5. ऊष्मा

- गुप्त ऊष्मा
- पानी का असंगत व्यवहार
- विशिष्ट ऊष्माधारिता
- पुनर्हिमायन
- ओसबिंदु, तापमान और आर्द्रता

थोड़ा याद कीजिए

1. ऊष्मा तथा तापमान में क्या अंतर है?
2. ऊष्मा के संचरण के कितने और कौनसे प्रकार हैं?

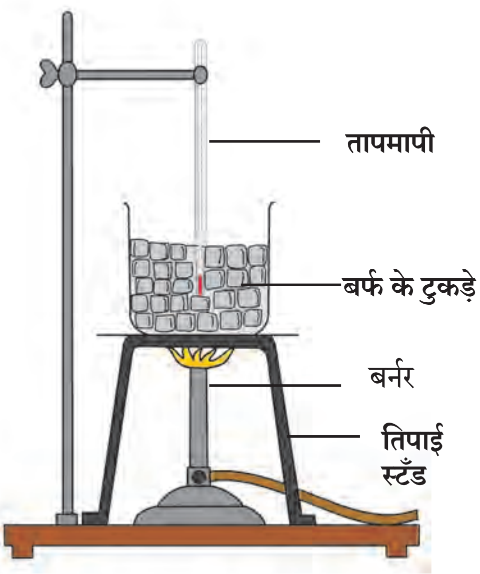
हमने पिछली कक्षा में ऊष्मा और ऊष्मा के संचरण के विभिन्न प्रकारों की जानकारी प्राप्त की है। ठोस पदार्थों का, द्रव पदार्थों व गैसीय पदार्थों का संकुचन तथा प्रसरण किस प्रकार होता है, इस संबंधी कुछ प्रयोग हमने कर के देखें है। ऊष्मा तथा तापमान इनमें अंतर भी जान चुके हैं। तापमापी से तापमान को किस प्रकार नापते हैं, इसका भी अध्ययन किया है।

पदार्थों की अवस्था परिवर्तन में पाई जानेवाली गुप्त ऊष्मा, पानी का असंगत व्यवहार, ओसबिंदु तापमान, आर्द्रता विशिष्ट ऊष्माधारकता इन सभी संकल्पनाओं का उपयोग हमारे दैनिक जीवन में होता है। इस विषयसंबंधी अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे।

गुप्त ऊष्मा (latent heat)

आओ करके देखे।

1. आकृति 5.1 दर्शाएनुसार एक काँच के बीकर में बर्फ के टुकड़े लीजिए।
2. तापमापी की घुंड़ी बर्फ में पूर्णतः डूबेगी इस प्रकार रखकर तापमापी से बर्फ का तापमान नापिए।
3. तिपाई स्टैंड पर बर्फ का बीकर रखकर ऊष्मा दीजिए।
4. हर एक मिनट के अंतरो में तापमान को नोट कीजिए।
5. ऊष्मा देते समय बर्फ तथा पानी के मिश्रण को हिलाते रहिए। बर्फ पिघलते समय बर्फ तथा पानी के मिश्रण को हिलाते रहिए।
6. पानी उबलने के पश्चात भी कुछ समय तक ऊष्मा देना जारी रखिए।
7. तापमान में होनेवाला परिवर्तन व समय इस संबंध को दर्शानेवाला आलेख बनाइए।



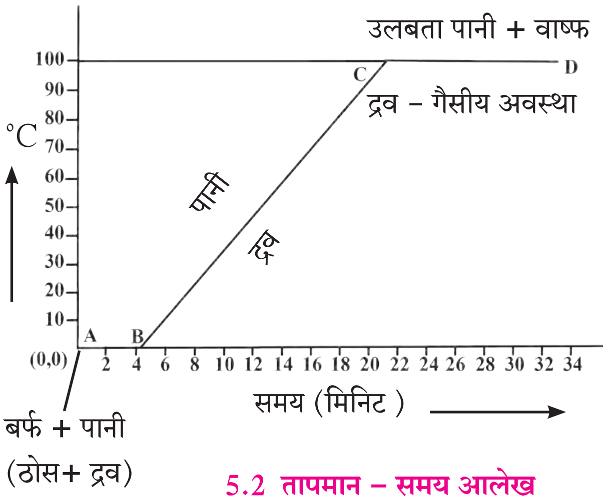
5.1 अप्रकट उष्मा

जब तक सभी बर्फ के टुकड़ों का पानी नहीं होता तब तक मिश्रण का तापमान 0 °C ही रहता है। बर्फ का संपूर्ण पानी होने पर ऊष्मा देना जारी रखेंगे तो पानी के तापमान में वृद्धि होगी और पानी का तापमान 100 °C तक जाएगा। इस तापमान पर पानी का रूपांतरण बाष्प में अधिक मात्रा में होता है। संपूर्ण पानी का बाष्प में रूपांतर होते समय पानी का तापमान 100 °C पर स्थिर रहता है। तापमान में होनेवाला परिवर्तन व उसे लगनेवाला समय इनके संबंध को दर्शानेवाला आलेख आकृति 5.2 नुसार होगा।

इस आलेख में रेख AB स्थिर तापमान पर बर्फ का पानी में रूपांतर होने की क्रिया दर्शाता है। बर्फ को ऊष्मा देने पर बर्फ एक विशिष्ट तापमान पर अर्थात 0 °C पर पिघलकर उसका रूपांतरण पानी में होता है। यह परिवर्तन होते समय बर्फ ऊष्मा को अवशोषित करता है, यह ऊष्मा का अवशोषण बर्फ का पूर्णतः द्रव में रूपांतरण होने तक जारी रहता है।

इस बीच मिश्रण का तापमान स्थिर रहता हैं । जिस स्थिर तापमान पर बर्फ का पानी में रूपांतरण होता है उस स्थिर तापमान को बर्फ का द्रवणांक कहते हैं ।

अवस्थाओ में परिवर्तन होते समय पदार्थ, अर्थात यहाँ बर्फ ऊष्मा को अवशोषित करता है । परंतु उनके तापमान में वृद्धि नही होती । इस संपूर्ण अवशोषित ऊष्मा का उपयोग परमाणु अणु के बंध को क्षीण कर के ठोस का द्रव में रूपांतरण करने के लिए होता है । ठोस का द्रव में रूपांतरण होते समय स्थिर तापमान पर ऊष्मा का अवशोषण होता है, उसे पिघलने की गुप्त ऊष्मा (Latent heat of melting) कहते है ।



5.2 तापमान – समय आलेख

इकाई द्रवमान के ठोस पदार्थों का द्रव में पूर्णत: रूपांतरण होते समय स्थिर तापमान पर जिस ऊष्मा का अवशोषण होता है ऐसी ऊष्मा को पिघलने की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific latent heat of melting) कहते हैं ।

बर्फ का पानी में पूर्णतः रूपांतरण होने के पश्चात तापमान में वृद्धि होती है, तापमान 100 °C तक बढ़ता है । रेख BC यह पानी के तापमान 0 °C से 100 °C तक वृद्धि दर्शाता है । उसके बाद ऊष्मा देकर पानी के तापमान में वृद्धि नहीं होती है । इस तापमान पर अवशोषित संपूर्ण ऊष्मा को द्रवों के बीच के अणूओं के बंध तोड़ने के लिए और द्रव का गैस में रूपांतरण करने के लिए उपयोग होता है । द्रव का रूपांतरण गैस में होते समय ऊष्मा अवशोषित हो जाती है, परंतू उसके तापमान में वृद्धि नहीं होती । जिस स्थिर तापमान पर द्रव का रूपांतरण वायू में होता है उसे पदार्थ का क्वथनांक कहते है । स्थिर तापमान पर द्रव का रूपांतरण गैस में होते समय अवशोषित की गई ऊष्मा को वाष्प की गुप्त ऊष्मा (Latentheat of vaporization) कहते है ।

इकाई द्रव्यमानों के द्रव पदार्थ का गैसीय पदार्थो में पूर्णत: रूपांतरण होते समय स्थिर तापमानपर जो ऊष्मा द्रव द्वारा अवशोषित की जाती है, उस ऊष्मा को बाष्प की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific latent heat of vaporisation) कहते हैं । अलग-अलग पदार्थों के द्रवणांक भिन्न-भिन्न होते हैं । उस प्रकार अलग-अलग पदार्थों के क्वथनांक भी भिन्न होते हैं । हवा का दाब समुद्र सतह की हवा के दाब से कम या अधिक होगा तो द्रवणांक क्वथनांक तथा विशिष्ट गुप्त ऊष्मा में परिवर्तन होता है । नीचे तालिका में समुद्र सतह की हवा के दाब पर उनका मापन किया है ।

पदार्थ	द्रवणांक ^{0}C	क्वथनांक ^{0}C	पिघलने की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा		वाष्प की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा	
			kJ/kg	cal/g	kJ/kg	cal/g
पानी/बर्फ	0	100	333	80	2256	540
ताँबा	1083	2562	134	49	5060	1212
इथाइल अल्कोहल	-117	78	104	26	8540	200
सोना	1063	2700	144	15.3	1580	392
चांदी	962	2162	88.2	25	2330	564
सीसा	327.5	1749	26.2	5.9	859	207

1. क्या गुप्त ऊष्मा यह संकल्पना गैस का द्रव में अथवा द्रव का ठोस में रूपांतरण होते समय भी लागू होगी ?
2. द्रव का ठोस में रूपांतरण होते समय अथवा गैस का द्रव में रूपांतरण होते समय गुप्त ऊष्मा का क्या होता होगा ?

पुनर्हिमायन (Regelation)

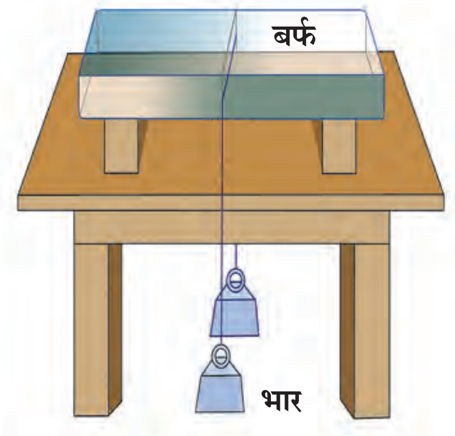
आपने बर्फ का गोला तैयार करते हुए देखा होगा । बर्फ के चूरे को लकड़ी के सींक के सिरे पर हाथ से दबाकर गोला बनाया जाता है । बर्फ का चूरा पुनः मजबूत गोला कैसा बनता है । बर्फ के दो टूकड़े लेकर एक दूसरे पर दबाकर रखें तो कुछ समय के बाद वे टूकडे एकदूसरे से मजबूती से चिपकते हैं । यह किस कारण घटित होता है?

आओ करके देखे । **साहित्य :** बर्फ का एक छोटा खंड, पतली तार, दो समान द्रव्यमान की बाँट आदि ।

कृती :

1. आकृति 5.3 में दर्शाएनुसार बर्फ का खंड स्टैण्ड पर रखिए ।
2. एक तार के दोनो सिरों पर समान द्रव्यमानों के दो बाँट बाँधकर तार बर्फ के खंड पर रखिए । निरीक्षण कीजिए । क्या घटित होगा ?

तार के दो सिरों पर समान द्रव्यमानों के बाँट बाँधकर बर्फ के खंड पर रखने पर तार धीरे धीरे बर्फ के खंड में धँस जाती है । कुछ समय के बाद बर्फ के खंड से बाहर आती है । परंतू बर्फ टूटता नहीं है । दाब के कारण बर्फ का पिघलना तथा दाब कम करने पर पुनः बर्फ होना इस प्रक्रिया को **पुनर्हिमायन** कहते है । दाब के कारण बर्फ का द्रवणांक शुन्य से कम होता है अर्थात् 0°C तापमान पर बर्फ का पानी मे रूपांतरण होता है । दाब निकालने से द्रवणांक पूर्ववत होता है । मतलब 0°C होता है तथा पानी का पुनः बर्फ में रूपांतरण होता है ।



5.3 पुनर्हिमायन

थोड़ा सोचिए

1. उपर्युक्त कृति में बर्फ के खंड से तार बाहर आती है तो भी बर्फ टूटती नहीं, ऐसा क्यों होता है?
2. गुप्त ऊष्मा का पुनर्हिमायन से क्या संबंध है?
3. समुद्रसतह से ऊँचे स्थान पर जाने से पानी का क्वथनांक कम होता है यह आप जानते हो । इस अवस्था में पदार्थों के द्रवणांक में क्या परिवर्तन होगा ?

बताइए तो पदार्थ ठंडा है या गर्म इस अनुभूती का अपने शरीर तापमान से क्या संबंध है?

पानी का असंगत व्यवहार (Anomalous behaviour of water)

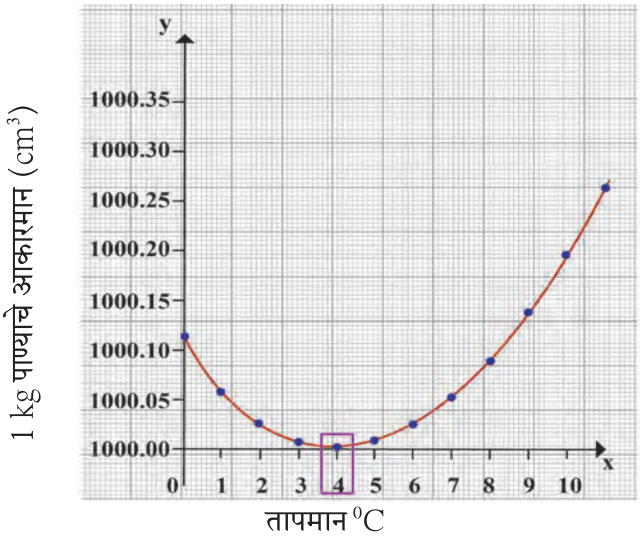
सामान्यतः द्रव को सीमित तापमान तक गर्म करने पर उनका प्रसरण होता है तथा ठंडा करने से उनका संकुचन होता है। परंतु पानी विशिष्ट तथा अपवादात्मक व्यवहार दर्शाता है। 0°C तापमान के पानी को गर्म करने पर 4°C तापमान होने तक पानी का प्रसरण न होकर संकुचन होता है । 4°C पर पानी का आयतन सबसे कम होता है और 4°C से अधिक तापमान में वृद्धि करने पर पानी का आयतन बढ़ता जाता है । 0°C से 4 °C इस तापमान के बीच होनेवाले पानी के इस व्यवहार को 'पानी का असंगत व्यवहार' कहते है ।

1 kg द्रव्यमान के पानी को 0°C से ऊष्मा देकर तापमान तथा आयतन नोट करके आलेख बनाने पर, संलग्न आकृति में दर्शाएनुसार वह वक्र होगा । इस वक्र आलेख से यह स्पष्ट होता है की 0 °C से 4 °C तक पानी का तापमान बढ़ने से उसका आयतन बढ़ने के बजाए कम होता है । 4 °C पर पानी का आयतन सबसे कम होता है अर्थात पानी का घनत्व 4 °C पर सबसे अधिक होता है । (देखिए 5.4)

होप के उपकरण की सहायता से पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन करना ।

पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन होप के उपकरण की सहायता से करते हैं । होप के उपकरण में धातु के ऊँचे पात्र में बीचों-बीच एक फैला हुआ गोलाकार पात्र जुड़ा होता है । ऊँचे पात्र में गोलाकार फैले हुए पात्र के ऊपर T_2 और नीचे T_1 तापमापी जोड़ने की सुविधा होती है । ऊँचे पात्र में पानी भरा जाता है तो फैले हुए पात्र में बर्फ और नमक का मिश्रण भरा जाता है । (देखिए आकृति 5.5)

होप के उपकरण की सहायता से पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन करते समय हर 30 सेकंड़ के बाद T_1 तथा T_2 तापमापी से दर्शाए तापमान को नोट किया जाता है ।

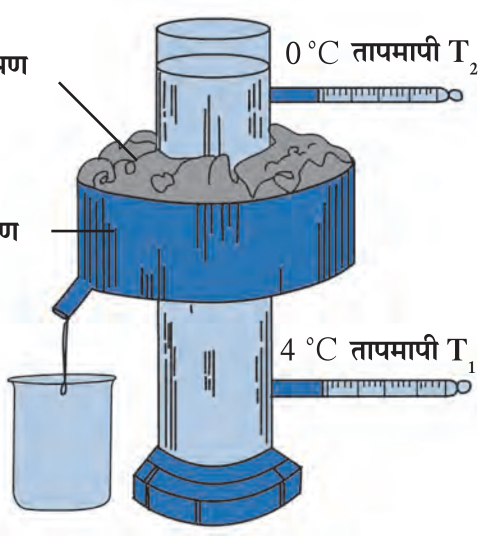


5.4 पानी के तापमान तथा आयतन का आलेख

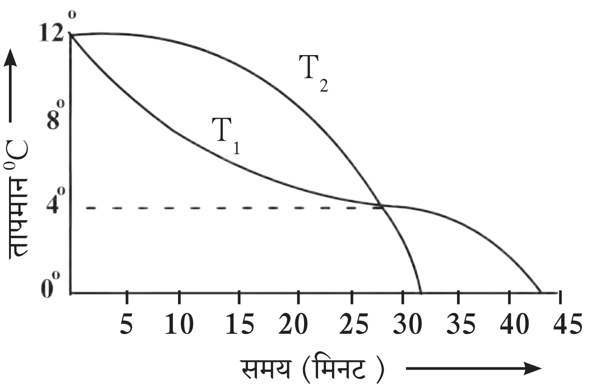
तापमान Y-अक्षपर और समय X – अक्ष पर लेकर आलेख बनाते है । आकृति 5.6 आलेख से यह स्पष्ट होता है कि आरंभ में दोनों तापमापी समान तापमान दर्शाते हैं । परंतु इसके पश्चात नीचे के तापमापी (T_1) का तापमान तीव्र गति से कम होता है । (T_2) का तापमान तुलना में धीरे-धीरे कम होता है ।

ऊँचे पात्र के निचले भाग के पानी का तापमान T_1 4°C तक पहुँचते ही वह कुछ समय के लिए करीब करीब स्थिर रहता है । और ऊपर के भाग के पानी का तापमान T2 धीरे धीरे 4 °C तक कम होता है । इस कारण एक ही समय में T_1 तथा T_2 4 °C तापमान दर्शाते हैं । इसके पश्चात मात्र T_2 का तापमान तीव्र गति से कम होने के कारण ऊपर का तापमापी T_2 प्रथम 0 °C तापमान दिखाता है तत्पश्चात नीचे का तापमापी T_1 0 °C तापमान दर्शाता है । आलेख पर दोनों वक्रो का प्रतिछेदन बिंदु महत्तम घनत्व का तापमान दर्शाता है ।

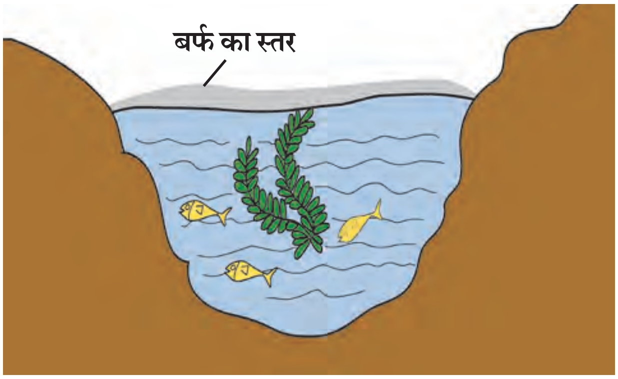
प्रारंभ में ऊँचे पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान उसके आसपास के हिम मिश्रण के कारण कम होता है । उस पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान कम हो जाने के कारण उस का घनत्व बढ़ता है । परिणामस्वरूप अधिक घनत्व वाला पानी नीचे जाता है । इस कारण नीचे वाले भाग के पानी का तापमान (T_1) प्रारंभ में तीव्र गति से कम होता है । इस पात्र के नीचले भाग का तापमान जब 4°C होता है तब उस पानी का घनत्व महत्तम होता है । पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान 4°C की अपेक्षा कम होता है तब उसका प्रसरण होता है । अतः उसका घनत्व कम होता है और वह तल की ओर न जाते हुए ऊपरी भाग की ओर जाने लगता है । इस कारण ऊपर के भाग के पानी का तापमान (T_2) तीव्र गति से कम होता है । वह क्रम से 0°C तक कम होता रहता है, परंतु तल के पानी का तापमान 4°C पर कुछ समय तक स्थिर रहता है और बाद में वह 0°C तक कम होता है ।



5.5 होप का उपकरण



5.6 समय व तापमान संबंधी आलेख



5.7 शीत प्रदेशों के पानी में सजीव

थोड़ा सोचिए

पानी के असंगत व्यवहार के आधार पर निम्नलिखित कथनों का स्पष्टीकरण किस प्रकार करोगे?

1. शीत प्रदेशों में वायुमंडल का तापमान 0°C या उससे कम होने पर भी वहाँ के जलचर जीवित रहते हैं ।
2. शीत प्रदेशों में सर्दियों के समय में पानी ले जाने वाले नल फट जाते हैं और चट्टानों में दरारें पड़ जाती हैं ।

ओसांक एवं आर्द्रता (Due point and Humidity)

पृथ्वी का लगभग 71% पृष्ठभाग पानी से घिरा हुआ है । पानी का निरंतर बाष्पीकरण होता है । इस कारण वायुमंडल में हमेशा कुछ मात्रा में बाष्प होती है । वायुमंड़ल में उपस्थित वाष्प की मात्राद्वारा दैनिक जलवायू का स्वरूप समझने में सहायता होती है । हवा में पानी की बाष्प के कारण हवा में निर्मित होनेवाले गीलेपन तथा नमी को आर्द्रता कहते है ।

दिए गए तापमान पर दिए गए हवा के आयतन में एक महत्तम सीमा तक बाष्प समाविष्ट होती है । इस सीमा की अपेक्षा अधिक बाष्प होने पर उस अतिरिक्त वाष्प का रूपांतरण पानी में हो जाता है । हवा में जब पानी की महत्तम बाष्प समाविष्ट होती है तब वह हवा उस विशिष्ट तापमान पर वाष्प से संतृप्त होती है, ऐसा कहा जाता है । हवा संतृप्त होने के लिए बाष्प की मात्रा तापमान पर निर्भर होती है । यदि तापमान कम है तो हवा संतृप्त होने के लिए कम बाष्प की आवश्यकता होती हैं । हवा में समाविष्ट वाष्प की महत्तम सीमा की अपेक्षा हवा में कम वाष्प समाविष्ट हों तो वह हवा असंतृप्त हवा है ऐसा कहा जाता है ।

एक विशिष्ट तापमान की असंतृप्त हवा को लेकर उसका तापमान कम करते गए तो तापमान कम होते समय जिस तापमान पर हवा बाष्प से संतृप्त होती है, उस तापमान को ओसांक कहते हैं ।

हवा में पानी की बाष्प की मात्रा का मापन निरपेक्ष आर्द्रता (Absolute humidity) इस राशी की सहायता से किया जाता है । ईकाई आयतन के हवा में उपस्थित पानी के बाष्प के द्रव्यमान को निरपेक्ष आर्द्रता कहते है । सामान्यतः निरपेक्ष आर्द्रता यह Kg/m^3 में मापते हैं ।

हवा की नमी अथवा शुष्कता का एहसास यह मात्र हवा में उपस्थित वाष्प की मात्रा पर निर्भर नही होता तो बाष्प की मात्रा हवा संतृप्त करने के लिए लगनेवाले मात्रा के कितने समीप है, इस पर निर्भर होता है । नमी की मात्रा का सापेक्ष आर्द्रता के स्वरूप में मापन किया जाता है । हवा के निश्चित आयतन में तथा तापमान पर प्रत्यक्ष समाविष्ट बाष्प का द्रव्यमान और हवा संतृप्त करने के लिए आवश्यक बाष्प के द्रव्यमान के अनुपात को सापेक्ष आर्द्रता (Relative humidity) कहते हैं ।

$$\text{प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता} = \frac{\text{दिए गए आयतन में प्रत्यक्ष समाविष्ट बाष्प का द्रव्यमान}}{\text{दिए गए आयतन की हवा संतृप्त करने के लिए आवश्यक बाष्प का द्रव्यमान}} \times 100$$

ओसांक पर सापेक्ष आर्द्रता 100 % होती है । जब सापेक्ष आर्द्रता 60 % से अधिक होती है तो हवा नम महसूस होती है, तथा सापेक्ष आर्द्रता 60 % की अपेक्षा से कम होती है तो हवा शुष्क होती है ।

सर्दियों के मौसम में खुले आकाश में ऊपर उड़नेवाले हवाईजहाज के पीछे श्वेत पट्टे (trail) का निर्माण आपने देखा होगा । हवाई जहाज उड़ते समय इंजिन से निकलनेवाली भाप का संघनन (Condensation) होकर ये श्वेत बादल तैयार होते हैं । जब आसमान के वायुमंड़ल में हवा की सापेक्ष आर्द्रता अधिक होगी तो श्वेत पट्टा दूर तक लंबा दिखाई देता है, और उसे नष्ट होने के लिए अधिक समय लगता है । जब सापेक्ष आर्द्रता कम होती है तो छोटा श्वेत पट्टा तैयार होता है कभी-कभी वह तैयार भी नहीं होता ।

आओ करके देखे ।

1. ठंड़े पानी की बोतल प्रशीतक से निकाल कर टेबलपर रखिए और कुछ समय तक बोतल की बाहरी सतह का निरीक्षण कीजिए ।
2. सर्दियों में प्रातःकाल में घास / पौधों की पत्तियों का निरीक्षण कीजिए । गाड़ी की काँच का निरीक्षण कीजिए ।

ठंड़े पानी की बोतल प्रशीतक से निकालकर टेबल पर रखेंगे तो बोतल की बाहरी सतह पर पानी की बूँदे जमा हुई दिखाई देती हैं । इसी प्रकार प्रातःकाल घास/पौधों की पत्तियाँ अथवा गाड़ी के काँच पर पानी की बूँदे जमा हुई दिखाई देती हैं । उपरोक्त दोनों निरीक्षणों से यह स्पष्ट होता है कि हवा में बाष्प का अस्तित्व होता है ।

जब हवा बहुत ठंड़ी हो तो तापमान में कमी के कारण हवा संतृप्त होती है । इस कारण बाष्प की छोटी-छोटी बूँदे तैयार होती है । हवा में उपस्थित बाष्प की मात्रा पर ओसांक निर्भर होता है ।

ऊष्मा की इकाई (Unit of heat)

SI प्रणाली में ऊष्मा की इकाई किलो कैलरी और ज्यूल (J) व CGS मापन प्रणाली में कैलरी (cal) होती है ।

एक किलो ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C तक 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को एक किलो कॅलरी ऊष्मा कहते हैं । तो 1 ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C तक 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को एक कॅलरी ऊष्मा कहते है । पैमाने पर ऊष्माका मापन करने के लिए किलोकॅलरी (kcal) इकाई का उपयोग करते है । (1 किलोकॅलरी = 10^3 कॅलरी)

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

एक किलो ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C से अलग तापमान पर गर्म किया तो 1°C तापमान बढ़ाने के लिए दी गई ऊष्मा 1 किलो कैलरी से थोड़ी भिन्न रहेगी इसलिए ऊष्मा की इकाई निश्चित करते समय इस 14.5 °C से 15.5 °C तक विशिष्ट तापमान खंड़ चुनते हैं । ऊष्मा को ज्यूल इकाई में भी मापते है । कैलरी व ज्यूल इनका परस्पर संबंध आगे दिए गए सूत्रद्वारा दर्शाते है । 1 कॅलरी = 4.18 ज्यूल

परिचय वैज्ञानिकों का

ज्यूल, जेम्स प्रेस्कॉट (1818-1889), इन्होंने सर्व प्रथम दर्शाया कि 'पदार्थ के सूक्ष्म कणों की गतिज ऊर्जा, ऊष्मा के रूप में बाहर छोड़ी जाती है, एवं विभिन्न प्रकार की ऊर्जा का स्थानांतरण एक रूप से दूसरे रूप में होता है । ऊष्मा ऊर्जा के रूपांतरण से ही, आगे चलकर थर्मोडायनॅमिक्स इस विज्ञानविभाग का पहला सिद्धांत प्राप्त हुआ । ऊर्जा मापन की इकाई को ज्यूल (J) यह संज्ञा दी गयी है ।

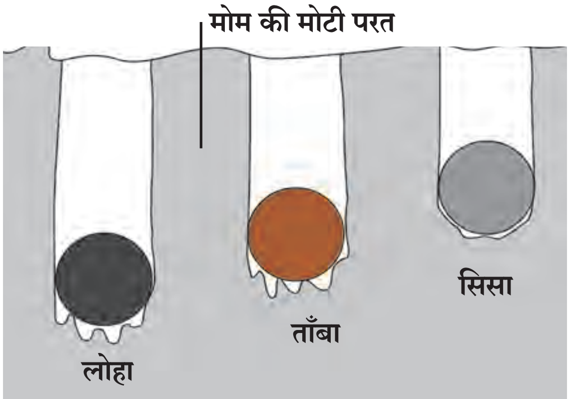
विशिष्ट उष्मा धारकता (Specific Heat Capacity)

आओ करके देखे ।

सामग्री : मोम की मोटी परत का ट्रे, लोहा, ताँबा, सीसा इनके समान द्रव्यमानों के ठोस गोले, बर्नर अथवा स्पिरिट का लैम्प, बड़ा बीकर आदि ।

विधी :

1. समान द्रव्यमानों के लोहा, ताँबा तथा सीसा के ठोस गोले लीजिए । (आकृति 5.8)
2. तीनों गोले उबलते हुए पानी में कुछ समय के लिए रखिए।
3. कुछ समय के बाद उनको उबलते हुए पानी से बाहर निकालिए ।
4. तीनों गोले का तापमान उबलते पानी के तापमान के बराबर अर्थात 100 °C होगा । उन्हें तुरंत मोम की मोटी परत पर रखिए ।
5. प्रत्येक गोला मोममें कितने नीचे तक गया यह देखिए ।



5.8 धातुओं की विशिष्ट उष्माधारकता

जिस गोले ने अधिक ऊष्मा को अवशोषित किया वह गोला मोम को अधिक ऊष्मा देकर मोम अधिक मात्रा में पिघलायेगा और गोला अधिक गहराई तक जाएगा । उपरोक्त विधी में लोहे का गोला मोम में अधिक गहराई तक जाता है । सीसे का गोला मोम में सबसे कम गहराई तक जाता है । ताँबे का गोला दोनों के बीचोंबीच उस मोम में डूबा हुआ दिखाई देता है । इस आधार पर यह स्पष्ट दिखाई देता है कि तापमान समान मात्रा में बढ़ने पर भी प्रत्येक गोले की अवशोषित ऊष्मा भिन्न है । अर्थात् ऊष्मा को अवशोषित करने का गुणधर्म प्रत्येक गोले का भिन्न है, इस गुणधर्म को विशिष्ट ऊष्माधारिता कहते हैं । **इकाई द्रवमान वाले पदार्थ का तापमान 1°C से बढ़ाने के लिए दी जाने वाली ऊष्मा को उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता कहते हैं ।**

विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c' इस चिह्न से दर्शाते हैं । SI मापन प्रणाली में विशिष्ट ऊष्माधारिता की इकाई J/kg °C हे और CGS प्रणाली में cal/g °C यह है ।

अ.नं.	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्माधारिता (cal/g °C)	अ.नं.	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्माधारिता (cal/g °C)
1.	पानी	1.0	5.	लोहा	0.110
2.	पॅराफिन	0.54	6.	ताँबा	0.095
3.	केरोसिन	0.52	7.	चांदी	0.056
4.	एल्यूमिनियम	0.215	8.	पारा	0.033

5.9 पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता

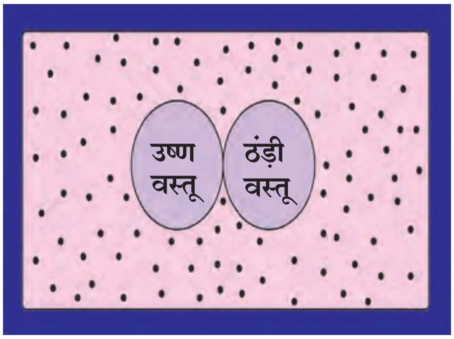
किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c' तथा पदार्थ का द्रव्यमान 'm' हो और पदार्थ का तापमान $\triangle T$ °C से बढ़ाने पर उस पदार्थ ने अवशोषित ऊष्मा नीचे दिए गये सूत्र द्वारा प्राप्त होती है ।

पदार्थ अवशोषित की गई ऊष्मा = $m \times c \times \triangle T$ .... यहाँ $\triangle T$ यह तापमान में की गई वृद्धि है ।

इसी प्रकार पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c'; पदार्थ का द्रव्यमान 'm'होने पर व पदार्थ का तापमान $\triangle T$ °C से कम करने पर उस पदार्थ द्वारा खोई हुई ऊष्मा नीचे दिए सूत्र द्वारा प्राप्त होती है ।

पदार्थ द्वारा खोई हुई ऊष्मा =$m \times c \times \triangle T$ ....यहाँ $\triangle T$ तापमान की कमी है ।

ऊष्मा का लेन-देन : ठंड़ी या गर्म वस्तुओं में ऊष्मा के लेन-देन से गर्म वस्तु का तापमान कम होता है और ठंड़ी वस्तु का तापमान बढ़ता है। तापमानों का यह परिवर्तन जब तक दोनों वस्तुओं का तापमान समान नही होता तब तक होता रहता है। इस प्रक्रिया में गर्म वस्तु द्‌वारा ऊष्मा दी जाती है और ठंड़ी वस्तुद्‌वारा ऊष्मा ग्रहण की जाती है। दोनों वस्तुएँ केवल एकदूसरे से ऊष्मा का आदान-प्रदान कर सकती हैं इस स्थिती में अर्थात् दोनों वस्तुओं की प्रणाली (System) वायुमंडल से अलग करने पर अर्थात ऊष्मारोधक पेटी में रखने पर आकृति (5.10) पेटी में बाहर की ऊष्मा अंदर नही आएगी या बाहर भी नही जायेगी, इस स्थिती में हमे निम्नानुसार तत्त्व प्राप्त होता है।



5.10 ऊष्मारोधक पदार्थ की पेटी

गर्म पदार्थ द्‌वारा दी गई ऊष्मा = ठंड़ी वस्तु द्‌वारा ली गई ऊष्मा. इस तत्त्व को ऊष्मा विनिमय का तत्त्व कहते हैं।

विशिष्ट ऊष्माधारिता का मापन (मिश्रण पद्‌धती) और कॅलरीमापी

पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता का मापन मिश्रणपद्‌धती से करते हैं। इसका मापन करने के लिए कैलरीमापी उपकरण का उपयोग किया जाता है। कैलरीमापी उपकरण से संबंधित जानकारी का अध्ययन आपने पिछली कक्षा में किया है। ऊष्मा दिया हुआ ठोस पदार्थ कैलरीमापी के पानी में डाला गया तो गर्म ठोस पदार्थ से कैलरीमापी के पानी तथा कैलरीमापी इनमें ऊष्मा स्थानांतरण की क्रिया शुरू होगी। ठोस पदार्थ, पानी तथा कैलरीमापी इनका तापमान समान होने तक ऊष्मा स्थानातरण की क्रिया होती रहती है, इसलिए

गर्म ठोस पदार्थ द्‌वारा दी गई ऊष्मा = कॅलरीमापीने ग्रहण की ऊष्मा + कॅलरीमापीस्थित पानी ने ग्रहण की ऊष्मा

यहाँ,

ठोस पदार्थों द्‌वारा दी गई ऊष्मा (Q) = ठोस पदार्थ का द्रव्यमान × ठोस की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में कमी

पानी ने ग्रहण की गई ऊष्मा (Q_1) = पानी का द्रव्यमान × पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्‌धि

कैलरीमापी ने ग्रहण की गई ऊष्मा (Q_2) =

कैलरीमापी का द्रव्यमान × कैलरीमापी के द्रव्य की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्‌धि

$Q = Q_2 + Q_1$ इस सूत्र की सहायता से किसी पदार्थ की विशिष्ट उष्माधारिता ज्ञात कर सकते है।

सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी के साथ :

सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी द्‌वारा पाठ में दी गई संकल्पना स्पष्ट करने के लिए व्हिडीयो, चित्र, ऑडीयो और आलेख इनका उपयोग करके प्रस्तुतीकरण तैयार कीजिए और कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1 : 5Kg द्रव्यमान वाले पानी का तापमान 20° C से 100°C तक बढ़ाने के लिए कितनी ऊष्मा लगेगी?

दत्त : m = 5 kg ; c = 1 kcal /kg °C

तापमान में परिवर्तन, ΔT = 100 – 20 = 80 °C

दी जानेवाली ऊष्मा = द्रव्यमान × विशिष्ट उष्माधारिता × तापमान में परिवर्तन

$= m \times c \times \Delta T$

$= 5 \times 1 \times 80$

= 400 kcal

तापमान में वृद्‌धि करने के लिए आवश्यक ऊष्मा = 400 kcal.

उदाहरण 2. 100 g द्रव्यमान के ताँबे के गोले को 100°C तक ऊष्मा देकर 195 g द्रव्यमान और 20 °C तापमान के कैलरीमापी के पानी में छोड़ दिया। कैलरीमापी का द्रव्यमान 50 g हो तो मिश्रण का अधिक से अधिक तापमान कितना होगा?(ताँबे की विशिष्ट ऊष्माधारिता = 0.1 cal/g °C)

दत्त : मानो की मिश्रण का तापमान अधिक से अधिक T °C हैं।

ताँबे क गोले द्वारा दी गई ऊष्मा

(Q) = गोले का द्रव्यमान × गोले की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में कमी

$= 100 \times 0.1 \times (100 - T)$

पानी को प्राप्त हुई ऊष्मा

(Q_1) = पानी का द्रव्यमान × पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

$= 195 \times 1 \times (T - 20)$

कैलरीमापी को प्राप्त ऊष्मा

(Q_2) = कैलरीमापी का द्रव्यमान × कैलरीमापी के द्रव्य की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

$= 50 \times 0.1 \times (T - 20)$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$100 \times 0.1 \times (100 - T) = 195 \times 1 \times (T - 20) + 50 \times 0.1 \times (T - 20)$$

$$10\,(100 - T) = 195(T - 20) + 5\,(T - 20)$$

$$1000 - 10\,T = 200\,(T - 20)$$

$$210\,T = 5000$$

$$T = 23.80\ °C$$

मिश्रण का तापमान 23.80 °C होगा।

उदाहरण 3 . 0 ^{0}C तापमान के बर्फ के बड़े टुकडे पर 97 ^{0}C तापमान की 80 g इतनी पानी की वाष्प छोड दे तो 0 ^{0}C तापमान का कितना बर्फ पिघलेगा? वाष्प के पानी में रूपांतरण होते समय कितनी ऊष्मा बर्फ को दी जायेगी?

बर्फ पिघलने की गुप्त ऊष्मा = $L_{\text{पिघलने की}}$ = 80 cal/g

वाष्प की गुप्त ऊष्मा = $L_{\text{बाष्पन का}}$ = 540 cal/g)

दत्त :

वाष्प का तापमान = 97 ^{0}C

वाष्प का द्रव्यमान = $m_{\text{वाष्प}}$ = 80 g

बर्फ का तापमान = $T_{\text{बर्फ}}$ = 0 ^{0}C

97 ^{0}C तापमान के वाष्प की 97 ^{0}C तापमान के पानी में रूपांतरण होते समय बाहर निकली हुई ऊष्मा

$= m_{\text{वाष्प}} \times L_{\text{वाष्पन का}}$

$= 80 \times 540$ ....(1)

97 ^{0}C तापमान के पानी का 0^{0}C तापमान के पानी में रुपांतरण होते समय बाहर निकलती हुई ऊष्मा

$= m_{\text{वाष्प}} \times \Delta T \times c$

$= 80 \times (97-0) \times 1$ ....(2)

बर्फ को प्राप्त ऊष्मा = $(80 \times 540) + (80 \times (97-0) \times 1)$, ... समीकरण 1 व 2 से

$= 80\,(540 + 97)$

$= 80 \times 637 = 50960$ cal.

$m_{बर्फ}$ द्रव्यमान के बर्फ का उपरोक्त ऊष्मा का 0 ^{0}C तापमान के पानी में रूपांतरण हुआ तो,
बर्फ द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा = वाष्प द्वारा खोई गई ऊष्मा

$m_{बर्फ} \times 80 = 80 \times 637$

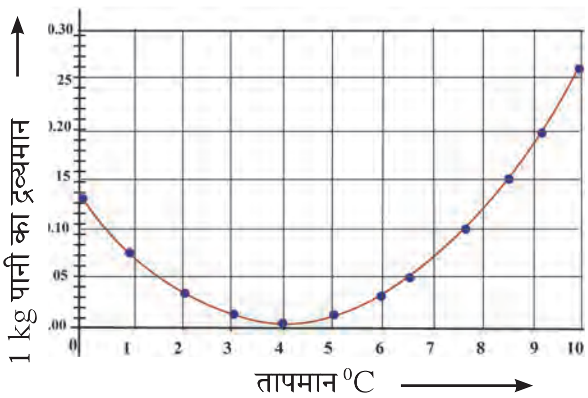
$m_{बर्फ} = 637$ g.   0 ^{0}C तापमान का 637 g बर्फ पिघलेगा और बाष्प का पानी में रुपांतरण होते समय 50960 cal. ऊष्मा बर्फ को दी जायेगी ।

पुस्तक मेरा मित्र : अधिक जानकारी के लिए पढ़िये ।

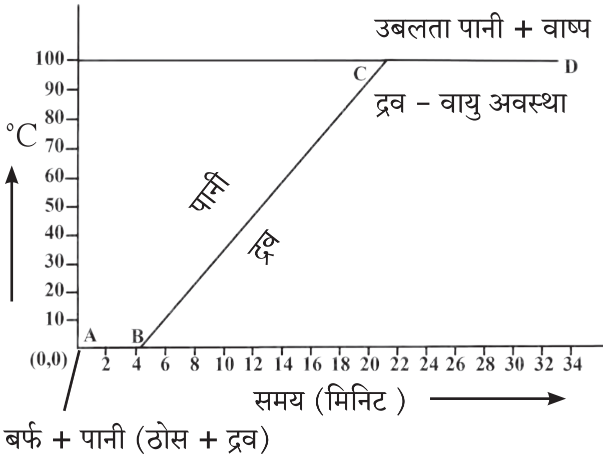
1. A Textbook of heat – J.B. Rajan   2. Heat – V.N Kelkar
3. A Treatise on Heat – Saha and Srivastava

स्वाध्याय

1. **निम्नलिखित रिक्त स्थानों में उचित शब्द लिखकर वाक्य को पूरा कीजिए ।**
   अ. हवा में उपस्थित पानी की मात्रा का मापन जिस राशीद्वारा किया जाता है, उसे .... कहते है ।
   आ. समान द्रव्यमान वाले भिन्न-भिन्न पदार्थ को समान ऊर्जा दी तो उसका बढ़ता हुआ तापमान उसके ....गुणधर्म के कारण समान नहीं होता है ।
   इ. पदार्थ का द्रव से ठोस में रूपांतरण होते समय पदार्थ की गुप्त ऊष्मा ....
2. **संलग्न आलेख का निरीक्षण कीजिए । पानी का तापमान 0°C से बढ़ाने से उसके आयतन में होनेवाले परिवर्तन को विचार में लेकर पानी और अन्य पदार्थ के व्यवहार में निश्चित कौनसा अंतर है, यह स्पष्ट किजिए । पानी के इस असंगत व्यवहार को क्या कहोगे ?**



3. **विशिष्ट ऊष्माधारिता किसे कहते है? प्रत्येक पदार्थ की ऊष्माधारिता भिन्न-भिन्न होती है, यह प्रयोग द्वारा किस प्रकार सिद्ध करोगे ?**
4. **विशिष्ट ऊष्मा की इकाई तय करने के लिए कौनसा तापमान खंड़ चुनते हैं ? क्यों?**
5. **निम्न तापमान समय आलेख स्पष्ट कीजिए ।**



6. **स्पष्टीकरण लिखिए ।**
   अ. शीत प्रदेशों मे जलीय वनस्पतियाँ और जलचरों को जीवित रखने के लिए पानी के असंगत व्यवहार की भूमिका स्पष्ट कीजिए ।
   आ. प्रशीतक में से शीतपेय की बोतल बाहर रखने पर बोतल की बाहरी सतह पर पानी की बूँदें जमा हुई दिखाई देती हैं । इस का स्पष्टीकरण ओसबिंदू की सहायता से कीजिए ।
   इ. 'पानी के असंगत व्यवहार के कारण चट्टाने फूटकर उसके टुकड़े होते हैं' यह कथन स्पष्ट कीजिए ।

7. **निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।**

अ. गुप्त ऊष्मा का क्या तात्पर्य है? पदार्थ की गुप्त ऊष्मा पदार्थ से बाहर निकलने पर पदार्थ की अवस्थाएँ कैसे परिवर्तित होंगी?

आ. पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता मापने के लिए किस सिद्धांत का उपयोग किया जाता है?

इ. पदार्थ के रूपांतरण में गुप्त ऊष्मा की क्या भूमिका है यह स्पष्ट कीजिए ।

ई. हवा संतृप्त है या असंतृप्त यह किस आधार पर स्पष्ट करोगे?

8. **निम्नलिखित परिच्छेद का वाचन करो और पूछे गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।**

गर्म और ठंड़ी वस्तु को एक साथ रखने पर गर्म वस्तु का तापमान कम होता है और ठंड़ी वस्तु का तापमान बढ़ता है । जब तक दोनों वस्तुओं का तापमान समान होने तक यह क्रिया निरंतर होती रहती है । इस क्रिया में गर्म वस्तु ऊष्मा खो देती है तथा ठंडी वस्तु ऊष्मा को ग्रहण करती है । इन दोनों वस्तुओं की प्रणाली (system) वायुमंड़ल से अलग करने पर प्रणाली से ऊष्मा अंदर भी नही आयेगी अथवा बाहर भी नही जायेगी । ऐसी स्थिती में हमें निम्नलिखित तत्त्व प्राप्त होता है ।

गर्म वस्तु द्वारा खोईगई ऊष्मा = ठंडी वस्तु द्वारा ली गई ऊष्मा इस तत्त्व को ऊष्मा विनिमय का तत्व कहते है ।

अ. ऊष्मा का स्थानांतरण कहाँ से कहाँ होता है?

आ. ऐसी स्थिती में हमें ऊष्मा के कौन-से सिद्धांत का बोध होता है?

इ. इस सिद्धांत को संक्षिप्त में स्पष्ट कीजिए?

ई. इस सिद्धांत का उपयोग पदार्थ के किस गुणधर्म के मापन के लिए किया जाता है ?

9. **उदाहरण हल करो ।**

अ. 1 g द्रव्यमान के दो पदार्थ 'अ' तथा 'ब' को समान ऊष्मा देने पर 'अ' का तापमान 3 ^{0}C तो 'ब' का तापमान 5 ^{0}C तक बढ़ाया । इस आधार पर 'अ' तथा 'ब' पदार्थ में से किस की विशिष्ट ऊष्माधारिता अधिक है ? कितनी गुनी?

उत्तर : अ, $\frac{5}{3}$

आ. बर्फ बनाने के कारखानो में पानी का तापमान कम कर के बर्फ बनाने लिए द्रव अमोनिया का उपयोग करते हैं । यदी 20 ^{0}C तापमान का पानी 0 ^{0}C तापमानके 2 kg बर्फ में रूपांतरित करना हो, तो कितने ग्रॅम अमोनिया का वाष्पीकरण करना पड़ेगा?
(द्रव अमोनिया के बाष्पन की गुप्त ऊष्मा = 341 cal/g)

उत्तर : 586.4 g

इ. एक ऊष्मारोधक पात्र में 150 g द्रव्यमान का 0 ^{0}C तापमान का बर्फ रखा है । 100 ^{0}C तापमान की कितनी ग्रॅम भाप मिलाने पर 50 ^{0}C तापमान का पानी तैयार होगा?

(बर्फ पिघलने की गुप्त ऊष्मा = 80 cal/g, पानी के उबलने की गुप्त ऊष्मा = 540 cal/g, पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता = 1 cal/g)

उत्तर : 33 g

ई. एक कॅलरीमापी का द्रव्यमान 100 g है, विशिष्ट उष्माधारिता 0.1 kcal/kg ^{0}C है । उसी में 250 g द्रव्यमान, 0.4 kcal/kg ^{0}C विशिष्ट उष्माधारिता, और 30 ^{0}C तापमान का पदार्थ है, 10 g द्रव्यमान का, 0 ^{0}C तापमान का बर्फ का टुकड़ा डाला तो मिश्रण का तापमान कितना होगा?

उत्तर : 20.8 ^{0}C

उपक्रम:

शिक्षकों की सहायता से समूह में होप के उपकरण का कार्यरत प्रारूप तैयार कर, उसके आधार पर प्रायोगिक परीक्षा करके निष्कर्ष की जाँच कीजिए ।

HL9F1Z