

प्रकरण 6. प्रकाशाचे अपवर्तन

आपण काय शिकलो ?

1. प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो. त्यामुळेच प्रकाशाच्या मार्गात जर एखादी अपारदर्शक वस्तू आली तर त्या वस्तूची छाया किंवा सावली तयार होते.
2. प्रकाश जेव्हा एका अपारदर्शक वस्तू किंवा पृष्ठभागावर पडतो तेव्हा तो त्याच माध्यमात परत येतो. ह्या प्रक्रियेला प्रकाशाचे परावर्तन म्हणतात.

प्रकाशाचे अपवर्तन

साहित्य : डेटॉलची रिकामी काचेची बाटली, पाणी, डेटॉल, माचीस, अगरबत्ती, लेजर टॉर्च.

कृती :

1. काचेची बाटली पाण्याने जवळपास अर्धी भरून घ्या.
2. पाण्यामध्ये डेटॉल चे दोन-तीन थेंब टाकून बाटली हलकेच हलवा म्हणजे डेटॉल पाण्यामध्ये चांगल्याप्रकारे पाण्यामध्ये मिसळेल .
3. बाटलीच्या रिकाम्या जागेत अगरबत्तीचा धूर भरून झाकण घट्ट बसवून घ्या.
4. बाटलीच्या खांद्याकडील बाजूने पाण्यामध्ये लेजर बीम टाका आणि प्रकाशाच्या मार्गाचे निरीक्षण करा.
5. लेजर बीम जेव्हा हवेमधून पाण्यामध्ये प्रवेश करतो तेव्हा त्याच्या मार्गावर काय परिणाम होतो, हे पहा.
6. अशाप्रकारे बाटलीच्या तळातून पाण्यामध्ये लेजर टाका आणि पहा की जेव्हा बीम पाण्यातून बाहेर निघून हवेमध्ये जातो तेव्हा याच्या मार्गावर काय परिणाम होतो.



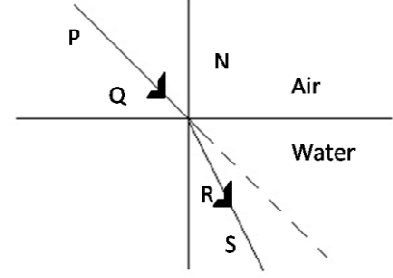
काय होते -?

1. बाटलीमध्ये पाणी आणि हवा दोन्ही आहे. या दोन्ही माध्यमातून म्हणजे हवा आणि पाणी दोन्हीतून प्रकाश जाऊ शकतो. इथे आपण पाहू शकतो की प्रकाशाचा किरण जेव्हा हवेतून पाण्यात प्रवेश करतो तेव्हा तो सरळ न जाता थोडासा झुकतो आणि आपला मार्ग बदलतो. प्रकाश जेव्हा एका

पारदर्शक माध्यमातून दुसऱ्या पारदर्शक माध्यमात जातो तेव्हा तो आपला मार्ग बदलतो. ह्याला प्रकाशाचे अपवर्तन म्हणतात.

चला आकृतीच्या मदतीने अपवर्तन समजण्याचा प्रयत्न करूया -

1. समजा की PQ हा किरण हवेतून येत आहे PQ ला आपाती किरण म्हणतात
2. हा आपाती किरण चित्रातील बिंदूनी दाखविलेल्या रेषेच्या मार्गाने जायला हवा होता. परंतु पाण्यात शिरताच हा किरण अपवर्तित होतो. हा किरण आपला मार्ग बदलून RS ह्या मार्गाने जातो. हा अपवर्तित किरण आहे
3. आता ज्या बिंदूवर आपाती किरण आणि अपवर्तित किरण ह्यांचा छेद होतो त्या बिंदूवर एक लंब काढा आणि त्याला N असे नाव द्या. ह्या रेषेला स्तम्भिका म्हणतात.
4. आपाती किरण आणि स्तम्भिका ह्यांच्या मधील कोनाला आपाती कोन म्हणतात. अपवर्तित किरण आणि स्तम्भिका ह्यांच्यामधील कोनाला अपवर्तित कोन असे म्हणतात T



अपवर्तनाचे नियम -

1. आपाती किरण, अपवर्तित किरण आणि स्तम्भिका एकाच प्रतलात असतात.
2. आपाती किरण आणि अपवर्तित किरण स्तम्भिकेच्या विरुद्ध बाजूला असतात. .
3. कोणत्याही दोन माध्यमासाठी, आपाती कोन i आणि अपवर्तित कोन r असे घेतले तर $\sin i$ आणि $\sin r$ ह्यांचे गुणोत्तर स्थिर असते.

वेगवेगळ्या माध्यमातून होणारे प्रकाशाचे अपवर्तन - माध्यम दोन प्रकारचे असू शकते घन माध्यम आणि विरल माध्यम. वरील प्रयोगात पाणी हे घन माध्यम आहे आणि हवा हे विरल माध्यम आहे. प्रकाशाचे वर्तन माध्यमावर कसे अवलंबून असते ते पाहू -

1. प्रकाश किरण जेव्हा विरल माध्यमातून घन माध्यमात जातो तेव्हा तो स्तंभिकेकडे झुकतो
2. प्रकाश किरण जेव्हा घन माध्यमातून विरल माध्यमात जातो तेव्हा तो स्तंभिकेपासून दूर जातो.
3. प्रकाश किरण एक माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करत असताना माध्यमाच्या सीमेवर लंबरूप आपत होत असल्यास त्याची दिशा बदलत नाही म्हणजे त्याचे अपवर्तन होत नाही.

अपवर्तनांक

1. प्रकाश किरण वेगवेगळ्या माध्यमात शिरताना प्रकाशाच्या दिशेतील बदलाचे प्रमाण वेगवेगळे असते. ते माध्यमाच्या एका गुणावर किंवा घटकावर अवलंबून असते. ह्या घटकास अपवर्तनांक असे म्हणतात.
2. वेगवेगळ्या माध्यमांसाठी हा अपवर्तनांक वेगळा असतो. प्रकाश किरणांच्या रंगावर ही तो अवलंबून असतो.
3. कोणत्याही माध्यमात प्रकाशाचा वेग किती आहे ह्यावर अपवर्तनांक अवलंबून असतो.

चला आपण हे समजून घेऊया -

असे समजा की माध्यम 1 (इथे हवा) मध्ये प्रकाशाचा वेग आहे v_1 आणि माध्यम 2 (इथे काच) मध्ये प्रकाशाचा वेग आहे v_2 . म्हणून दुसऱ्या माध्यमाच्या संदर्भात पहिल्या माध्यमाचा अपवर्तनांक असेल

$$\text{अपवर्तनांक } n_2 = \frac{\text{पहिल्या माध्यमातील प्रकाशाचा वेग } (v_1)}{\text{दुसऱ्या माध्यमातील प्रकाशाचा वेग } (v_2)}$$

तारे का लुकलुकतात ?

1. ताऱ्यांना स्वतःचा प्रकाश असतो. आपण रात्री त्यांना आकाशात पाहू शकतो.
2. तारे आपल्यापासून खूप लांब असतात त्यामुळे ते बिन्दुरूप स्रोत असल्यासारखे वाटतात.
3. वातावरणातील हवेचा अपवर्तनांक जमिनीकडे येताना वाढत जातो. कारण हवेची घनता वाढत जाते. म्हणजेच आपल्यापर्यंत येणारा ताऱ्यांचा प्रकाश विरल माध्यमातून घन माध्यमात येत असतो त्यामुळे तो स्तंभिकेकडे झुकत असतो.
4. हवेची सतत होणारी हालचाल तसेच बदलणारी घनता यामुळे वातावरण स्थिर नसते. त्यामुळे हवेतील वेगवेगळ्या थरांचा अपवर्तनांक सतत बदलत असतो. अपवर्तनांकात सतत होणाऱ्या बदलामुळे ताऱ्यांची आभासी स्थिती आणि प्रखरता सतत बदलत असते त्यामुळे ते लुकलुकताना दिसतात.

प्रकाशाचे अपस्करण

तुम्ही कधी इंद्रधनुष्य पाहिले आहे का? इंद्रधनुष्यात दिसणारे रंग तुम्ही इतर कोणत्या ठिकाणी किंवा वस्तूवर पाहिले आहेत का?

चला आपण आपला एक इंद्रधनुष्य बनवू,

साहित्य:

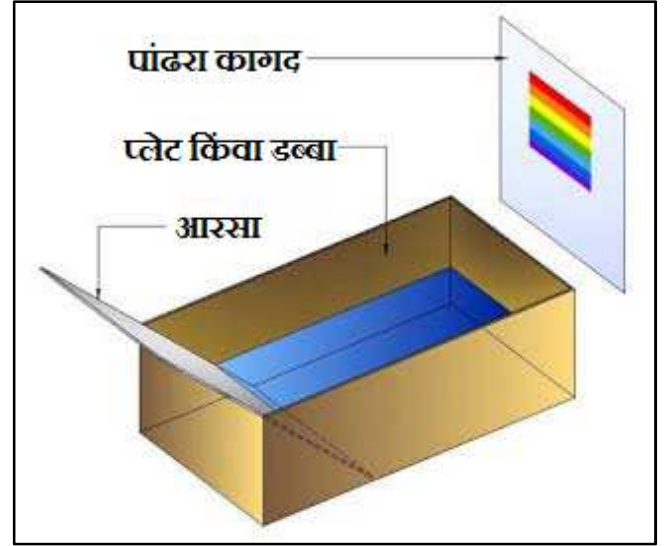
एक मोठी खोलगट प्लेट किंवा ट्रे, पांढरा कागद किंवा कार्डबोर्ड, आरसा आणि स्वच्छ पाणी.

कृती :

1. प्लेट किंवा ट्रे मध्ये जवळपास अर्ध्या उंचीपर्यंत पाणी भरा आणि त्यास दरवाज्याच्या जवळ अशा ठिकाणी ठेवा, ज्याठिकाणी चांगला प्रकाश येत असेल.
2. आरशाला प्लेटच्या कडांच्या मदतीने अशाप्रकारे ठेवा की, प्रकाश पाण्यामध्ये बुडलेल्या भागावर आदळून खोलीच्या आत कमी प्रकाशित असलेल्या एखाद्या भिंतीवर पाडता येईल .
3. जोपर्यंत आरशावर आदळून येणारा प्रकाश भिंतीवर इंद्रधनुष्य बनवीत नाही तोपर्यंत प्लेट हळूहळू फिरवत रहा.
4. भिंतीवर बनणाऱ्या इंद्रधनुष्याच्या पाठीमागे पांढरा कागद किंवा कार्डबोर्ड लावून पाहा. चांगल्या परिणामासाठी प्लेट, आरसा आणि कागद यांची व्यवस्थित रचना करा.
5. इंद्रधनुष्याच्या रंगांना मोजा आणि त्याच्या क्रमाची नोंद ठेवा.

काय झाले ?

1. सूर्य किंवा बल्ब यापासून मिळणारा प्रकाश पांढऱ्या रंगाचा असतो.पण खर म्हणजे हा पांढरा प्रकाश अनेक रंगांचे मिश्रण असते आणि हा पांढरा रंग जेव्हा वेगवेगळ्या रंगात विभागला जातो तेव्हा आपल्याला एक वर्णपंक्ती किंवा विविध रंगांचा एक पट्टा दिसतो.
2. या वर्णपंक्ती मध्ये सात वेगवेगळे रंग ठराविक क्रमाने दिसतात – तो क्रम असा आहे- तांबडा, नारंगी, पिवळा, हिरवा, निळा, पारवा, जांभळा.
3. काचेचा लोलक म्हणजे प्रिज्म वापरून पण हा प्रयोग करता येतो. ह्या प्रक्रियेस प्रकाशाचे अपस्करण म्हणतात.

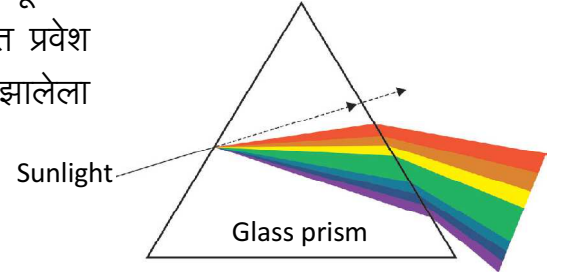


प्रकाशाचे अपस्करण : एखाद्या माध्यमात प्रकाशाचे आपल्या घटक रंगात विभक्त होण्याच्या प्रक्रियेस प्रकाशाचे अपस्करण म्हणतात.

हे कसे व का होते ?

1. प्रत्येक रंगाची प्रवास करण्याची गती वेगळी असते. म्हणजेच एखाद्या माध्यमाचा अपवर्तनांक वेगवेगळ्या रंगांसाठी वेगवेगळा असतो.
2. म्हणून जेव्हा काच ह्या माध्यमात पांढरा प्रकाश प्रवेश करतो तेव्हा प्रत्येक रंगाचा प्रकाश वेगळ्या कोनात अपवर्तित होऊन वेगळ्या मार्गाने जातो. सूर्याचा प्रकाश जेव्हा हवेतून एखाद्या काचेसारख्या माध्यमात प्रवेश करतो तेव्हा सात रंगांच्या वर्णपंक्ती मध्ये विभाजित झालेला दिसतो.

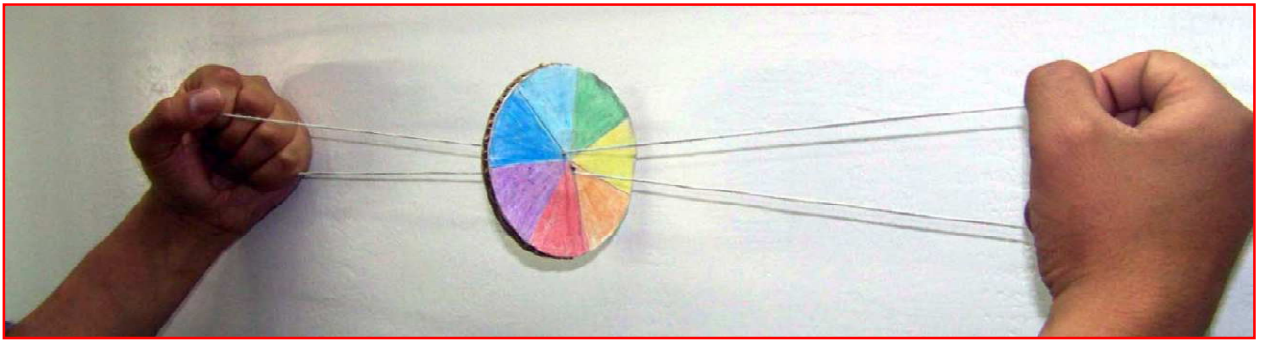
लोलक (प्रिज्म) घेऊन हा प्रयोग करता येतो . चित्र पहा



प्रयोग: हे सुद्धा करून पहा

साहित्य :

जवळपास 20 सेमी आकाराचा चौकोनी कार्डबोर्ड, वॅक्स कलर (जांभळा, पारवा (गडद निळा), निळा (आकाशी), हिरवा, पिवळा, नारंगी आणि लाल) अंदाजे दोन फूट लांब मजबूत धागा, साधा कागद, कोनमापक, कंपास, पेन्सिल, रबर, स्केल, कात्री, फेविकॉल.



कृती :

1. कार्डबोर्डच्या तुकड्यावर 5 से.मी त्रिजेचे एक आणि 2 सेमी त्रिजेची दोन चक्रे कापून घ्या.
2. लहान चक्रांना मोठ्या चक्रीच्या दोन्ही बाजूला बरोबर मधोमध चिकटवा.

3. पांढऱ्या कागदावर मोठ्या चक्रीच्या आकाराची दोन वर्तुळे काढून ती कापून घ्या. दोन्ही वर्तुळांना सात समान भागांमध्ये विभागून घ्या. वॅक्स पेन्सिल ने वरती दिलेल्या क्रमानुसार दोन वर्तुळांच्या समान सात भागांना रंगवून घ्या.
4. चक्रीच्या दोन्ही बाजूंना रंगविलेल्या वर्तुळांना चिकटवा.
5. चक्रीच्या मध्यभागी एक सेमी अंतरावर कंपासच्या मदतीने समोरासमोर दोन छिद्रे पाडा.
6. एका छिद्रामध्ये धागा ओवा आणि त्यास दुसऱ्या छिद्रामधून पुन्हा ओवून चित्रात दाखविल्याप्रमाणे दोन्ही टोकांना जोडा.
7. आता तुमची गोल फिरणारी चक्री तयार झाली. दोन्ही हातांमध्ये दोन टोके घेऊन वेगाने फिरवा, वेगाने फिरणाऱ्या चक्रीमध्ये सात रंग गायब होतात आणि ती पांढऱ्या रंगाची दिसू लागते.

काय होते - ह्या प्रयोगाद्वारे समजून येते की पांढरा प्रकाश हा सात रंगांनी बनलेला असतो. (जांभळा, पारवा, निळा, हिरवा, पिवळा, नारिंगी आणि लाल) सात रंगांनी बनलेली चकरी वेगाने फिरवली की आपल्याला पांढरा रंग दिसतो..

आंशिक आणि पूर्ण आंतरिक परावर्तन

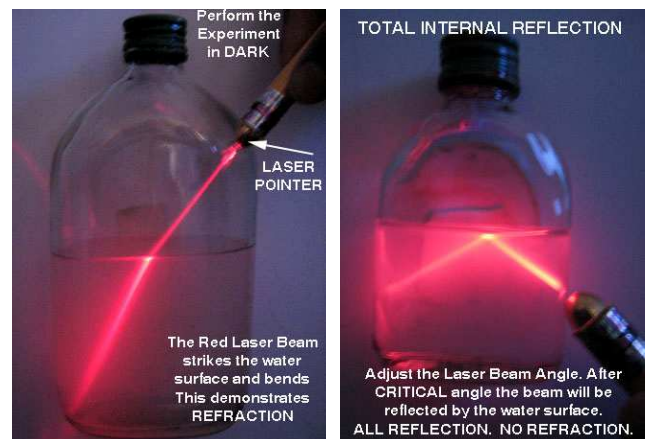
आंशिक परावर्तन

1. जेव्हा प्रकाश घन माध्यमातून विरल माध्यमात जातो उदाहरण म्हणजे हवेतून पाण्यात जातो तेव्हा त्याचे आंशिक परावर्तन होते म्हणजे परावर्तनाच्या नियमाप्रमाणे प्रकाशाचा काही भाग घन माध्यमात परततो. ह्याला प्रकाशाचे आंशिक परावर्तन म्हणतात.
2. बाकीचा प्रकाश अपवर्तित होतो आणि विरल माध्यमात जातो.

प्रयोग -

पहिल्या उपक्रमामध्ये वापरलेली संरचना या उपक्रमामध्ये वापरा.

1. खालील प्रमाणे प्रयत्न करा -
2. जेव्हा तुम्ही लेजरचा प्रकाश पाण्यातून हवेमध्ये सोडता तेव्हा पाण्यात त्या किरणांचा एक विशिष्ट कोन तयार होऊन पुन्हा पाण्यात परावर्तित होतो. या घटनेला पूर्ण आंतरिक परावर्तन म्हणतात.



पूर्ण आंतरिक परावर्तन

1. जेव्हा प्रकाश घन माध्यमातून (उदा. पाणी) विरल माध्यमात (उदा. हवा) जातो तेव्हा तो स्तम्भिके पासून दूर झुकतो म्हणजे आपाती कोन i हा अपवर्ती कोन r पेक्षा लहान असतो. जर आपण आपाती कोन वाढवत गेलो तर स्नेल च्या नियमाप्रमाणे अपवर्ती कोन सुद्धा वाढत जाईल.
2. i च्या एका विशिष्ट मुल्यासाठी r चे मूल्य 90 अंश होते ह्या विशिष्ट मुल्यास क्रांतिक कोन असे म्हणतात. त्यापेक्षा अधिक आपाती कोन असलेल्या किरणांसाठी r चे मूल्य 90 अंशापेक्षा अधिक होते व ती किरणे घन माध्यमात परत येतात.. म्हणजे सर्वच प्रकाशाचे परावर्तन होते. ह्या प्रक्रियेस पूर्ण आंतरिक परावर्तन म्हंटले जाते.

इंद्रधनुष्य कसे बनते

1. इंद्रधनुष्य हे अपस्करण, अपवर्तन आणि पूर्ण आंतरिक परावर्तन या तीनही घटनांचा एकत्रित परिणाम आहे पाउस पडून गेल्यावर जेव्हा ऊन पडते तेव्हा इंद्रधनुष दिसते. .
2. पाण्याचे अगदी लहान थेंब छोट्या लोलकाप्रमाणे काम करतात. सूर्याची किरणे जेव्हा या थेंबावर पडतात तेव्हा त्यांचे अपवर्तन आणि अपस्करण होते
3. नंतर थेंबांच्या आतमध्ये आंतरिक परावर्तन होते. ह्या तीनही घटना एकत्रितपणे झाल्यामुळे इंद्रधनुष्य निर्माण होते.

सराव प्रश्न : प्रकाशाचे अपवर्तन

रिकाम्या जागा भरा :

1. प्रकाश एका पारदर्शक माध्यमातून दुसऱ्या पारदर्शक माध्यमात जाताना आपली.....बदलतो.
2. अपवर्तनांक एखाद्या माध्यमात प्रकाशाच्या..... वर अवलंबून असतो.
3. जेव्हा प्रकाश किरण..... माध्यमातून..... माध्यमात प्रवास करतात तेव्हा ते अभिलंबाकडे झुकले जातात.
4. जेव्हा प्रकाश किरण..... माध्यमातून..... माध्यमात प्रवास करतात तेव्हा ते अभिलंबापासून दूर जातात.
5. पांढऱ्या प्रकाशाला एखाद्या माध्यमातून सोडून त्याच्या घटक रंगामध्ये वेगळे करण्याच्या पद्धतीला प्रकाशाचे..... म्हणतात.

6. वेगवेगळ्या रंगाचा प्रकाश वेगवेगळ्याने हालचाल करतो.
7. जेव्हा r चे माप 90° एवढे होते तेव्हा त्याच्या संबंधात i च्या मापाला.....म्हंटले जाते.
8. इन्द्रधनुष आणिच्या मिळत्या-जुळत्या प्रभावाने बनतो.

एका वाक्यात उत्तर द्या.:

1. काय होते जेव्हा -
 - a. प्रकाश विरल माध्यमातून घन माध्यमात प्रवास करतो.
 - b. प्रकाश घन माध्यमातून विरल माध्यमात प्रवास करतो.
 - c. प्रकाश किरणाला दोन्ही माध्यमांच्या सीमेच्या मधोमध अभिलंबवत आपातीत केले जाते.
2. प्रकाशाचा कोणता गुणधर्म अपवर्तनांकाला प्रभावित करतो.
3. काय होईल जेव्हा पांढरा प्रकाश एखाद्या काचेच्या लोलकातून जाईल.
4. दिलेल्या चित्राच्या मदतीने खालील नावे सांगा.
 - a. PQ
 - b. RS
 - c. N
5. प्रकाशाचे अपवर्तन समजावून सांगा.
6. प्रकाशाच्या अपवर्तनाला रेखाकृतीच्या मदतीने समजावा.
7. माध्यमाचा अपवर्तनांक काय असतो?
8. तारे का लुकलुकतात?
9. प्रकाशाचे अपस्करण समजावून सांगा.
10. पूर्ण आंतरिक परावर्तन केव्हा होते?
11. आंशिक परावर्तन समजावून सांगा.
12. इन्द्रधनुष कसा बनतो? त्याची प्रक्रिया समजावून सांगा.
13. क्रांतिक कोण म्हणजे काय?

