टिप्पणी

14

तापीय ऊर्जा

पाठ 13 में हमने पढ़ा था कि ऊर्जा के विभिन्न रूपों में से एक मुख्य रूप तापीय ऊर्जा है। इसी ऊर्जा के कारण हम गर्म और ठण्डा महसूस करते हैं। अगर ऊर्जा हमारे शरीर में प्रवाहित होती है तो हम गर्म महसूस करते हैं और अगर ऊर्जा हमारे शरीर से बाहर प्रवाहित होती है तो हम ठण्डा महसूस करते हैं। ऊष्मा को शरीर से बाहर प्रवाहित होने से रोकने के लिए हम सर्दियों में ऊनी कपड़े पहनते हैं।

तापीय ऊर्जा को ऊष्मा भी कहते हैं। हमें सूर्य के प्रकाश के साथ-साथ सीधे ऊष्मा भी मिलती है। सूर्य द्वारा प्राप्त ऊष्मा हमारे कपड़े सुखाने, फसलों को पकाने, आग जलाने और ताप शक्ति संयंत्र चलाने में काम आती है। सामान्यतः हम इन उद्देश्यों के लिए ईंधन को जलाकर या सुचालक से विद्युत प्रवाहित कर ऊष्मा उत्पन्न करते हैं

प्राचीनकाल में दो पत्थरों को आपस में रगड़ कर आग उत्पन्न की जाती थी। अब इस तरीके को माचिस के डिब्बे के रूप में परिष्कृत किया गया है। अतः ऊष्मा ऊर्जा का एक महत्त्वपूर्ण रूप है, जो कि हमारी जिन्दगी से जुड़ा हुआ है।

इस पाठ में आप ऊष्मा के विविध प्रभाव और जीवन में उसके योगदान को पढ़ेंगे।

mí';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- ऊष्मा व ताप में अंतर कर पाएँगे;
- ठोसों, द्रवों और गैसों में प्रसार को प्रयोग द्वारा समझा पाएँगे;
- प्रयोगशाला तापमापी और डॉक्टरी थर्मामीटर की रचना और कार्यप्रणाली का वर्णन कर पाएँगे;
- ताप के विभिन्न मापक्रम फारेनहाइट, सेल्सियस और केल्विन को बता सकेंगे;
- फारेनहाइट, सेल्सियस और केल्विन मापक्रमों के पाठयांकों को पढ़ पाएँगे और इनके सम्बन्धों पर आधारित संख्यात्मक प्रश्नों को हल कर पाएँगे;
- गुप्त ऊष्मा के उदाहरण और दैनिक जीवन में इस के उपयोग को समझा पाएँगे; और
- विशिष्ट ऊष्मा को परिभाषित कर पाएँगे तथा इसका SI मात्रक बता पाएँगे।

14-1 Å"ek vkj rki

हम जानते हैं कि केतली के जल को आग पर रखकर तापीय ऊर्जा दी जाती हैं। अगर हम केतली के जल को गर्म करने से पहले और गर्म करने के कुछ सेकण्ड बाद में स्पर्ष करते हैं तो हम महसूस करते हैं कि जल गर्म हो जाता है। पिंड की उष्णता जिससे हम उसे गर्म कहते हैं, ताप कहलाता है। ऊष्मा और ताप परस्पर सम्बन्धित होते हैं। सामान्यतः, हम पिंड को जितनी ऊष्मा देंगे उसका ताप उतना ही बढ़ेगा।

14-1-1 Å"ek

जब केतली में जल उबालते हैं तो केतली में वाष्प (भाप) बनती है और वह केतली के ढक्कन को ऊपर उठाती है और जब भाप बाहर निकल जाती है तो ढक्कन बंद हो जाता है। इस प्रकार ऊष्मा कार्य भी कर सकती है इसलिए यह ऊर्जा का रूप है। वाष्प की यह विशेषता भाप के इंजन को बनाने में उपयोग की गई थी। भाप का इंजन ऐसा यंत्र है जो कि वाष्प की ऊष्मा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।

आप पूछ सकते हैं, क्या इसकी विपरीत प्रक्रिया संभव है? क्या हम यांत्रिक कार्य को ऊष्मा में बदल सकते हैं? क्यों नहीं? आप यह याद क्यों नहीं करते कि जब आप अपने हाथों को रगड़ते हैं तो वो गर्म हो जाते हैं? वास्तव में, घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य हमेशा ऊष्मा में बदल जाता है।

कार्य और ऊष्मा की तुल्यता पर जे पी जूल द्वारा ध्यान केन्द्रित किया गया तथा इन्होंने ही इसे प्रायोगिक रूप से स्थापित भी किया। कुंद वेधक (Blunt borer) से बंदूक की नली में छेद करते समय जूल ने पाया कि इस प्रक्रिया में इतनी अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न हुई कि छेद करते समय जो जल बाहर आ रहा था वह भी उबलने लगा।

आगे अन्य प्रयोगों के द्वारा उन्होंने पाया कि ऊष्मा की एक कैलोरी (ऊष्मा का मात्रक) 4.2 जूल कार्य के बराबर होती है।

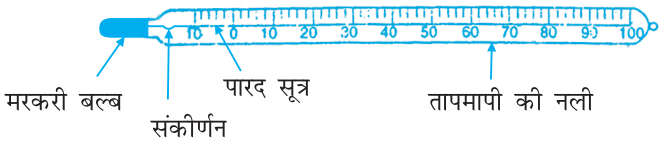
14-1-2 rki

जैसा कि हमने ऊपर चर्चा की है कि ताप वह राशि है जो हमें बताती है कि कोई पिंड कितना गर्म है? अगर गर्म पिंड कुछ समय के लिए ठण्डी पिंड के सम्पर्क में रखा जाए, तो हम पाएँगे कि गर्म पिंड उतना गर्म नहीं रहेगा और ठण्डा पिंड कुछ गर्म हो जाएगा। अतः ऊष्मा गर्म पिंड (उच्च ताप पर पिंड) से ठण्डे पिंड (निम्न ताप पर पिंड) की ओर स्थानान्तरित होती है। अतः ताप पिंड के गर्म होने की वह सीमा है जो ऊष्मा के प्रवाह की दिशा निर्धारित करती है। ऊष्मा हमेशा उच्च तापमान वाले पिंड से निम्न तापमान वाले पिंड की ओर प्रवाहित होती है।

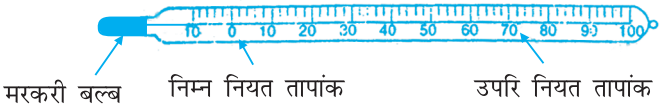
14-2 rki dk ekiu

आपने देखा होगा कि जब किसी मरीज को डॉक्टर के पास ले जाते हैं, तो डॉक्टर सामान्यतः उसके शरीर का ताप मापता है। क्या आप जानते हैं कि डॉक्टर शरीर के ताप को मापने के लिए किस युक्ति का उपयोग करता है? वे इसे क्या कहते हैं? इसे तापमापी कहते हैं।

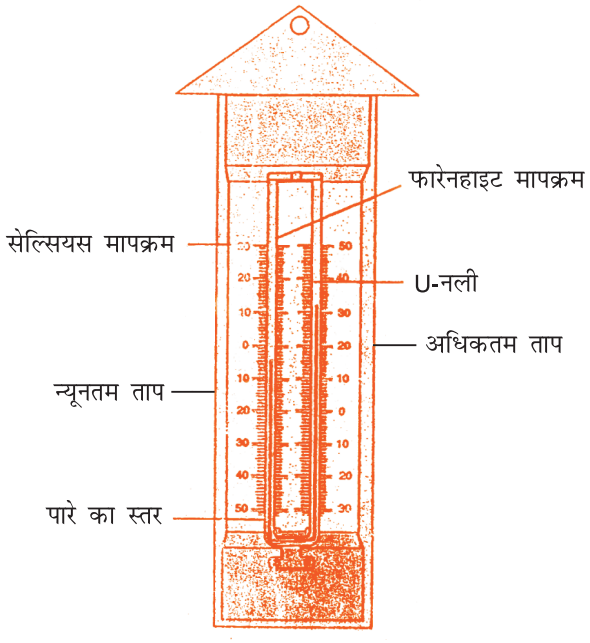
तापमापी विभिन्न प्रकार के होते हैं जो कि विभिन्न उद्देश्य के लिए उपयोग किए जाते हैं। मनुष्य के शरीर का ताप मापने के लिए डॉक्टर जो तापमापी काम में लेता है उसे डाक्टरी थर्मामीटर (अथवा क्लिनिकल तापमापी) कहते हैं (चित्र 14.1 (a) में) विज्ञान के प्रयोग करते समय ताप नापने के लिए जिस तापमापी का उपयोग हम करते हैं उसे प्रयोगशाला तापमापी कहते हैं (चित्र 14.1 (b) में) तथा दिन में अधिकतम और न्यूनतम तापमान ज्ञात करने के लिए मौसम विज्ञानी जिस तापमापी का उपयोग करते हैं उसे अधिकतम-न्यूनतम तापमापी (चित्र 14.1 (c) में) कहते हैं। इन दिनों विभिन्न उद्देश्यों के लिए डिजिटल तापमापी (चित्र 14.1 (d) में) का भी उपयोग करते हैं।



(a) डॉक्टरी थर्मामीटर



(b) प्रयोगशाला थर्मामीटर



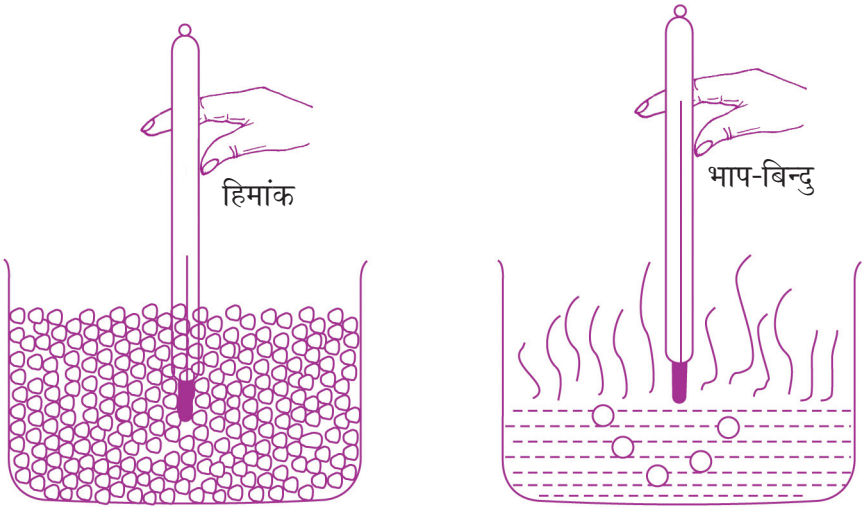
(c) अधिकतम-न्यूनतम तापमापी

(d) अंकक (डिजिटल) तापमापी

fp= **14-1:** तापमापी के विभिन्न प्रकार

14-3 rkiekih dh jpuk

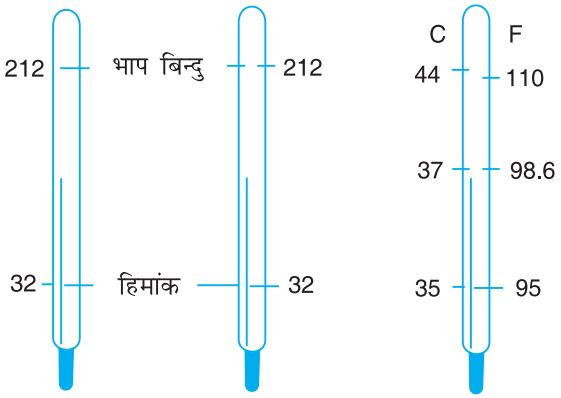
सामान्यतः हमारे दैनिक जीवन में मर्करी-इन-ग्लास (Mercury-in-glass) तापमापी सुगमता से प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रकार के तापमापी में पतली भित्ति का बल्ब (घुण्डी) काँच की मोटी भित्ति की नलिका से जुड़ा होता है। बल्ब और कुछ निश्चित ऊँचाई तक नलिका में मर्करी (पारा) भरा जाता है। नलिका में पारे के स्तर के ऊपर का भाग रिक्त रहता है और नलिका के ऊपरी सिरे को बंद कर दिया जाता है। उसके बाद तापमान मापने के लिए तापमापी का अंशांकन (माप चिह्नित करना) किया जाता है। इस प्रक्रिया में तापमापी पर न्यूनतम और उच्चतम बिन्दु चिह्नित करने के लिए क्रमशः बल्ब को पहले पिघलती बर्फ में और बाद में निश्चित समय के लिए भाप में रखा जाता है। बल्ब और नली को लम्बे समय के लिए क्रमशः बर्फ में रखने पर न्यूनतम बिन्दु और भाप में रखने पर उच्चतम बिन्दु के लिए नली में पारे का स्तर स्थिर हो जाता है।



fp= 14-2% तापमापी का अंशांकन

आप पूछ सकते हैं कि तापमापी में द्रव के रूप में पारे को ही क्यों प्राथमिकता दी गई? इसके बहुत से कारण हैं। पारा पिंड के तापमान को शीघ्रता से प्राप्त करता है। यह सम्पर्क में आते ही अतिशीघ्र थोड़ी मात्रा में ऊष्मा को अवशोषित कर लेता है और विस्तृत सीमा में समान रूप से प्रसारित होता है। यह अपारदर्शी है और पात्र की दीवार पर नहीं चिपकता। पारे की ये सभी विशेषताएँ व्यापक स्तर पर इसे ताप मापन के लिए उपयुक्त द्रव बनाती है।

उच्चतम और न्यूनतम बिन्दु को अलग मान देकर और इनके मध्य की दूरी की माप को बराबर भागों में बाँटकर तापमान मापने के लिए अलग-अलग मापक्रम बनाए गए हैं। तीन ऐसे ही मापक्रम चित्र 14.3 में दिखाए गए हैं। ये हैं – सेल्सियस, फारेनहाइट और केल्विन मापक्रम। सेल्सियस मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु (हिमांक) को 0 (शून्य), उच्चतम बिन्दु (भाप बिन्दु) को 100 चिह्नित करते हैं तथा मध्यवर्ती अन्तराल को 100 बराबर भागों में बाँटा जाता है। फारेनहाइट मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु को 32, उच्चतम बिन्दु को 212 चिह्नित करते हैं और मध्यवर्ती अन्तराल को 180 बराबर भागों में बाँटते हैं। केल्विन मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु को 273 और उच्चतम बिन्दु को 373 चिह्नित करते हैं और मध्यवर्ती अन्तराल को 100 बराबर भागों में बाँटते हैं। तापमान का SI मात्रक केल्विन (K) है।



fp= 14-3: ताप के विभिन्न मापक्रम

चित्र द्वारा यह स्पष्ट हो जाता है कि निम्नलिखित सूत्र के द्वारा तीनों मापक्रम संबंधित है:-

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} \qquad (14.1)$$

ikBxr i'u 14-1

निम्नांकित कथन सत्य हैं अथवा असत्य? बताइए।

(i) ऊष्मा को केल्विन में मापा जाता है।

(ii) –30°F, –30°C से निम्न तापमान है।

(iii) किसी भी गर्म पिंड के तापमान का केल्विन मापक्रम में अंकीय मान, फारेनहाइट मापक्रम के मान से हमेशा ज्यादा होता है।

(iv) तापीय ऊर्जा को कैलोरी या जूल में माप सकते हैं।

(v) शुद्ध एल्कोहल को भी हम थर्मामीटर के द्रव के रूप में उपयोग कर सकते हैं।

(vi) जब हमारे शरीर की ऊष्मा दूसरे शरीर में प्रवाहित होती है तो हमारे शरीर को ठण्डक महसूस होती है।

14-4 Å"ek dk iHkko

यदि किसी पिंड को गर्म किया जाता है तो उसके गुणों में परिवर्तन हो सकता है। यह परिवर्तन ऊष्मा का प्रभाव होता है। ऊष्मा के कुछ प्रभाव आपने देखे होंगे, जैसे

14-4-1 rki e of)

जब पिंड को गर्म करते हैं तो उसका ताप बढ़ता है अतः जब हम उसे स्पर्श करते हैं तो गर्माहट महसूस करते हैं।

14-4-2 voLFkk ifjorZu

जब किसी पदार्थ में जो कि ठोस अवस्था में है, ऊष्मा प्रवाहित की जाती हैं तब एक निश्चित ताप तक पदार्थ के तापमान में वृद्धि होती है इसके पश्चात यह पदार्थ ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित हो जाता है और इस दौरान इसके ताप में कोई परिवर्तन नहीं होता। यह निश्चित ताप जिस पर ठोस पदार्थ द्रव अवस्था में परिवर्तित हो जाता है xyukd कहलाता है। किसी पदार्थ का गलनांक विशिष्ट अचर मान होता है तथा अलग-अलग पदार्थो के लिए इसका मान अलग-अलग होता है। गलनांक पर ठोस का द्रव अवस्था में परिवर्तन (गलन) अवस्था परिवर्तन कहलाता है तथा इस प्रक्रिया के दौरान स्थानान्तरित ऊष्मा को xyu dh xIr Å"ek कहते हैं क्योंकि यह ताप वृद्धि के रूप में दृष्ट नहीं है। किसी ठोस पदार्थ के गलन की गुप्त ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो किसी निश्चित ताप (गलनांक) पर 1 kg पदार्थ को ठोस से द्रव अवस्था में परिवर्तन हेतु आवश्यक है।

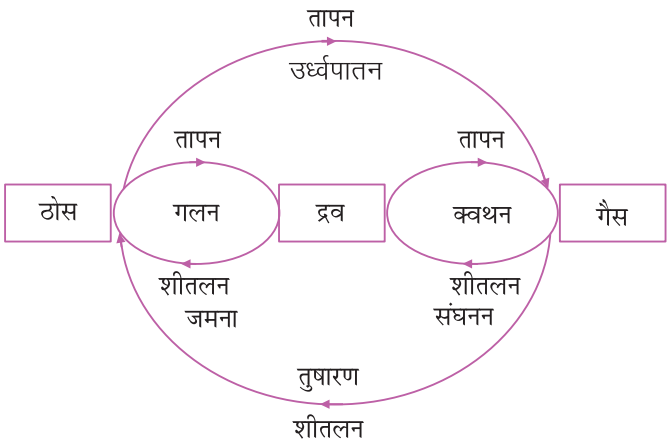
इसी प्रकार जब ऊष्मा, पदार्थ (जो कि द्रव अवस्था में है) में प्रवाहित की जाती है तब उस पदार्थ के ताप में वृद्धि होती है परन्तु यह संभावना भी है कि वह किसी स्थिर ताप पर गैसीय अवस्था में परिवर्तित हो जाए। इस स्थिति में प्रवाहित की गई ऊष्मा ok"iu dh xIr Å"ek कहलाती है। किसी द्रव पदार्थ के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो किसी निश्चित ताप पर 1 किलोग्राम पदार्थ को द्रव से गैसीय अवस्था में परिवर्तन, हेतु आवश्यक है। यह अलग-अलग पदार्थों के लिए अलग-अलग होती है। (सारणी 14.1)

यह ध्यान देने योग्य है कि वाष्पीकरण दो विभिन्न तरीकों से हो सकता है : (i) किसी भी ताप पर द्रव की सतह से वाष्पीकरण (ii) किसी नियत ताप (द्रव के क्वथनांक) पर द्रव के सम्पूर्ण द्रव्यमान का उबलना। विभिन्न द्रवों का क्वथनांक, भी भिन्न-भिन्न होता है। (सारणी 14.1)

Lkkj.kh 14·1 dN inkFkkZ d xyukd] DoFkukd xyu dh xIr Å"ek vkj ok"iu dh xIr Å"ek

Ø-l-	inkFkZ dk uke	xyukd (°C)	xyu dh xIr Å"ek (× 10^3 J/kg)	DoFkukd (°C)	ok"iu dh xIr Å"ek (× 10^3 J/kg)
1.	हीलियम	–271	–	-268	25.1
2.	हाइड्रोजन	–259	58.6	–252	452
3.	वायु	–212	23.0	–191	213
4.	पारा	–39	11.7	357	272
5.	शुद्ध जल	0	335	100	2260
6.	एलुमिनियम	658	322	1800	–
7.	सोना	1063	67	2500	–

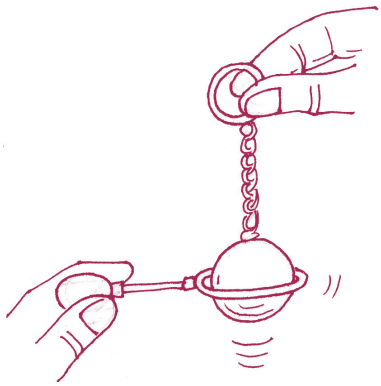
पुनः यह ध्यान देने योग्य है कि शीतलन के दौरान इन अवस्था में परिवर्तन का क्रम विपरीत हो जाता है। अवस्था में परिवर्तन की विविध घटनाओं को नीचे दिए गए चार्ट में दर्शाया गया है



fp= 14-4 % अवस्था परिवर्तन

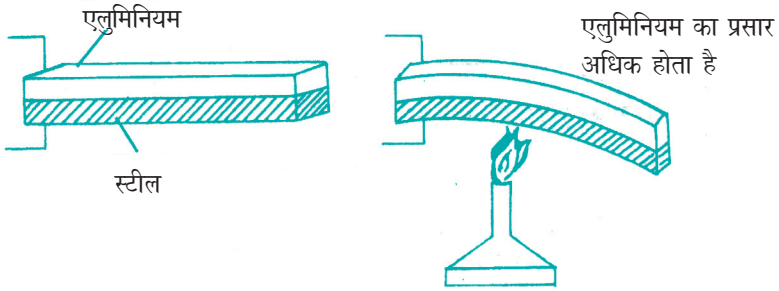
14-5 Å"eh; izlkj

हत्थे पर लगा हुआ धातु का छल्ला लीजिए और उसी धातु का गोला लीजिए जिससे जंजीर जुड़ी हुई हो। गोला ऐसा होना चाहिए कि वह छल्ले से गुजर सके (चित्र 14.5)। अब गोले को भाप में कुछ समय तक गर्म कीजिए और इसे छल्ले पर रखिए। क्या यह छल्ले से गुजर जाता है? नहीं। स्पष्टतः, गर्म करने से गोले के आकार में वृद्धि हुई। वास्तव में गर्म करने पर सभी पदार्थ प्रसारित होते हैं (जल को छोड़कर क्योंकि 0°C से 4°C तक गर्म करने पर जल संकुचित होता है)। पिंड को गर्म करने पर उसके आकार में हुई वृद्धि को ऊष्मीय प्रसार कहते हैं।



fp= 14-5 % तापीय प्रसार को बताने के लिए बॉल और रिंग प्रयोग

विभिन्न पदार्थों का प्रसार भिन्न-भिन्न होता है। इसे द्विधातु पट्टी में सुगमता से देखा जा सकता है। द्विधातु पट्टी में अलग-अलग धातु की दो पट्टी होती हैं जो कि एक दूसरे पर लगी होती है। स्टील और एलुमिनियम की बनी द्विधातु पट्टी लेते हैं। (चित्र 14.6) हम इसके एक सिरे को क्लैम्प कर देते हैं और दूसरे सिरे को बुन्सेन ज्वालक की सहायता से एक समान रूप से गर्म करते हैं। इससे एलुमिनियम की पट्टी बाहर की तरफ झुक जाती है। यह स्पष्ट रूप से दर्शाता हैं कि स्टील की तुलना में एलुमिनियम की लम्बाई में अधिक वृद्धि हुई और उसके मुड़ने का कारण बनी।



fp= 14-6 % गर्म करने पर द्विधातु पट्टी का मुड़ना

यह देखा जा सकता है कि किसी धातु की छड़ की लम्बाई में वृद्धि, लम्बी छड़ के लिए अधिक होगी और उसी छड़ के ताप में अधिक वृद्धि के कारण भी अधिक होगी। मान लीजिए 0°C ताप पर L_0 लम्बाई की एक धातु की छड़ के लिए Δt ताप परिवर्तन के संगत उसकी लम्बाई में वृद्धि ΔL निम्न प्रकार दी जाती है

$$\Delta L \propto L_0 \Delta t$$
$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$
$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t}$$

यहाँ α धातु की छड़ के पदार्थ के लिए स्थिरांक है और इसे छड़ का रेखीय प्रसार गुणांक कहते हैं। अर्थात किसी पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक उस पदार्थ की इकाई लम्बाई की छड़ में प्रति डिग्री सेल्सियस ताप वृद्धि के संगत लम्बाई में वृद्धि है। रेखीय प्रसार गुणांक को SI मात्रक प्रति केल्विन है जो परिमाण में प्रति डिग्री सेल्सियस के तुल्य है।

1 मीटर लम्बाई की छड़ का ताप 1°C बढ़ाने पर इसकी लम्बाई में जो वृद्धि होती है वही रेखीय प्रसार गुणांक कहलाता है।

किसी ठोस के टुकड़े की लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई में एक साथ वृद्धि हो सकती है। अतः उसके ताप के साथ उसके आयतन में भी वृद्धि होगी।

अर्थात किसी पदार्थ का आयतन प्रसार गुणांक उस पदार्थ के इकाई आयतन के ठोस के आयतन में प्रति डिग्री सेल्सियस ताप वृद्धि के संगत आयतन में वृद्धि है। एक घनमीटर आयतन के ठोस का ताप 1°C बढ़ाने पर, उसके आयतन में होनेवाली वृद्धि को आयतन प्रसार गुणांक कहते हैं।

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V \Delta t}$$

सारणी 14.2 में कुछ पदार्थों के रेखीय प्रसार गुणांक (α) और आयतन प्रसार गुणांक (γ) के मान दिए गए है।

Lkkj.kh 14-2 dN Ikek; inkFkk d j[kh; iIkj x.kkd vkj vk;ru iIkj x.kkd d eku

Ø-l-	inkFk dk uke	j[kh; iIkj x.kkd (°C^{-1})	vk;ru iIkj x.kkd (°C^{-1})
1	क्वाट्र्ज	0.4×10^{-6}	1.2×10^{-6}
2	स्टील	8×10^{-6}	24×10^{-6}
3	लोहा	11×10^{-6}	33×10^{-6}
4	पीतल	18×10^{-6}	54×10^{-6}
5	चाँदी	18×10^{-6}	54×10^{-6}
6	एलुमिनियम	25×10^{-6}	75×10^{-6}
7	सीसा	2.9×10^{-6}	8.7×10^{-6}

सारणी से यह स्पष्ट है कि ठोसों का प्रसार बहुत कम होता है, अतः उसे आसानी से देखा और मापा नहीं जा सकता। लेकिन द्रवों का प्रसार ठोसों से काफी अधिक होता है और गैसों का प्रसार

द्रवों से भी कहीं अधिक होता है और इसलिए हम द्रवों और गैसों का प्रसार सुविधापूर्वक देख सकते हैं। द्रवों और गैसों का कोई निश्चित आकार नहीं होता अतः तरल पदार्थों के लिए केवल आयतन प्रसार ही सुसंगत होगा।

fØ;kdyki 14-1

nzo esa izlkj dk fun'kZu

एक छोटी काँच की बोतल (इंजेक्शन की षीषी) लीजिए और उसमें ऊपरी सतह तक जल भर दीजिए। इसके कॉर्क में एक छोटा छेद कीजिए और उसमें पतली पारदर्शी प्लास्टिक पाइप (बच्चों को खाली बॉल पेन की रिफिल काम में लेने को कह सकते हैं) इस प्रकार डालिए कि पाइप का निचला हिस्सा जल में डूबा रहे और पाइप में कुछ निश्चित ऊँचाई तक जल भर जाए। पाइप में जल के स्तर को चिह्नित कर दीजिए। अब बोतल को गरम कीजिए। आप क्या पाते हैं? क्या पाइप में जल का स्तर नीचे आ गया? ऐसा क्यों? बोतल को और गरम होने दें। क्या जल का स्तर एक निश्चित न्यूनतम स्तर (B) तक पहुँचने के बाद फिर बढ़ने लगा है? क्या यह अपने पूर्व स्तर (A) से अधिक ऊपर (C) ऊँचाई तक गया? ऐसा क्यों? क्या आप इस प्रयोग से निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ताप में समान वृद्धि के लिए जल (द्रव) का प्रसार काँच से अधिक होता है।

fp= 14-7% द्रव में प्रसार

fØ;kdyki 14-2

xSl esa izlkj dk fun'kZu

एक पतली भित्ति और संकीर्ण छिद्र वाली काँच की नलिका लीजिए और उसमें मर्करी (पारा) की एक बूँद डालिए। अब नली के एक सिरे को गर्म कीजिए और गर्म सिरे को किसी कठोर सतह से दबा कर सिरे को बन्द कर दीजिए।

नली को सामान्य ताप तक ठण्डा होने दीजिए। नली को ऊर्ध्वाधर रखें और उसमें पारे की स्थिति को चिह्नित कर दें। इस प्रकार हमने पारे की बूँद और नली के बन्द सिरे के मध्य वायु स्तम्भ को फँसा दिया हैं। यदि हम वायु स्तंभ को गर्म करते हैं तो हम देख सकते हैं कि

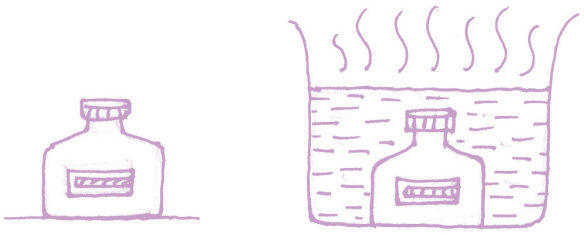
fp= 14-8% गैसों में प्रसार

पारे की बूँद अपनी स्थिति बदल रही है। क्या यह ऊपर जा रही है अथवा नीचे? इस प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? क्या यह दर्शाता है कि ताप में थोड़ी सी वृद्धि के लिए गैसों में प्रसार अधिक होता है?

14-5-1 rkih; izlkj dk nfud thou e mi;kx

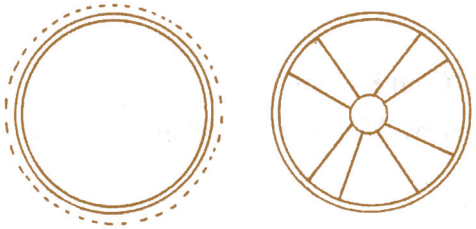
1. तापमापी को बनाने में तापीय प्रसार के गुण का उपयोग किया जाता है।

2. काँच की बोतल में लगा धातु का ढक्कन जब जकड़ जाता है तो उसे खोलने के लिए तापीय प्रसार के गुण का उपयोग किया जाता है। ढक्कन को गर्म किया जाता है, गर्म करने से ढक्कन प्रसारित होकर ढीला हो जाता है और आसानी से निकल जाता है।



fp= 14-9: धातु के ढक्कन को गर्म कर ढीला करते हुए

3. क्या आपने घोड़ा गाड़ी (टाँगा) देखी है? उसमें लकड़ी के पहिए पर लोहे की हाल चढ़ी होती है। क्या आप जानते हैं कि लोहे की हाल को लकड़ी के पहिए पर कैसे चढ़ाते हैं? वास्तव में लोहे की पट्टी से बने वलय की त्रिज्या लकड़ी के पहिए की त्रिज्या से थोड़ी कम होती है। उसके बाद वलय को गर्म किया जाता है जिससे कि उसकी त्रिज्या, लकड़ी के पहिए की त्रिज्या से थोड़ी अधिक हो जाती है और गर्म वलय को पहिए पर चढ़ा दिया जाता है। ठण्डा होने पर लोहे की हाल सिकुड़ जाती है और लकड़ी के पहिए पर जकड़ जाती है।

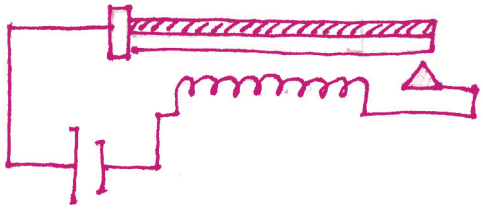


लोहे का वलय गर्म
करने से प्रसारित होता है

fp= 14-10: लकड़ी के पहिए पर लोहे का हाल लगाते हुए

4. गर्म व ठण्डा करनेवाले उपकरणों में प्रयुक्त थर्मोस्टेट में द्विधातु पट्टी का उपयोग तापन/शीतलन परिपथ के ताप के किसी नियत मान से बढ़ने/घटने पर स्वतः बन्द कर देता है। अर्थात जब उपकरण का ताप निर्धारित ताप से ज्यादा या कम हो जाता है तब यह परिपथ को बंद कर देता है। कुछ समय बाद जब ताप पुनःनिर्धारित ताप के नीचे/ऊपर आ जाता है

तब द्विधातु पट्टी पुनः अपनी वास्तविक स्थिति में आ जाती है और परिपथ पुनः चालू हो जाता है। चित्र 14.11 में साधारण द्विधातु तापस्थापी (थर्मोस्टेट) दिखाया गया है।



fp= 14-11: तापस्थापी का सिद्धान्त

5. बड़े ढाँचे बनाते समय हमें तापीय प्रसार का ध्यान रखना पड़ता है अन्यथा यह ढाँचा टूट सकता है। उदाहरण के लिए

   (अ) रेल की पटरियों के जोड़ के मध्य जगह छोड़ी जाती है (चित्र 14.12 (a)) अन्यथा गर्मियों में तापीय प्रसार के कारण पटरियाँ मुड़ जाएँगी और रेल पटरी से उतर जाएगी।

   (ब) लोहे के पुल अविरत ढाँचे के नहीं बनाए जाते हैं। ग्रर्डर (शहतीर) के एक छोर को खुला छोड़ दिया जाता है और रोलर पर रखा जाता है (चित्र 14.12 (b))।

(a) (b)

fp= 14.12: (a) रेल पटरी के मध्य अंतराल (b) रोलर पर रखा हुआ लोहे के पुल का गर्डर

6. काँच के गिलास में चाय डालते समय पहले धातु के चम्मच को गिलास में रखने को कहा जाता है और उस पर चाय डालते हैं। यदि चाय काँच के गिलास में अचानक डाल दी जाए तो पृष्ठ के असमान प्रसार से ग्लास चटख जाता है।

ikBxr i'u 14-2

रिक्त स्थानों में सही विकल्प भरिए

1. विद्युत उपकरण ..... में द्विधातु पट्टी का उपयोग तापस्थापी के रूप में किया जाता है। (विद्युत बल्ब, टी.वी., रेफ्रिजरेटर)

2. एक किलोग्राम मोम का गलनांक बिन्दु, दो किलोग्राम मोम के गलनांक बिन्दु ..... होता है। (से आधा, से दुगुना, के समान)

3. वाष्पन की गुप्त ऊष्मा को ..... में मापा जाता है। (J, J/K J/kg)

4. 100°C पर 1 kg वाष्प में, 100 °C पर 1 kg जल से 2260 J ऊष्मा ..... होती है। (अधिक, कम)

5. पदार्थ का घनीय प्रसार, उसके रेखीय प्रसार से ..... होता है। (बराबर, दुगुना, तिगुना)

6. ..... का प्रसार सर्वाधिक होता है। (ठोस, द्रव, गैस)

14-6 inkFk dh fof'k"V Å"ek èkkfjrk

जब दो विभिन्न ताप पर रखी वस्तुओं को साथ में रखते हैं तो ताप गर्म पिंड से ठण्डे पिंड में तब तक स्थानान्तरित होता है जब तक दोनों का ताप समान न हो जाए। तब दोनों पिंड तापीय साम्य अवस्था में होते हैं। तापीय साम्य प्राप्त करने के लिए गर्म पिंड ऊष्मा का परित्याग करता है और ठण्डा पिंड समान मात्रा में ऊष्मा प्राप्त करता है अर्थात

गर्म पिंड द्वारा ऊष्मा का क्षय = ठण्डे पिंड द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा। इससे यह निश्चित हो जाता है कि आसपास के वातावरण में ऊष्मा का कोई क्षय नहीं हुआ है।

यह देखा जा सकता है कि अगर गर्म पिंड का ताप अधिक है, तो ठण्डे पिंड के ताप में वृद्धि भी ज्यादा होगी अर्थात् गर्म पिंड से ठण्डे पिंड में स्थानान्तरित होनेवाली ऊष्मा, उनके ताप के अन्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।

$$Q \propto \Delta\theta$$

इसी प्रकार यह भी देखा जा सकता है कि अगर ठण्डे पिंड का द्रव्यमान अधिक है तो यह गर्म पिंड से अधिक ऊष्मा अवशोषित करेगी।

अर्थात् $Q \propto m$

अतः $Q \propto m\Delta\theta$

$= ms\Delta\theta$

जहाँ s आनुपातिक स्थिरांक है। इसका मान पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। इसे पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता कहते हैं।

किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो उस पदार्थ के 1 kg द्रव्यमान का ताप 1 K बढ़ाने हेतु आवश्यक है।

विशिष्ट ऊष्मा धारिता (अथवा विशिष्ट ऊष्मा) का SI मात्रक $J\,kg^{-1}\,K^{-1}$ है। अलग-अलग पदार्थों के लिए विशिष्ट ऊष्मा धारिता का मान अलग-अलग होता है।

Lkkj.kh 14.3: 20°C ij dN inkFkksa dh fof'k"V Å"ek

Ø-l-	inkFk	fof'k"V Å"ek		inkFk	fof'k"V Å"ek	
		J kg^{-1} K^{-1}	Cal kg^{-1} K^{-1}		J kg^{-1} K^{-1} × 10^3	Cal kg^{-1} K^{-1}
1	एलुमिनियम	875	0.29	इथाइल एल्कोहॉल	2.436	0.58
2	ताँबा	380	0.091	मिथाइल एल्कोहॉल	2.562	0.61
3	कच्चा लोहा	500	0.119	बेन्जीन	1.680	0.40
4	गढ़ा लोहा	483	0.115	इथीन	2.352	0.56
5	स्टील	470	0.112	ग्लीसरीन	2.478	0.59
6	सीसा	130	0.031	मर्करी	0.140	0.033
7	पीतल	396	0.092	तारपीन	1.800	0.42
8	बर्फ	2100	0.502	जल	4.200	1.00

सारणी से यह स्पष्ट हो जाता है कि दिए गए सभी पदार्थों में जल की विशिष्ट ऊष्मा सर्वाधिक है।

समान अवस्थाओं में जिन पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है उनके गर्म अथवा ठंढ़ा होने की दर उन्हीं अवस्थाओं में कम विशिष्ट ऊष्मा वाले पदार्थों से न्यून होती है।

ikBxr i'u 14-3

सही विकल्प चुनिए-

1. समान प्रारंभिक ताप पर रखी लोहे की दो गेंदों को जिनकी त्रिज्या r और $2r$ हैं, गर्म किया जाता हैं। उन्हें क्रमशः दो अलग-अलग बर्फ के डिब्बों A और B में डालते हैं। पिघली बर्फ का द्रव्यमान

   (a) दोनों डिब्बों में बराबर होगा। (b) A में B से दुगुना होगा।

   (c) B में A से दुगुना होगा। (d) B में A से चार गुना होगा।

2. 20°C ताप पर 2 kg द्रव्यमान की लोहे की गेंद A और 20°C ताप पर एक दूसरी लोहे की गेंद B जिसका द्रव्यमान 1.0 kg है, सम्पर्क में रखने पर ऊष्मा ऊर्जा का प्रवाह होगा

   (a) सिर्फ A से B की तरफ

   (b) सिर्फ B से A की तरफ

   (c) किसी भी दिशा में नहीं

   (d) पहले A से B की तरफ, फिर B से A की तरफ

3. 0°C पर रखी ठोस बर्फ को गर्म करने पर इसका ताप

   (a) बढ़ेगा

   (b) गिरेगा

   (c) पूर्ण रूप से पिघलने तक कोई बदलाव नहीं होगा।

   (d) पहले बढ़ेगा फिर पुनः 0°C पर गिर जाएगा।

4. यदि 100°C ताप की वाष्प को गर्म किया जाए, तो इसका ताप

   (a) नहीं बदलता (b) बढ़ता है

   (c) घटता है (d) उपर्युक्त में से कोई नहीं।

5. एलुमिनियम की विशिष्ट ऊष्मा, ताँबे की विशिष्ट ऊष्मा की लगभग दोगुनी होती है। ताँबे और एलुमिनियम के दो समान द्रव्यमान के टुकड़ों को समान मात्रा में ऊष्मा दी गई है। ताप में वृद्धि

   (a) ताँबे में एलुमिनियम के बराबर होगी।

   (b) ताँबे में एलुमिनियम की तुलना में दुगुनी होगी।

   (c) ताँबे में एलुमिनियम से आधी होगी।

   (d) ताँबे में एलुमिनियम की तुलना में चार गुना होगी।

6. ताँबे के तीन टुकड़ों A, B और C, जिनके द्रव्यमानों का अनुपात क्रमशः 1 : 2 : 3 है, को समान मात्रा में ऊष्मा दी जाती है। ताप में वृद्धि का क्रम होगा

   (अ) $A > B > C$ (ब) $B > C > A$

   (स) $C > B > A$ (द) $A > C > B$

vkiu D;k lh[kk

- तापीय ऊर्जा एक तरह की ऊर्जा है और ऊर्जा के दूसरे रूपों की तरह ही कार्य करने के उपयोग में आती है। अतः तापीय ऊर्जा का SI मात्रक भी जूल (J) है।
- ताप किसी पिंड की उष्णता का माप है और इसे तापमापी की सहायता से डिग्री फारेनहाइट (°F) अथवा डिग्री सेल्सियस (°C) अथवा केल्विन (K) में मापा जाता है।
- ताप के तीनों मापक्रमों में परस्पर सम्बन्ध है –

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100}$$

- किसी पिंड को गर्म करते समय जब उसकी अवस्था में परिवर्तन नहीं होता है तब उसका ताप बढ़ता है। पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के समय दी जानेवाली ऊष्मा जिस से ताप में वृद्धि नहीं होती है, गुप्त ऊष्मा कहलाती है।
- गुप्त ऊष्मा दो तरह की होती है। (i) ठोस के गलन की गुप्त ऊष्मा (ii) द्रव के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा।
- जिस स्थिर ताप पर पदार्थ ठोस से द्रव में बदलता है, उसे गलनांक कहते हैं और जिस स्थिर ताप पर द्रव उबलता है, उसे क्वथनांक कहते हैं। गलनांक और क्वथनांक पदार्थ के अभिलाक्षणिक गुण होते हैं।
- गर्म करने पर सभी पदार्थ प्रसारित होते हैं परन्तु भिन्न-भिन्न पदार्थ समान ताप तक गर्म करने पर अलग-अलग सीमा तक प्रसारित होते है।
- किसी पदार्थ का प्रसार निश्चित होता है। परन्तु विभिन्न पदार्थों का प्रसार भिन्न-भिन्न होता है।
- द्रवों का प्रसार ठोसों से अधिक होता है और गैसों का प्रसार द्रवों से भी कहीं अधिक होता है।
- दो धातुओं के प्रसार में भिन्नता के कारण द्विधातु पट्टी गर्म करने पर मुड़ जाती है। द्विधातु पट्टी के इस गुण का उपयोग तापस्थापी (थर्मोस्टेट) में होता है।
- ऊष्मीय ऊर्जा उच्च तापवाली पिंड से निम्न तापवाली पिंड की ओर तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि दोनों का ताप समान न हो जाए।

ikBkr i'u

1. ऊष्मा और ताप में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
2. अवस्था में परिवर्तन के दौरान (i) पदार्थ को गर्म करने पर उसके ताप में क्या कोई वृद्धि होती है? और (ii) प्रदान की गई ऊष्मा का क्या होता है?
3. तार का तापीय प्रसार जिन कारकों पर निर्भर करता है, उनके नाम बताइए।
4. द्विधातु पट्टी के कोई दो उपयोग बताइए।
5. यदि आपके पास अंशांकनहीन मरकरी थर्मामीटर है, तो आप उसे कैसे अंशांकित करेंगे-

   (अ) सेल्सियस तापमापी बनाने के लिए (ब) फारेनहाइट तापमापी बनाने के लिए
6. निम्न को समझाइए

   (i) तापमापी द्रव के रूप में पारे का उपयोग क्यों किया जाता है?

   (ii) द्विधातु पट्टी गर्म करने पर क्यों मुड़ जाती है?

   (iii) 100°C पर वाष्प, 100°C के जल से अधिक गंभीर जलन क्यों देती है?

(iv) हम अपने पेय को ठण्डा करने के लिए बर्फ का उपयोग करते हैं और 0°C पर रखे जल का नहीं। क्यों?

7. अवस्था परिवर्तन हेतु दी जानेवाली ऊष्मा को गुप्त ऊष्मा क्यों कहते हैं?

8. जल की किसी निश्चित मात्रा को एक समान दर से गर्म करते हैं। इसे उबलने में लगा समय t_1, और उबलना शुरु होने से जल की पूरी मात्रा के क्वथन में लगा समय t_2 है। कौन सा अधिक होगा t_1 या t_2? क्यों?

9. किस मान के लिए फारेनहाइट थर्मामीटर पर माप सेल्सियस थर्मामीटर के माप को दोगनी होगी।

10. एक 50 cm लम्बाई की चाँदी की छड़ को जब ठण्डा करते हैं तो वह 1 mm छोटी हो जाती है। उसे कितना ठण्डा किया गया था? (दिया है चाँदी का रेखीय प्रसार गुणांक = $18 \times 10^{-6}/°C$)

11. –20°C पर 200 g बर्फ को 70°C पर जल में बदलने में कितनी ऊष्मा ऊर्जा की आवश्यकता होती है?

(दिया गया है बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा = 335 kJ kg^{-1}, और बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा = 2100 J kg^{-1} $°C^{-1}$, जल की विशिष्ट ऊष्मा = 4.2 kJ $kg^{-2}°C^{-1}$)

ikBxr i'uksa ds mÙkj

14-1

(i) असत्य (ii) असत्य (iii) सत्य iv) सत्य (v) सत्य (vi) सत्य

14-2

1. रेफ्रिजरेटर 2. के समान 3. J/kg 4. अधिक 5. तिगुना 6. गैसें

14-3

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