9. उष्णता

निरीक्षण करा व चर्चा करा. चित्रांमध्ये दिसणाऱ्या विविध घटनांमागील कारणे कोणती? ते चित्रांखालील चौकटींत लिहा.

9.1 **विविध घटना**

करून पहा. हाताचे तळवे एकमेकांवर घासून आपल्या गालावर ठेवा व काय जाणवते ते पहा.

चित्रातील उदाहरणांवरून आणि वरील कृतीवरून आपल्याला उष्णता ऊर्जेचे काही गुणधर्म लक्षात येतात. सूर्यापासून येणाऱ्या उष्णतेचे अनेक परिणाम व उपयोग आहेत. ही उष्णता पृथ्वीवर कशी येऊन पोहोचते? उकळेपर्यंत तापवलेल्या पाण्याची उष्णता गॅस बंद केल्यावर हळूहळू का कमी होत जाते? ही उष्णता कोठे जाते? ग्लासमधील बर्फामुळे आजूबाजूच्या हवेतील बाष्प थंड होऊन ग्लासबाहेर जमा होते. पदार्थांचे तापमान मोजण्यासाठी तापमापी वापरतात. उष्णतेमुळे पदार्थाचे होणारे अवस्थांतर आपण मागील इयत्तेत अभ्यासले आहे.

उष्णतेचे संक्रमण (Heat Transfer)

सांगा पाहू !

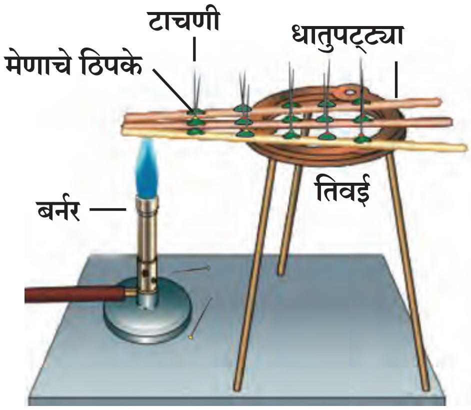
1. कढईत बासुंदी ढवळणारा हलवाई झाऱ्याच्या टोकाला कापड का बांधून ठेवतो?
2. फुलपात्रातून गरम दूध पिताना आपण फुलपात्र रुमालात का धरतो?

अशी इतर उदाहरणे कोणती आहेत? त्यांची नोंद करा.

जेव्हा आपण गरम वस्तू थंड वस्तूच्या सान्निध्यात नेतो तेव्हा थंड वस्तू गरम होते व गरम वस्तू थंड होते. यावरून उष्णतेचे संक्रमण गरम वस्तूकडून थंड वस्तूकडे होते, हे आपल्या लक्षात येते. उष्णतेचे संक्रमण म्हणजे उष्णतेचे एका स्थानाकडून दुसऱ्या स्थानाकडे जाणे होय.

जरा डोके चालवा. आपण हिवाळ्यामध्ये लोकरीचे कपडे का घालतो?

उष्णता संक्रमणाचे प्रकार : उष्णतेचे वहन, अभिसरण व प्रारण (Conduction, Convection and Radiation of heat)



9.2 उष्णतेचे वहन

साहित्य : स्टेनलेस स्टील किंवा लोखंड, ॲल्युमिनिअम, तांबे यांच्या पट्ट्या, मेणबत्ती, बर्नर, टाचण्या इत्यादी.

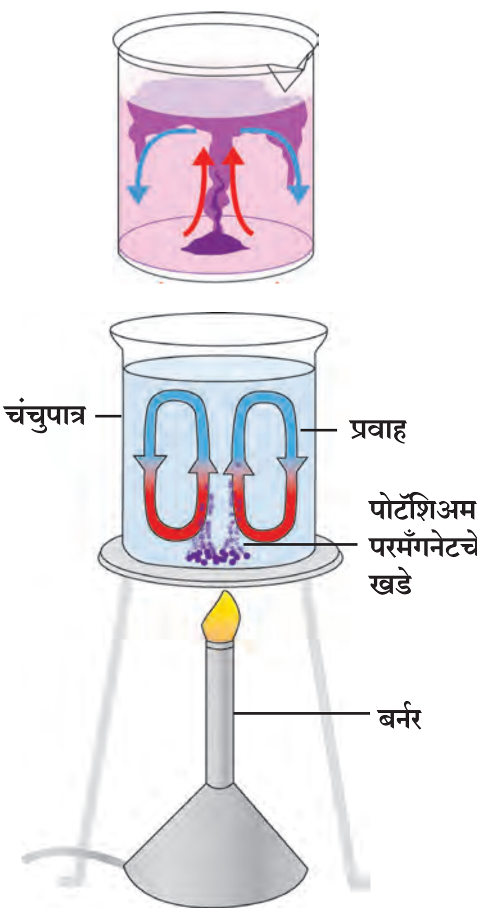
कृती : साधारणपणे 30 सेमी लांबीच्या समान आकाराच्या स्टेनलेस स्टील किंवा लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनिअमच्या पट्ट्या घ्या. प्रत्येक पट्टीवर 2-2 सेंमी अंतरावर मेणबत्तीच्या साहाय्याने मेणाचे ठिपके द्या. प्रत्येक ठिपक्यात एक एक टाचणी उभी खोचा. आता स्टील किंवा लोखंडी, ॲल्युमिनिअम व तांब्याच्या पट्टीची टोके एकाच वेळी बर्नरच्या ज्योतीवर धरा. थोडा वेळ निरीक्षण करा.

काय दिसते? कोणत्या पट्टीवरील टाचण्या लवकर पडू लागतात? का?

टाचण्या बर्नरच्या ज्योतीच्या बाजूकडून पडतात. याचा अर्थ उष्णतेचे वहन पट्टीच्या उष्ण टोकापासून थंड टोकाकडे होते. पदार्थाच्या उष्ण भागाकडून थंड भागाकडे होणाऱ्या उष्णतेच्या संक्रमणास उष्णतेचे **वहन (Conduction)** असे म्हणतात.

तांब्याच्या पट्टीवरील टाचण्या सर्वांत प्रथम पडत जातात. लोखंडी पट्टीवरील टाचण्या त्या तुलनेत उशिरा पडतात. तांब्यातून उष्णता जलद वाहते. उष्णतेचे पदार्थातील वहन त्या पदार्थाच्या गुणधर्मावर अवलंबून आहे. उष्णतेचे वहन स्थायुरूप पदार्थांमधून होते म्हणजेच उष्णता वहनास माध्यमाची आवश्यकता असते.

उष्णतेचे संक्रमण द्रवपदार्थामधून कसे होते?



9.3 उष्णतेचे अभिसरण

साहित्य : चंचुपात्र, पोटॅशिअम परमँगनेटचे खडे, बर्नर, पाणी इत्यादी.

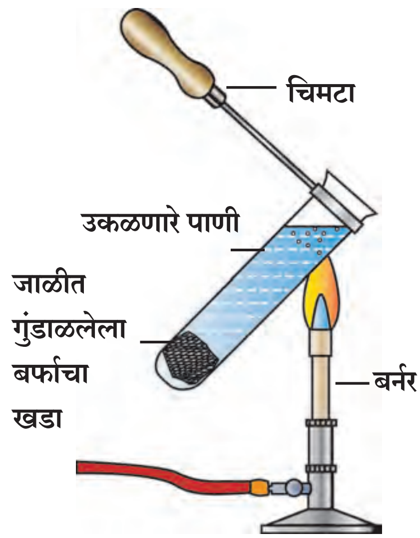
कृती : काचेच्या एका चंचुपात्रात पाणी घ्या. चंचुपात्राला गॅस बर्नरच्या साहाय्याने मंद उष्णता द्या. पोटॅशिअम परमँगनेटचे काही खडे त्यात टाका. आता चंचुपात्रातील पाण्याकडे नीट लक्ष देऊन पहा. काय दिसते?

पाण्यात खालून वर व पुन्हा खाली येणारे प्रवाह दिसतील. पोटॅशिअम परमँगनेटमुळे हे लाल-जांभळे प्रवाह लगेचच ओळखता येतात. पाण्याला उष्णता देण्यास सुरुवात केल्यानंतर तळालगतचे पाणी गरम होते व त्याची घनता कमी होऊन ते वरील भागाकडे जाते व त्याची जागा वरून येणारे थंड पाणी घेते. अशा प्रकारे उष्णतेचे संक्रमण प्रवाहांद्वारे होते. या क्रियेस उष्णतेचे **अभिसरण (Convection)** असे म्हणतात.

अभिसरण द्रव व वायुरूप पदार्थांमध्येच होऊ शकते. अभिसरणाला माध्यमाची आवश्यकता असते.

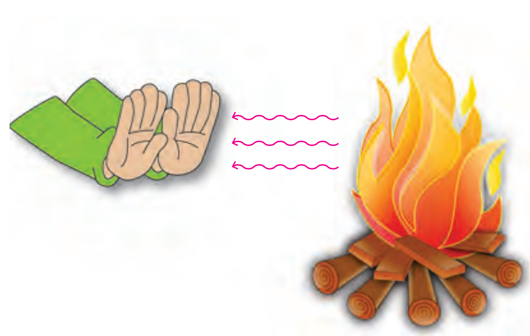
साहित्य : परीक्षानळी, बर्फाचा खडा, स्टीलची जाळी, बर्नर, मेणबत्ती इत्यादी.

कृती : एका परीक्षानळीत पाणी घ्या. स्टीलच्या एका जाळीत बर्फाचा एक तुकडा गुंडाळून परीक्षानळीत सोडा. तो तळाशी जाईल. आता चिमट्याने परीक्षानळी पकडून आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तिरकी धरून, तिच्या वरच्या भागाला बर्नरने उष्णता द्या. त्या भागातील पाणी उकळू लागेल, तेव्हा उष्णता देणे बंद करा. आता तळाशी असलेल्या बर्फाच्या खड्याचे निरीक्षण करा. वरच्या भागाला उष्णता दिली, तरीही ती तळापर्यंत पोहोचत नाही. हे कसे घडते? उष्णतेमुळे घनता कमी झालेले पाणी खाली जाऊ शकत नाही. त्यामुळे अभिसरण क्रिया घडत नाही.



9.4 घनता व अभिसरण संबंध

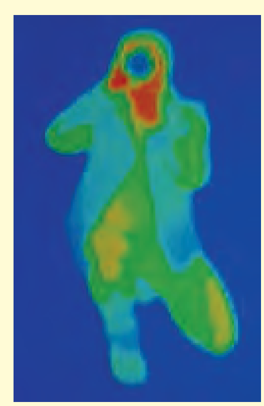
कृती : एक मेणबत्ती पेटवून उभी करा. तिच्या दोन्ही बाजूंनी तळहात दूर धरा. हात थोडे थोडे जवळ आणा. काय जाणवते? तुम्ही शेकोटीजवळ किंवा सकाळी कोवळ्या उन्हात उभे राहिले आहात का? सूर्य आपल्यापासून लाखो किलोमीटर अंतरावर आहे. सूर्य व पृथ्वी या दरम्यान हवाही नाही. हवेचा थर पृथ्वीलगतच आहे. मग ही उष्णता आपल्यापर्यंत कशी आली? कोणतेही माध्यम नसताना ही उष्णता संक्रमित झाली. अशा प्रकारे माध्यम नसतानाही होणाऱ्या उष्णतेच्या संक्रमणास **प्रारण (Radiation)** म्हणतात.



9.5 प्रारण

विज्ञानाची किमया !

निसर्गातील अनेक वस्तू, उदाहरणार्थ, झाडे, डोंगर, दगडगोटे, रस्ते यांपासून उष्णतेचे प्रारण होत असते. या प्रारणांचा वापर करून रात्रीच्या वेळी आजूबाजूचा परिसर दिसू शकेल असा कॅमेरा विकसित झाला आहे. त्याला **अवरक्त कॅमेरा** म्हणतात. अशा कॅमेऱ्याचा वापर करून रात्रीच्या वेळेस शत्रूच्या हालचालींवर नजर ठेवता येते.



उष्णतेचे प्रारण होत असताना ही प्रारणे जेव्हा एखाद्या वस्तूवर पडतात तेव्हा उष्णतेचा काही भाग हा वस्तूकडून शोषून घेतला जातो, तर काही भाग परावर्तित केला जातो. एखाद्या पदार्थाची उष्णतेची प्रारणे शोषून घेण्याची क्षमता ही त्याच्या रंगावर तसेच अंगभूत गुणधर्मावर अवलंबून असते.

करून पाहूया. **साहित्य :** ॲल्युमिनिअमचे एकसारख्या आकारांचे दोन डबे, दोन सारखेच काचेचे लहान ग्लास, पाणी, तापमापी, काळा रंग, इत्यादी.

कृती : एक डबा बाहेरून काळ्या रंगाने रंगवा. तो वाळू द्या. दुसरा तसाच ठेवा. नंतर दोन्ही डब्यांमध्ये समान तापमानाचे पाणी भरलेले प्रत्येकी 1-1 ग्लास ठेवा. झाकण लावा. हे दोन्ही डबे उन्हात ठेवा. उन्हात दोन तास ठेवल्यानंतर या दोन्ही डब्यांमधील ग्लासातील पाण्याचे तापमान मोजा. तापमानांतील फरकाचे कारण सांगा.

उष्णतेचे सुवाहक व दुर्वाहक (Good and bad conductors of heat)

एका काचेच्या चंचुपात्रात स्टीलचा चमचा, तांब्याची पट्टी किंवा सळई, कंपासमधील डिव्हायडर, पेन्सिल, प्लॅस्टिकची पट्टी ठेवा. त्यामध्ये गरम केलेले पाणी टाका. (60° ते 70°C पर्यंत तापलेले). थोडा वेळ थांबून त्यातील प्रत्येक वस्तूच्या पाण्याबाहेरील टोकाला स्पर्श करा व तुमची निरीक्षणे खालील तक्त्यात नोंदवा.

वस्तू	टोकाला आलेली उष्णता (खूप गरम, गरम, कोमट, वातावरणाइतकी थंड)

यावरून काय निष्कर्ष काढाल ?

काही पदार्थ उष्णतेचे सुवाहक आहेत तर काही दुर्वाहक आहेत. तांब्याच्या पट्टीतून किंवा भांड्यातून उष्णता सहजपणे वाहून नेली जाते; परंतु प्लॅस्टिक, लाकूड यांमधून उष्णतेचे वहन सहजपणे होत नाही.

गरम चहा काचेच्या ग्लासमध्ये किंवा मातीच्या कपात घेतला तर तो आपण सहजपणे हातात धरू शकतो. पण तोच चहा स्टीलच्या ग्लासमध्ये किंवा तांब्याच्या भांड्यात घेतला तर तो ग्लास किंवा भांडे आपण हातात घेऊ शकत नाही.

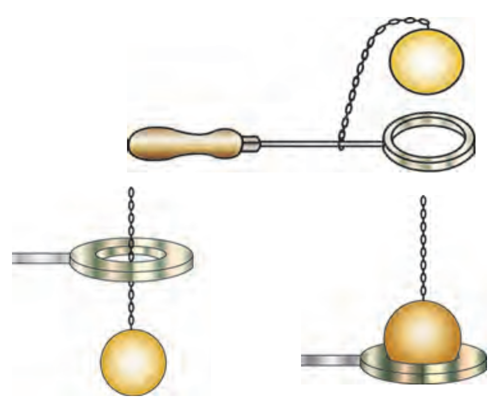
जरा डोके चालवा. उन्हाळ्यात पांढरे तर हिवाळ्यात गडद / काळ्या रंगाचे कपडे का वापरतात ?

उष्णतेमुळे स्थायू पदार्थाचे होणारे प्रसरण व आकुंचन

करून पाहूया. **साहित्य :** धातूचे कडे, धातूचा गोळा, बर्नर, इत्यादी.

कृती : एक धातूचे कडे व एक धातूचा गोळा अशा आकाराचे घ्या, की गोळा कड्यातून जेमतेम आरपार जाईल. गोळा तापवा व तो कड्यातून आत जातो का ते पहा. आता गोळा थंड होऊ द्या व तो कड्यातून जातो का ते पहा.

या प्रयोगावरून तुमच्या लक्षात येईल की उष्णतेमुळे धातू प्रसरण पावतात व उष्णता काढून घेतल्यास आकुंचन पावतात. उष्णतेमुळे स्थायूंचे प्रसरण होते व उष्णता काढून घेतल्यास ते पुन्हा मूळ स्थितीत येतात, मात्र निरनिराळ्या स्थायूंचे प्रसरण पावण्याचे प्रमाण निरनिराळे असते.



उष्णता देण्यापूर्वी उष्णता दिल्यानंतर

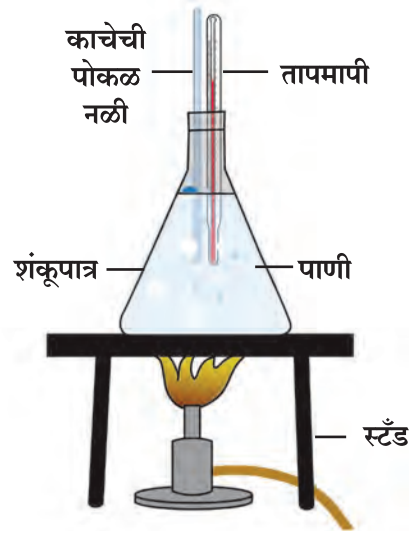
9.6 स्थायू पदार्थाचे प्रसरण व आकुंचन

जरा डोके चालवा. रेल्वेचे रूळ, सिमेंट काँक्रीटचे पूल यांच्या सांध्यांमध्ये फट का ठेवलेली असते?

उष्णतेमुळे द्रवपदार्थांचे होणारे प्रसरण व आकुंचन

साहित्य : 500 मिली चे शंकुपात्र, दोन छिद्रांचे रबरी बूच, काचेची पोकळ नळी, मोजपट्टी, तापमापी, स्टँड, जाळी, बर्नर, आलेख पेपर, इत्यादी.

कृती : शंकुपात्र पाण्याने पूर्ण भरा. काचेची नळी व तापमापी रबरी बुचामध्ये बसवून शंकुपात्राला बसवा. पाण्याला उष्णता देणे सुरू करा. मोजपट्टीच्या आधारे काचेच्या नळीमधील पाण्याची पातळी तापमानाच्या प्रत्येक 2^0C वाढीनंतर नोंदवा. साधारणपणे 10 वाचने घ्या. तापमान वाढत असताना पाण्याच्या पातळीत होणारा बदल दर्शविणारा आलेख काढा. उष्णता देणे थांबवल्यानंतर काय होते ते पहा.



9.7 द्रवपदार्थाचे प्रसरण व आकुंचन

द्रवाला उष्णता दिली की द्रवाच्या कणांमधील अंतर वाढते व त्याचे आकारमान वाढते. याला द्रवाचे प्रसरण होणे म्हणतात. तापमान कमी केल्यास त्याचे आकुंचन होते.

जरा डोके चालवा.

तापमापीमध्ये पारा, अल्कोहोल याचा वापर का करतात?

उष्णतेमुळे होणारे वायू पदार्थांचे प्रसरण व आकुंचन

साहित्य : काचेची बाटली, फुगा, गरम पाणी इत्यादी.

कृती : एका काचेच्या बाटलीवर फुगा लावा. ही बाटली गरम पाण्यामध्ये धरा. काय होते ते पहा.

उष्णता दिल्यामुळे वायूंचे आकारमान वाढते. याला वायूंचे प्रसरण म्हणतात, तर उष्णता काढून घेतल्यास वायूचे आकारमान कमी होते. याला वायूचे आकुंचन म्हणतात.

थर्मास फ्लास्क (ड्यूआर फ्लास्क)

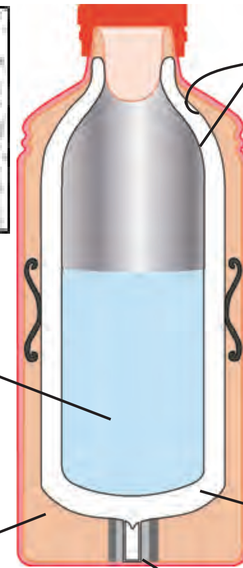
चहा, कॉफी, दूध यांसारखे पदार्थ दीर्घकाळ गरम राहण्यासाठी किंवा सरबतासारखे पदार्थ थंड राहण्यासाठी वापरला जाणारा 'थर्मास' तुम्ही पाहिला असेल. त्यांची रचना व कार्य कसे असते?

हा दुहेरी भिंत असलेला फ्लास्क असतो. यात एकात एक बसवलेल्या काचेच्या सीलबंद केलेल्या नळ्या असतात. दोन्ही नळ्यांचे पृष्ठभाग चांदीचा मुलामा देऊन चकचकीत केलेले असतात. दोन्ही नळ्यांदरम्यानची हवा काढून घेऊन निर्वात पोकळी केलेली असते. नळ्यांच्या बाहेर संरक्षक बरणी (धातू किंवा प्लॅस्टिकची) असते. ही बरणी व आतील फ्लास्क यांच्यामध्ये स्पंज किंवा रबराचे तुकडे फ्लास्कच्या संरक्षणासाठी लावलेले असतात.

असे होऊन गेले

सर जेम्स ड्यूआर हे स्कॉटिश वैज्ञानिक होते. त्यांनी 1892 मध्ये पहिला थर्मास फ्लास्क तयार केला म्हणून त्याला ड्यूआर फ्लास्क असे म्हणतात. पदार्थ थंड अथवा गरम राहण्यासाठी ड्यूआर फ्लास्क आजही वापरात आहे.

थर्मास फ्लास्कचे कार्य : जेव्हा एखादा उष्ण पदार्थ फ्लास्कमध्ये ठेवला जातो तेव्हा आतील नळीच्या चकचकीतपणामुळे बाहेर जाणारी उष्णता पुन्हा आत परावर्तित होते म्हणजेच तिचे प्रारण होत नाही. निर्वातपोकळीमुळे उष्णतेचे वहन होऊ शकत नाही व अभिसरणही होऊ शकत नाही. त्यामुळे उष्णता बाहेरील थंड भागाकडे संक्रमित होत नाही आणि आतल्या आत दीर्घकाळ राहते. तरीही थोडी उष्णता वरील झाकणाच्या बाजूकडून व काचेतून होणाऱ्या अल्प वहनामुळे बाहेर येतच असते. त्यामुळे दोन-तीन तासानंतर आतील उष्ण पदार्थ तेवढा उष्ण राहत नाही.



9.8 थर्मास फ्लास्क

माहिती मिळवा. थर्मोवेअर म्हणजे काय ?

स्वाध्याय

1. **रिकाम्या जागी कंसातील योग्य शब्द लिहा.**
   (प्रारण, पांढरा, वहन, निळा, अभिसरण, दुर्वाहकता, सुवाहक, काळा, परावर्तन)
   अ. सर्वाधिक उष्णता .... रंगाच्या वस्तूकडून शोषली जाते.
   आ. उष्णतेच्या .... साठी माध्यमाची आवश्यकता नसते.
   इ. उष्णतेचे वहन .... पदार्थांमधून होते.
   ई. थर्मास फ्लास्कमधील चकाकणारा पृष्ठभाग बाहेर जाणारी उष्णता .... क्रियेने कमी करतो.
   उ. अन्न शिजवण्याची भांडी .... गुणधर्मामुळे धातूची बनवलेली असतात.
   ऊ. सूर्यापासून पृथ्वीला .... मुळे उष्णता मिळते.
2. **कोण उष्णता शोषून घेईल ?**
   स्टीलचा चमचा, लाकडी पोळपाट, काचेचे भांडे, तवा, काच, लाकडी चमचा, प्लॅस्टिकची प्लेट, माती, पाणी, मेण.
3. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**
   अ. ताप आल्यावर कपाळावर थंड पाण्याची पट्टी ठेवल्यास ताप कमी का होतो ?
   आ. राजस्थानमध्ये घरांना पांढरा रंग का देतात ?
   इ. उष्णतेच्या संक्रमणाचे प्रकार लिहा.
   ई. खारे वारे व मतलई वारे उष्णता संक्रमणाच्या कोणत्या प्रकारावर आधारलेले आहेत ते स्पष्ट करा.
   उ. अंटार्क्टिका खंडातील पेंग्विन पक्ष्यांचा रंग वरून काळा का असतो ?
   ऊ. खोलीमध्ये हीटर खाली व वातानुकूलन यंत्रे भिंतीवर उंचावर का बसवलेली असतात ?
4. **शास्त्रीय कारणे लिहा.**
   अ. साध्या काचेच्या बाटलीत उकळते पाणी टाकल्यास ती तडकते, पण बोरोसिलने बनलेल्या काचेच्या बाटलीत उकळते पाणी टाकल्यास ती तडकत नाही.
   आ. उन्हाळ्यात लोंबकळणाऱ्या टेलिफोनच्या तारा हिवाळ्यात समांतर झालेल्या दिसतात.
   इ. हिवाळ्यात गवतावर दवबिंदू जमा होतात.
   ई. हिवाळ्यात रात्री आपल्या हाताला लोखंडाचा खांब लाकडी दांड्यापेक्षा थंड लागतो.

उपक्रम : दैनंदिन जीवनात आढळून येणाऱ्या उष्णतेच्या संक्रमणांच्या विविध उदाहरणांच्या नोंदी घ्या.

♦ ♦ ♦