7 ऊष्मा तथा ताप (HEAT AND TEMPERATURE)

UVKRZ7

हम अपने दैनिक जीवन में प्रायः 'गर्म' और 'ठंडा' जैसे शब्दों का प्रयोग करते हैं। जब हम धूप में या आग के सामने बैठते हैं तो गर्मी का अनुभव करते हैं जबकि बर्फ को हथेली पर रखने से ठंडा महसूस करते हैं। क्या आपने कभी यह सोचा है कि इसका क्या कारण है ?

वास्तव में ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जो हमेशा गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु की ओर जाती है। पहली स्थिति में सूर्य या आग से ऊष्मा हमारे शरीर में प्रवेश करती है इसलिए हम गर्मी का अनुभव करते हैं जबकि दूसरी स्थिति में हमारे शरीर से ऊष्मा निकलकर बर्फ में चली जाती है, इसलिए हम ठंडा महसूस करते हैं।

"ऊर्जा का वह रूप जिसके प्रवाह के कारण हमें कोई वस्तु गर्म या ठंडी प्रतीत होती है, ऊष्मा कहलाती है।"

7.1 ऊष्मा, ऊर्जा का एक रूप (Heat, a kind of energy)—

दो हथेलियों को रगड़ने पर वे गर्म हो जाती हैं तथा हथौड़े से लोहे को पीटने पर वह भी गर्म हो जाता है। इन उदाहरणों में यांत्रिक ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा में रूपांतरित हो रही है या यह कहें कि उनकी ऊष्मीय ऊर्जा में वृद्धि हो रही है। मोमबत्ती के जलने में रासायनिक ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा में परिवर्तित होती है जबकि विद्युत हीटर में विद्युत ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है।

उपरोक्त उदाहरणों में ऊर्जा के विभिन्न रूप ऊष्मा ऊर्जा में परिवर्तित हो रहे हैं, इसी प्रकार ऊष्मा को भी अन्य रूपों में परिवर्तित किया जा सकता है। आपने सुना है कि ताप विद्युत संयंत्र में ऊष्मा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। ऊष्मा ऊर्जा का भाप इंजन में उपयोग कर उसे यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है जिससे इंजिन चलने लगता है। हमारे द्वारा लिया गया भोजन हमारे शरीर को गर्म रखता है एवं विभिन्न कार्यों को करने के लिए हमें ऊर्जा प्रदान करता है। क्या आप ऐसे उदाहरण दे सकते हैं जिनमें ऊष्मा का अन्य ऊर्जा में और अन्य ऊर्जा का ऊष्मा में परिवर्तन होता है।

आइए, एक प्रयोग द्वारा जल की ऊष्मीय अवस्था को समझें।

क्रियाकलाप (Activity)— 1

आवश्यक सामग्री :— गर्म पानी, ठंडा पानी, गुनगुना पानी और तीन टब।

तीन टब में से एक में गर्म पानी दूसरे में ठंडा पानी और तीसरे में गुनगुना पानी लीजिए। बायाँ हाथ गर्म पानी में और दायाँ हाथ ठंडे पानी में डालिए। दोनों हाथों को आधे मिनट तक डुबाकर रखिए। अब दोनों हाथों को गुनगुने पानी वाले टब में डालिए (चित्र 7.1)। आपने क्या अनुभव किया ?

गर्म पानी (Hot water) | ठंडा पानी (Cold water) | गुनगुना पानी (Warm water)

चित्र–7.1

पानी तो वही है परंतु बायें हाथ को वह ठंडा प्रतीत होता है जबकि दायें हाथ को गर्म। ऐसा क्यों ? अर्थात् केवल अनुभव के आधार पर ताप का अनुमान लगाना संभव नहीं है। यह निश्चित है कि तीनों टबों में लिए गए पानी की ऊष्मीय अवस्था भिन्न–भिन्न है जिसकी माप हम थर्मामीटर (तापमापी) की सहायता से ताप ज्ञात करके कर सकते हैं।

"वस्तुओं की गर्माहट की तुलना करने के लिये हम जिस भौतिक राशि का उपयोग करते हैं, उसे ताप कहते हैं।" या "ताप किसी वस्तु की ऊष्मीय अवस्था की माप है जो ऊष्मा के बहने की दिशा निर्धारित करता है।"

7.2 ऊष्मा के प्रभाव (Effects of heat) –

UVSH2R

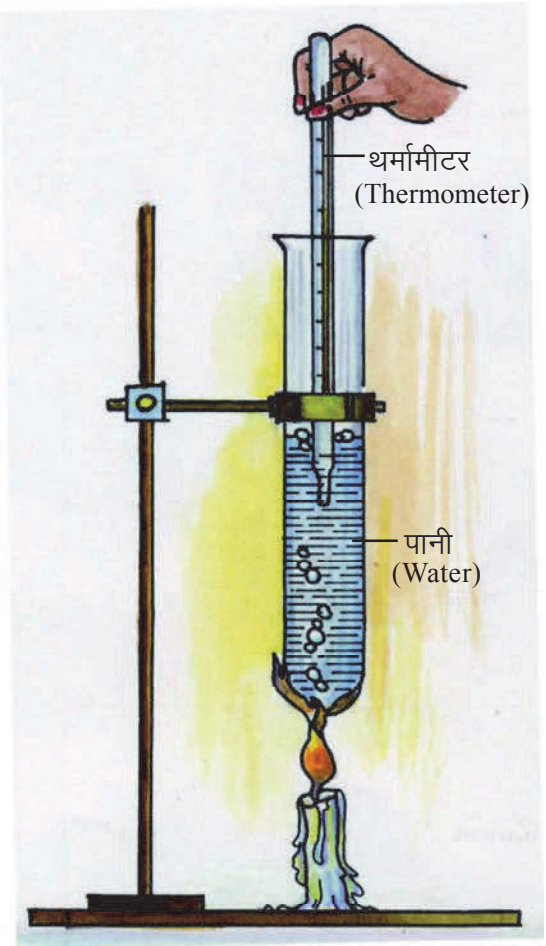
दैनिक जीवन में हम ऊष्मा के कई प्रभावों को देखते हैं। संपर्क में रखी दो वस्तुओं में ऊष्मा का प्रवाह ऊँचे ताप वाली वस्तु से नीचे ताप वाली वस्तु की ओर तब तक होता रहता है जब तक कि दोनों का ताप समान न हो जाए। यद्यपि ऊष्मा के बहाव को देखा नहीं जा सकता परंतु विभिन्न वस्तुओं पर ऊष्मा के प्रभाव को अवश्य अनुभव किया जा सकता है। ऊष्मा के कुछ प्रभाव इस प्रकार हैं–

(1) ताप में वृद्धि (Increase in temperature)– क्रियाकलाप–2 द्वारा ऊष्मा के इस प्रभाव को हम समझ सकेंगे।

क्रियाकलाप (Activity)–2

आवश्यक सामग्री :– परखनली, पानी, थर्मामीटर, मोमबत्ती और स्टैंड।

एक परखनली में पानी लीजिए। थर्मामीटर की सहायता से पानी का ताप नोट कीजिए। अब एक मोमबत्ती जलाकर उसकी सहायता से परखनली को नीचे से गर्म कीजिये एवं कुछ समय पश्चात पानी का ताप पुनः नोट कीजिए (चित्र–7.2)। क्या परखनली में लिए गए पानी का ताप बढ़ता है ? आपकी समझ से ताप बढ़ने का क्या कारण है ?



चित्र–7.2 ऊष्मा के कारण ताप में वृद्धि
(Increase in temperature due to heat)

(2) प्रसार (Expansion)–

अधिकांश ठोस, द्रव एवं गैस गर्म करने पर प्रसारित होते हैं एवं ठंडा करने पर सिकुड़ जाते हैं। आइए, कुछ क्रियाकलापों के माध्यम से इसे समझें।

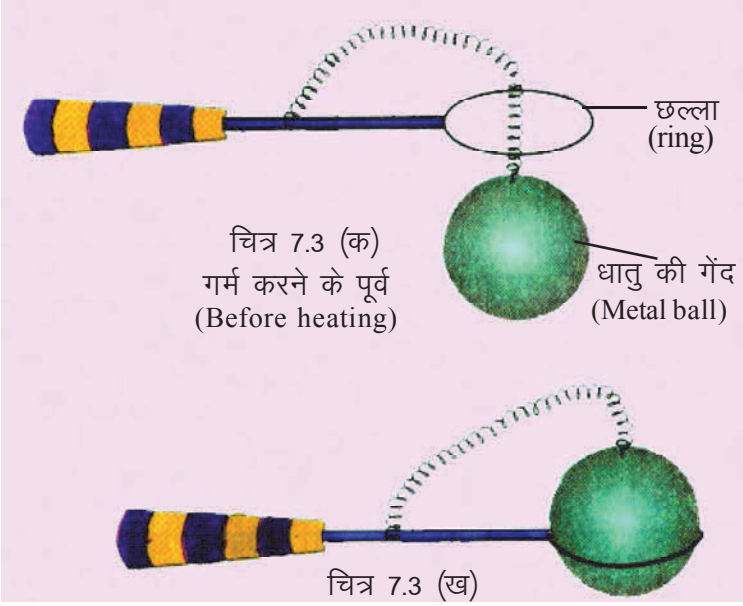
(अ) ठोस में प्रसार (Expansion in solids) –

क्रियाकलाप (Activity) – 3

आवश्यक सामग्री :– गेंद और छल्ला उपकरण, गर्म करने का साधन।

गेंद तथा छल्ला उपकरण में छल्ले का व्यास इतना होता है कि धातु की गेंद छल्ले में से होकर निकल जाती है (चित्र–7.3 क)। अब गेंद को कुछ समय तक गर्म कीजिए और छल्ले के ऊपर रखिए। क्या गेंद अब भी छल्ले में से होकर निकल पाती है? यदि नहीं (चित्र–7.3 ख) तो इसका कारण सोचकर बताइए।

दैनिक जीवन में ठोस पदार्थों के ऊष्मीय प्रसार के कुछ उदाहरण नीचे दिये जा रहे हैं–



चित्र 7.3 (क)
गर्म करने के पूर्व
(Before heating)

चित्र 7.3 (ख)
गर्म करने के पश्चात् (After heating)

(1) काँच की बोतल का ढक्कन कस जाने पर बोतल को उलटकर ढक्कन को गर्म पानी में डुबाया जाए तो उसमें ऊष्मीय प्रसार के कारण ढक्कन ढीला होकर खुल जाता है।

(2) बैलगाड़ी के लकड़ी के पहिए के ऊपर लोहे का रिंग कसकर लगाया जाता है। इसके लिए रिंग को थोड़ा छोटा बनाया जाता है। चढ़ाने के पूर्व रिंग को गर्म करके प्रसारित किया जाता है जिससे वह पहिए पर चढ़ सके। ठंडा होने पर यह रिंग पहिए को कसकर पकड़ लेता है।

(3) जब मोटे काँच के गिलास में खौलता हुआ पानी डाला जाता है तब गिलास टूट जाता है क्योंकि गिलास की भीतरी सतह का प्रसार बाहर की तुलना में अधिक होता है।

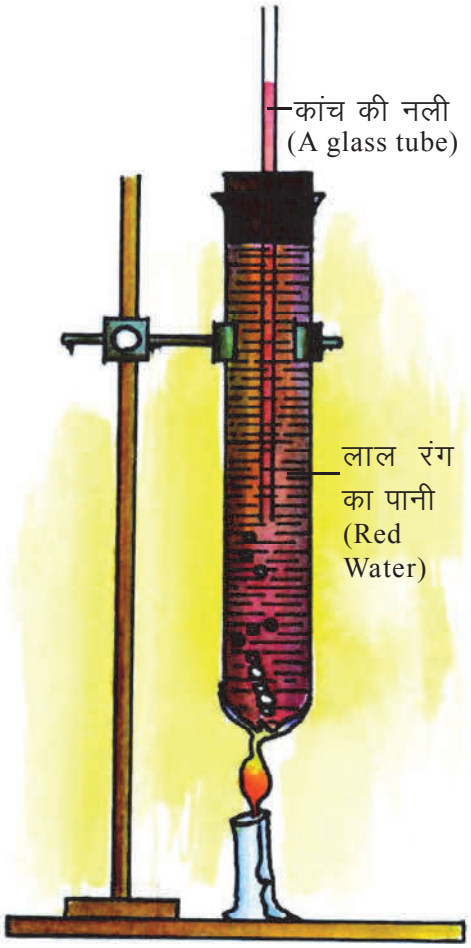
(4) टेलीफोन व विद्युत के तारों को गर्मी के दिनों में दो खंभों के बीच थोड़ा ढीला छोड़ा जाता है जिससे ठंड के दिनों में वह सिकुड़कर टूट न जाए।

(ब) द्रव में प्रसार (Expansion of Liquids)–

क्रियाकलाप (Activity) – 4

आवश्यक सामग्री :– काँच की परखनली, एक छिद्र वाला कार्क जिसमें काँच की नली लगी हो, लाल स्याही, गर्म करने का साधन।

काँच की परखनली में ऊपर तक पानी भरिए। पानी में लाल स्याही की दो बूँदें डालिए। काँच की नली लगे हुए एक कार्क को इस परखनली के मुँह में लगाइए (चित्र– 7.4)। कुछ पानी नली में चढ़ जायेगा। नली में पानी के तल पर चिन्ह लगाइए।



चित्र–7.4 द्रव में प्रसार
(Expansion in liquid)

अब परखनली को गर्म कीजिए और नली में पानी के तल पर पुनः चिन्ह लगाइए। आप देखेंगे कि नली में जल का तल ऊपर उठता है। अब गर्म करना बंद करने पर जल का तल नीचे उतरता है। इसका कारण क्या है ? ऊष्मा के कारण पानी में जैसा प्रसार होता है, पारे में भी वैसा ही प्रसार होता है। थर्मामीटर में तापमापक द्रव के रूप में पारे का उपयोग किया जाता है।

द्रव में ऊष्मीय प्रसार के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं–

(1) थर्मामीटर के बल्ब को गर्म जल में डुबाने पर उसका पारा ऊष्मीय प्रसार के कारण ऊपर चढ़ता है। थर्मामीटर को निकाल लेने पर पारा पुनः सिकुड़कर बल्ब में आ जाता है।

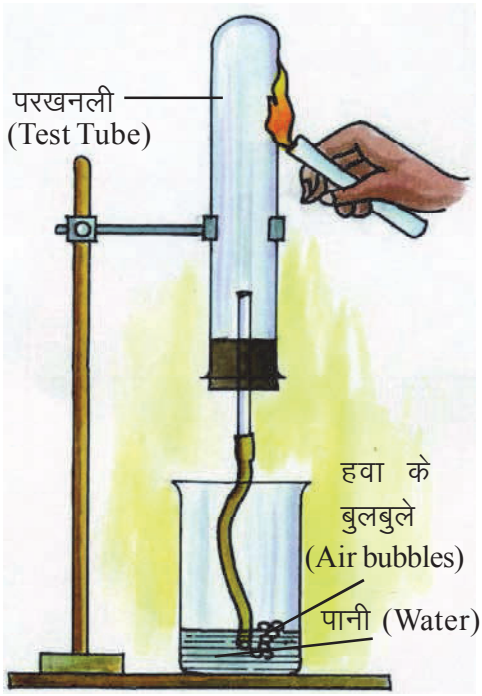
(2) मोटर गाड़ियों के इंजिन को ठंडा करने के लिये उसके रेडियेटर में पानी को ऊपर तक नहीं भरा जाता क्योंकि इंजिन की ऊष्मा से पानी का प्रसार होने के कारण रेडियेटर के टूटने का भय रहता है।

(स) गैस में प्रसार (Expansion of gases)– ऊष्मा के कारण हमने धातुओं एवं द्रवों के प्रसार को देखा। आइए, देखें कि क्या गैसें भी ऐसे प्रभाव दर्शाते हैं ?

क्रियाकलाप (Activity)– 5

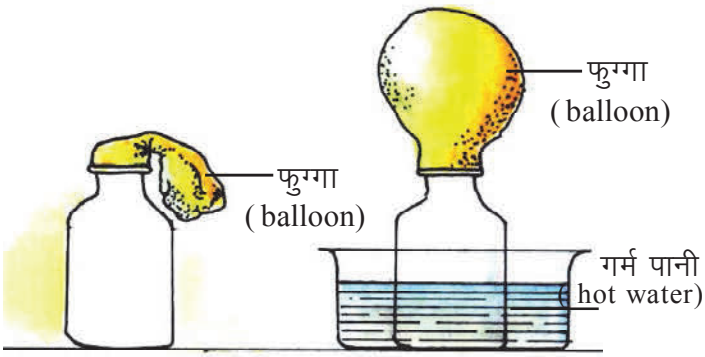
आवश्यक सामग्री :– परखनली, एक छिद्र वाला कार्क जिसमें काँच की नली लगी हो, गर्म करने का साधन।

काँच की नली लगे कार्क को परखनली के मुँह में लगाइए। इस नली के ऊपरी छोर पर एक रबर की नली लगा दें। अब इसे उलटकर पानी से भरे हुए बीकर में इस प्रकार रखें कि रबर की नली का बाहर निकला हुआ सिरा पानी के अंदर डूबा रहे (चित्र–7.5)। परखनली को मोमबत्ती की सहायता से गर्म कीजिए। आप देखेंगे कि परखनली की कुछ हवा बुलबुलों के रूप में पानी में से होकर निकलती है। हवा के बुलबुले निकलने का कारण क्या है ? अब परखनली को गर्म करना बंद कर दीजिए। आप देखेंगे कि ठंडी होने के कारण परखनली की हवा सिकुड़ती है और उसका स्थान लेने के लिए पानी ट्यूब में से होता हुआ परखनली में आने लगता है।



चित्र–7.5 हवा में प्रसार
(Expansion of air)

गैस में ऊष्मीय प्रसार को निम्न उदाहरणों द्वारा समझा जा सकता है–



चित्र–7.6 गर्म करने पर गैस में प्रसार
(Expansion in gases on heating)

(i) एक बोतल के मुँह में फुग्गा लगाइए। बोतल को गर्म पानी के टब में रखने पर फुग्गा फूल जाता है (चित्र 7.6)। इसका कारण है बोतल की गैस में प्रसार।

(ii) गाड़ियों के टायर गर्मी के दिनों में फट जाते हैं।

(iii) पूड़ियाँ तलने पर और रोटियाँ सेंकने पर फूल जाती हैं।

इस प्रकार हमने देखा कि ऊष्मा पाकर ठोस, द्रव और गैस तीनों प्रसारित होते हैं तथा ठंडा होने पर सिकुड़ जाते हैं। ठोस का प्रसार द्रव से कम तथा गैस का प्रसार द्रव से अधिक होता है।

इनके उत्तर दीजिए (Answer these) –

1. यदि किसी वस्तु को छूने पर वह ठंडी प्रतीत होती है तो हाथ और वस्तु के बीच ऊष्मा के प्रवाह की दिशा बताइए।
2. ऊष्मीय प्रसार को ध्यान में रखते हुए ठोस, द्रव एवं गैस को क्रमबद्ध कीजिए।
3. काँच की बोतल का ढक्कन कस जाने पर उसे खोलने का उपाय कारण सहित बताइए।
4. धूप में रखी साइकिल के ट्यूब के फटने की संभावना रहती है। कारण सहित उत्तर लिखिए।

7.3 अवस्था परिवर्तन (Change of state) –

प्रकृति में सभी पदार्थ अणुओं से मिलकर बने होते हैं जो हमेशा गतिमान रहते हैं। ठोस में अणु अपनी निश्चित स्थितियों पर नियमित क्रम में जमे रहते हैं। ये अणु अपनी माध्य स्थिति के दोनों ओर कंपन करते रहते हैं। अणुओं के बीच आकर्षण जिसे अन्तराअणुक बल कहते हैं, के कारण उन्हें अपनी माध्य स्थिति को छोड़ने की स्वतंत्रता नहीं होती। गैस के अणुओं के बीच अन्तराअणुक बल बहुत कम होता है अतः वे दूर–दूर होते हैं। लगातार गति की स्थिति में रहते हुए वे कहीं भी जाने के लिए स्वतंत्र रहते हैं। द्रव के अणु गैस के अणुओं की तुलना में पास–पास होते हैं अतः उनके बीच अन्तराअणुक बल ठोस की तुलना में कम किन्तु गैस की तुलना में अधिक होता है। अतः ये अणु द्रव की सीमा के अंदर गति करते हैं। चूंकि ऊष्मा ऊर्जा का रूप है, गर्म करने पर पदार्थ के अणुओं की ऊर्जा अधिक और गति तेज हो जाती है। यही कारण है ऊष्मा लेकर ठोस, द्रव में और द्रव, गैस में रूपांतरित हो जाता है। इसी प्रकार पदार्थ को ठंडा करने पर अणुओं की ऊर्जा कम और गति धीमी हो जाती है। जिसके कारण गैस, द्रव में और द्रव, ठोस में परिवर्तित हो जाता है। इन समस्त परिवर्तनों को अवस्था परिवर्तन कहा जाता है।

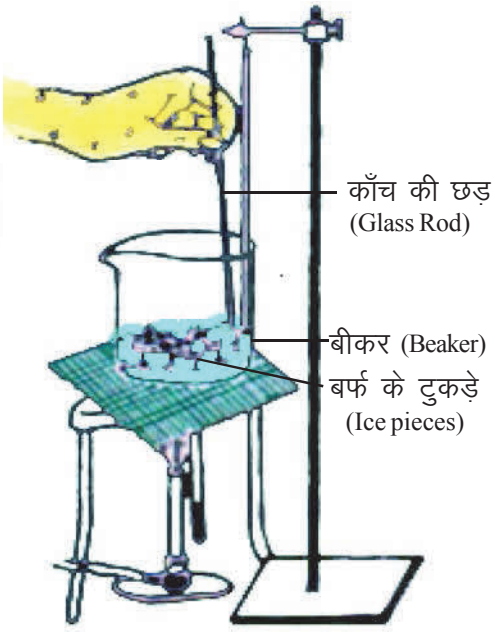
UVUN1U

आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझें।

क्रियाकलाप (Activity) – 6

आवश्यक सामग्री :– बीकर, त्रिपाद स्टैंड, थर्मामीटर, जाली, बर्फ के टुकड़े, काँच की छड़, गर्म करने का साधन।

बर्फ (लगभग 300g) को छोटे–छोटे टुकड़ों में तोड़कर बीकर में डालिए। उसे त्रिपाद स्टैंड पर जाली के ऊपर रखकर गर्म कीजिए और प्रत्येक मिनट के पश्चात् सारणी 7.1 में उसका ताप लिखिए। इस दौरान काँच की छड़ से बर्फ को हिलाते रहिए (चित्र 7.7)।



चित्र–7.7 अवस्था परिवर्तन
(Change of state)

सारणी (Table) – 7.1

क्रमांक (S. No.)	समय (Time)	पदार्थ की अवस्था (State of matter)	ताप (Temperature)
1.	0 मिनट	ठोस	0°C
2.	1 मिनट	ठोस तथा कुछ द्रव	0°C
3.	2 मिनट	ठोस तथा कुछ द्रव	0°C
4.	3 मिनट	————————	——
5.	————	————————	——
6.	————	————————	——
7.	————	————————	——

हमने देखा कि जब तक संपूर्ण बर्फ न पिघल जाए ताप (0°C पर) स्थिर रहता है (चित्र 7.7)। बर्फ पिघलने के दौरान बर्फ को दी गई ऊष्मा कहाँ गई ? वह ऊष्मा बर्फ के अवस्था परिवर्तन हेतु व्यय हुई या यह कहें कि ऊष्मा बर्फ के अन्तराअणुक बल को कमजोर करने में व्यय हुई।

''इस निश्चित ताप को जिस पर कोई पदार्थ अपनी ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित होता है, गलनांक कहते हैं।''

इसके विपरीत ''द्रव एक निश्चित ताप पर ही ठोस रूप में परिवर्तित होता है। इस दौरान ऊष्मा निकालने पर भी उसका ताप स्थिर रहता है जो उस पदार्थ का हिमांक कहलाता है।''

किसी ठोस को उसके गलनांक पर ऊष्मा देने पर वह द्रव रूप में परिवर्तित हो जाता है जबकि उस द्रव में से उसी ताप (हिमांक) पर उतनी ही ऊष्मा निकाल लेने पर वह ठोस बन जाता है।

किसी पदार्थ का गलनांक और हिमांक सदा बराबर होता है। जैसे जल को 0°C पर ठंडा किया जावे तो वह जम जाता है और बर्फ को 0°C पर गर्म किया जाए तो वह पिघल जाता है।

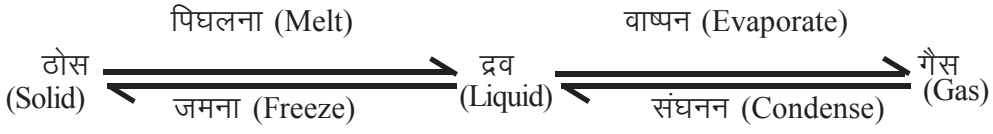
सारणी (Table) –7.2

क्रमांक (S. No.)	पदार्थ का नाम (Name of the substance)	गलनांक / हिमांक (Melting point / Freezing point)
1.	पारा	–39°C (ऋण चिन्ह दर्शाता है कि यह ताप 0°C से 39°C कम है।)
2.	बर्फ	0°C
3	सीसा	327°C
4	सोना	1063°C

उपरोक्त क्रियाकलाप में यदि हम जल को बहुत देर तक गर्म करते रहें तो उसका ताप तब तक बढ़ता रहेगा जब तक कि वह उबलना प्रारंभ न कर दे। इस समय जल, वाष्प में परिवर्तित होने लगता है। यदि इसके बाद भी जल को गर्म किया जाए तो ताप और अधिक नहीं बढ़ता।

''वह ताप जिस पर कोई द्रव उबलने लगता है तथा अपनी द्रव अवस्था से गैस अवस्था में परिवर्तित होता है, उसका क्वथनांक कहलाता है।''

इसी ताप पर कोई वाष्प अपनी द्रव अवस्था में संघनित होता है। अतः उसे संघनन बिन्दु भी कहा जाता है।



भिन्न–भिन्न द्रवों के क्वथनांक भिन्न–भिन्न होते हैं। कुछ पदार्थों के क्वथनांक नीचे सारणी में दिये जा रहे हैं–

सारणी (Table) –7.3

क्रमांक (S. No.)	पदार्थ का नाम (Name of matter)	क्वथनांक (Boiling point)
1.	पानी	100°C
2.	पारा	357°C
3.	जस्ता	907°C
4.	तांबा	2336°C

अवस्था परिवर्तन के कुछ उदाहरण (Some examples of change of state)–

1. खौलते समय जल को दी गई ऊष्मा उसके भाप में शामिल हो जाती है। यही कारण है कि भाप से जलना खौलते पानी से जलने की अपेक्षा अधिक कष्टदायी होता है।
2. शर्बत में बर्फ का टुकड़ा डालने पर वह अधिक ठंडा हो जाता है क्योंकि बर्फ अवस्था परिवर्तन के लिये शर्बत से अधिक ऊष्मा ले लेता है।
3. ओले गिरने के बाद वायुमंडल का ताप बहुत कम हो जाता है क्योंकि ओले पिघलने के लिये ऊष्मा वायुमंडल से लेते हैं।

7.4 ऊष्मा से रासायनिक एवं जैविक परिवर्तन (Chemical and biological changes) –

अनेक रासायनिक परिवर्तन ऊष्मा देने पर ही संभव होते हैं। जब लोहे की छीलन को गंधक के चूर्ण के साथ मिलाया जाता है तो कोई रासायनिक क्रिया नहीं होती। जब इसे गर्म किया जाता है तब लोहे का सल्फाइड बनता है। इसी प्रकार पोटैशियम क्लोरेट और पोटैशियम परमैंगनेट को गर्म करने पर ही ऑक्सीजन बनती है।

कुछ रासायनिक परिवर्तनों में ऊष्मा उत्पन्न होती है। जैसे चूने को पानी में डालने पर, सोडियम को पानी में डालने पर या गंधक के अम्ल को पानी के साथ मिलाने पर।

ऊष्मा से रासायनिक परिवर्तन के साथ ही साथ जैविक परिवर्तन भी होते हैं। हम सभी जानते हैं कि गर्मियों में दूध और अन्य भोज्य सामग्री जल्दी खराब हो जाती हैं। इन्हें खराब करने वाले जीवाणु अधिक ताप (30°C से 45°C) पर अधिक सक्रिय हो जाते हैं और उसे खराब कर देते हैं। परंतु यदि इन पदार्थों को 60°C या उससे अधिक ताप पर गर्म किया जावे तो जीवाणु मर जाते हैं। इसीलिये गर्मियों में दूध को खराब होने से बचाने के लिये कई बार उबालने की आवश्यकता होती है। फल, दूध और भोजन आदि को खराब होने से बचाने के लिये उन्हें रेफ्रीजरेटर में न्यून ताप पर रखा जाता है क्योंकि कम ताप पर भी जीवाणु मर जाते हैं।

स्तनधारी कोशिकाओं में वृद्धि 37°C पर तथा पक्षियों के लिए यह ताप 40°C होता है। यही कारण है अंडों के विकास के लिये उन्हें सेने की आवश्यकता होती है।

इनके उत्तर दीजिए (Answer these) –

1 किसी पदार्थ का पिघलना और जमना (हिमीकरण) एक ही ताप पर क्यों होता है ?
2. टीका लगाने के पूर्व डॉक्टर आपकी त्वचा पर स्प्रिट लगाते हैं। आपको उस स्थान पर ठंडक क्यों महसूस होती है ?
3. गर्मियों में चिकनी काली मिट्टी के घड़े में पानी ठंडा नहीं होता जबकि लाल मिट्टी के (छोटे–छोटे छिद्र युक्त) घड़े में पानी ठंडा हो जाता है। क्यों ?
4. दूध को फटने से बचाने के लिये गर्मियों में उसे कई बार गर्म करना पड़ता है या रेफ्रीजरेटर में रखना पड़ता है। क्यों ?

7.5 ऊष्मा का मापन (Measurement of heat)

हम पढ़ चुके हैं कि ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जिसके प्रभाव से वस्तु के ताप में वृद्धि होती है। इस गुण का उपयोग ऊष्मा के मापन में किया जाता है। ऊष्मा ऊर्जा का SI मात्रक जूल है। ऊष्मा के अन्य मात्रक कैलोरी और किलो कैलोरी भी हैं।

''एक कैलोरी ऊष्मा, ऊष्मा का वह परिमाण है जो 1 ग्राम जल के ताप में 1°C की वृद्धि कर दे।''

1 कैलोरी = 4.186 जूल

तथा 1000 कैलोरी = 1 किलो कैलोरी

''एक किलो कैलारी ऊष्मा, ऊष्मा का वह परिमाण है जो एक किलोग्राम जल का ताप 1°C बढ़ाने के लिये आवश्यक है।''

7.6 विशिष्ट ऊष्मा धारिता (Specific heat capacity) –

आइए, हम उन कारकों पर विचार करें जिन पर किसी वस्तु की ताप वृद्धि के लिए वस्तु द्वारा अवशोषित ऊष्मा की मात्रा निर्भर करती है। प्रयोग द्वारा यह पाया गया है कि किसी वस्तु को गर्म करने के लिए आवश्यक ऊष्मा निम्न कारकों पर निर्भर करता है –

(क) वस्तु के द्रव्यमान (m) पर – वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होगा निश्चित ताप वृद्धि के लिए उतनी ही अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होगी।

(ख) ताप वृद्धि (t) पर – वस्तु का ताप जितना अधिक बढ़ाया जाएगा उतनी ही अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होगी।

(ग) वस्तु के पदार्थ की प्रकृति पर – भिन्न–भिन्न पदार्थों के समान द्रव्यमान के ताप में समान वृद्धि के लिए भिन्न–भिन्न ऊष्मा के परिमाण की आवश्यकता होती है। यह पूर्णतः पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

धातुएँ तथा तेल पानी की तुलना में जल्दी गर्म हो जाते हैं अर्थात् समान ताप वृद्धि के लिये उन्हें पानी की तुलना में कम ऊष्मा की आवश्यकता होती है। पदार्थों के इस गुण की तुलना हम उनकी विशिष्ट ऊष्मा धारिता द्वारा करते हैं।

''किसी पदार्थ के एक किलोग्राम का ताप 1°C बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा का परिमाण पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता कहलाता है।''

विशिष्ट ऊष्मा धारिता का मात्रक जूल/कि ग्रा °C (J/kg°C) या जूल प्रति किलोग्राम डिग्री सेल्सियस है।

निम्नांकित सारणी में कुछ पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा धारिता दी जा रही है–

सारणी *(Table)* –7.4

क्रमांक (S. No.)	पदार्थ (Substance)	विशिष्ट ऊष्मा धारिता (Specific heat capacities) जूल/किग्रा °C
1.	जल	4186
2.	बर्फ	2060
3.	काँच	840
4.	लोहा	450
5.	तांबा	386
6.	पारा	140
7.	सीसा	128

जल की अधिक विशिष्ट ऊष्मा धारिता का प्रभाव (Effect of high specific heat capacity of water)–

उपरोक्त सारणी में हमने देखा कि जल की विशिष्ट ऊष्मा धारिता सबसे अधिक है। इसका अर्थ है कि समान ताप वृद्धि के लिये जल सबसे अधिक ऊष्मा ग्रहण करता है एवं ठंडा होते समय अधिक ऊष्मा देता है। यही कारण है –

1. वाहनों के इंजिनों में शीतलक के रूप में जल का उपयोग किया जाता है।
2. सेंकने के लिये बोतलों में गर्म जल का उपयोग किया जाता है।
3. मरुस्थलीय प्रदेश दिन में जल्दी गर्म होते हैं और रात में जल्दी ठंडे हो जाते हैं। जबकि समुद्र का जल दिन में सूर्य की ऊष्मा से गर्म हो जाता है, पर जल्दी ठंडा नहीं होता। रात में जब वातावरण ठंडा होने लगता है तब समुद्र के गर्म जल के द्वारा उत्सर्जित ऊष्मा के कारण तटीय प्रदेश गर्म बने रहते हैं।

हमने ऊपर देखा कि विशिष्ट ऊष्मा धारिता किसी पदार्थ का अपना विशेष गुण है। किसी पदार्थ के भिन्न–भिन्न द्रव्यमान भी समान ताप वृद्धि के लिए भिन्न–भिन्न परिमाण की ऊष्मा ग्रहण करते हैं। वस्तु के इस गुण को उसकी ऊष्मा धारिता द्वारा व्यक्त किया जाता है।

''किसी पदार्थ का ताप $1^{\circ}C$ बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा उस पदार्थ की ऊष्मा धारिता कहलाती है।''

यदि पदार्थ का द्रव्यमान m तथा विशिष्ट ऊष्मा धारिता s हो तो उसकी ऊष्मा धारिता $= ms$ होगी। ऊष्मा धारिता का मात्रक जूल/$^{\circ}C$ है।

किसी वस्तु को गर्म करने के लिये आवश्यक ऊष्मा उसके द्रव्यमान, विशिष्ट ऊष्मा धारिता एवं उसके ताप में वृद्धि पर निर्भर करता है।

गर्म होने के लिये वस्तु द्वारा ली गई ऊष्मा $Q = mst$

= द्रव्यमान ✕ पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता ✕ ताप में वृद्धि

और ठंडा होने पर वस्तु द्वारा दी गई ऊष्मा $Q = mst$ = द्रव्यमान ✕ पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता ✕ ताप में हुई कमी

उदाहरण – 100 किग्रा तांबे का ताप $10^{\circ}C$ बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा

$$Q = 100 \text{ किग्रा} \times (386 \text{ जूल/किग्रा } ^{\circ}C) \times (10^{\circ}C)$$

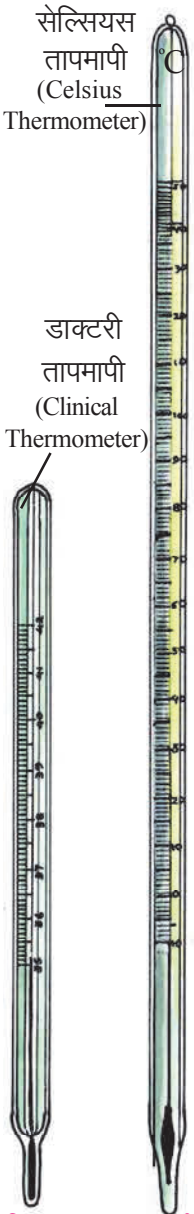
$$= 386000 \text{ जूल} = 3.86 \times 10^5 \text{ जूल}$$

उपरोक्त उदाहरण में यदि 100 किग्रा तांबे के टुकड़े को $10^{\circ}C$ तक ठंडा किया जाए तो 3.86×10^5 जूल ऊष्मा उसके द्वारा दी जावेगी।

7.7 तापमापी (थर्मामीटर) (Thermometer)

किसी वस्तु को स्पर्श करने पर गर्म या ठंडा होने का आभास अवश्य हो जाता है परंतु उस प्रकार उसके सही ताप का पता लगाना असंभव है। इसीलिए तापमापन के लिए हम तापमापी (थर्मामीटर) नामक यंत्र का उपयोग करते हैं। हम सभी ने तापमापी देखा है (चित्र 7.8)। यह मोटे काँच की तथा बारीक छिद्र वाली एक समान व्यास की एक नली का बना होता है। इसके एक सिरे पर पतले काँच का एक बल्ब होता है जिसमें पारा भरा होता है। काँच की इस नली से हवा निकालकर उसे सील कर दिया जाता है। नली के बाहर डिग्री सेल्सियस के निशान लगे होते हैं। ताप मापने का SI मात्रक डिग्री सेल्सियस है। इसमें ताप मापक द्रव के रूप में ''पारा'' का उपयोग किया जाता है। इसके निम्न कारण हैं–

1. पारा एक चमकीला व अपारदर्शी द्रव है जिसके कारण काँच के बाहर से उसे आसानी से देखा जा सकता है।
2. यह काँच की दीवारों से चिपकता नहीं है।
3. यह अधिक ताप परास (हिमांक – $39^{\circ}C$ और क्वथनांक $357^{\circ}C$) के लिये द्रव रूप में रहता है।



चित्र–7.8 तापमापी (Thermometer)

4. इसका प्रसार लगभग सभी तापों पर एक समान रहता है।

तापमापी में 0°C (पानी का हिमांक) से 100°C (पानी का क्वथनांक) के निशान बने होते हैं। अब अपने तापमापी के निशानों को देखकर बताइए कि उसका अल्पतम माप क्या है ?

जिस वस्तु का ताप ज्ञात करना हो उसमें थर्मामीटर का बल्ब रखा जाता है। अब नली में पारे की स्थिति को पढ़िए। यही वस्तु का ताप है। अपनी हथेली का ताप देखने के लिए तापमापी के बल्ब को हथेली में रखकर पारे को नली में चढ़ते देखिए। जब पारा स्थिर हो जाए, तब पारे के ऊपरी सिरे को नोट करें। यह आपकी हथेली का ताप है।

अब अपने कमरे का ताप नोट कीजिए। थर्मामीटर को छाया और धूप में अलग–अलग रखकर हवा का ताप नोट कीजिए। अब आपको धूप में निकलने पर छाते की उपयोगिता समझ में आ गई होगी। अपने शाला के थर्मामीटर की सहायता से प्रतिदिन का ताप नोट करें।

अफ्रीका के लीबिया देश में सन् 1922 का एक दिन इतना गर्म हो गया था कि छाया में भी हवा का ताप 58°C था। भारत में कहीं–कहीं (छत्तीसगढ़ में भी) गर्मियों में कभी–कभी हवा का अधिकतम ताप 48°C पहुँच जाता है उस समय हम बहुत बेचैन हो उठते हैं। क्योंकि शरीर का सामान्य ताप 37°C होता है। विश्व में हवा का न्यूनतम ताप अंटार्कटिक महाद्वीप में – 89°C मापा गया था। – (ऋण) चिह्न का उपयोग यह दर्शाता है कि यह ताप 0°C (पानी का हिमांक) से 89°C कम था। ठंड के दिनों में जब वायुमंडल का ताप 15°–20°C होता है, तब हमें कुछ ठंड सी महसूस होने लगती है।

7.7.1 थर्मामीटर से ताप मापन (Thermometer Measurement) –

पिछली कक्षा में आपने तापमापी के बारे में पढ़ा है आइए, देखें डॉक्टरी थर्मामीटर पढ़ने के लिए आवश्यक सावधानियाँ क्या हैं:–

- थर्मामीटर को उपयोग से पहले और पश्चात धोना चाहिए, धोने के लिए पूतिरोधी (एंटीसेप्टिक) घोल का उपयोग अच्छा रहता है।
- सुनिश्चित कीजिए कि उपयोग से पहले पारे का तल 35°C से नीचे हो।
- थर्मामीटर को पढ़ते समय पारे का तल, दृष्टि रेखा की सीध में होना चाहिए।
- थर्मामीटर का उपयोग सावधानीपूर्वक कीजिए, किसी कठोर वस्तु से टकराने पर यह टूट सकता है।
- थर्मामीटर का उपयोग करते समय इसे बल्ब से नहीं पकड़ना चाहिए।

इनके उत्तर दीजिए (Answer these)–

1. कैलोरी और किलो कैलोरी की परिभाषा दीजिए एवं दोनों में संबंध बताइए।
2. किसी वस्तु को किसी निश्चित ताप तक गर्म करने के लिए आवश्यक ऊष्मा किन कारकों पर निर्भर करती है?
3. पारे को तापमापक द्रव के रूप में सबसे उपयुक्त माना जाता है। क्यों ?

हमने सीखा (We have learnt) -

- ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है।
- वस्तुओं के गर्माहट की माप को उसका ताप कहते हैं जो ऊष्मा के बहाव की दिशा निर्धारित करता है।
- ऊष्मा के प्रभाव हैं– ताप में वृद्धि, आकृति या आयतन में परिवर्तन, अवस्था परिवर्तन और रासायनिक एवं जैविक परिवर्तन।
- ठोस, द्रव एवं गैस सभी ऊष्मा लेकर प्रसारित होते हैं।
- ऊष्मा के कारण ठोस सबसे कम और गैसें सबसे अधिक प्रसारित होती हैं।
- एक कैलोरी ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा है जो 1 ग्राम जल का ताप 1°C बढ़ा देता है। एक कैलोरी 4.186 जूल के बराबर होता है।
- अवस्था परिवर्तन एक निश्चित ताप पर होता है।

- गलनांक वह ताप है जिस पर कोई पदार्थ ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित होता है।
- क्वथनांक वह ताप है जिस पर कोई पदार्थ अपनी द्रव अवस्था से गैसीय अवस्था में परिवर्तित होता है।
- कोई पदार्थ जिस ताप पर जमता (द्रव से ठोस अवस्था में) है उसी ताप पर वह पिघलता (ठोस से द्रव अवस्था में) भी है।
- किसी पदार्थ का वाष्पन (द्रव से गैस में) जिस ताप पर होता है उसी ताप पर उसका संघनन (गैस से द्रव में) भी होता है।
- कुछ रासायनिक परिवर्तनों में ऊष्मा की आवश्यकता होती है जबकि कुछ रासायनिक परिवर्तनों में ऊष्मा उत्पन्न होती है।
- भोज्य सामग्रियों को खराब करने वाले जीवाणु सामान्य ताप (30°C से 45°C) पर अधिक सक्रिय होते हैं इसलिये उन्हें खराब होने से बचाने के लिए बार–बार गर्म किया जाता है या रेफ्रीजरेटर में रखा जाता है।
- किसी वस्तु का ताप 1°C बढ़ाने हेतु आवश्यक ऊष्मा उस वस्तु की ऊष्मा धारिता कहलाती है।
- किसी पदार्थ के एक किलोग्राम का ताप 1°C बढ़ाने हेतु आवश्यक ऊष्मा का परिमाण उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता कहलाता है। इसका मात्रक जूल/किग्रा °C है
- वस्तु द्वारा ली गई या दी गई ऊष्मा $Q = mst$

UHDF55

अभ्यास के प्रश्न (Questions for practice)

1 सही विकल्प चुनिए–

(1) गर्म करने पर वस्तु का प्रसार निर्भर करता है–
(क) वस्तु के प्रारंभिक आकार या आयतन पर।
(ख) ताप में वृद्धि पर
(ग) वस्तु के पदार्थ पर
(घ) उपरोक्त सभी पर

(2) 10 कैलोरी ऊष्मा से 2 ग्राम जल के ताप में वृद्धि होगी–
(क) 2°C (ख) 5°C (ग) 8°C (घ) 10°C

(3) किसी पदार्थ द्वारा अवशोषित ऊष्मा का परिमाण निर्भर करता है–
(क) पदार्थ के द्रव्यमान पर (ख) पदार्थ की प्रकृति पर
(ग) ताप में वृद्धि पर (घ) उपरोक्त सभी पर

(4) 1 ग्राम जल के ताप में 1°C की वृद्धि करने के लिये आवश्यक ऊष्मा
(क) 1 कैलोरी (ख) किलो कैलोरी
(ग) 1 जूल (घ) 1 किलो जूल

(5) निम्नलिखित में से कौन–सा मात्रक ऊष्मा मापन के लिये प्रयुक्त नहीं होता–
(क) कैलोरी (ख) °C (ग) किलो कैलोरी (घ) जूल

2 खाली स्थान की पूर्ति कीजिए–

(क) स्तनधारी कोशिकाओं में वृद्धि ..... °C पर होती है।
(ख) सेंकने के लिये बोतलों में गर्म जल भरा जाता है क्योंकि जल की ..... अधिक है।
(ग) पारे का प्रसार सभी तापों पर लगभग समान होता है इसलिये इसे ..... में उपयोग में लाया जाता है।

(घ) एक कैलोरी ऊष्मा ..... जूल के तुल्य होती है।

(ङ) जल का क्वथनांक ..... °C होता है।

3 कारण सहित उत्तर दीजिए–

(क) मोटे काँच के गिलास में खौलता पानी डालने पर वह चटख जाता है।

(ख) गर्मी के दिनों में हम पानी को ठंडा करने के लिये उसे धातु के घड़े में न रखकर लाल मिट्टी के घड़े में रखते हैं।

(ग) थर्मामीटर में पारा ऊष्मा पाकर ऊपर चढ़ने लगता है।

(घ) पसीना आने पर हवा लगने से ठंडक महसूस होती है।

(ङ) गैस से भरे गुब्बारे को आग के पास लाने पर वह फट जाता है।

4 दैनिक जीवन में जल के प्रसार से संबंधित दो उपयोग लिखिए ?

5 वस्तु की ताप वृद्धि के लिए उसे दी गई ऊष्मा किन बातों पर निर्भर करती है ?

6 निम्नांकित के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा की गणना कीजिए –

(क) 0.5 किग्रा जल का ताप 25°C से 80°C तक बढ़ाने के लिए।

(ख) 12 किग्रा तांबे का ताप 50°C बढ़ाने के लिए।

7 पानी की विशिष्ट ऊष्मा 4186 जूल/कि.ग्रा.°C है और कांच की विशिष्ट ऊष्मा 840 जूल/कि. ग्रा.°C है। अगर कांच को 80°C तक गर्म करके 80°C तापमान वाले पानी में डाला जाए तो दोनों के तापमान पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

इन्हें भी कीजिए (Do these also) –

1. थर्मामीटर की सहायता से प्रतिदिन निश्चित समय पर ताप नोट कीजिए एवं तालिका में लिखकर चर्चा करें –

दिनांक (Date)	प्रातः 6:00 बजे (Morning 6:00 A. M.)	दोपहर 12:00 बजे (Noon 12:00)	रात 10:00 बजे (Night 10:00 P. M.)