग आणि रंग पाहू शकतो.

डोळे बंद केल्यानंतर वास, चव, आवाज आणि स्पर्श यावरून आपण वस्तू ओळखू शकतो. मात्र डोळे बंद करून आपल्याला रंग ओळखणे अगदी आशक्य आहे. सर्व ज्ञानेंद्रियामध्ये डोळा हा असा अवयव आहे की तो सर्व ज्ञानेंद्रियामध्ये महत्वाचा असून ज्याच्याद्वारे आपण आपल्या सभोवतालचे सुंदर रंगीबेरंगी जग पाहू शकतो.

मानवी डोळा हा कॅमेऱ्यासारखा आहे. डोळ्यामधील भिंग डोळ्यातील दृकपटल (Retina) नावाच्या प्रकाश संवेदी पडद्यावर प्रतिमा तयार करते. पुरःपटल (cornea) नावाच्या पातळ आवरणामधून प्रकाश डोळ्यामध्ये शिरतो. आ. 10.1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पुरःपटल बुबुळाच्या समोरच्या भागामध्ये पारदर्शक फुगीर भाग तयार करते. बुबुळ आकाराने गोलाकार असून त्याचा व्यास साधारणपणे 2.3 सें.मी. असतो. डोळ्यामध्ये शिरणाऱ्या प्रकाशकिरणांचे बरेचसे वक्रीभवन



आ. 10.1 मानवी डोळा

पुरःपटलाच्या बाहेरील पृष्ठभागाकडेच घडते. स्फटिकासारखे असणारे भिंग केंद्रातराची फक्त सुक्ष्म जुळवणी करते. असे योग्य केंद्रातर झाल्यामुळे वेगवेगळ्या अंतरावर असणाऱ्या वस्तूची प्रतिमा दृकपटलावर पडते. पुरःपटलाच्या पाठीमागे कनिनिका (iris) नावाचा भाग असतो. कनिनिका म्हणजे एक गडद रंगाचा स्नायुयुक्त पातळ पडदा असतो. तो बाहुलीच्या आकारावर नियंत्रण ठेवतो. डोळ्यामध्ये शिरणाऱ्या प्रकाशाच्या प्रमाणावर बाहुली नियंत्रण ठेवते.

वस्तूची खरी आणि उलटी प्रतिमा दृकपटलावर पडते. दृकपटल हा नाजूक पडदा असून त्याच्यामध्ये प्रचंड संख्येने प्रकाश संवेदी पेशी असतात. या संवेदी पेशी प्रकाशीत झाल्यानंतर क्रियाशील होतात आणि विद्युत इशारे निर्माण करतात. हे इशारे दृक चेतनीद्वारे मेंदूकडे पाठविले जातात. मेंदू या इशाऱ्यांचा अर्थ लावतो आणि शेवटी या माहितीची प्रक्रिया मेंदू पूर्ण करतो त्यानंतर आपल्याला वस्तू जशी आहे तशी दिसते.

10.1.1 समायोजन शक्ती (Power of Accomodation)

डोळ्याचे भिंग तंतुमय आणि जेली सारख्या पदार्थाने बनलेले असते. आलंबन बंधाद्वारे केसासारख्या स्नायूनी (ciliary muscles) भिंगाची वक्रता थोड्या प्रमाणात बदलू शकते. भिंगाची वक्रता बदलली की भिंगाचे केंद्रान्तर ही बदलते. जेव्हा आलबंन बंध शिथिल असतात तेव्हा भिंग बारीक होते आणि त्याचे केंद्रान्तर मोठे होते. असे झाल्यामुळे आपण दूरच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकतो. ज्यावेळी आपण जवळच्या वस्तू पहात असतो तेव्हा हे आलंबन बंध आकुंचन पावतात त्यामुळे भिंगाची वक्रता वाढते. त्यामुळे भिंग जाड होते. याचा परिणाम असा होतो की भिंगाचे केंद्रान्तर कमी होते. त्यामुळे आपले डोळे जवळच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकतात.

योग्य केंद्रान्तर करून घेण्याच्या डोळ्यातील भिंगाच्या क्षमतेला समायोजन (accomodation) असे म्हणतात. तरीसुध्दा डोळ्यातील भिंगाचे काही ठराविक मर्यादेपर्यंतच केंद्रान्तर कमी होऊ शकते. एखादा छापील मजकूर अगदी डोळ्यांच्या जवळ घेऊन वाचण्याचा प्रयत्न करा. तुमच्या डोळ्यावर ताण पडून वस्तूची अंधुक प्रतिमा दिसेल. आपल्या डोळ्यापासून कोणतीही वस्तू जेव्हा 25 सें.मी. अंतरावर असते तेव्हाच ती वस्तू स्पष्टपणे डोळ्यांना काही त्रास न होता आपण पाहू शकतो. अशाप्रकारे डोळ्यापासून कमीत कमी अंतरावर असलेली वस्तू जी आपण डोळ्यांवर ताण न पडता स्पष्टपणे पाहू शकतो अशा अंतराला सुस्पष्ट दृष्टीचे लघुतम अंतर (least distance of distinct vision) असे म्हणतात. या अंतराला डोळ्याच्या जवळचा बिंदू असेही म्हणतात. (near point of the eye) सर्वसामान्य दृष्टी असणाऱ्या तरुणामध्ये जवळचा बिंदू साधारण 25 सें.मी. असतो. तसेच डोळ्यापासून दूरचा बिंदू की जथील वस्तू आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो त्या अंतराला दूरचा बिंदू (farthest point) असे म्हणतात. सदृढ डोळ्यासाठी ते अंतर अमर्यादीत असते. आपण असे म्हणू शकतो की सर्वसाधारण सदृढ डोळे 25 सें.मी. ते अनंत अंतरापर्यंत पाहू शकतात.

म्हातारपणामध्ये काही वेळा स्फटिकरूपी भिंग दुधाळ होऊन धुसर होते. यालाच मोतीबिंदू (cataract) असे म्हणतात. मोती बिंदूमुळे दृष्टी थोडीशी किंवा पूर्ण कमी होते. मोती बिंदूचे ऑपरेशन केल्यानंतर पुन्हा दृष्टी प्राप्त होते.

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

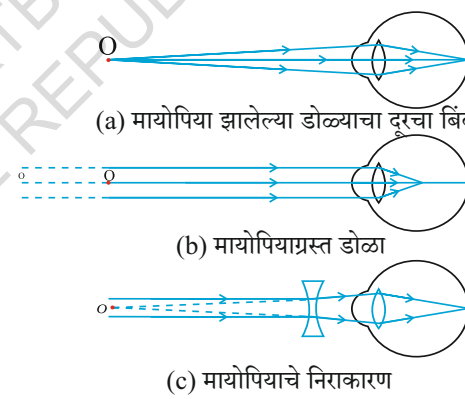
10.2 दृष्टीदोष आणि त्यांचे निराकरण (Defects of vision and their correction)

काही वेळा डोळ्यांची समायोजन शक्ती नष्ट होते. त्यामुळे अशा व्यक्ती वस्तू सहजपणे आणि स्पष्टपणे पाहू शकत नाहीत. डोळ्याच्या अपवर्तनाचे दोष (refractive defects) निर्माण होतात आणि दृष्टी अंधूक होते.

दोषयुक्त अपवर्तनामुळे प्रामुख्याने तीन प्रकारचे दृष्टीदोष निर्माण होतात. ते म्हणजे (1) मायोपिया (Myopia) किंवा निकट दृष्टी दोष (2) हायपरमेट्रोपिया (Hypermetropia) किंवा दीर्घदृष्टी दोष (3) प्रेस्बियोपिया (Presbyopia) किंवा वृध्ददृष्टी दोष. योग्य गोल भिंग वापरून या दृष्टीदोषांचे निवारण करता येते. हे दोष आणि त्यांचे निवारण या बद्दल आपण खाली चर्चा केली आहे.

(a) मायोपिया (निकट दृष्टी दोष) :

मायोपियाला निकट दृष्टी दोष असेसुध्दा म्हणतात. मायोपिया झालेली व्यक्ती जवळच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकते मात्र दूरच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकत नाही. असा दोष असणाऱ्या व्यक्तीमध्ये दूरचा बिंदू अनंत अंतरापेक्षा जवळ असतो. अशी व्यक्ती फक्त काही अंतरावर असणाऱ्या वस्तूच पाहू शकतात. मायोपिया झालेल्या डोळ्यामध्ये दुरच्या वस्तूची प्रतिमा दृकपटलाच्या समोर पडते (आ. 10.2 (b)) मात्र ती पडद्यावर पडत नाही. हा दृष्टीदोष पुढील कारणामुळे निर्माण होतो (a) भिंगाची वक्रता वाढल्यामुळे किंवा (b) बुबुळाची लांबी वाढल्यामुळे हा दोष निर्माण होतो. योग्य केंद्रांतर असणाऱ्या आंतर्गोल भिंगाच्या वापराने या दृष्टी दोषाचे निवारण होते (आ. 10.2 (c)) योग्य केंद्रांतराचे आंतर्गोल भिंग वापरल्यामुळे प्रतिमा पाठीमागे जाऊन दृकपटलावर पडते आणि या दृष्टीदोषाचे निवारण होते.

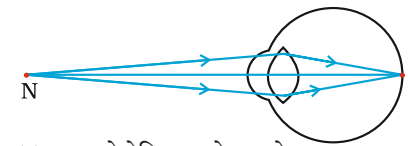


आ. 10.2 (a) (b) मायोपिया झालेले डोळा
(c) अंतर्गोल भिंगाद्वारे मायोपियाचे निराकरण

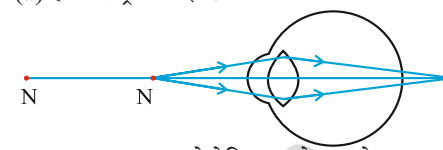
NOT TO BE RERUBLISHED © SCERT TBS

(b) हायपरमेट्रोपिया (दीर्घ दृष्टी दोष) :

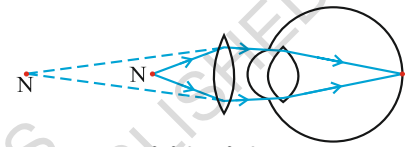
हायपरमेट्रोपियाला दीर्घदृष्टी दोष असेही म्हणतात. हा दोष असणाऱ्या व्यक्तींना दूरच्या वस्तू स्पष्टपणे दिसतात मात्र जवळच्या वस्तू स्पष्ट दिसत नाहीत. अशा व्यक्तीमध्ये जवळचा बिंदू सर्वसाधारण जवळच्या बिंदूपेक्षा (25 सें.मी.) जास्त असतो. त्यामुळे अशी व्यक्ती पुस्तक वाचतांना ते 25 सें.मी. पेक्षा जास्त दूर धरून वाचते. याचे कारण असे आहे की जवळच्या वस्तूपासून निघालेले प्रकाशकिरण दृकपटलाच्या पाठीमागे दूर अंतरावर एकत्र येतात (आ. 10.3 b) हा दोष निर्माण होण्याची कारणे म्हणजे (i) डोळ्यातील



(a) हायपरमेट्रोपिया झालेल्या डोळ्याचा जवळचा बिंदू



(b) हायपरमेट्रोपिया झालेल्या डोळा



(c) हायपरमेट्रोपियाचे निराकरण

आ. 10.3 (a) (b) हायपरमेट्रोपिया झालेला डोळा आणि (c) हायपरमेट्रोपियाचे निराकरण

भिंगाचे केंद्रान्तर जास्त मोठे असते किंवा (ii) बुबुळ वाजवीपेक्षा फार लहान झालेले असते. योग केंद्रान्तराचे बहिर्गोल भिंग वापरून या दोषाचे निवारण करता येते. हे आ. 10.3 (c) मध्ये दाखविले आहे. अशाप्रकारे प्रकाशकिरण एकत्र आणणाऱ्या भिंगांचा चष्मा वापरल्याने प्रकाश किरणांचे एकत्रीकरण करण्याची शक्ती वाढते आणि त्यामुळे वस्तुची प्रतिमा बरोबर दृकपटलावर पडते.

(c) प्रेस्बियोपिया किंवा वृध्द दृष्टी :

वयानुसार समयोजन शक्ती कमी होत जाते. बऱ्याच लोकांमध्ये जवळचा बिंदू हळूहळू कमी होत जातो. जवळची वस्तू ते सहजपणे बघू शकत नाहीत आणि ती व्यवस्थित बघण्यासाठी त्यांना सुधारणा घडवून आणणारे चष्मे वापरतात. या दोषाला प्रेस्बियोपिया किंवा वृध्ददृष्टी दोष असे म्हणतात. आलंबन बंध हळूहळू दुर्बल होत गेल्यामुळे आणि डोळ्यातील भिंगांची लवचिकता कमी होत गेल्यामुळे हा दोष निर्माण होतो. काही वेळा एकाच व्यक्तीमध्ये मायोपिया आणि हायपरमेट्रोपिया हे दोन्ही दोष एकाच व्यक्तीमध्ये आढळतात. असा दोष असणाऱ्या व्यक्तीला आंतर्वक्र आणि बहिर्वक्र अशी दोन्ही प्रकारची भिंगे असलेला चष्मा वापरावा लागतो. चष्म्याच्या वरील भागामध्ये आंतरर्वक्र भिंग असते त्यामुळे दूरच्या वस्तू स्पष्ट दिसतात आणि चष्म्याच्या खालच्या भागामध्ये बहिर्गोल भिंग असते त्यामुळे जवळच्या वस्तू स्पष्ट दिसतात.

NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

आत्ता आधुनिक युगामध्ये संपर्क भिंगे (contact lenses) वापरून किंवा शस्त्रक्रिया करून अपवर्तनांक (refractive index) दुरुस्त केला जातो.

प्रश्न

1. डोळ्याची समायोजन शक्ती म्हणजे काय?
2. मायोपिया झालेल्या व्यक्तीला 1.2 मीटर पेक्षा जास्त अंतरावर असलेली वस्तू दिसत नाही. आपली दृष्टी पूर्ववत होण्यासाठी त्या व्यक्तीने कोणत्या प्रकारची भिंगे वापरावी?
3. मानवामधील सदृढ डोळ्यांचा जवळचा बिंदू आणि दूरचा बिंदू म्हणजे काय?
4. वर्गामध्ये शेवटच्या ओळीतील बेंचवर बसणाऱ्या विद्यार्थ्याला ब्लॅक बोर्डवरचे वाचतांना जर त्रास होत असेल तर त्या विद्यार्थ्यामध्ये कोणता दोष निर्माण झाला असेल? या दोषाचे निवारण कसे करावे?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

यावर विचार करा



तुम्हाला दिसणाऱ्या नवलाईच्या गोष्टीबद्दल तुम्ही बोलता,
तुम्ही म्हणता सूर्य तेजस्वी आहे.
मला मात्र तो गरम भासतो, मात्र तो
दिवस आणि रात्र कसे बनवू शकतो?

– सी. सिब्बर

आपल्या मृत्यू नंतर सुध्दा आपले डोळे जीवंत राहू शकतात हे तुम्हाला माहित आहे का? आपल्या मृत्यूनंतर आपल्या डोळ्यांचे दान करून आपण एका अंध व्यक्तीच्या जीवनात प्रकाश आणू शकतो.जगातील विकसनशिल देशांमध्ये जवळ जवळ 35 दशलक्ष व्यक्ती अंध आहेत. साधारणपणे 4.5 दशलक्ष लोकांमध्ये पुरःपटलातील दोषामुळे अंधत्व आलेले असते. नेत्रदान केलेल्या डोळ्यातील पुरःपटलाच्या रोपणाने (transplantation) हे अंधत्व दूर होऊ शकते. या 4.5 दशलक्ष लोकांमध्ये 12 वर्षाखालील 60% मुले आहेत. आपल्याकडे जर दृष्टीची ही देणगी आहे तर ती ज्यांच्याकडे नाही त्यांना का देऊ नये? नेत्रदान करतांना कोणत्या गोष्टी लक्षात ठेवल्या पाहिजे?

- नेत्रदाता कोणत्याही वयाचा किंवा लिंगाचा असला तरी चालतो. किंवा ज्यांच्या डोळ्यातील मोती बिंदूची शस्त्रक्रिया झाली आहे ती व्यक्तीसुध्दा नेत्रदान करू शकते. ज्यांना मधुमेह, उच्च रक्तदाब, दमा असेल आणि ज्यांना कोणताही सांसर्गिक रोग झालेला नसेल अशा व्यक्ती सुध्दा नेत्रदान करू शकतात.
- मृत्यूनंतर 4–6 तासातच डोळे काढून घ्यावे लागतात. जवळच्या नेत्रपेढीला (eye bank) त्या व्यक्तीच्या मृत्यूनंतर लगेच कळवावे लागते.
- मृत व्यक्तीच्या घरी येऊन नेत्रपेढीचे लोक येऊन डोळे काढून घेतात किंवा मृत व्यक्तीला हॉस्पीटलला घेऊन जाऊन तिथे डोळे काढून घेतले जातात.
- केवळ 10–15 मिनीटांमध्ये डोळे काढून घेतले जातात. डोळे काढून घेतल्यामुळे कोणत्याही प्रकारची विद्रुपता येत नाही.
- ज्या व्यक्तींचा मृत्यू एडस्, हिपॅटॅटिस B किंवा C, रेबिज, रक्ताचा कर्करोग, धनुर्वात, कॉलरा, मेनिन्जाईटिस्, कॉलरा किंवा एन्सेफलाइटिस् (encephalitis) अशा प्रकारचे रोग झाले असतील तर ते नेत्रदान करू शकत नाहीत.

नेत्रपेढी डोळे गोळा करते त्यांचे मूल्यमापन करते नंतर त्या डोळ्यांचे वितरण करते. नेत्रदान केलेले सर्व डोळे कडक वैद्यकीय प्रमाणानुसार तपासले जातात. या परीक्षाद्वारे जर नेत्रदान केलेले डोळे अकार्यक्षम ठरले तर त्यांचा उपयोग रोपणासाठी न करता महत्वाच्या संशोधनांसाठी आणि वैद्यकीय अभ्यासासाठी केला जातो. नेत्रदान करणारा व नेत्ररोपण करून घेणारा या दोन्ही व्यक्तींची माहिती गुप्त ठेवली जाते.

NOT TO BE REPUBLISHED © KTPO

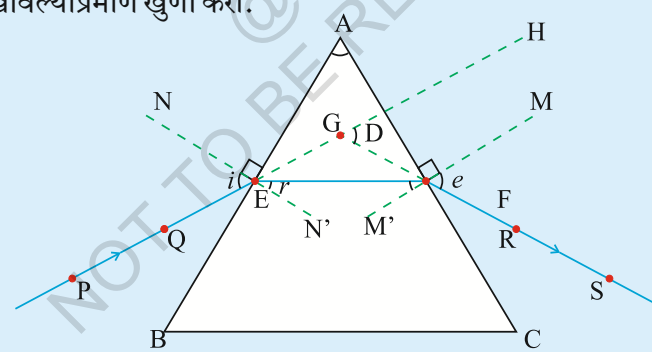
डोळ्यांच्या एका जोडीचे दान केले तर पुरःपटल दोषामुळे अंध (corneal blind) व्यक्तींना दृष्टी प्राप्त होऊ शकते.

10.3 लोलकामधून प्रकाशाचे अपवर्तन (Refraction of Light through a prism)

आयताकृती काचेच्या चिपेमधून प्रकाशाचे अपवर्तन कसे होते याचा आपण अभ्यास केला आहे. आयताकृती काचेच्या चिपेमध्ये अपवर्तन करणारे पृष्ठभाग एकमेकांना समांतर असतात त्यामुळे अपवर्तित किरण हा अपाती किरणाला समांतर असतो. तरीसुध्दा तो किंचतसा एका बाजूला विस्थापित झालेला आढळतो. पारदर्शक लोलकामधून प्रकाशाचे अपवर्तन कसे होते? एका त्रिकोणाकृती लोलकाचा विचार करू याच्यामध्ये दोन त्रिकोणाकृती पाया आणि पार्श्वपृष्ठ भाग म्हणजे तीन आयताकृती पृष्ठभाग असतात. हे पार्श्व पृष्ठभाग एकमेकांशी कलते असतात. एकमेकांच्या शेजारील या पार्श्व पृष्ठभागामध्ये असणाऱ्या कोनाला लोलकाचा कोन म्हणतात. आता आपण या काचेच्या त्रिकोणाकृती लोलकामधून प्रकाशाचे अपवर्तन कसे घडते ते पाहू.

कृती 10.1

- एका ड्राईंग बोर्डावर ड्राईंग टाचण्या सहाय्याने एक पांढरा कागद व्यवस्थित बसवून घ्या.
- लोलकाचा त्रिकोणाकृती पाया कागदावर ठेवून पेन्सीलीच्या सहाय्याने त्याची रूपरेषा आखून घ्या. (ABC)
- लोलकाच्या अपवर्तन करणाऱ्या AB पृष्ठभागाकडे PE ही कलती रेषा काढा.
- PE या रेषेवर आ. 10.4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे P आणि Q या बिंदूवर दोन टाचण्या टोचा.
- लोलकाच्या AC या पृष्ठभागामध्ये दिसणाऱ्या P आणि Q या टाचण्यांची प्रतिमा पहा.
- R आणि S या दोन बिंदूवर दोन टाचण्या अशा पध्दतीने लावा की R आणि S या ठिकाणच्या टाचण्या आणि P आणि Q या ठिकाणच्या टाचण्यांची प्रतिमा एका सरळरेषेत येतील.
- आता लोलक आणि टाचण्या काढून टाका.
- लोलकाच्या AB रेषेवर PE रेषेचा E बिंदू येतो (आ. 10.4) तसेच R आणि S बिंदू जोडा आणि रेषा काढा. ही रेषा लोलकाच्या AC रेषेवर F या बिंदूत मिळते. आता E आणि F बिंदू जोडा.
- अपवर्तन करणाऱ्या लोलकाच्या AB आणि AC पृष्ठाभागावरील अनुक्रमे E आणि F बिंदूवर लंब रेषा काढा.
- अपाती कोन ($\angle i$), अपवर्तित कोन ($\angle r$) आणि निर्गत कोन ($\angle e$) यांच्या आ. 10.4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे खुणा करा.



PE – अपाती किरण
EF – अपवर्तित किरण
FS – निर्गत किरण
∠A – लोलकाचा कोन
∠i – अपाती कोन
∠r – अपवर्तन कोन
∠e – निर्गत कोन
∠D – विचलन कोन

आ. 10.4 त्रिकोणाकृती काचेच्या लोलकातून होणारे प्रकाशाचे अपवर्तन

© IBS NOT TO BE REPUBLISHED

या ठिकाणी PE हा अपाती किरण (incident ray) अहे. EF हा अपवर्तित किरण (refracted ray) आहे. FS हा निर्गत किरण (emergent ray) आहे. हवेमधून येणारा किरण लोलकाच्या AB या पहिल्या पृष्ठभागामधून काचेमध्ये शिरतो. हा प्रकाशकिरण अपवर्तनामुळे स्तंभिकेकडे झुकतो. लोलकाच्या AC या दुसऱ्या पृष्ठभागाकडून प्रकाश किरण काचेमधून हवेमध्ये जातो. त्यामुळे तो स्तंभिकेपासून दूर जातो. लोलकाच्या प्रत्येक पृष्ठभागाजवळील अपाती कोन (angle of

incidence) आणि अपवर्तित कोनांची तुलना करा. लोलकाच्या वैशिष्ट्यपूर्ण आकारामुळे निर्गत किरण एका कोनात अपाती किरणाच्या दिशेने वाकतो. या कोनाला विचलन कोन (angle of deviation) म्हणतात. या उदाहरणामध्ये ∠D हा विचलन कोन आहे. वरील उदाहरणामध्ये विचलन कोन खुणेने दाखवून तो मोजा.

10.4 काचेच्या चिपेमधून होणारे पांढऱ्या प्रकाशाचे पृथःकरण

इंद्रधनुष्यातील मनोवेधक रंग पाहून तुम्ही नक्कीच कौतुक केले असेल. इंद्रधनुष्यामध्ये दिसणारे हे विविध रंग सुर्यातील पांढऱ्या प्रकाशापासून कसे मिळतात? या प्रश्नाची चर्चा करण्यापूर्वी आपण लोलकामधून प्रकाशाचे पृथःकरण कसे होते ते पाहू. लोलकाचा अपवर्तन दाखविणारा कलता पृष्ठभाग एक उत्कंठावर्धक घटना दाखवितो. हे आपण एका कृतीद्वारे पाहू.

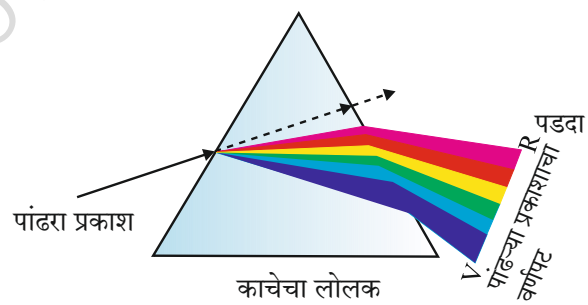
कृती 10.2

- एक जाड पुठ्ठा घेऊन त्याच्या मधोमध एक लहानसे छिद्र पाडा किंवा एक बारीक फट ठेवा.
- या अरुंद फटीवर सुर्य किरण पडू द्या. याच्यामधून एक अरुंद प्रकाशाचा झोत बाहेर पडतो.
- आ. 10.5 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे अरुंद फटीमधून बाहेर पडणारा प्रकाश किरण काचेच्या लोलकाच्या एका पृष्ठभागावर पडू द्या. लोलकाच्या दुसऱ्या पृष्ठभागाकडे धरलेल्या पडद्यावर प्रकाश पडावा अशाप्रकारे लोलक फिरवा.
- तुम्हाला काय दिसते? तुम्हाला सुंदर रंगांचा एक वर्णपट पडद्यावर दिसतो. असे का होते?

© KEPS NOT TO BE REPUBLISHED

लोलकामुळे पांढऱ्या प्रकाशाचे पृथःकरण होऊन विविध रंगाचा वर्णपट मिळतो. पडद्यावर रंगाचा कोणता विशिष्ट क्रम आढळतो? या वर्णपटामध्ये जांभळा, पारवा, निळा, हिरवा, पिवळा, नारिंगी आणि लाल अशाप्रकारचे विविध रंग आ. 10.5 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दिसतात.

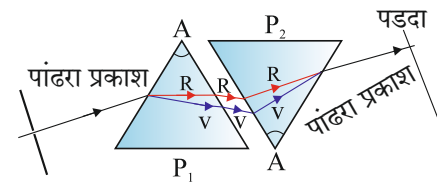
रंगांच्या आद्याक्षरांनी बनलेला तानापिहिनिपाजां (VIBGYOR) हा शब्द तुम्हाला रंगाचा क्रम लक्षात ठेवण्यासाठी मदत करेल. प्रकाशाच्या अशा विविध रंगांच्या पट्ट्याला वर्णपट (spectrum) असे म्हणतात. कदाचित् यातील प्रत्येक रंग तुम्ही स्वतंत्रपण वेगळा असा पाहू शकणार नाही. तरीही प्रत्येक रंग वेगळा भासतो. अशाप्रकारे पांढऱ्या प्रकाशाचे त्याच्या घटक रंगामध्ये होणाया विभजनाला पृथःकरण असे म्हणतात.



आ. 10.5 काचेच्या लोलकाद्वारे पांढऱ्या प्रकाशाचे पृथःकरण

लोलकाद्वारे पांढऱ्या रंगाचे पृथःकरण सात रंगांमध्ये कसे होते हे तुम्ही पाहिले आहे. हे वेगवेगळे रंग का मिळतात? जेव्हा प्रकाश किरण लोलकामधून जातो तेव्हा अपाती किरणानुसार प्रत्येक रंग वेगवेगळा कोन करून वाकतो. त्या रंगांपैकी लाल रंग अगदी कमी वाकतो तर जांभळा रंग सगळ्यात जास्त वाकतो. अशाप्रकारे प्रत्येक किरण वेगवेगळ्या मार्गाने बाहेर पडतो त्यामुळे तो रंग स्पष्टपणे दिसतो. अशाप्रकारे रंगांचा एक पट्टा आपण वर्णपटामध्ये पाहतो.

काचेचा लोलक वापरून सर्युप्रकाशापासून वर्णपट मिळविणारा पहिला शास्त्रज्ञ म्हणजे आयझॅक न्युटन आहे. पांढऱ्या प्रकाशापासून मिळणाऱ्या वर्णपटाचे पुन्हा विभजन करण्याचा त्याने प्रयत्न केला. यासाठी त्याने पहिल्या लोलका सारखाच दुसरा एक लोलक वापरला. मात्र असे दोन एकसारखे लोलक वापरून सुध्दा त्याला वर्णपटाचे जास्तीचे वेगळे रंग आढळले नाही. नंतर त्याने दुसरा एक प्रयोग केला. या प्रयोगामध्ये त्याने पहिल्या लोलकासारखाच दुसरा एक लोलक घेतला व आ. 10.6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पहिल्या लोलकाजवळ दुसरा लोलक उलट्या स्थितीमध्ये ठेवला. अशा प्रकारे पहिल्या लोलकापासून मिळालेले सर्व रंग दुसऱ्या लोलकामध्ये शिरून बाहेर पडू दिले.



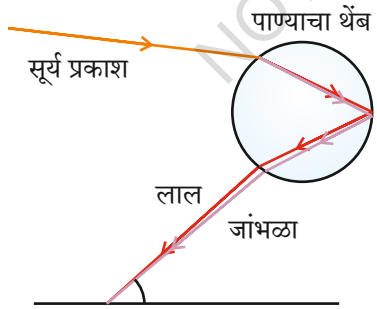
आ. 10.6 पांढऱ्या प्रकाशाच्या वर्णपटाचे पुनः संयोजन

यावेळी त्याला दुसऱ्या लोलकातून फक्त पांढऱ्या रंगाचा किरण बाहेर पडलेला दिसला. या प्रयोगांच्या निरीक्षणाद्वारे त्याला असे आढळले की सुर्यप्रकाश फक्त सात रंगानीच बनलेला असतो. कोणताही प्रकाश जो सुर्यप्रकाशासारखा सात रंगांचा वर्णपट दाखवितो त्याला पांढरा प्रकाश असे म्हटले जाते.

पावसाच्या पाण्याच्या तुषारांच्या वर्षावानंतर आकाशात इंद्रधनुष्य दिसते (आ. 10.7) वातावरणात असलेल्या पाण्याच्या सुक्ष्म थेंबामुळे सुर्यप्रकाशाचे पृथःकरण होते.



आ. 10.7 आकाशातील इंद्रधनुष्य



आ. 10.8 इंद्रधनुष्याची निर्मिती

नेहमी सुर्याच्या विरुध्द दिशेला इंद्रधनुष्य तयार होते. पाण्याचे सुक्ष्म थेंब लोलकाप्रमाणे कार्य करतात. हे थेंब अपाती सुर्य किरणांचे अपवर्तन व पृथःकरण करतात, नंतर थेंबाच्या आतमध्ये त्या किरणांचे अंतर्गत परावर्तन होते आणि शेवटी जेव्हा हे किरण थेंबामधून बाहेर पडतात. तेव्हा त्यांचे पुन्हा एकदा अपवर्तन होते (आ. 10.8). अशाप्रकारे सुर्यप्रकाशाचे पृथःकरण आणि अंतर्गत परावर्तन यामुळे वेगवेगळे रंग निरीक्षकाच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचतात.

उन्हाळ्याच्या दिवसात सुध्दा जेव्हा तुम्ही धबधबा किंवा कारंज्याच्या तुषारमधून आकाशाकडे बघता तेव्हा तुम्हाला इंद्रधनुष्य दिसू शकतो मात्र त्यावेळी सुर्य तुमच्या पाठीमागच्या दिशेला असणे आवश्यक असते.

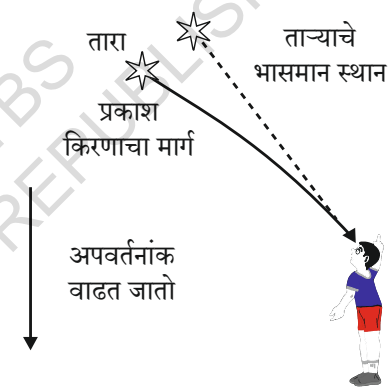
© DTERT NOT TO BE REPUBLISHED

10.5 वातावरणीय अपवर्तन (Atmospheric Refraction)

एखाद्या आगीच्या ठिकाणाच्या वरच्या बाजूपासून निघणाऱ्या किंवा रेडिएटर पासून निघणाऱ्या गरम हवेच्या झोतामधून समोरच्या वस्तूंकडे पाहत असतांना त्या वस्तू हेलकावे खात असल्यासारख्या किंवा फडफडत असल्यासारख्या भासतात. याचे कारण म्हणजे आगीच्या लगतची हवा तिच्या वरच्या थंड हवेपेक्षा तापलेली असते. गरम हवा वरच्या थंड हवेपेक्षा हलकी (कमी घनतेची) असते. तसेच गरम हवेचा अपवर्तनांक वरच्या थंड हवेपेक्षा थोडासा कमी असतो. जेव्हा आपण या गरम हवेच्या झोतामधून पलिकडची वस्तू पाहतो तेव्हा त्या वस्तूचे भासमान स्थानसुध्दा बदलत आहे असे वाटते कारण अपवर्तन करणाऱ्या गरम माध्यमाची (हवेची) भौतिक स्थिती स्थिर नसते तर सारखी बदलत असते. हे वस्तूचे स्थान मागे पुढे झाल्यासारखे वाटणे हा वातावरणाच्या अपवर्तनाचा (पृथ्वीच्या वातावरणामुळे होणारे अपवर्तन) परिणाम आहे, असे परिणाम आपल्याला आपल्या आसपासच्या भागामध्ये थोड्या प्रमाणात दिसत असतात. ताऱ्यांचे लुकलुकपणे सुध्दा याच परिणामामुळे घडते मात्र ते मोठ्या प्रमाणात असते याची सविस्तर माहिती आपण पुढे पाहू.

ताऱ्यांचे लुकलुकणे (Twinkling of stars)

ताऱ्याच्या प्रकाशाचे वातावरणीय अपवर्तन होते त्यामुळे तारे लुकलुकतात. पृथ्वीच्या वातावरणात शिरल्यानंतर पृथ्वीवर पोहोचेपर्यंत ताऱ्याच्या प्रकाशाचे सतत अपवर्तन होत रहाते. क्रमाक्रमाने ज्या माध्यमाचा अपवर्तनांक बदलत जातो त्या ठिकाणी वातावरणीय अपवर्तन घडते. वातावरण ताऱ्याच्या प्रकाशाला स्तंभिकेकडे वाकविते त्यामुळे ताऱ्यांचे भासमान स्थान खऱ्या मूळ स्थानापेक्षा किंचित वेगळे असते.



आ. 10.9 वातावरणीय अपवर्तनामुळे दिसणारे ताऱ्याचे भासमान स्थान

क्षितीजाजवळून पाहिले असता तारे त्यांच्या मूळ खऱ्या स्थानापेक्षा किंचित उंच (वर) आहेत असे भासते (आ. 10.9). त्या शिवाय ताऱ्यांचे भासमान स्थान सुध्दा स्थिर नसते तर ते सतत किंचित बदलत असते याचे कारण म्हणजे पृथ्वीच्या वातावरणाची भौतिक स्थिती स्थिर नसते जे आपण मागच्या भागात पाहिले आहे. तारे आपल्यापासून फार दूर असतात त्यामुळे ते आपल्याला बिंदूच्या आकाराचे प्रकाशाचे स्त्रोत आहेत असे वाटते. ताऱ्यांपासून येणाऱ्या प्रकाशाचा मार्ग जसजसा किंचित प्रमाणात बदलत जातो त्यानुसार ताऱ्यांचे भासमान स्थान बदलत जाते, आणि डोळ्यामध्ये शिरणाऱ्या प्रकाशाचे प्रमाणसुध्दा कमी जास्त होत जाते त्यामुळे आपल्याला तारे कधी तेजस्वी तर कधी मंद भासतात आणि म्हणून आपल्याला ते लुकलुकतात असे वाटते.

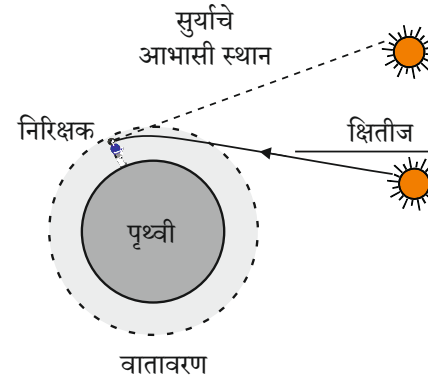
ग्रह का लुकलुकत नाहीत? ग्रह ताऱ्यांच्या तुलनेत पृथ्वीपासून अधिक जवळ आहेत आणि म्हणून त्यांना विस्तृत स्त्रोताप्रमाणे पाहिले आहे. जर आम्ही ग्रहांना बिंदूच्या आकाराच्या अनेक प्रकाशस्त्रोतांचा संग्रह मानले तर सर्व बिंदूच्या आकाराच्या प्रकाश स्त्रोतापासून आमच्या डोळ्यामध्ये प्रवेश करणाऱ्या प्रकाशाचे प्रमाण सरासरी शून्य असेल. या कारणामुळे लुकलुकण्याचा प्रभाव निष्प्रभ ठरतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अगोदर होणारा सुर्योदय आणि उशिरा होणारा सुर्यास्त (Advance sunrise and delayed sunset)

खरा सुर्योदय होण्यापूर्वीच दोन मिनिटे आधी सुर्य आपल्याला दिसतो आणि खरा सुर्यास्त झाल्यानंतर सुर्य आपल्याला दिसतो याचे कारण म्हणजे वातावरणीय अपवर्तन आहे.

जेव्हा सुर्य क्षितीज पार करतो तेव्हा त्याला आपण खरा सुर्यास्त म्हणतो. आ. 10.10 मध्ये क्षितीजाच्या अनुषंगाने सुर्याची खरी आणि आभासी स्थिती दाखविली आहे. खरा सुर्यास्त आणि आभासी सुर्यास्त यांच्यामध्ये साधारणपणे दोन मिनिटांचे अंतर असते. याच क्रियेमुळे सुर्योदय आणि सुर्यास्ताच्या वेळी सुर्याचे आभासी सपाटीकरण झालेले दिसते.



आ. 10.10 सुर्योदय आणि सुर्यास्ताच्या वेळी होणारे वातावरणीय अपवर्तन

10.6 प्रकाशाचे विखुरणे (Scattering of Light)

वस्तुंबरोबर प्रकाशाच्या होणाऱ्या परस्पर क्रियांमुळे अनेक नेत्रदिपक घटना निसर्गामध्ये घडत असलेल्या पहावयास मिळतात. आकाशाचा नीळा रंग, खोल समुद्रातील पाण्याचा रंग, सुर्योदय आणि सुर्यास्ताच्यावेळी दिसणारा लाल सुर्य इत्यादी सर्व आश्चर्यकारक गोष्टी, आपल्याला माहित आहेत. कलिली कणांमुळे प्रकाश कसा विखुरला जातो हे आपण मागील इयत्तेत शिकलो आहे. खऱ्या द्रावणातून जेव्हा प्रकाश जात असतो तेव्हा आपल्याला त्या प्रकाश झोताचा मार्ग दिसत नाही. मात्र जेव्हा प्रकाश किरण कलिलि द्रावणामधून जात असतो तेव्हा मात्र त्या किरणांचा मार्ग आपल्याला दिसतो. या कलिली द्रावणातील कणांचा आकार तुलनात्मक थोडा मोठा असतो.

10.6.1 टिंडाल परिणाम (Tyndall Effect)

पृथ्वीचे वातावरण म्हणजे सुक्ष्म कणांचे भिन्नजिनशी (heterogenerus) मिश्रण (विषमांग) आहे. धूर, पाण्याचे सुक्ष्म कण, धूळीचे कण आणि हवेचे रेणू इत्यादी कणांचा पृथ्वीच्या वातावरणामध्ये समावेश असतो. जेव्हा प्रकाश किरण (शलाका) अशा सुक्ष्मकणांवर आदळतात तेव्हा त्या शलाकाचा मार्ग आपल्याला दिसतो. या कणांद्वारे परावर्तित होऊन विखुरलेला प्रकाश आपल्याला दिसतो. कलिली कणांमुळे प्रकाश विखुरला जातो व टिंडाल परिणाम दिसतो हे आपण इयत्ता नवविमध्ये शिकलो आहोत. जेव्हा धूर असणाऱ्या एका खोलीमध्ये लहानशा छिद्रामधून सुर्यप्रकाशाची सुक्ष्म तिरीप (कवडसा) खोलीमध्ये शिरते तेव्हा टिंडाल परिणामाची घटना तिथे पहावयास मिळते. अशाप्रकारे प्रकाशाच्या विखुरण्यामुळे सुक्ष्म कण देखील पहावयास मिळतात. घनदाट जंगलामध्ये जेव्हा पानांच्या फटीतून सुर्यप्रकाश आतमध्ये शिरतो तेव्हाही आपल्याला टिंडाल परिणाम आढळतो.

विखुरलेल्या प्रकाशाचा रंग कणांच्या आकारावर अवलंबून असतो. अतिशय सुक्ष्म कणांमुळे निळा प्रकाश विखुरला जातो तर मोठ्या आकाराच्या कणांमुळे मोठ्या तरंगलांबीचे रंग विखुरले जातात. जर समजा या कणांचा आकार बराच मोठा असेल तर मात्र विखुरलेल्या प्रकाशाचा रंग पांढराच असतो.

© SCERT NOT TO BE REPUBLISHED

10.6.2 स्वच्छ आकाशाचा रंग निळा का असतो ?

(Why is the colour of the sky is blue)

हवेतील रेणू आणि वातावरणातील इतर अनेक कण यांचा आकार दृश्यीय प्रकाशाच्या तरंगलांबीपेक्षा कमी असतो. त्यामुळे कमी तरंगलांबी असलेल्या निळ्या रंगाचा प्रकाश जास्त पसरतो. निळ्या रंगापेक्षा लाल रंगाची तरंगलांबी जास्त आहे. ही तरंगलांबी निळ्या रंगाच्या तरंग लांबीपेक्षा 1.8 पटीने जास्त आहे. जेव्हा सुर्यप्रकाश वातावणातून जातो, तेव्हा हवेचे बारीक कण कमी तरंग लांबी असलेला निळा रंग लाल रंगापेक्षा जास्त पसरवतात. हा पसरलेला निळा रंग आपल्या डोळ्यामध्ये शिरतो. जर पृथ्वीवर वातावरण नसते तर अशा प्रकारचे विखुरणे घडले नसते आणि आकाश काळसर दिसले असते. जास्त उंचीवरून प्रवास करणाऱ्या प्रवाशांना आकाश गडद रंगाचे दिसते कारण इतक्या उंचीवर प्रकाशाचे विखुरणे घडत नाही. तुम्ही आणखी एक गोष्ट पाहिली असेल की धोक्याचे चिन्ह नेहमी लाल रंगाने दर्शविले जाते. तुम्हाला माहित आहे का की लाल रंग हा धुके किंवा धूर यामधून सर्वात कमी पसरतो, म्हणून तो कुठुनही बघीतला तरी लालच दिसतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकला ?

- डोळ्यापासून दूर आणि जवळ अंतरावर असणाऱ्या वस्तुनुसार योग्य केंद्रान्तर करून घेण्याच्या डोळ्याच्या क्षमतेला डोळ्याची समायोजन शक्ती म्हणतात.
- डोळ्यापासून कमीत कमी अशा अंतरावर असणारी वस्तू की जी आपण डोळ्यावर ताण न पडता स्पष्टपणे पाहू शकतो अशा अंतराला सुष्पष्ट दृष्टीचे लघुतम अंतर (जवळचा बिंदू) (least distance of distinct vision) म्हणतात. सर्वसामान्य दृष्टी असणाऱ्या तरुणामध्ये जवळचा बिंदू साधारणपणे 25 सें.मी. असतो.
- सर्वसाधारणपणे आढळणारे अपवर्तनाचे दोष म्हणजे मायोपिया हायपरमेट्रोपिया आणि प्रेस्बियोपिया हे आहेत. मायोपियाचे (निकट दृष्टीदोष–दूर अंतरावरील वस्तूची प्रतिमा दृकपटलाच्या अलिकडे पडते.) योग्य केंद्रान्तराचे आंतर्गोल भिंग वापरून निवारण करता येते. हायपरमेट्रोपियाचे (दीर्घ दृष्टीदोष–जवळ असणाऱ्या वस्तूची प्रतिमा दृकपटलाच्या पाठीमागे पडते) निवारण योग्य केंद्रान्ताराचे बहिर्गोल भिंग वापरून करता येते. वृध्दत्वामुळे डोळे आपली समायोजन शक्ती गमावतात.
- पांढऱ्या प्रकाशाचे त्याच्या घटक रंगामध्ये होणाऱ्या विभजनाला प्रकाशाचे पृथःकरण (Dispersion) म्हणतात.
- प्रकाशाच्या विखुरण्यामुळे आकाशाचा रंग निळा दिसतो, तसेच सूर्योदय आणि सुर्यास्ताच्या वेळी सूर्य लाल रंगांचा दिसतो.

अभ्यास

1. डोळ्यातील भिंगाचे केंद्रान्तर बदलून वेगवेगळ्या अंतरावरील वस्तू मानवी डोळा पाहू शकतो कारण
   (a) प्रोस्बियोपिया
   (b) समायोजन
   (c) निकट दृष्टीता
   (d) दूर दृष्टीता

2. खालील स्थानावर मानवी डोळा वस्तू प्रतिमा तयार करतो.
   (a) पुरःपटल
   (b) कनिनिका
   (c) बाहुली
   (d) दृकपटल

3. सर्वसामान्य दृष्टी असणाऱ्या तरुणामध्ये सुष्पष्ट दृष्टीचे लघुत्तम अंतर खालील प्रमाणे असते.
   (a) 25 मीटर
   (b) 2.5 सें.मी.
   (c) 25 सें.मी.
   (d) 2.5 मीटर

4. डोळ्यामधील भिंगाचे केंद्रान्तर खालील घटकामुळे बदलता येते.
   (a) बाहुली
   (b) दृकपट
   (c) आलंबन बंध
   (d) कनिनिका

5. एका व्यक्तीला दूर दृष्टीदोषाचे निराकरण करण्यासाठी 5.5 डायॉप्टर शक्तीचे भिंग लागते आणि निकट दृष्टीदोषाचे निराकरण करण्यासाठी 1.5 डायॉप्टरचे भिंग वापरावे लागते तर
   (a) दूरदृष्टीदोष आणि
   (b) निकटदृष्टीदोषांचे निराकरण करण्यासाठी लागणाऱ्या भिंगाचे केंद्रान्तर काढा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

****

6. मायोपिया झालेल्या व्यक्तीमध्ये दूरचा बिंदू 80 सें.मी. आहे. तर हा दोष निवारण करण्यासाठी त्या व्यक्तीने कोणत्या प्रकारचे व किती शक्ती असणारे भिंग वापरावे?

7. हायपरमेट्रोपिया कसा दुरुस्त करता येतो हे आकृतीद्वारे दाखवा. हायपरमेट्रोपिया झालेल्या डोळ्याचा जवळचा बिंदू 1 मीटर आहे. हा दोष निवारण करण्यासाठी किती शक्तीचे भिंग वापरावे? असे समजा की सर्वसामान्य डोळ्याचा जवळचा बिंदू 25 सें.मी. आहे.

8. सामान्य डोळा आपल्यासमोर 25 सें.मी. पेक्षा कमी अंतरावर धरलेली वस्तू का स्पष्टपणे पाहू शकत नाही?

9. एखाद्या वस्तूचे डोळ्यासमोरचे अंतर वाढवत गेल्यास डोळ्यात पडणाऱ्या त्या वस्तूच्या प्रतिमेवर कोणता परिणाम होतो?

10. तारे का लुकलुकतात?

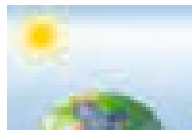
11. ग्रह का लुकलुकत नाहीत ते स्पष्ट करा.

12. सकाळी सुर्य लालसर का दिसतो?

13. अवकाशयात्रींना आकाशाचा रंग निळा न दिसता काळसर का दिसते?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

❋❋❋❋



प्रकरण 13

आपले पर्यावरण

(Our Environment)

M3K9W1

आपण पर्यावरण या शब्दाशी परिचीत आहोत. या शब्दाचा उपयोग दूरदर्शन, वर्तमानपत्रांतून आणि आपल्या सभोवतालच्या लोकांकडून वारंवार होत असतो. आपली वडीलधारी मंडळी आपल्याला सांगतात की, पूर्वी जसे पर्यावरण होते तसे सध्या नाही. दुसरे म्हणतात की, आपण निरोगी पर्यावरणात काम केले पाहिजे. पर्यावरणाच्या समस्यांवर चर्चा करण्यासाठी विकसीत आणि विकसनशील देशांची शिखर परिषद नियमीत ठेवली जाते. आपण या प्रकरणामध्ये पर्यावरणातील घटक परस्परांवर कशी क्रिया करतात आणि आपला पर्यावरणावर कसा परिणाम होतो या गोष्टींचा अभ्यास करणार आहोत.

13.2 परिसंस्था–त्याचे घटक काय आहेत? Eco-System–What are its components?

सर्व सजीव जसे की, वनस्पती, प्राणी, सुक्ष्मजीव आणि मानव त्याचबरोबर भौतिक परिसर परस्परांत आंतरक्रिया करतात आणि पर्यावरणाचा समतोल राखतात. एका परिसरातील सर्व सजीव पर्यावरणातील अजैविक घटकांबरोबर आंतरक्रिया करतात तेव्हा परिसंस्था बनते. म्हणून जैविक घटक ज्यामध्ये सर्व सजीवाचा समावेश होतो आणि अजैविक घटक ज्यामध्ये भौतिक घटक जसे तापमान, पाऊस, वारा, माती आणि खनिजे या सर्वांचा समावेश होतो यापासून परिसंस्था बनली आहे.

उदाहरणार्थ, जर तुम्ही एका बागेला भेट दिली तर तुम्हाला तेथे गवत, झाडे आणि गुलाब, चमेली, सुर्यफूल यांसारख्या सपुष्प वनस्पतीसारख्या विभिन्न वनस्पती आढळतात आणि बेडूक, किटक आणि पक्षी यासारखे विविध प्राणी आढळतात. परिसंस्थेतील सर्व सजीवांच्यामध्ये परस्परात आंतरक्रिया होत असते आणि परिसंस्थेतील अजैविक घटकांचा त्यांची वाढ प्रजनन आणि इतर उपक्रमांवर परिणाम होत असतो. म्हणून बाग ही एक परिसंस्था आहे. जंगले, डबकी आणि तळी ही दुसऱ्या प्रकारची परिसंस्था आहे, या सर्व नैसर्गिक परिसंस्था आहेत त्याचबरोबर बाग आणि शेती या सर्व मानव निर्मित (कृत्रिम) परिसंस्था आहेत.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 13.1

- तुम्ही मत्स्यालय पाहिला असाल आपण तशी रचना करण्याचा प्रयत्न करूया.
- आपल्याला मत्स्यालय बनवित असताना कोणकोणत्या गोष्टी लक्षात घेणे आवश्यक आहे? माशांना पोहण्यासाठी मुक्त जागेची (ती एक मोठी बरणी असू शकते), पाण्याची, ऑक्सीजनची आणि अन्नाची आवश्यकता आहे.
- आपण ऑक्सीजन पंपाच्या द्वारे ऑक्सीजनचा पुरवठा करू शकतो आणि बाजारामध्ये माशांचे अन्न उपलब्ध असते.
- जर आपण यामध्ये काही जलचर वनस्पती आणि जलचर प्राणी मिसळले तर ती एक स्वनिर्वाह संस्था बनू शकते. आपण विचार केला आहे की हे कसे घडेल? मत्स्यालय हे एक मानवनिर्मित परिसंस्थेचे एक उदाहरण आहे.
- आपण मत्स्यालयाची बांधणी केल्यानंतर ते तसेच सोडून देऊ शकतो का? एक दिवसाआड त्याची स्वच्छता करणे का आवश्यक आहे? आपण याच पद्धतीने डबकी आणि तळी स्वच्छ करतो का? करतो तर का आणि करत नसेल तर का नाही ?

पर्यावरणातून अन्न मिळविणे (उदरनिर्वाह) या आधारे सजीवांचे वर्गिकरण हे उत्पादक, उपभोक्ता आणि विघटक यामध्ये केले जाते हे आपण पूर्वीच्या वर्गात शिकलो आहोत. चला आता आपण स्मरण करण्याचा प्रयत्न करूया की, वरील बनविलेल्या स्व-निर्वाह परीसंस्थेद्वारे आपण काय शिकलो. कोणत्या प्रकारचे सजीव सूर्यप्रकाशाचा उपयोग करून हरीत द्रव्याच्या उपस्थितीत असेंद्रीय पदार्थाचे रूपांतर साखर आणि स्टार्च (पिष्टमय पदार्थ) या सेंद्रीय पदार्थांमध्ये करतात? सर्व हरीत वनस्पती आणि नीलहरीत शैवाळ हे सर्व प्रकाशसंष्लेषणाच्या मदतीने अन्ननिर्मिती करतात हे सर्व या वर्गामध्ये समाविष्ट होतात आणि त्यांना उत्पादक असे संबोधले जाते.

सजीव पोषणासाठी प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षपणे उत्पादकावर अवलंबून असतात? जे सजीव अन्नासाठी प्रत्यक्षपणे उत्पादकांनी तयार केलेल्या अन्नावर किंवा अप्रत्यक्षपणे दुसऱ्या सजीवांवर अवलंबून असतात त्यांना उपभोक्ता असे म्हणतात. उपभोक्तांचे वर्गिकरण शाकाहारी, मांसाहारी, मिश्रहारी आणि परजीवी असे केले आहे. तुम्ही प्रत्येक उपभोक्ता वर्गातील सजीवांचे उदाहरण देऊ शकाल?

- अशा स्थितीची कल्पना करा की, आपण मत्स्यालय स्वच्छ केले नाही आणि काही मासे व वनस्पती मेलेले आहेत. तुम्ही कधी विचार केलात का की सजीव जेव्हा मृत होतात तेव्हा काय घडते? जीवाणू आणि कवक यासारखे सुक्ष्मजीव मृतअवशेष आणि सजीवांचे टाकाऊ पदार्थ यांचे विघटन करतात. सुक्ष्मजीव हे विघटक आहेत की जे संयुक्त सेंद्रीय पदार्थांचे साध्या असेंद्रीय पदार्थांमध्ये रूपांतर करतात. ते पदार्थ मातीमध्ये जातात व पुन्हा एकदा वनस्पतींकडून ते उपयोगात आणले जातात. यांच्या अनुपस्थितीत कचरा, मृतप्राणी आणि वनस्पती यांचे काय होईल? जरी विघटक त्या ठिकाणी नसले तरीही मातीचे नैसर्गिक पुनः चक्रिकरण होईल?

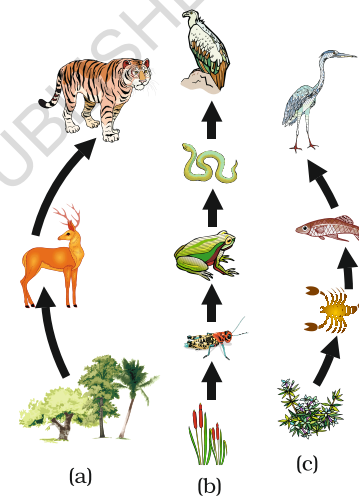
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 13.2

- आपण मत्स्यालय बनवित असताना जो जलचर प्राणी दुसऱ्याला खातो तो प्राणी ठेवायचा नसतो ही काळजी घेतली आहे काय? जर तसे केले नसेल तर काय होईल?
- गट बनवा आणि वरील गटातील सजीव परस्परांवर कसे अवलंबून असतात याची चर्चा करा.
- अशा क्रमात जलचर प्राण्यांची रचना करा की कोण कोणाला खातो आणि ती तीन टप्यांची अन्नसाखळी बनते. ☐ → ☐ → ☐
- सजीवांच्या कोणत्याही एका गटाला आपण प्राथमिक महत्व देतो का? देत असाल तर का किंवा देत नसाल तर का नाही?

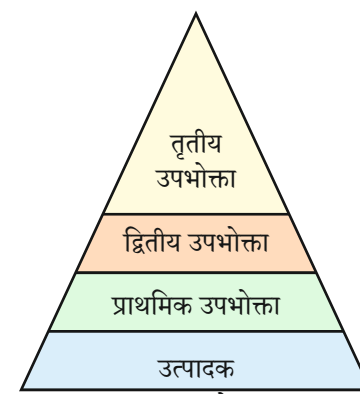
13.2.1 अन्नसाखळी आणि अन्नजाळे Food chains and Webs

उपक्रम 13.4 मध्ये आपण परस्परांचा आहार असणारी एक सजीवांची साखळी निर्माण केली आहे. ही सजीवांची साखळी अन्नसाखळीच्या विविध जैविक स्तरामध्ये सहभागी असते (आ. 13.1)



आ. 13.1 निसर्गातील अन्नसाखळी (a) जंगलामध्ये (b) गवताळ प्रदेशामध्ये (c) तलावामध्ये

अन्न साखळीमधील प्रत्येक टप्पा किंवा पातळी एक पोषक स्तर बनवितो. स्वयंपोषी किंवा उत्पादक हे अन्नसाखळीमधील प्राथमिक पोषक स्तर आहेत. ते सौर उर्जेचे स्थिरीकरण करतात आणि परपोषी प्राणी किंवा उपभोक्तांना उपलब्ध करून देतात. शाकाहारी प्राणी किंवा प्राथमिक उपभोक्ता दुसऱ्या स्तराशी येतात, लहान मांसाहारी किंवा द्वितीय उपभोक्ता तिसऱ्या स्तरामध्ये येतात, मोठे मांसाहारी किंवा तिसरा उपभोक्ता चौथ्या पोषक स्तरामध्ये आपली जागा प्राप्त करतात (आ. 13.2)

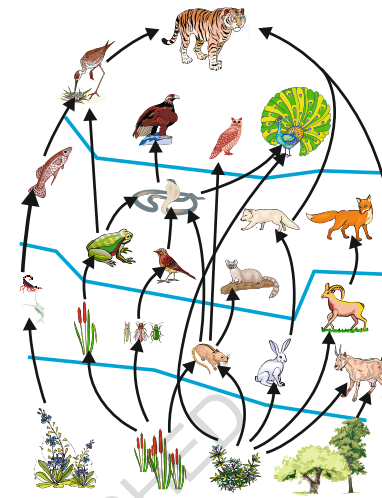


आ. 13.2 पोषक स्तर

आपल्याला माहित आहे की जे आपण अन्न खातो ते इंधनाचे कार्य करते ज्यामुळे आपल्याला काम करण्यासाठी उर्जेचा पुरवठा मिळतो म्हणून पर्यावरणातील विविध घटकांच्या आंतर क्रियेमध्ये उर्जेच्या प्रवाहाची दिशा संस्थेच्या एका घटकाकडून दुसऱ्या घटकाकडे होणे या सर्वाचा यामध्ये समावेश होतो. स्वयंपोषी सजीव सुर्यप्रकाशापासून मिळणारी उर्जा घेतात आणि तिचे रासायनिक उर्जेमध्ये रूपांतर करतात याचा अभ्यास आम्ही केला आहे. या उर्जेचा सर्व सजीव सृष्टीसाठी आधार

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आहे. ही उर्जा स्वयंपोषी सजीवांकडून परपोषी सजीवांच्याकडे संक्रमित होते आणि शेवटी विघटकांकडे जाते. जसे की आपण मागील 'उर्जेचे स्त्रोत' या पाठामध्ये पाहीले आहे की, उर्जेचे एका रूपातून दुसऱ्या रूपामध्ये रूपांतर होते, पर्यावरणामध्ये काही उर्जा विविध रूपात नष्ट होते, आपण त्याचा उपयोग पुन्हा करू शकत नाही. पर्यावरणातील विविध घटकामधील उर्जेच्या प्रवाहाचे विस्तृत अध्ययन केले गेले आणि त्यांना असे आढळून आले की,

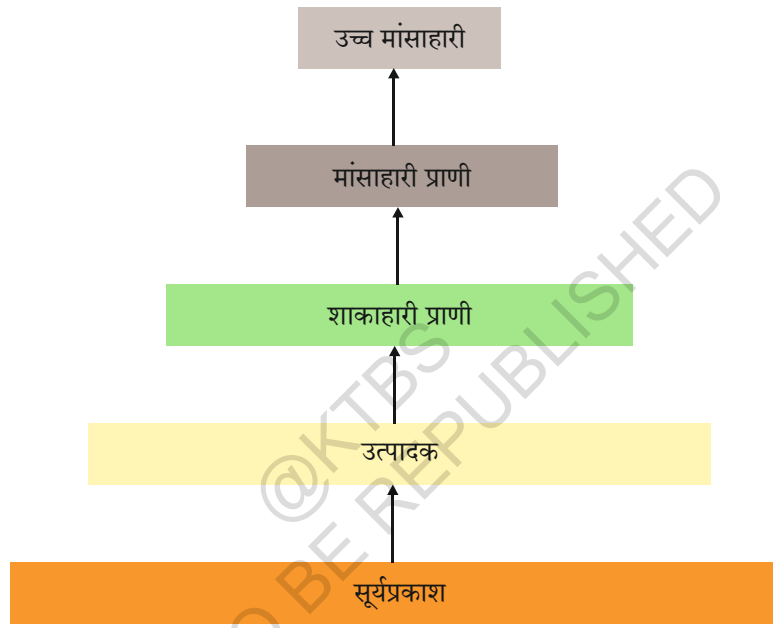


आ. 13.3 अनेक अन्नसाखळीनी अन्नजाळे बनते

- जमिनीवरील परिसंस्थेतील (भू-प्रदेशातील परिसंस्थेत) हिरव्या वनस्पतींच्या पानावर पडलेली जवळ जवळ 1% सौर उर्जा अन्न ऊर्जेमध्ये रूपांतरीत होते.
- जेव्हा प्राथमिक उपभोक्तांकडून हिरव्या वनस्पती खाल्ल्या जातात तेव्हा मोठ्या प्रमाणात उष्णतेच्या स्वरूपामध्ये पर्यावरणात उर्जा नष्ट होते, काही प्रमाणात उर्जा पचनक्रियेसाठी वापरली जाते आणि काही प्रमाणात काम करण्यासाठी आणि शिल्लक राहीलेली वाढीसाठी आणि प्रजननासाठी वापरली जाते. सरासरी 10% खाल्लेल्या अन्नाचे रूपांतर स्वतःच्या शरिरामध्ये होते आणि पुढील स्तराच्या उपभोक्त्याला उपलब्ध होते.
- म्हणून प्रत्येक स्तरावर उपलब्ध सेंद्रीय पदार्थाचे प्रमाण सरासरी मूल्य 10% असते आणि पुढील स्तराच्या उपभोक्त्यापर्यंत पोहोचते.
- म्हणून अतिशय कमी उर्जा उपभोक्त्याच्या पुढील स्तरासाठी उपलब्ध होते, अन्नसाखळी सामान्यपणे फक्त तीन किंवा चार टप्प्यांपासून बनलेली असते. अन्नसाखळीच्या प्रत्येक टप्प्यावर उर्जेचा ऱ्हास मोठ्या प्रमाणात होतो आणि अतिशय कमी प्रमाणात उपयुक्त उर्जा चौथ्या पोषक स्तरानंतर शिल्लक राहते.
- सामान्यपणे अन्नसाखळीमध्ये सर्वात खालील स्तरामध्ये सजीवांची संख्या सर्वात जास्त असते. सर्वात जास्त हे उत्पादक आहेत.
- अन्नसाखळीची लांबी आणि जटीलता यांच्यातील फरक हा जास्त प्रमाणात बदलत असतो. सामान्यपणे प्रत्येक सजीव हा दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त दुसऱ्या प्रकारच्या सजीवांपासून खाल्ले जातात व स्वतः विविध दुसऱ्या सजीवांचा आहार बनतात. म्हणून सरळ अन्नसाखळीपेक्षा अन्नसाखळीतील संबंध शाखायुक्त अन्नसाखळीच्या मालीकेने दाखविले जातात त्यालाच अन्नजाळे असे म्हणतात. (आ. 13.3)

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

आ. 13.4 मधील उर्जा प्रवाह आकृतीवरून दोन गोष्टी स्पष्ट होतात. पहिली गोष्ट म्हणजे उर्जेचा प्रवाह हा एका दिशेने असतो. स्वयंपोषी सजीवांनी मिळविलेली उर्जा पुन्हा सौर उर्जेमध्ये परिवर्तीत होत नाही आणि जी उर्जा शाकाहारी प्राण्यांमध्ये संक्रमीत झालेली असेल ती पुन्हा स्वयंपोषी सजीवाकडे परत येत नाही. जसजशी ही विविध पोषक स्तरामधून क्रमाने संक्रमीत होत जाते ती मागील स्तरांसाठी उपलब्ध होत नाही.



आ. 13.4 परिसंस्थेतील उर्जेचा प्रवाह दर्शविणारी आकृती

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अन्नसाखळीचा दुसरा एक मनोरंजक पैलू असा आहे की, नकळत काही हानीकारक रसायने अन्नसाखळीमार्फत आपल्या शरीरामध्ये प्रवेश करतात. आपण नववीच्या वर्गात वाचले आहे की जलप्रदूषण कसे होते. त्याचे एक कारण असे आहे की, रोग आणि किटकांपासून पिकांचे संरक्षण करण्यासाठी विभिन्न किटकनाशके आणि इतर रसायनांचा उपयोग केला जातो. ती रसायने पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वाहात मातीमध्ये किंवा जलाशयामध्ये प्रवेश करतात. वनस्पतींच्या कडून यांचे पाणी आणि खनिजे यांच्याबरोबर मातीतून शोषण केले जाते. तसेच जलाशयातूनही यांचे शोषण जलचर वनस्पती आणि प्राणी यांच्याकडून केले जाते. हा एक मार्ग आहे ज्याद्वारे यांचा अन्नसाखळीमध्ये प्रवेश होतो. ही रसायने जैविक विघटनशील नाहीत त्यामुळे ही प्रत्येक पोषक स्तरात उत्तरोत्तर संचयीत होतात. कोणत्याही अन्नसाखळीमध्ये मनुष्य हा उच्च स्तरावर आहे. त्यामुळे मानवी शरीरात रसायनांची संचयीत होण्याची तीव्रता ही सर्वात जास्त असते. या घटनेला जैविक मॅग्नीफिकेशन असे म्हणतात. याच कारणामुळे गहू आणि तांदूळ यांसारखी अन्नधान्ये, पालेभाज्या आणि फळे अगदी मांससुद्धा यामध्ये वेगवेगळ्या प्रमाणात किटकनाशकांचा अंश सापडतो. तो अंश पाण्याच्या सहाय्याने अथवा अन्य प्रकारे वेगळा करू शकत नाही.

उपक्रम 13.3

- सध्या वर्तमानपत्रांमध्ये तयार अन्नपदार्थांमध्ये किटकनाशकांचे प्रमाण वारंवार पहावयास मिळते आणि काही राज्यांनी या पदार्थांच्यावर बंदी घातली आहे. अशा प्रकारच्या बंदीच्या गरजेबद्दल गटांमधून चर्चा करा.
- खाद्यपदार्थांमध्ये किटकनाशकांचा स्त्रोत काय असेल असे तुम्हाला वाटते? आपल्या शरीरामध्ये किटकनाशकांचा प्रवेश या स्त्रोताद्वारे खाद्यपदार्थांतून झाला आहे काय?
- कोणत्या पद्धतीने शरिरातील किटकनाशकांचे प्रमाण कमी होईल याची चर्चा करा.

प्रश्न

1. पोषकस्तर म्हणजे काय? एका अन्नसाखळीचे उदाहरण द्या आणि त्यातील विविध पोषकस्तर सांगा.
2. परिसंस्थेमध्ये विघटकांची भूमिका काय असते?

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

13.2 आपले उपक्रम पर्यावरणाला कसे प्रभावित करतात ?

आम्ही सर्व पर्यावरणाचा अखंड भाग आहोत. पर्यावरणातील बदल आपल्याला प्रभावित करतो आणि आपले उपक्रम सभोवतालच्या पर्यावरणातील बदलाला कारणीभूत आहेत. आपले उपक्रम पर्यावरणाचे प्रदूषण कसे करतात हे आपण नववीच्या वर्गात याअगोदरच पाहिले आहे. या पाठामध्ये आपण पर्यावरणाशी संबंधीत दोन समस्यांचा विस्तृतपणे अभ्यास करणार आहोत ते म्हणजे ओझोनचा ऱ्हास आणि टाकाऊ पदार्थांची विल्हेवाट.

13.2.1 ओझोनचा थर आणि त्याचा ऱ्हास कसा होतो

Ozone layer and how it is getting depleted

ऑक्सीजनच्या तीन अणूंपासून ओझोन (O_3) रेणू बनलेला आहे. परंतु O_2 ज्याला सामान्यपणे ऑक्सीजन म्हणून गणले जाते, तो ऑक्सीश्वसन करणाऱ्या सर्व सजीवांना आवश्यक आहे. ओझोन हे प्राणघातक विष आहे. परंतु वातावरणाच्या वरील स्तरामध्ये ओझोन आवश्यक कार्य करतो. तो सूर्यापासून येणाऱ्या अतिनिल किरणांपासून (UV) पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे संरक्षण करतो. ही किरणे सजीवांसाठी अतिशय घातक आहेत. उदाहरणार्थ, या किरणांमुळे मानवाला त्वचेचा कर्करोग होतो.

वातावरणाच्या उच्च स्तरावर अतिनिल (UV) किरणांच्या प्रभावाने ऑक्सीजन (O_2) रेणूंपासून ओझोनची निर्मिती होते. उच्च उर्जा असलेले अतिनिल किरण काही ऑक्सीजन रेणूंचे (O_2) विघटन करून मुक्त (स्वतंत्र) ऑक्सीजन (O) अणूमध्ये रूपांतर करतात. हेच अणु ऑक्सीजनच्या रेणुंशी संयोग पावतात आणि ओझोनची निर्मिती करतात, जसे खाली दर्शविलेले आहे.

$$O_2 \xrightarrow{uv} O + O$$

$$O + O_2 \longrightarrow \underset{\text{ओझोन}}{O_3}$$

1980 पासून वातावरणामध्ये ओझोनच्या प्रमाणामध्ये झपाट्याने तीव्रता घटू लागली, आहे क्लोरोफ्लुरो कार्बन (CFCs) सारख्या कृत्रिम रसायनला कारणीभूत घटक ठरविले आहे. ज्याचा उपयोग रेफ्रिजेटर्स (शीतलन) आणि अग्नीशामन यांच्यासाठी केला जातो. 1987 मध्ये संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रमामध्ये (UNEP) एक करार यशस्वी झाला ज्यामध्ये सर्वानुमते CFC च्या उत्पादनाला 1986 च्या पातळीपर्यंतच मर्यादित ठेवले जावे असा ठराव झाला. आता हे अनिवार्य आहे की, जगातील सर्व कंपन्यांनी CFC विरहीत रेफ्रिजरेटर बनवले पाहिजे.

उपक्रम 13.4

- ग्रंथालय, इंटरनेट किंवा वर्तमान पत्रातील बातम्यांमधून शोधून काढा की, कोणती रसायने ओझोनच्या थराच्या ऱ्हासासाठी कारणीभूत आहेत?
- ओझोन थराच्या ऱ्हासासाठी कारणीभूत असणाऱ्या रसायनांच्या उत्सर्जनावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी जी नियमावली बनविण्यात आली आहे ती यशस्वी झाली का? सध्या काही वर्षात ओझोन थराच्या छिद्राच्या आकारामध्ये काही बदल झाला आहे का?

13.2.2 आपण निर्माण केलेल्या कचऱ्याचे व्यवस्थापन (Managing the garbage we produce)

आपल्या दैनंदीन उपक्रमांमध्ये आपण अशा बऱ्याच पदार्थांची निर्मीती करतो की त्यांना आपल्यापासून दूर फेकावे लागते. त्यातील टाकाऊ पदार्थ काय आहेत? आपण त्यांना दूर फेकून दिल्यानंतर त्यांचे काय होते? त्या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यासाठी आपण एक उपक्रम करूया.

उपक्रम 13.5

- तुमच्या घरातील टाकाऊ पदार्थ जमा करा. यामध्ये दिवसभरातील सर्व टाकाऊ पदार्थांचा समावेश होतो. जसे स्वयंपाकघरातील टाकाऊ पदार्थ (खराब झालेले अन्न, पालेभाज्यांचे तुकडे, चहाचा उपयोग झाल्यावर शिल्लक राहिलेली पाने, दूधाच्या रिकामी पिशव्या, रिकामे पुठ्ठ्याचे खोके), रद्दी कागद, औषधांच्या रिकाम्या बाटल्या/रिकामी पाकिटे/फुग्यांची पाकीटे, जुने आणि फाटलेले कपडे आणि तुटलेले बूट या सर्वांचा समावेश होतो.
- बागेमध्ये हे सर्व पदार्थ खड्डा खणून गाडून घ्या किंवा जर जागा उपलब्ध नसेल तर हे सर्व पदार्थ एका जुन्या बादलीमध्ये/फुलदाणीमध्ये जमा करा आणि त्यावर 15 cm जाडीच्या मातीच्या थराचे आच्छादन करा.
- सर्व पदार्थ ओलसर ठेवा आणि 15 दिवसांच्या अंतराने त्यांचे निरीक्षण करा.
- असे कोणते पदार्थ आहेत जे दिर्घ कालावधीनंतरही बदलले नाहीत?
- असे कोणते पदार्थ आहेत त्यांचे स्वरूप आणि रचना काही कालावधीनंतर बदलते?
- ज्या पदार्थांच्या स्वरूप आणि रचनेमध्ये कालांतराने परिवर्तन झालेले आहे, त्यातील असा कोणता पदार्थ आहे ज्याचे जलदगतीने परिवर्तन झालेले आहे?

© KIRAN NOT TO BE REPUBLISHED

जे अन्न आपण खातो त्याचे आपल्या शरिरामध्ये असणाऱ्या विविध विकरांच्या सहाय्याने पचन केले जाते या गोष्टींचा अभ्यास आपण जीवनक्रिया या प्रकरणामध्ये केला आहे. आपल्या शरिरामध्ये एकच विकर आपण खाल्लेल्या सर्व काही अन्नपदार्थाचे पचन का करत नाही? याचे तुम्हाला कधी आश्चर्य वाटले आहे? विकरांचे विशिष्ट कार्य असते. विशिष्ट विकरे ही ठराविक पदार्थाचेच पचन किंवा विघटन करण्यासाठी असतात. म्हणूनच आपण कोळसा खाल्ल्याने आपल्याला उर्जा मिळत नाही. कारण प्लॅस्टीक सारखे मानवी कृत्रिम पदार्थ बॅक्टेरियांच्या द्वारे किंवा मृतोपजीवींच्या द्वारे विघटन होत नाहीत. त्या पदार्थांच्यावर उष्णता आणि दाब या भौतिक प्रक्रियांचा प्रभाव पडत असतो, परंतु सामान्य परिस्थितीमध्ये ते पर्यावरणामध्ये बराच काळ टिकून राहतात.

ज्या पदार्थांचे जैविक प्रक्रियांच्याद्वारे विघटन होते त्या पदार्थांना जैविक विघटनशील असे म्हणतात. तुम्ही मातीत गाडलेल्या पदार्थांपैकी किती पदार्थ जैविक विघटनशील होते? अशा पद्धतीने ज्या ज्या पदार्थांचे विघटन होत नाही त्या पदार्थांना जैविक अविघटनशील असे म्हणतात. हे सर्व पदार्थ निष्क्रीय असू शकतात आणि दिर्घकाळासाठी पर्यावरणामध्ये तसेच टिकून राहू शकतात किंवा पर्यावरणातील विविध सदस्यांना घातक ठरू शकतात.

उपक्रम 13.6

- जैविक विघटनशील आणि जैविक अविघटनशील पदार्थांची अधिक माहिती मिळविण्यासाठी ग्रंथालय किंवा इंटरनेटचा उपयोग करा.
- विविध जैविक अविघटनशील पदार्थ पर्यावरणामध्ये किती काळ टिकून राहू शकतात?
- सध्या जैविक विघटन होणारे नविन प्रकारचे प्लॅस्टीक उपलब्ध आहे. त्या पदार्थांविषयी अधिक माहिती मिळवा आणि ते पदार्थ पर्यावरणाला घातक आहेत की नाही त्याचा शोध घ्या.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न

1. काही पदार्थ जैविक विघटनशील आणि काही पदार्थ जैविक अविघटनशील का आहेत?
2. जैविक विघटनशील पदार्थांचा पर्यावरणावर परिणाम होण्याचे दोन मार्ग सांगा.
3. जैविक अविघटनशील पदार्थांचा पर्यावरणावर परिणाम होण्याचे दोन मार्ग सांगा.

कोणत्याही मोठ्या गावाला किंवा शहराला भेट द्या आणि मला खात्री आहे की तुम्हाला सर्वत्र कचऱ्याचे ढीग पहावयास मिळतील. पर्यटकांच्या आवडीच्या कोणत्याही ठिकाणी भेट द्या आम्हाला खात्री आहे की त्या ठिकाणी मोठ्या प्रमाणात खाद्यपदार्थांची रिकामी पाकीटे सर्वत्र विखुरलेली दिसतील. पूर्वीच्या वर्गामध्ये आपण स्वतः निर्माण केलेल्या कचऱ्याच्या विल्हेवाटीच्या समस्येविषयी बोललो आहोत. आता आपणत्या समस्येविषयी सखोलपणे पाहूया.

उपक्रम 13.7

- घरामध्ये निर्माण झालेल्या टाकाऊ पदार्थांचे काय होते? तेथे टाकाऊ पदार्थ जमा करणारी कोणती संस्था आहे का?
- स्थानिक संस्था (पंचायत, नगरपालिका, रेसिडेंट वेलफेयर असोशिएशन) कशाप्रकारे टाकाऊ पदार्थांची विल्हेवाट लावतात त्याचा शोध घ्या. त्या ठिकाणी जैविक विघटनशील आणि जैविक अविघटनशील टाकाऊ पदार्थ वेगवेगळी प्रक्रिया करणारी यंत्रणा आहे का?

उपक्रम 13.8

- एका दिवसामध्ये घरी किती टाकाऊ पदार्थ उत्पन्न केले जातात त्याची गणना करा.
- त्यापैकी किती टाकाऊ पदार्थ जैविक विघटनशील आहेत?
- एका दिवसामध्ये वर्गात किती टाकाऊ पदार्थ निर्माण केले जातात त्याची गणना करा.
- त्यापैकी किती टाकाऊ पदार्थ जैविक विघटनशील आहेत?
- या कचऱ्यांच्या विल्हेवाटीसाठी मार्ग सुचवा.

उपक्रम 13.9

- तुमच्या क्षेत्रामध्ये मैला/सांडपाण्यावर कशा प्रकारे प्रक्रिया केल्या जातात ते शोधा? त्या ठिकाणी अशी कोणती यंत्रणा आहे का ज्यामुळे स्थानिक जलाशय प्रक्रिया न केलेल्या मैला/सांडपाणी यामुळे प्रभावित होणार नाहीत?
- तुमच्या क्षेत्रातील स्थानिक कारखान्यांमधून बाहेर पडणाऱ्या टाकाऊ पदार्थावर कोणत्या प्रकारे प्रक्रिया केली जाते त्याचा शोध घ्या. त्या ठिकाणी अशी कोणती यंत्रणा आहे का की या टाकाऊ पदार्थामुळे माती आणि पाणी प्रदूषीत होणार नाही?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आपल्या जीवनशैलीमध्ये सुधारणा झाल्यामुळे मोठ्या प्रमाणात टाकाऊ पदार्थांची निर्मिती होते. आपल्या अभिवृत्तीमधील बदलसुद्धा महत्वाची भूमिका बजावत असतो. आपण जास्तीत जास्त विल्हेवाट लावता येण्याजोग्या वस्तूचा वापर करत आहे. पॅकेजिंग करण्याच्या पद्धतीतील बदलामुळे जास्तीत जास्त जैविक अविघटनशील टाकाऊ पदार्थांची निर्मिती झाली आहे. ह्या सर्वांचा आपल्या पर्यावरणावर काय परिणाम होईल असे तुम्हाला वाटते?

यावर विचार करा

रेल्वे मध्ये विल्हेवाट लावता येण्याजोगे कप (Disposable cups in trains)

जर तुम्ही तुमच्या आई वडीलांना विचारला तर त्यांना आठवेल की एकेकाळी रेल्वेमध्ये प्लास्टीकच्या ग्लासामधून चहा पुरवला जायचा तेव्हा ते प्लास्टीकचे ग्लास त्या चहावाल्याला परत करावे लागायचे. आरोग्याच्या कारणास्तव विल्हेवाट लावता येण्याजोगे कप आणि ग्लासेस यांची प्रस्तावना मांडली गेली. त्यावेळी कोणीही कल्पना केली नसेल की प्रत्येक दिवशी लाखांच्या संख्येत उपयोग केल्या जाणाऱ्या कपांचा परिणाम काय होईल. काही वेळापूर्वी कुल्हड चिखलाने तयार केलेल्या विल्हेवाट लावता येण्याजोग्या कपांचा पर्याय सुचविला गेला होता. पण काही विचाराअंती असं दाखवून देण्यात आले की इतक्या मोठ्या संख्येने कुल्हड बनवण्यासाठी जमिनीचा वरील सुपिक थर नष्ट होईल. आता विल्हेवाट लावता येण्याजोगे कागदी कप वापरले जात आहेत. तुमच्या दृष्टीने विल्हेवाट लावता येण्याजोगे प्लॅस्टीक कपांच्या तुलनेत विल्हेवाट लावता येण्याजोगे कागदी कप कसे फायदेशीर आहेत?

उपक्रम 13.10

- इलेक्ट्रॉनिक वस्तूंची विल्हेवाट लावताना किती धोकादायक वस्तूंचा सामना करावा लागतो याचा इंटरनेट किंवा ग्रंथालयामध्ये शोध घ्या. हे पदार्थ पर्यावरणावर कसा परिणाम करतात?
- प्लॅस्टीकचा पुनर्वापर कसा केला जातो त्याचा शोध घ्या. या पुनर्वापर प्रक्रियेचा पर्यावरणावर काही परिणाम होतो का?

प्रश्न

1. ओझोन म्हणजे काय आणि कोणत्याही परिसंस्थेवर त्याचा कसा परिणाम होतो?
2. टाकाऊ पदार्थांची समस्या कमी करण्यासाठी आपण कशी मदत कराल? कोणत्याही दोन पद्धती लिहा.

आपण काय शिकला आहात?

- परिसंस्थेचे विविध घटक परस्परावलंबी असतात.
- उत्पादक सूर्यापासून उर्जेची निर्मिती करतात आणि बाकीच्या परिसंस्थेला उपलब्ध करून देतात.
- जेव्हा आपण एका पोषकस्तराकडून पुढील पोषक स्तराकडे जातो तेव्हा उर्जा कमी होत जाते त्यामुळे अन्नसाखळीमधील पोषकस्तरांची संख्या कमी होते.
- मानवी उपक्रमांचा पर्यावरणावर प्रभाव पडतो.
- CFCs सारख्या रसायनांच्या वापरामुळे ओझोनचा थर धोक्यात आला आहे. कारण सूर्यापासून येणाऱ्या अतिनील किरणांपासून ओझोनचा थर संरक्षण करतो. त्यामुळे हे पर्यावरणासाठी नुकसानकारक ठरू शकते.
- आपण निर्माण केलेले टाकाऊ पदार्थ हे जैविक विघटनशील आणि जैविक अविघटनशील असू शकतात.
- आपण निर्माण केलेल्या टाकाऊ पदार्थांची विल्हेवाट ही एक गंभीर पर्यावरणीय समस्या आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

1. जैविक विघटनशील पदार्थ असणारा गट कोणता?
   (a) गवत, फुले आणि चामडे
   (b) गवत, लाकूड आणि प्लॅस्टीक
   (c) फळांच्या साली, केक आणि लिंबाचा रस
   (d) केक, लाकूड आणि गवत
2. खालीलपैकी कोणते घटक अन्नासाखळी तयार करतात?
   (a) गवत, गहू आणि आंबा
   (b) गवत, बकरी आणि माणूस
   (c) बकरी, गाय आणि हत्ती
   (d) गवत, मासा आणि बकरी
3. खालीलपैकी कोणत्या पर्यावरणस्नेही कृती आहेत?
   (a) बाजाराला जाताना सोबत कापडी पिशवी घेऊन जाणे.
   (b) अनावश्यक चालू असलेला विद्युत दिवा (बल्ब) आणि विद्युत पंखा बंद करणे.
   (c) आपल्याला शाळेला नेताना आईने स्कुटरवरून सोडण्याऐवजी शाळेला पायी चालत जाणे.
   (d) वरील सर्व
4. जर आपण एकाच पोषक स्तरातील सर्व सजीवांना ठार मारले तर काय घडेल?
5. एकाच पोषकस्तरातील सर्व सजीवांना काढून टाकल्यास होणारा परिणाम हा विविध पोषक स्तरावर भिन्न असणार आहे का? कोणत्याही पोषक स्तरातील सजीवांना पर्यावरणाला धोका न पोहोचविता काढून टाकू शकतो का?
6. जैविक मॅग्नीफिकेशन म्हणजे काय? परिसंस्थेतील विविध स्तरावर मॅग्नीफिकेशनच्या पातळ्या भिन्न असतील का?
7. आपण निर्माण केलेल्या जैविक अविघटनशील टाकाऊ पदार्थांपासून कोणकोणत्या समस्या निर्माण होतात?
8. जर आपण निर्माण केलेले टाकाऊ पदार्थ जैविक विघटनशील असतील तर पर्यावरणावर याचा काही प्रभाव पडेल का?
9. ओझोनच्या थराचा नाश होणे हा आपल्या चिंतेचा विषय का आहे? हा धोका/हानी मर्यादीत करण्यासाठी कोणती पावले उचलाल?

* * * *

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उत्तरे

प्रकरण 3

1(d)
2(c)
3(a)
4(c)

प्रकरण 4

1(b)
2(c)
3(b)

प्रकरण 7

1(b)
2(c)
3(d)

प्रकरण 8

1(c)
2(d)
3(a)

प्रकरण 9

1(d)
2(b)
3(b)
4(a)
5(d)
6(c)

7. अंतर 15 cm पेक्षा कमी, आभासी, मोठी
9. होय
10. दुसऱ्या बाजूला भिंगापासून 16.7 cm; 3.3 cm लहान, वास्तव, उलटी
11. 30 cm
12. 6.0 cm आरशाच्या पाठीमागे, आभासी, सुलटी
13. m=1 दर्शविते की, सपाट आरशाने मिळालेली प्रतिमा वस्तूच्या आकाराइतकी असते.
14. 8.6 cm आरशाच्या पाठीमागे, आभासी, सुलटी 2.2 cm कमी होणे
15. वस्तूच्या बाजूला 54 cm; 14 cm मोठी वास्तव, उलटी
16. –0.50 cm अंतर्वक्र भिंग
17. +0.67 m एकत्रीकरण भिंग

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

❋ ❋ ❋ ❋

प्रकरण 11

1 (b)

2 (d)

3 (c)

4 (c)

5. (i) -0.18m ii) +0.67m

6. अंतर्वक्र भिंग; -1.25D

7. बहिर्वक्र भिंग; +3.0D

प्रकरण 13

1 (a) (c) (d)

2 (b)

3 (d)

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

❋ ❋ ❋ ❋