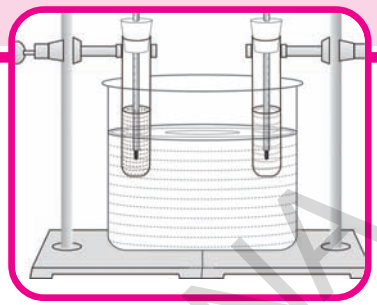
अध्याय

11

ऊष्मा



सातवीं कक्षा में गरम, गुनगुने तथा ठण्डे पानी के साथ किये गये प्रयोग को याद कीजिए। हम जानते हैं कि गरम तथा ठण्डा दो संबंधित शब्द है तथा ऊष्मा ऊर्जा का रूप है। हम अपने निरीक्षण को परिभाषित करने के लिए ऊष्मा तथा तापमान जैसे शब्दों का प्रयोग करते हैं। इन शब्दों का विशेष तकनीकी अर्थ होता है। इन शब्दों के अर्थ जानने के लिए कुछ क्रियाकलाप करेंगे।

क्रियाकलाप -1

एक धातु तथा लकड़ी के टुकडे को लेकर फ्रीज (Fridge) या बर्फ के बक्से (ice box) में रखिए। 15 मिनट के बाद निकालकर अपने मित्र से उसे स्पर्श करने के लिए कहिए।

- कौन-सा अधिक ठण्डा होगा? और क्यों?

पदार्थों को फ्रीज में रखने से वे ठण्डे हो जाते हैं अर्थात् वे अपनी ऊष्मीय ऊर्जा खो देते हैं। हमने लकड़ी तथा धातु को उतने ही समय के लिए फ्रीज में रखा था फिर भी लकड़ी की अपेक्षा धातु का टुकडा अधिक ठण्डा लगता है।

- इस शीतलता के अन्तर का कारण क्या होगा?
- क्या इसका संबंध हमारे शरीर की ऊष्मा का वस्तु में स्थानान्तरण से हो सकता है?

जब आप धातु या लकड़ी के टुकडे को स्पर्श करते हैं तो आपको ठण्ड का आभास होगा। इसका यह अर्थ हुआ कि आपकी उँगलियों द्वारा उष्मीय ऊर्जा उस टुकडे में संवहित होती है। जब आप अपनी उंगली को वहाँ से हटाते हैं तो आपको 'शीतलता' का आभास नहीं होगा। इससे यह पता चलता है कि जब हमारे शरीर से उष्मीय ऊर्जा बाहर जाती है तो हमें 'शीतलता' का तथा जब उष्मीय ऊर्जा शरीर के भीतर आती है तो हमें उष्णता का अनुभव होता है आप इसका अनुभव अपनी उंगली को जलती दियासलाई के पास लाकर कर सकते हैं।

अतएव यदि आपको धातु का टुकडा, लकडी के टुकडे से अधिक ठण्डा लगता है अर्थात् जब आप धातु के टुकडे को स्पर्श करते है तो लकडी के टुकडे की अपेक्षा अधिक उष्मीय ऊर्जा का संवहन होता है दूसरे शब्दों में धातु के टुकडे की ''शीतलता का अंश'' (degree of coldness) लकडी की अपेक्षा अधिक होता है।

तापमान की परंपरागत परिभाषा ''उष्णता या शीतलता का अंश'' ("the degree of hotness or coldness") होता है।

लकडी की अपेक्षा धातु के टुकडे का ''तापमान'' फ्रीज के बाहर निकालने पर कम होता है।

SCERT TELANGANA

- वस्तुओं के मध्य ऊर्जा का संवहन क्यों होता है?
- क्या सभी परिस्थितियों में ऊर्जा का संवहन होता है?
- ऊष्मा संवहन के कारक कौन-से है?

चलिए अब हम पता लगाएँगे

उष्मता का संतुलन-उष्मा तथा तापमान

(Thermal equilibrium-heat and temperature)

विभिन्न तापों की दो वस्तुएँ जब एक-दूसरे के संपर्क में आती है तब उच्च तापवाली वस्तु से कम तापवाली वस्तु की ओर उष्मीय संतुलन होने तक उष्मा प्रवाहित होती है। इस स्थिति में हम कह सकते हैं कि वस्तुओं ने उष्मीय संतुलन प्राप्त कर लिया है। अतएव उष्मीय संतुलन वस्तु की उस स्थिति को दर्शाता है जहाँ वस्तु न तो उष्मा को दे सकती है न ही उसे ले सकती है।

यदि आपको सर्दी या गर्मी का आभास न हो तब हम कह सकते है कि आपको चारो ओर के वातावरण के साथ आपके शरीर का उष्मीय संतुलन हो गया है। उसी प्रकार कमरे में पाये जाने वाला फर्नीचर का कमरे की वायु के साथ उष्मीय संतुलन होता है। अर्थात् हम कह सकते है कि कमरे की वायु तथा फर्नीचर का तापमान समान होता है।

ऊष्मा (Heat)

- तापमान क्या है?
- यहाँ आप उसे उष्मा से कैसे अलग करेंगे?

क्रियाकलाप -2

दो काँच के गिलास लेकर उसमें से एक में गरम तथा दूसरे में ठण्डा पानी लीजिए। अब आप थर्मामीटर को लेकर उसमें पारे के स्तर को निरीक्षण कर अपनी नोट बुक में लिखिए। अब उसे गरम पानी में रखिए, पारे के स्तर परिवर्तन को नोट कीजिए।

- थर्मामीटर के स्तर में आपने क्या परिवर्तन देखा?
- पारे का स्तर बढता है या घटता है?

अब आप थर्मामीटर को ठण्डे पानी में डालिए तथा पारे के स्तर के परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए। पारे का स्तर बढता है या घटता है।

हम जानते है कि वस्तुओं में ऊष्मा संवहन द्वारा ऊष्मीय संतुलन होता है। जब आप थर्मामीटर को गरम पानी में रखते हैं तो पारे का स्तर बढ़ता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ऊष्मा का प्रवाह गरमवस्तु (गरम पानी) से ठण्डे वस्तु की ओर (थर्मामीटर) होता है। उसी प्रकार दूसरे स्थिति में आपने देखा कि पारे का स्तर उसके वास्तविक स्तर से कम हो जाता है। क्योंकि ऊष्मा का प्रवाह पारे (गरम वस्तु) से पानी (ठण्डी वस्तु) की ओर होता है अतः हम ऊष्मा को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं।

''ऊष्मा एक ऊर्जा का रूप है जो उच्च तापमान वाले वस्तु से कम तापमान वाली वस्तु की ओर प्रवाहित होती है।''

(पारे के स्तर में स्थिरता यह दर्शाती है कि उष्मा का प्रवाह थर्मामीटर के द्रव (पारे) से पानी की ओर रुक गया है।

SCERT TELANGANA

पानी तथा थर्मामीटर (पारे) के बीच ऊष्मीय संतुलन प्राप्त हो चुका है। ऊष्मीय संतुलन में थर्मामीटर का स्तर उसके तापमान को दर्शाता है। अर्थात् ''तापमान'' ऊष्मीय संतुलन का मापन है।

यदि दो विभिन्न वस्तुएँ A तथा B ऊष्मीय संपर्क में ऊष्मीय संतुलन C के साथ करते है तो क्या वे दोनों भी एक दूसरे के साथ ऊष्मीय संतुलन करते है?

हम जानते है कि जब A, C के साथ ऊष्मीय संतुलन बनाता है तो दोनों का तापमान समान हो जाता है। उसी प्रकार जब B, C के साथ संतुलन करता है तो उनका तापमान समान हो जाता है अर्थात् A तथा B दोनों का तापमान समान हो जाता है तो वे दोनो का भी एक दूसरे के साथ ऊष्मीय संतुलन होता है। (A,B तथा C तीनों ऊष्मीय संपर्क में होते है).

ऊष्मा की SI मात्रक जूल (J) तथा CGS इकाई कैलोरी (cal) है। एक ग्राम पानी के तापमान को 1^0C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को कैलोरी (calorie) कहते हैं।

1कैलोरी = 4.186 जूल

तापमान का SI मात्रक केलवीन Kelvin (K) है उसे डिग्री सेल्सीयस (^0C) में भी दर्शाया जा सकता है। $0^0C = 273K$

- आप डिग्री सेल्सीलय को केलवीन में कैसे परिवर्तित करेंगे?

केलवीन में तापमान = 273+डिग्री सेल्सीलय में तापमान

273 को डिग्री सेल्सीयस के तापमान में जोड़कर केलवीन तापमान प्राप्त किया जा सकता है।

नोट: केलवीन स्केल पर मापे गये तापमान को परम ताप (absolute temperature) कहते हैं।

तापमान तथा गतिज ऊर्जा (Temperature and Kinetic energy)

क्रियाकलाप -3

दो प्याले लीजिए एक गरम पानी का तथा दूसरा ठंडे पानी का, प्याले में पानी की सतह पर अच्छे से खाद्य रंग का छिडकाव कीजिए खाद्य रंगो के कणों की गति का निरीक्षण कीजिए।

- वे कैसे गति करते हैं?
- वे यादृच्छिक गति (random movement) क्यों करते है।
- गरम पानी में कण, ठण्डे पानी की अपेक्षा अधिक वेग से क्यों गति करते है?

आप देखेंगे कि खाद्य रंगों (food colour) के कण यादृच्छिक गति करते है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि दोनो प्यालों में पानी के कण यादृच्छिक गति करते हैं। कणों की गति गरम पानी में ठण्डे पानी की अपेक्षा अधिक होती है।

हम जानते हैं कि वस्तु की गति के कारण उसमें गतिज ऊर्जा होती है।

प्याले के पानी के अणुओं की गति के वेग में भिन्नता पायी जाती है इससे हम कह सकते है कि इसमें भिन्न गतिज ऊर्जा पायी जाती है। इससे हम

SCERT TELANGANA

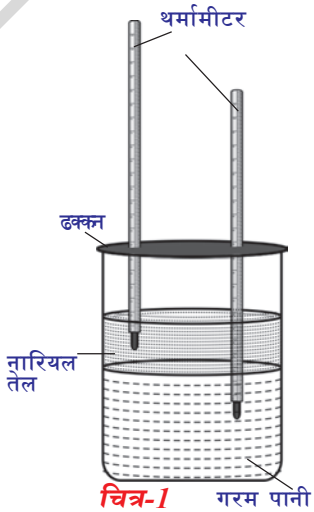
यह निष्कर्ष निकालते हैं कि ऊष्ण वस्तु की गतिज ऊर्जा ठण्डे वस्तु से अधिक होती है। इसलिए हम कह सकते है कि वस्तु का तापमान उस वस्तु के कणों की औसत गतिज ऊर्जा को सूचित करता है।

"कणों की औसत गतिज ऊर्जा उसके सपरन ताप (absolute temperature) के समानुपाती होती है।"

क्रियाकलाप -4

एक पात्र में पानी लेकर उसे 60°C तक गरम कीजिए। एक पारदर्शी बेलनाकार काँच का जार लेकर उसमें आधा गरम पानी भरिए। पानी की सतह पर सावधानी पूर्वक नारियल तेल डालिए। (दोनों एक दूसरे के साथ घुल न जाय इसका ध्यान रखिए।) जार पर दो छिद्रों वाला ढक्कन लगाइए। उन छिद्रों में से दो थर्मामीटर इस प्रकार लगाइए कि एक गरम पानी की सतह को तथा दूसरा नारियल तेल की सतह को स्पर्श करे जैसा चित्र में दर्शाया गया है।

अब थर्मामीटर के पाठ्यांको का निरीक्षण कीजिए। पानी में रखे गए थर्मामीटर का पाठ्यांक घटता हुआ तथा तेल में रखे थर्मामीटर का पाठ्यांक बढ़ता हुआ दिखाई देगा।



चित्र-1

- ऐसा क्यों होता है?

क्योंकि तेल के अणुओं की औसतन गतिज ऊर्जा बढ़ती है तथा पानी के अणुओं की औसतन गतिज ऊर्जा घटती है। दूसरे शब्दों में तेल का तापमान बढ़ता है तथा पानी का तापमान घटता है कहा जा सकता है।

- क्या आप कह सकते हैं कि पानी अपनी ऊर्जा खो रहा है?

ऊपरी चर्चा से यह पता चलता है कि पानी ऊर्जा को खोता है जबकि तेल ऊर्जा को प्राप्त करता है। क्योंकि दोनों के तापमान में अंतर पाया जाता है। अतः कुछ ऊर्जा पानी से तेल में प्रवाहित होती है। इसका अर्थ यह हुआ कि पानी के कणों की गतिज ऊर्जा घटती है जबकि तेल के कणों की गतिज ऊर्जा बढ़ती है।

- ऊपरी क्रियाकलाप की चर्चा के आधार पर क्या अब आप ऊष्मा तथा तापमान में अंतर को जान सकेंगे?

क्रियाकलाप 2, 3 तथा 4 के आधार पर हम ऊष्मा तथा तापमान का भेद इस प्रकार बता सकते हैं।

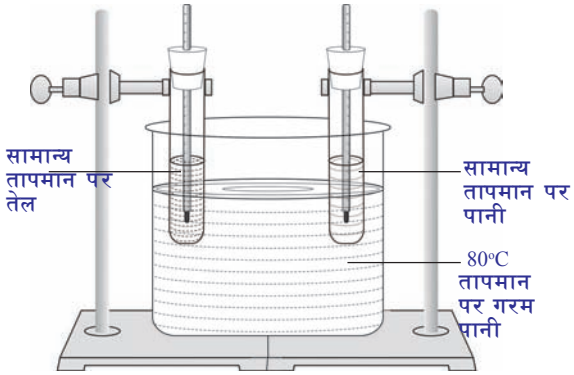
ऊष्मा एक ऊर्जा है जो ऊष्ण वस्तु से शीत वस्तु की ओर प्रवाहित होती है। तापमान वस्तु की ऊष्णता तथा शीतलता की मात्रा को दर्शाता है। अर्थात् तापमान ऊष्मा के प्रवाह की दिशा को निर्धारित करता है जबकि ऊष्मा ऊर्जा का प्रवाह है।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat)

क्रियाकलाप -5

एक बड़े जार में पानी लेकर उसे 80°C तक गरम कीजिए, दो समान परखनलियाँ एक छिद्र वाले कार्क को लीजिए। एक में 50 ग्रा. पानी तथा दूसरे

SCERT TELANGANA



चित्र-2

में 50ग्रा. तेल लीजिए। दोनों का तापमान सामान्य होना चाहिए। छिद्र में से परखनलियों में दो तापमापियों को डालिए, उन्हें होल्डर से लगाकर गरम पानी वाले जार में चित्र में दर्शाए अनुसार रखिए।

तापमापी के पाठ्यांक का निरीक्षण हर तीन मिनट बाद कीजिए तथा इसे अपने नोटबुक में लिखिए।

- कौन-से परखनली का तापमान अतिशीघ्रता से बढता है?
- क्या पानी तथा तेल को दी गयी ऊष्मा समान होती है? आप यह कैसे कह सकते हैं?

हम ऐसा मान सकते हैं कि पानी तथा तेल को दी गयी ऊष्मा समान होगी क्योंकि दोनों ही गरमपानी के जार में समान अवधि के लिए रखे गये थे।

हम देखेंगे कि तेल के तापमान में वृद्धि पानी से अधिक होती है।

- ऐसा क्यों होता है?

हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि तापमान पदार्थ की प्रकृति पर आधारित होता है।

क्रियाकलाप -6

समान आयतन के दो बीकर लो और एक छोटे बीकर में 250 मि.ली. पानी लीजिए तथा दूसरे बड़े बीकर में 1 ली. पानी लीजिए। तापमापी से उनका प्रारंभिक ताप मापिए उन दोनों बीकरों को तब तक गरम कीजिए जब तक कि पानी का तापमान 60 ^{0}C तक बढे । प्रत्येक बीकर के पानी का तापमान 60 ^{0}C बढने तक लगे समय को नोट कीजिए।

- कौन-से बीकर को गरमहोने के लिए अधिक समय लगेगा?

आप देखोगे कि छोटे बीकर की अपेक्षा बडे बीकर को गरम होने में अधिक समय लगता है । इसका अर्थ यह होता है कि बडे बीकर को छोटे बीकर की अपेक्षा सम तापमान के परिवर्तन के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

अतः वस्तु द्वारा शोषित ऊष्मा (Q) की मात्रा वस्तु के द्रव्यमान (m) के समानुपाती होती है।

$\Rightarrow Q \propto m$ (ΔT स्थिर होगा)

……..(1)

अब एक बीकर में 1 लीटर पानी लेकर उसे धीमे लौ पर गरम कीजिए हर दो मिनट बाद तापमान के परिवर्तन (ΔT) को नोट कीजिए।

- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि स्थिर समय में तापमान में वृद्धि होगी अर्थात् समान द्रव्यमान (m) वाले पानी

SCERT TELANGANA

में तापमान परिवर्तन उसके शोषित ऊष्मा(Q) के समानुपाती होता है।

⇨ $Q \propto \Delta T$ (जब द्रव्यमान (m) स्थिर हो) .....(2)

समीकरण (1) और (2), द्वारा

$Q \propto m\Delta T$ ⇨ $Q = mS\Delta T$

जहाँ दिये गये पदार्थ का 's' स्थिर होता है इस स्थिरांक को पदार्थ की ''विशिष्ट ऊष्मा'' कहते हैं।

$$S = \frac{Q}{m\Delta T}$$

वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप 1°C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा (s) को वस्तु की विशिष्ठ ऊष्मा कहते हैं ।

- पदार्थ के इकाई द्रव्यमान का ताप 1°C तक बढाने के लिए कितनी ऊष्मा की आवश्यकता होगी?

पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा	
	कैलोरी cal/g-°C	J/kg-K
सीसा (Lead)	0.031	130
पारा (Mercury)	0.033	139
पीतल (Brass)	0.092	380
जस्ता (Zinc)	0.093	391
ताँबा (Copper)	0.095	399
लोहा (Iron)	0.115	483
काँच(Glass flint)	0.12	504
एल्युमिनियम (Aluminium)	0.21	882
केरोसिन (Kerosene oil)	0.50	2100
बरफ (Ice)	0.50	2100
पानी (Water)	1	4180
समुद्र का पानी (Sea water)	0.95	3900

विशिष्ट ऊष्मा के CGS मात्रक केलोरी/ग्राम-°C तथा SI मात्रक जूल/किलोग्राम- K होता है।

1 cal/g- °C = 1 kcal /kg-K

$= 4.2 \times 10^3$ J/kg-K

हमने देखा कि पदार्थ की तापमान वृद्धि उसके गुणों पर आधारित होती है। अतः वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा उसके पदार्थ पर निर्भर करती है। यदि विशिष्ट ऊष्मा अधिक हो तो समान मात्रा की ऊष्मा प्रदान से तापमान वृद्धि की दर कम हो जाती है। यह हमें पदार्थ की तापमान परिवर्तन में अरुचि की कल्पना प्रदान करता है।

- विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न क्यों होती हैं?

चलिए अब हम पता करेंगे।

हम जानते हैं कि वस्तुओं का तापमान वस्तु के कणों की औसतन गतिज ऊर्जा के समानुपात में होता है। किसी भी पदार्थ के कणों में विभिन्न प्रकार की ऊर्जाएँ पायी जाती है जैसे कि रैखिक गतिज ऊर्जा, घूर्णन गतिज ऊर्जा, कंपन ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा। पदार्थ की कुल ऊर्जा को उसकी आन्तरिक ऊर्जा कहते हैं। जब हम पदार्थ को ऊर्जा प्रदान करते है तो वह ऊर्जा सभी कणों के बीच विभिन्न ऊर्जा के रूप में बंट जाती है ।

अलग-अलग पदार्थो से इस विभाजन में भिन्नता पायी जाती है। पदार्थ में तापमान वृद्धि अधिक होती है। यदि अधिकतम ऊष्मीय ऊर्जा का उपयोग

SCERT TELANGANA

उसके रैखिक गतिज ऊर्जा की वृद्धि होती है तो इस ऊष्मीय ऊर्जा के विभाजन में तापमान के अनुसार भिन्नता पायी जाती है। इसलिए विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न होती है।

यदि हम पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा को जानते हैं तो हम उसकी तापमान वृद्धि में आवश्यक ऊष्मा को इस समीकरण द्वारा ज्ञात कर सकते हैं। $Q = mS\Delta T$

विशिष्ट ऊष्मा की क्षमता के अनुप्रयोग (Applications of Specific heat capacity)

1. सूरज प्रतिदिन पृथ्वी को सर्वाधिक मात्रा में ऊर्जा प्रदान करता है। पृथ्वी पर पाये जाने वाले पानी के स्रोत विशेषतः महासागर इस ऊर्जा का शोषण कर तापमान को स्थिर बनाये रखते हैं। महासागर पृथ्वी के ''ऊष्मा गोदामों'' का कार्य करते है। भू-मध्य रेखा के पास अत्यधिक विशिष्ट ऊष्मा के कारण वे ऊष्मा का अधिक शोषण करते है। इसलिए महासागर भूमध्य रेखा के चारों ओर शीतोष्ण तापमान को बनाये रखते हैं। समुद्र का पानी ऊष्मा को भूमध्य रेखा से दूर उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव की ओर संवहन करते हैं। यही संवहित ऊष्मा भूमध्य रेखा से दूर पृथ्वी के वातावरण को शीतोष्ण बनाये रखने में सहायता करती है।

2. फ्रीज (Fridge) से बाहर निकाला गया तरबूज, दूसरे फलों की अपेक्षा अपनी शीतलता अधिक समय के लिए बनाये रखता है क्योंकि उसमें पानी का प्रतिशत अधिक होता है। (पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है।)

3. जब हम समोसा खाते हैं तो बाहर से वह ठण्डा होने पर भी अन्दर से गरम होता है। क्योंकि समोसे के अन्दर पाये जाने वाली सामग्री की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है।

मिश्रण की विधि (Method of mixtures)

क्रियाकलाप -7

स्थिति – **1:** समान आकार वाले दो बीकर लेकर उनमें 200 मि.ली. पानी डालिए। उनके तापमान को समान बनाने के लिए गरम कीजिए। अब इन दोनों बीकरों से पानी निकालकर एक बडे बीकर में डालिए। इस मिश्रण के तापमान के बारे में आप क्या कह सकते है? मिश्रण के तापमान को मापिए।

- आपने क्या निरीक्षण किया?
- इस निरिक्षण के तथ्य का कारण क्या हो सकता है?

स्थिति – **2:** अब एक बीकर के पानी को 90°C तक तथा दूसरे को 60°C तक गरम कीजिए। इन दोनों बीकरों के पानी को एक बडे बीकर में डालिए।

- इस मिश्रण का तापमान क्या होगा?
- इस मिश्रण के तापमान को मापिए। आपने क्या देखा?
- क्या आप तापमान के परिवर्तन का कारण बता सकते हैं?

स्थिति– **3:** अब 100 मि.ली. पानी 90°C तापमान वाला तथा 200 मि.ली. पानी 60°C तापमान वाला लेकर दोनों को मिलाइए।

- मिश्रण का तापमान क्या होगा?
- तापमान परिवर्तन में आप क्या भिन्नता पायेंगे? चलिए अब पता लगाये।

मान लीजिए m_1 तथा m_2 द्रव्यमान वाले दो

SCERT TELANGANA

वस्तुओं का तापमान T_1 तथा T_2 है। (इन दोनों में अधिक तापमान को T_1 तथा कम तापमान को T_2 कहेंगे।) मान लीजिए मिश्रण का अंतिम तापमान T होगा।

मिश्रण का तापमान अधिक ऊष्ण वस्तु से कम लेकिन कम ऊष्ण वस्तु से अधिक होता है। इसका अर्थ यह होता है कि अधिक ऊष्णता वाली वस्तु अपनी ऊष्मा खोता है तथा कम ऊष्णता वाली वस्तु ऊष्मा को प्राप्त करता है।

अधिक ऊष्णता वाली वस्तु द्वारा खोई ऊष्मा Q_1 जिसका द्रव्यमान m_1 है उसकी मात्रा $S(T_1 - T)$ होगी।

कम ऊष्णता वाली वस्तु द्वारा प्राप्त ऊष्मा Q_2 जिसका द्रव्यमान m_2 है उसकी मात्रा $S(T - T_2)$ होगी।

क्योंकि उच्च ताप की वस्तु द्वारा दी गयी ऊष्मा, निम्न ताप की वस्तु द्वारा ली गयी ऊष्मा के बराबर होती है। (ऊष्मा को बिना खोये) अर्थात् $Q_1 = Q_2$

उसको $m_1S(T_1 - T) = m_2S(T - T_2)$ के रूप में लिख सकते है।

उसको हल कर $T = (m_1T_1 + m_2T_2)/(m_1 + m_2)$ के रूप में लिख सकते हैं।

आपने देखा होगा कि स्थिति– 2 के मिश्रण का तापमान तथा स्थिति – 3 का समान नहीं होगा।

- क्या आप इसके कारण का अनुमान लगा सकते हैं?
- तापमापी की सहायता से क्या आप मिश्रण का तापमान ज्ञात कर सकते हैं?

मिश्रण विधि के सिद्धांत (Principle of method of mixtures)

विभिन्न तापों की दो वस्तुएँ जब एक-दूसरे के संपर्क में आती है, तब उच्च तापवाली वस्तु से खोई ऊष्मा कम तापवाली वस्तु द्वारा प्राप्त ऊष्मा के बराबर होने तक ऊष्मा के प्रवाह से ऊष्मीय संतुलन प्राप्त करते है। (यदि ऊष्मा का ह्रास न हो)

कुल खोई ऊष्मा = कुल प्राप्त ऊष्मा

इसे मिश्रण विधि का सिद्धांत कहते हैं।

ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा को ज्ञात करना (Determination of Specific heat of a solid)

प्रयोगशाला क्रियाकलाप 1

उद्देश्य: दिए गए ठोस वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करना ।

आवश्यक उपकरण: कैलोरीमीटर, तापमापी, विलोडक, पानी, वाष्पीय यंत्र, लकडी का डिब्बा, शीसे के गोले (Lead shots)

विधि: विलोडक के साथ कैलोरीमीटर का द्रव्यमान मापिए।

कैलोरीमीटर का द्रव्यमान

m_1 = ...

अब कैलोरीमीटर में एक तिहाई पानी को भर दीजिए उसके द्रव्यमान तथा तापमान को मापिए।

पानी के साथ कैलोरीमीटर का द्रव्यमान

m_2 = ...

पानी का द्रव्यमान = $m_2 – m_1$ .....

कैलोरीमीटर में पानी का तापमान,

T_1 = ...

नोट: कैलोरीमीटर तथा पानी का तापमान समान होना चाहिए ।

SCERT TELANGANA

कुछ शीसे के गोले लेकर उन्हें गरम पानी या वाष्पीय यंत्र में डालिए । उन्हें 100°C तापमान तक गरम कीजिए। मानलो यह तापमान T_2 होगा।

अब उन शीसे के गोलों को अतिशीघ्रता से कैलोरीमीटर में डालिए (अतिन्यून ऊष्मीय ह्रास हो) आप देखेंगे कि कुछ समय पश्चात् मिश्रण का तापमान एक स्तर को पायेगा।

यह तापमान T_3 होगा तथा कैलोरीमीटर का द्रव्यमान पानी तथा गोलों के साथ मापिए।

अब कैलोरीमीटर का द्रव्यमान,

m_3 = ...

सीसे के गोलों का द्रव्यमान, $m_3 - m_2$ = ...

क्योंकि ऊष्मा का ह्रास नहीं होगा, हम ऐसा मान सकते हैं कि ठोस द्वारा खोई ऊष्मा संपूर्ण रूप से कैलोरीमीटर के पानी द्वारा शोषित कर अंतिम तापमान को प्राप्त करेंगे।

मान लीजिए कैलोरीमीटर, सीसे के गोले तथा पानी की विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः S_c, S_l तथा S_w होगी। मिश्रण विधि द्वारा हम यह जानते है कि ठोस द्वारा खोई ऊष्मा = कैलोरीमीटर द्वारा प्राप्त ऊष्मा + पानी द्वारा प्राप्त की गई ऊष्मा ।

कैलोरीमीटर तथा पानी की विशिष्ट ऊष्मा की जानकारी से हम ठोस की विशिष्ट ऊष्मा को ज्ञात कर सकते है।

वाष्पीकरण (Evaporation)

जब गीले कपड़ों को सुखाते हैं तो आप देखेंगे कि कपडों में से पानी निकल जाता है।

- उसी प्रकार जब हम कमरें की फर्श को पानी से धोते है।

तब कुछ ही क्षणों में फर्श का पानी अदृश्य हो जाता है तथा फर्श सूख जाता है।

- कुछ समय पश्चात् फर्श का पानी अदृश्य क्यों होता है?

चलिए अब हम इस विषय को जानेंगे।

क्रियाकलाप -8

ड्रापर की सहायता से स्पिरिट की कुछ बूँदे अपने हथेली पर डालिए।

- आपकी त्वचा ठंडी क्यों पड जाती है?

स्पिरिट की (spirit) कुछ बूंदे (जैसे 1 मि.ली.) को दो पेटरी (petri) पात्रों में लीजिए (प्रयोगशाला में उपयोगी कांच या प्लास्टिक की बेलनाकर ढक्कनदार पात्र होंगे)। एक पात्र को पंखे के नीचे रखकर पंखा चालू कीजिए। दूसरे को ढक्कन लगाकर रखिए। पाँच मिनट पश्चात् दोनों में स्पिरिट की मात्रा का निरीक्षण कीजिए।

$$(m_3 - m_2)\, S_l (T_2 - T_3) = m_1 S_c (T_3 - T_1) + (m_2 - m_1) S_w (T_3 - T_1)$$

$$S_l = \frac{[m_1 S_c + (m_2 - m_1) S_w]\,(T_3 - T_1)}{(m_3 - m_2)(T_2 - T_3)}$$

SCERT TELANGANA

- आपने क्या देखा?

  आप देखोगे के पंखे के नीचे रखे पात्र में से स्पिरिट अदृश्य हो जाता है जबकि ढक्कन लगाकर रखे पात्र में स्पिरिट की कुछ मात्र पायी जाती है।

- इस परिवर्तन का कारण क्या हो सकता है?

इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए आपको वाष्पीकरण विधि को समझना होगा। पेटरी पात्र में रखे स्पिरिट के कण निरंतर वेग से विभिन्न दिशाओं में गति करते रहते है परिणाम स्वरूप कण एक दूसरों से टकराते है।

इस टकराव में कणों की ऊर्जा दूसरे कणों में संवहन होती है जब द्रवों के कण सतह के कणों से टकराते हैं तो सतह के कण ऊर्जा प्राप्त कर सतह से दूर उड जाते हैं।

इन भागने वाले कणों में से कुछ फिर से द्रव की ओर भेजे जाते हैं जब वे वायु के कणों के साथ टकराते हैं। जब भेजे गये कणों से भागने वाले कण अधिक हो जाते हैं तब द्रवों के कण कम हो जाते हैं। इसलिए जब द्रव को वायु में खुला छोडा जाता है तब सतह के कणों में कमी होती जाती है जब तक संपूर्ण द्रव वायु में अदृश्य न हो। इसी विधि को वाष्पीकरण कहते हैं ।

वाष्पीकरण के समय द्रवों के कणों की आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है और वे धीमे हो जाते हैं वे इस ऊर्जा को टकराव के समय निकसित कणों को देते हैं ।

''द्रव की सतह से किसी भी तापमान पर कणों के निष्कासन की प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते हैं।''

अब हम पंखे के नीचे रखे स्पिरिट के तेज वाष्पीकरण का पता लगायेंगे। यदि खुले डिश या परती डीश के द्रव की सतह पर वायु को भेजा जाय तो वापस आने वाले कणों की संख्या बहुत कम हो जाती है।

ऐसा इसलिए होता है क्योंकि कण द्रव के समीप सतह से दूर उड जाते है इससे वाष्पीकरण का दर बढ जाता है। इसी कारणवश पंखे के नीचे पटरी डीश वाली स्पिरिट ढक्कन बंद डीश से जल्दी वाष्पीकृत हो जाती है। आप देखेंगे कि जब हवा चलती है तो कपड़े जल्दी सूखते हैं।

इसका अर्थ यह होता है कि वाष्पीकरण के दौरान पदार्थ का तापमान घटता है।वाष्पीकरण एक धरातलीय विषय है।

क्रियाकलाप - 9

वाष्पीकरण पर धरातीलीय क्षेत्रफल, आर्द्रता तथा हवा के वेग का प्रभाव

५ मी.ली. को एक परखनली तथा चिनी प्लेट में अलग अलग लिजिए। एक चिनी प्लेट में ५ मी.ली. पानी लेकर अलमारी में रखिए।

SCERT TELANGANA

कमरे का तापमान तथा तीनों में से पानी के वाष्पीकरण को लगा समय रिकार्ड किजिए। यदि संभव हो तो इसी क्रिया को वर्षा ऋतु में दोहराइए और आपके निरिक्षण को रिकार्ड किजिए।

- कौनसी स्थिती पर धरातलीय क्षेत्रफल तथा हवा के वेग के प्रभाव के बारे में आप क्या कहेंगे?
- वाष्पीकरण पर धरातलीय क्षेत्रफल तथा हवा के वेग के प्रभाव के बारें में आप क्या कहेंगे?

आपने देखा कि चीनी मिट्टी की प्लेट में वाष्पीकरण तेजी से होता है।

जैसे कि वाष्पीकरण एक धरातलीय विषय है, वाष्पीकरण प्रक्रिया में द्रवों के कण धरातल से पलायन करते है। क्षेत्रफल बढने से कणों को पलायन का मौका अधिक मिलता है, अत: वाष्पीकरण का दर बढता है।

आर्द्रता एक और घटक है जो वाष्पीकरण को प्रभावित करता है। वायु में उपस्थित जलवाष्प को आर्द्रता कहते है।

दिए गए तापमान पर हमारे चारों ओर पाये जाने वाले वायु में अधिक जलवाष्प की अधिक मात्रा नहीं रह सकती है।

यदि वायु में जलवाष्प की मात्रा अधिक होती है तो वाष्पीकरण घटता है। इसीलिए वर्षाऋतु में कपडे देरी से सूखते है। जबकी ग्रीष्म ऋतु में जल्दी सूखते है।

हवा का वेग बढने से जलवाष्प के कण वायु से अलग हो जाते है जिससे हमारे चारों ओर जलवाष्प की मात्रा कम हो जाती है।

हम वाष्पीकरण को इस तरह भी परिभाषित कर सकते है। ''द्रव की सतह पर द्रव से गैस रूप में परिवर्तित होने की क्रिया।'' यह एक शीतलीकरण क्रिया है क्योंकि द्रव के कण उन कणों को ऊर्जा प्रदान करते हैं जो सतह से दूर हो रहें हैं।

अब इस उदाहरण को देखिए।

- जब हम कार्य करते हैं तो हमें पसीना क्यों आता है?

जब हम कार्य करते हैं तो हम अपनी ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा के रूप में खर्च करते है । परिणामत: हमारी त्वचा का तापमान बढ़ जाता है तथा हमारे स्वेद रंध्रों का पानी वाष्पीकृत होने लगता है। यह वाष्पीकरण शरीर को ठण्डा कर देता है।

वाष्पीकरण की दर द्रव के धरातल क्षेत्रफल पर आधारित होती है, चारों ओर की वायु में तापमान तथा वाष्प की मात्रा पहले से ही उपस्थित होती है।

- क्या वाष्पीकरण की विपरीत प्रक्रिया हो सकती है?
- यह कब और कैसे होता है?

चलिए अब हम पता करें ।

संघनन (Condensation)

क्रियाकलाप -10

टेबल पर एक कांच का टंबलर रखिए उसमें आधा ठण्डा पानी डालिए।

- टंबलर के ऊपरी सतह पर आपने क्या निरीक्षण किया?
- काँच के बाहरी सतह पर बूँदों का आकार क्यों दिखता है?

SCERT TELANGANA

हम जानते हैं कि चारों ओर फैली हवा का तापमान पानी के तापमान से अधिक होता है।

वायु में पानी के कण वाष्प के रूप में पाये जाते हैं।

जब वायु में पानी के कण अपनी गति के कारण टंबलर की सतह से टकराते हैं जो ठंडा होता है। वे अपनी गतिज ऊर्जा को खोते हैं। जो उनके तापमान को ठण्डा कर उन्हें बूँदों के रूप में परिवर्तित कर देते हैं।

वायु में पानी के कणों द्वारा खोई ऊर्जा को टंबलर के कण प्राप्त कर लेते हैं। इसलिए काँच के कणों की गतिज ऊर्जा बढ जाती है। बदले में काँच के कण अपनी ऊर्जा को पानी के कणों को प्रदान करते हैं।

इस तरह पानी के कणों की औसतन गतिज ऊर्जा बढ जाती है। अतः हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि काँच में पानी का तापमान बढ जाता है। इस प्रक्रिया को संघनन (*condensation)* कहते हैं। यह एक ऊष्णीय प्रक्रिया होगी।

संघनन को इस प्रकार भी परिभाषित किया जा सकता है ''गैस से द्रव में बदलने की क्रिया''।

अब हम इस स्थिति का परीक्षण करेंगे।

गर्मी के दिनों में शॉवर के नीचे स्नान करने पर आप ऊष्णता को महसूस करते हैं। स्नानघर (bathroom) में एक इकाई आयतन में वाष्प के कण बाथरूम के बाहर पाये जाने वाले एक इकाई आयतन वाष्प कणों से अधिक होते हैं। जब आप अपने शरीर को तौलिये से पोंछते हैं तो आपके चारों ओर वाले वाष्प के कण आपके शरीर की त्वचा पर जम जाते हैं और यही संघनन आपको ऊष्णता का अनुभव प्रदान करता है।

आर्द्रता (Humidity)

वायु में हमेशा कुछ वाष्प पायी जाती है। यह वाष्प नदी, तालाब या झील के पानी के वाष्पीकरण के कारण हो सकती है। तथा कपड़ों के सूखने से या पसीने के कारण भी हो सकती है। वायु में वाष्प कणों की उपस्थिति वातावरण को आर्द्र बनाती है। वायु में जलवाष्प की मात्रा को आर्द्रता कहते हैं।

ओस एवं कोहरा (Dew and Fog)

सर्दी के दिनों में सबेरे आपने अपनी खिड़की की काँच पर फूलों तथा घास पर ओस की बूँदों को देखा ही होगा।

- ये बूंदे कैसे बनती हैं?

अब हम इसका पता लगायेंगे।

सर्दी की रातों में वातावरण का तापमान कम हो जाता है। खिडकी का काँच, फूल, घास इत्यादि और ठंडे हो जाते हैं। उनके चारों ओर की वायु में वाष्प जमकर संघनन को आरंभ करते हैं। इस प्रकार सतहों पर जमें हुए पानी की बूँदों को ओस कहते हैं।

यदि तापमान में और अधिक गिरावट होती है तो उस क्षेत्र के संपूर्ण वातावरण में वाष्प अधिक मात्रा में पाया जाता है अतः वाष्प में उपस्थित पानी के कण वायु के धूल कणों पर संघनित होकर पानी की छोटी-छोटी बूंदो का निर्माण करते हैं जो वातावरण में तैरते हैं जो घने धुंध का निर्माण करते हैं। यह वातावरण को धुंधला बना देता है। इसी घने धुंध को कोहरा (Fog) कहते हैं।

- क्या निरंतर ऊष्मा की आपूर्ति पानी के तापमान को निरंतर बढाती है?

SCERT TELANGANA

क्वथन या उबालना (Boiling)

क्रियाकलाप -11

एक बीकर में पानी लेकर उसे बर्नर पर रखिए हर दो मिनट बाद तापमापी के पाठ्यांक को नोट कीजिए।

- क्या आप बीकर के पानी की सतह में वृद्धि या कमी का अनुभव करते हैं? क्यों?
- क्या तापमान निरंतर बढ़ता रहता है?
- पानी के तापमान में वृद्धि कब रुकती है?

आप देखेंगे कि पानी का तापमान तब तक बढता रहता है जब तक वह 100°C न हो जाय। 100°C के बाद तापमान में बढ़ोतरी नहीं देखी जायेगी।

100 ^{0}C के पश्चात् यदि निरंतर ऊष्मा की आपूर्ति करने पर भी तापमान में वृद्धि नहीं होगी तो तब 100^{0}C तापमान पर पानी के सतह पर कुछ बुलबुले भी दिखाई देते हैं। इसी को हम पानी का ''क्वथन'' या ''उबलना'' कहते हैं।

- ऐसा क्यों होता है?

पानी एक विलयन है जिसमें गैसों सहित अनेक अशुद्धियाँ घुली होती हैं। जब पानी या कोई द्रव गरम किया जाता है तब उसमें गैसों की घुलनता कम हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप द्रवों पर गैसों के बुलबुले बनने लगते हैं। (बर्तन की दिवारों या निचली सतह पर)। चारों ओर पाये जाने वाले द्रवों में से पानी के कणों का वाष्पीकरण इन बुलबुलों के रूप में होने लगता है। तथा उनमें जमी हुई वाष्प भरने लगती है, द्रवों के तापमान में वृद्धि से उनका दबाव बढने लगता है। तापमान के किसी स्तर पर बुलबुलों के भीतर जमी वाष्प का दबाव; बाहरी दबाव के बराबर हो जाता है। (यह दबाव वातावरणीय दबाव तथा बुलबुलों के ऊपर पानी की सतह के दबाव के योग के बराबर होता है। परिणामस्वरूप इन बुलबुलों में शीघ्र वृद्धि होती है तथा वे उनके भीतर उपस्थित वाष्प को वायु में छोडते हुए फट जाते है। पानी से वाष्प (गैस) बनने की प्रक्रिया तब तक चलती है जब तक उसे ऊष्मा प्राप्त होती रहती है। यही प्रक्रिया हमें पानी के क्वथन (उबालना) के रूप में दिखाई देती है ।

''क्वथन वह प्रक्रिया है जिसमें स्थिर तापमान तथा दिए गए दबाव पर द्रव का रूपांतरण गैस के रूप में होता है।'' इस तापमान को द्रवों का क्वथनांक कहते हैं।

- क्या वाष्पीकरण तथा क्वथन दोनों समान प्रक्रियाएँ है?

जैसा कि आपने 8 वें तथा 10 क्रियाकलाप में देखा, द्रवों का क्वथन वाष्पीकरण से भिन्न होता है। नोट कीजिए कि वाष्पीकरण तापमान के किसी भी स्तर पर होने वाली प्रक्रिया है। जबकि क्वथन एक निश्चित तापमान पर होने वाली प्रक्रिया है। चलिए अब हम क्रियाकलाप-10 के निरीक्षण को याद करें, जब क्वथन प्रक्रिया शुरू होती है तब द्रव के तापमान में और वृद्धि नहीं होती है, निरंतर कितनी भी देर तक इसे गरम करते रहें, इससे उस पर कोई प्रभाव नहीं पडता। क्वथनांक पर तापमान तब तक स्थिर रहता है जब तक कि संपूर्ण द्रव का क्वथन न हो ।

क्रियाकलाप–10 में आपने देखा कि, बीकर में पानी को गरम करने पर उसका तापमान 100 ^{0}C

SCERT TELANGANA

तक निरंतर बढ़ता रहता है। लेकिन जब पानी उबलने लगता है तो ऊष्मा की आपूर्ति पर भी उसके तापमान में कोई परिवर्तन दिखाई नहीं देता हैं।

- दी गयी ऊष्मीय ऊर्जा कहाँ गयी होगी?

इस ऊष्मीय ऊर्जा का उपयोग पानी के द्रव से गैस रूप में परिवर्तन के लिए किया जाता है। इसे वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। (*latent heat of vapourization*)

स्थिर तापमान पर 1 ग्राम द्रव को गैस में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा को वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं।

यदि 'm' द्रव्यमान वाले द्रव को आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा 'Q' कैलोरी है जो उसे द्रव से गैस में परिवर्तित करती है। तो वाष्पन की गुप्त ऊष्मा **Q/m** होगी। वाष्पन की गुप्त ऊष्मा को '**L**' द्वारा दर्शाया जाता है।

वाष्पन की गुप्त ऊष्मा का CGS मात्रक कैलोरी/ग्राम (cal/gm) तथा SI मात्रक जूल/कि.ग्रा (J/kg) होता है।

स्थिर वायुमण्डलीय दबाव (1atm) पर पानी का क्वथानांक 100°C या 373K तथा पानी के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा 540 कैलोरी/ग्राम होती है।

चलिए अब हम बर्फ का पानी में रूपांतरण देखेंगे।

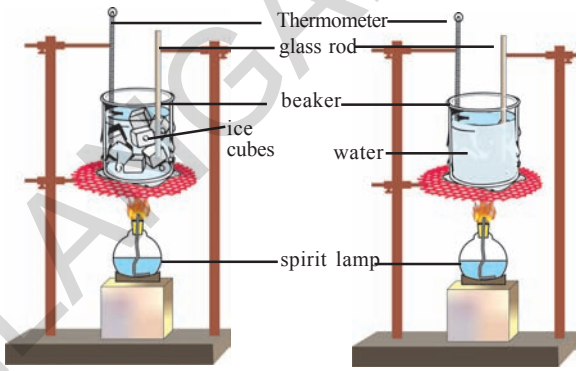
- बर्फ का टुकडा पानी के रूप में क्यों परिवर्तित होता है?

गलन (या पिघलना) (Melting)

क्रियाकलाप -12

एक बीकर में छोटे-छोटे बरफ के टुकडे लीजिए 1 बीकर में बरफ के टुकडों के बीच तापमापी को रखिए। तापमापी के पाठ्यांक का निरीक्षण कीजिए। अब बीकर को बर्नर पर रखकर गरम कीजिए। प्रत्येक मिनट पश्चात् तापमापी के पाठ्यांक को तब तक नोट कीजिए जब तक बरफ पूर्णतः पानी के रूप में पिघल न जाय।

- समायान्तराल में तापमापी के पाठ्यांक में आपने क्या परिवर्तन देखा?
- गलन प्रक्रिया में क्या बरफ का तापमान बदलता है?



चित्र - 3

आप देखेंगे कि आरंभिक स्थिति में बरफ का तापमान 0°C से कम या उसके बराबर होता है। यदि बरफ का तापमान 0°C से कम हो तो उसमें तब तक परिवर्तन होगा जब तक वह 0°C न हों। जब बरफ पिघलने लगती है तो ऊष्मा की आपूर्ति करने पर भी आप उसके तापमान में कोई परिवर्तन नहीं पायेंगे।

- ऐसा क्यों होता है?

बरफ को ऊष्मीय ऊर्जा प्रदान करने पर वह बरफ के कणों की आन्तरिक ऊर्जा को बढाते हैं। यह ऊष्मीय ऊर्जा में वृद्धि बरफ के (H_2O) कणों के मध्य बंधनो को या तो कमजोर करते है या फिर बंधन का विच्छेदन कर देते हैं । इसीलिए बरफ

SCERT TELANGANA

(ठोस अवस्था से) पानी (द्रव अवस्था) में बदलता है। यह प्रक्रिया स्थिर तापमान 0°C या 273K पर होती है। इस तापमान को *गलनंक* (*melting point*) कहते है। ठोस से द्रव के रूप में परिवर्तन की क्रिया को *गलन* (*Melting*) कहते हैं।

गलन प्रक्रिया में बरफ के तापमान में कोई परिवर्तन नहीं होता है क्योंकि उसको प्रदान की गयी ऊष्मीय ऊर्जा का पूर्ण उपयोग बरफ के कणों के बन्धन विच्छेदन में हो जाता है ।

स्थिर तापमान पर ठोस से द्रव में परिवर्तन की प्रक्रिया गलन कहलाती है। इस स्थिर तापमान को गलनांक कहते हैं।

- 1 ग्राम बरफ को द्रव में परिवर्तित करने के लिए कितनी ऊष्मीय ऊर्जा की आवश्यकता होगी?

  ऊष्मा की वह मात्रा जो ठोस से इकाई द्रव्यमान को बिना ताप बदले द्रव में परिवर्तित करने लिए आवश्यक होती है उसे गलन की गुप्त ऊष्मा कहते है।

  मान लीजिए m द्रव्यमान वाले ठोस के द्रव में परिवर्तित करने के लिए Q ऊष्मा की आवश्यकता हो तो, 1 ग्राम ठोस को द्रव में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा Q/m होगी।

  गलन की गुप्त ऊष्मा (L) = Q/m होगी। बरफ के गलन की गुप्त ऊष्मा का मूल्य 80 कैलोरी/ग्राम होता है।

हिमीकरण (Freezing)

शीतऋतु में नारियल तेल तथा घी को ठोस अवस्था में परिवर्तित होते हुए आपने देखा ही होगा।

क्या आप जानते है?

पानी का अनोखा व्यवहार:

साधारणतया कोई भी द्रव गरम करने पर फैलता है लेकिन पानी का व्यवहार कुछ अलग होता है। 0°C से 4 °C तक उसका आयतन सिकुडता है समान आयतन वाला पानी ठोस से द्रव अवस्था में अधिक स्थान घेरता है। इसलिए बरफ का घनत्व पानी के घनत्व से कम होता है। इसलिए बरफ पानी में डुबने की बजाय उस पर तैरता है समुद्री जीव जो तालाब या ठंडे क्षेत्र में रहने वाले जीवों के जीवन आधार यही महत्वपूर्ण नियम है। अतिशय ठंडे मौसम में उपरी सतह का पानी तब तक ठंडा होता जाता है जब तक की वह जम न जाए जमा हुआ बरफ सतह पर तैरता रहता है। और समुद्री जीव उसके नीचे जीवित रहते है। जो पानी जमता नही है पर 4 °C तापमान पर रहता है। सतह के उपर वाला बरफ नीचे वाले पानी को ढक देता है। जिससे वह अपनी गरमी नही खोते है।

- इस परिवर्तन का क्या कारण हो सकता है?
- रेफरीजरेटर में रखे पानी का क्या होता है?
- वह द्रव अवस्था से ठोस अवस्था में कैसे परिवर्तित होता है?

SCERT TELANGANA

हम जानते हैं रेफरीजरेटर में रखा पानी, ठोस बरफ के रूप में परिवर्तित हो जाता है। आप जानते ही होंगे कि पानी का आरंभिक तापमान बरफ की तुलना में अधिक होता है। अर्थात् द्रव से ठोस में परिवर्तन की प्रक्रिया में पानी की आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है, इसलिए वह ठोस बरफ के रूप में परिवर्तित हो जाता है। इसी प्रक्रिया को *''हिमीकरण''* कहते हैं।

''ऐसी प्रक्रिया जिसमें द्रव पदार्थ अपनी कुछ ऊर्जा खोकर ठोस में परिवर्तित हो जाता है इसे हिमीकरण कहते हैं।''

हिमीकरण की प्रक्रिया 0°C तापमान तथा इकाई वायुमण्डलीय दबाव (1atm) पर होती है।

- क्या पानी का आयतन तथा इससे बनने वाले बरफ का आयतन समान होता है? क्यों?

चलिए अब हम पता लगायेंगे।

क्रियाकलाप -13

एक ढक्कन सहित छोटी काँच की बोतल लीजिए। उसे पूर्णतया पानी से भर दीजिए। उस पर ढक्कन इस प्रकार लगाइए जिससे पानी बिल्कुल बाहर न आने पाये। अब उसे रेफरीजरेटर के डीप फ्रीजर (deep freezer) में कुछ घण्टों के लिए रख दीजिए। कुछ घण्टों पश्चात् बोतल को बाहर निकालिए आप देखेंगे कि बोतल टूट जायेगी।

- काँच की बोतल क्यों टूटी?

हम जानते हैं कि बोतल में डाले गये पानी का आयतन बोतल के आयतन के समान होगा। जब पानी का बरफ में रूपांतरण हुआ तो बोतल टूट जाती है। इसका अर्थ यह हुआ कि बरफ का आयतन पानी के आयतन से अधिक होता है।

संक्षेप में हम कह सकते हैं कि हिमीकरण से पानी के कण विस्तृत हो जाते हैं।

अतः बरफ का घनत्व पानी की अपेक्षा कम होता है इसलिए बरफ पानी पर तैरता है।

सोचिए और चर्चा कीजिए

- हम गर्मी में सुती कपडे क्यों पहनते है?
- गिलास में बरफ के साथ ठंडा पानी डालने पर उसकी बाहरी सतह पर बुंदे क्यों दिखाई देते है?
- गर्मी में सुवर मिट्टी में क्यों लोटते है?
- हम मिट्टी के बर्तन में पानी क्यों रखते है?

मुख्य शब्द

तापमान, ऊष्मा, ऊष्मीय संतुलन, विशिष्ट ऊष्मा, वाष्पीकरण, संघनन, आर्द्रता, ओस, कोहरा, क्वथन, वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, गलन, हिमीकरण

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

1. ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है जो अधिक तापमान वाले पिंड से कम तापमान वाले पिंड की ओर बहती है।
2. ऊष्मा की SI इकाई जूल है तथा CGS पद्धति में इकाई कैलोरी है। 1 कैलोरी = 4.186 जूल
3. जब दो या दो से अधिक भिन्न तापमान वाले पिंडो को एक दूसरे के संपर्क में लाया जाय तो ऊष्ण पिंड द्वारा दी गयी ऊष्मा शीत पिंड द्वारा ली गई ऊष्मा के बराबर होती है।
4. कणों की औसतन गतिज ऊर्जा, परम ताप के समानुपाती होती है।
5. वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप 1^0C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा कहते हैं।

   $S=Q/m\Delta t$
6. द्रव की सतह से किसी भी तापमान पर कणों के अदृश्य होने की प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते हैं। यह एक शीतल प्रक्रिया है।
7. वाष्पीकरण की विपरीत प्रक्रिया संघनन होती है।
8. किसी भी पदार्थ को स्थिर तापमान तथा स्थिर दबाव पर द्रव का गैस में रूपांतरण की प्रक्रिया को क्वथन (Boiling) कहते हैं।
9. ऊष्मीय ऊर्जा जो पानी की अवस्था को द्रव से वाष्प में बदलती है उसे वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते है।
10. स्थिर तापमान पर 1 ग्राम ठोस वस्तु को द्रव में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा को संयोजन की गुप्त ऊष्मा कहते है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. शीतल पेय के बोतल की सतह पर जो खुली हवा में रखी है उस पर ओस की बूंदे क्यों दिखायी देते है। (AS1)
2. पानी किसी भी तापमान पर वाष्पीकृत हो सकता है उदाहरण सहित समझाइए। (AS3)
3. गर्मी के दिनों में फ्रीज से तरबूज को बाहर निकालने के बाद भी अधिक समय तक ठण्डा रखने में विशिष्ट ऊष्मा किस प्रकार कार्य करती हैं? (AS7)
4. एक कैप तथा डीश में समान मात्रा में पानी रखने पर, कौन-सा पानी शीघ्रता से वाष्पीकृत होता है? और क्यों? (AS3)
5. विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न क्यों होती है? समझाइए? (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. वाष्पीकरण के तथ्य पर समझाइए कि ग्रीष्म ऋतु में कुत्ते क्यों हाँफते हैं? (AS1)
2. 50 ग्राम पानी 20^oC तथा 50 ग्राम.पानी 40^oC तापमान के मिश्रण का अंतिम तापमान क्या होगा? (AS1)

SCERT TELANGANA

3. जब जलवाष्प ठंडी होती है तब चारों ओर वातावरण में उष्णव तथा शीतलता के आधार पर आपका निरिक्षण क्या होगा? (AS1)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. मान लीजिए 1लीटर पानी को 2°C तापक्रम तक गरम किया गया। यदि उसी समय तक 2 लीटर पानी को गरम करने से उसका तापमान कितना होगा? (AS7)

2. उत्तर दीजिए। (AS1)

   a) 1ग्राम पानी का क्वथन 100°C पर तथा 100°C पर पानी के संघनन के लिए कितनी ऊर्जा की आवश्यकता होगी?

   b) 1ग्राम पानी का क्वथन 100°C शीतलीकरण से 0°C पर पानी प्राप्त करने के लिए कितनी ऊष्मा का स्थानांतरण करना पडेगा?

   c) 1ग्राम पानी जो 0°C पर हिमीकरण से 0°C पर बरफ बनाने के लिए कितनी ऊर्जा का अवशोषण या निष्कासन होगा?

   d) 1ग्राम वाष्प 100°C से 0°C पर बरफ में परिवर्तन के लिए कितनी ऊर्जा का अवशोषण या निष्कासन होता है?

सही उत्तर चुनिए।

1. इनमें से ऊष्मीय प्रक्रिया कौन-सी है। [ ]

   a) वाष्पीकरण b) संघनन c) क्वथन d) उपरोक्त सभी

2. गलन वह प्रक्रिया है जो ठोस को परिवर्तित करता है [ ]

   a) द्रव अवस्था b) स्थिर तापमान पर द्रवावस्था c) गैस अवस्था d) स्थिर तापमान पर गैस अवस्था

3. तीन पदार्थ A, B तथा C ऊष्मीय संतुलन में है यदि B का तापमान 45°C है तो C का तापमान _____होगा।

   a) 45°C b) 50°C c) 40°C d) कोई भी तापमान [ ]

4. एक स्टील छड का तापमान 330K है उसका तापमान °C में _____ होगा। [ ]

   a) 55°C b) 57°C c) 59°C d) 53°C

5. जब बरफ पिघलती है तो उसका तापमान _____ [ ]

   a) स्थिर होता है b) वृद्धि c) घटता d) पहले घटता है फिर बढता है।

SCERT TELANGANA

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. ठोस की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करने के लिए प्रयोग कर रिपोर्ट लिखिए।
2. भिन्न धातु के समान आकार वाले टुकडे लेकर उन्हे समान तापमान पर गरम कीजिए, समान मात्रा वाले पानी के बीकरों में तुरंत ही डुबोइए। पानी के तापमान की भिन्नता का निरीक्षण को लिखिए।
3. द्रवों का वाष्पीकरण धरातल के क्षेत्रफल तथा परिसर वायु में उपस्थित वाष्प पर आधारित होता है इसे सिद्ध करने के लिए एक प्रयोग कीजिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. 2 कि.ग्रा बरफ जिसका तापमान -5^0C है मान लीजिए उसे निरंतर ऊष्मा प्रदान की जा रही है। आप जानते है कि बरफ O^0C पर पिघलता है और 100^0C पर उबलता है। उसे उबलने तक गरम कीजिए। प्रत्येक मिनट के बाद नोट कीजिए समय तथा तापमान के मूल्यों से ग्राफ बनाइए। इस ग्राफ से आपने क्या जाना? अपने निष्कर्ष को लिखिए।
2. निम्नलिखित पदार्थों में दी गयी परिस्थितियों के आधार पर वाष्पीकरण प्रक्रिया का निरीक्षण तालिका रूप में लिखिए।

पदार्थ	पेट्रोल, केरोसिन, अल्कोहल, पानी, ग्लीसरीन, कपूर
परिस्थिति	कमरे के भीतर, कमरे के बाहर, सूर्य के प्रकाश में, छांव में

3. पानी को घर के भीतर तथा बाहर रखकर वाष्पीकरण प्रक्रिया का निरीक्षण कीजिए। इस प्रक्रिया को भिन्न आकार वाले पात्रों में दोहराइए। रिपोर्ट लिखिए।

SCERT TELANGANA