# इकाई 5 ऊष्मा एवं ताप

- **ताप का मापन**
- **ऊष्मा का मापन एवं निर्भरता**
- **ऊष्मा स्थानान्तरण की विधियाँ**
- **ऊष्मा चालन के आधार पर पदार्थों का वर्गीकरण**
- **ऊष्मा के सापेक्ष अवस्था परिवर्तन, द्रवणांक एवं क्वथनांक का परिचय**
- **दैनिक जीवन में ऊष्मा का प्रभाव तथा वस्तुओं पर ऊष्मा के प्रभावों का उपयोग**

सर्दी के दिनों में हम ऊनी कपड़े पहनते हैं और हमें धूप में बैठना अच्छा लगता है। क्योंकि इससे हमें गर्मीमिलती है। इसके विपरीत गर्मीके दिनों में हम सूती कपड़े पहनते हैं और हमें छांव में बैठना अच्छा लगता है। गर्मीमें घरों को ठण्डा करने के लिये पंखा, कूलर आदि का प्रयोग किया जाता है।

इसी प्रकार दैनिक जीवन में भी हम अनेक वस्तुओं के सम्पर्क में आते हैं। उनमें से कुछ वस्तुएँ ठण्डी (बर्फ , आइसक्रीम आदि) तथा कुछ वस्तुएँ गर्म (चाय, सूप आदि) प्रतीत होती हैं।

किसी वस्तु की गरमाहट अथवा ठण्डेपन की माप को ताप कहते हैं। आइये, पता लगायें ताप का मापन कैसे करते हैं।

## 5.1 ताप का मापन

## क्रियाकलाप 1

- चित्रानुसार तीन पात्र लेकर उस पर 1, 2, 3 नम्बर डाल दीजिये।
- पात्र 1 में बर्फ का पानी, पात्र 2 में गर्म जल तथा पात्र 3 में सामान्य पानी लीजिए।
- पात्र 1 में बाँया हाथ अथवा अँगुली तथा पात्र 2 में दायाँ हाथ या अँगुली डालिये
- दो मिनट के उपरान्त, दोनों हाथ एक साथ पात्र 3 में डालिये। क्या महसूस होता है ?

**सावधानी - पानी इतना गर्म न हो कि हाथ जल जाये।**

दाँये हाथ को पात्र 3 का पानी गर्म प्रतीत होता है, जबकि बाँये हाथ को पात्र 3 का पानी ठण्डा प्रतीत होता है। इसका कारण है कि यदि कोई वस्तु हमारे शरीर से गर्म है तो हमें गर्म प्रतीत होगी और यदि कोई वस्तु हमारे शरीर से ठण्डी है तो ठण्डी प्रतीत होगी। स्पर्शेन्द्रियों द्वारा किसी वस्तु का ताप अर्थात गर्माहट अथवा ठण्डेपन का अनुभव विश्वसनीय नहीं है। इसलिए किसी वस्तु के ठण्डेपन और गर्माहट की सही-सही माप एक भौतिक राशि ताप द्वारा व्यक्त की जाती है। इस राशि को मापने के लिये तापमापी अथवा थर्मामीटर यंत्र का प्रयोग किया जाता है।

## तापमापी या थर्मामीटर

तापमापी या थर्मामीटर वह यन्त्र है जो ताप मापने में प्रयुक्त होता है। दैनिक जीवन में प्रयोग के आधार पर यह समान्यत: दो प्रकार का होता है - डॉक्टरी थर्मामीटर एवं प्रयोगशाला थर्मामीटर।

किसी व्यक्ति को बुखार आने पर उसका ताप सामान्य ताप से बढ़ जाता है, जिसे डॉक्टरी थर्मामीटर द्वारा मापा जाता है। प्रयोगशाला में किसी वस्तु का ताप प्रयोगशाला तापमापी

द्वारा ज्ञात किया जाता है।

सामान्यत: तापमापी काँच की एक पतली नली की तरह होता है। इस नली का निचला सिरा बल्ब की आकृति का होता है। इस बल्ब में पारा या अल्कोहल भरा होता है तथा दूसरा सिरा बन्द कर देते हैं।

## डॉक्टरी थर्मामीटर

डॉक्टरी तापमापी में 35°C से 42°C तक चिन्ह बने होते हैं तथा बल्ब के पास कुछ मुड़ी होती है। जिसके कारण बुखार नापने के बाद तापमापी मुँह से निकालने के बाद भी पारा अपने आप नीचे नहीं आता और पाठ्यांक (रीडिंग) लेने में आसानी होती है। आजकल डिजिटल थर्मामीटर का उपयोग भी होने लगा है जिसमें तापमान सीधे अंकों में प्रदिर्शत होता है। स्वस्थ मनुष्य के शरीर का ताप 37°C अथवा 98.6°F होता है।

**चित्र 5.2 डॉक्टरी थर्मामीटर**

## थर्मामीटर से ताप नापना

सबसे पहले दो बड़े चिह्नों के बीच ताप का अन्तर नोट करें। यदि दो बड़े चिह्नों के बीच 1 डिग्री का अन्तर है तथा इन चिह्नों के बीच पाँच बराबर भाग है। तो एक छोटे खाने का मान 0.2°Cहोगा।

उपयोग करने से पहले थर्मामीटर को अच्छी प्रकार धो लें। धोने के लिए किसी प्रतिरोधी (ऐंटीसेप्टिक) घोल का उपयोग करना चाहिये। अब थर्मामीटर को कस कर हाथ में पकड़ें

और झटके देकर पारे को 35°C निशान के नीचे ले आयें। अब थर्मामीटर के बल्ब को अपनी जीभ के नीचे रखें। 2 मिनट के पश्चात् थर्मामीटर को बाहर निकालें और उसका पाठ्यांक नोट कीजिय। यही पाठ्यांक आपके शरीर का ताप है।

## सावधानियाँ

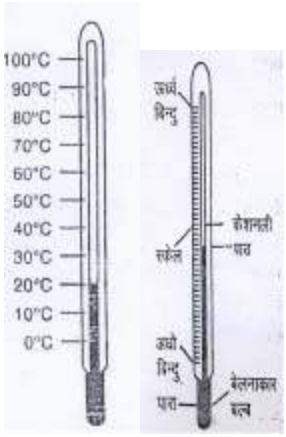
- थर्मामीटर को पढ़ते समय पारे का तल दृष्टि-रेखा की सीध में होना चाहिये।
- थर्मामीटर किसी कठोर वस्तु से टकराना नहीं चाहिये।
- थर्मामीटर का उपयोग करते समय बल्ब को हाथ से नहीं पकड़ना चाहिए।
- डॉक्टरी थर्मामीटर का उपयोग मनुष्य के शरीर के ताप मापन के अलावा कहीं और नहीं करना चाहिए।

## क्रियाकलाप 1

डॉक्टरी थर्मामीटर से अपने 10 मित्रों के शरीर का ताप मापिये और तालिका बनाइये।

## प्रयोगशाला थर्मामीटर

प्रयोगशाला तापमापी में पैमाना बनाने के लिये तापमापी की नली को बर्फ के टुकड़ों में रखते हैं। ठण्डा होने पर पारा जहाँ पर ठहरता है उस बिन्दु पर 0°C अंकित करते हैं जिसे अधोबिन्दु कहते हैं। इसके पश्चात् नली को उबलते जल के वाष्प में रखते हैं। उस बिन्दु पर 100°C अंकित करते हैं। इस बिन्दु को ऊध्व बिन्दु कहते हैं। इन दोनों बिन्दुओं के बीच की लम्बाई को 100 बराबर भागों में बाँट लेते हैं। इस प्रकार एक भाग का मान 1°C होगा।




**चित्र 5.3 प्रयोगशाला थर्मामीटर**

फारेनहाइट पैमाने पर अधोबिन्दु को 32°F तथा उâध्व बिन्दु को 212°F अंकित करते हैं। इन दोनों बिन्दुओं के बीच की लम्बाई को 180 बराबर भागों में बाँट लेते हैं। इस प्रकार एक भाग 1°F होगा।

अत: सेल्सियस पैमाने पर 100 खाने = फारेनहाइट पैमाने पर 180 खाने।

यदि सेल्सियस पैमाने पर ताप C तथा फारेनहाइट पैमाने पर ताप F है तो

$\frac{C}{100}=\frac{F-32}{180}$ या $\frac{C}{5}=\frac{F-32}{9}$

सेल्सियस ताप और फारेनहाइट ताप में सम्बन्ध से किसी वस्तु का ताप एक पैमाने पर मापकर दूसरे पैमाने में बदला जा सकता है।

## 5.2 ऊष्मा की अभिधारणा

## क्रियाकलाप 2

- एक भगौने में पानी भर कर उसे जलते स्टोप पर रखकर गर्म कीजिए।
- जब भगौने का पानी उबलने लगे तो उसे एक प्लेट ढक दें और अवलोकन करें।

**चित्र 5.4**

प्लेट ऊपर नीचे हो रही है और पानी की भाप बाहर निकल रही है। जब पानी को गरम करते हैं अर्थात् ऊष्मा देते हैं तो पानी उबलने लगता है और वाष्प में बदल जाता है। जिसके फलस्वरूप प्लेट ऊपर नीचे होने लगती है। भाप में यह करने की क्षमता ऊष्मा से प्राप्त होती है। अत: ऊष्मा में कार्य करने की क्षमता है। हम जानते हैं कि कार्य करने की क्षमता ऊर्जा कहलाती है। अत: ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है।

## क्रियाकलाप 3

- एक बर्तन में ठण्डा पानी लेकर प्रयोगशाला तापमापी से उसका ताप ज्ञात कीजिए।
- धातु के एक टुकड़े को गर्म करके ठण्डे पानी में डाल दीजिए।
- कुछ समय बाद पानी का ताप पुन: ज्ञात कीजिए। तापमापी के पाठ्यांक में क्या अन्तर दिखायी देता है ?

आप देखते हैं कि दूसरी बार पानी का ताप बढ़ गया जिससे तापमापी का पाठ्यांक बढ़ जाता है। इससे स्पष्ट है कि धातु के गर्म टुकड़े से ऊष्मीय ऊर्जा का प्रवाह ठण्डे पानी की ओर होता है। अत: ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जिसका प्रवाह अधिक ताप से कम ताप की वस्तु की ओर होता है।

## ऊष्मा का मात्रक

ऊष्मा ऊर्जा का ही रूप है। अत: इसे मापने के लिए ऊर्जा के मात्रकों का उपयोग किया जाता है। ऊर्जा का मात्रक (SI) जूल है। इसलिए ऊष्मा मापन की भी मात्रक जूल है। ऊष्मा के अन्य मात्रक कैलोरी, किलोकैलोरी भी प्रचलित है।

**1 ग्राम शुद्ध जल का ताप 14.5°C से 15.5°C तक अर्थात 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रक को 1 कैलोरी कहते है।**

**1 कैलोरी= 4.18 जूल 1 किलो कैलोरी = 1000 कैलोरी = $4.18X10^3$ जूल**

## 5.3 ऊष्मा का मापन एवं निर्भरता

किसी वस्तु के ताप में वृद्धि के लिए आवश्यक ऊष्मा कई कारणों पर निर्भर करती है। एक कप पानी को उबालने के लिए भगोने को ज्यादा देर तक स्टोव पर रखना होता है या एक भगोना पानी को उबालने के लिए। हम देखते हैं कि एक कप पानी को उबालने में कम ऊष्मा देनी पड़ती है जबकि भगोने में रखे अधिक पानी को उबालने में अधिक ऊष्मा देनी पड़ती है अर्थात अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होती है। अत:

**किसी वस्तु के ताप में वृद्धि के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा (Q) उस वस्तु के द्रव्यमान (m) पर निर्भर करती है ।$Q \propto m$**

क्या ऊष्मा की मात्रा और अन्य कारकों पर भी निर्भर करती है ?

## क्रियाकलाप 4

- काँच के दो बीकर लें। एक बीकर के आधे भाग (1/2 भाग) तक जल भरें । जल का ताप थर्मामीटर की सहायता से ज्ञात करें। यह जल का प्रारम्भिक ताप है ।
- अब इस जल को स्पिरिट लैम्प की सहायता से इतना गर्म करें कि जल का ताप प्रारम्भिक ताप से 20°C बढ़ जाय। साथ ही यह भी नोट करें कि ताप वृद्धि में

कितना समय लगा।

- अब दूसरे बीकर में पहले बीकर के बराबर जल लेकर इसे इतना गर्म करें कि जल का ताप प्रारम्भिक ताप से 40°C बढ़ जाय। इसी के साथ-साथ ताप वृद्धि में लगा समय भी नोट करें।

आपने देखा कि दूसरे बीकर के जल को गर्म करने में पहले बीकर की अपेक्षा अधिक समय लगता है ।इससे निष्कर्ष निकलता है कि अधिक ताप तक गर्म करने पर अधिक और कम ताप तक गर्म करने पर कम ऊष्मा लगती है ।

**ऊष्मा की मात्रा Q वस्तु के तापान्तरΔt (प्रारम्भिक तथा अन्तिम ताप के अन्तर) पर निर्भर करती है ।$Q \propto \Delta t$**

## क्रियाकलाप 5

- काँच के दो बीकर (A,B) लीजिए। एक बीकर (A) के आधे भाग को जल से भरिये।
- दूसरे बीकर (B) में भी उसके आधे भाग तक वनस्पति तेल लीजिए।
- दोनों बीकरों को बारी-बारी से जलते हुए स्पिरिट लैम्प से 3-3 मिनट तक गर्म कीजिए।
- थर्मामीटर की सहायता से दोनों बीकरों में रखे द्रवों का ताप ज्ञात कीजिए। दोनों द्रवों में से किस द्रव का ताप अधिक है ?

तेल का ताप अधिक है। इससे निष्कर्ष निकलता है कि समान द्रव्यमान की भिन्न-भिन्न वस्तुओं को समान समय तक (समान परिमाण में ऊष्मा देने पर) गर्म करने पर उनके ताप में वृद्धि अलग-अलग होती है।

**चित्र 5.5**

इससे स्पष्ट होता है कि किसी पदार्थ के ताप में निश्चित वृद्धि के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा उस पदार्थ के द्रव्यमान (m) और तापान्तर Δt (ताप वृद्धि) के अलावा एक और कारक पर निर्भर करती है। यह कारक उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा (S) है, जो पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

किसी पदार्थ को निश्चित ताप तक गर्म करने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा वस्तु के द्रव्यमान, तापान्तर तथा विशिष्ट ऊष्मा पर निर्भर करती है।

गणितीय रूप में, ऊष्मा की मात्रा · पदार्थ का द्रव्यमानXपदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा X पदार्थ की तापवृद्धि

**Q=mXSXΔt**

## विशिष्ट ऊष्मा का मात्रक

$$S = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{\text{कैलोरी}}{\text{किलोग्राम} \times \text{डिग्री सेल्सियस}}$$

यदि m=1 किलोग्राम तथाΔt=1°Cहो तो S=Q

अत: किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा है जो उस पदार्थ के एकांक द्रव्यमान के ताप में 10°Cतक परिवर्तन के लिये आवश्यक होती है।

## 5.4 ऊष्मा स्थानान्तरण की विधियाँ

आपने अनुभव किया होगा कि गर्म चाय स्टील के खाली गिलास में डालने से गिलास गर्म हो जाता है । धातु की छड़ के एक सिरे को गर्म करने पर कुछ देर बाद छड़ का दूसरा सिरा भी गर्म हो जाता है। गर्म चाय से भरे गिलास को कुछ देर खुला रख देने से चाय ठंडी

हो जाती है। इसी प्रकार आग के सामने कुछ दूरी पर खड़े होने पर शरीर गर्म होने लगता है ।

उक्त सभी क्रियाओं से स्पष्ट है कि ऊष्मा का स्थानान्तरण एक वस्तु से दूसरी वस्तु में, एक स्थान से दूसरे स्थान तक तथा वस्तु के एक भाग से दूसरे भाग तक होता है। ऊष्मा स्थानान्तरण की क्रिया को ऊष्मा का संचरण कहते हैं।

दो वस्तुओं के बीच ऊष्मा का संचरण तापान्तर के कारण होता है। ऊष्मा का संचरण अधिक ताप वाली वस्तु से कम ताप वाली वस्तु की ओर होता है। ऊष्मा का संचरण निम्नलिखित तीन विधियों द्वारा होता है :-

1.चालन (Conduction) 2.संवहन (Convection) 3.विकिरण (Radiation)

## 1. चालन

### क्रियाकलाप 5

स्टील के चम्मच का एक सिरा बीकर के उबलते जल में रखें । चम्मच के दूसरे सिरे को हाथ से पकड़े रहें। क्या होता है ?

चम्मच का दूसरा सिरा ऊष्मा मिलने के कारण धीरे-धीरे काफी गर्म हो जाता है। आप सोचते होंगे कि उबलते जल की ऊष्मा चम्मच के एक सिरे से दूसरे सिरे तक कैसे पहुँची ?

**चित्र 5.6**

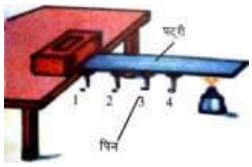
आप जानते हैं कि प्रत्येक पदार्थ अणुओं से मिलकर बना होता है। चम्मच का जो सिरा उबलते जल में है उसका ताप बढ़ता है । तप्त अणु अपनी ऊष्मा अपने पड़ोसी अणु को स्थानान्तरित करते हैं। पुन: ये अणु अपनी ऊष्मा का स्थानान्तरण अपने पड़ोसी अणुओं को करते हैं। इस प्रकार ऊष्मा अधिक ताप से कम ताप के सिरे तक पहुँच जाती है और कुछ समय बाद चम्मच का दूसरा सिरा भी गर्म हो जाता है। ऊष्मा संचरण की यह विधि चालन कहलाती है।

## क्रियाकलाप 6

लोहे की एक पटरी लें। पटरी के ऊपर समान दूरी पर मोम की सहायता से चार पिनें 1,2,3 व 4 चिपका दें।

अब पटरी को चित्र (5.7) अनुसार मेज पर रखकर इसके एक सिरे को ईंट से दबा दें ।

दूसरे सिरे को स्पिरिट लैम्प की सहायता से गर्म करें। क्या होता है ?




**चित्र 5.7 चालन विधि का प्रयोग**

गर्म करने पर पिनें एक-एक करके गिरने लगती हैं । कौन सी पिन सबसे पहले गिरती है ? जिस सिरे को गर्म कर रहे हैं उसके पास वाली पिन नं0 4 सबसे पहले गिरती है । इसके बाद 3,2 तथा 1सं0 वाली पिनें क्रम से गिरती हैं ।

यहाँ ध्यान देने वाली बात है कि ऊष्मा स्थानान्तरण में पदार्थ के अणु अपना स्थान नहीं छोड़ते बल्कि तप्त अणु अपनी ऊष्मा अपने पास वाले अणु को देते हैं । इसी प्रकार प्रत्येक अणु अपने पास वाले अणु को ऊष्मा देता है। इस प्रकार ऊष्मा एक सिरे से दूसरे

सिरे की ओर स्थानान्तरित (संचरित) होती है। स्पष्ट है कि ठोस पदार्थों में ऊष्मा का संचरण चालन विधि द्वारा होता है।

## 2. संवहन

द्रवों तथा गैसों में ऊष्मा का स्थानान्तरण चालन विधि द्वारा सम्भव नहीं है।

## क्रियाकलाप 7

- काँच का एक फ्लास्क लें । इसके आधे भाग तक पानी भरें।
- पानी में सावधानीपूर्वक पोटैशियम परमैंग्नेट (लाल दवा) का एक कण फ्लास्क के बीच में डालें।
- फ्लास्क को स्पिरिट लैम्प से धीरे-धीरे गर्म करें।
- पानी में उठने वाली रंगीन धाराओं को ध्यान से देखें। क्या दिखाई देता है ?

**चित्र 5.8 द्रव में संवहन**

आप देखते हैं कि फ्लास्क की पेंदी से जल की लाल पतली धाराएँ नीचे से ऊपर की ओर उठती हुई दिखाई देती हैं तथा कुछ समय बाद चक्कर काटती हुई ये पुन: वापस पेंदी पर आती हैं। ऐसा क्यों होता है? फ्लास्क की तली के जल के अणु पहले गर्म होते हैं। ये अणु अपने पास के ठंडे जल के अणुओं की अपेक्षा हल्के होने के कारण पानी की ऊपरी सतह की ओर जाते हैं और ऊपरी सतह के जल के अणु नीचे की ओर आते हैं। ये अणु भी गर्म होकर फिर ऊपर उठते हैं। यह प्रक्रिया लगातार चलती रहती है और धीरे-धीरे जल गर्म हो

जाता है। उक्त प्रक्रिया में ऊष्मा का स्थानान्तरण गर्म भाग से ठंडे भाग की ओर अणुओं की गति के कारण होता है । ऊष्मा स्थानान्तरण की इस प्रक्रिया को संवहन कहते हैं ।

## संवहन धाराओं का दैनिक जीवन में उपयोग

- घरों तथा कारखानों से निकलने वाला धुआँ तथा गर्म गैसें संवहन धाराओं के कारण ऊपर उठकर चिमनी द्वारा बाहर निकल जाती हैं ।
- श्वसन क्रिया में निकली वायु सामान्य वायु की तुलना में गर्म, नम तथा कम घनत्व वाली होती है। ये ऊपर उठकर छत के पास दीवार में बने रोशनदान से बाहर निकल जाती है । कमरे तथा हाल से गर्म वायु निकालने के लिए छत के पास दीवार में बने बड़े गोलाकार छेद में एक्जास्ट पंखा लगाते हैं । कमरे तथा हाल में ठंडी तथा स्वच्छ हवा खिड़की तथा दरवाजे से आती है।

## 3. विकिरण

यह ऊष्मा संचरण की तीसरी विधि है जिसमें ऊष्मा का स्थानान्तरण एक स्थान से दूसरे स्थान तक बिना किसी माध्यम के होता है । स्थानान्तरण की इस विधि को विकिरण कहते हैं।

इस विधि द्वारा किसी गर्म वस्तु से अपने चारों ओर ऊष्मा की किरणें उसी प्रकार फैलती हैं जिस प्रकार विद्युत बल्ब या जलती हुई मोमबत्ती से प्रकाश की किरणें फैलती हैं।

## क्रियाकलाप 8

- एक मोमबत्ती जला कर खड़ी करें। एक थर्मामीटर को हाथ से पकड़ कर मोमबत्ती की लौ से थोडी दूर पर रखें।
- कुछ देर बाद थर्मामीटर के पाठ्यांक को देखें। पाठ्यांक में क्या अन्तर दिखायी देता है ?

थर्मामीटर के पाठ्यांक में वृद्धि होती है । क्या थर्मामीटर द्वारा प्रदर्शित तापवृद्धि ऊष्मा स्थानान्तरण की चालन तथा संवहन विधि के कारण हैं! नहीं । क्यों ?

1. वायु ऊष्मा की कुचालक होने के कारण थर्मामीटर की घुण्डी तक ऊष्मा का स्थानान्तरण चालन विधि से नहीं हुआ।

2. मोमबत्ती की लौ के आस-पास की गर्म वायु हल्की होने के कारण ऊपर की ओर जाती है । अत: ऊष्मा का स्थानान्तरण संवहन विधि से भी नहीं हुआ ।

स्पष्ट है कि थर्मामीटर की घुण्डी किसी अन्य विधि से गर्म हुई है । इस विधि को विकिरण कहते हैं।

इस विधि में ऊष्मा स्थानान्तरण के लिए दो वस्तुओं के बीच किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। विकिरण कीक्रिया निर्वात में भी हो सकती है।

सूर्य और पृथ्वी के बीच का बहुत बड़ा भाग निर्वात है । सूर्य की ऊष्मीय ऊर्जा निर्वात से होती हुई पृथ्वी तक पहुँचती है।

### दैनिक जीवन में विकिरण का उपयोग

जाड़े के दिनों में आग अथवा विद्युत हीटर के सामने बैठने पर गर्म महसूस होता है। आग अथवा विद्युत हीटर की ऊष्मीय ऊर्जा विकिरण द्वारा बिना बीच के स्थान को गर्म किए सीधे हमारे पास तक पहुँचती है।

## 5.5 ऊष्मा के सुचालक तथा कुचालक

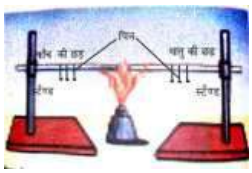
लोहे की छड़ के एक सिरे को गर्म करने पर दूसरा सिरा चालन विधि द्वारा गर्म हो जाता है । यदि सूखी लकड़ी के डंडे के एक सिरे को गर्म करें तो दूसरा सिरा छूने पर गर्म प्रतीत नहीं होता है । स्टील या लोहे में ऊष्मा सुगमतापूर्वक स्थानान्तरित होती है परन्तु सूखी

लकड़ी में ऐसा नहीं होता। जिन पदार्थों से ऊष्मा का संचरण सुगमता पूर्वक होता है, उन्हें ऊष्मा का सुचालक कहते हैं । जैसे- लोहा, ऐलुमिनियम, ताँबा आदि।

जिन पदार्थों में ऊष्मा का संचरण सुगमता से नहीं होता, उन्हें ऊष्मा का कुचालक कहते हैं । जैसे - लकड़ी, काँच, कागज, ऊन, पोर्सिलीन, तथा वायु आदि ।

## क्रियाकलाप 9

- समान आकार एवं लम्बाई की काँच तथा धातु की एक-एक छड़ लें।
- दोनों छड़ों पर समान दूरी पर मोम की सहायता से ड्राइंग बोर्ड पिनें चिपकाएँ (चित्र 5.9)।
- दोनों छड़ों को चित्रानुसार स्टैण्ड पर लगाकर इनके स्वतंत्र सिरों को थोड़ी दूरी पर रखकर एक साथ स्पिरिट लैम्प से गर्म करें। किस छड़ की कीलें पहले तथा जल्दी गिरती हैं ?



**चित्र 5.9 सुचालक तथा कुचालककी पहचान का प्रयोग**

धातु की छड़ में लगी कीलें एक-एक करके गिरने लगती हैं । इससे स्पष्ट है कि काँच की छड़ की तुलना में धातु की छड़ ऊष्मा की सुचालक है।

## सुचालक तथा कुचालक पदार्थों का दैनिक जीवन में उपयोग

1. दैनिक जीवन में सुचालक तथा कुचालक पदार्थों का उपयोग सदैव होता रहता है, जैसे - ऊष्मा के अच्छे चालक होने के कारण पीतल तथा एलुमिनियम के बने बर्तनों का उपयोग खाना पकाने में किया जाता है।

2. ऊष्मा के कुचालक होने के कारण धातु के बने बर्तनों के हैण्डिल के ऊपर -लकड़ी, बाँस, बैकेलाइट आदि चढ़ा देते हैं ताकि हैण्डिल गर्म न हो तथा बर्तनों के गर्म होने पर इसे पकड़कर काम करने में आसानी हो ।

3. बर्फ को पिघलने से बचाने के लिए इसके चारों ओर लकड़ी का बुरादा अथवा ऊनी कपड़ा लपेट देते हैं । इससे ऊष्मा का संचरण नहीं हो पाता है ।

4. जाड़े के दिनों में ठंड से बचने के लिए ऊनी कपड़ों का प्रयोग करते हैं ।

## 5.6 पदार्थ की अवस्था परिवर्तन

पदार्थ की तीन अवस्थाएँ होती हैं, ठोस, द्रव और गैस।

## क्रियाकलाप 10

विज्ञान किट मे दिये गये बीकर मे कुछ बर्फ के टुकड़े लीजिये। अब उसे ट्राइपॉड पर रख कर स्पिरिट लैम्प से गर्म कीजिए। गर्म करने पर होने वाले परिवर्तनों को ध्यानपूर्वक देखिए।

आप देखते हैं कि पहले बर्फ (ठोस) पिघलकर पानी (द्रव) में बदलता है और गर्म करने पर पानी (द्रव) वाष्प (गैस) में बदल जाता है। अत: ऊष्मा देकर किसी पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन किया जा सकता है।

इसी प्रकार किसी जल वाष्प को ठण्डा करने पर वाष्प (गैस) पहले जल (द्रव) और फिर बर्फ (ठोस) में बदलता है।

अवस्था परिवर्तन के समय पदार्थ का ताप नियत रहता है।

## कुछ और भी जानें

कुछ पदार्थ गर्म करने पर ठोस अवस्था से सीधे गैसीय अवस्था में बदल जाते हैं। ऐसे पदार्थ उध्र्वपातन पदार्थ कहलाते हैं, जैसे - कपूर, नौसादर आदि।

## गलनांक

## क्रियाकलाप 11

एक भगौने या बीकर में बर्फ के टुकड़े लीजिए। इसमें एक प्रयोगशाला थर्मामीटर चित्रानुसार लगाइए। इन टुकड़ों को गर्म कीजिए। क्या देखते हैं ?

बर्फ पिघलने लगती है तथा पानी में बदलने लगती है (चित्र 5.10 a)। प्रारम्भ में पिघले हुये पानी का ताप 0°C ही रहता है। पानी का ताप तब तक 0°C रहता है जब तक कि पूरी बर्फ पिघल कर पानी में न बदल जाय।

**वह निश्चित ताप जिस पर कोई ठोस गरम करने पर द्रव में बदलता है उस पदार्थ का गलनांक कहलाता हैं। बर्फ का गलनांक 0°C है।**

## क्वथनांक

उपरोक्त क्रियाकलाप 11 के भगौने के 0ष्टण् वाले पानी को गर्म करें। पानी का ताप बढ़ता है। पानी का ताप जब 100°C तक पहुँच जाता है तो दी गयी ऊष्मा से पानी का ताप नहीं बढ़ता है और पानी उबलने लगता है (चित्र 5.10 b)। स्पष्ट है कि 100°C ताप पर पानी को दी गयी ऊष्मा पानी को जलवाष्प में बदल देती है अर्थात् द्रव को गैसीय अवस्था में बदलने में व्यय होती है।

**चित्र 5.10 b**

**वह निश्चित ताप जिस पर कोई द्रव उबलता है और गैसीय अवस्था में बदलता है वह दिये गये द्रव का क्वथनांक कहलाता है। पानी का क्वथनांक 100°C है।**

## 5.7 ऊष्मा का प्रभाव

किसी पदार्थ को ऊष्मा देने पर सामान्य रूप से निम्नलिखित परिवर्तन होते हैं।

1. पदार्थ के ताप में वृद्धि, 2 पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन, 3. पदार्थ में प्रसार

हम किसी पदार्थ को ऊष्मा देने पर पदार्थ के ताप में वृद्धि तथा पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन का अध्ययन कर चुके हैं। आइये, अब पदार्थ में प्रसार के बारे में जानें।

### ऊष्मीय प्रसार

ठोस, द्रव तथा गैस के ताप को बढ़ाने पर उनके आयतन में प्रसार होता है। इस घटना को ऊष्मीय प्रसार कहते हैं।

### ठोसों का प्रसार

आपने देखा होगा कि स्टील के दो गिलास जब एक दूसरे में पंâस जाते हैं तो उन्हें गर्म करके आसानी से निकाल लेते हैं। आइये विचार करें कि ऐसा क्यों करते हैं।

### क्रियाकलाप 12

- धातु की एक छोटी गेंद लीजिए ।
- धातु का एक छल्ला लें जिसका आन्तरिक व्यास इतना हो कि गेंद आसानी से छल्ले के आर-पार जा सके ।
- गेंद को स्पिरिट लैम्प की सहायता से कुछ देर तक गरम कीजिए।
- अब गेंद को छल्ले के ऊपर रखिए। देखें क्या होता है ?
- गर्म करने पर गेंद छल्ले के आर-पार नहीं जा रही है। क्योंकि गर्म करने पर गेंद का आकार बढ़ जाता है अर्थात् इसमें प्रसार हो जाता है।

गेंद को छल्ले के ऊपर थोड़ी देर तक रखा रहने दें जिससे गेंद ठंडी हो जाय चित्र (5.11)। अब आप देखेंगे कि गेंद छल्ले के अन्दर से होती हुई नीचे चली जाती है। क्योंकि ठंडी होने पर गेंद का आकार कम हो जाता है।

**अत: धातु के ठोस पदार्थ गरम करने पर फैलते हैं तथा ठंडा करने पर सिकुड़ते हैं । गरम करने पर ठोसों के आकार में वृद्धि को प्रसार कहते हैं ।**

## द्रवों में प्रसार

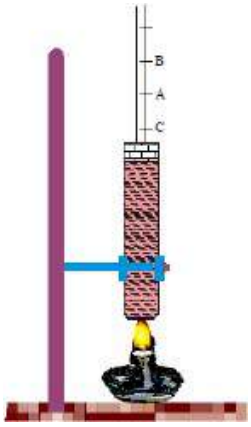
गर्म करने पर द्रवों में भी प्रसार होता है।

## क्रियाकलाप 13

- एक परखनली लेकर उसमें रंगीन पानी भरिये।
- एक कार्क में काँच की कम व्यास की एक नली लगा कर परखनली के मुँह पर लगा दीजिए।
- काँच की नली में रंगीन पानीजिस ऊँचाई तक चढ़ता है उस ऊँचाई पर निशान A लगाइये।

- अब परखनली को स्पिरिट लैंप द्वारा गर्म करिए आपने क्या देखा ? रंगीन पानी का तल नीचे गिरता है। पानी के इस तल पर निशान C लगाइये।
- परखनली को गर्म करते रहने पर कुछ देर बाद पानी के तल पर क्या प्रभाव पड़ा। काँच की नली में पानी का तल ऊपर चढ़ता है। अब पानी का तल जिस ऊँचाई तक चढता है, उस पर अब निशान B लगायें।

उपरोक्त क्रियाकलाप में जब परखनली को गर्म किया जाता है तो पहले ऊष्मा परखनली को मिलती है जिससे पहले परखनली में प्रसार होता है इस कारण पहले रंगीन पानी का तल बिन्दु A से C तक नीचे गिरता है। अब गर्म करने पर ऊष्मा पानी को मिलती है जिससे पानी का तल बिन्दु C से बिन्दु B तक बढ़ता है। बिन्दु A से बिन्दु C तक तल में गिरावट परखनली के प्रसार के कारण होती है फिर बिन्दु C से B तक प्रसार पानी के प्रसार के कारण होता है।




**चित्र 5.12 द्रवों में प्रसार**

**अत: ठोस की भाँति द्रव भी गर्म करने पर फैलते हैं तथा ठण्डा करने पर सिकुड़ते हैं, अर्थात द्रवों में भी प्रसार होता है।**

## गैसों में प्रसार

इसी प्रकार आप जानना चाहेंगे कि क्या गर्म करने पर गैसों में भी प्रसार होता है।

## क्रियाकलाप 14

- काँच की एक खाली तथा स्वच्छ छोटी बोतल लें।
- इसके मूँह पर चित्र 5.13 के अनुसार बिना फूला हुआ गुब्बारा बाँधें।
- अब बोतल को चौड़े मुँह के बर्तन में रखिए। इस बर्तन में गर्म पानी डालिए।
- बोतल के मूँह में लगे गुब्बारे का अवलोकन कीजिए। क्या होता है ?

गुब्बारा फूल जाता है क्योंकि गर्म जल के कारण बोतल के अन्दर की हवा गर्म होकर फैलती है जो बोतल के मूँह पर लगे गुब्बारे में प्रवेश करती है जिसके कारण गुब्बारा फूल जाता है।

**चित्र 5.13 गैसों में प्रसार**

बोतल को गर्म जल से निकाल कर ठंडा करने पर गुब्बारा पुन: पिचक जाता है । इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि **ठोस तथा द्रव की भाँति गर्म करने पर गैसों में भी प्रसार होता है। गर्म करने पर गैसें फैलती हैं तथा ठंडा करने पर सिकुड़ती हैं।**

## 5.8 दैनिक जीवन में ऊष्मा का प्रभाव

क. रेल की पटरियों को जोड़ते समय उनके बीच कुछ जगह छोड़ी जाती है, ताकि गर्म होकर फैलने पर पटरी टेढ़ी न हो जाये।

ख. दो खम्भों के बीच तार को ढ़ीला बाँधा जाता है ताकि सर्दी में तार के सिकुड़ने पर खम्भे टेढ़े न हो जायें।

ग. दो फँसे हुए गिलास को निकालने के लिये उनको गर्म करते हैं, ताकि गर्म होने पर गिलास में प्रसार हो और वह निकल जाये।

## हमने सीखा

- ताप को तापमापी द्वारा मापा जाता है। ताप का मात्रक °C अथवा 0°F होता है।
- ऊष्मीय ऊर्जा का मात्रक कैलोरी या जूल होता है। 1 कैलोरी = 4.18 जूल
- किसी वस्तु को दी गयी ऊष्मा वस्तु के द्रव्यमान तथा तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।
- ऊष्मा का संचरण चालन, संवहन तथा विकिरण द्वारा होता है।
- जिन पदार्थों में ऊष्मा का संचरण आसानी से हो जाता है वे ऊष्मा के सुचालक कहलाते हैं।
- जिन पदार्थों में ऊष्मा का संचरण नहीं होता है। वे ऊष्मा के कुचालक कहलाते हैं।
- वह निश्चित ताप जिस पर कोई ठोस गर्म करने पर द्रव में बदलता है, उस पदार्थ का गलनांक कहलाता है।
- वह निश्चित ताप जिस पर कोई द्रव गर्म करने पर उबलता है, उस द्रव का क्वथनांक कहलाता है।
- ठोस, द्रव तथा गैस को गर्म करने पर उसमें प्रसार होता है।

## अभ्यास प्रश्न

### 1. निम्नलिखित प्रश्नों के सही विकल्प चुनकर लिखिये -

**क. द्रव के गैस में बदलने की क्रिया को कहते हैं -**

(अ) गलनांक (ब) हिमांक

(स) वाष्पीकरण (द) संघनन

**ख. द्रवों में ऊष्मा संचरण होता है -**

(अ) चालन द्वारा (ब) संवहन द्वारा

(स) विकिरण द्वारा (द) इनमें से कोई नहीं

**ग. जल का क्वथनांक होता है -**

(अ) 10°C (ब) 100°C

(स) 120°C (द) 40°C

**घ. ऊष्मीय ऊर्जा का मात्रक है -**

(अ) मीटर (ब) जूल

(स) न्यूटन (द) कूलॉम

**ड़. ऊष्मा का कुचालक है -**

(अ) लोहा (ब) ऐलुमिनियम

(स) स्टील (द) काँच

## 2. निम्नलिखित कथनों में सही कथन पर सही (√) और गलत कथन पर गलत (X) का चिन्ह लगायें

क. किसी वस्तु को गर्म करने पर उसका ताप घटता है।

ख. ठोस वस्तुओं में ऊष्मा का संचरण चालन द्वारा होता है।

ग. वस्तु द्वारा ली गयी, ऊष्मा वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करती है।

घ. अवस्था परिवर्तन के समय वस्तु का ताप स्थिर रहता है।

**ड़**. पारा ऊष्मा का कुचालक है।

## 3. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए -

क. ताप का एघ् मात्रक ..... है।

ख. गलते हुए बर्फ का ताप ..... होता है।

ग. किसी ठोस के द्रव में बदलने कीक्रिया ..... कहलाती है।

घ. विकिरण विधि द्वारा ऊष्मा स्थानान्तरण में ..... की आवश्यकता नहीं होती है।

**ड़**. बर्तन का हत्था बनाने में ..... धातु का प्रयोग किया जाता है।

## 4. कॉलम (क) और कॉलम (ख) का मिलान कीजिये -

| **कॉलम (क)** | **कॉलम (ख)** |
|---|---|
| क. किसी वस्तु का ताप | अ. चालन द्वारा होता है |
| ख. ठोस में ऊष्मा स्थानान्तरण | ब. उसके आयतन मेंप्रसार होता है |
| ग. स्टील ऊष्मा का | स. तापमापी द्वारा मापते हैं |
| घ. ठोस को गर्म करने पर | द. पदार्थ का गुण होता है |
| ङ. विशिष्ट ऊष्मा | य. सुचालक है। |

5. समान द्रव्यमान के दो अलग-अलग पदार्थों A तथा ँ को समान ताप तक गर्म करने में किसको अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होगी, जबकि A की विशिष्ट ऊष्मा B से अधिक है।

6. गैसों के प्रसार को एकक्रियाकलाप द्वारा स्पष्ट कीजिए ?

7. रेल की पटरी जोड़ते समय उनके बीच थोड़ी जगह क्यों छोड़ते हैं।

8. सुचालक तथा कुचालक पदार्थों में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

9. 98.6°F को डिग्री सेण्टीग्रेट में बदलिये।

10. गलनांक की परिभाषा लिखिये।

11. क्वथनांक की परिभाषा लिखिये।

12. 5 कैलोरी कितने जूल के बराबर होता है ?

13. समान पदार्थ के दो टुकड़ों का द्रव्यमानक्रमश: 2 किलोग्राम तथा 4 किलोग्राम है, समान ऊष्मा देने पर किसका ताप अधिक बढ़ेगा ?

14. 0.2 किग्रा द्रव के ताप को 20°C से 70°C तक बढ़ाने के लिये 700 कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है। द्रव की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात कीजिये। क. कैलोरी में ख. जूल में.

15. 0.2 किग्रा द्रव को 135°C से 25°C तक ठंडा करने में द्रव से निकली ऊष्मीय ऊर्जा ज्ञात कीजिये। जबकि द्रव की विशिष्ट ऊष्मा 750 जूल/किग्रा °C है।

## प्रोजेक्ट कार्य

अपने घर के सभी सदस्यों का डॉक्टरी थर्मामीटर द्वारा शरीर का ताप °C तथा 0इ में नापिए एवं तालिका बना कर अभ्यास पुस्तिका में नोट कीजिए।