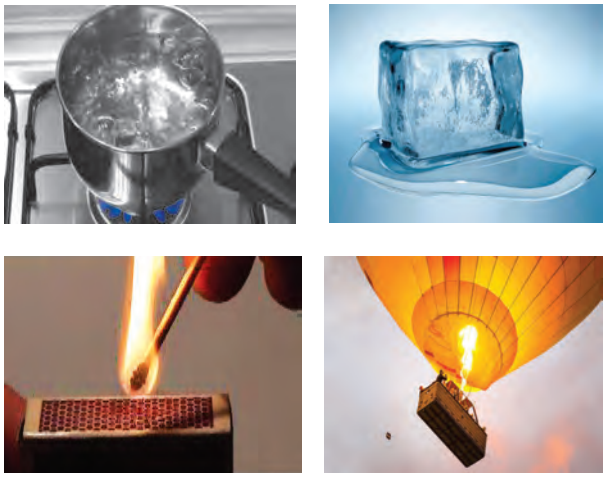
14. ऊष्मा का मापन तथा प्रभाव

थोड़ा याद करो ।

1. हमें ऊष्मा कौन-कौन से स्रोतों से प्राप्त होती हैं?
2. ऊष्मा का स्थानांतरण किस प्रकार होता है?
3. ऊष्मा के कौन-कौन से प्रभाव तुम्हें मालूम हैं?

आकृति 14.1 में ऊष्मा के विविध परिणाम दिखाए गए हैं, वे कौन-से हैं?

हमने पिछली कक्षा में देखा हैं कि ऊष्मा यह ऊर्जा का एक रूप है, जो अधिक तापमान वाले वस्तु से कम तापमानवाली वस्तु की ओर प्रवाहित होती है । किसी एक वस्तु का तापमान यह वह वस्तु कितनी गर्म या कितनी ठंडी है यह दर्शाता है । ठंडे वस्तु का तापमान गर्म वस्तु के तापमान से कम होता है । अर्थात आइस्क्रीम का तापमान यह चाय के तापमान से कम होता है ।



14.1 ऊष्मा के विविध परिणाम

हमने यह भी देखा है कि ऊष्मा देने पर पदार्थ का प्रसरण होता है तथा पदार्थ ठंडा करने पर उसका आकुंचन होता है । उसी प्रकार ऊष्मा के कारण द्रव्य में अवस्था परिवर्तन होता है ।

ऊष्मा की SI प्रणाली में इकाई जूल (Joule) तथा CGS प्रणाली में ऊष्मा की इकाई कॅलरी है । 1 cal ऊष्मा = 4.18 J के बराबर होती है । 1 ग्राम पानी का तापमान 1 ^{0}C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा (ऊर्जा) 1 cal होती हैं ।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1. 1.5 Kg पानी का तापमान 15 ^{0}C से 45 ^{0}C तक बढ़ने के लिए कितनी ऊर्जा (ऊष्मा) लगेगी? उत्तर कैलरी और ज्यूल इन दोनों में दो ।

दिया गया है :

पानी का द्रव्यमान = 1.5 Kg = 1500 gm

तापमान में अंतर = 45 ^{0}C – 15 ^{0}C = 30 ^{0}C

तापमान वृद्धि के लिए आवश्यक ऊर्जा (cal) = पानी का द्रव्यमान (gm) × तापमान में हुई वृद्धि (^{0}C)

= 1500 gm x 30 ^{0}C = 45000 cal

= 45000 x 4.18 = 188100 J

उदाहरण 2 : 300 cal ऊष्मा देने पर पानी का तापमान 10 ^{0}C से बढ़ता हैं तो पानी का द्रव्यमान कितना होगा?

दिया गया हैं :

ऊष्मा (cal) = 300 cal

तापमान में अंतर = 10 ^{0}C, पानी का द्रव्यमान (m)= ?

ऊष्मा (cal) = पानी का द्रव्यमान (gm) × तापमान में वृद्धि (^{0}C)

300 = m x 10

m = 30 gm

ऊष्मा के स्रोत (Source of heat)

1. **सूर्य :** सूर्य यह पृथ्वी को प्राप्त होनेवाली ऊष्मा का सबसे बड़ा स्रोत है । सूर्य के केंद्र में होनेवाले नाभिकीय संलयन (Nuclear Fussion) के कारण अत्याधिक मात्रा में ऊर्जा का निर्माण होता है । नाभिकीय संलयन प्रक्रिया में हाइड्रोजन के नाभिक का संयोग होकर हीलियम के नाभिक तैयार होते हैं और उसी से ऊर्जा की निर्मिति होती है । इसमें की कुछ ऊर्जा प्रकाश तथा ऊष्मा के स्वरूप मे पृथ्वी तक पहुँचती है ।
2. **पृथ्वी :** पृथ्वी के केंद्र का तापमान अधिक होने से पृथ्वी भी ऊष्मा का स्रोत हैं । इस ऊष्मा को भू-औष्णिक ऊर्जा कहते हैं ।
3. **रासायनिक ऊर्जा :** लकड़ी, कोयला, पेट्रोल आदि ईंधनों के ज्वलन में ईंधन की ऑक्सीजन के साथ रासायनिक अभिक्रिया होकर ऊष्मा का निर्माण होता हैं ।
4. **विद्युत ऊर्जा :** विद्युत ऊर्जा का उपयोग करके ऊष्मा निर्माण करने के अनेक साधन उपलब्ध हैं जिसमें विद्युत इस्त्री, विद्युत चुल्हा इत्यादि को तुमने दैनिक जीवन में देखा ही है अर्थात विद्युत भी ऊष्मा का स्रोत है ।

5. **परमाणु ऊर्जा :** कुछ तत्वों जैसे युरेनियम, थोरियम इत्यादि के परमाणुओं के केंद्रकों का विभाजन करने पर अत्यंत कम समय में प्रचंड़ ऊर्जा और ऊष्मा का निर्माण होता हैं । परमाणु ऊर्जा प्रकल्प में इसी प्रकार की प्रक्रिया का उपयोग किया जाता हैं ।

6. **हवा :** हमारे आसपास में पाई जानेवाली हवा में भी अधिक मात्रा में ऊष्मा समाविष्ट हैं ।

तापमान (Temperature) : कोई एक पदार्थ कितना गर्म है अथवा कितना ठंड़ा है यह हम उस पदार्थ को हाथ लगाकर बता सकते हैं; परंतु हमें महसुस होनेवाली गर्म अथवा ठंड़ा यह संवेदना सापेक्ष होती हैं । यह हम नीचे दी गई कृति के द्वारा समझ सकते हैं ।

करो और देखो ।

1. तीन एक जैसे बर्तन लो, उन्हें अ, ब और क नाम दो । (आकृति 14.2 देखो)
2. 'अ' बर्तन में गरम और 'ब' बर्तन में ठंड़ा पानी भरो । 'क' बर्तन में 'अ' और 'ब' बर्तन का थोड़ा थोड़ा पानी डालो ।
3. तुम्हारा दाया हाथ 'अ' बर्तन में और बाया हाथ 'ब' बर्तन में डुबाओ और 2-3 मिनट तक रखो ।
4. अब दोनों हाथ एक साथ 'क' बर्तन में डुबाओ । तुम्हें क्या महसुस हुआ ?

14.2 सापेक्ष संवेदना

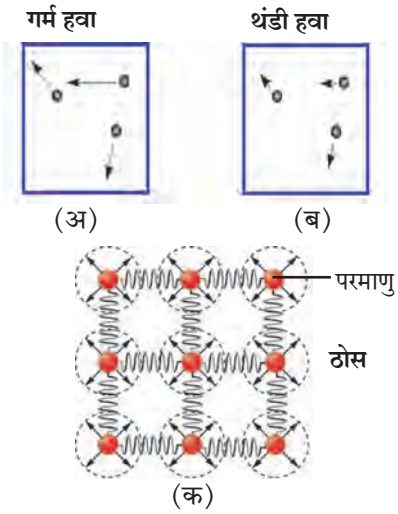
दोनों हाथ एक ही बर्तन के पानी में अर्थात एक ही तापमानवाले पानी में डालने पर भी दाएँ हाथ को वह पानी ठंड़ा लगेगा और बाएँ हाथ को वही पानी गरम लगेगा इसका क्या कारण हैं? इस पर विचार करो ।

उपर्युक्त कृति से तुम्हारे ध्यान में आया होगा की केवल स्पर्श से किसी पदार्थ का या किसी वस्तु का तापमान हम सटीक रूप से बता नहीं सकते । उसी प्रकार अधिक गर्म अथवा अधिक ठंड़ी वस्तु को हाथ लगाने पर जख्म होने की संभावना भी होती हैं । इसलिए तापमान का मापन करने के लिए हमें उपकरण की आवश्यकता होती है । तापमापी (thermometer) यह तापमान का मापन करने का साधन (उपकरण) हैं । तुमने पिछली कक्षा में तापमापी के विषय में पढ़ा हैं । इस पाठ में हम तापमापी की रचना एवं कार्यप्रणाली के बारे में जानकारी लेने वाले हैं ।

थोड़ा याद करो । स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा क्या हैं ?

ऊष्मा और तापमान (Heat and temperature) : ऊष्मा और तापमान इनमें क्या अंतर है? पदार्थ परमाणुओं से बना होता है यह हमें मालुम है । पदार्थ में परमाणु सतत गतिशील होते है । उनमें पाई जानेवाली गतिज ऊर्जा की कुल मात्रा यह उस पदार्थ में पाई जानेवाली ऊष्मा का द्योतक होता हैं, तो तापमान यह परमाणुओं के औसत गतिज ऊर्जा पर निर्भर होता है । दो पदार्थों में परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा समान होने पर उनका तापमान भी समान होता हैं ।

आकृति 14.3 'अ'और 'ब' में अधिक तापमान और उसकी अपेक्षा कम तापमानवाले गैसों के परमाणुओं की गति क्रमशः दिखाई गई हैं । परमाणुओं को जोड़कर दिखाए गए तीरों की दिशा और लंबाई क्रमशः परमाणुओं के वेग की दिशा और परिणाम दर्शाते हैं । गर्म हवा में परमाणुओं का वेग ठंडी हवा में परमाणुओं के वेग की अपेक्षा अधिक होता है ।



14.3 गैस व ठोस में परमाणुओं की गति

आकृति 'क' में ठोस पदार्थ के परमाणुओं का वेग तीरों द्वारा दर्शाया गया है । ठोस में परमाणु उनमें पाए जानेवाले परस्पर बल से आबद्ध होते हैं और उसी कारण वे अपने स्थान से विस्थापित नहीं होते । ऊष्मा के कारण अपने स्थिर जगह पर ही दोलनित होते हैं । जितना ठोस पदार्थ का तापमान अधिक उतना उसका दोलन वेग अधिक होता है ।

मानलो 'अ' और 'ब' एक ही पदार्थ द्वारा बनी दो वस्तुएँ हैं । 'अ' का द्रव्यमान 'ब' के द्रव्यमान से दुगना है अर्थात 'अ' में परमाणुओं की संख्या यह 'ब' में परमाणुओं की संख्या से दुगनी है । यदि 'अ' तथा 'ब' का तापमान समान हो अर्थात उसमें पाए जानेवाले परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा समान हो तो भी 'अ' में के परमाणुओं की कुल गतिज ऊर्जा यह 'ब' में के परमाणुओं की कुछ गतिज ऊर्जा की अपेक्षा दो गुनी होगी अर्थात,'अ' और 'ब' का तापमान समान होने पर भी 'अ' की ऊष्मा यह 'ब' की ऊष्मा की अपेक्षा दुगनी होगी ।

करो और देखो । 1. एक ही आकार के दो 'अ' और 'ब' स्टील के बर्तन लो ।

2. 'अ' में थोड़ा पानी डालो और 'ब' में उसके दुगना पानी लो । दोनों बर्तनों के पानी का तापमान समान हैं ये सुनिश्चित करो ।
3. एक स्पिरिट लॅम्प लेकर 'अ' और 'ब' के पानी को गर्म करके तापमान 10 ^{0}C से बढ़ाओ । दोनों बर्तनो का तापमान बढ़ाने के लिए क्या समान समय लगा ?

'ब' इस बर्तन के तापमान में वृद्धि करने के लिए तुम्हें अधिक समय लगा होगा अर्थात समान तापमान वृद्धि'के लिए तुम्हें 'ब' को अधिक ऊष्मा देनी पड़ी । अर्थात 'अ' और 'ब' में का तापमान समान होने पर भी 'ब' में की पानी की ऊष्मा यह 'अ' में की पानी की ऊष्मा की अपेक्षा अधिक होगी । तापमान का मापन करने के लिए अंश सेल्सियस (^{0}C), फॅरेन हाइट (^{0}F) और केल्व्हीन (K) इन इकाईयों का उपयोग करते हैं । केल्व्हीन यह इकाई वैज्ञानिक प्रयोग में उपयोग में लाते हैं तो अन्य दोनों इकाईयों का उपयोग दैनिक व्यवहार में करते हैं । इन तीनों का संबंध निम्न सूत्रों द्वारा दिखाया गया हैं ।

$$\frac{(F-32)}{9} = \frac{C}{5} \quad \text{--------(1)}$$

$$K = C + 273.15 \quad \text{-------(2)}$$

संलग्न तालिका में कुछ विशिष्ट तापमान सेल्सियस, फैरेनहाइट और केल्व्हीन इन तीनों इकाईयों में दिए गए हैं । वे उपर्युक्त सूत्रों के अनुसार हैं, इसकी जाँच करो और रिक्त स्थानों में उचित मान लिखो ।

वर्णन	^{0}F	^{0}C	K
पानी का क्वथनांक	212	100	373
पानी का हिमांक	32	0	273
कमरे का तापमान	72	23	296
पारे का क्वथनांक		356.7	
पारे का हिमांक		-38.8	

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1. 68 ^{0}F तापमान सेल्सियस और केल्व्हीन इन इकाईयों में कितना होगा ?

दिया गया है : फॅरेनहाइट में तापमान = F = 68

सेल्सियस में तापमान = C = ?, केल्व्हिन में तापमान = K = ?

सूत्र (1) के अनुसार $\frac{(F-32)}{9} = \frac{C}{5}$

$$\frac{(68-32)}{9} = \frac{C}{5}$$

$C = 5 \times \frac{36}{9} = 20\ ^0C$; सूत्र (2) से, $K = C + 273.15$

$K = 20 + 273.15 = 293.15$ K

सेल्सियस में तापमान = 20 ^{0}C व केल्व्हिन में तापमान = 293.15 K

उदाहरण 2 : कौन-सा तापमान सेल्सियस और फॅरेनहाईट इन दोनों इकाइयों में समान होगा ?

दिया गया है :माना सेल्सियस का तापमान C हो तो और फॅरेनहाइट का तापमान F हो तो F = C.

सूत्र (1) से $\frac{(F-32)}{9} = \frac{C}{5}$

अर्थात, $\frac{(C-32)}{9} = \frac{C}{5}$

$(C-32) \times 5 = C \times 9$

$5C - 160 = 9C$

$4C = -160$

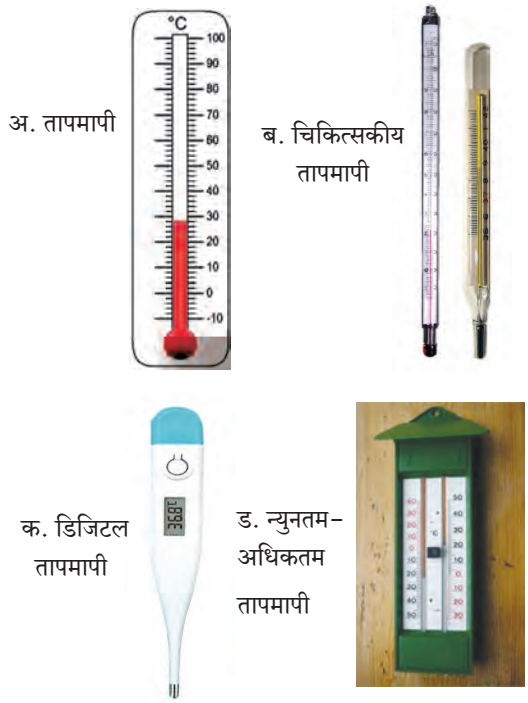
$C = -40\ ^0C = -40\ ^0F$ सेल्सियस में व फॅरेनहाईट में तापमान $-40\ ^0$ होने पर समान होगा ।

तापमापी (Thermometer) :घर में किसी को बुखार आने पर उपयोग में लाया जाने वाला तापमापी तुमने देखा होगा। उस तापमापी को चिकित्सकीय तापमापी कहते है । इसके अतिरिक्त अन्य प्रकार के तापमापी भिन्न-भिन्न प्रकार के मापन के लिए उपयोग में लाए जाते हैं । सर्वप्रथम सामान्य (सरल) तापमापी के रचना एवं कार्य के विषय में जानकारी लेंगे ।

आकृति 14.4 'अ' में एक तापमापी का चित्र दिखाया गया है । तापमापी में एक काँच की पतली नली होती है जिसके एक सिरे पर एक गुब्बारा होता है । नली में पहले पारा भरा हुआ होता था परंतु पारा हमारे लिए हानिकारक होने के कारण उसके स्थान पर अब अल्कोहल का उपयोग करते हैं । नली की शेष जगह निर्वात के रूप में होकर नली का दूसरा सिरा बंद होता है । जिस पदार्थ या वस्तु का तापमान मापते हैं, उस वस्तु के संपर्क में तापमापी का गुब्बारा कुछ समय तक रखा जाता हैं जिसके कारण उसका तापमान वस्तु के तापमान के बराबर होता हैं । तापमान में हुई वृद्धि के कारण अल्कोहल का प्रसरण होता हैं और नली में उसका स्तर बढ़ता हैं । अल्कोहल के प्रसरण के गुणधर्म का उपयोग कर (इसकी चर्चा इस पाठ में आगे की गई हैं) उसके नली में के स्तर से तापमान मालुम करते आता है और उस प्रकार से तापमापी की नली चिह्नांकित होती है ।

आकृति 14.4 'ब' में चिकित्सकीय तापमापी दिखाई गई हैं । एक स्वस्थ्य मनुष्य के शरीर का तापमान 37 ^0C होता हैं जिसके कारण चिकित्सकीय तापमापी में सामान्यतः 35 ^0C से 42 ^0C तक के तापमान का मापन करते आता हैं । आजकल चिकित्सकीय उपयोग के लिए उपर्युक्त तापमापी के स्थान पर डिजिटल तापमापी का उपयोग किया जाता है । यह आकृति 14.4 'क' में दिखाया गया है । इसमें तापमान का मापन करने के लिए ऊष्मा के कारण होनेवाले द्रव के प्रसरण का उपयोग न करते हुए एक संवेदक (Sensor) का उपयोग करते हैं । जो शरीर से निकलनेवाली ऊष्मा का और उस आधार पर तापमान का प्रत्यक्ष मापन कर सकता है ।

प्रयोगशाला में उपयोग में लाया जानेवाला तापमापी उपर्युक्त आकृति 14.4 'अ' नुसार ही होता है परंतु उसके तापमान की गणना करने का विस्तार अधिक हो सकता हैं। उसके द्वारा-40 ^0C से 110 ^0C के बीच का अथवा उससे भी कम व अधिक तापमान का मापन किया जा सकता है । दिन भर के न्युनतम और अधिकतम तापमान का मापन करने के लिए एक विशिष्ट प्रकार के तापमापी का उपयोग करते हैं जिसे न्युनतम-अधिकतम तापमापी कहते हैं । यह आकृति 14.4 'ड' में दिखाया गया है ।



14.4 : विविध प्रकार के तापमापी

कोई एक गर्म वस्तु और ठंड़ी वस्तु एक दूसरे के संपर्क में रखने पर उन दोनों में ऊष्मा का आदान-प्रदान होता है । गर्म वस्तु ऊष्मा देती है और ठंड़ी वस्तु ऊष्मा ग्रहण करती है, जिसके कारण गर्म वस्तु का तापमान कम होता हैं तो ठंड़ी वस्तु का तापमान में वृद्धि होती है अर्थात गर्म वस्तु में परमाणुओं की गतिज ऊर्जा कम होती जाती हैं तो ठंडी वस्तु का परमाणूओं की गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती हैं । एक स्थिति ऐसी आती हैं कि उस समय दोनों परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा समान होती है, अर्थात उनका तापमान भी समान होता है ।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific heat) : पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा यह एक इकाई द्रव्यमानवाले पदार्थ के तापमान में 1 ^0C तापमान में वृद्धि करने के लिए लगनेवाली ऊष्मा हैं । इसे 'C' इस चिन्ह द्वारा दर्शाते हैं । इसकी SI प्रणाली में इकाई J/(Kg ^0C) और CGS प्रणाली में इकाई Cal/(gm ^0C) यह है । विशिष्ट ऊष्मा c और द्रव्यमान m वाले पदार्थ का तापमान T_i से T_f तक बढ़ाना हो तो उसे Q ऊर्जा देनी पड़ेगी । यह पदार्थ के द्रव्यमान, विशिष्ट ऊष्मा और तापमान में हुई वृद्धि पर निर्भर होती हैं । यह हम निम्न सूत्र के अनुसार लिख सकते हैं ।

$$Q = m \times c \times (T_f - T_i) \text{----------} (3)$$

भिन्न-भिन्न पदार्थों की विशिष्ट उष्मा भिन्न-भिन्न होती हैं । अगली कक्षा में इस संबंध में अधिक जानकारी लेंगे । संलग्न तालिका में कुछ वस्तुओं की विशिष्ट ऊष्मा दी हैं ।

पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा cal /(gm ^0C)	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा cal /(gm ^0C)
एल्युमिनियम	0.21	लोहा	0.11
अल्कोहल	0.58	ताँबा	0.09
सोना	0.03	पारा	0.03
हाइड्रोजन	3.42	पानी	1.0

कॅलरीमापी (Calorimeter) : हमने देखा है कि पदार्थ का तापमान मापने के लिए तापमापी का उपयोग करते हैं । पदार्थ की ऊष्मा का मापन करने के लिए कैलरी मापी इस उपकरण का उपयोग करते हैं । इस उपकरण द्वारा किसी रासायनिक अथवा भौतिक प्रक्रिया में बाहर निकलने अथवा अभिशोषित होनेवाली ऊष्मा का मापन कर सकते हैं । आकृति 14.5 में एक कैलरी मापी दिखाया गया है । इसमें किसी थर्मास फ्लास्क के अनुसार ही अंदर और बाहर ऐसे दो बर्तन होते हैं जिसके कारण अंदर के बर्तन में रखे पदार्थों की ऊष्मा अंदर से बाहर जा नहीं सकती और उसी प्रकार ऊष्मा बाहर से अंदर आ नहीं सकती अर्थात अंदर का बर्तन और उसमें के पदार्थ को आसपास से ऊष्मीय दृष्टि से दूर रखे जाते हैं । यह बर्तन तांबे के होता हैं । इसमें तापमान का मापन करने के लिए एक तापमापी और द्रव हिलाने के लिए एक विलोड़क रखा जाता हैं ।

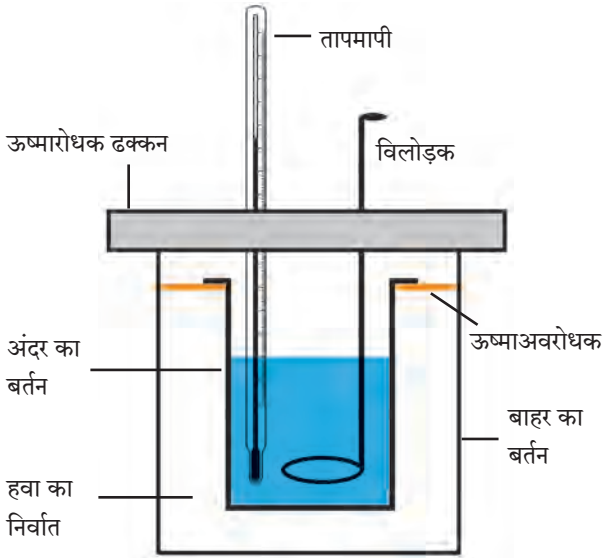
थोड़ा सोचो ।

1. बुखार आने पर माँ तुरंत कपाल पर ठंडे पानी की पट्टियाँ रखती है । क्यों ?
2. कैलरी मापी तांबे की क्यों बनाते हैं ?

कैलरीमापी में एक स्थिर तापमानवाला पानी रखा जाता है । अर्थात पानी का और अंदर के बर्तन का तापमान समान होता है । उसमें कोई एक गर्म वस्तु डालने पर उस वस्तु, पानी और अंदर के बर्तन इनमें ऊष्मा का आदान-प्रदान होता है और इस कारण उनका तापमान समान होता है । कैलरीमापी के अंदर वाले बर्तन और उसमें रखा पदार्थ आसपास की अन्य सभी वस्तुओं से और वातावरण से ऊष्मीय दृष्टि से दूर रखने पर गर्म वस्तु द्वारा दी गई कुल ऊष्मा और पानी द्वारा तथा कैलरीमापी द्वारा ग्रहण की गई कुल ऊष्मा यह समान होती है ।

इसी प्रकार कैलरीमापी मे गर्म वस्तु के स्थान पर ठंड़ी वस्तु डालने पर वह वस्तु पानी में से ऊष्मा ग्रहण करेगी और उसके तापमान में वृद्धि होगी । पानी की और कैलरीमापी की ऊष्मा कम होगी और उनका तापमान भी कम होगा ।

मानलो कैलरीमापी के अंदरवाले बर्तनों का द्रव्यमान m_c और तापमान 'T_1' हैं और उसमें भरे हुए पानी का द्रव्यमान 'M_w' है । पानी का तापमान कैलरीमापी के तापमान के बराबर अर्थात'T_1' होगा । उसमें हमने 'm_O'द्रव्यमान और 'T_O' तापमान वाला पदार्थ डाला । T_O यह T_1 की अपेक्षा अधिक होने पर वह पदार्थ ऊष्मा पानी को और कैलरी मापी को देगा और जल्दी ही इन तीनों का तापमान समान होगा ।



14.5 कॅलरीमापी

इस अंतिम तापमान को हम 'T_F' कहेंगे । पदार्थ द्वारा दी गई कुल ऊष्मा (Q) यह पानी द्वारा ग्रहण की गई कुल ऊष्मा (Qc) और कैलरीमापी द्वारा ग्रहण की गई कुल ऊष्मा (Qc) इनके योगफल के बराबर होगी । यह समीकरण हम निम्नप्रकार से लिख सकते हैं ।

$Q_O = Q_W + Q_C$ ------ (4)

ऊपर दिए अनुसार Q_O, Q_W और Q_C ये द्रव्यमान, तापमान में परिवर्तन अर्थात ΔT (डेल्टा टी) और पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा इन पर निर्भर होते हैं । कैलरी मापी के पदार्थ का, पानी का और गर्म वस्तु के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः C_C, C_W और C_O होने पर सूत्र (3) का उपयोग करके,

$Q_O = m_O \times \Delta T_O \times C_O$, $\Delta T_O = T_O - T_F$

$Q_W = m_W \times \Delta T_W \times C_W$, $\Delta T_W = T_F - T_i$

$Q_C = m_C \times \Delta T_C \times C_C$, $\Delta T_C = T_F - T_i = \Delta T_W$

सूत्र (4) नुसार $m_O \times \Delta T_O \times C_O = m_W \times \Delta T_W \times C_W + m_C \times \Delta T_C \times C_C$ ----------(5)

हम सभी तापमानों का और द्रव्यमानों का मापन कर सकते हैं । उसी प्रकार पानी का और कैलरी मापी का अर्थात तांबे की विशिष्ट ऊष्मा मालुम होने पर वस्तु के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा हम सूत्र (5) का उपयोग कर ज्ञात कर सकते हैं । इसके विषय में अधिक विस्तृत जानकारी हम अगली कक्षा में सीखनेवाले हैं ।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण : मानलो कैलरीमापी, उसमें रखा गया पानी और उसमें डाली गई तांबे की वस्तु इनका द्रव्यमान समान हैं । गर्म वस्तु का तापमान 60 ^{0}C और पानी का तापमान 30 ^{0}C हैं । ताँबे की और पानी की विशिष्ट ऊष्मा क्रमश 0.09Cal/(gm^{0}C) तथा 1 cal / (gm ^{0}C) है, तो पानी का अंतिम तापमान ज्ञात करो ।

दिया गया हैं : $m_0 = m_w = m_c$, = m, $T_i = 30\ ^0C$, $T_0 = 60\ ^0C$ T_f = ?

सूत्र (4) से $m \times (60 - T_f) \times 0.09$

$= m \times (T_f - 30) \times 1 + m \times (T_f - 30) \times 0.09$

$\therefore (60 - T_f) \times 0.09 = (T_f - 30) \times 1.09$

$60 \times 0.09 + 30 \times 1.09 = (1.09 + 0.09)T_f$

$T_f = 32.29\ ^0C$

पानी का अंतिम तापमान 32.29 ^{0}C होगा ।

ऊष्मा का प्रभाव (Effects of heat)

हमने पिछली कक्षा में ऊष्मा के पदार्थों पर होने वाले दो परिणाम देखे हैं ।

1. आकुंचन / प्रसरण 2. पदार्थ की अवस्था परिवर्तन । इस पाठ में हम प्रसरण के विषय में अधिक जानकारी प्राप्त करनेवाले हैं । पदार्थ की अवस्था परिवर्तन तुम अगली कक्षा में पढ़नेवाले हो ।

प्रसरण (Expansion)

किसी भी पदार्थ को ऊष्मा देने पर उसके तापमान में वृद्धि होती है उसी प्रकार उसका प्रसरण होता है । होनेवाला प्रसरण उसके तापमान में होनेवाले वृद्धि पर निर्भर होता है । ऊष्मा के कारण ठोस, द्रव और गैस ऐसे सभी पदार्थों का प्रसरण होता है ।

ठोस का प्रसरण (Expansion of solids)

एकरेखीय प्रसरण (Linear Expansion) : ठोस का एक रेखीय प्रसरण अर्थात तापमान में वृद्धि के कारण तार अथवा छड़ के रूप में ठोस की लंबाई में होनेवाली वृद्धि। एक l_1 लंबाई वाले छड़ का तापमान T_1 से T_2 तक बढ़ने पर उसकी लंबाई l_2 होती हैं। छड़ की लंबाई में होने वाली वृद्धि यह छड़ की मूल लंबाई और होनेवाले तापमान में वृद्धि का ($\Delta T = T_2 - T_1$) अनुपात होता हैं। अर्थात लंबाई में होनेवाला परिवर्तन निम्न सूत्र द्वारा लिखते हैं। लंबाई में होनेवाला परिवर्तन α मूल लंबाई x तापमान में परिवर्तन

$\therefore l_2 - l_1 \; \alpha \; l_1 \times \Delta T$

$\therefore l_2 - l_1 = \lambda \times l_1 \times \Delta T$ ----------(6)

$\therefore l_2 = l_1 (1 + \lambda \Delta T)$ ----------(7)

यहाँ λ (लॅम्बडा) यह स्थिरांक है उसे पदार्थ का एक रेखीय प्रसरणांक कहते हैं।

भिन्न-भिन्न पदार्थों का प्रसरणांक भिन्न-भिन्न होता हैं। ऊपर्युक्त सूत्र से दिखाई देता हैं कि दो पदार्थों के समान लंबाईवाले छड़ों का तापमान समान परिमाण में बढ़ाने पर (अर्थात ΔT समान रखने पर) जिस पदार्थ का प्रसरणांक अधिक होता हैं वह पदार्थ अधिक प्रसरित होगा और उस पदार्थ की लंबाई में अधिक वृद्धि होगी।

ऊपर्युक्त सूत्र से हम पदार्थ का प्रसरणांक निम्नानुसार लिख सकते हैं।

$\lambda = (l_2 - l_1) / (l_1 \Delta T)$ ----------(8)

अर्थात प्रसरणांक यह इकाई लंबाईवाले छड़ का तापमान इकाई से बढ़ने पर उसके लंबाई में होनेवाला परिवर्तन दर्शाता हैं। उपर्युक्त सूत्र से ऐसा दिखाई देता हैं कि प्रसरणांक की इकाई तापमान की इकाई के प्रतिलोमानुपाती होती हैं। अर्थात $1/^0C$ होती हैं।

निम्न तालिका में कुछ पदार्थों का प्रसरणांक दिया गया हैं।

ठोस पदार्थ	एकरेखीय प्रसरणांक x 10^{-6} $(1/^0C)$	द्रव पदार्थ	घनीय प्रसरणांक x 10^{-3} $(1/^0C)$	गैसीय पदार्थ	प्रसरणांक x 10^{-3} $(1/^0C)$
ताँबा	17	अल्कोहल	1.0	हाइड्रोजन	3.66
एल्युमिनियम	23.1	पानी	0.2	हीलियम	3.66
लोहा	11.5	पारा	0.2	नाइट्रोजन	3.67
चांदी	18	क्लोरोफोर्म	1.3	सल्फर डाय ऑक्साइड	3.90

14.6 : कुछ पदार्थों के प्रसारणांक

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण : एक आधे मीटर लंबाई वाले स्टील की छड़ का तापमान 60 ^0C से बढ़ने पर उसकी लंबाई में कितनी वृद्धि होगी? स्टील का एक रेखीय प्रसरणांक = $0.0000131/^0C$ हैं।

दिया गया हैं : छड़ की मूल लंबाई = 0.5 m, तापमान में हुई वृद्धि = 60 ^0C, लंबाई में हुई वृद्धि = Δl = ?

सूत्र (6) से $\Delta l = \lambda \times l_1 \times \Delta T = 0.000013 \times 0.5 \times 60 = 0.00039$ m

लंबाई में हुई वृद्धि = 0.039 cm

ठोस का प्रतलीय प्रसरण (Planar expansion of solids) : ठोस के एकरेखीय प्रसरण के अनुसार ही ठोस के चद्दर का तापमान बढ़ाने पर उसका क्षेत्रफल बढ़ता हैं, उसे ठोस का प्रतलीय प्रसरण कहते हैं। वह निम्न सूत्र से बताया गया हैं।

$A_2 = A_1 (1 + \sigma \Delta T)$----------(9)

यहाँ ΔT यह तापमान में परिवर्तन होकर A_1 और A_2 यह ठोस के चद्दर का प्रारंभिक और अंतिम क्षेत्रफल हैं। σ (सिग्मा) यह पदार्थ का द्विघातिय या प्रतलीय प्रसरणांक हैं।

ठोस का घनीय प्रसरण (Volumetric expansion of solids) : ठोस के चद्दर जैसे ठोस के त्रिमितीय टुकड़े को ऊष्मा देने पर उसका सभी ओर से प्रसरण होता हैं और उसके आयतन में वृद्धि होती हैं। इसे ठोस का घनीय प्रसरण कहते हैं। इसका सूत्र हम निम्नानुसार लिख सकते हैं।

$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T)$----------(10) यहाँ ΔT यह तापमान में होनेवाला परिवर्तन होकर V_2 और V_1 यह द्रव ठोस का अंतिम तथा प्रारंभिक आयतन हैं और β (बीटा) यह द्रव ठोस का प्रसरणांक हैं।

क्या तुम जानते हो ?

तुमने रेल पटरी देखी हैं क्या ? वे लंबी ही लंबी एक साथ जुड़ी नहीं होती । कुछ निश्चित दूरी पर उसमें थोड़ी दरार रखी जाती हैं अर्थात तापमान में होनेवाले परिवर्तन के अनुसार उनकी लंबाई कम या अधिक होने में मदद होती हैं । यह दरार रखी नहीं तो ऊष्मा के कारण प्रसरित हुई पटरी टेड़ी होगी और दुर्घटना होने की संभावना होगी ।

रेल की पटरी के समान प्रसरण के कारण गर्मी में पुलों की लंबाई में वृद्धि होने की संभावना होती है । डेन्मार्क में 18 km लंबाईवाले The great bell bridge की लंबाई गर्मी में 4.7 m से बढ़ती हैं, इसलिए पुल की रचना में भी इस प्रसरण को समाविष्ट करने की व्यवस्था की गई हैं ।

द्रव का प्रसरण (Expansion of liquids)

द्रव का निश्चित आकार नहीं होता, परंतु उन्हें निश्चित आयतन होता है । इसलिए हम द्रव का घनीय प्रसरणांक उपर्युक्त सूत्र द्वारा लिख सकते हैं ।

$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T)$----------(11)

यहाँ ΔT यह तापमान में होनेवाला परिवर्तन है तथा V_2 और V_1 ये द्रव का अंतिम तथा प्रारंभिक आयतन हैं और β यह द्रव का प्रसरणांक हैं ।

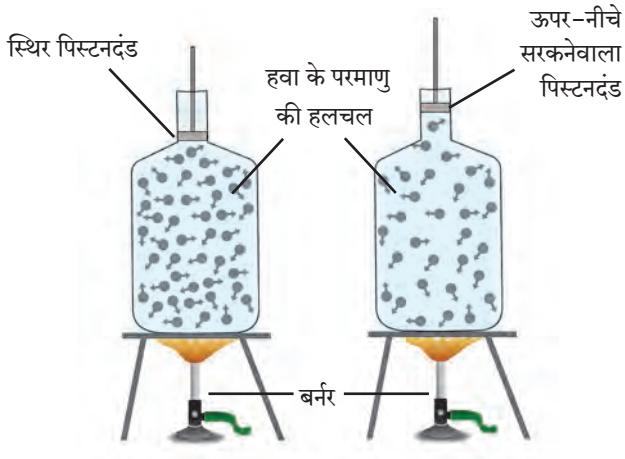
थोड़ा सोचो ।

द्रव के प्रसरण का दैनिक जीवन में होनेवाला कौन-सा उपयोग तुम्हें मालूम है ?

ऊष्मा का पानी पर होनेवाला परिणाम यह अन्य द्रवों पर होनेवाले परिणाम की अपेक्षा थोड़ा भिन्न होता है । इसे ही पानी का असंगत व्यवहार कहते हैं । इसके विषय में हम अगली कक्षा में पढ़ने वाले हैं ।

गैस का प्रसरण (Expansion of gases)

गैस का निश्चित आयतन भी नहीं होता है । गैस को ऊष्मा देने पर उसका प्रसरण होता है, परंतु गैस को एक निश्चित आकार के बोतल में भरने पर उसके आयतन में वृद्धि नहीं हो सकती और उसका दाब बढ़ता है । यह आकृति 14.7 में दिखाया गया है ।



14.7 ऊष्मा का गैस पर होनेवाले परिणाम

आकृति 14.7 देखकर निम्न प्रश्नों के उत्तर दो ।

1. घनत्व = द्रव्यमान/आयतन इस सूत्र के अनुसार बंद बोतल में गैस के तापमान में वृद्धि करने पर उसके आयतन पर क्या परिणाम होगा ?
2. बोतल बंद न होने पर और उसमें सरकने वाली छड़ बैठाने पर गैस के आयतन पर कौन-सा परिणाम होगा ?

जिसके कारण दाब स्थिर रखकर गैस के प्रसरण का मापन करते हैं । इस प्रकार के प्रसरणांक को स्थिर दाब प्रसरणांक कहते हैं । वह निम्न सूत्र द्वारा दिया गया हैं ।

$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T)$----------(12)

यहाँ ΔT तापमान में होनेवाला परिवर्तन होकर V_2 और V_1 ये गैस के समान दाब पर अंतिम और प्रारंभिक आयतन हैं और यह β गैस का स्थिर दाब प्रसरणांक है ।

थोड़ा सोचो । गैस को ऊष्मा देने पर उसका घनत्व कम होता है । इसका उपयोग आकृति 14.1 में किस चित्र में दिखाई देता है ।

स्वाध्याय

1.अ बताओ, मेरी जोड़ी किसके साथ ।

समुह 'अ'	समुह 'ब'
अ. स्वस्थ मनुष्य के शरीर का तापमान	i. 296 K
आ. पानी का क्वथनांक	ii.98.6 ^{0}F
इ. कमरे का तापमान	iii. 0 ^{0}C
ई. पानी का हिमांक	iv. 212 ^{0}F

1.ब कौन सत्य कहता हैं ?

अ. पदार्थ का तापमान जूल में मापते हैं ।

आ. ऊष्मा यह गर्म वस्तु से ठंड़ी वस्तु की ओर प्रवाहित होती है ।

इ. ऊष्मा की इकाई जूल है ।

ई. ऊष्मा देने पर पदार्थ में आकुंचन होता हैं ।

उ. ठोस के परमाणु स्वतंत्र होते है ।

ऊ. गर्म पदार्थ के परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा ठंडे पदार्थ के परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा की अपेक्षा कम होती है ।

1.क खोजोगे तो मिलेगा ।

अ. तापमापी यह उपकरण ..... मापने के लिए उपयोग मे लाते है ।

आ. ऊष्मा का मापन करने के लिए ..... इस उपकरण का उपयोग करते हैं ।

इ. तापमान यह पदार्थ में के परमाणुओं के ..... गतिज ऊर्जा की मात्रा होती हैं ।

ई. किसी वस्तु की ऊष्मा यह उसमें के परमाणुओं के ..... गतिज ऊर्जा की मात्रा होती हैं ।

2. निशिगंधा ने चाय बनाने के लिए चाय के सभी घटक डालकर बर्तन सौर चुल्हे पर रखा । शिवानी ने उसी प्रकार का बर्तन गैस पर रखा । किसकी चाय शीघ्र बनेगी और क्यों ?

3. संक्षिप्त में उत्तर लिखो ।

अ. चिकित्सकीय तापमापी का संक्षेप में वर्णन करो । इसमें और प्रयोगशाला में उपयोगी तापमापी में क्या अंतर हैं ?

आ. ऊष्मा और तापमान में क्या अंतर हैं ? उनकी इकाई लिखो ।

इ. कॅलरी मापी की रचना आकृति के साथ स्पष्ट करो ।

ई. रेल की पटरी में कुछ निश्चित दूरी पर दरार क्यों रखी जाती है, यह स्पष्ट करो ।

ऊ. द्रव एवं गॅस का प्रसरणांक क्या है यह सूत्रद्वारा स्पष्ट करो।

4. निम्न उदाहरण हल करो ।

अ. फैरेनहाइट इकाई का तापमान कितना होने पर वह सेल्सियस इकाई के तापमान से दुगना होगा ? **(उत्तर : 320 ^{0}F)**

आ. एक पुल 20 m लंबाईवाले लोहे के छड़ों से तैयार किया गया है । तापमान 18 ^{0}C होने पर दो छड़ों के बीच में 4 cm का अंतर होता है, तो कितने तापमान तक वह पुल सुरक्षित रहेगा ? **(उत्तर : 35.40 ^{0}C)**

इ. आयफेल टॉवर की ऊँचाई 15 ^{0}C पर 324m हैं तथा वह टॉवर लोहे का होने पर 30 ^{0}C तापमान के लिए उसकी ऊँचाई कितने cm तक बढ़ेगी ? **(उत्तर : 5.6 cm)**

ई. 'अ' और 'ब' पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः C और 2C हैं । अ को Q और 'ब' को 4Q इतनी ऊष्मा देने पर उनके तापमान में समान परिवर्तन होता है । यदि 'अ' का द्रव्यमान m हो तो 'ब' का द्रव्यमान ज्ञात करो । **(उत्तर : 2 m)**

उ. एक 3 Kg द्रव्यमानवाली वस्तु 600 cal ऊर्जा प्राप्त करती हैं, तब उसका तापमान 10 ^{0}C से 70 ^{0}C तक बढ़ता हैं, तो वस्तु के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करो । **(उत्तर 0.0033 cal/gm^{0}C)**

उपक्रम :

द्विधातु पट्टी (bimetallic strip) के विषय में जानकारी प्राप्त करो और उसका उपयोग कर अग्निसूचक यंत्र कैसे बनाते हैं इस विषय पर कक्षा में चर्चा करो ।

JIXGL2