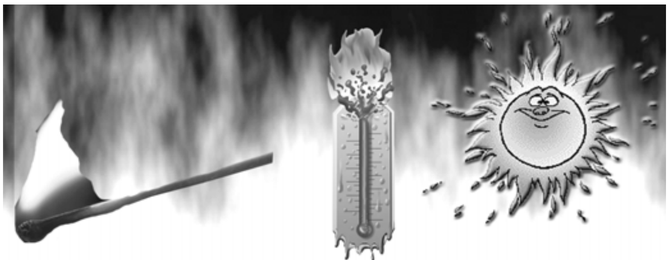
Chapter
12

तापमिति, तापीय प्रसार एवं कैलोरीमिति

ताप (Temperature)



किसी वस्तु का वह गुण जो बताता है कि वस्तु कितनी गर्म या कितनी ठण्डी है, ताप कहलाता है। ऊष्मा का स्वभाविक प्रवाह सदैव उच्च ताप से निम्न ताप की ओर होता है।

यदि दो वस्तुयें एक-दूसरे के साथ तापीय साम्यावस्था में हैं तो एक वस्तु से दूसरे वस्तु की ओर ऊष्मा का प्रवाह नहीं होता है अर्थात् जब दोनों वस्तुयें समान ताप पर होती हैं।

(1) ताप सात मूल राशियों में से एक है जिसकी विमा $[\theta]$ होती है। यह एक अदिश राशि है, जिसका SI मात्रक 'केल्विन' होता है।

(2) जब एक वस्तु को ऊष्मा दी जाती है एवं इसका अवस्था परिवर्तन नहीं होता है तो वस्तु का ताप बढ़ता है तथा जब वस्तु से ऊष्मा ली जाती है तो इसका ताप घट जाता है अर्थात् ताप ऊष्मा का प्रभाव होता है।

(3) गैसों के अणुगति सिद्धान्त के अनुसार ताप, अणुओं की औसत स्थानान्तरण गतिज ऊर्जा की माप है।

(4) यद्यपि एक वस्तु के ताप को अधिकतम किसी भी सीमा तक बढ़ाया जा सकता है, लेकिन न्यूनतम सीमा से कम नहीं किया जा सकता एवं सैद्धान्तिक रूप से न्यूनतम ताप केल्विन पैमाने पर शून्य होता है।

(5) प्रयोगशाला में प्राप्त अधिकतम संभव ताप लगभग $10^8 K$ होता है जबकि न्यूनतम संभव मान 10^{-8} K होता है।

(6) सूर्य के केन्द्रीय भाग का ताप 10^7 K होता है, जबकि बाहरी सतह का ताप 6000 K होता है।

(7) मानव शरीर का सामान्य ताप 310.15 K ($37°C = 98.6°F$) होता है।

(8) N.T.P. या S.T.P. पर ताप 273.15K ($0°C = 32°F$) होता है।

तापक्रम पैमाने (Scales of Temperature)

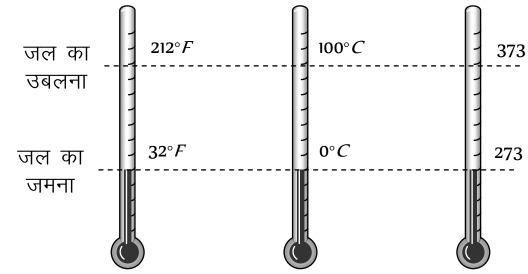


Fig. 12.1

सेण्टीग्रेट (°C), फारेनहाइट (°F), कैल्विन (K), रियूमर (R), एवं रेन्काइन (Ra) सामान्यतः उपयोग में लाये जाने वाले तापक्रम पैमाने हैं।

(1) एक तापक्रम पैमाना बनाने के लिये, दो नियत बिन्दु लिये जाते है। प्रथम नियत बिन्दु जल का हिमांक बिन्दु (ice point) होता है, इसे न्यूनतम नियत बिन्दु (LFP) भी कहते हैं, दूसरा नियत बिन्दु जल का क्वथन बिन्दु (steam point) होता है। इसे उच्चतम नियत बिन्दु (UFP) कहते हैं।

(2) **सेल्सियस स्केल :** इस स्केल में LFP (ice point) को 0° लिया जाता है तथा UFP (steam point) को 100° लिया जाता है। इस पैमाने पर सभी तापक्रम डिग्री सेल्सियस (°C) में मापे जाते हैं।

(3) **फारेनहाइट स्केल :** इस स्केल का LFP 32°F एवं UFP 212°F लिया जाता है। तापक्रम में 1°F का परिवर्तन सेल्सियस स्केल पर 1°C के परिवर्तन से कम होता है।

(4) **केल्विन स्केल :** केल्विन तापक्रम पैमाने को ऊष्मागति का पैमाना भी कहा जाता है। जल के त्रिक बिन्दु को इस स्केल का शून्य लिया जाता है। इस स्केल पर तापक्रम केल्विन (K) में मापे जाते हैं।

जल का त्रिक-बिन्दु P-T आरेख में वह बिन्दु है जहाँ जल की तीनों अवस्थायें ठोस (बर्फ), द्रव (जल) एवं गैस (जलवाष्प) परस्पर ऊष्मीय साम्यावस्था में होती है।

Table 12.1 : विभिन्न तापमापी पैमाने

पैमाने का नाम	प्रत्येक डिग्री के संकेत	न्यूनतम नियत बिन्दु (LFP)	उच्चतम नियत बिन्दु (UFP)	पैमाने पर कुल भागों की संख्या
सैल्सियस	$°C$	$0°C$	$100°C$	100
फारेनहाइट	$°F$	$32°F$	$212°F$	180
रियुमर	$°R$	$0°R$	$80°R$	80
रैंकाइन	$°Ra$	$460\ Ra$	$672\ Ra$	212
कैल्विन	K	$273.15\ K$	$373.15\ K$	100

(5) किसी भी स्केल पर मापे गये तापक्रम को किसी दूसरी स्केल पर निम्न सम्बन्ध द्वारा बदला जा सकता है

$$\frac{\text{किसी भी स्केल का पाठ्यांक} - \text{LFP}}{\text{UFP} - \text{LFP}} = \text{सभी पैमानों के लिये नियत}$$

(6) उपरोक्त सभी तापक्रम निम्न सम्बन्ध द्वारा आपस में सम्बन्धित हैं

$$\frac{C-0}{100} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273.15}{373.15-273.15} = \frac{R-0}{80-0} = \frac{Ra-460}{672-460}$$

या $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} = \frac{R}{4} = \frac{Ra-460}{10.6}$

(7) सेल्सियस एवं केल्विन स्केल के शून्य बिन्दु अलग–अलग होते हैं किन्तु डिग्री का साइज समान होता है अर्थात् सेल्सियस स्केल पर तापान्तर और केल्विन स्केल पर तापान्तर समान होता है $(T_f - T_i)°C = (T_f - T_i)\ K$

तापमिति (Thermometry)

विज्ञान की वह शाखा जो पदार्थ के तापक्रम मापन का अध्ययन करती है, तापमिति कहलाती है।

(1) प्रयुक्त पदार्थ के किसी भौतिक गुण का तापक्रम के साथ नियमित परिवर्तन ही तापमिति का मूल सिद्धान्त है एवं इस गुण को पदार्थ का तापमापक गुण (x) कहा जाता है।

(2) तापमापक गुण (x) निम्न प्रकार के हो सकते हैं :

(i) केशनली में द्रव की लम्बाई

(ii) नियत आयतन पर गैस का दाब

(iii) नियत दाब पर गैस का आयतन

(iv) दिये गये प्लैटिनम के तार का प्रतिरोध

(3) तापमिति के पुराने सिद्धान्त के अनुसार तापक्रम पैमाने को परिभाषित करने के लिये हिमांक बिन्दु ($0°C$) एवं भाप बिन्दु ($100°C$) लिये जाते थे। अतः यदि $0°C$, $100°C$ एवं $t°C$ पर तापमापक गुण क्रमशः x_0, x_{100} एवं x हैं, तब

$$\frac{t-0}{100-0} = \frac{x-x_0}{x_{100}-x_0} \Rightarrow t°C = \frac{x-x_0}{x_{100}-x_0} \times 100°C$$

(4) आधुनिक तापमिति में दो नियत बिन्दुओं के स्थान पर एक मानक बिन्दु (जल का त्रिक-बिन्दु 273.16 K) लिया जाता है एवं दूसरा बिन्दु 0 K (जहाँ तापमापक गुण शून्य माना जाता है) लिया जाता है।

अतः यदि तापमापक गुण का मान 0 K, 273.16 K एवं $T\ K$ पर क्रमशः 0, x_{Tr} एवं x हो, तब $\frac{T}{273.16} = \frac{x}{x_{Tr}} \Rightarrow T = 273.16\left[\frac{x}{x_{Tr}}\right]K$

तापमापी (Thermometers)

है।

चूँकि यह वस्तु से कुछ ऊष्मा का अवशोषण करता है, इसलिए मापे गये तापक्रम का मान वस्तु के वास्तविक तापक्रम से कम हो सकता है, बशर्ते वस्तु नियत तापक्रम पर न हो।

तापमापी के कुछ प्रकार निम्नलिखित हैं :

(1) **द्रव (पारा) तापमापी :** द्रव तापमापी में अन्य द्रवों की अपेक्षा पारे को लिया जाता है, क्योंकि इसका प्रसार अत्यधिक एवं समरूप होता है तथा इसकी ऊष्मा चालकता अधिक व ऊष्माधारिता कम होती है।

(i) ताप मापन की सीमा : $-50°$ (हिमांक) से $350°C$ (क्वथनांक)

(ii) यदि पारे के ऊपर खाली जगह में उच्च दाब पर नाइट्रोजन का उपयोग किया जाये तो पारे वाले तापमापी द्वारा मापन की अधिकतम सीमा को $550°C$ तक बढ़ाया जा सकता है (जिससे पारे का क्वथनांक बिन्दु बढ़ जाता है)

(iii) गोलीय बल्ब की तुलना में बेलनाकार बल्ब वाले तापमापी ज्यादा सुग्राही होते हैं।

(iv) यदि पारे की जगह एल्कोहल का उपयोग किया जाये तो तापक्रम की सीमा $-80°C$ से $350°C$ तक होती है।

(v) सूत्र : $t = \frac{l-l_0}{l_{100}-l_0} \times 100°C$

(2) **गैस तापमापी :** चूँकि द्रवों की तुलना में गैसों का प्रसार अधिक होता है, इसलिए द्रव तापमापी की तुलना में गैस तापमापी अधिक सुग्राही होते हैं। वे तापमापी जिनमें तापमापक पदार्थ गैस हो, गैस तापमापी कहलाते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं

(i) **नियत दाब गैस तापमापी**

(a) सिद्धान्त $V \propto T$ (यदि P = नियत)

(b) सूत्र : $t = \frac{V-V_0}{V_{100}-V_0} \times 100°C$ या $T = 273.16\frac{V}{V_{Tr}}K$

(ii) **नियत आयतन गैस तापमापी**

(a) सिद्धान्त $P \propto T$ (यदि V = नियत)

(b) सूत्र : $t = \frac{P-P_0}{P_{100}-P_0} \times 100°C$ या $T = 273.16\frac{P}{P_{Tr}}K$

(c) ताप मापन की सीमा :

हाइड्रोजन गैस तापमापी : – 200 से 500°C

नाइट्रोजन गैस तापमापी : – 200 से 1600°C

हीलियम गैस तापमापी : – 268 से 500°C

(3) **प्रतिरोध तापमापी :** अत्यधिक गलनांक एवं अत्यधिक प्रतिरोध ताप गुणांक के कारण प्रतिरोध तापमापी में प्लैटिनम का उपयोग किया जाता है।

धातुओं का प्रतिरोध तापक्रम के साथ निम्न सम्बन्ध के अनुसार परिवर्तित होता है $R = R_0(1+\alpha T_c)$ जहाँ α प्रतिरोध ताप गुणांक है एवं t तापक्रम में परिवर्तन है।

(i) सूत्र : $t = \frac{R - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100\,°C$ या $T = 273.16\,\frac{R}{R_{Tr}}\,K$

(ii) ताप मापन की सीमा : प्लैटिनम प्रतिरोध तापमापी के लिये – 200°C से 1200°C

जरमेनियम प्रतिरोध तापमापी के लिये 4 से 77 K

(4) **ताप वैद्युत तापमापी :** यह तापमापी "सीबेक" प्रभाव पर आधारित है। इसके अनुसार जब दो भिन्न-भिन्न धातुओं के तारों को उनके सिरों पर जोड़ा जाता है। तो ऐसी युक्ति को तापयुग्म कहा जाता है। तापयुग्म की दो सन्धियों को भिन्न-भिन्न तापों पर रखने पर उसमें एक विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है जिसे ताप विद्युत वाहक बल कहा जाता है। यदि एक संधि 0°C पर हो तो ताप विद्युत वाहक बल तापक्रम के साथ निम्न प्रकार परिवर्तित होता है $e = at + bt$ जहाँ a एवं b स्थिरांक हैं।

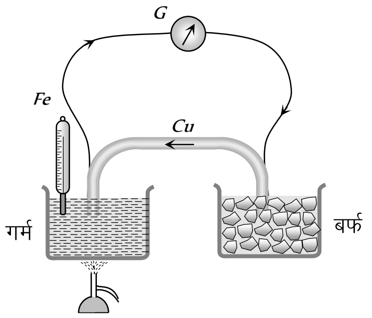


Fig. 12.2

तप वैद्युत तापमापी की ऊष्मीय धारिता एवं ऊष्मीय चालकता निम्न होती है, इसीलिये ये तीव्र तापक्रम परिवर्तन के मापन में उपयोग में लाये जाते है।

Table 12.2 : विभिन्न तापक्रम परास

ताप युग्म	तापक्रम परास
ताँबा-लोहा तापयुग्म	0°C से 260°C
लोहा-कांसटेन्टन तापयुग्म	0°C से 800°C
टंगस्टन-मॉलिब्डेनम तापयुग्म	2000°C से 3000°C

(5) **पायरोमीटर :** ये उपकरण वस्तु से प्राप्त ऊष्मीय विकिरण की तीव्रता के द्वारा ताप का मापन करते हैं। ये स्टीफन के नियम पर कार्य करते हैं जिसके अनुसार किसी वस्तु के इकाई क्षेत्रफल से प्रति सैकेण्ड उत्सर्जित ऊष्मा वस्तु के तापक्रम के चतुर्थ घात के समानुपाती होती है।

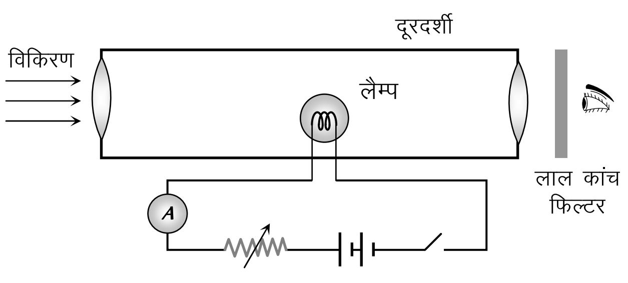


Fig. 12.3

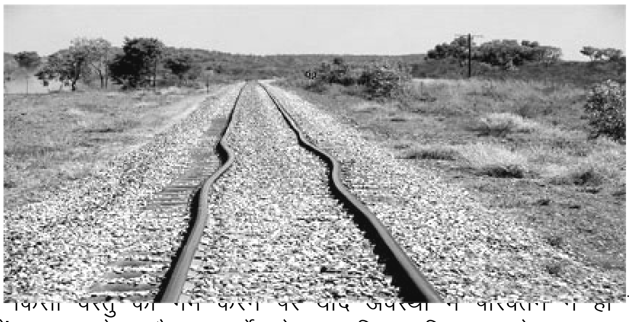
(i) इसके द्वारा 800°C से 6000°C तक तापक्रम मापा जा सकता है।

(ii) ये 800°C से कम तापक्रम नहीं माप सकते हैं, क्योंकि मापन के लिए ऊष्मा विकिरण का परिमाण बहुत कम होता है।

(6) **वाष्प दाब तापमापी :** इस तापमापी का उपयोग अति निम्न तापक्रम मापन के लिए किया जाता है। यह इस सिद्धान्त पर कार्य करता है कि किसी द्रव का संतृप्त वाष्प-दाब तापक्रम पर निम्न प्रकार से निर्भर करता है $\log P = a + bT + \frac{c}{T}$; जहाँ a, b, एवं c स्थिरांक हैं।

इस तापमापी द्वारा ताप मापन की सीमा भिन्न-भिन्न द्रवों के लिए 0.71 K से 120 K तक होती है।

ऊष्मीय प्रसार (Thermal Expansion)



किसी वस्तु को गर्म करने पर यदि अवस्था में परिवर्तन न हो तो इसमें प्रसार होता है। पदार्थों के परमाण्विक सिद्धान्त के आधार पर स्थितिज ऊर्जा वक्र की असममितता तापीय प्रसार के लिये उत्तरदायी है। तापक्रम की वृद्धि से परमाणुओं के कम्पन का आयाम बढ़ता है जिससे उनकी ऊर्जा बढ़ जाती है, अतः परमाणुओं के बीच की औसत दूरी बढ़ जाती है। जिससे पदार्थ में प्रसार होता है।

(1) ठोसों में ऊष्मीय प्रसार का मान न्यूनतम होता है, जबकि गैसों में अधिकतम क्योंकि ठोसों में अन्तरआणविक बल का मान अधिकतम एवं गैसों में न्यूनतम होता है।

(2) ठोसों में एक विमीय (रेखीय प्रसार), द्विविमीय (क्षेत्र प्रसार) एवं त्रिविमीय (आयतन प्रसार) तीनों प्रसार हो सकते हैं जबकि द्रवों एवं गैसों में सिर्फ आयतन प्रसार होता है।

(3) **रेखीय प्रसार :** जब किसी ठोस को गर्म करने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि होती है, तब यह प्रसार रेखीय प्रसार कहलाता है।

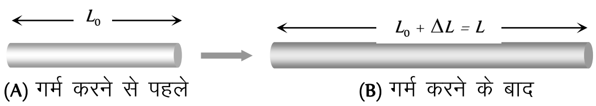


Fig. 12.4

(i) लम्बाई में परिवर्तन $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$

(L_0 = प्रारम्भिक लम्बाई, ΔT = तापक्रम में परिवर्तन)

(ii) अंतिम लम्बाई $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$

(iii) रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = \dfrac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$

(iv) α का मात्रक $°C^{-1}$ या K^{-1} इसकी विमा $[\theta^{-1}]$ है।

(4) **क्षेत्रीय प्रसार :** जब किसी द्विविमीय वस्तु का तापक्रम बदलता है, इसका क्षेत्रफल भी बदलता है, तब वस्तु के प्रसार को क्षेत्रीय प्रसार कहते हैं।

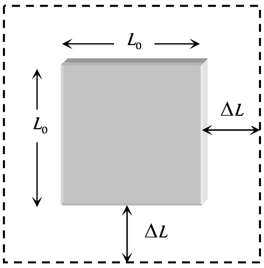


Fig. 12.5

(i) क्षेत्रफल में परिवर्तन $\Delta A = A_0 \beta \Delta T$

(A_0 = प्रारम्भिक क्षेत्रफल, ΔT = तापक्रम में परिवर्तन)

(ii) अंतिम क्षेत्रफल $A = A_0(1 + \beta \Delta T)$

(iii) क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $\beta = \dfrac{\Delta A}{A_0 \Delta T}$

(iv) β के मात्रक है $°C^{-1}$ या K^{-1}

(5) **आयतन एवं घनीय प्रसार :** जब किसी ठोस को गर्म करने पर उसका आयतन बढ़ता है, तो यह प्रसार आयतन या घनीय प्रसार कहलाता है।

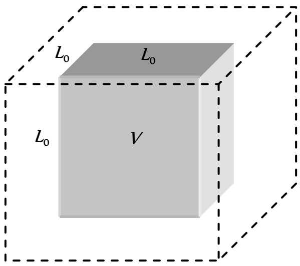


Fig. 12.6

(i) आयतन में परिवर्तन $\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$

(V_0 = प्रारम्भिक आयतन, ΔT = तापक्रम में परिवर्तन)

(ii) अंतिम आयतन $V = V_0(1 + \gamma \Delta T)$

(iii) आयतन प्रसार गुणांक $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$

(iv) γ के मात्रक है $°C^{-1}$ या K^{-1}

(6) **α, β और γ के बारे में अन्य जानकारी :** किसी ठोस के गुणांक α, β और γ निम्न सम्बन्ध द्वारा एक दूसरे से सम्बन्धित होते हैं

$$\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3} \Rightarrow \alpha : \beta : \gamma = 1 : 2 : 3$$

(i) तापक्रम में समान वृद्धि के लिए,

क्षेत्रफल में प्रतिशत वृद्धि = 2 × लम्बाई में प्रतिशत वृद्धि

एवं आयतन में प्रतिशत वृद्धि = 3 × लम्बाई में प्रतिशत वृद्धि

(ii) दिये गये ठोस के लिए तीनों प्रसार गुणांक का मान नियत नहीं होता है। इनके मान उस ताप परास पर निर्भर करते हैं जिसमें पदार्थ को गर्म किया जाता है।

(iii) α, β एवं γ के मान क्रमशः लम्बाई, क्षेत्रफल एवं आयतन की इकाई से स्वतंत्र होते हैं।

(iv) किसी असमांगी ठोस के लिए, $\gamma = \alpha_x + \alpha_y + \alpha_z$ जहाँ α_x, α_y एवं α_z तीन परस्पर लम्बवत् दिशाओं में रेखीय प्रसार गुणांक के औसत मान हैं।

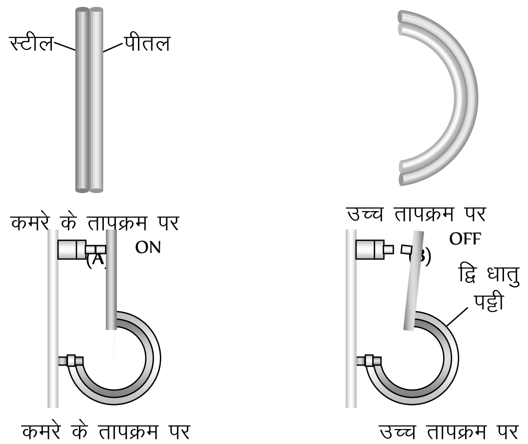
(7) **गर्म करने पर संकुचन :** कुछ रबर जैसे पदार्थ गर्म किये जाने पर संकुचित होते हैं, क्योंकि पदार्थ के परमाणुओं के अनुप्रस्थ कम्पन उनके अनुदैर्ध्य कम्पनों से तीव्र होते है। (प्रसार के लिये अनुदैर्ध्य कम्पन ही जिम्मेदार होते हैं)

Table 12.3 : कुछ पदार्थों के लिये α एवं γ

पदार्थ	$\alpha [K^{-1}$ या $(°C)^{-1}]$	$\gamma [K^{-1}$ या $(°C)^{-1}]$
इस्पात	1.2×10^{-5}	3.6×10^{-5}
ताँबा	1.7×10^{-5}	5.1×10^{-5}
पीतल	2.0×10^{-5}	6.0×10^{-5}
एल्युमीनियम	2.4×10^{-5}	7.2×10^{-5}

ठोसो में ऊष्मीय प्रसार के अनुप्रयोग
(Application of Thermal Expansion in Solids)

(1) **द्वि-धातु पट्टी :** जब दो भिन्न-भिन्न पदार्थों (भिन्न-भिन्न रेखीय प्रसार गुणांक) वाली समान लम्बाई की पट्टियों को आपस में जोड़ा जाता है तो इसे "द्विधातु पट्टी" कहा जाता है एवं इसका उपयोग थर्मोस्टेट में विद्युत परिपथ को बनाने एवं खत्म करने के लिए किया जाता है। यह पट्टी दो धातुओं के असमान रेखीय प्रसार के गुण के कारण गर्म करने पर मुड़ जाती है। द्वि-धातु पट्टी में जिस धातु का α अधिक होता है, वह ऊपरी सतह (अर्थात् उत्तल सतह) पर होती है।



(C) (D)

Fig. 12.7

(2) **सरल लोलक के आवर्तकाल पर तापक्रम का प्रभाव :** सरल लोलक वाली वाली घड़ी θ तापक्रम पर सही समय देती है, यदि तापक्रम बढ़ाकर $\theta'(> \theta)$ कर दिया जाये तो रेखीय प्रसार के कारण सरल लोलक की प्रभावकारी लम्बाई में वृद्धि होने से इसके आवर्तकाल में वृद्धि हो जाती है।

आवर्तकाल में आंशिक परिवर्तन $\dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{1}{2} \alpha \Delta \theta$

(i) आवर्तकाल में वृद्धि के कारण, एक सरल लोलक वाली घड़ी गर्मियों में सुस्त हो जाती है, अतः वास्तविक समय से कम समय दिखायेगी

एक आवर्तकाल में समय में होने वाली कमी $\Delta T = \dfrac{1}{2} \alpha \, \Delta \theta \, T$

(ii) एक दिन में समय का क्षय ($t = 86400\ sec$)

$$\Delta t = \frac{1}{2}\alpha\ \Delta\theta\ t = \frac{1}{2}\alpha\ \Delta\theta\ (86400) = 43200\ \alpha\ \Delta\theta\ sec$$

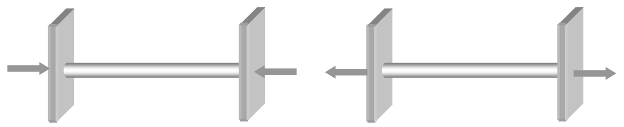
(iii) घड़ी वास्तविक समय से कम समय दिखायेगी अर्थात् सुस्त होगी यदि $\theta' > \theta$ (गर्मी के दिनों में)

एवं घड़ी वास्तविक समय से अधिक समय दिखायेगी अर्थात् तेज होगी यदि $\theta' < \theta$ (जाड़े के दिनों में)

(iv) समय का क्षय आवर्तकाल T से स्वतंत्र होता है एवं समय अंतराल t पर निर्भर करता है।

(v) चूँकि इन्वार (Invar) का रेखीय प्रसार-गुणांक (α) बहुत कम होता है, इसलिए सरल लोलक का तार प्रायः इन्वार (Invar) का बनाया जाता है ताकि सभी मौसमों में सही समय प्राप्त हो सके।

(3) **दृढ़ रूप से बँधी छड़ में उत्पन्न तापीय प्रतिबल :** एक छड़, जिसके दोनों सिरे दृढ़ रूप से बंधे होते है, के तापक्रम में वृद्धि करने पर इसमें तापीय प्रसार होता है जिसके फलस्वरूप इसमें दाबीय प्रतिबल उत्पन्न होता है इसके विपरीत यदि छड़ के तापक्रम में कमी की जाये तो इसमें संपीड़न होता है। जिसके फलस्वरूप इसमें तनन प्रतिबल उत्पन्न होता है। यदि L लम्बाई के छड़ में तापक्रम परिवर्तन $\Delta\theta$ हो, तो



(A) गर्म करने पर (B) ठंडा करने पर

Fig. 12.8

तापीय विकृति $= \frac{\Delta L}{L} = \alpha\Delta\theta$ $\left[\because \alpha = \frac{\Delta L}{L} \times \frac{1}{\Delta\theta}\right]$

तापीय प्रतिबल $= Y\alpha\Delta\theta$ $\left[\because Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}\right]$

अतः आरोपित बल, $F = YA\,\alpha\,\Delta\theta$

(4) **प्रसार या संकुचन के कारण पैमाने के पाठ्यांक में त्रुटि :** यदि एक पैमाना θ तापक्रम पर सही पाठ्यांक बताता है तो $\theta'(>\theta)$ तापक्रम पर पैमाने के रेखीय प्रसार के कारण पैमाने का पाठ्यांक वास्तविक पाठ्यांक से कम हो जाता है।

अर्थात् सही पाठ्यांक (TV)= पैमाने का पाठ्यांक (SR) $[1 + \alpha(\theta' - \theta)]$

यहाँ $\Delta\theta = (\theta' - \theta)$

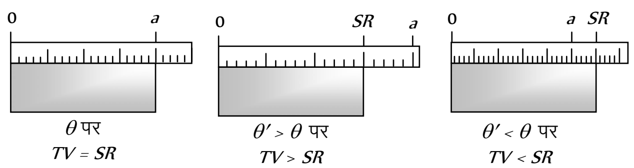
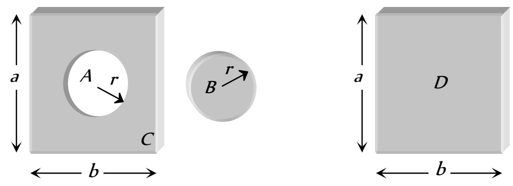


Fig. 12.9

इसी प्रकार, यदि $\theta' < \theta$ हो तो पैमाने के संकुचन के कारण पैमाने के पाठ्यांक का मान सही पाठ्यांक से अधिक होगा। सही पाठ्यांक का मान उपरोक्त समीकरण से ही ज्ञात किया जा सकता है। जहाँ $\Delta\theta = (\theta' - \theta)$ = ऋणात्मक मान

(5) **छिद्र का प्रसार :** किसी समांगी वस्तु के तापीय प्रसार को फोटोग्राफिक आवर्धन के समान माना जा सकता है। इसलिए यदि एक प्लेट C में एक छिद्र A हो (या त्रिविमीय वस्तु C में A एक छिद्र हो) तो गर्म करने पर जब प्रसार होता है तो छिद्र का क्षेत्रफल (या छिद्र का आयतन) बढ़ जाता है। ठीक उसी प्रकार जैसा कि मानों छिद्र उसी पदार्थ का बना हुआ एक ठोस पिण्ड B है। साथ ही C वस्तु के क्षेत्रफल (या आयतन) में प्रसार छिद्र के आकार से स्वतंत्र होता है, अर्थात D वस्तु के प्रसार के बराबर।



A का प्रसार = B का प्रसार C का प्रसार = D का प्रसार

Fig. 12.10

(6) **व्यवहारिक उपयोग**

(i) जब रेल की पटरी बिछाई जाती है तो दो पटरियों के बीच स्थित रिक्त स्थान रखा जाता है।

(ii) बिजली के तार खम्भों से तानकर नहीं बाँधे जाते।

(iii) टेस्ट ट्यूब, बीकर आदि पायरेक्स काँच या सिलिका के बनाये जाते हैं क्योंकि इनका रेखीय प्रसार गुणांक बहुत कम होता है।

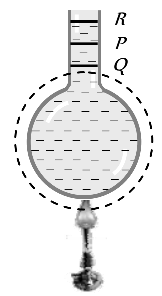
(iv) बैलगाड़ी के पहिये पर रखे जाने वाले लोहे की रिम या हाल का व्यास पहिये के व्यास से थोड़ा कम होता है।

(v) काँच की बोतल की गर्दन में फंसे कार्क को निकालने के लिए बोतल की गर्दन को गर्म किया जाता है।

द्रवों में ऊष्मीय प्रसार (Thermal Expansion in Liquids)

(1) द्रवों में रेखीय या क्षेत्रीय प्रसार नहीं होता बल्कि इनमें सिर्फ आयतन प्रसार होता है।

(2) चूँकि द्रवों को सदैव पात्र (vessel) के साथ गर्म किया जाता है। अतः इस निकाय (द्रव + पात्र) को गर्म करने पर प्रारम्भ में द्रव का तल गिरता है (प्रारम्भ में पात्र का प्रसार अधिक होता है, द्रव का कम क्योंकि पात्र सीधे सम्पर्क में होने की वजह से स्त्रोत से अधिक ऊष्मा ग्रहण करता है) किन्तु कुछ समय पश्चात् द्रव का तल चढ़ने लगता है, (क्योंकि अब द्रव में तेजी से प्रसार होता है)



$PQ \rightarrow$ पात्र के प्रसार को व्यक्त करता है

$QR \rightarrow$ द्रव के वास्तविक प्रसार को व्यक्त करता है

$PR \rightarrow$ द्रव के आभासी प्रसार को व्यक्त करता है

Fig. 12.11

(3) द्रव के आयतन में वास्तविक वृद्धि = द्रव के आयतन में आभासी वृद्धि + पात्र के आयतन में वृद्धि

(4) द्रव के दो आयतन प्रसार गुणांक होते हैं।

(i) **आभासी प्रसार गुणांक (γ) :** यदि द्रव के पात्र का प्रसार न माने तो द्रव के आयतन में आभासी वृद्धि (जो कि प्रतीत होती है, किन्तु वास्तव में नहीं होती) के कारण

$$\gamma_a = \frac{\text{आयतन में आभासी प्रसार}}{\text{प्रारम्भिक आयतन} \times \Delta\theta} = \frac{(\Delta V)_a}{V \times \Delta\theta}$$

(ii) **वास्तविक प्रसार गुणांक (γ) :** गर्म करने पर द्रव के आयतन में वास्तविक वृद्धि के कारण

$$\gamma_r = \frac{\text{आयतन में वास्तविक वृद्धि}}{\text{प्रारम्भिक आयतन} \times \Delta\theta} = \frac{(\Delta V)_r}{V \times \Delta\theta}$$

(iii) एवं पात्र का प्रसार गुणांक $\gamma_{\text{पात्र}} = \frac{(\Delta V)_{\text{पात्र}}}{V \times \Delta\theta}$

(iv) $\gamma_{\text{वास्तविक}} = \gamma_{\text{आभासी}} + \gamma_{\text{पात्र}}$

(v) द्रव के आयतन में पात्र के सापेक्ष परिवर्तन (आभासी परिवर्तन)

$\Delta V_{app} = V\gamma_{app}\,\Delta\theta = V(\gamma_{\text{वास्तविक}} - \gamma_{\text{पात्र}})\Delta\theta = V(\gamma_r - 3\alpha)\Delta\theta$

α = पात्र का रेखीय प्रसार गुणांक

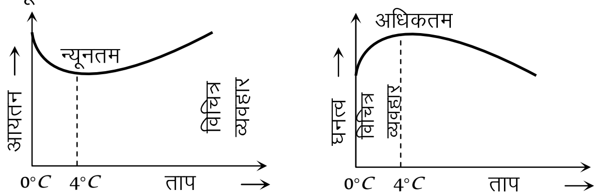
Table 12.4 : पात्र में द्रव के विभिन्न तल

γ	ΔV	तल
$\gamma_{Real} > \gamma_{Vessel} (=3\alpha) \Rightarrow \gamma_{app} > 0$	ΔV_{app} धनात्मक	गर्म करने पर बर्तन में द्रव का तल ऊपर चढ़ता है
$\gamma_{Real} < \gamma_{Vessel} (=3\alpha) \Rightarrow \gamma_{app} < 0$	ΔV_{app} ऋणात्मक	गर्म करने पर बर्तन में द्रव का तल नीचे आता है
$\gamma_{Real} = \gamma_{Vessel} (=3\alpha) \Rightarrow \gamma_{app} = 0$	$\Delta V_{app} = 0$	बर्तन में द्रव का तल नियत रहता है

(5) **पानी का अनियमित प्रसार :** प्रायः पदार्थ गर्म करने पर फैलते हैं एवं ठण्डा करने पर सिकुड़ते हैं। सामान्यतः गर्म करने पर पानी के आयतन में भी वृद्धि होती है और ठण्डा करने पर इसका आयतन कम होता है। परन्तु $4°C$ से कम ताप पर पानी का व्यवहार अनियमित होता है। अर्थात् $0°C$ से $4°C$ तक पानी को गर्म करने पर सिकुड़ता है। और ठंडा करने पर फैलता है। (अर्थात् γ ऋणात्मक)

जाड़े के दिनों में जब झील की सतह के पानी का तापमान $4°C$ से कम होता है तो इसका घनत्व कम हो जाता है। जिस कारण यह हल्का हो जाता है। इस प्रकार झील की ऊपरी सतह पर बर्फ का जमना प्रारम्भ हो जाता है। जबकि नीचे का पानी द्रव अवस्था में रहता है और उसमें रहने वाले मछलियाँ व अन्य जलीय जन्तु जीवित अवस्था में रहते हैं।

$4°C$ पर पानी का घनत्व अधिकतम होता है जबकि इसका विशिष्ट आयतन न्यूनतम होता है।



(A) (B)

Fig. 12.12

(6) **उछाल बल पर तापक्रम का प्रभाव :** σ घनत्व के द्रव में V आयतन की वस्तु पर लगा उछाल बल $Th = V\sigma g$

तापक्रम में $\Delta\theta\,°C$ के परिवर्तन से प्रसार के कारण वस्तु के आयतन में वृद्धि होगी जबकि इसके घनत्व का मान घटता है

$V' = V(1 + \gamma_S \Delta\theta)$ एवं $\sigma' = \sigma/(1 + \gamma_L \Delta\theta)$

इसलिए उछाल बल का मान $Th' = V'\sigma' g$

$$\Rightarrow \frac{Th'}{Th} = \frac{V'\sigma' g}{V\sigma g} = \frac{(1+\gamma_S \Delta\theta)}{(1+\gamma_L \Delta\theta)}$$

तथा वस्तु का आभासी भार, W_{-} = वास्तविक भार – उछाल बल

चूँकि, $\gamma_S < \gamma_L \;\therefore\; Th' < Th$ अर्थात् तापक्रम की वृद्धि से उछाल बल घटता है एवं वस्तु का आभासी भार बढ़ता है।

तापक्रम के साथ घनत्व में परिवर्तन

(Variation of Density with Temperature)

प्रायः सभी पदार्थों (ठोस एवं द्रव) को गर्म करने पर इसमें प्रसार होता है अर्थात् गर्म करने पर दिये गये द्रव्यमान के पदार्थ के आयतन में वृद्धि होती है। इसलिये घनत्व मे कमी होनी चाहिये $\left(\text{चूँकि } \rho \propto \frac{1}{V}\right)$ किसी दिये गये द्रव्यमान के लिये

$$\rho \propto \frac{1}{V} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{V}{V'} = \frac{V}{V + \Delta V} = \frac{V}{V + \gamma V\Delta\theta} = \frac{1}{1 + \gamma\,\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \rho' = \frac{\rho}{1 + \gamma\,\Delta\theta} = \rho(1 + \gamma\,\Delta\theta)^{-1} = \rho(1 - \gamma\,\Delta\theta)$$

गैसों में प्रसार (Expansion of Gases)

गैसों का कोई निश्चित आकार नहीं होता है, इसलिए गैसों में केवल आयतन प्रसार होता है। चूँकि गैसों की तुलना में बर्तन का प्रसार नगण्य होता है इसलिए गैसों में सिर्फ वास्तविक प्रसार होता है।

आयतन प्रसार गुणांक : नियत दाब पर गैस की दी हुयी मात्रा के इकाई आयतन में $1°C$ ताप की वृद्धि करने से जो परिवर्तन होता है आयतन प्रसार गुणांक कहलाता है।

$$\alpha = \frac{\Delta V}{V_0} \times \frac{1}{\Delta\theta} \quad \Rightarrow \quad \text{अंतिम आयतन } V' = V(1 + \alpha\Delta\theta)$$

दाब.प्रसार गुणांक : $\beta = \frac{\Delta P}{P} \times \frac{1}{\Delta\theta}$

$\therefore$ अंतिम दाब, $P' = P(1 + \beta\Delta T)$

आदर्श गैस के लिए, आयतन प्रसार गुणांक का मान दाब.प्रसार गुणांक के बराबर होता है। अर्थात् $\alpha = \beta = \frac{1}{273}°C^{-1}$

ऊष्मा (Heat)

(1) तापक्रम अंतर के कारण विभिन्न वस्तुओं या निकायों के मध्य आदान प्रदान होने वाली ऊर्जा के रूप को ऊष्मा कहा जाता है।

(2) किसी वस्तु को ऊष्मा देकर या वस्तु से ऊष्मा लेकर उस का तापक्रम बदला जा सकता है।

(3) किसी वस्तु को दी गई या ली गई ऊष्मा (Q), वस्तु के द्रव्यमान (m), तापक्रम में परिवर्तन ($\Delta\theta$) और वस्तु के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है। अर्थात् $Q = m.c.\Delta\theta$; यहाँ c = विशिष्ट ऊष्मा

(4) ऊष्मा एक अदिश राशि है, इसके मात्रक जूल (J), अर्ग, कैलोरी (cal), किलो कैलोरी इत्यादि हैं।

(5) 1 ग्राम जल का ताप $14.5°C$ से $15.5°C$ बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को एक कैलोरी कहते हैं।

एवं 1 $kcal$ = 1000 cal = 4186 J एवं 1 cal = 4.18 J

(6) **ब्रिटिश तापीय मात्रक** (BTU) : एक पाउण्ड ($1\,lb$) जल का तापक्रम $63°F$ से $64°F$ तक बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की मात्रा एक BTU कहलाती है।

$$1\ BTU = 778\ ft.\ lb = 252\ cal = 1055\ J$$

(7) ठोसों में ऊष्मीय ऊर्जा, गतिज ऊर्जा के रूप में उपस्थित रहती है, द्रवों में अणुओं की स्थानान्तरणीय ऊर्जा के रूप में गैसों में अणुओं की अनियमित गति के कारण ऊष्मीय ऊर्जा उपस्थित रहती है।

(8) ऊष्मा का प्रवाह सदैव उच्च तापक्रम वाली वस्तु से निम्न तापक्रम वाली वस्तु की ओर होता है, जब तक कि इनके तापक्रम समान न हो जायें (तापीय साम्य)।

(9) किसी दी गयी तापक्रम वृद्धि के लिये आवश्यक ऊष्मा, पदार्थ के प्रतिदर्श (sample) में उपस्थित परमाणुओं की संख्या पर निर्भर करती है, न कि प्रत्येक परमाणु के द्रव्यमान पर।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat)

जब भी किसी वस्तु को ऊष्मा दी जाती है तो इसका तापक्रम बढ़ता है (किन्तु अवस्था परिवर्तन में तापक्रम नही बदलता)

(1) **ग्राम विशिष्ट ऊष्मा :** जब किसी वस्तु को ऊष्मा दी जाती है तो इसके ताप में वृद्धि होती है। किसी वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप $1°C$ (या K) बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा कहा जाता है।

यदि Q परिमाण की ऊष्मा m द्रव्यमान की वस्तु का ताप $\Delta\theta$ बढ़ाती है, तो विशिष्ट ऊष्मा, $c = \dfrac{Q}{m\Delta\theta}$

(i) इकाई : $Calorie/gm \times °C$ (व्यवहारिक), $J/kg \times K$ (SI) विमा : $[L^2T^{-2}\theta^{-1}]$

(ii) अल्प तापक्रम परिवर्तन $d\theta$ एवं संगत ऊष्मा dQ के लिये

विशिष्ट ऊष्मा $c = \dfrac{1}{m}.\dfrac{dQ}{d\theta}$

(2) **मोलर विशिष्ट ऊष्मा :** किसी वस्तु के 1 ग्राम मोल का ताप 1 डिग्री से बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को उस वस्तु की मोलर विशिष्ट ऊष्मा कहा जाता है। इसे C (कैपीटल) से सूचित किया जाता है।

$\therefore$ मोलर विशिष्ट ऊष्मा $(C) = M \times$ ग्राम विशिष्ट ऊष्मा (c)

(यहाँ M = पदार्थ का आणविक द्रव्यमान)

$$C = M\frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{1}{\mu}\frac{Q}{\Delta\theta} \quad (\text{यहाँ मोलों की संख्या } \mu = \frac{m}{M})$$

इकाई : कैलोरी / मोल × $°C$ (व्यवहारिक); जूल / मोल × $kelvin$ (S.I.)

विमा : $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}\mu^{-1}]$

ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat of Solids)

ठोसों के तापक्रम में अल्प वृद्धि करने पर इनका आयतन लगभग स्थिर रहता है। अतः ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा को स्थिर आयतन पर विशिष्ट ऊष्मा (C_v) भी कहा जाता है।

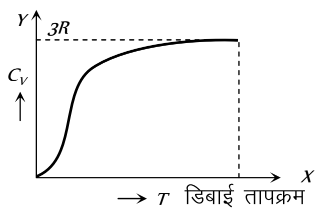


Fig. 12.13

(1) ग्राफ से स्पष्ट है कि T का मान शून्य होने पर C_v का मान भी शून्य होता है।

(2) तापक्रम बढ़ने से C_v का मान भी बढ़ता है एवं एक निश्चित तापक्रम पर यह स्थिर ($3R$) हो जाता है। इस तापक्रम को डिबाई (Debye) तापक्रम कहा जाता है।

$$3R = 6\ cal/mole \times kelvin = 25\ J/mole \times kelvin$$

(3) प्रायः सभी ठोसों के लिए डिबाई (Debye) तापक्रम का मान कमरे के ताप के बराबर होता है

(4) **ड्यूलौंग एवं पेटिट का नियम :** सभी धातुओं की औसत मोलर विशिष्ट ऊष्मा का मान कमरे के तापक्रम पर नियत होता है एवं इसका मान लगभग $3R = 6\ cal.\ mole^{-1}\ K^{-1} = 25\ J\ mole^{-1}\ K^{-1}$ के बराबर होता है। जहाँ R एक मोल गैस के लिए स्थिरांक है। इस नियम को ड्यूलौंग एवं पेटिट नियम कहा जाता है।

(5) **डेवी का नियम :** इस नियमानुसार अल्प तापक्रम पर आण्विक विशिष्ट ऊष्मा $\propto T^3$ (Sn, Pb एवं Pt अपवाद हैं)

(6) **बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा :** CGS में $c_{\text{बर्फ}} = 0.5\dfrac{cal}{gm \times °C}$

SI में $c_{\text{बर्फ}} = 500\dfrac{cal}{kg \times °C} = 2100\dfrac{Joule}{kg \times °C}$.

Table 12.5 : कमरे के तापक्रम और वायुमण्डलीय दाब पर कुछ ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा

पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा ($J\text{-}kg^{-1}\ K^{-1}$)	मोलर विशिष्ट ऊष्मा ($J\text{-}g\ mole^{-1}\ K^{-1}$)
एल्युमीनियम	900.0	24.4
ताँबा	386.4	24.5
सिल्वर	236.1	25.5
लैड	127.7	26.5
टंगस्टन	134.4	24.9

द्रव (जल) की विशिष्ट ऊष्मा

(Specific Heat of Liquid (Water))

(1) सभी ज्ञात ठोस और द्रवों में जल की विशिष्ट ऊष्मा अधिकतम होती है। जल को अन्य ठोस और द्रवों की तुलना में गर्म होने और ठंडा होने में अधिक समय लगता है।

(2) यह प्रेक्षित किया गया है कि, तापक्रम वृद्धि के साथ प्रारम्भ में जल की विशिष्ट ऊष्मा घटती है, $37°C$ पर न्यूनतम हो जाती है, इसके पश्चात् पुनः बढ़ने लगती है। जल की विशिष्ट ऊष्मा

$$= \frac{1\ cal}{gm \times °C} = 1000\frac{cal}{kg \times °C} = 4200\frac{J}{kg \times °C}$$

(यह मान तापक्रम $14.5°C$ से $15.5°C$ के मध्य प्राप्त किया गया हैं)

(3) जल की विशिष्ट ऊष्मा का तापक्रम के साथ परिवर्तन चित्र में दिखाया गया है। प्रायः विशिष्ट ऊष्मा का तापक्रम के साथ यह परिवर्तन नगण्य माना जाता है।

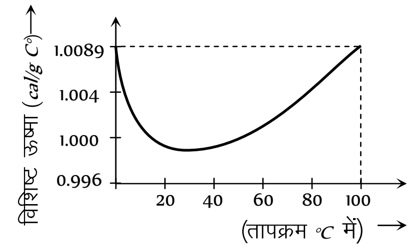


Fig. 12.14

(4) चूँकि जल की विशिष्ट ऊष्मा का मान बहुत अधिक होता है, इसलिए ऊष्मा की अत्यधिक मात्रा के अवशोषण या उत्सर्जन से इसके तापक्रम में बहुत कम परिवर्तन होता है। इस कारण से इसका उपयोग सिकाई में प्रयुक्त होने वाली बोतलों में तथा रेडियेटर (Radiator) में प्रशीतक के रूप में किया जाता है।

गैसों की विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat of Gases)

(1) गैसों को दी गयी ऊष्मा उनका ताप ही नहीं बढ़ाती बल्कि वायुमण्डलीय दाब के विरूद्ध उनके प्रसार में भी खर्च होती है।

(2) अतः गैसों की विशिष्ट ऊष्मा, जो कि 1 ग्राम गैस का ताप एक डिग्री बढ़ाने के लिए आवश्यक है, का मान अद्वितीय नहीं होता।

(3) यदि गैस अचानक सम्पीड़ित की जाए और उसे बाहर से कोई ऊष्मा न दी जाए और न ही ली जाए अर्थात् $\Delta Q = 0$, परन्तु सम्पीड़न के कारण उसके ताप में वृद्धि हो तब

$$\therefore \quad C = \frac{\Delta Q}{m(\Delta \theta)} = 0 \qquad \text{अर्थात्} \quad C = 0$$

(4) यदि गैस को गर्म करके प्रसारित होने के लिए इस प्रकार छोड़ दिया जाए कि गैस को गर्म करने पर ताप में वृद्धि, प्रसार के कारण हुई ताप में कमी के ठीक बराबर हो तो (अर्थात् $\Delta\theta = 0$)

$$\therefore \quad C = \frac{\Delta Q}{m(\Delta \theta)} = \frac{\Delta Q}{0} = \infty \qquad \text{अर्थात्} \quad C = \infty$$

(5) यदि गैस के प्रसार की दर अत्यन्त धीमी हो तो प्रसार में ताप में कमी ऊष्मा प्रदाय के कारण में ताप वृद्धि से कम होगी अतः गैस के ताप में कुछ वृद्धि होगी अतः $\Delta\theta$ धनात्मक होगा

$$\therefore \quad C = \frac{\Delta Q}{m(\Delta \theta)} = \text{धनात्मक} \qquad \text{अर्थात्} \quad C = \text{धनात्मक}$$

(6) यदि गैस के प्रसार की दर अत्यंत तीव्र हो तो प्रसार में ताप में कमी ऊष्मा प्रदाय के कारण ताप वृद्धि से अधक होगी अतः गैस के ताप में कुछ कमी होगी अतः $\Delta\theta$ ऋणात्मक होगा

$$C = \frac{\Delta Q}{m(-\Delta \theta)} = \text{ऋणात्मक} \quad \text{अर्थात्} \quad C = \text{ऋणात्मक}$$

अतः विशिष्ट ऊष्मा का मान शून्य से लेकर अनंत तक कुछ भी हो सकता है तथा इसका ऋणात्मक मान भी संभव है। इसका सही मान ऊष्मा प्रदान करने की विधा पर निर्भर करता है।

गैस की बहुत सी विशिष्ट ऊष्माओं में, दो विशिष्ट ऊष्मायें महत्वपूर्ण है, इन्हे C_p और C_v कहा जतात है "गैसों का अणु गति सिद्धान्त" अध्याय से अधिक जानकारी लें।

भाप की विशिष्ट ऊष्मा : $c_{\text{भाप}} = 0.47\ cal/gm \times °C$

अवस्था परिवर्तन एवं गुप्त ऊष्मा (Phase Change and Latent Heat)

(1) **अवस्था (Phase) :** द्रव्य की विशिष्ट अवस्था जैसे ठोस, द्रव या गैस को व्यक्त करने के लिये, हम अवस्था को परिभाषित करते है। एक अवस्था से दूसरी अवस्था में जाना अवस्था परिवर्तन कहलाता है।

(i) किसी दिये गये दाब पर अवस्था परिवर्तन एक निश्चित तापक्रम पर होता है। यह सामान्यतः ऊष्मा के ऊत्सर्जन या अवशोषण एवं आयतन और घनत्व के परिवर्तन के कारण होता है।

(ii) अवस्था परिवर्तन में $0°C$ की बर्फ $0°C$ के जल में पिघलती है। $100°C$ का जल $100°C$ की भाप में बदलता है इत्यादि

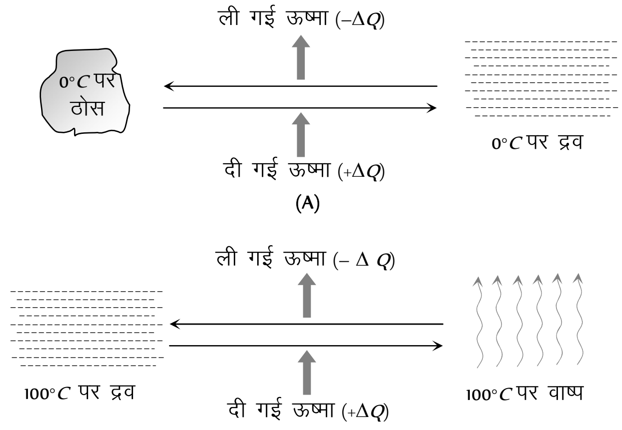


Fig. 12.15

(iii) ठोसों में, अणुओं के मध्य बल अधिक होता है, एवं अणु अपने स्थानों पर जमे रहते है। द्रवों में, अणुओं के मध्य बल दुर्बल होता है, और अणु सम्पूर्ण आयतन में मुक्त रूप से गति कर सकते है, किन्तु द्रव की सतह से बाहर नहीं आ सकते। वाष्प और गैसों में, अन्तराण्विक बल लगभग नगण्य होता है। और अणु सम्पूर्ण आयतन में मुक्त गति कर सकते है।

जब एक ठोस पिघलता है, इसके अणु एक प्रबल अन्तराण्विक बल के विरूद्ध एक दूसरे से दूर जाते है। इस प्रक्रिया में बाहर से ऊर्जा आपूर्ति आवश्यक है। अतः किसी दी गई वस्तु की आंतरिक ऊर्जा ठोस अवस्था की तुलना में द्रव अवस्था में अधिक होती है। इसी प्रकार द्रव अवस्था की तुलना में वाष्प अवस्था में आंतरिक ऊर्जा अधिक होती है।

(iv) अवस्था परिवर्तन में यदि अणु नजदीक आते हैं, तब ऊर्जा मुक्त होती है। और यदि अणु दूर जाते है, तब ऊर्जा अवशोषित होती है।

(2) m द्रव्यमान के पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के लिए आवश्यक ऊष्मा $Q = mL$, जहाँ L = विशिष्ट गुप्त ऊष्मा है। गुप्त ऊष्मा को परिवर्तन की ऊष्मा भी कहा जाता है।

(i) **गलन** (Fusion) **की गुप्त ऊष्मा** : ऊष्मा की वह मात्रा जो 1 kg ठोस को उसके गलनांक पर 1 kg द्रव में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक होती है, गलन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। अथवा ऊष्मा की वह मात्रा जो 1 kg द्रव, अपने हिमांक पर 1 kg ठोस में पूर्णतः परिवर्तित होने के लिए निष्कासित करता है, जमने की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। बर्फ के गलने के लिए अथवा पानी के जमने के लिए गुप्त ऊष्मा

$$L_{\text{गलन}} = L_{\text{बर्फ}} \approx 80\ cal/g \approx 60\ kJ/mol \approx 336\ kJ/kg$$

(ii) **क्वथन की गुप्त ऊष्मा** : ऊष्मा की वह मात्रा जो 1 *kg* द्रव को उसके क्वथनांक पर 1 *kg* भाप में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक होती है, क्वथन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। अथवा ऊष्मा की वह मात्रा जो एक 1 *kg* भाप, अपने संघनांक पर 1 *kg* द्रव में परिवर्तित होने के लिए निष्कासित करती है। संघनन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। पानी के वाष्पीकरण या भाप के संघनन की गुप्त ऊष्मा

$$L_{\text{क्वथन}} = L_{\text{भाप}} \approx 540\ cal/g \approx 40.8\ kJ/mol \approx 2260\ kJ/kg$$

(iii) वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, गलन की गुप्त ऊष्मा से अधिक होती है। क्योंकि जब कोई पदार्थ द्रव से वाष्प में परिवर्तित होता है, आयतन में वृद्धि अधिक होती है। अतः आवश्यक ऊष्मा भी अधिक होती है। किन्तु ठोस से द्रव के परिवर्तन में आयतन में वृद्धि नगण्य होती है। अतः आवश्यक ऊष्मा भी बहुत कम होगी। इसीलिये, वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, गलन की गुप्त ऊष्मा से अधिक होती है।

ऊष्माधारिता एवं जल तुल्यांक
(Thermal Capacity and Water Equivalent)

(1) **ऊष्माधारिता :** किसी वस्तु के सम्पूर्ण द्रव्यमान (m) का ताप $1°C$ या $1K$ बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को वस्तु की ऊष्माधारिता कहा जाता है।

$$\text{ऊष्माधारिता} = mc = \mu C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

किसी वस्तु की ऊष्माधारिता का मान पदार्थ की प्रकृति एवं इसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है।

विमा : $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$, इकाई : $cal/°C$ (व्यवहारिक), *Joule/kelvin* (S.I.)

(2) **जल तुल्यांक** : किसी वस्तु का जल तुल्यांक जल का वह द्रव्यमान है जो उतने परिमाण की ऊष्मा अवशोषित या निष्कासित करता है जो समान ताप की वृद्धि या कमी के लिए किसी वस्तु के द्वारा अवशोषित या निष्कासित की जाती है। इसे W से व्यक्त किया जाता है।

यदि m = वस्तु का द्रव्यमान c = वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा $\Delta\theta$ = ताप में वृद्धि

वस्तु को दी गयी ऊष्मा, $\Delta Q = mc\Delta\theta$ ... (i)

यदि समान परिमाण की ऊष्मा $W\ gm$ पानी को दी जाये एवं इसके तापक्रम में वृद्धि $\Delta\theta$ हो, तो

पानी को दी गयी ऊष्मा, $\Delta Q = W \times 1 \times \Delta\theta$ $[\because c_{\text{पानी}} = 1]$ ... (ii)

समी. (i) एवं (ii) से, $\Delta Q = mc\Delta\theta = W \times 1 \times \Delta\theta$

$\therefore$ जल तुल्यांक (W) = $mc\ gm$

(i) इकाई : Kg (S.I.) विमा : $[ML^0T^0]$

(ii) ऊष्माधारिता की इकाई *J/kg* है, जबकि जल-तुल्यांक की इकाई *kg* है

(iii) किसी वस्तु की ऊष्माधारिता एवं इसके जल-तुल्यांक का संख्यात्मक मान समान होता है

(iv) यदि किसी वस्तु की ऊष्माधारिता को पानी के द्रव्यमान के रूप में व्यक्त किया जाता है तो इसे वस्तु का जल-तुल्यांक कहा जाता है।

कुछ महत्वपूर्ण परिभाषायें (Some Important Terms)

(1) **वाष्पीकरण :** जल की मुक्त सतह से द्रव का वाष्पित होना वाष्पीकरण कहलाता है। वाष्पीकरण में द्रव की मुक्त सतह से अणुओं का पलायन होता है, यह प्रक्रिया सभी तापक्रमों पर होती है एवं तापक्रम बढ़ने के साथ यह प्रक्रिया तेज होती है। वाष्पीकरण से ठंडक होती है, क्योंकि वाष्पीकरण में उच्च गति वाले अणु पलायन कर जाते है। अतः द्रव के अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा में (अतः तापक्रम में भी) कमी आ जाती है।

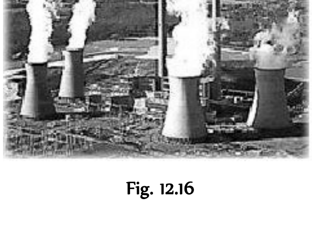


Fig. 12.16

(2) **गलन (या पिघलना)/ जमना :** ठोस से द्रव का अवस्था परिवर्तन गलन कहलाता है, विपरीत प्रक्रिया को जमना (Freezing) कहते है।

जब बर्फ पर दाब आरोपित करते है, यह पिघलता है। दाब हटा लेने पर यह पुनः जम जाता है। यह प्रक्रिया पुनर्हिमापन (Regelation) कहलाती है।

Fig. 12.17

(3) **वाष्पन / द्रवीकरण (संघनन)** : द्रव का वाष्प में बदलना वाष्पन कहलाता है तथा विपरीत प्रक्रिया को द्रवीकरण या संघनन कहते है।

(4) **ऊर्ध्वपातन** (Sublimation) : ठोस का सीधे ही वाष्प में बदलना ऊर्ध्वपातन कहलाता है। जब क्वथन बिन्दु गलन बिन्दु से कम होता है, तब ऊर्ध्वपातन होता है। एक बर्फ का टुकड़ा चन्द्रमा की सतह पर बहुत कम दाब के कारण भाप के रूप में ऊर्ध्वपातित हो जाता है। दिये गये तापक्रम पर किसी ठोस के एकांक द्रव्यमान को सीधे ही ठोस से वाष्प में बदलने के लिये आवश्यक ऊष्मा उस ताप पर ऊर्ध्वपातन ऊष्मा कहलाती है।

(5) **सफेद पाला** (Hoar frost) : वाष्प का ठोस में बदलना सफेद पाला कहलाता है। यह प्रक्रिया ऊर्ध्वपातन की विपरीत प्रक्रिया है। उदाहरण– बादलों के जमने के कारण हिम का बनना।

Fig. 12.18

(6) **वाष्प दाब :** जब द्रव का ऊपरी स्थान बंद हो, तब यह शीघ्र ही वाष्प से संतृप्त हो जाता है, और एक गतिक साम्य स्थापित हो जाता है। वाष्प के द्वारा आरोपित दाब संतृप्त वाष्प दाब (SVP) कहलाता है, जिसका मान तापक्रम पर निर्भर करता है किन्तु बाह्य दाब पर नही। यदि बंद स्थान का आयतन घटा दिया जाये तो कुछ वाष्प द्रवित हो जाती है किन्तु दाब अपरिवर्तित रहता है। संतृप्त वाष्प गैस नियमों का पालन नही करती। जबकि असंतृप्त वाष्प इन नियमों का पालन करती है।

वाष्प को सिर्फ दाब आरोपित करके द्रवित किया जा सकता है, जबकि गैस को द्रवित करने के लिये पहले उसे ठंडा करना होगा।

(7) **क्वथन** (Boiling) : जब द्रव का तापक्रम बढ़ता है, वाष्पन की दर भी बढ़ती है। एक अवस्था ऐसी आती है, जब वाष्प के बुलबुले सतह की ओर आने लगते है, और पलायन कर जाते है। जब द्रव की सतह के ऊपर का दाब संतृप्त वाष्प दाब (SVP) के तुल्य हो जाता है द्रव उबलता है।

Fig. 12.19

यह एक तीव्र प्रक्रिया है, अशुद्धि मिलाने से क्वथन बिन्दु परिवर्तित होता है।

(8) **ओसांक** (Dew point) : यह वह तापक्रम है, जिस पर दिये गये वायु के आयतन में उपस्थित जल वाष्प की मात्रा इसे संतृप्त करने के लिये आवश्यक है अर्थात् वह तापक्रम जिस पर वास्तविक वाष्प दाब संतृप्त वाष्प दाब के तुल्य है।

(9) **आर्द्रता** (Humidity) : वातावरण की वायु में सदैव कुछ जल वाष्प रहती है। एकांक आयतन में उपस्थित जल वाष्प की मात्रा को निरपेक्ष आर्द्रता कहते हैं।

वायु के किसी दिये गये आयतन में जल वाष्प की वास्तविक मात्रा (m) और जल वाष्प की वह मात्रा (M) जो समान आयतन को समान तापक्रम पर संतृप्त करने के लिये आवश्यक हो, का अनुपात आपेक्षिक आर्द्रता (R.H.) कहलाता है। सामान्यतः इसे प्रतिशत में व्यक्त करते है। अर्थात् $R.H.(\%) = \frac{m}{M} \times 100 (\%)$

जल का वास्तविक वाष्प दाब (p) और संतृप्त वाष्प दाब (P) के अनुपात को भी आपेक्षिक आर्द्रता कहते हैं $R.H.(\%) = \frac{p}{P} \times 100 (\%)$

या आपेक्षिक आर्द्रता को निम्न प्रकार की परिभाषित कर सकते हैं

$$R.H.(\%) = \frac{\text{ओसांक पर S.V.P.}}{\text{दिये गये तापक्रम पर S.V.P.}} \times 100$$

(10) **दाब के साथ गलनांक में परिवर्तन** : वे पदार्थ जो गलने पर संकुचित होते है (जैसे–जल, रबर इत्यादि), उनके लिये दाब बढ़ने पर गलनांक घटता है, इसका कारण यह है कि दाब संकुचन में सहायक होता है। अतः गलने में भी सहायक होता है।

सामान्यतः सभी पदार्थ गलने पर फैलते हैं (जैसे–मोम, सल्फर इत्यादि), दाब वृद्धि ऐसे पदार्थों के गलन का विरोध करती है। अतः गलनांक में वृद्धि हो जाती है।

(11) **ताप और दाब के साथ गुप्त ऊष्मा में परिवर्तन** : किसी पदार्थ के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा तापक्रम के साथ परिवर्तित होती है। अतः दाब भी क्योंकि क्वथनांक दाब पर निर्भर करता है, तापक्रम घटने पर इसका मान बढ़ता है। उदाहरण के लिये, 1 वायुमण्डलीय दाब पर जल $100°C$ पर उबलता है, एवं इसकी गुप्त ऊष्मा 2259 J/g होती है, किन्तु 0.5 वायुमण्डलीय दाब पर जल $82°C$ पर उबलता है, एवं गुप्त ऊष्मा 2310 J/g प्राप्त होती है।

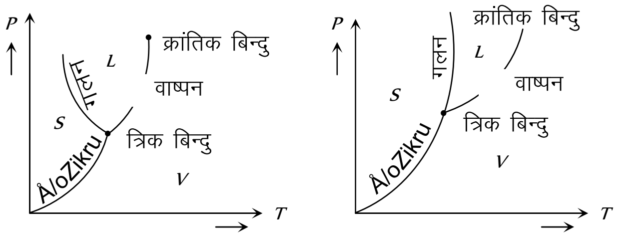


Fig. 12.20

गलन की गुप्त ऊष्मा ऐसी ही होती है किन्तु दाब पर कम निर्भरता को व्यक्त करती है।

उपरोक्त चित्र P-T ग्राफ है (a) उस पदार्थ के लिये जो गलने पर संकुचित होते है। (जैसे जल) एवं (b) उस पदार्थ के लिये जो गलने पर फैलते है। P-T ग्राफ में निम्न तीन वक्र होते है।

(i) **ऊर्ध्वपातन वक्र:** यह उन बिन्दुओं को जोड़ता है, जिस पर वाष्प (V) और ठोस (S) साम्यावस्था में होते है।

(ii) **वाष्पीकरण वक्र** : यह वाष्प (L) और द्रव की साम्यावस्था को व्यक्त करता है।

(iii) **गलन वक्र** : यह द्रव और ठोस की साम्यावस्था को व्यक्त करता है।

ये तीनों वक्र एक ही बिन्दु पर मिलते है, इस बिन्दु को त्रिक बिन्दु (Triple point) कहते है। किसी पदार्थ के लिये यह एक विशेष दाब ताप (P-T) बिन्दु होता है। जिस पर सभी अवस्थायें साम्य में होती है।

(12) **हिम मिश्रण** (Freezing mixture) : बर्फ में नमक मिलाने पर मिश्रण का तापक्रम $0°C$ से नीचे गिर जाता है। इसका कारण यह है कि नमक को $0°C$ तक ठण्डा करने में कुछ बर्फ पिघल जाती है। इससे बने जल में नमक घुल जाता है तथा नमक का संतृप्त घोल बन जाता है, परन्तु घोल का हिमांक सदैव शुद्ध जल के हिमांक से नीचा रहता है। अतः बर्फ $0°C$ पर नमक के घोल के साथ ठोस अवस्था में नहीं रह सकती है। जो बर्फ घोल के सम्पर्क में है वह गलने लगती है, तथा इसके लिये आवश्यक गुप्त ऊष्मा मिश्रण से ले लेती है, जिससे मिश्रण का ताप गिर जाता है। इस गली बर्फ में और नमक घुलता है तथा उपरोक्त क्रिया फिर दोहराई जाती है।

इस ताप पर बर्फ नमक के घोल के साथ ठोस अवस्था में रह सकती है। गर्मियों में इस प्रकार के मिश्रण से आइसक्रीम जमाई जाती है।

जूल का नियम (ऊष्मा एवं यांत्रिक कार्य)

(Joule's Law (Heat and Mechanical Work))

तो कार्य और ऊष्मा का अनुपात सदैव नियत रहता है, अर्थात् $W \propto Q$ या $\frac{W}{Q} = J$.

यह जूल का नियम है, एवं J ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक कहलाता है।

(1) $W = JQ$ से यदि $Q = 1$ तब $J = W$ अतः एकांक ऊष्मा उत्पन्न करने के लिये आवश्यक कार्य को ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक कहते हैं।

(2) J न ही नियतांक और न ही एक भौतिक राशि बल्कि यह एक परिवर्तन गुणांक है, जो कि जूल या अर्ग को कैलोरी या किलो कैलोरी में बदलता है, या इसका विपरीत

(3) $J = 4.2 \frac{\text{जूल}}{\text{कैलोरी}} = 4.2 \times 10^7 \frac{\text{अर्ग}}{\text{कैलोरी}} = 4.2 \times 10^3 \frac{\text{जूल}}{\text{कि. कैलोरी}}$

(4) जब एक झरना h ऊँचाई से गिरता है, तो जमीन से टकराने पर इसके तापक्रम में अल्प वृद्धि हो जाती है।

$W = JQ$ से $mgh = J(mc\Delta\theta)$

[यहाँ m = जल का द्रव्यमान, c = जल की विशिष्ट ऊष्मा, $\Delta\theta$ = तापक्रम में वृद्धि]

$\Rightarrow$ तापक्रम में वृद्धि $\Delta\theta = \frac{gh}{Jc} °C$

(5) किसी बन्दूक से दागी गई गोली जब लक्ष्य से टकराती है, तो गोली की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है, परिणाम स्वरूप गोली का तापक्रम $\Delta\theta$ से बढ़ जाता है।

$W = JQ \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = J(m\, s\, \Delta\theta)$

[यहाँ m = गोली का द्रव्यमान, v = गोली का वेग, c = गोली के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा]

$\Rightarrow$ तापक्रम में वृद्धि $\Delta\theta = \frac{v^2}{2Jc}°C$

यदि गोली का तापक्रम गलनांक तक बढ़ जाताा है, तब गोली गल जाती है, एवं $W = J(Q_{\text{तापक्रम परिवर्तन}} + Q_{\text{अवस्था परिवर्तन}})$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = J(mc\,\Delta\theta + mL)$; L = गोली की गुप्त ऊष्मा

$\Rightarrow$ तापक्रम में वृद्धि $\Delta\theta = \left[\frac{\left(\frac{v^2}{2J} - L\right)}{c}\right]°C$

(6) यदि m किलोग्राम बर्फ का टुकड़ा किसी ऊँचाई (h) से गिराया जाता है, एवं नीचे गिरने पर यदि इसका आंशिक द्रव्यमान (m' kg) पिघल जाये, तो इस प्रक्रिया में बर्फ के टुकड़े की स्थितिज ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित होती है, अतः

$W = JQ \Rightarrow mgh = J\,m'L \Rightarrow h = \frac{m'}{m}\left(\frac{JL}{g}\right)$

यदि बर्फ का टुकड़ा पूर्णतः पिघल जाता है, तब $m' = m \Rightarrow$ $h = \frac{JL}{g} meter$

कैलोरीमिति का सिद्धान्त (Principle of Calorimetry)

कैलोरी मिति से तात्पर्य है ऊष्मा का मापन

जब दो भिन्न-भिन्न तापक्रम की वस्तुओं (जिसमें एक ठोस एवं एक द्रव या दोनों द्रव) को आपस में मिलाया जाता है तो अधिक ताप वाली वस्तु से कम ताप वाली वस्तु में ऊष्मा का स्थानांतरण तब तक होता है, जब तक कि दोनों वस्तुओं का तापमान समान न हो जाये। इस प्रक्रिया में अधिक ताप पर स्थित वस्तु के द्वारा ऊष्मा दी जाती है तथा कम ताप पर स्थित वस्तु द्वारा ऊष्मा ली जाती है, ताकि

दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

अर्थात् कैलोरीमिति का सिद्धान्त ऊष्मीय ऊर्जा के संरक्षण का नियम है।

(1) सदैव मिश्रण का तापक्रम ($\theta_{_}$) □ निम्न तापक्रम (θ) एवं □ उच्च तापक्रम (θ) अर्थात् $\theta_L \le \theta_{mix} \le \theta_H$

दूसरे शब्दों में मिश्रण का ताप कभी भी निम्न ताप से कम नहीं हो सकता है, (क्योंकि किसी वस्तु को ठण्डी वस्तु के ताप से कम ताप तक ठण्डा नहीं किया जा सकता है) एवं उच्च तापक्रम से अधिक नहीं हो सकता है (क्योंकि किसी वस्तु को गर्म वस्तु के ताप से अधिक ताप तक गर्म नहीं किया जा सकता है) साथ ही एक वस्तु के तापक्रम में वृद्धि का मान दूसरी वस्तु के तापक्रम में कमी के बराबर नहीं होता है जबकि एक वस्तु के द्वारा दी गई ऊष्मा का मान दूसरी वस्तु के द्वारा ली गई ऊष्मा के मान के बराबर होता है।

(2) **दो पदार्थों का मिलना जबकि सिर्फ तापक्रम बदलता है :** अर्थात् अवस्था में परिवर्तन नहीं होता। माना दो पदार्थो की मात्रायें m_1 तथा m_2, इनकी ग्राम विशिष्ट ऊष्मायें क्रमशः c_1 तथा c_2 तथा तापक्रम क्रमशः θ_1 तथा θ_2 $(\theta_1 > \theta_2)$ यदि इन्हे मिश्रित किया जाये और मिश्रण का तापक्रम $\theta_{_}$ मानें तब

दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$\Rightarrow m_1c_1(\theta_1 - \theta_{mix}) = m_2c_2(\theta_{mix} - \theta_2)$

$$\Rightarrow \theta_{mix} = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

Table 12.6 : विभिन्न स्थितियों में मिश्रण का तापक्रम

स्थिति	मिश्रण का ताप
यदि वस्तुयें समान पदार्थ की हैं अर्थात् $c_1 = c_2$	$\theta_{mix} = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2}{m_1 + m_2}$
यदि वस्तुओं के द्रव्यमान समान है, अर्थात् $m_1 = m_2$	$\theta_{mix} = \frac{\theta_1c_1 + \theta_2c_2}{c_1 + c_2}$
यदि $m_1 = m_2$ एवं $c_1 = c_2$	$\theta_{mix} = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(3) **दो पदार्थों का मिलना जबकि ताप एवं अवस्था दोनों बदलें या सिर्फ अवस्था बदले :** इस स्थिति में बर्फ जल का मिश्रण एक महत्वपूर्ण उदाहरण है।

माना $\theta°C$ तापक्रम के जल को $0°C$ की बर्फ के साथ मिश्रित किया जाता है। अतः सर्वप्रथम बर्फ पिघलेगी, तत्पश्चात् तापीय साम्यावास्था प्राप्त होगी। अतः साम्यावस्था में

दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$\Rightarrow m_WC_W(\theta_W - \theta_{mix}) = m_iL_i + m_iC_W(\theta_{mix} - 0°)$

$$\Rightarrow \theta_{mix} = \frac{m_W\theta_W - \frac{m_iL_i}{C_W}}{m_W + m_i}$$

(i) यदि $m_W = m_i$ तब $\theta_{mix} = \frac{\theta_W - \frac{L_i}{C_W}}{2}$

(ii) उपरोक्त सूत्र से यदि $\theta_{mix} < \theta_i$ तब $\theta_{mix} = 0°C$ लें

ऊष्मीय ग्राफ (Heating Curve)

जब m द्रव्यमान के दिये गये ठोस को नियत दर (P) पर ऊष्मा दी जाती है एवं तापक्रम व समय के बीच एक ग्राफ खींचा जाता है तो इस ग्राफ को ऊष्मीय ग्राफ कहा जाता है। इस ग्राफ से स्पष्ट है कि

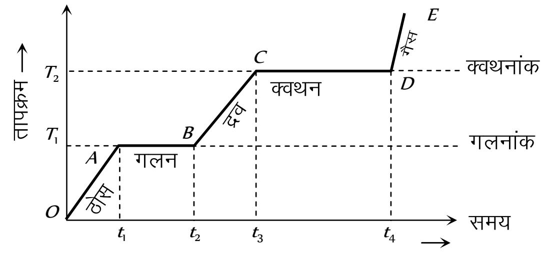


Fig. 12.21

(1) OA भाग में ठोस का तापक्रम समय के साथ परिवर्तित होता है, इसलिए $Q = mc_S\Delta T \Rightarrow P\Delta t = mc_S\Delta T$ $[\because Q = P\Delta t]$

लेकिन $(\Delta T/\Delta t)$ ताप-समय ग्राफ की ढाल को बताता है।

$c_s \propto$ (1/ OA रेखा की ढाल)

अर्थात् विशिष्ट ऊष्मा (या ऊष्माधारिता) ताप-समय ग्राफ की ढाल के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

(2) AB भाग में ताप का मान स्थिर रहता है, इसलिए यह अवस्था परिवर्तन को दर्शाता है अर्थात् इस ताप (गलनांक) पर ठोस द्रव में परिवर्तित होता है। A बिन्दु पर ठोस पिघलना प्रारम्भ करता है एवं B बिन्दु पर ठोस पूर्णतः द्रव में बदल जाता है। अतः A एवं B के बीच पदार्थ आंशिक रूप से ठोस अवस्था में एवं आंशिक रूप से द्रव अवस्था में रहता है। यदि L_f गलन (जमने) की गुप्त ऊष्मा हो तो

$$Q = mL_F \Rightarrow L_F = \frac{P(t_2 - t_1)}{m} \qquad [\because Q = P(t_2 - t_1)]$$

या $L_f \propto AB$ रेखा की लम्बाई

अर्थात् जमने (गलने) की गुप्त ऊष्मा शून्य ढाल वाली रेखा की लम्बाई के समानुपाती होती है। [इस भाग में विशिष्ट ऊष्मा $\propto \frac{1}{\tan 0^o} = \infty$]

(3) BC भाग में द्रव का तापक्रम बढ़ता है इसलिए द्रव की विशिष्ट ऊष्मा (या ऊष्माधारिता) BC रेखा की ढाल के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात् $c_l \propto$ (1/BC रेखा की ढाल)

(4) CD भाग में तापक्रम नियत रहता है, इसलिए यह अवस्था परिवर्तन को व्यक्त करता है अर्थात् इस ताप (क्वथनांक) पर द्रव भाप में परिवर्तित होता है। C बिन्दु पर सम्पूर्ण पदार्थ द्रव अवस्था में रहता है, जबकि D बिन्दु पर वाष्प अवस्था में एवं C व D के बीच आंशिक रूप से द्रव अवस्था में एवं आंशिक रूप से वाष्प अवस्था में रहता है। CD रेखा की लम्बाई क्वथन (वाष्पन) की गुप्त ऊष्मा के समानुपाती होती है।

अर्थात् $L_v \propto CD$ रेखा की लम्बाई

[इस भाग में विशिष्ट ऊष्मा $\propto \frac{1}{\tan 0} = \infty$]

(5) DE रेखा पदार्थ की गैसीय अवस्था को व्यक्त करती है जिसका तापक्रम समय के साथ बढ़ता है। इस रेखा की ढाल का व्युत्क्रम किसी पदार्थ की वाष्पीय अवस्था की विशिष्ट ऊष्मा या ऊष्माधारिता के समानुपाती होता है।

Tips & Tricks

✍ बर्फ बारी के पश्चात् वातावरण का तापक्रम गिर जाता है, ऐसा इसलिये होता है, कि गलने पर बर्फ ऊष्मा का अवशोषण करती है। यही कारण है, कि पहाड़ी क्षेत्रों में बर्फ गिरते समय उतनी ठंड का अहसास नहीं होता, जितना बर्फ के पिघलने पर होता है।

✍ आइसक्रीम खाने पर दांतों में कंपकपाहट, ठंडा पानी पीने की तुलना में अधिक होती है। इसका कारण है, कि पिघलने पर आइसक्रीम दांतों से अधिक ऊष्मा अवशोषित करती है।

✍ भौतिकी की वह शाखा जिसमें 0 K के लगभग ताप को उत्पन्न एवं मापन किया जाता है, **क्रायोजेनिक** कहलाती है जबकि अति उच्च ताप के मापन की शाखा को **पायरोमापी** (Pyrometry) कहा जाता है।

✍ खौलते जल की बजाय उसी तापक्रम की भाप से जलना अधिक कष्टप्रद होता है। ऐसा इसलिये होता है, कि जब 100°C की भाप 100°C के पानी में परिवर्तित होती है, तो उसके प्रति ग्राम द्वारा 536 कैलोरी ऊष्मा दी जाती है। स्पष्ट है, कि 100°C के पानी की तुलना में 100°C की भाप में प्रति ग्राम 536 कैलोरी ऊष्मा अधिक होती है।

✍ यदि समान त्रिज्या व समान पदार्थ के ठोस तथा खोखले गोलों को समान तापक्रम तक गर्म किया जाये तो दोनों में समान प्रसार होता है। क्योंकि तापीय प्रसार को फोटोग्राफिक आवर्धन की तरह माना जा सकता है। अर्थात् ठोस तथा खोखले गोलों के आयतन में समान वृद्धि होती है। परन्तु दोनों गोलों को यदि समान ऊष्मा प्रदान की जाये तो खोखले गोले के तापक्रम में अपेक्षाकृत अधिक वृद्धि होगी। क्योंकि इसका द्रव्यमान ठोस गोले की तुलना में कम होता है। $\left\{\because \left(\Delta\theta = \frac{\Delta Q}{mc}\right)\right\}$

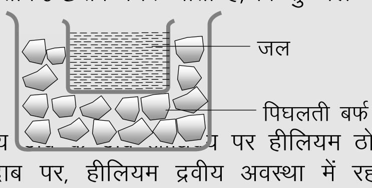
किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा ऋणात्मक भी हो सकती है। ऋणात्मक विशिष्ट ऊष्मा से तात्पर्य है, कि किसी वस्तु का तापक्रम बढ़ाने के लिये, उससे ऊष्मा की एक निश्चित मात्रा ली जानी चाहिये। उदाहरण के लिये संतृप्त वाष्प की विशिष्ट ऊष्मा।

✍ हाइड्रोजन की विशिष्ट ऊष्मा $(3.5\ cal/gm \times {}^oC)$ अधिकतम होती है। जबकि रेडॉन एवं एक्टीनियम के लिये यह न्यूनतम $(\simeq 0.022\ cal/gm \times °C)$ होती है।

✍ न्यूनतम संभव तापक्रम 0K होता है।

✍ 0°C की m gm बर्फ को पूर्णतः पिघलाने के लिये आवश्यक 100°C भाप की मात्रा $m/8$ gm होगी।

✍ यदि एक जल के पात्र को पिघलती हुयी बर्फ में रखा जाये तो त्र में भरे हुये जल का ताप 0°C तक गिर जाता है, किन्तु जल जमेगा नही।



✍ 25 वायुमण्डलीय [illegible] पर हीलियम ठोस हो जाता है। वायुमण्डलीय दाब पर, हीलियम द्रवीय अवस्था में रहता है। एवं इसका तापक्रम परमशून्य तक गिर जाता है।

✍ यदि दाब, सामान्य से अलग हो तब क्वथन तापक्रम $t_{क्वथन}$ = [100°C – (760 – P मि.मी. में) × 0.037]°C

✍ **SI एवं CGS मात्रकों में भ्रम**

कैलोरीमिति में आंकिक प्रश्नों को हल करते समय, गणना CGS पद्धति में करना आसान होता है। यदि अंतिम उत्तर जूल में है, तो कैलोरी को जूल में बदलें।

✍ इन्वार एवं क्वार्टज के रेखीय प्रसार गुणांक बहुत कम होते है।

✍ SI पद्धति में कैल्विन पैमाने में "डिग्री" का इस्तेमाल नहीं किया जाता। उदाहरण के लिये $273°K$ गलत है, जबकि $273\ K$ सही है।

✍ चुम्बकीय तापमापी, अल्प तापक्रम मापन ($2K$) के लिये उपयुक्त है।

✍ गैस तापमापी अधिक संवेदनशील तापमापी है।

✍ बादलों से भरी शांत रात्रि में ओस की संभावना अधिक रहती है।

✍ सर्दियों में दोपहर के पहले कुहरा विलुप्त हो जाता है, क्योंकि तापक्रम बढ़ने पर वातावरण में असंतृप्ता बढ़ती है जिससे संघनित वाष्प पुनः वाष्पीकृत होने लगती है, एवं कुहरा विलुप्त हो जाता है।

✍ तापमापी का मानकीकरण (Standardisation) गैस तापमापी की सहायता से किया जाता है, क्योंकि गैस का प्रसार गुणांक बहुत अधिक होता है।

✍ कुत्ते अपनी जीभ को बाहर निकालकर, ठंडक का अहसास करते है, जीभ की पृष्ठ वायु के सम्पर्क में आने पर वाष्पीकरण होता है। इनको पसीना नहीं आता है।

OT Ordinary Thinking

Objective Questions

तापमिति

1. सेल्सियस स्केल पर ताप का परम शून्य मान है [CBSE PMT 1994]
   (a) $0°C$ (b) $-32°C$
   (c) $100°C$ (d) $-273.15°C$

2. ऑक्सीजन $-183°C$ पर उबलता है। यह ताप है (लगभग) [CPMT 1992]
   (a) $215°F$ (b) $-297°F$
   (c) $329°F$ (d) $361°F$

3. हाल ही में अतिचालकता की घटना $95\ K$ पर प्रेक्षित हुई है यह ताप किसके तुल्य है (लगभग) [CPMT 1990]
   (a) $-288°F$ (b) $-146°F$
   (c) $-368°F$ (d) $+178°F$

4. किसी पदार्थ का ताप $27°C$ से बढ़ जाता है। केल्विन स्केल पर यह वृद्धि है [CPMT 1993]
   (a) $300\ K$ (b) $2.46\ K$
   (c) $27\ K$ (d) $7\ K$

5. एक प्रतिरोध तापमापी का प्रतिरोध $10°C$ एवं $100°C$ पर क्रमशः 2.71 ओम 3.70 ओम है। किस ताप पर इसका प्रतिरोध 3.26 ओम होगा
   (a) $40°C$ (b) $50°C$
   (c) $60°C$ (d) $70°C$

6. निम्न में किस तापक्रम परास मापन के लिए अन्य तापमापियों की तुलना में प्लेटीनम प्रतिरोध तापमापी सबसे अधिक उपयुक्त हैं [MNR 1993]
   (a) $0°C$ से $100°C$ (b) $100°C$ से $1500°C$
   (c) $-50°C$ से $+350°C$ (d) $-200°C$ से $600°C$

7. किस तापमापी द्वारा सूर्य का ताप मापा जाता है [Pb. PMT 1998; CPMT 1998; Pb. PET 1997, 2001]
   (a) प्लेटीनम तापमापी (b) गैस तापमापी
   (c) पायरोमीटर (d) वाष्प–दाब तापमापी

8. परम ताप की गणना निम्न में से किसके द्वारा की जा सकती है [AFMC 1994]
   (a) वर्ग माध्य वेग (b) अणु की गति
   (c) (a) व (b) दोनों (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

9. ताप–वैद्युत तापमापी किस पर आधारित है [CPMT 1993, 95; AFMC 1998]
   (a) प्रकाश वैद्युत प्रभाव (b) सीबेक प्रभाव
   (c) कॉम्पटन प्रभाव (d) जूल प्रभाव

10. H_2O का घनत्व किस ताप पर अधिकतम होता है [CPMT 1996; Pb. PMT 1996]
   (a) $32°F$ (b) $39.2°F$
   (c) $42°F$ (d) $4°F$

11. अल्प ताप (द्रवित नाइट्रोजन ताप के नीचे) पर किसी घटना का अध्ययन कहलाता है [CPMT 1992]
   (a) प्रशीतन (b) विकिरण
   (c) क्रायोजिनिक्स (d) पायरोमिती

12. प्रतिरोध तापमापी मे स्टेम संशोधन (Stem-correction) का निवारण किसके द्वारा किया जाता है [AIIMS 1998]
   (a) सैल (b) इलेक्ट्रोड
   (c) कम्पन सेटिंग लीड (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

13. परम शून्य वह ताप है जिस पर [AIIMS 1998]
   (a) पानी जम जाता है
   (b) सभी पदार्थ ठोस प्रावस्था में होते हैं
   (c) अणुओं की गति रुक जाती है
   (d) उपरोक्त में से कोई नही

[CPMT 1994]

14. प्रयोगशाला में ताप की परम स्केल को किसके उपयोग द्वारा निर्मित किया जा सकता है [SCRA 1998]
(a) विकिरण पायरोमीटर
(b) प्लेटीनम प्रतिरोध तापमापी
(c) स्थिर आयतन हीलियम गैस तापमापी
(d) स्थिर दाब आदर्श गैस तापमापी

15. परम शून्य (0 K) वह ताप है जिस पर [AFMC 1993]
(a) पदार्थ की उपस्थिति समाप्त हो जाती है
(b) बर्फ पिघलती है एवं पानी जम जाता है
(c) गैस का दाब एवं आयतन शून्य हो जाते हैं
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

16. निम्न में से किस ताप–स्केल पर, तापक्रम ऋणात्मक नहीं होता है [EAMCET 1997]
(a) सेल्सियस (b) फारेनहाइट
(c) रियूमर (d) केल्विन

17. सेल्सियस स्केल पर ताप 25°C है। फारनेहाइट स्केल पर संगत ताप होगा [AFMC 2001]
(a) 40°F (b) 77°F
(c) 50°F (d) 45°F

18. तापमापी का एक गुण यह है कि इसकी ऊष्माधारिता अल्प होनी चाहिए। यदि P एक मरकरी तापमापी, Q एक प्रतिरोध तापमापी एवं R एक ताप वैद्युत तापमापी है तब [CPMT 1997]
(a) P सबसे अच्छा एवं R सबसे खराब
(b) R सबसे अच्छा एवं P सबसे खराब
(c) R सबसे अच्छा एवं Q सबसे खराब
(d) P सबसे अच्छा एवं Q सबसे खराब

19. एक कमरे का ताप नोट करने के लिए दो तापमापियों का उपयोग किया जाता है। यदि एक तापमापी के बल्ब को गीले रूमाल में लपेटा गया है तब [AFMC 1997]
(a) दोनों तापमापी समान ताप दर्शायेंगे
(b) गीले बल्ब वाले तापमापी द्वारा दर्शाया गया ताप दूसरे तापमापी की तुलना में अधिक होगा
(c) सूखे बल्ब वाले तापमापी द्वारा दर्शाया गया ताप दूसरे तापमापी की तुलना मे अधिक होगा
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

20. एक वस्तु का ताप केल्विन स्केल पर x K है। फारेनहाइट स्केल पर वस्तु का ताप x°F है। तब x का मान है [UPSEAT 2000; Pb. CET 2004]
(a) 40 (b) 313
(c) 574.25 (d) 301.25

21. एक सेण्टीग्रेड एवं एक फारेनहाइट थर्मामीटर को उबलते पानी में डुबोया गया है। पानी का ताप तब तक गिराया जाता है, जब तक कि फारेनहाइट तापमापी 140°F नोट करता है। सेण्टीग्रेड थर्मामीटर द्वारा नोट की गई ताप में गिरावट है [CBSE PMT 1992; AIIMS 1998]
(a) 30° (b) 40°
(c) 60° (d) 80°

22. किस ताप पर सेण्टीग्रेड एवं फारेनहाइट स्केल के पाठ समान होंगे [RPMT 1997, 99, 2003; BHU 1997; MNR 1992; DPMT 1998; CPMT 1995; UPSEAT 1999; KCET 2000]
(a) – 40° (b) + 40°
(c) 36.6° (d) – 37°

23. तापमापी का मानकीकरण किया जाता है [CPMT 1996]
(a) जॉली थर्मामीटर द्वारा
(b) प्लेटीनम प्रतिरोध तापमापी द्वारा
(c) ताप वैद्युत युग्म तापमापी द्वारा
(d) गैस तापमापी द्वारा

24. गैस तापमापी, द्रव तापमापी की तुलना में अधिक सुग्राही है। क्योंकि [CPMT 1993]
(a) गैसें द्रव की तुलना में अधिक प्रसारित होती हैं
(b) गैसें आसानी से प्राप्त होती हैं
(c) गैसें अपेक्षाकृत अधिक हल्की होती हैं
(d) गैसें आसानी से अपनी अवस्था परिवर्तित नहीं करती हैं

25. मरकरी तापमापी का उपयोग किस ताप मापन तक किया जा सकता है [CBSE PMT 1992, 96; BHU 1998; UPSEAT 1998]
(a) 100°C (b) 212°C
(c) 360°C (d) 500°C

26. एक नियत आयतन गैस तापमापी, 0°C एवं 100°C पर क्रमशः 50cm एवं 90cm मरकरी स्तम्भ के तुल्य दाब प्रदर्शित करता है। जब दाब पाठयांक 60 cm मरकरी के तुल्य हो तब ताप होगा [MNR 1991; UPSEAT 2000; Pb. CET 2004]
(a) 25°C (b) 40°C
(c) 15°C (d) 12.5°C

27. मरकरी 367°C पर उबलता है। फिर भी, मरकरी तापमापियों को इस प्रकार बनाया जाता है कि ये 500°C तक ताप माप सकते हैं।। ऐसा किया जाता है [CPMT 2004]
(a) थर्मामीटर में मरकरी स्तम्भ के ऊपर निर्वात रखकर
(b) मरकरी स्तम्भ के ऊपर उच्च दाब पर नाइट्रोजन गैस भरकर
(c) मरकरी स्तम्भ के ऊपर अल्प दाब पर नाइट्रोजन गैस भरकर
(d) मरकरी स्तम्भ के ऊपर उच्च दाब पर ऑक्सीजन गैस भरकर

28. बहुत उच्च ताप मापन में किस उपकरण का उपयोग किया जाता है [KCET 1998]
(a) पायरोमीटर (b) थर्मोमीटर
(c) बोलोमीटर (d) कैलोरीमीटर

29. फारेनहाइट स्केल पर परमशून्य ताप का मान है [DCE 1996]
(a) – 273°F (b) – 32°F
(c) – 460°F (d) – 132°F

30. एक स्थिर दाब वायु तापमापी, को बर्फ के पानी में डुबोने पर आयतन पाठयांक 47.5 इकाई प्राप्त होता है। एवं एक उबलते द्रव में डुबाने पर यह 67 इकाई पाठयांक देता है। द्रव का क्वथनांक होगा
(a) 135°C (b) 125°C
(c) 112°C (d) 100°C

31. एक तापमापी जल का हिमांक 20°C एवं क्वथनांक 150°C प्रदर्शित करता है। 60°C के वास्तविक ताप को यह थर्मामीटर पढ़ेगा [AFMC 2004]
(a) 98°C (b) 110°C

(c) $40°C$ (d) $60°C$

32. यदि एक वस्तु का ताप $140°F$ है तब इसका ताप सेन्टीग्रेड में होगा

(a) $105°C$ (b) $32°C$

(c) $140°C$ (d) $60°C$

33. अत्यधिक तेजी से परिवर्तित होने वाले ताप को मापने के लिए निम्न में से किस थर्मामीटर का उपयोग किया जा सकता है [CPMT 1992]

(a) ताप वैद्युत तापमापी (b) गैस तापमापी

(c) अधिकतम प्रतिरोध तापमापी (d) वाष्प–दाब तापमापी

34. सेण्टीग्रेड स्केल पर एक वस्तु का ताप $30°$ से बढ़ जाता है। ताप में यह वृद्धि फारेनहाइट स्केल पर होगी [UPSEAT 2005]

(a) $50°$ (b) $40°$

(c) $30°$ (d) $54°$

35. केल्विन स्केल पर $0°C$ का सत्य मान है [RPMT 1999]

(a) $273.15\ K$ (b) $273.00\ K$

(c) $273.05\ K$ (d) $273.63\ K$

तापीय प्रसार

1. जब एक ताम्र गेंद को गर्म किया जाता है, तब अधिकतम प्रतिशत वृद्धि होगी [EAMCET 1992]

(a) व्यास में (b) क्षेत्रफल में

(c) आयतन में (d) घनत्व में

2. $50°C$ पर एक 50 cm लम्बा द्रव स्तम्भ एक अन्य $100°C$ पर 60cm लम्बे द्रव स्तम्भ को संतुलित करता है। द्रव के निरपेक्ष प्रसार का गुणांक है [EAMCET 1990]

(a) $0.005/°C$ (b) $0.0005/°C$

(c) $0.002/°C$ (d) $0.0002/°C$

3. जब एक द्रव को ताम्र–पात्र में भरकर गर्म किया जाता है, तब इसका आभासी प्रसार गुणांक C है एवं जब इसे रजत–पात्र में गर्म किया जाता है तब इसका आभासी प्रसार गुणांक S है। यदि ताम्र का रेखीय प्रसार गुणांक A हो तब रजत का रेखीय प्रसार गुणांक है [EAMCET 1991]

(a) $\frac{C+S-3A}{3}$ (b) $\frac{C+3A-S}{3}$

(c) $\frac{S+3A-C}{3}$ (d) $\frac{C+S+3A}{3}$

4. एक समरूप धातु छड़ को एक दण्ड पेण्डुलम के रूप में उपयोग किया जाता है। यदि कमरे का ताप $10°C$ से बढ़ जाता है एवं धातु का रेखीय प्रसार गुणांक 2×10^{-6} प्रति $°C$ हो तब पेण्डुलम के आवर्तकाल में प्रतिशत वृद्धि होगी [NSEP 1992]

(a) -2×10^{-3} (b) -1×10^{-3}

(c) 2×10^{-3} (d) 1×10^{-3}

5. एक लौह दण्ड की $20°C$ पर लम्बाई 10 cm है। $19°C$ पर इसकी लम्बाई होगी (लोहे के लिए रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = 11 \times 10^{-6}/°C$) [EAMCET 1997]

(a) $11 \times 10^{-6}\ cm$ अधिक (b) $11 \times 10^{-6}\ cm$ कम

(c) $11 \times 10^{-5}\ cm$ कम (d) $11 \times 10^{-5}\ cm$ अधिक

6. जब एक छड़ को गर्म किया जाता है परन्तु इसको प्रसारित नहीं होने दिया जाता है [RPMT 1999] इसमें उत्पन्न प्रतिबल निम्न में से किस पर निर्भर नहीं करता है [EAMCET 1997]

(a) छड़ के पदार्थ पर (b) ताप–वृद्धि पर

(c) छड़ की लम्बाई पर (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

7. तप्त करने पर प्रसार [CBSE PMT 1994]

(a) केवल ठोसों में होता है

(b) पदार्थ का भार बढ़ा देता है

(c) पदार्थ का घनत्व कम कर देता है

(d) सभी द्रवों एवं ठोसों में समान दर से होता है

8. γ आयतन प्रसार गुणांक वाले द्रव को एक $\gamma/3$ रेखीय प्रसार गुणांक वाले पात्र में गर्म करने पर, पात्र में द्रव का स्तर [EAMCET 1993]

(a) बढ़ेगा (b) गिरेगा

(c) लगभग स्थिर रहेगा (d) यह कहना कठिन है

9. एक पेण्डुलम वाली घड़ी $0°C$ पर सही समय देती है। इसका औसत रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha/°C$ है। यदि ताप में वृद्धि $t°C$ हो, तब प्रतिदिन घड़ी द्वारा सेकण्डों में कमी होगी [AFMC 1993]

(a) $\frac{\frac{1}{2}\alpha t \times 864000}{1-\frac{\alpha t}{2}}$ (b) $\frac{1}{2}\alpha t \times 86400$

(c) $\frac{\frac{1}{2}\alpha t \times 86400}{\left(1-\frac{\alpha t}{2}\right)^2}$ (d) $\frac{\frac{1}{2}\alpha t \times 86400}{1+\frac{\alpha t}{2}}$

10. जब एक द्वि–धात्विक पत्ती को गर्म किया जाता है, यह [CBSE PMT 1990]

(a) नहीं मुड़ेगी

(b) एक हेलिक्स के रूप में मुड़ जाएगी

(c) एक चाप के रूप में मुड़ जाएगी एवं अधिक प्रसारित होने वाली धातु बाहर की ओर होगी

(d) एक चाप के रूप में मुड जाएगी एवं अधिक प्रसारित होने वाली धातु अन्दर की ओर होगी

11. एक ठोस गेंद के अन्दर एक संकेन्द्रीय गुहिका है। यदि गेंद को गर्म किया जाये, तब गुहिका का आयतन [AFMC 1997; Orissa PMT 2004]

(a) बढ़ेगा (b) घटेगा

(c) अपरिवर्तित रहेगा (d) इनमें से कोई नहीं

12. एक लीटर एल्कोहल का वजन [AFMC 1994]

(a) गर्मियों की तुलना में सर्दियों में कम होगा

(b) सर्दियों की तुलना में गर्मियों में कम होगा

(c) सर्दियों एवं गर्मियों दोनों में समान होगा

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

13. 5 लीटर बेंजीन का वजन [MNR 1996]

(a) सर्दियों की तुलना में गर्मियों में अधिक होगा

(b) गर्मियों की तुलना में सर्दियों में अधिक होगा

(c) सर्दियों एवं गर्मियों दोनों में समान होगा

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

14. जल का घनत्व किस ताप पर अधिकतम होगा [Pb. PMT 1997]

(a) $0°C$ (b) $32°F$

(c) $-4°C$ (d) $4°C$

15. किसी ताप T पर एक ब्रॉज पिन एक स्टील गुटके में किए गये छेद में फिट होने में थोड़ी बड़ी है सही फिट होने के लिए आवश्यक ताप–परिवर्तन न्यूनतम होगा जब [SCRA 1998]

(a) केवल गुटके को गर्म किया जाये

(b) गुटके एवं पिन दोनों को एकसाथ गर्म किया जाये

(c) गुटके एवं पिन दोनों को एकसाथ ठन्डा किया जाये

(d) केवल पिन को ठन्डा किया जाये

16. एक बेलन को गर्म करने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि 2% है। इसके आधार के क्षेत्रफल में प्रतिशत वृद्धि होगी [CPMT 1993; BHU 1997]

(a) 0.5% (b) 2%

(c) 1% (d) 4%

17. सामान्य दाब एवं $20°C$ ताप पर एक गैस का आयतन 100 cm^3 है। यदि $100°C$ तक गर्म किया जाये, तब इसका आयतन समान दाब पर 125 cm^3 हो जाता है। तब सामान्य दाब पर गैस का आयतन प्रसार गुणांक है [Pb. PET 2002; DPMT 2001]

(a) $0.0015/°C$ (b) $0.0045/°C$

(c) $0.0025/°C$ (d) $0.0033/°C$

18. एक ठोस क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $2 \times 10^{-5}/°C$ है। इसका रेखीय प्रसार गुणांक होगा [KCET 1999]

(a) $4 \times 10^{-5}/°C$ (b) $3 \times 10^{-5}/°C$

(c) $2 \times 10^{-5}/°C$ (d) $1 \times 10^{-5}/°C$

19. एक पदार्थ का $0°C$ पर घनत्व 10 gm/cc है एवं $100°C$ पर घनत्व 9.7 gm/cc है। पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक होगा [BHU 1996; Pb. PMT 1999; DPMT 1998, 2003]

(a) 10^{2} (b) 10^{-2}

(c) 10^{-3} (d) 10^{-4}

20. मरकरी का वास्तविक रेखीय प्रसार गुणांक $0.18 \times 10^{-3}/°C$ है। यदि $0°C$ पर मरकरी का घनत्व 13.6 gm/cc है, तब $473K$ पर घनत्व होगा [DPMT 1996]

(a) 13.11 gm/cc (b) 26.22 gm/cc

(c) 52.11 gm/cc (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

21. ग्लिसरीन का वास्तविक प्रसार गुणांक $0.000597/°C$ एवं ग्लास का रेखीय प्रसार गुणांक $0.000009/°C$ है। तब ग्लिसरीन का आभासी प्रसार गुणांक होगा [AIIMS 2000]

(a) $0.000558/°C$ (b) $0.00057/°C$

(c) $0.00027/°C$ (d) $0.00066/°C$

22. एक बीकर $4°C$ पर पूर्णतः जल से भरा हुआ है। जल ऊपर से होकर बहने लगेगा यदि इसे [EAMCET 1992; BHU 1994; AFMC 2005]

(a) $4°C$ से ऊपर गर्म किया जाये

(b) $4°C$ से नीचे ठण्डा किया जाये

(c) (a) व (b) दोनों

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

23. एक घात्विक गोले के आयतन में वृद्धि 0.24% है, यदि इसका ताप $40°C$ से बढ़ा दिया जाये। धातु का रेखीय प्रसार गुणांक ......°C है।

(a) 2×10^{-5} (b) 6×10^{-5}

(c) 2.1×10^{-5} (d) 1.2×10^{-5}

24. रेखीय प्रसार गुणांक (α) क्षेत्रीय प्रसार गुणांक (β) एवं आयतन प्रसार गुणांक (γ) का अनुपात है [RPMT 2000]

(a) 1 : 2 : 3 (b) 3 : 2 : 1

(c) 4 : 3 : 2 (d) इसमें से कोई नहीं

25. एक द्रव को $80°C$ से गर्म करने पर इससे बाहर निकला द्रव शेष द्रव का (1/100)वांभाग है। द्रव का आभासी प्रसार गुणांक है [RPMT 2004]

(a) $1.25 \times 10^{-4}/°C$ (b) $12.5 \times 10^{-4}/°C$

(c) $1.25 \times 10^{-5}/°C$ (b) इसमें से कोई नहीं

26. ठंडे प्रदेशों में जल–पाइप कभी–कभी फट जाते हैं। क्योंकि

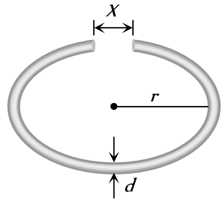
(a) पाइप सिकुड जाते हैं

(b) पानी जम जाने पर फैलता है

(c) जब पानी जमता है, दाब बढ़ जाता है

(d) जब पानी जमता है, यह पाइप से ऊष्मा ग्रहण करता है

27. एक L लम्बाई की बेलनाकार घात्विक छड़ को एक वलय के रूप में थोड़े से गेप के साथ मोड़ा गया है। इसको गर्म करने पर



(a) x घटता है, r एवं d बढ़ते हैं

(b) x व r बढ़ते हैं एवं d घटता है

(c) x, r व d सभी बढ़ते हैं

(d) किसी परिणाम तक पहुँचने के लिए आँकड़े अपर्याप्त हैं

28. एक धात्विक छड़ की $0°C$ पर लम्बाई $5m$ है। इसे $100°C$ तक गर्म करने पर इसकी लम्बाई 5.01 m हो जाती है। धातु का रेखीय प्रसार गुणांक है [UPSEAT 1999]

(a) $2.33 \times 10^{-5}/°C$ (b) $6.0 \times 10^{-5}/°C$

(c) $4.0 \times 10^{-5}/°C$ (d) $2.0 \times 10^{-5}/°C$

29. एक घात्विक छड़ को $0°C$ से $100°C$ तक गर्म करने पर इसकी लम्बाई 0.19 cm से बढ़ जाती है, तो धातु का आयतन प्रसार गुणांक है [UPSEAT 2001]

(a) $5.7 \times 10^{-5}/°C$ (b) $0.63 \times 10^{-5}/°C$

(c) $1.9 \times 10^{-5}/°C$ (d) $16.1 \times 10^{-5}/°C$

30. एक पीतल की चकती एक स्टील की प्लेट में बने छिद्र में सही फिट है। चकती को छिद्र में से बाहर निकाला जा सकता है यदि इस निकाय को [UPSEAT 2001]

(a) पहले गर्म किया जाये फिर ठंडा किया जाये

(b) पहले ठंडा किया जाये एवं फिर गर्म किया जाये

(c) गर्म किया जाये

(d) ठंडा किया जाये

31. 10 m लम्बी लोहे की छड़ को $0°C$ से $100°C$ तक गर्म किया जाता है। यदि लोहे का रेखीय ताप–प्रसार गुणांक $10 \times 10^{-6}/°C$ हो तब छड़ की लम्बाई में वृद्धि होगी [UPSEAT 2005]

(a) 0.5 cm (b) 1.0 cm

(c) 1.5 cm (d) 2.0 cm

32. यदि $30°C$ ताप पर 1.0 cm व्यास वाले एक बेलन को एक अन्य स्टील प्लेट में बने 0.9997 cm व्यास वाले छिद्र में समान ताप पर फिट करना है, तब प्लेट के ताप में आवश्यक वृद्धि है (स्टील का रेखीय प्रसार गुणांक $= 12 \times 10^{-6}/°C$) [EAMCET 2001]

(a) $25°C$ (b) $35°C$

(c) $45°C$ (d) $55°C$

33. एक झील की जल सतह का ताप $2°C$ है। झील की तली का ताप होगा [Orissa JEE 2002]

(a) $2°C$ (b) $3°C$

(c) $4°C$ (d) $1°C$

34. दो छड़े एक l_1 लम्बाई की एल्युमीनियम छड़ एवं दूसरी l_2 लम्बाई की स्टील छड़, एक साथ जोड़ी गई है, संयुक्त छड़ की लम्बाई $l_1 + l_2$ है। एल्युमीनियम एवं स्टील के रेखीय प्रसार गुणांक क्रमशः α_a एवं α_s है। जब संयुक्त छड़ का ताप t^oC से बढ़ाया जाता है तो प्रत्येक छड़ की लम्बाई वृद्धि समान है तब अनुपात $\frac{l_1}{(l_1+l_2)}$ है [IIT-JEE (Screening) 2003]

(a) $\frac{\alpha_s}{\alpha_a}$ (b) $\frac{\alpha_a}{\alpha_s}$

(c) $\frac{\alpha_s}{(\alpha_a+\alpha_s)}$ (d) $\frac{\alpha_a}{(\alpha_a+\alpha_s)}$

कैलोरीमिती

1. जब वाष्प द्रव में संघनित होती है, तब [CPMT 1990]

(a) यह ऊष्मा अवशोषित करती है

(b) यह ऊष्मा मुक्त करती है

(c) इसका ताप बढ़ता है

(d) इसका ताप घटता है

2. NTP पर जल $100°C$ पर उबलता है। गहरी खदान के अन्दर जल किस ताप पर उबलेगा [CPMT 1996]

(a) $100°C$

(b) $> 100°C$

(c) $< 100°C$

(d) इनमें से किसी पर नहीं उबलेगा

3. यदि किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा अनन्त है, इसका अर्थ है [AIIMS 1997]

(a) पदार्थ ऊष्मा दे रहा है

(b) पदार्थ ऊष्मा ले रहा है

(c) ऊष्मा ली जाये या दी जाये ताप में कोई परिवर्तन नही होता है

(d) उपरोक्त सभी

4. एक वायुरुद्ध (air tight) पात्र में किसी गैस को $25°C$ से $90°C$ तक गर्म किया जाता है। गैस का घनत्व [BCECE 1997]

(a) थोडा सा बढ़ेगा (b) पर्याप्त बढ़ेगा

(c) अपरिवर्तित रहेगा (d) थोड़ा सा घटेगा

5. नियत ताप पर एक ठोस पदार्थ के इकाई द्रव्यमान को ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा कहलाती है [AIIMS 1998]

(a) गुप्त ऊष्मा (b) ऊर्ध्वपातन

(c) हिमपात (d) गलन की गुप्त ऊष्मा

6. किसी पदार्थ की वाष्पन की गुप्त ऊष्मा सदैव [SCRA 1998]

(a) इसकी गलन की गुप्त ऊष्मा से अधिक होती है

(b) इसकी ऊर्ध्वपातन की गुप्त ऊष्मा से अधिक होती है

(c) इसकी ऊर्ध्वपातन की गुप्त ऊष्मा के बराबर होगी

(d) इसकी गलन की गुप्त ऊष्मा से कम होगी

7. जब अवस्था परिवर्तन न हो, तब ली गई ऊष्मा या दी गई ऊष्मा की गणना में किस राशि की आवश्यकता नहीं होती है [AFMC 1997; BHU 1997]

(a) भार (b) विशिष्ट ऊष्मा

(c) आपेक्षिक घनत्व (d) ताप परिवर्तन

8. $0°C$ पर बर्फ की 540 ग्राम मात्रा को $80°C$ पर जल की 540 ग्राम मात्रा के साथ मिश्रित किया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा [AFMC 1994]

(a) $0°C$ (b) $40°C$

(c) $80°C$ (d) $0°C$ से कम

9. इन्जिन के रेडियेटरों को ठंडा करने के लिए जल का उपयोग किया जाता है, क्योंकि [AFMC 2001]

(a) इसका घनत्व अल्प है

(b) यह आसानी से उपलब्ध है

(c) यह सस्ता है

(d) इसकी विशिष्ट ऊष्मा उच्च है

10. जब 5 kg जल के ताप को $20°C$ से बढ़ाकर इसके क्वथनांक तक ले जाया जाता है तो इसके द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा होगी (जल की विशिष्ट ऊष्मा = 4.2 $kJ/kg°C$) [BHU 2001]

(a) 1680 kJ (b) 1700 kJ

(c) 1720 kJ (d) 1740 kJ

11. बर्फ का गलनांक [CBSE PMT 1993]

(a) दाब बढ़ाने पर बढ़ता है (b) दाब बढ़ाने पर घटता है

(c) दाब पर निर्भर नही करता है (d) दाब के अनुक्रमानुपाती है

12. $0°C$ वाली एक ग्राम बर्फ को $100°C$ वाली भाप में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा होगी ($L_{भाप}$ = 536 cal/gm) [Pb. PMT 1990]

(a) 100 *calorie* (b) 0.01 *kilocalorie*

(c) 716 *calorie* (d) 1 *kilocalorie*

13. $30°C$ वाले 80 gm जल को एक $0°C$ वाले बड़े बर्फ के गुटके पर डाला जाता है। बर्फ की पिघली हुई मात्रा होगी [CBSE PMT 1989]

(a) 30 gm (b) 80 gm

(c) 1600 gm (d) 150 gm

14. $100°C$ पर जल का संतृप्त वाष्प दाब है [EAMCET 1997]

(a) 739 mm मरकरी स्तम्भ (b) 750 mm मरकरी स्तम्भ

(c) 760 mm मरकरी स्तम्भ (d) 712 mm मरकरी स्तम्भ

15. समान धातु से निर्मित गोलों के व्यासों का अनुपात 1 : 2 है, इनकी ऊष्माधारिता का अनुपात होगा [JIPMER 1999]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 8

(c) 1 : 4 (d) 2 : 1

16. $-10°C$ पर स्थित 1 gm बर्फ को $100°C$ की भाप में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा होगी [MP PET/PMT 1988; EAMCET (Med.) 1995; MP PMT 2003]

(a) 3045 J (b) 6056 J

(c) 721 J (d) 616 J

17. यदि द्रव्यमान ऊर्जा समतुल्यता को ध्यान में रखा जाये तो जब बर्फ पिघलती है तो पानी का द्रव्यमान [AIEEE 2002]

(a) बढ़ता है (b) अपरिवर्तित रहता है

(c) घटता है (d) पहले बढ़ता है, फिर घटता है

18. $100°C$ पर स्थित पानी से जलने की तुलना में, $100°C$ की भाप से जलना [KCET 1999; UPSEAT 1999]

(a) अधिक खतरनाक है (b) कम खतरनाक है

(c) समान खतरनाक है (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

19. 50 g ताँबे को गर्म करने पर इसका तापक्रम $10°C$ बढ़ जाता है, यदि समान परिमाण की ऊष्मा 10 g पानी को दी जाये तो इसके तापक्रम में वृद्धि होगी (ताँबे की विशिष्ट ऊष्मा = 420 $Joule\text{-}kg°C$)

(a) $5°C$ (b) $6°C$

(c) $7°C$ (d) $8°C$

20. दो द्रव A एवं B के तापक्रम क्रमशः $32°C$ एवं $24°C$ हैं। इनके समान द्रव्यमानों को आपस में मिलाया जाता है, तो मिश्रण का ताप $28°C$ है। द्रवों की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात होगा [DPMT 1996]

(a) 3 : 2 (b) 2 : 3

(c) 1 : 1 (d) 4 : 3

21. एक बीकर में 200 gm पानी है। बीकर की ऊष्माधारिता का मान 20 gm पानी के बराबर है। बीकर में स्थित पानी का प्रारम्भिक ताप $20°C$ है। यदि $92°C$ पर 440 gm पानी को इसमें मिलाया जाता है तो अंतिम ताप (विकिरण क्षय को नगण्य मानकर) का लगभग मान होगा [NSEP 1994]

(a) $58°C$ (b) $68°C$

(c) $73°C$ (d) $78°C$

22. किसी वस्तु के ताप को $1K$ से बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा कहलाती है [KCET 1996; MH CET 2001; AIEEE 2002]

(a) जल तुल्यांक (b) ऊष्मा धारिता

(c) एन्ट्रॉपी (d) विशिष्ट ऊष्मा

23. धातु की एक गेंद एवं अत्यंत तनी स्प्रिंग एक ही पदार्थ के बने हैं तथा इनके द्रव्यमान समान हैं। इन्हें इतना गर्म किया जाता है कि ये पिघलने लगते हैं, तो आवश्यक गुप्त ऊष्मा का मान होगा [AIIMS 2002]

(a) दोनों के लिए समान

(b) गेंद के लिए अधिक

(c) स्प्रिंग के लिए अधिक है

(d) दोनों के लिए समान हो सकता या नही भी हो सकता है यह धातुओं पर निर्भर करेगा

24. किसी द्रव का द्रव्यमान m, विशिष्ट ऊष्मा c एवं ताप $2T$ है। दूसरे द्रव का द्रव्यमान $m/2$, विशिष्ट ऊष्मा $2c$ एवं ताप T है दोनों द्रवों को मिलाने से मिश्रण का ताप होगा [EAMCET 1992]

(a) $(2/3)T$ (b) $(8/5)T$

(c) $(3/5)T$ (d) $(3/2)T$

25. 1 कैलोरी ऊष्मा की वह मात्रा जो कि 1 g पानी के ताप में $1°C$ की वृद्धि के लिये व्यय होती है। इस परिभाषा में दाब व ताप वृद्धि की शर्त है [IIT-JEE (Screening) 2005]

(a) पारे का 760 mm दाब, तथा $14.5°C$ से $15.5°C$ ताप वृद्धि

(b) पारे का 760 mm दाब, तथा $98.5°C$ से $99.5°C$ ताप वृद्धि

(c) पारे का 76 mm दाब, तथा $13.5°C$ से $14.5°C$ ताप वृद्धि

(d) पारे का 76 mm दाब, तथा $3.5°C$ से $4.5°C$ ताप वृद्धि

26. $0°C$ पर स्थित 100 gm बर्फ को $100°C$ पर स्थित 100 gm पानी में मिलाया जाता है तो मिश्रण का अंतिम ताप होगा [SCRA 1996; AMU 1999]

(a) $10°C$ (b) $20°C$

(c) $30°C$ (d) $40°C$

27. वायुमण्डलीय दाब पर जल $100°C$ पर उबलता है यदि दाब कम कर दिया जाये, तो पानी उबलेगा [MP PMT 1984]

(a) उच्च तापक्रम पर (b) निम्न तापक्रम पर

(c) उसी तापक्रम पर (d) क्रांतिक ताप पर

[EAMCET (Med.) 2000]

28. $30°C$ ताप पर जल से भरी एक बंद बोतल को चन्द्रमा के तल पर ले जाकर, उसका ढक्कन खोल दिया जाता है, तो जल [RPMT 2002]

(a) उबलने लगेगा

(b) जम जायेगा

(c) इसमें कोई परिवर्तन नहीं होगा

(d) H_2 और O_2 में विच्छेदित हो जावेगा

29. 40 gm एल्युमिनियम धातु की ऊष्मीय धारिता क्या होगी, जबकि उसकी विशिष्ट ऊष्मा 0.2 कैलोरी / ग्राम / $°C$ है [CBSE PMT 1990]

(a) 40 $cal/°C$ (b) 160 $cal/°C$

(c) 200 $cal/°C$ (d) 8 $cal/°C$

30. यदि तापक्रम का पैमाना $°C$ से $°F$ में परिवर्तित किया जाता है, तो विशिष्ट ऊष्मा का संख्यात्मक मान [CPMT 1984]

(a) बढ़ेगा (b) घटेगा

(c) अपरिवर्तित रहेगा (d) उपरोक्त कोई नहीं

31. बर्फ के टुकड़े पर दाब बढ़ाकर [JIPMER 1997]

(a) इसका गलनांक कम किया जा सकता है

(b) इसे केवल $0°C$ पर ही पिघलाया जा सकता है

(c) इसके पिघलने की दर बढ़ायी जा सकती है

(d) इसका गलनांक बढ़ाया जा सकताा है

32. जब हथेलियों को रगड़ते हैं तो गर्म हो जाती हैं परन्तु एक अधिकतम ताप तक, क्योंकि

(a) हथेली ऊष्मा का अवशोषण करती है

(b) पर्यावरण में ऊष्मा हानि होती है

(c) ऊष्मा का उत्पादन रुक जाता है

(d) उपरोक्त से कोई नहीं

33. शीशे की एक गोली नियत वेग v से चलकर लक्ष्य से टकराकर तुरन्त रूक जाती है और इसका संपूर्ण द्रव्यमान m पिघल जाता है, इसकी विशिष्ट ऊष्मा S, प्रारम्भिक ताप $25°C$, गलनांक $475°C$ और गुप्त ऊष्मा L है, तो वेग v की गणना के लिये सही व्यंजक है [NCERT 1972]

(a) $mL = mS\,(475-25) + \frac{1}{2}\cdot\frac{mv^2}{J}$

(b) $mS\,(475-25) + mL = \frac{mv^2}{2J}$

(c) $mS\,(475-25) + mL = \frac{mv^2}{J}$

(d) $mS\,(475-25) - mL = \frac{mv^2}{2J}$

34. एक जलप्रपात 84 मी ऊँचा है। यदि गिरने वाले जल की स्थितिज ऊर्जा का आधा भाग ऊष्मा में परिवर्तित होता है, तो तापमान में वृद्धि होगी [JIPMER 2002]

(a) $0.098°C$ (b) $0.98°C$

(c) $9.8°C$ (d) $0.0098°C$

35. 5 *kg* का एक पिण्ड 30 मीटर ऊँचाई से गिरता है, यदि उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित होती है तो उत्पन्न ऊष्मा होगी

(a) 350 *cal* (b) 150 *cal*

(c) 60 *cal* (d) 6 *cal*

36. एक निकाय को 400 कैलोरी ऊष्मा देने के लिये किया गया कार्य है [MP PMT 1989]

(a) 400 जूल (b) 1672 जूल

(c) 1672 वाट (d) 1672 अर्ग

37. 10 ग्राम बर्फ के टुकड़े को 0.93 *watt-hour* ऊर्जा देने पर देखा जाता है, कि [NCERT 1973; DPMT 1999]

(a) आधा टुकड़ा पिघल जाता है

(b) पूरा टुकड़ा पिघल जाता है तथा जल का ताप $4°C$ हो जाता है

(c) पूर्ण टुकड़ा लगभग पिघल जाता है

(d) टुकड़ा अपरिवर्तित रहता है

38. एक मनुष्य का भार 60 किलोग्राम है उसे 10^5 कैलोरी ऊष्मा भोजन के द्वारा प्राप्त होती है और उसके शरीर की दक्षता 28% है, तो वह किस ऊँचाई तक चढ़ सकता है [AFMC 1997]

(a) 100 *m* (b) 200 *m*

(c) 400 *m* (d) 1000 *m*

39. भाखड़ा बांध के आधार पर गिरने वाले पानी का ताप शिखर के ताप से

(a) अधिक होता है (b) कम होता है

(c) बराबर होता है (d) $0°C$ होता है

40. एक जलप्रपात की ऊँचाई 84 मीटर है। यदि गिरते जल की समस्त गतिज ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाये तो जल के ताप में वृद्धि होगी

($g = 9.8$ मीटर / सैकण्ड^2, $J = 4.2$ जूल / कैलोरी) [MP PET 1994]

(a) $0.196°C$ (b) $1.960°C$

(c) $0.96°C$ (d) $0.0196°C$

41. $0°C$ ताप पर एक ओला 1 किमी की ऊँचाई से कुचालक सतह पर गिरता है और इसकी समस्त गतिज ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है। इसका कितना भाग पिघलेगा $(g = 10\ m/s^2)$

[MP PMT 1994]

(a) $\frac{1}{33}$ (b) $\frac{1}{8}$

(c) $\frac{1}{33}\times 10^{-4}$ (d) पूरा पिघल जायेगा

42. ऊष्मा के यांत्रिक तुल्यांक की *SI* इकाई है [MP PMT/PET 1998]

(a) जूल × कैलोरी (b) जूल / कैलोरी

(c) कैलोरी × अर्ग (d) अर्ग / कैलोरी

43. 5 किग्रा द्रव्यमान के दो पिण्ड 10 *m* ऊँचाई से गिराए जाते हैं जिससे 2 किग्रा पानी के तापक्रम में होने वाली वृद्धि होगी [RPET 1997]

(a) $2.6°C$ (b) $1.2°C$

(c) $0.32°C$ (d) $0.12°C$

44. *v* वेग से गति करती हुयी सीसे की गेंद दीवार में टकराकर रुक जाती है। यदि इसकी 50% ऊर्जा, ऊष्मा में रूपांतरित हो जाए तो इसके तापक्रम में वृद्धि होगी [CPMT 1975] (*S* = सीसे की विशिष्ट ऊष्मा) [RPMT 1996]

(a) $\frac{2V^2}{JS}$ (b) $\frac{V^2}{4JS}$

(c) $\frac{V^2}{J}$ (d) $\frac{V^2S}{2J}$

45. ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक *J* है [MP PET 2000]

(a) नियतांक (b) भौतिक राशि

(c) परिवर्तन गुणांक (d) उपरोक्त में से कोई नही

46. किसी ऊँचे बाँध प्रोजेक्ट में, पानी 210 मी. ऊँचाई से गिरता है। यह मानते हुये कि गिरने के कारण पानी की समस्त ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है, पानी के ताप में वृद्धि होगी (*J* = 4.3 *J/cal*) [Pb. PMT 2002]

(a) $42°C$ (b) $49°C$

(c) $0.49°C$ (d) $4.9°C$

47. 100 ग्राम द्रव्यमान का एक गुटका एक खुरदरे क्षैतिज सतह पर फिसल रहा है। यदि गुटके की चाल 10 *m/s* से 5 *m/s* तक घट जाय तो इस प्रक्रम में उत्पन्न ऊष्मीय ऊर्जा होगी [UPSEAT 2002]

(a) 3.75 *J* (b) 37.5 *J*

(c) 0.375 *J* (d) 0.75 *J*

48. 4200 जूल कार्य की आवश्यकता होती है [MP PMT 1986]

(a) 10 ग्राम पानी के ताप को $10°C$ बढ़ाने के लिये

(b) 100 ग्राम पानी के ताप को $10°C$ बढ़ाने के लिये

(c) 1 किलोग्राम पानी के ताप को $10°C$ बढ़ाने के लिये

(d) 10 किलोग्राम पानी के ताप को $10°C$ बढ़ाने के लिये

49. $100°C$ ताप पर, किस पदार्थ से जलने पर सबसे अधिक नुकसान होगा [KCET 1999; UPSEAT 1999]

(a) तेल (b) भाप

(c) जल (d) गर्म हवा

50. एक जल प्रताप मे जल 100 मी ऊँचाई से नीचे गिरता है। यदि जल की समस्त गतिज ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है तो जल के ताप में वृद्धि होगी [MP PMT 2001]

(a) $0.23°C$ (b) $0.46°C$

(c) $2.3°C$ (d) $0.023°C$

51. 10 ग्राम द्रव्यमान की सीसे की एक गोली 300 m/s के गति से एक लकड़ी के गुटके से टकराती है एवं विराम में आ जाती है। यह मानते हुए कि ऊष्मा का 50% गोली द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है गोली के ताप में वृद्धि होगी

(सीसे की विशिष्ट ऊष्मा = 150$J/kg, K$) [EAMCET 2001]

(a) $100°C$ (b) $125°C$

(c) $150°C$ (d) $200°C$

52. वह ताप, जिस पर किसी द्रव का वाष्प दाब, बाह्य दाब (वायु मण्डलीय दाब) के बराबर हो जाता है, होगा [Kerala (Engg.) 2001]

(a) गलनांक (b) ऊर्ध्वपातन बिन्दु

(c) क्रांतिक ताप (d) क्वथनांक

53. पानी पर दाब बढ़ाए तो यह उबलेगा $100°C$ से [RPET 1999]

(a) कम ताप पर (b) समान ताप पर

(c) उच्चताप पर (d) क्रांतिक ताप पर

54. कैलोरीमापी बने होते हैं [AFMC 2000]

(a) काँच के (b) धातु के

(c) लकड़ी के (d) (a) या (c)

55. पानी का त्रिक बिन्दु है [CPMT 2002]

(a) $273.16°F$ (b) $273.16\ K$

(c) $273.16°C$ (d) $273.16\ R$

56. कोई भी द्रव तभी उबलता है जबकि उसका बाष्प दाब [MP PET 2002]

(a) वायु मण्डलीय दाब के बराबर है

(b) पारे के 76.0 cm स्तम्भ के दाब के बराबर है

(c) क्रन्तिक दाब के बराबर है

(d) वातावरण के ओसांक के बराबर है

57. 200 कैलोरी ऊष्मा द्वारा कितना कार्य प्राप्त किया जा सकता है [Pb. PET 2001, 03; BHU 2004]

(a) 840 $dyne$ (b) 840 W

(c) 840 erg (d) 840 J

58. $40°C$ पर स्थित 0.2 विशिष्ट ऊष्मा वाले द्रव के कितने ग्राम, $20°C$ पर स्थित 0.5 विशिष्ट ऊष्मा वाले 100 ग्राम द्रव में मिलाये जाये ताकि मिश्रण का ताप $32°C$ हो जाये [Pb. PET 1999]

(a) 175 gm (b) 300 g

(c) 295 gm (d) 375 g

59. $100°C$ ताप पर स्थित 1 ग्राम भाप $0°C$ पर स्थित बर्फ की कितनी मात्रा पिघलायेगी (बर्फ की गुप्त ऊष्मा = 80 cal/gm एवं भाप की गुप्त ऊष्मा = 540 cal/gm) [Pb. PET 2000]

(a) 1 gm (b) 2 gm

(c) 4 gm (d) 8 gm

60. $0°C$ पर स्थित 5 ग्राम बर्फ को $40°C$ ताप पर 20 ग्राम जल से भरे बीकर में गिरा दिया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा [Pb. PET 2003]

(a) $32°C$ (b) $16°C$

(c) $8°C$ (d) $24°C$

61. $0°C$ पर स्थित 1 kg बर्फ को $80°C$ पर स्थित 1 kg जल में मिलाया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा

(दिया है : जल की विशिष्ट ऊष्मा $= 4200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$, बर्फ की गुप्त ऊष्मा $= 336\ kJ\ kg^{-1}$) [KCET 2002]

(a) $40°C$ (b) $60°C$

(c) $0°C$ (d) $50°C$

62. नियत ताप पर, हम उस दिन अधिक ठंडा महसूस करेंगे, जबकि आपेक्षिक आर्द्रता हो [Pb. PMT 1996]

(a) 25% (b) 12.5%

(c) 50% (d) 75%

63. निम्न में से कौन विशिष्ट ऊष्मा की इकाई है [MH CET 2004]

(a) $J\ kg\ °C^{-1}$ (b) $J / kg\ °C$

(c) $kg\ °C / J$ (d) $J / kg\ °C^{-2}$

64. $0°C$ पर स्थित 50 ग्राम बर्फ को $80°C$ पर स्थित 50 ग्राम जल में मिलाया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा [DCE 2002]

(a) $0°C$ (b) $40°C$

(c) $40°C$ (d) $4°C$

65. दाब बढ़ाने पर द्रव का गलनांक घटता हैं यदि द्रव [DCE 1995]

(a) जमने पर फैलता है

(b) जमने पर सिकुड़ता है

(c) जमने पर आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता

(d) उपरोक्त में से कोई नही

66. उस दिन आपेक्षिक आद्रता क्या होगी जबकि $12°C$ पर जल वाष्प का आंशिक दाब $0.012 \times 10^5\ Pa$ हैं (दिये गये ताप पर वाष्प दाब = $0.016 \times 10^5\ Pa$) [AIIMS 1998]

(a) 70% (b) 40%

(c) 75% (d) 25%

67. 1kg का एक हथौड़ा 50 m/s की चाल से 200 ग्राम की एक कील पर चोट करता है। यदि लोहे की विशिष्ट ऊष्मा 0.105 $cal/gm \times °C$ हो, एवं आधी ऊर्जा केवल ऊष्मा में परिवर्तित होती है, तब कील के ताप में वृद्धि होगी [RPMT 1995]

(a) $7.1°C$ (b) $9.2°C$

(c) $10.5°C$ (d) $12.1°C$

68. वाष्प की गुप्त ऊष्मा 536 cal/gm है तब इसका मान जूल/किग्रा में होगा [RPMT 1999]

(a) 2.25×10^6 (b) 2.25×10^3

(c) 2.25 (d) इनमें में से कोई नही

69. निम्न में से किसकी विशिष्ट ऊष्मा अधिकतम है [RPMT 1999]

(a) जल (b) एल्कोहल

(c) ग्लिसरीन (d) तेल

70. $0°C$ पर स्थित 50 gm बर्फ एक कुचालक पात्र में रखी है। इसमें $100°C$ वाले 50gm जल को मिलाया जाता है। तब मिश्रण का अन्तिम ताप होगा (ऊष्मा क्षय नगण्य है) [RPMT 2001]

(a) $10°C$ (b) $0° << T_m < 20°C$

(c) $20°C$ (d) $20°C$ से अधिक

71. $4°C$ पर स्थित एक 3.5 kg की एक स्थिर वस्तु को 2000 m की ऊँचाई से एक $0°C$ पर स्थित हिम पर्वत पर गिराया जाता है। यदि हिम खण्ड से टकराने से ठीक पूर्व वस्तु का ताप $0°C$ हो एवं वस्तु टकराने के तुरन्त बाद विराम में आ जाती है। तब वस्तु द्वारा कितनी बर्फ पिघला दी जाएगी $(g = 10\ m/s^2)$ एवं (बर्फ की गुप्त ऊष्मा $= 3.5 \times 10^5\ joule/\sec$) [BHU 2001]

(a) 2 kg (b) 200 gm

(c) 20 gm (d) 2 gm

72. $25°C$ पर स्थित 300 gm जल को $0°C$ पर स्थित 100 gm बर्फ में मिलाया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा [MP PET 2004]

(a) $-\frac{5}{3}°C$ (b) $-\frac{5}{2}°C$

(c) $-5°C$ (d) $0°C$

73. $0°C$ पर स्थित 5 gm बर्फ को $100°C$ की भाप में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा होगी (कैलोरी में) [DPMT 2005]

(a) 3100 (b) 3200

(c) 3600 (d) 4200

74. जब भाप को $25°C$ पर स्थित 40gm जल में प्रवाहित किया जाता है, तब 2gm भाप संघनित हो जाती है। भाप के संघनन से जल का ताप बढ़कर $54.3°C$ हो जाता है। भाप की गुप्त ऊष्मा है [J & K CET 2005]

(a) 540 cal/g (b) 536 cal/g

(c) 270 cal/g (d) 480 cal/g

75. $0°C$ पर स्थित 10 gm बर्फ को $50°C$ पर स्थित 100 gm जल में मिलाया जाता है मिश्रण का ताप होगा [AFMC 2005]

(a) $31.2°C$ (b) $32.8°C$

(c) $36.7°C$ (d) $38.2°C$

76. तीन द्रवों जिनके द्रव्यमान m_1, m_2 एवं m_3 हैं, को आपस में मिलाया गया है। यदि इनकी विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः c_1, c_2 व c_3 हों एवं तापक्रम T_1, T_2 एवं T_3 हो तो मिश्रण का तापक्रम होगा

(a) $\frac{c_1T_1 + c_2T_2 + c_3T_3}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3}$

(b) $\frac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 + m_3c_3T_3}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3}$

(c) $\frac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 + m_3c_3T_3}{m_1T_1 + m_2T_2 + m_3T_3}$

(d) $\frac{m_1T_1 + m_2T_2 + m_3T_3}{c_1T_1 + c_2T_2 + c_3T_3}$

77. दाब ताप अवस्था चित्र (Phase diagram) पर वह बिन्दु जिस पर सभी अवस्थाएं एक साथ उपस्थित होती हैं, कहलाता है [MH CET 2005]

(a) ऊर्ध्वपातन (b) गलन बिन्दु

(c) त्रिक बिन्दु (d) वाष्पन बिन्दु

78. उबलता हुआ जल भाप में परिवर्तित हो रहा है। इस अवस्था में जल की विशिष्ट ऊष्मा है [UPSEAT 1998]

(a) < 1 (b) ∞

(c) 1 (d) 0

79. एक पात्र में 110 ग्राम जल है। पात्र की ऊष्मा धारिता 10 ग्राम जल के तुल्य है। पात्र का प्रारम्भिक ताप $10°C$ है। यदि $70°C$ तापक्रम वाले 220 ग्राम जल को पात्र में मिला दिया जाये, तब मिश्रण का ताप होगा (विकिरण क्षय नगण्य है) [UPSEAT 2000]

(a) $70°C$ (b) $80°C$

(c) $60°C$ (d) $50°C$

80. एक वस्तु की ऊष्माधारिता 80 cal है तब इसका जल तुल्यांक है [UPSEAT 2001]

(a) 80 cal/gm (b) 8 gm

(c) 80 gm (d) 80 kg

81. M द्रव्यमान एवं S विशिष्ट ऊष्मा वाले एक द्रव का ताप $2t$ है। एक अन्य द्रव, जिसकी ऊष्माधारिता पहले की 1.5 गुनी एवं ताप $\frac{t}{3}$ है, पहले द्रव में मिला दिया जाता है। मिश्रण का अन्तिम ताप होगा [EAMCET (Engg.) 1999]

(a) $\frac{4}{3}t$ (b) t

(c) $\frac{t}{2}$ (d) $\frac{2}{3}t$

82. शुष्क बर्फ (Dry ice) है [CPMT 2000]

(a) बर्फ घन

(b) सोडियम क्लोराइड

(c) द्रवित नाइट्रोजन

(d) सोडियम कार्बन डाई ऑक्साइड

Critical Thinking

Objective Questions

1. $18°C$ ताप पर एक काँच फ्लास्क 50 cc के चिन्ह तक पारे से भरा हुआ है। यदि फ्लास्क एवं इसमें भरे पारे को $38°C$ तक गर्म किया जाय तब चिन्ह से ऊपर कितना पारा होगा (काँच के लिए $\alpha = 9 \times 10^{-6}/°C$ एवं पारे का वास्तविक प्रसार गुणांक $180 \times 10^{-6}/°C$) [EAMCET 1997]

(a) 0.85 cc (b) 0.46 cc

(c) 0.153 cc (d) 0.05 cc

2. एक काँच पात्र में मरकरी का आभासी प्रसार गुणांक $153 \times 10^{-6}/°C$ एवं स्टील पात्र में मरकरी का आभासी प्रसार गुणांक $144 \times 10^{-6}/°C$ है। यदि स्टील के लिए α का मान $12 \times 10^{-6}/°C$ हो, तब ग्लास के लिए α का मान होगा [EAMCET 1997]

(a) $9 \times 10^{-6}/°C$ (b) $6 \times 10^{-6}/°C$

(c) $36 \times 10^{-6}/°C$ (d) $27 \times 10^{-6}/°C$

3. गर्म करने पर ठोसों में प्रसार होता है क्योंकि [CPMT 1990]

(a) परमाणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ती है

(b) परमाणुओं की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है

(c) परमाणुओं की कुल ऊर्जा बढ़ती है

(d) स्थितिज ऊर्जा वक्र, दो परमाणुओं के बीच की साम्य दूरी के परितः असममित होता है

4. लकड़ी के $1 m$ व्यास के एक पहिये पर लोहे का एक टायर चढ़ाया है। टायर का व्यास पहिये के व्यास से $6\ mm$ कम है। लोहे के टायर को लकड़ी के ऊपर चढ़ाने के लिए तापक्रम में होने वाली न्यूनतम वृद्धि होनी चाहिए (लोहे का आयतन प्रसार गुणांक $3.6 \times 10^{-5}/^\circ C$) [CPMT 1989]

(a) $167^\circ C$ (b) $334^\circ C$

(c) $500^\circ C$ (d) $1000^\circ C$

5. एक काँच के फ्लास्क का आयतन 1 लीटर है इसमें $0^\circ C$ पर पारा भरा हुआ है। इसे $100^\circ C$ तक गर्म करने पर कितना पारा बाहर निकल जायेगा (पारे का आयतन प्रसार गुणांक $1.82 \times 10^{-4}/^\circ C$ एवं काँच का रेखीय प्रसार–गुणांक $0.1 \times 10^{-4}/^\circ C$) [MNR 1994]

(a) 21.2 cc (b) 15.2 cc

(c) 1.52 cc (d) 2.12 cc

6. एक स्टील की स्केल द्वारा, एक ताँबे के तार की लम्बाई $80.0\, cm$ मापी जाती है, दोनों के तापक्रम $20^\circ C$ हैं (जो कि स्केल का अशांकन तापक्रम है)। $40^\circ C$ तापक्रम पर स्केल द्वारा मापी गई तार की लम्बाई होगी ($\alpha_{\text{इस्पात}} = 11 \times 10^{-6}$ per$^\circ C$ एवं $\alpha_{\text{ताँबा}} = 17 \times 10^{-6}\ per\ ^\circ C$) [CPMT 2004]

(a) $80.0096\ cm$ (b) $80.0272\ cm$

(c) $1\, cm$ (d) $25.2\, cm$

7. एक द्विधातु पट्टी का निर्माण ताँबे तथा पीतल की समान लम्बाई की पट्टियों से किया गया हैं दोनों धातुओं के रेखीय प्रसार गुणांक क्रमशः α_C एवं α_B है। गर्म करने पर पट्टी के तापक्रम में ΔT की वृद्धि होती है एवं पट्टी R वक्रता त्रिज्या के एक चाप का स्वरूप लेती है तो त्रिज्या R होगी [IIT-JEE (Screening) 1999]

(a) ΔT के समानुपाती

(b) ΔT के व्युत्क्रमानुपाती

(c) $|\alpha_B - \alpha_C|$ के समानुपाती

(d) $|\alpha_B - \alpha_C|$ के व्युत्क्रमानुपाती

8. थर्मोस्टेट में प्रयुक्त द्वि–धातु की पट्टी में प्रयुक्त दोनों धातुओं के लिए निम्न में से किस राशि में अन्तर होता है [IIT-JEE 1992]

(a) द्रव्यमान (b) लम्बाई

(c) प्रतिरोधकता (d) रेखीय प्रसार गुणांक

9. एल्कोहल में डूबी धातु की गेंद का भार $0^\circ C$ एवं $59^\circ C$ पर क्रमशः W_1 एवं W_2 है। धातु के आयतन प्रसार–गुणांक का मान एल्कोहल की तुलना में कम है। यदि धातु का घनत्व एल्कोहल की तुलना में अधिक हो, तब [CPMT 1998]

(a) $W_1 > W_2$ (b) $W_1 = W_2$

(c) $W_1 < W_2$ (d) $W_2 = (W_1 / 2)$

10. मरकरी का आयतन प्रसार गुणांक $18 \times 10^{-5}/^\circ C$ है। एक थर्मामीटर के बल्व का आयतन $10^{-6}\ m^3$ एवं दण्डी का अनुप्रस्थ काट $0.004 cm^2$ है। यह मानते हुए कि बल्ब $0^\circ C$ पर मरकरी से भरा हुआ है, तब मरकरी स्तम्भ की $100^\circ C$ पर लम्बाई होगी

[Pb. PMT 1998, DPMT 1997, 2001]

(a) 18.8 mm (b) 9.2 mm

(c) 7.4 cm (d) 4.5 cm

11. एक धात्विक टुकड़े का वायु में भार 46 ग्राम है। जब इसे $27^\circ C$ ताप पर 1.24 विशिष्ट गुरुत्व वाले द्रव में डुबोया जाता है, तब इसका भार 30 ग्राम है। जब द्रव का ताप $42^\circ C$ तक बढ़ा दिया जाता है, तब धात्विक टुकड़े का भार 30.5 ग्राम है, $42^\circ C$ ताप पर द्रव का विशिष्ट गुरुत्व 1.20 है। तब धातु का रेखीय प्रसार गुणांक है

(a) $3.316 \times 10^{-5}/^\circ C$ (b) $2.316 \times 10^{-5}/^\circ C$

(c) $4.316 \times 10^{-5}/^\circ C$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

12. यह ज्ञात है कि मोम जमने पर सिकुड़ता है। यदि पिघले हुए मोम को एक बड़े पात्र मे लेकर धीरे–धीरे ठंडा किया जाये तब

[CBSE PMT 1994]

(a) यह ऊपर से नीचे की ओर जमना प्रारम्भ कर देगा

(b) यह तली से ऊपर की ओर जमना प्रारम्भ कर देगा

(c) यह बीच मे से ऊपर एवं नीचे की ओर समान दर से जमना प्रारम्भ कर देगा

(d) सम्पूर्ण द्रव्यमान एकसाथ जम जाएगा

13. एक पदार्थ के $m\ kg$ द्रव्यमान को इसके गलनांक बिन्दु पर द्रव अवस्था में बनाये रखने के लिए P वॉट शक्ति की आवश्यकता होती है। जब शक्ति सप्लाई बन्द कर दी जाती है, तो पदार्थ t समय में पूर्णतः जम जाता है। पदार्थ की गलन की गुप्त ऊष्मा होगी

[IIT JEE 1992]

(a) $\frac{Pm}{t}$ (b) $\frac{Pt}{m}$

(c) $\frac{m}{Pt}$ (d) $\frac{t}{Pm}$

14. $100^\circ C$ ताप वाली भाप को, 0.02 kg जल तुल्यांक वाले कैलोरी मीटर मे $15^\circ C$ ताप पर भरे 1.1 kg जल मे प्रवाहित किया जाता है। परिणाम स्वरूप कैलोरी मीटर एवं जल का ताप $80^\circ C$ हो जाता है तब भाप का संघनित द्रव्यमान kg में है [IIT 1995]

(a) 0.130 (b) 0.065

(c) 0.260 (d) 0.135

15. एक कुचालक बर्तन में $-20^\circ C$ पर 2 kg बर्फ रखी हुई है। इसमें $0^\circ C$ ताप वाले 5 kg जल को मिलाया जाता है। ऊष्मा के स्थानान्तरण के पश्चात् अंत में बर्तन में शेष बचे पानी का द्रव्यमान होगा। (पानी एवं

बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः 1 *kcal/kg* प्रति °*C* एवं 0.5 *kcal/kg/°C* एवं बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा 80 *kcal/kg*)

[IIT-JEE (Screening) 2003]

(a) 7 *kg* (b) 6 *kg*

(c) 4 *kg* (d) 2 *kg*

16. एक बर्तन में 2 लीटर पानी रखा है जिसे $1 kW$ शक्ति के हीटर से $27°C$ से गर्म करना प्रारंभ किया जाता है। बर्तन का ढक्कन खुला होने से $160 J/s$ की दर से ऊर्जा का ह्रास होता है तो कितने समय में पानी का ताप $27°C$ से बढ़कर $77°C$ जो जायेगा [पानी की विशिष्ट ऊष्मा $4.2 kJ/kg$]

[IIT-JEE (Screening) 2004]

(a) 8 *min* 20 *s* (b) 6 *min* 2 *s*

(c) 7 *min* (d) 14 *min*

17. सीसे की एक गोली लक्ष्य से टकराकर विराम अवस्था में आ जाती है। 25% ऊष्मा का शोषण लक्ष्य द्वारा किया जाता है। यदि गोली का प्रारम्भिक ताप 27°*C* है, तो लक्ष्य से टकराते समय गोली का वेग होगा (सीसे का गलनांक 327°*C*, सीसे का वि. ऊष्मा 0.03 *cal/gm°C* एवं गलन की गुप्त ऊष्मा 6 *cal/gm* तथा *J* = 4.2 *joule/cal*)

(a) 410 *m/sec* (b) 1230 *m/sec*

(c) 307.5 *m/sec* (d) उपरोक्त कोई नहीं

18. यदि एक ही धातु की 10 *gm* तथा 5 *gm* की दो गोलियाँ किसी लक्ष्य पर समान वेग से टकराती हैं तथा कुल उत्पन्न ऊर्जा गोलियों का ताप बढ़ाने में व्यय होती है, तो किस गोली का ताप अधिक हो जायेगा

(a) बड़ी गोली का

(b) छोटी गोली का

(c) दोनों गोलियों का समान होगा

(d) इनमें से कोई सही नही है

19. तीन विभिन्न द्रवों *A*, *B* एवं *C* की समान मात्राओं के ताप क्रमशः 12°*C*, 19°*C* एवं 28°*C* है। जब *A* व *B* का मिश्रित किया जाता है, तब मिश्रण का ताप 16°*C* है एवं जब *B* एवं *C* को मिश्रित किया जाता है, तब मिश्रण का ताप 23°*C* है। जब *A* व *C* को मिलाया जाय तब मिश्रण का ताप होगा [Kerala PET 2005]

(a) 18.2°*C* (b) 22°*C*

(c) 20.2°*C* (d) 25.2°*C*

20. एक औधौगिक प्रक्रम में 10 *kg* जल को प्रति घण्टे 20°*C* से 80°*C* तक गर्म किया जाता है। ऐसा करने के लिए 150°*C* ताप वाली भाप को एक बॉयलर से पानी मे डूबी हुई ताम्र कुण्डलियों में प्रवाहित किया जाता है। भाप कुण्डलियों मे संघनित हो जाती है एवं बॉयलर को 90°*C* जल के रूप में वापस कर दी जाती है प्रति घण्टे कितने *kg* भाप की आवश्यकता होगी (भाप की विशिष्ट ऊष्मा = 1 *cal /gm°×C* एवं वाष्पन की गुप्त ऊष्मा = 540 *cal/gm*)

(a) 1 *gm* (b) 1 *kg*

(c) 10 *gm* (d) 10 *kg*

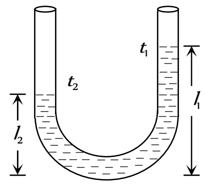
21. ऊर्ध्वाधर U-नली में द्रव भरा हुआ है एवं नली की दोनों भुजाओं को भिन्न– भिन्न तापक्रम t_1 एवं t_2 पर रखा गया है। दोनों भुजाओं में द्रव स्तम्भ की ऊँचाई क्रमशः l_1 एवं l_2 है, तो द्रव के आयतन प्रसार गुणांक का मान होगा

(a) $\frac{l_1 - l_2}{l_2 t_1 - l_1 t_2}$

(b) $\frac{l_1 - l_2}{l_1 t_1 - l_2 t_2}$

(c) $\frac{l_1 + l_2}{l_2 t_1 + l_1 t_2}$

(d) $\frac{l_1 + l_2}{l_1 t_1 + l_2 t_2}$



22. एक क्रिस्टल का एक निश्चित दिशा में रेखीय प्रसार गुणांक α_1 है। एवं इस दिशा के लम्बवत् प्रत्येक दिशा में रेखीय प्रसार गुणांक α_2 है। आयतन प्रसार गुणांक का मान है

(a) $\alpha_1 + \alpha_2$ (b) $2\alpha_1 + \alpha_2$

(c) $\alpha_1 + 2\alpha_2$ (d) इसमें से कोई नही

[IIT 1981]

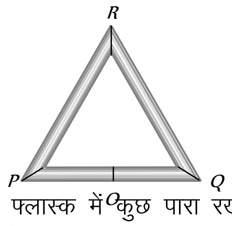
23. समान लम्बाई *l* की तीन छड़ों को मिलाकर एक समबाहु त्रिभुज *PQR* बनाया गया है, *PQ* का मध्य बिन्दु *O* है एवं अल्प तापक्रम की वृद्धि के लिए *OR* का मान नियत रहता है। *PR* व *RQ* के रेखीय प्रसार गुणांक समान α_2 हैं एवं *PQ* का रेखीय प्रसार गुणांक α_1 तब

(a) $\alpha_2 = 3\alpha_1$

(b) $\alpha_2 = 4\alpha_1$

(c) $\alpha_1 = 3\alpha_2$

(d) $\alpha_1 = 4\alpha_2$



24. काँच के एक लीटर क्षमता वाले फ्लास्क में कुछ पारा रखा है। यह पाया गया कि भिन्न–भिन्न तापक्रमों पर फ्लास्क में हवा का आयतन नियत रहता है। फ्लास्क में पारे का आयतन क्या होगा, यदि काँच का रेखीय प्रसार गुणांक $9 \times 10^{-6}/°C$ हो एवं पारे का आयतन प्रसार गुणांक $1.8 \times 10^{-4}/°C$ हैं

(a) 50 *cc* (b) 100 *cc*

(c) 150 *cc* (d) 200 *cc*

25. – 20°*C* ताप पर स्थित 10 *gm* बर्फ को एक कैलोरीमीटर में रखा जाता है, जिसमें 10°*C* ताप पर 10 *gm* पानी है। पानी की विशिष्ट ऊष्मा बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा से दो गुनी है। तापीय सन्तुलन की अवस्था में कैलोरी मीटर में होगा

(a) 20 *g* जल

(b) 20 *g* बर्फ

(c) 10 *g* बर्फ एवं 10 *g* जल

(d) 5 *g* बर्फ एवं 15 *g* जल

26. एक धात्विक छड़ *A* की लम्बाई 20 *cm* है। जब छड़ का ताप 0°*C* से 100°*C* कर दिया जाता है तो इसकी लम्बाई में वृद्धि 0.075*cm* है। समान ताप परिवर्तन के लिए एकसमान लम्बाई की अन्य छड़ *B* की लम्बाई में वृद्धि 0.045 *cm* है। एक समान लम्बाई की तीसरी छड़ दो भागों से मिलकर बनी है एक भाग धातु *A* व दूसरा भाग धातु *B* का

बना हुआ है। समान ताप परिवर्तन के लिए इस छड़ की लम्बाई में वृद्धि 0.060 *cm* है। तब तीसरी छड़ का धातु *A* से बने हुए भाग की लम्बाई हैं [CPMT 1991]

(a) 20 *cm* (b) 10 *cm*

(c) 15 *cm* (d) 18 *cm*

27. 100°*C* ताप वाली भाप को 20°*C* ताप वाले जल में से होकर गुजारा जाता है। जब जल का ताप 90°*C* हो जाता है उस समय जल की मात्रा होंगी (भाप की गुप्त ऊष्मा = 540 *cal/gm*)

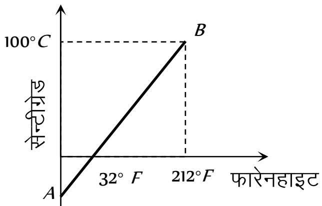
[SCRA 1994]

(a) 24.8 *gm* (b) 24 *gm*

(c) 36.6 *gm* (d) 30 *gm*

GQ Graphical Questions

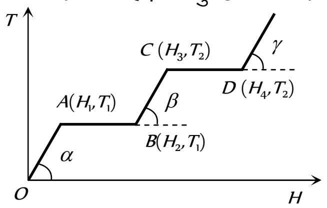
1. एक वस्तु के °*C* ताप एव °*F* ताप के बीच खींचे गये ग्राफ *AB* को चित्र मे प्रदर्शित किया गया है, तब रेखा *AB* की प्रवणता है



(a) 9/5 (b) 5/9

(c) 1/9 (d) 3/9

2. दिये गये ग्राफ में 1 *kg* पदार्थ के तापक्रम (*T*) का परिवर्तन दी गयी ऊष्मा (*H*) के साथ दिखाया है। बिन्दु *O* पर पदार्थ ठोस अवस्था में है, तब



(a) T_2 ठोस का गलनांक है

(b) *BC* भाग ठोस से द्रव अवस्था में परिवर्तन को व्यक्त करता है

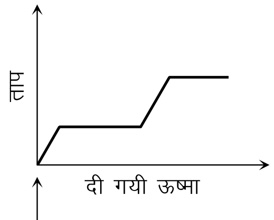
(c) $(H_2 - H_1)$ पदार्थ के जमने की गुप्त ऊष्मा को व्यक्त करता है

(d) $(H_3 - H_1)$ द्रव के वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा को व्यक्त करता है

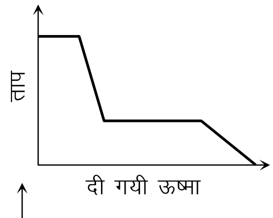
3. –10°*C* पर स्थित बर्फ के एक गुटके को धीरे–धीरे गर्म करके 100°*C* ताप वाली भाप में रूपान्तरित कर दिया जाता है निम्न में से कौनसा ग्राफ गुणात्मक रूप से घटना को प्रदर्शित करता है

[IIT-JEE (Screening) 2000]

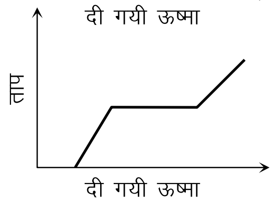
(a)



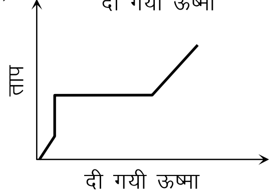
(b)



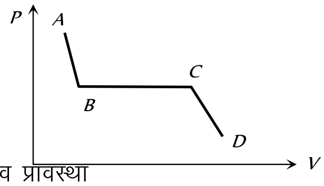
(c)



(d)



4. सूचक आरेख का *AB* भाग पदार्थ की प्रावस्था को प्रदर्शित करता है। यह प्रदर्शित करता है



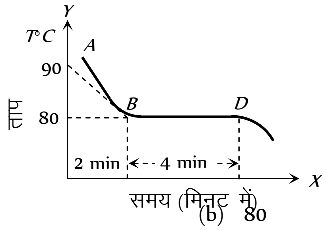
(a) पदार्थ की द्रव प्रावस्था

(b) पदार्थ की गैस प्रावस्थ

(c) द्रव प्रावस्था से गैस प्रावस्था मे परिवर्तन

(d) गैस प्रावस्था से द्रव प्रावस्था में परिवर्तन

5. निम्न चित्र में शुद्ध मोम (पदार्थ) के शीतलन वक्र को दर्शाया गया है। यह *A* से *B* तक ठंडा होता है एवं *BD* के अनुदिश जम जाता है। यदि द्रवित मोम की गुप्त ऊष्मा एवं विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः *L* व *C* हो तब अनुपात *L/C* है

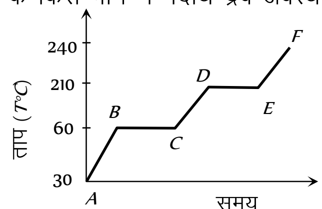


(a) 40 (b) 80

(c) 100 (d) 20

6. एक ठोस पदार्थ का ताप 30°*C* है। इस पदार्थ का एक नियत दर से ऊष्मा प्रदान की जाती है। तब ताप–समय वक्र को चित्र में दर्शाया गया है। वक्र के किस भाग मे पदार्थ द्रव अवस्था मे है

[RPET 1990, 94]

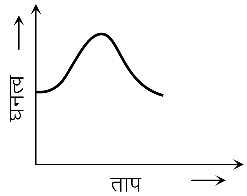


(a) *BC* (b) *CD*

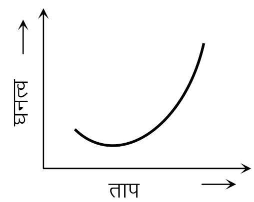
(c) *ED* (d) *EF*

7. निम्न में से किस वक्र द्वारा ताप के साथ जल के घनत्व में परिवर्तन को सही दर्शाया गया है

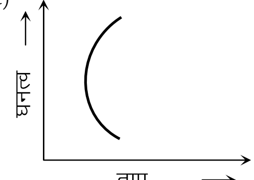
(a)



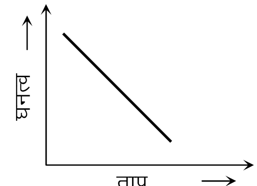
(b)



(c)



(d)



8. यदि किसी वस्तु में फारेनहाइट ताप को *Y*-अक्ष पर एवं संगत सेल्सियस ताप का *X*-अक्ष पर लेकर ग्राफ खींचें तब यह एक सीधी रेखा होगी [AIIMS 1997]

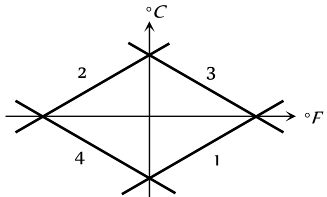
(a) जिसका *Y*-अक्ष पर अन्तः खण्ड धनात्मक है

(b) जिसका x-अक्ष पर अन्तः खण्ड धनात्मक है

(c) जो मूल बिन्दु से गुजरती है

(d) जिसका दोनो अक्षों पर अन्तःखण्ड ऋणात्मक है

9. चित्र में दिखाया गया कौनसा वक्र सेल्सियस एवं फारेनहाइट तापों के बीच सम्बन्ध को प्रदर्शित करता है



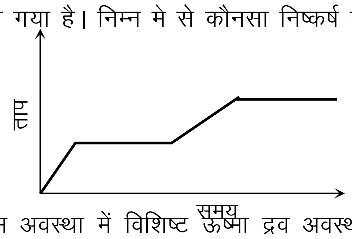
(a) 1

(b) 2

(c) 3

(d) 4

10. एक निश्चित समांगी पदार्थ के प्रतिदर्श (sample) को एकसमान दर से ऊष्मा प्रदान की जाती है। इसके ताप को समय के साथ ग्राफ मे प्रदर्शित किया गया है। निम्न मे से कौनसा निष्कर्ष सही है



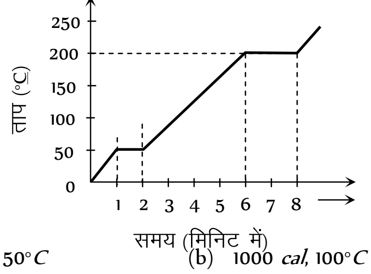
(a) इसकी ठोस अवस्था में विशिष्ट ऊष्मा द्रव अवस्था की तुलना में अधिक है

(b) इसकी द्रव अवस्था में विशिष्ट ऊष्मा ठोस अवस्था की तुलना में अधिक होगी

(c) इसके वाष्पन की गुप्त ऊष्मा इसकी गलन की गुप्त ऊष्मा से अधिक है

(d) इसके वाष्पन की गुप्त ऊष्मा इसकी गलन की गुप्त ऊष्मा से कम

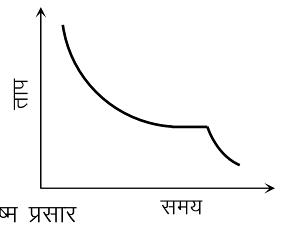
11. एक विद्यार्थी $50 gm$ मोम (विशिष्ट ऊष्मा = $0.6\ kcal/kg \times °C$) को लेकर तब तक गर्म करता है कि यह उबलने लगे। ताप एवं समय के बीच ग्राफ चित्रानुसार है। मोम को प्रतिमिनट प्रदान की गई ऊष्मा एवं इसका क्वथनांक क्रमशः हैं [BHU 1994]



(a) $500\ cal$, $50°C$ (b) $1000\ cal$, $100°C$

(c) $1500\ cal$, $200°C$ (d) $1000\ cal$, $200°C$

12. चित्र में दर्शाया गया ग्राफ प्रदर्शित करता हैं [JIPMER 1999]



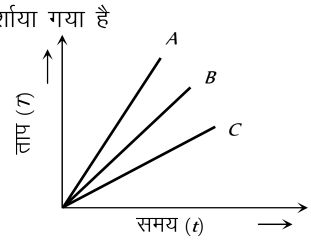
(a) गैस का रुद्धोष्म प्रसार

(b) गैस का समतापीय प्रसार

(c) द्रव से ठोस अवस्था परिवर्तन

(d) गर्म ठोस का शीतलन

13. किस पदार्थ A, B या C की विशिष्ट ऊष्मा अधिकतम है। ताप–समय वक्र को चित्र में दर्शाया गया है



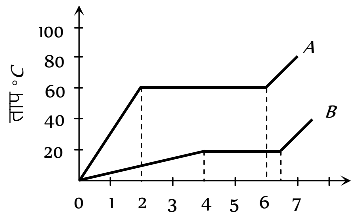
(a) A

(b) B

(c) C

(d) सभी की विशिष्ट ऊष्मा समान है

14. समान द्रव्यमान m के दो पदार्थो A व B को 6 $cal\ s^{-1}$ की दर से गर्म किया जाता है। दोनों पदार्थो के लिए अन्य परिस्थितियाँ समान हैं। दोनों के लिए ताप–समय वक्र को चित्र में प्रदर्शित किया गया है। पूर्ण गलन के लिए अवशोषित ऊष्मा अनुपात H_A / H_B है



(a) $\frac{9}{4}$

(b) $\frac{4}{9}$

(c) $\frac{8}{5}$

(d) $\frac{5}{8}$

AR Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रकथन (Assertion) के पश्चात् कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है

(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है

(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है

(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं

(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : दाब बढ़ाने पर बर्फ का गलनांक घटता है।
कारण : पिघलने पर बर्फ सिकुड़ती है। [AIIMS 2004]

2. प्रक्कथन : फारेनहाइट ताप-मापन की सबसे छोटी इकाई है।
कारण : ताप-मापन मे प्रयुक्त पहली स्केल फारेनहाइट है। [AIIMS 1999]

3. प्रक्कथन : ठोस के पिघलने पर इसकी आंतरिक ऊर्जा घटती है।
कारण : गुप्त ऊष्मा वह ऊष्मा है जो ठोस के इकाई द्रव्यमान को पिघलाने के लिए आवश्यक होती हैं। [AIIMS 1998]

4. प्रक्कथन : भू एवं समुद्री हवाओं (Breez) के उत्पन्न होने का कारण विशिष्ट ऊष्मा है।
कारण : जल की विशिष्ट ऊष्मा भूमि से अधिक होती है। [AIIMS 1995]

5. प्रक्कथन : एक पीतल की चकती एक स्टील प्लेट में बने छेद सही फिट है। चकती को छेद से बाहर निकालने के लिए व्यवस्था को ठंडा करना चाहिए।
कारण : पीतल का रेखीय प्रसार गुणांक स्टील के रेखीय प्रसार गुणांक से अधिक है।

6. प्रक्कथन : आयतन प्रसार गुणांक की विमा K है।

कारण : इकाई ताप परिवर्तन करने पर प्रति इकाई आयतन मे होने वाला परिवर्तन आयतन प्रसार गुणांक कहलाता है।

7. प्रक्कथन : $-40°$ वह ताप है जिस पर फारनेहाइट एक सेल्सियस थर्मामीटर समान पाठ देते हैं।

कारण : सेल्सियस ताप एवं फारेनहाइट ताप के बीच कोई सम्बन्ध नहीं हैं।

8. प्रक्कथन : जब लोहे की एक ठोस गेंद को गर्म किया जाता है तब इसके आयतन में प्रतिशत वृद्धि अधिक होती है।

कारण : क्षेत्रीय प्रसार गुणांक रेखीय प्रसार गुणांक से दोगुना एवं आयतन प्रसार गुणांक रेखीय प्रसार गुणांक से तीन गुना है।

9. प्रक्कथन : एक बीकर $4°C$ ताप पर जल से पूर्णतः भरा हुआ है। जल को ठंडा अथवा गर्म करने पर यह ऊपर से बहने लगेगा।

कारण : तापक्रम $4°C$ से कम या अधिक करने पर जल प्रसारित होता है।

10. प्रक्कथन : बर्फ की गलन की गुप्त ऊष्मा $336000\ J/kg$

कारण : स्थिर ताप पर अवस्था परिवर्तन के लिए आवश्यक ऊष्मा गुप्त ऊष्मा है।

11. प्रक्कथन : यदि विभिन्न ताप वाली दो वस्तुओं को सम्पर्क में लाया जाय तो आवश्यक नहीं है कि उनका ताप माध्य ताप पर आ जाये

कारण : दोनों वस्तुओं की ऊष्माधारिता भिन्न–भिन्न हो सकती है।

12. प्रक्कथन : एक वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा सदैव इसकी ऊष्मा धारिता से अधिक होती है।

कारण : वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप इकाई डिग्री से बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा, ऊष्माधारिता कहलाती है।

13. प्रक्कथन : चन्द्र तल पर स्थित एक खुले पात्र में रखा जल तुरन्त वाष्पित हो जाएगा।

कारण : चन्द्र तल पर सतही ताप जल के क्वथनांक से बहुत अधिक है।

14. प्रक्कथन : $0°C$ ताप पर स्थित बर्फ के अणुओं एवं $0°C$ ताप पर स्थित जल के अणुओं की स्थितिज ऊर्जाएँ समान होंगी।

कारण : स्थितिज ऊर्जा केवल निकाय के ताप पर निर्भर करती है।

Answers

तापमिति

1	d	2	b	3	a	4	c	5	b
6	d	7	c	8	a	9	b	10	b
11	c	12	c	13	c	14	c	15	c
16	d	17	b	18	c	19	c	20	c
21	c	22	a	23	d	24	a	25	c
26	a	27	b	28	a	29	c	30	c
31	a	32	d	33	a	34	d	35	a

तापीय प्रसार

1	c	2	a	3	b	4	d	5	c
6	c	7	c	8	c	9	b	10	c
11	a	12	b	13	b	14	d	15	a
16	d	17	d	18	d	19	d	20	a
21	b	22	c	23	a	24	a	25	a
26	b	27	c	28	d	29	a	30	d
31	b	32	b	33	a	34	c		

कैलोरीमिति

1	b	2	b	3	c	4	c	5	d
6	a	7	c	8	a	9	d	10	a
11	b	12	c	13	a	14	c	15	b
16	a	17	b	18	a	19	a	20	c
21	b	22	b	23	a	24	d	25	a
26	a	27	b	28	a	29	d	30	b
31	a	32	b	33	b	34	a	35	a
36	b	37	c	38	b	39	a	40	a
41	A	42	b	43	d	44	b	45	c
46	c	47	a	48	b	49	b	50	a
51	c	52	d	53	c	54	b	55	b
56	a	57	d	58	d	59	d	60	b
61	c	62	a	63	a	64	a	65	a
66	c	67	a	68	a	69	a	70	a
71	b	72	d	73	c	74	a	75	d
76	b	77	c	78	b	79	d	80	c
81	b	82	d						

Critical Thinking Questions

1	c	2	a	3	d	4	c	5	b
6	a	7	bd	8	d	9	c	10	d
11	b	12	b	13	b	14	a	15	b
16	a	17	a	18	c	19	c	20	b
21	a	22	c	23	d	24	c	25	c
26	b	27	a						

ग्राफीय प्रश्न

1	b	2	c	3	a	4	a	5	d
6	b	7	a	8	a	9	a	10	bc

11	c	12	c	13	c	14	c		

प्रक्कथन एवं कारण

1	a	2	c	3	e	4	a	5	a
6	a	7	c	8	a	9	a	10	b
11	a	12	d	13	a	14	d		

Answers and Solutions

तापमिति

1. (d) $T = 273.15 + t°C \Rightarrow 0 = 273.15 + t°C$
$\Rightarrow t = -273.15°C$

2. (b) $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{-183}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow F = -297°F$

3. (a) $\frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} \Rightarrow \frac{F-32}{9} = \frac{95-273}{5} \Rightarrow F = -288°F$

4. (c) सेल्सियस स्केल पर ताप परिवर्तन = केल्विन स्केल पर ताप परिवर्तन = 27 K

5. (b) $90°C$ ताप अन्तराल के संगत प्रतिरोध में परिवर्तन
$3.70 - 2.71 = 0.99\,\Omega$
दिया गया प्रतिरोध परिवर्तन $3.26 - 2.71 = 0.55\,\Omega$
इसके संगत ताप परिवर्तन $= \frac{90}{0.99} \times 0.55 = 50°C$

6. (d) प्लेटीनम प्रतिरोध तापमापी द्वारा $-200°C$ से $600°C$ तक तापक्रम मापा जा सकता है।

7. (c) पायरोमीटर द्वारा $800°C$ से $6000°C$ तक ताप मापा जा सकता है। अतः सूर्य का ताप पायरोमीटर से मापा जाता है।

8. (a) $\overline{v^2} \propto T$

9. (b) ताप वैद्युत तापमापी सीबेक प्रभाव पर आधारित है।

10. (b) जल का अधिकतम घनत्व $4°C$ पर प्राप्त होता है।
एवं $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow F = 39.2°F$

11. (c) $0\,K$ के आस–पास ताप मापन एवं इसका उत्पादन क्रायोजेनिक्स में होता है।

12. (c)

13. (c) परम शून्य ($0\,K$) पर v_{-} शून्य होता है।

14. (c)

15. (c) हम जानते हैं कि $P = P_0(1+\gamma t)$, $V = V_0(1+\gamma t)$
एवं $\gamma = (1/273)/°C$ । $t = -273°C$ पर, $P = 0$ एवं $V = 0$ प्राप्त होता है।

16. (d) शून्य केल्विन $= -273°C$ (परम शून्य)। चूंकि इस ताप को कोई पदार्थ प्राप्त नहीं कर सकता है अतः ताप कभी भी केल्विन स्केल पर ऋणात्मक नहीं हो सकता।

17. (b) $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{25}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow F = 77°F$.

18. (c) ताप वैद्युत तापमापी का उपयोग तेजी से परिवर्तित होने वाले ताप को मापने में किया जाता है।

19. (c) वाष्पन के कारण शीतलन होता है परिणामस्वरूप गीले रूमाल से ढके थर्मामीटर का पाठ कम होगा।

20. (c) $\frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} \Rightarrow \frac{x-32}{9} = \frac{x-273}{5} \Rightarrow x = 574.25$

21. (c) $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{C}{5} = \frac{(140-32)}{9} \Rightarrow C = 60°$

22. (a) $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{t}{5} = \frac{t-32}{9} \Rightarrow t = -40°$

23. (d) तापमापियों का मानकीकरण गैस थर्मामीटर द्वारा किया जाता है।

24. (a) गैसों के लिए γ अधिक है।

25. (c) मरकरी का क्वथनांक 400°C है। इसलिए मरकरी तापमापी द्वारा 360°C तक का ताप मापा जा सकता है।

26. (a) $t = \dfrac{(P_t - P_0)}{(P_{100} - P_0)} \times 100\,°C = \dfrac{(60-50)}{(90-50)} \times 100 = 25°C$

27. (b) उच्च दाब पर नाइट्रोजन गैस भरने पर मरकरी का क्वथनांक बढ़ जाता है परिणामस्वरूप मरकरी तापमापी की परास बढ़कर 500°C तक हो जाती है।

28. (a) उच्च ताप मापन में पायरोमीटर का उपयोग होता है।

29. (c) $\dfrac{F-32}{9} = \dfrac{K-273}{5} \Rightarrow \dfrac{F-32}{9} = \dfrac{0-273}{5}$

$\Rightarrow F = -459.4°F \approx -460°F$

30. (c) प्रारम्भिक आयतन $V_1 = 47.5$ इकाई

बर्फ–ठंडे पानी का ताप $T_1 = 0°C = 273\ K$

अन्तिम आयतन $V_2 = 67$ इकाई

चार्ल्स नियम का उपयोग करने पर, $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

(जहाँ T_2 क्वथनांक है)

या $T_2 = \dfrac{V_2}{V_1} \times T_1 = \dfrac{67 \times 273}{47.5} = 385\ K = 112°C$

31. (a) किसी भी स्केल पर ताप को अन्य स्केल पर निम्न सूत्र द्वारा परिवर्तित किया जा सकता है; $\dfrac{x - LFP}{UFP - LFP}$ = नियतांक

$\dfrac{x-20}{150-20} = \dfrac{60}{100} \Rightarrow x = 98°C$

32. (d) $\dfrac{C}{5} = \dfrac{F-32}{9} \Rightarrow \dfrac{C}{5} = \dfrac{140-32}{9} \Rightarrow C = 60°C$

33. (a) तेजी से परिवर्तित होने वाले तापों को ताप वैद्युत तापमापी द्वारा मापा जाता है।

34. (d) 100°C का अन्तर = 180°F का अन्तर

$\therefore$ 30°F का अन्तर $= \dfrac{180}{100} \times 30 = 54°$

35. (a)

तापीय प्रसार

1. (c) जब एक ताम्र गेंद को गर्म किया जाता है इसका आकार बढ़ता है, हम जानते हैं आयतन $\propto$(त्रिज्या)^3 एवं क्षेत्रफल $\propto$ (त्रिज्या)^2, इसलिए इसके आयतन में सबसे अधिक वृद्धि होगी। ताप बढ़ाने पर घनत्व घटेगा।

2. (a) $\dfrac{h_1}{h_2} = \dfrac{\rho_1}{\rho_2} = \dfrac{(1+\gamma\theta_1)}{(1+\gamma\theta_2)}$ $\left[\because \rho = \dfrac{\rho_0}{(1+\gamma\theta)}\right]$

$\Rightarrow \dfrac{50}{60} = \dfrac{1+\gamma \times 50}{1+\gamma \times 100} \Rightarrow \gamma = 0.005\ /°C$

3. (b) $\gamma_r = \gamma_a + \gamma_v$; जहाँ γ_r = वास्तविक प्रसार गुणांक

γ_a = आभासी प्रसार गुणांक γ_v = पात्र का प्रसार गुणांक

ताँबे के लिए, $\gamma_r = C + 3\,\alpha_{Cu} = C + 3A$

चाँदी के लिए, $\gamma_r = S + 3\,\alpha_{Ag}$

$\Rightarrow C + 3A = S + 3\alpha_{Ag} \Rightarrow \alpha_{Ag} = \dfrac{C - S + 3A}{3}$

4. (d) आवर्तकाल में भिन्नात्मक परिवर्तन

$\dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{1}{2}\alpha\Delta\theta = \dfrac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 10 = 10^{-5}$

% परिवर्तन $= \dfrac{\Delta T}{T} \times 100 = 10^{-5} \times 100 = 10^{-3}\ \%$

5. (c) $L = L_0(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \dfrac{L_1}{L_2} = \dfrac{1+\alpha(\Delta\theta)_1}{1+\alpha(\Delta\theta)_2}$

$\Rightarrow \dfrac{10}{L_2} = \dfrac{1 + 11 \times 10^{-6} \times 20}{1 + 11 \times 10^{-6} \times 19} \Rightarrow L_2 = 9.99989$

$\Rightarrow$ लम्बाई में कमी

$10 - 9.99989 = 0.00011 = 11 \times 10^{-5}\ cm$

6. (c) प्रतिबल $= Y\alpha\Delta\theta$; स्पष्ट है यह ताप पर निर्भर नही करता है।

7. (c) सभी पदार्थ गर्म करने पर फैलते हैं परिणामस्वरूप घनत्व (= द्रव्यमान/आयतन) घटता है।

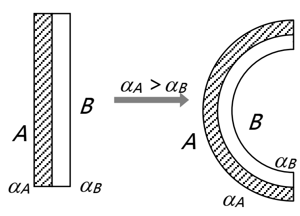
8. (c) चूँकि द्रव का आयतन प्रसार गुणांक पात्र के आयतन प्रसार गुणांक के तुल्य है अतः गर्म करने पर द्रव का स्तर स्थिर रहेगा।

9. (b) प्रति सेकेण्ड समय में कमी $\dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{1}{2}\alpha\Delta\theta = \dfrac{1}{2}\alpha\,(t-0)$

$\Rightarrow$ प्रतिदिन समय में कमी

$\Delta t = \left(\dfrac{1}{2}\alpha t\right)t = \dfrac{1}{2}\alpha t \times (24 \times 60 \times 60) = \dfrac{1}{2}\alpha t \times 86400$

10. (c) एक द्वि धात्विक पट्टी को गर्म करने पर यह एक चाप के रूप मे मुड जाती है। जिसके बाहर की ओर अधिक प्रसारित होने वाली धातु स्थित होती है।



11. (a) जब गेंद को गर्म किया जाता है तो गेंद एवं गुहिका दोनों का प्रसार होता है। अतः गुहिका का आयतन बढ़ता है।

12. (b) गर्मियों में एल्कोहल फैलता है, जिससे घनत्व घटता है। इसलिए गर्मियों में, 1 लीटर एल्कोहल सर्दियों की तुलना में कम भारी होगा।

13. (b) उपरोक्तानुसार सर्दियों में 5 लीटर बेन्जीन गर्मियों की तुलना में अधिक भारी होगा।

14. (d) $4°C$ पर पानी का घनत्व अधिकतम होता है।

15. (a) चूँकि स्टील का रेखीय प्रसार गुणांक पीतल के रेखीय प्रसार गुणांक से अधिक है। अतः इसके ताप में अल्प वृद्धि होने पर छिद्र में पर्याप्त प्रसार होता है।

16. (d) $A \propto L^2 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A} = 2 \cdot \frac{\Delta L}{L} \Rightarrow \frac{\Delta A}{A} = 2 \times 2 = 4\%$.

17. (d) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{1+\gamma t_1}{1+\gamma t_2} \Rightarrow \frac{100}{125} = \frac{1+\gamma \times 20}{1+\gamma \times 100} \Rightarrow \gamma = 0.0033/°C$

18. (d) $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{2 \times 10^{-5}}{2} = 10^{-5} / °C$

19. (d) आयतन प्रसार गुणांक

$$\gamma = \frac{\Delta\rho}{\rho.\Delta T} = \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{\rho.(\Delta\theta)} = \frac{(10-9.7)}{10 \times (100-0)} = 3 \times 10^{-4}$$

अतः रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = \frac{\gamma}{3} = 10^{-4} / °C$

20. (a) $\rho = \rho_0(1 - \gamma.\Delta\theta) = 13.6[1 - 0.18 \times 10^{-3}(473 - 273)]$

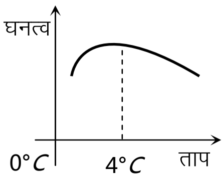
$= 13.6[1 - 0.036] = 13.11\ gm / cc$.

21. (b) $\gamma_{\text{वास्तविक}} = \gamma_{\text{आभासी}} + \gamma_{\text{पात्र}}$

$\Rightarrow \gamma_{\text{आभासी}} = \gamma_{\text{ग्लसरीन}} - \gamma_{\text{गिलास}}$

$= 0.000597 - 0.000027 = 0.00057 / °C$

22. (c) $4°C$ ताप पर जल का घनत्व अधिकतम होता है इसलिए यदि $4°C$ से नीचे जल को ठंडा करे या $4°C$ के ऊपर गर्म करें दोनों ही स्थितियों में जल का घनत्व घटता है। दूसरे शब्दों में यह प्रसारित होता है इसलिए यह दोनों ही दशाओं मे ऊपर से फैलेगा।



23. (a) $\gamma = \frac{\Delta V}{V.\Delta T} = \frac{0.24}{100 \times 40} = 6 \times 10^{-5} / °C$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\gamma}{3} = 2 \times 10^{-5} / °C$

24. (a) चूँकि $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3} \Rightarrow \alpha : \beta : \gamma = 1 : 2 : 3$

25. (a) $\gamma_{\text{आभासी}} = \frac{\text{बाहर निकला द्रव्यमान}}{\text{शेष द्रव्यमान} \times \Delta T}$

$= \frac{x/100}{x \times 80} = \frac{1}{8000} = 1.25 \times 10^{-4} / °C$

26. (b) जल असामान्य प्रसार के कारण $0°C$ से $4°C$ के बीच गर्म करने पर सिकुड़ता है एवं ठंडा करने पर फैलता है। इसलिए ठंडे प्रदेशों में कभी–कभी जल–पाइप फट जाते हैं।

27. (c) निकाय को गर्म करने पर x, r, व d सभी बढ़ते हैं। क्योंकि समदैशिक ठोस का तापीय प्रसार फोटो ग्राफिक आवर्धन के समतुल्य है।

28. (d) $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \times \Delta\theta} = \frac{0.01}{5 \times 100} = 2 \times 10^{-5} / °C$

29. (a) $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0(\Delta\theta)} = \frac{0.19}{100\,(100-0)} = 1.9 \times 10^{-5} / °C$

अब $\gamma = 3\alpha = 3 \times 1.9 \times 10^{-5}/°C = 5.7 \times 10^{-5}/°C$

30. (d) चूँकि पीतल का रेखीय प्रसार गुणांक स्टील की तुलना में अधिक है। इसलिए ठंडा करने पर पीतल अधिक सिकुड़ता है और यह ढीला हो जाता है।

31. (b) लम्बाई में वृद्धि $\Delta L = L_0\, \alpha\, \Delta\theta$

$= 10 \times 10 \times 10^{-6} \times (100 - 0) = 10^{-2}\ m = 1\ cm$

32. (a) $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta\theta} = \frac{(1 - 0.9997)}{0.9997 \times 12 \times 10^{-6}} = 25°C$

33. (c) जल की सबसे अधिक घनत्व वाली परत तली में स्थित होगी। इसलिए झील की तली का ताप $4°C$ होगा

34. (c) दिया है $\Delta l_1 = \Delta l_2$ या $l_1 \alpha_a t = l_2 \alpha_s t$

$\therefore \frac{l_1}{l_2} = \frac{\alpha_s}{\alpha_a}$ या $\frac{l_1}{l_1 + l_2} = \frac{\alpha_s}{\alpha_a + \alpha_s}$

कैलोरीमिति

1. (b) वाष्प से द्रव अवस्था संक्रमण में ऊष्मा मुक्त होती है।

2. (b) खदान के अन्दर दाब सामान्य दाब से अधिक होता है। हम जानते है कि दाब बढ़ने पर क्वथनांक बढ़ता है।

3. (c) $Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m.\Delta\theta}$; जब $\Delta\theta = 0 \Rightarrow c = \infty$

4. (c) गैस का द्रव्यमान एवं आयतन नियत है। इसलिए घनत्व नियत रहेगा।

5. (d)

6. (a) वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, गलन की गुप्त ऊष्मा से सदैव अधिक होती है, क्योंकि द्रव से वाष्प परिवर्तन के दौरान आयतन में अधिक परिवर्तन होता है। इसलिए ठोस से द्रव रूपान्तरण की तुलना में द्रव से वाष्प रूपान्तरण के दौरान अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होती है।

7. (c) यदि अवस्था परिवर्तित न हो तब $\Delta Q = mc\Delta\theta$.

8. (a) $0°C$ पर बर्फ पिघलने के लिए आवश्यक ऊष्मा

$Q_1 = mL = 540 \times 80 = 43200\ cal$

जल द्वारा $0°C$ तक ठंडा होने के लिए दी गई ऊष्मा

$Q_2 = ms\Delta\theta = 540 \times 1 \times (80 - 0) = 43200\ cal$

जल द्वारा दी गई ऊष्मा बर्फ को केवल पिघलाने के लिए ही पर्याप्त है अतः मिश्रण का अन्तिम ताप $0°C$ होगा।

Short trick : इस प्रकार के प्रश्नों के हल के लिए निम्न सूत्र को याद रखें $\theta_{\text{मिश्रण}} = \frac{m_W\theta_W - \frac{m_iL_i}{c_W}}{m_i + m_W}$

यदि $m_W = m_i$ तब $\theta_{\text{मिश्रण}} = \frac{\theta_W - \frac{L_i}{c_W}}{2} = \frac{80 - \frac{80}{1}}{2} = 0°C$

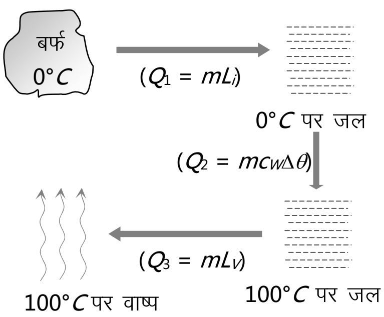
9. (d) जल की विशिष्ट ऊष्मा बहुत अधिक होने के कारण, यह अल्प ताप परिवर्तन के लिए अधिक ऊष्मा मुक्त करता है।

10. (a) $Q = m.c.\Delta\theta = 5 \times (1000 \times 4.2) \times (100 - 20)$

$= 1680 \times 10^3 \ J = 1680 \ kJ$

11. (b) दाब बढ़ाने पर बर्फ का गलनांक घटता है (चूँकि जल के जमने पर इसका प्रसार होता है).

12. (c) बर्फ (0°*C*) का भाप (100°*C*) में रूपान्तरण निम्न प्रकार होता है



दी गई प्रक्रिया के लिए आवश्यक ऊष्मा $= Q_1 + Q_2 + Q_3$

$= 1 \times 80 + 1 \times 1 \times (100 - 0) + 1 \times 536 = 716 \ cal$

13. (a) यदि *m* ग्राम बर्फ पिघलती है, तब

दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$80 \times 1 \times (30 - 0) = m \times 80 \Rightarrow m = 30 \ gm$

14. (c) क्वथनांक पर संतृप्त वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर होता है। इसलिए 100°*C* ताप पर जल का संतृप्त वाष्प दाब = 760 *mm* मरकरी स्तम्भ (वायुमण्डलीय दाब)

15. (b) ऊष्माधारिता = द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्मा

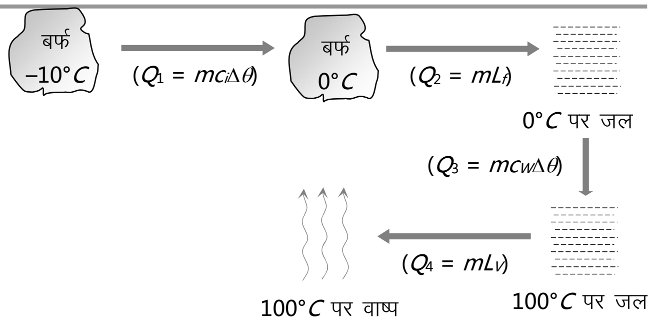
समान पदार्थ से बने होने के कारण दोनों गोलों की विशिष्ट ऊष्मा समान होगी एवं द्रव्यमान = आयतन (*V*) × घनत्व (ρ)

∴ ऊष्माधारिताओ का अनुपात

$= \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_1\rho}{V_2\rho} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_1^3}{\frac{4}{3}\pi r_2^3} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 1:8$

16. (a) बर्फ (–10°*C*) भाप (100°*C*) में निम्न प्रकार रूपान्तरित होती है

(c_i = बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा, c_W = जल की विशिष्ट ऊष्मा)



कुल आवश्यक ऊष्मा $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$\Rightarrow Q = 1 \times 0.5(10) + 1 \times 80 + 1 \times 1 \times (100 - 0) + 1 \times 540$

$= 725 \ cal$

अतः किया गया कार्य $W = JQ = 4.2 \times 725 = 3045 \ J$

17. (b) जब 0°*C* पर जल ठंडा होकर बर्फ में रूपान्तरित होता है तब 80 *cal/gm* की दर से ऊष्मा मुक्त होती है, क्योंकि अणुओं की स्थितिज ऊर्जा घटती है। जल के जमने की प्रक्रिया में द्रव्यमान नियत रहेगा।

18. (a) 100°*C* के जल की तुलना में 100°*C* की भाप में 540 *cal/gm* अतिरिक्त ऊर्जा समाहित होती है। इसलिए जल की तुलना में भाप से जलना अधिक कष्टदायी होता है।

19. (a) ताम्र एवं जल को समान ऊर्जा प्रदान की जाती है इसलिए $m_c c_c \Delta\theta_c = m_W c_W \Delta\theta_W$

$\Rightarrow \Delta\theta_W = \frac{m_c c_c (\Delta\theta)_c}{m_W c_W} = \frac{50 \times 10^{-3} \times 420 \times 10}{10 \times 10^{-3} \times 4200} = 5°C$

20. (c) मिश्रण का ताप $\theta_{\text{मिश्रण}} = \frac{\theta_A c_A + \theta_B c_B}{c_A + c_B}$

$\Rightarrow 28 = \frac{32 \times c_A + 24 \times c_B}{c_A + c_B}$

$\Rightarrow 28\ c_A + 28 c_B = 32\ c_A + 24\ c_B \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{1}{1}$

21. (b) गर्म जल द्वारा दी गई ऊष्मा = बीकर में भरे ठंडे जल द्वारा ली गई ऊष्मा + बीकर द्वारा ली गई ऊष्मा

$\Rightarrow 440(92 - \theta) = 200 \times (\theta - 20) + 20 \times (\theta - 20)$

$\Rightarrow \theta = 68°C$

22. (b) $Q = m.c.\Delta\theta$; यदि $\Delta\theta = 1 K$ तब $Q = mc$ = ऊष्माधारिता

23. (a) गुप्त ऊष्मा वस्तु की आकृति पर निर्भर नही करती है। स्प्रिंग को खीचने में व्यय ऊर्जा (Ordered energy) उसकी ऊष्मा में कोई योगदान नहीं करती है। ऊष्मा पदार्थ के अणुओं की गतिज ऊर्जा (disordered kinetic energy) है।

24. (d) मिश्रण का ताप

$$\theta_{\text{मिश्रण}} = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2} = \frac{m \times c \times 2T + \frac{m}{2}(2c)T}{m.c + \frac{m}{2}(2c)} = \frac{3}{2}T$$

25. (a)

26. (a) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \frac{\theta_W - \frac{L_i}{c_W}}{2} = \frac{100 - \frac{80}{1}}{2} = 10°C$

27. (b) जब दाब घटता है तब क्वथनांक घटता है।

28. (a) जब किसी द्रव का वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के तुल्य हो जाता है तो वह उबलने लगता है चन्द्रतल पर वायुमण्डलीय दाब शून्य है अतः क्वथनांक घटता है एवं 30°*C* पर उबलने लगता है।

29. (d) ऊष्माधारिता $= mc = 40 \times 0.2 = 8\ cal/°C$.

30. (b) $Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m.\Delta\theta}$

ताप मापन स्केल में $\Delta\theta°F > \Delta\theta°C$ इसलिए $(c)_{°F} < (c)_{°C}$

31. (a) दाब बढ़ाने पर बर्फ का गलनांक घटता है।

32. (b) यांत्रिक कार्य ऊष्मा में रूपान्तरित हो जाता है, जब हथेलियों का ताप वायुमण्डलीय ताप से अधिक हो जाता है तो यह वायुमण्डल में ऊष्मा खोने लगता है।

33. (b) पहले गोली का ताप गलनांक बिन्दु तक बढ़ेगा फिर यह पिघलना प्रारम्भ कर देगी। सूत्र $W = JQ$ से,

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = J.[m.c.\Delta\theta + mL] = J[m\,S\,(475 - 25) + mL]$

$\Rightarrow mS(475 - 25) + mL = \frac{mv^2}{2J}$

34. (a) $W = JQ \Rightarrow \frac{1}{2}(mgh) = J \times mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{gh}{2Jc}$

$(\because c_{\text{water}} = 1000\ \frac{cal}{kg \times °C})$

Short trick : $\frac{g}{Jc_W} = 0.0023$, याद रखें

यहाँ $\Delta\theta = \frac{1}{2} \times (0.0023)h = \frac{1}{2} \times 0.0023 \times 84 = 0.098\,°C$

35. (a) $W = JQ \Rightarrow mgh = J \times Q$

$\Rightarrow Q = \frac{mgh}{J} = \frac{5 \times 9.8 \times 30}{4.2} = 350\ cal$

36. (b) $W = JH = 4.18 \times 400 = 1672\ j$

37. (c) प्रदाय ऊर्जा $= 0.93 \times 3600\ joules$ = 3348 *j*

10 ग्राम बर्फ को पिघलाने के लिए आवश्यक ऊष्मा

$= 10 \times 80 \times 4.18 = 3344\ j$

अतः गुटका ठीक पिघल जाता है।

38. (b) माना कि व्यक्ति *h* ऊँचाई तक चढ़ता है तब

$W = JQ \Rightarrow mgh = JQ$

$\Rightarrow 60 \times 9.8 \times h = 4.2 \times \left(10^5 \times \frac{28}{100}\right) \Rightarrow h = 200\ m$

39. (a) जब पानी ऊँचाई से गिरता है तब स्थितिज ऊर्जा में कमी, ताप बढ़ाने के काम आती है।

40. (a) $W = JQ \Rightarrow mg\,h = J(m.c.\Delta\theta)$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{g\,h}{Jc} = 0.0023\ h = 0.0023 \times 84 = 0.196\,°C$

41. (a) *m kg* बर्फ में से *m' kg* पिघल जाती है, तब

$W = JQ \Rightarrow mgh = J(m'L)$, अतः बर्फ का पिघला हुआ भाग

$= \frac{m'}{m} = \frac{gh}{JL} = \frac{9.8 \times 1000}{4.18 \times 80} = \frac{1}{33}$

42. (b) $J = \frac{W}{Q} = \frac{\text{जूल}}{\text{कैलोरी}}$

43. (d) $W = JQ \Rightarrow (2m)gh = J \times m'c\Delta\theta$

$\Rightarrow 2 \times 5 \times 10 \times 10 = 4.2(2 \times 1000 \times \Delta\theta)$

$\Rightarrow \Delta\theta = 0.1190\,°C = 0.12°C$

44. (b) $W = JQ \Rightarrow \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mV^2\right) = J \times mS\,\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{V^2}{4\,JS}$

45. (c) '*J* एक रूपान्तरण गुणांक है।

46. (c) $\Delta\theta = 0.0023\ h = 0.0023 \times 210 = 0.483\,°C \approx 0.49°C$

47. (a) ऊर्जा सरक्षण के अनुसार, गतिज ऊर्जा में कमी ऊष्मा के रूप में परिणित हो जाती है

$\Rightarrow$ ऊष्मीय ऊर्जा $= \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2)$ $\left[\because \underset{(\text{जूल})}{W} = \underset{(\text{जूल})}{Q}\right]$

$= \frac{1}{2}(100 \times 10^{-3})(10^2 - 5^2) = 3.75\ J$

48. (b) 100 ग्राम जल का ताप 10°*C* से बढ़ाने के लिए किया गया कार्य

$W = JQ = 4.2 \times (100 \times 10^{-3} \times 1000 \times 10) = 4200\ J$

49. (b) भाप की गुप्त ऊष्मा सबसे अधिक है।

50. (a) $\Delta\theta = 0.0023\ h = 0.0023 \times 100 = 0.23°C$

51. (c) चूँकि सीसे की विशिष्ट ऊष्मा जूल में है अतः $W = JQ$ के स्थान पर $W = Q$ का उपयोग करें

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}mv^2\right) = m.c.\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{v^2}{4c} = \frac{(300)^2}{4 \times 150} = 150\,°C$

52. (d) क्वथनांक पर, वाष्प दाब बाह्य दाब के बराबर हो जाता है।

53. (c) जब दाब बढ़ता है, तो क्वथनांक बढ़ता है।

54. (b) कैलोरीमीटर सुचालक पदार्थ से बने होते हैं।

55. (b) जल का त्रिक बिन्दु 273.16 *K* है।

56. (a)

57. (d) $W = JQ \Rightarrow W = 4.2 \times 200 = 840\ J$

58. (d) मिश्रण का ताप $\theta = \dfrac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2\theta_2}$

$\Rightarrow 32 = \dfrac{m_1 \times 0.2 \times 40 + 100 \times 0.5 \times 20}{m_1 \times 0.2 + 100 \times 0.5} \Rightarrow m_1 = 375\ gm$

59. (d) माना m ग्राम बर्फ पिघल जाती है तब इसके पिघलने के लिए आवश्यक ऊष्मा $= mL = m \times 80\ cal$

उपलब्ध भाप के संघनन एवं इसका ताप 0°C तक आने में मुक्त ऊर्जा

$= 1 \times 540 + 1 \times 1 \times (100 - 0) = 640\ cal$

$\Rightarrow$ दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$\Rightarrow 640 = m \times 80 \Rightarrow m = 8\ gm$

Short trick : आप याद रख सकते हों कि 0°C की m ग्राम बर्फ को पिघलाने के लिए 100°C वाली भाप की मात्रा $m' = \dfrac{m}{8}$ है।

यहाँ $m = 8 \times m' = 8 \times 1 = 8\ gm$

60. (b) (जल + बर्फ) मिश्रण के लिए $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{m_W\theta_W - \dfrac{m_iL_i}{c_W}}{m_i + m_W}$

$= \dfrac{20 \times 40 - \dfrac{5 \times 80}{1}}{5 + 20} = 16°C$

61. (c) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{m_W\theta_W - \dfrac{m_iL_i}{c_W}}{m_i + m_W}$

$\because m_i = m_W \Rightarrow \theta_{mix} = \dfrac{\theta_W - \dfrac{L_i}{c_W}}{2} = \dfrac{80 - \dfrac{336}{4.2}}{2} = 0°C$

62. (a) जब आपेक्षिक आर्द्रता कम (लगभग 25%) होती है, तब अपने शरीर से वाष्पन तेजी से होता है और हमे ठंडा महसूस होता है।

63. (a) $c = \dfrac{Q}{m.\Delta\theta} \rightarrow \dfrac{J}{kg \times °C}$

64. (a) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{\theta_W - \dfrac{L_i}{c_W}}{2} = \dfrac{80 - \dfrac{80}{1}}{2} = 0$

65. (a) जब दाब बढ़ाया जाता है तो गलनांक घटता है। क्योंकि जल के जमने पर इसका आयतन बढ़ता है

जबकि जल को छोड़कर शेष द्रवों का गलनांक दाब बढ़ाने पर बढ़ता है।

66. (c) जल वाष्प का आंशिक दाब $P_W = 0.012 \times 10^5\ Pa$

जल का वाष्प दाब $P_V = 0.016 \times 10^5\ Pa$

दिये गये ताप पर आपेक्षिक आर्द्रता

$= \dfrac{\text{जल वाष्प का आंशिक दाब}}{\text{जल का वाष्प दाब}}$

$= \dfrac{0.012 \times 10^5}{0.016 \times 10^5} = 0.75 = 75\%$

67. (a) $W = JQ \Rightarrow \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{2}Mv^2\right) = J(m.c.\Delta\theta)$

$\Rightarrow \dfrac{1}{4} \times 1 \times (50)^2 = 4.2[200 \times 0.105 \times \Delta\theta] \Rightarrow \Delta\theta = 7.1°C$

68. (a) $536\ \dfrac{cal}{gm} = \dfrac{536 \times 4.2\ J}{10^{-3}\ kg} = 2.25 \times 10^6\ J/kg$

69. (a) जल की विशिष्ट ऊष्मा अधिकतम है।

70. (a) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{\theta_W - \dfrac{L_i}{C_W}}{2} = \dfrac{100 - \dfrac{80}{1}}{2} = 10°C$

71. (b) माना कि m ग्राम बर्फ पिघलती है तब $\underset{(\text{जूल})}{W} = \underset{(\text{जूल})}{H}$

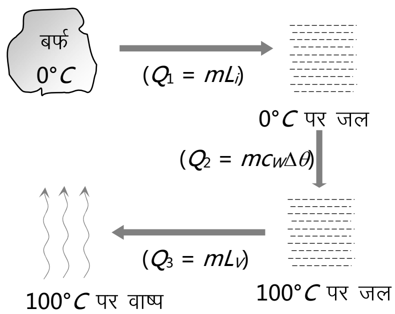
$\Rightarrow Mgh = mL \Rightarrow 3.5 \times 10 \times 2000 = m \times 3.5 \times 10^5$

$\Rightarrow m = 0.2\ kg = 200\ gm$

72. (d) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{m_W\theta_W - \dfrac{m_iL_i}{S_W}}{m_i + m_W} = \dfrac{300 \times 25 - \dfrac{100 \times 80}{1}}{100 + 300} = -1.25^oC$

$\theta_{\text{मिश्रण}} = 0^oC$

73. (c) बर्फ (0°C), (100°C) वाली भाप में निम्न तीन पदों में रूपान्तरित होती है।



आवश्यक कुल ऊष्मा $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$= 5 \times 80 + 5 \times 1 \times (100 - 0) + 5 \times 540 = 3600\ cal$

74. (a) माना गुप्त ऊष्मा L है, एवं कैलोरीमिति के सिद्धांत से,

$2L + 2\ (100 - 54.3) = 40 \times (54.3 - 25.3)$

$\Rightarrow L = 540.3\ cal/gm$

75. (d) $\theta_{\text{मिश्रण}} = \dfrac{m_W\theta_W - \dfrac{m_iL_i}{c_W}}{m_i + m_W} = \dfrac{100 \times 50 - 10 \times \dfrac{80}{1}}{10 + 100} \approx 38.2°C$

76. (b) माना अन्तिम ताप $T°C$ है।

तीनों द्रवों का ताप 0°*C* तक गिरने में मुक्त कुल ऊष्मा

$= m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 + m_3c_3T_3$ ..... (i)

ताप 0°*C* से *T*°*C* होने में तीनों द्रवों द्वारा ली गई ऊष्मा

$= m_1c_1T + m_2c_2T + m_3c_3T$ .....(ii)

सभीकरण (i) व (ii) को बराबर करने पर

$(m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3)T$

$= m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 + m_3c_3T_3$

$\Rightarrow T = \dfrac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 + m_3c_3T_3}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3}$

77. (c) त्रिक बिन्दु पर पदार्थ की तीनों प्रावस्थाएँ उपस्थित होती हैं।

78. (b) $c = \dfrac{Q}{m.\Delta\theta}$; चूँकि $\Delta\theta = 0$, अतः *C* अनन्त हो जाता है।

79. (d) माना जल का अन्तिम ताप θ है,

ली गई ऊष्मा = दी गई ऊष्मा

$110 \times 1\ (\theta - 10) + 10\ (\theta - 10) = 220 \times 1\ (70 - \theta)$

$\Rightarrow \theta = 48.8°C \approx 50°C.$

80. (c) हम जानते हैं कैलोरी में व्यक्त ऊष्माधारिता वस्तु के ग्राम में व्यक्त जल तुल्यांक के तुल्य होती है।

81. (b) $\theta_{mix} = \dfrac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2} = \dfrac{m\,s\,(2t) + 1.5\,(m\,s) \times \frac{t}{3}}{m\,s + 1.5\,(m\,s)} = t$

82. (b) हम जानते हैं जब ठोस कार्बन डाई ऑक्साइड को गर्म किया जाता है तो यह द्रव प्रावस्था में न बदलते हुए सीधे वाष्प में रूपान्तरित हो जाती है। इसलिए इसे शुष्क बर्फ कहा जाता है।

Critical Thinking Questions

1. (c) मरकरी एवं फ्लास्क दोनों के आयतन में प्रसार के कारण, फ्लास्क के सापेक्ष मरकरी के आयतन में प्रसार

$\Delta V = V_0[\gamma_L - \gamma_g]\Delta\theta = V[\gamma_m - 3\alpha_g]\Delta\theta$

$= 50\,[180 \times 10^{-6} - 3 \times 9 \times 10^{-6}](38 - 18) = 0.153\ cc$

2. (a) $\gamma_{वास्तविक} = \gamma_{आभासी} + \gamma_{पात्र}$

$\therefore (\gamma_{आभासी} + \gamma_{पात्र})_{कॉच} = (\gamma_{आभासी} + \gamma_{पात्र})_{स्टील}$

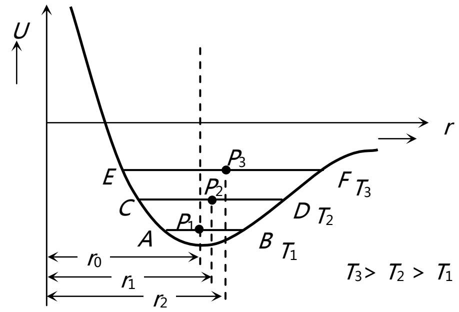
$\Rightarrow 153 \times 10^{-6} + (\gamma_{पात्र})_{कॉच} = (144 \times 10^{-6} + \gamma_{पात्र})_{स्टील}$

अब, $(\gamma_{पात्र})_{स्टील} = 3\alpha = 3 \times (12 \times 10^{-6}) = 36 \times 10^{-6}/°C$

$\Rightarrow 153 \times 10^{-6} + (\gamma_{पात्र})_{कॉच} = 144 \times 10^{-6} + 36 \times 10^{-6}$

$\Rightarrow (\gamma_{पात्र})_{कॉच} = 3\alpha = 27 \times 10^{-6}/°C \Rightarrow \alpha = 9 \times 10^{-6}/°C$

3. (d) किसी क्रिस्टलीय ठोस में दो संलग्न अणुओं के लिये स्थितिज ऊर्जा एवं अन्तराण्विक अन्तराल (*r*) के मध्य खींचे गये वक्र की सहायता से ठोसों के प्रसार को समझा जा सकता है।



सामान्य तापक्रम पर : ठोस का प्रत्येक अणु *A* और *B* बीच स्थित अपनी साम्यावस्था P_1 के परितः दोलन करता है। (अणु की अन्य अणु से साम्य दूरी r_0 है)

उच्च तापक्रम पर : दोलन का आयाम बढ़ता है ($C \leftrightarrow D$ एवं $E \leftrightarrow F$). वक्र की असममितता के कारण अणु की साम्य स्थितियाँ (P_2 एवं P_3) विस्थापित हो जाती हैं। अतः दूसरे अणु से इसकी दूरी बढ़ती है ($r_2 > r_1 > r_0$)

इस प्रकार ताप बढ़ाने पर अणुओं के बीच की माध्य साम्य दूरी बढ़ती है एवं सम्पूर्ण ठोस में प्रसार होता है।

4. (c) टायर का प्रारम्भिक व्यास = (1000 – 6) *mm* = 994 *mm*,

इसलिए टायर की प्रारम्भिक त्रिज्या $R = \dfrac{994}{2} = 497\ mm$

एवं व्यास में परिवर्तन $\Delta D = 6\ mm$ इसलिए

$\Delta R = \dfrac{6}{2} = 3\,mm$

ताप में $\Delta\theta$ वृद्धि करने पर टायर पहिए पर सही फिट हो जाएगा

लोहे के टायर की लम्बाई (परिधि) में वृद्धि

$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta\theta = L \times \dfrac{\gamma}{3} \times \Delta\theta$ [जहाँ $\alpha = \dfrac{\gamma}{3}$]

$2\pi\Delta R = 2\pi R\left(\dfrac{\gamma}{3}\right)\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \dfrac{3}{\gamma}\dfrac{\Delta R}{R} = \dfrac{3 \times 3}{3.6 \times 10^{-5} \times 497}$

$\Rightarrow \Delta\theta = 500\,^oC$

5. (b) द्रव एवं पात्र दोनों के आयतन में प्रसार होने के कारण पात्र के सापेक्ष द्रव के आयतन में परिवर्तन $\Delta V = V_0[\gamma_L - \gamma_g]\Delta\theta$

दिया है $V_0 = 1000\ cc$, $\alpha_g = 0.1 \times 10^{-4}/°C$

$\therefore \gamma_g = 3\alpha_g = 3 \times 0.1 \times 10^{-4}\,/°C = 0.3 \times 10^{-4}\,/°C$

$\therefore$ ΔV = 1000 [1.82 × 10^{-4} – 0.3 × 10^{-4}] × 100 = 15.2 *cc*

6. (a) समान ताप वृद्धि (25°*C*) होने पर स्टील स्केल एवं ताम्र तार दोनों में प्रसार होगा। अतः स्टील स्केल के सापेक्ष ताम्र तार की लम्बाई या ताप वृद्धि के पश्चात् ताम्र तार की आभासी लम्बाई

$$L_{\text{आभासी}} = L'_{cu} - L'_{steel} = [L_0(1+\alpha_{Cu}\Delta\theta) - L_0(1+\alpha_s\Delta\theta)$$

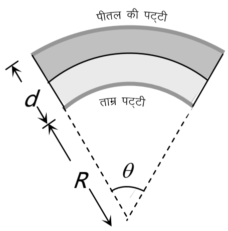
$$\Rightarrow L_{\text{आभासी}} = L_0(\alpha_{Cu} - \alpha_s)\Delta\theta$$

$$= 80(17\times10^{-6} - 11\times10^{-6})\times 20 = 80.0096\ cm$$

7. (b,d) माना प्रत्येक पट्टी की प्रारम्भिक लम्बाई L_0 है। ताप वृद्धि के बाद लम्बाई

$$L_B = L_0(1+\alpha_B\Delta T) = (R+d)\theta$$

$$L_C = L_0(1+\alpha_C\Delta T) = R\theta$$



$$\Rightarrow \frac{R+d}{R} = \frac{1+\alpha_B\Delta T}{1+\alpha_C\Delta T}$$

$$\Rightarrow 1+\frac{d}{R} = 1+(\alpha_B - \alpha_C)\Delta T$$

$$\Rightarrow R = \frac{d}{(\alpha_B-\alpha_C)\Delta T} \Rightarrow R \propto \frac{1}{\Delta T} \text{ व } R \propto \frac{1}{(\alpha_B-\alpha_C)}$$

8. (d) थर्मोस्टेट का उपयोग वैद्युत उपकरणों (फ्रिज, प्रेस आदि) में ऑटोमेटिक स्विच के रूप में किया जाता है। इसलिए द्वि धात्विक पट्टी को मुड़ने के लिए आवश्यक है कि इसकी धात्विक पट्टिकाओं के रेखीय प्रसार गुणांक अलग–अलग होने चाहिए।

9. (c) चूँकि धातु का आयतन प्रसार गुणांक द्रव के आयतन प्रसार गुणांक से बहुत कम है। हम धात्विक गेंद के प्रसार को नगण्य मान सकते हैं। जब हम गेंद को 0°C के एल्कोहल में डुबाते हैं, तो यह एल्कोहल का आयतन *V* विस्थापित करता हैं एवं इसका भार W_1 है।

$\therefore$ $W_1 = W_0 - V\rho_0 g$

यहाँ W_0 = गेंद का वायु में भार

इसी प्रकार $W_2 = W_0 - V\rho_{50} g$

यहाँ ρ_0 = 0°*C* पर एल्कोहल का घनत्व

एवं ρ_{50} = 50°*C* पर एल्कोहल का घनत्व

चूँकि $\rho_{50} < \rho_0$, $\Rightarrow W_2 > W_1$ या $W_1 < W_2$

10. (d) $V = V_0(1+\gamma\Delta\theta)$ $\Rightarrow$ आयतन में परिवर्तन

$$V - V_0 = \Delta V = A.\Delta l = V_0\gamma\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta l = \frac{V_0.\Delta\theta}{A} = \frac{10^{-6}\times18\times10^{-5}\times(100-0)}{0.004\times10^{-4}}$$

= 45 × 10^{-3} *m* = 4.5 *cm*

11. (b) 27°*C* पर भार में कमी

= 46 – 30 = 16 = $V_1 \times 1.24\ \rho_l \times g$ ...(i)

42°*C* ताप पर भार में कमी

= 46 – 30.5 = 15.5 = $V_2 \times 1.2\ \rho_l \times g$ ...(ii)

अब समी. (i) को (ii) से भाग देने पर $\frac{16}{15.5} = \frac{V_1}{V_2}\times\frac{1.24}{1.2}$

परन्तु $\frac{V_2}{V_1} = 1 + 3\alpha(t_2 - t_1) = \frac{15.5\times1.24}{16\times1.2}$ = 1.001042

$\Rightarrow 3\alpha(42° - 27°) = 0.001042 \Rightarrow \alpha = 2.316\times10^{-5}/°C$.

12. (b) पदार्थों को दो भागों में बाँटा जा सकता है।

(i) वे पदार्थ जो जल की तरह जमने पर फैलते हैं।

(ii) वे पदार्थ जो CO_2 की तरह (मोम, घी, आदि) जमने पर सिकुड़ते हैं। इनका व्यवहार जल के व्यवहार के विपरीत है।

दाब बढ़ाने पर बर्फ का गलनांक घटता है जबकि मोम इत्यादि का गलनांक बढ़ता है। इसी प्रकार बर्फ जल सतह से नीचे की ओर जमना प्रारम्भ करती है जबकि मोम तली से ऊपर की ओर जमना प्रारम्भ करता है।

13. (b) *t* सैकण्ड में व्यय ऊष्मा = *mL* या प्रति सैकेण्ड व्यय ऊष्मा = $\frac{mL}{t}$ यह पदार्थ को द्रवित अवस्था में बनाये रखने के लिए प्रति सैकण्ड दी गयी आवश्यक ऊष्मा है। $\therefore \frac{mL}{t} = P \Rightarrow L = \frac{Pt}{m}$

14. (a) माप द्वारा व्यय ऊष्मा दो पदों में उपयोग होती है

(i) 100°*C* भाप से 100°*C* जल में रूपान्तरण के लिए = *m* × 540

(ii) 100°*C* के जल को 80°*C* के जल में रूपान्तरित करने के लिए = *m* × 1 × (100 – 80) यहाँ *m* संघनित भाप का द्रव्यमान है,

भाप द्वारा व्यय कुल ऊष्मा = *m* × 540 + *m* × 20 = 560 *m* (*cal*) कैलोरीमापी एवं इसमें भरे द्रव द्वारा ली गई ऊष्मा

= (1.1 + 0.02) × (80 – 15) = 1.12 × 65 *cals*.

अब कैलोरी मापी के सिद्धांत से, ली गई ऊष्मा=दी गई ऊष्मा

$\therefore$ 560 *m* = 1.12 × 65, *m* = 0.130 *gm*

15. (b) प्रारम्भ में बर्फ $0^\circ C$ तक आने में ऊष्मा अवशोषित करेगी इसके बाद पिघलना प्रारम्भ कर देगी

यदि m_i = बर्फ का प्रारम्भिक द्रव्यमान m_i' = बर्फ की पिघली हुई मात्रा एवं m_W = जल का प्रारम्भिक द्रव्यमान

मिश्रण के सिद्धांत से, बर्फ द्वारा ली गई ऊष्मा = जल द्वारा दी गई ऊष्मा $\Rightarrow\ m_i \times c \times (20) + m_i' \times L = m_W c_W [20]$

$\Rightarrow\ 2 \times 0.5(20) + m_i' \times 80 = 5 \times 1 \times 20 \Rightarrow m_i' = 1 kg$

इसलिए जल का अन्तिम ताप = जल का प्रारम्भिक द्रव्यमान + पिघली हुई बर्फ की मात्रा = 5 + 1= 6 *kg*

16. (a) जल द्वारा ली गई ऊष्मा = (कुण्डली द्वारा प्रदाय ऊष्मा) – (वातावरण को व्यय ऊष्मा)

$\Rightarrow mc\ \Delta\theta = P_{Coil}\ t - P_{Loss}\ t$

$\Rightarrow 2 \times 4.2 \times 10^3 \times (77 - 27) = 1000\ t - 160\ t$

$\Rightarrow t = \dfrac{4.2 \times 10^5}{840} = 500\ sec = 8\ min\ 20\ sec$

17. (a) यदि गोली का द्रव्यमान *m* ग्राम है तब गोली को ठीक पिघलाने के लिए आवश्यक ऊष्मा

$Q_1 = m\,c\,\Delta\theta + m\,L = m \times 0.03\ (327 - 27) + m \times 6$

$= 15\ m\ cal = (15 m \times 4.2) J$

जब गोली अवरोध से रूक जाती है, तब यांत्रिक ऊर्जा में हानि $= \dfrac{1}{2}(m \times 10^{-3})v^2 J$ (चूंकि $m\ gm = m \times 10^{-3} kg$)

चूंकि इस ऊर्जा का 25% अवरोध द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। गोली द्वारा अवशोषित ऊष्मा

$Q_2 = \dfrac{75}{100} \times \dfrac{1}{2} mv^2 \times 10^{-3} = \dfrac{3}{8} mv^2 \times 10^{-3} J$

यदि $Q_2 \geq Q_1$ है तो गोली पिघल जाएगी

अर्थात् $\dfrac{3}{8} mv^2 \times 10^{-3} \geq 15 m \times 4.2 \Rightarrow v_{\min} = 410\ m/s$

18. (c) ऊर्जा = $\dfrac{1}{2} mv^2 = mc\Delta\theta, \Rightarrow \Delta\theta \propto v^2$

ताप गेंद के द्रव्यमान पर निर्भर नही करता है।

19. (c) ली गई ऊष्मा = दी गई ऊष्मा

$C_A (16 - 12) = C_B (19 - 16) \Rightarrow \dfrac{C_A}{C_B} = \dfrac{3}{4}$

एवं $C_B (23 - 19) = C_C (28 - 23) \Rightarrow \dfrac{C_B}{C_C} = \dfrac{5}{4}$

$\Rightarrow \dfrac{C_A}{C_C} = \dfrac{15}{16}$ ...(i)

A व *C* को मिलाने पर यदि ताप θ है, तब

$C_A(\theta - 12) = C_C(28 - \theta) \Rightarrow \dfrac{C_A}{C_C} = \dfrac{28 - \theta}{\theta - 12}$ ...(ii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर $\theta = 20.2^\circ C$

20. (b) माना प्रतिघंटे *m kg* भाप की आवश्यकता होती है। भाप द्वारा मुक्त ऊष्मा तीन चरणों में प्रयुक्त होती है।

(i) $150^\circ C$ की भाप $\xrightarrow[Q_1]{} 100^\circ C$ की भाप

$Q_1 = mc_{Steam}\Delta\theta = m \times 1\ (150 - 100) = 50\ m\ cal$

(ii) जब $150^\circ C$ की भाप $\xrightarrow[Q_2]{} 100^\circ C$ का जल

$Q_2 = mL_V = m \times 540 = 540\ m\ cal$

(iii) जब $100^\circ C$ का जल $\xrightarrow[Q_2]{} 90^\circ C$ का जल

$Q_3 = mc_W\Delta\theta = m \times 1 \times (100 - 90) = 10\ m\ cal$

अतः भाप द्वारा प्रदाय कुल ऊष्मा $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 600\ mcal$ ... (i)

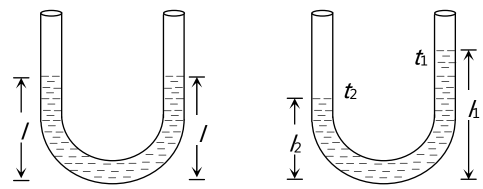
10 *kg* जल द्वारा ली गई ऊष्मा

$Q' = mc_W\Delta\theta = 10 \times 10^3 \times 1 \times (80 - 20) = 600 \times 10^3 cal$

अतः $Q = Q \Rightarrow 600\ m = 600 \times 10^3$

$\Rightarrow m = 10^3\ gm = 1 kg$

21. (a) माना ताप वृद्धि से पहले प्रत्येक भुजा में द्रव की ऊँचाई *l* है।



ताप में वृद्धि होने पर प्रत्येक भुजा में द्रव की ऊँचाई बढ़ती है अर्थात् $l_1 > l$ एवं $l_2 > l$

एवं $l = \dfrac{l_1}{1 + \gamma\, t_1} = \dfrac{l_2}{1 + \gamma\, t_2}$

$\Rightarrow l_1 + \gamma\, l_1 t_2 = l_2 + \gamma\, l_2 t_1 \Rightarrow \gamma = \dfrac{l_1 - l_2}{l_2 t_1 - l_1 t_2}$

22. (c) $V = V_0(1 + \gamma\Delta\theta)$

$L^3 = L_0(1 + \alpha_1\Delta\theta)L_0^2(1 + \alpha_2\Delta\theta)^2 = L_0^3(1 + \alpha_1\Delta\theta)(1 + \alpha_2\Delta\theta)^2$

चूंकि $L_0^3 = V_0$ एवं $L^3 = V$

अतः $1 + \gamma\Delta\theta = (1 + \alpha_1\Delta\theta)(1 + \alpha_2\Delta\theta)^2$

$\cong (1 + \alpha_1\Delta\theta)(1 + 2\alpha_2\Delta\theta) \cong (1 + \alpha_1\Delta\theta + 2\alpha_2\Delta\theta)$

$\Rightarrow \gamma = \alpha_1 + 2\alpha_2$

23. (d) $(OR)^2 = (PR)^2 - (PO)^2 = l^2 - \left(\dfrac{l}{2}\right)^2$

$= [l(1+\alpha_2 t)]^2 - \left[\frac{l}{2}(1+\alpha_1 t)\right]^2$

$l^2 - \frac{l^2}{4} = l^2(1+\alpha_2^2 t^2 + 2\alpha_2 t) - \frac{l^2}{4}(1+\alpha_1^2 t^2 + 2\alpha_1 t)$

$\alpha_2^2 t^2$ व $\alpha_1^2 t^2$ की अवहेलना करने पर

$0 = l^2(2\alpha_2 t) - \frac{l^2}{4}(2\alpha_1 t) \Rightarrow 2\alpha_2 = \frac{2\alpha_1}{4} \Rightarrow; \alpha_1 = 4\alpha_2$

24. (c) दिया गया है कि फ्लास्क में द्रव का आयतन नियत रहता है, इसका अर्थ है कि पात्र का आयतन प्रसार मरकरी आयतन प्रसार के तुल्य है।

अर्थात् $\Delta V_g = \Delta V_L$ या $V_g \gamma_g \Delta\theta = V_L \gamma_L \Delta\theta$

$\therefore\ V_L = \frac{V_g \gamma_g}{\gamma_L} = \frac{1000 \times (3 \times 9 \times 10^{-6})}{1.8 \times 10^{-4}} = 150\ cc$

25. (c) जल द्वारा दी गई ऊष्मा $Q_1 = 10 \times 10 = 100\ cal.$

बर्फ को पिघलने के लिए आवश्यक ऊष्मा

$Q_2 = 10 \times 0.5 \times [0 - (-20)] + 10 \times 80 = 900\ cal$

चूंकि $Q_1 < Q_2$, इसलिए सम्पूर्ण बर्फ नहीं पिघलेगी एवं अन्तिम ताप = $0°C$

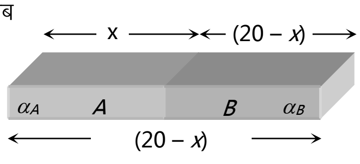
चूंकि जल द्वारा $0°C$ तक ठंडे होने में दी गई ऊष्मा केवल बर्फ के ताप को $-20°C$ से $0°C$ तक बढ़ाने के लिए पर्याप्त है। अतः मिश्रण में 10 *gm* बर्फ एवं 10 *gm* जल $0°C$ पर होंगे।

26. (b) $\Delta L = L_0\ \alpha \Delta\theta$

छड़ *A* : $0.075 = 20 \times \alpha_A \times 100 \Rightarrow \alpha_A = \frac{75}{2} \times 10^{-6} /°C$

छड़ *B* : $0.045 = 20 \times \alpha_B \times 100 \Rightarrow \alpha_B = \frac{45}{2} \times 10^{-6} /°C$

संयुक्त छड़ : *A* की लम्बाई *x cm* एवं *B* की लम्बाई $(20 - x) cm$ तब

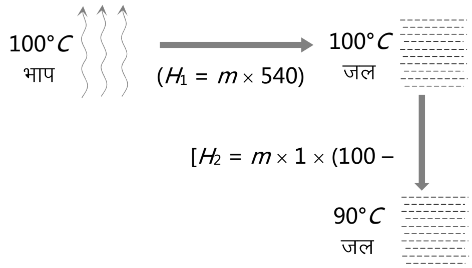


$0.060 = x\,\alpha_A \times 100 + (20 - x)\,\alpha_B \times 100$

$= x\left[\frac{75}{2} \times 10^{-6} \times 100 + (20 - x) \times \frac{45}{2} \times 10^{-6} \times 100\right]$

सरल करने पर $x = 10\ cm$

27. (a) माना *m gm* ग्राम भाप जल में संघनित हो जाती है। यह प्रक्रिया दो चरणों में होती है



जल का ताप $20°C$ से $90°C$ होने में इसके द्वारा ली गई ऊष्मा $= 22 \times 1 \times (90 - 20)$

अतः तापीय सन्तुलन में, दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$\Rightarrow m \times 540 + m \times 1 \times (100 - 90) = 22 \times 1 \times (90 - 20)$

$\Rightarrow m = 2.8\ gm$

मिश्रण में उपस्थित जल का कुल द्रव्यमान $= 22 + 2.8 = 24.8\ gm$

ग्राफीय प्रश्न

1. (b) ताप के फारेनहाइट एवं सेल्सियस स्केल में सम्बन्ध $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \Rightarrow C = \frac{5}{9}F - \frac{160}{9}$

उपरोक्त समीकरण की रेखा के मानक समीकरण $y = mx + c$ से तुलना करने पर रेखा *AB* की प्रवणता $m = \frac{5}{9}$

2. (c) चूँकि *AB* भाग में तापक्रम स्थिर रहता है, इसलिए इस तापक्रम पर ठोस, द्रव में परिवर्तित होता है एवं $(H_2 - H_1)$ परिमाण की ऊष्मा अवशोषित करता है। इस ऊष्मा को ठोस के गलने की गुप्त ऊष्मा कहा जाता है।

इसी तरह *CD* भाग में तापक्रम नियत रहता है, अतः पदार्थ द्रव से गैस अवस्था में परिवर्तित होता है एवं $(H_4 - H_3)$ परिमाण की ऊष्मा अवशोषित करता है। इस ऊष्मा को द्रव के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहा जाता है।

3. (a) प्रारम्भ में, गर्म करने पर बर्फ का ताप $-10°C$ से $0°C$ तक बढ़ेगा। इसके बाद बर्फ पिघलेगी एवं तापक्रम परिवर्तित नहीं होगा। सम्पूर्ण पिघलने के बाद इसका ताप बढ़ने लगेगा जब तक कि ताप $100°C$ न हो जाये। तब ताप स्थिर हो जाएगा, क्योंकि यह ताप जल का क्वथनांक बिन्दु है।

4. (a) वक्र के भाग *AB* में पदार्थ का आयतन लगभग नियत है एवं दाब घट रहा है। यह पदार्थ की द्रव प्रावस्था को प्रदर्शित करता है।

5. (d) माना प्रति मिनट प्रदाय ऊष्मा की मात्रा Q है। तब 2 मिनट में प्रदाय ऊष्मा की मात्रा $= mC(90-80)$

4 मिनट में प्रदाय ऊष्मा $= 2m\,C(90-80)$

$\therefore\ 2m\,C(90-80) = m\,L \Rightarrow \frac{L}{C} = 20$

6. (b) दिए गये वक्र में CD द्रव अवस्था को प्रदर्शित करता है।

7. (a) $4°C$ पर जल का घनत्व अधिकतम होता है, इसके ऊपर या नीचे घनत्व घटता है।

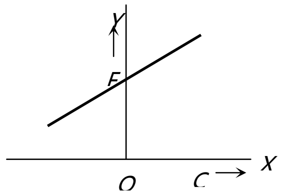
8. (a) हम जानते हैं कि $\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180}$

या $F = \frac{9}{5}C + 32$

सरल रेखा का समीकरण $y = mx + c$ है,

अतः $m = (9/5)$, (धनात्मक)

एव $c = 32$ (धनात्मक)।



ग्राफ को चित्र में दिखाया गया है।

9. (a) $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow C = \left(\frac{5}{9.}\right)F - \frac{20}{3}$. अतः $°C$ एवं $°F$ के बीच ग्राफ एक सरल रेखा होगी जिसकी प्रवणता धनात्मक एवं अन्तः खण्ड ऋणात्मक है।

10. (b,c) वक्र के क्षैतिज भाग, जहाँ निकाय नियत ताप पर ऊष्मा अवशोषित करता है अवस्था परिवर्तन को प्रदर्शित करता है। यहाँ गुप्त ऊष्माएँ क्षैतिज भाग की लम्बाई के सामनुपाती हैं। झुके हुए भागों में, विशिष्ट ऊष्मायें इनकी प्रवणताओं के अनुक्रमानुपाती होती हैं।

11. (c) चूँकि विशिष्ट ऊष्मा = 0.6 $kcal/gm \times °C$ = 0.6 $cal/gm \times °C$

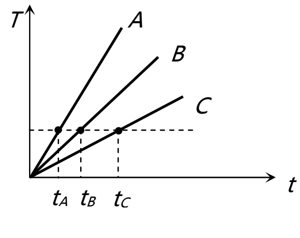
ग्राफ से स्पष्ट है कि एक मिनट में ताप $0°C$ से बढ़कर $50°C$ हो जाता है।

$\Rightarrow$ एक मिनट के लिए आवश्यक ऊष्मा = 50 × 0.6 × 50 = 1500 *cal*

ग्राफ से स्पष्ट है कि मोम का क्वथनांक $200°C$ है।

12. (c)

13. (c) वे पदार्थ जिनकी विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती हैं गर्म या ठंडे होने में अधिक समय लेते हैं।



यदि हम समय अक्ष के समान्तर एक रेखा खींचे तो यह दिये गये ग्राफों को तीन अलग–अलग बिन्दुओं पर काटती है, इन बिन्दुओं के संगत समय अक्ष पर बिन्दुओं से स्पष्ट है कि

$t_C > t_B > t_A \Rightarrow C_C > C_B > C_A$

14. (c) दिये गये वक्र से

A का गलनांक $= 60°C$

एवं B का गलनांक $= 20°C$

A को गलने में लगा समय $= (6-2) = 4$ min

B को गलने में लगा समय $= (6.5-4) = 2.5$ min

तब $\frac{H_A}{H_B} = \frac{6 \times 4 \times 60}{6 \times 2.5 \times 60} = \frac{8}{5}$

प्रक्कथन एवं कारण

1. (a) दाब बढ़ाने पर बर्फ सिकुड़ती है, एवं इसका गलनांक घटता है।

2. (c) सेल्सियस स्केल सबसे प्रथम ताप स्केल है एवं फारेनहाइट ताप की सबसे छोटी इकाई है।

3. (e) गलन प्रक्रिया में ताप नियत रहता है एवं आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है तब इस प्रक्रिया में अवशोषित ऊष्मा $Q = mL$ से दी जाती है।

4. (a) भूमि की विशिष्ट ऊष्मा जल की विशिष्ट ऊष्मा का 1/5 भाग है, इसलिए दिन में भूमि का ताप समुद्र जल की तुलना में तेजी से बढ़ता है। जिससे भूमि में उपस्थित वायु गर्म होकर हल्की हो जाती है एवं ऊपर की ओर उठती है परिणामस्वरूप दाब कम हो जाता है। इस दाब की कमी को पूरा करने के लिए समुद्र से ठंडी हवायें भूमि की ओर चलने लगती है। रात्रि में समुद्र जल एवं भूमि दोनों ऊष्मीय विकिरण उत्सर्जित करते हैं भूमि का ताप समुद्र जल की तुलना में तेजी से गिरता है परिणामस्वरुप समुद्र जल के ऊपर स्थित वायु गर्म होने के कारण ऊपर उठती है एवं इसका स्थान भूमि से आने वाली ठंडी हवायें ले लेती हैं।

5. (a) पीतल का रेखीय प्रसार गुणांक $(19 \times 10^{-4}) >$ स्टील का रेखीय प्रसार गुणांक (11×10^{-4})। ठंडा करने पर चकती छिद्र की तुलना में अधिक सिकुड़ जाती है। परिणामस्वरूप ढीली हो जाती है।

6. (a) $\gamma = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$ अर्थात् आयतन प्रसार गुणांक की विमा K^{-1} है।

7. (c) फारेनहाइट एवं सेल्सियस स्केल में संबंध $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$ है

जब $F = C$ तब $C = -40°C$ अर्थात् $-40°$ पर सेल्सियस एवं फारनेहाइट थर्मामीटर समान पाठ देंगे।

8. (a) चूँकि $\beta = 2\alpha$ एवं $\gamma = 3\alpha$, अर्थात् ठोस का आयतन प्रसार गुणांक इसके रेखीय प्रसार गुणांक का तीन गुना एवं क्षेत्रीय प्रसार गुणांक का 1.5 गुना है। गर्म करने पर ठोस, लोहे की गेंद के आयतन में प्रतिशत वृद्धि अधिक होगी।

9. (a) $4°C$ ताप पर जल का घनत्व सबसे अधिकतम होता है $4°C$ से नीचे या ऊपर जल का घनत्व घटता है एवं आयतन बढता है। इसलिए जल दोनों स्थितियों में ऊपर से फैलता है।

10. (b) बर्फ की गलन की गुप्त ऊष्मा वह ऊष्मा है जो $0°C$ पर इसके इकाई द्रव्यमान को $0°C$ के जल में परिवर्तित कर देती है। बर्फ की गुप्त ऊष्मा

$$L = 80\ cal / gm = 80000\ cal / gm = 8000 \times 4.2\ J / kg$$

$$= 336000\ J / kg$$

11. (a) T_1 एवं T_2 तापों पर स्थित दो वस्तुओं को जब तापीय सम्पर्क में लाया जाता है, तो इनका माध्य ताप $(T_1 + T_2)/2$ हो सकता है ऐसा तब होगा यदि इनके द्रव्यमान एवं प्रकृति समान हो अर्थात् विशिष्ट ऊष्मा समान हो। दो वस्तुओं की विशिष्ट ऊष्मा अलग–अलग हो सकती है इसलिए इनको सम्पर्क में लाने पर आवश्यक नहीं है कि ये माध्य ताप पर आ जायें।

12. (d) वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप इकाई डिग्री से बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा, विशिष्ट ऊष्मा कहलाती है। यदि वस्तु का द्रव्यमान इकाई से कम है तब ऊष्माधारिता उसकी विशिष्ट ऊष्मा से कम होगी। इसका विलोम भी सत्य है।

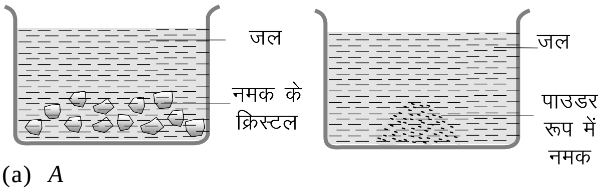
13. (a) चन्द्रमा की सतह पर वायुमण्डल नहीं है इसलिए जल शीघ्रता से वाष्पित हो जाता है, इसके परिणामस्वरूप चन्द्रमा की सतह पर ताप पृथ्वी की तुलना में अधिक है (चन्द्रमा की सतह पर अधिकतम ताप $123°C$ है)

14. (d) बर्फ की तुलना में जल के अणुओं की स्थितिज ऊर्जा अधिक होती है। $0°C$ पर बर्फ को पिघलाने के लिए दी गई ऊष्मा इसी ताप पर जल के अणुओं की स्थितिज ऊर्जा की वृद्धि में उपयोग होती है।

तापमिति, तापीय प्रसार एवं कैलोरीमिति

SET Self Evaluation Test - 12

1. निम्न में से किस पात्र में नमक के पूर्ण रूप से घुल जाने पर विलयन का ताप अधिक होगा



(a) A
(b) B
(c) दोनो में समान होगा
(d) जानकारी अपर्याप्त है

2. आग बुझाने का कार्य निम्न में से किसके द्वारा अधिक प्रभावी ढ़ग से किया जाएगा

(a) गर्म जल (b) ठंडा जल
(c) दोनों के द्वारा (d) बर्फ

3. एक आदर्श तापमापी में कौनसा गुण होना चाहिए

(a) अधिक ऊष्माधारिता (b) मध्यम ऊष्माधारिता
(c) अल्प ऊष्माधारिता (d) परिवर्ती ऊष्माधारिता

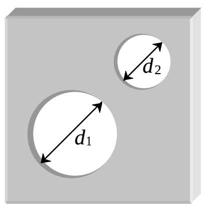
4. एक स्टील की मीटर स्केल को इस प्रकार अंशांकित करना है कि किसी निश्चित तापक्रम पर मिलीमीटर अन्तराल 5×10^{-5} mm सीमा तक सही मान बतलाए। अंशांकन के समय अधिकतम कितना ताप परिवर्तन अनुमतः (Allowable) होगा (स्टील का रेखीय प्रसार गुणाक $= 10 \times 10^{-6} K^{-1}$) **[EAMCET 2001]**

(a) $2°C$ (b) $5°C$
(c) $7°C$ (d) $10°C$

5. एक $80\ kg$ के बीमार व्यक्ति का ज्वर ताप $102.2°F$ जबकि सामान्य शरीर ताप $98.6°F$ होता है। यह मानते हुए कि शरीर का अधिकांश भाग जल से बना हुआ है। बीमार व्यक्ति सामान्य ताप से $102.2°F$ तक आने में कितनी ऊष्मा अवशोषित करेगा

(a) $100\ kcal$ (b) $160\ kcal$
(c) $50\ kcal$ (d) $92\ kcal$

6. एक धात्विक चादर में असमान व्यास d_1 व d_2 $(d_1 > d_2)$ के दो छिद्र हैं। यदि चादर को गर्म किया जाये तब



(a) दोनों d_1 व d_2 घट जायेंगे
(b) दोनों d_1 व d_2 बढ़ जायेंगे
(c) d_1 बढ़ेगा एवं d_2 घटेगा
(d) d_1 घटेगा एवं d_2 बढ़ेगा

7. यदि पृथ्वी अचानक अपने अक्ष पर घूमना बन्द कर दे तब इसके ताप में वृद्धि होगी

(a) $\frac{R^2\omega^2}{5Js}$ (b) $\frac{R^2\omega^2}{Js}$
(c) $\frac{Rm\omega^2}{5Js}$ (d) इसमें से कोई नहीं

8. बर्फ की गुप्त ऊष्मा $80\ cal/gm$ है। एक व्यक्ति एक मिनट में 60 ग्राम बर्फ चबाकर पिघला देता है। उसकी शक्ति है

(a) $4800\ W$ (b) $336\ W$
(c) $1.33\ W$ (d) $0.75\ W$

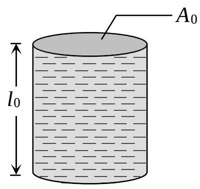
9. एक गलत थर्मामीटर का निम्नतम स्थिर बिन्दु $-10°C$ एवं उच्चतम स्थिर बिन्दु $110°$ है। यदि इसकी स्केल पर प्रदर्शित ताप $62°$ है तब सेल्सियस स्केल पर प्रदर्शित ताप होगा

(a) $72°\ C$ (b) $82°\ C$
(c) $60°\ C$ (d) $42°\ C$

10. यदि ऊष्मा क्षय को नगण्य माने, तब $100°C$ ताप वाले जल में $100°C$ ताप वाली x ग्राम भाप के संघनित होने पर मुक्त ऊष्मा द्वारा $0°C$ ताप वाली y ग्राम बर्फ को $100°C$ ताप वाले जल में रूपान्तरित किया जाता है। तब अनुपात $y : x$ है लगभग

(a) $1:1$ (b) $2.5:1$
(c) $2:1$ (d) $3:1$

11. चित्र में, एक काँच नलिका (रेखीय प्रसार गुणांक α) में एक द्रव ऊपर तक भरा हुआ है जिसका आयतन प्रसार गुणांक γ है। गर्म करने पर द्रव स्तम्भ की लम्बाई अपरिवर्तित रहती है। γ एवं α के बीच सही सम्बन्ध है



(a) $\gamma = \alpha$
(b) $\gamma = 2\alpha$
(c) $\gamma = 3\alpha$
(d) $\gamma = \frac{\alpha}{3}$

12. जल 500 मीटर की ऊँचाई से गिरता है। यदि जल की सम्पूर्ण ऊर्जा जल में ही समाहित रहे तब तली में जल का ताप होगा **[AFMC 1997; DPMT 1997]**

(a) $0.96°C$ (b) $1.02°C$
(c) $1.16°C$ (d) $0.23°C$

13. $0.1\ kg$ की एक स्टील गेंद $10\ m$ की ऊँचाई से स्वतंत्रतापूर्वक पृथ्वी तल पर गिरती है एवं तल से $5.4m$ ऊँचाई, तक उछलती है। यदि इस प्रक्रिया में व्यय ऊर्जा गेंद द्वारा अवशोषित कर ली जाती है तब इसके ताप मे वृद्धि होगी

(स्टील की विशिष्ट ऊष्मा $= 460\ Joule - kg^{-1}°C^{-1}$, $g = 10\ ms^{-2}$) **[EAMCET (Med.) 2000]**

(a) $0.01°C$ (b) $0.1°C$
(c) $1°C$ (d) $1.1°C$

14. $0°C$ ताप पर 1 ग्राम बर्फ को $100°C$ ताप पर 1 ग्राम जल में मिलाया जाता है। मिश्रण का ताप होगा **[AIIMS 1994]**

(a) $5°C$ (b) $0°C$
(c) $10°C$ (d) ∞

15. $0°C$ पर स्थित 1 ग्राम बर्फ को $100°C$ वाले जल में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा होगी **[RPMT 1999]**

(a) $716\ cal$ (b) $500\ cal$
(c) $180\ cal$ (d) $100\ cal$

AS Answers and Solutions

(SET -12)

1. (b) जब क्रिस्ट्रल घुल जाता है तब क्रिस्टल जालक समाप्त हो जाता हैं। इस प्रक्रिया के लिए कुछ ऊष्मा की आवश्यकता (गुप्त ऊष्मा) होती है, जो जल से ली जाती है।

2. (a) जल के वाष्पन द्वारा जलने वाली वस्तु का ताप गिर जाता है वाष्पन द्वारा ही आग बुझती है साथ ही जल वाष्प वस्तु को चारों ओर से घेर लेती है एवं ऑक्सीजन को दूर रखती है। गर्म जल, ठंडे जल की तुलना में अधिक वाष्पित होता है।

3. (c) ताप मापन के लिए आवश्यक ऊष्मा वस्तु से ली जाती है अतः ली जाने वाली ऊष्मा कम से कम हो इसके लिए आवश्यक है कि थर्मामीटर की ऊष्माधारिता कम हो और वस्तु का ताप परिवर्तित न हो।

4. (b) हम जानते हैं $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta\theta} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta L}{\alpha L_0} = \frac{5\times10^{-5}}{10\times10^{-6}\times1} = 5°C$

5. (b) चूँकि $102.2°F \rightarrow 39°C$ एवं $98.6°F \rightarrow 39°C$

अतः $\Delta Q = m.s.\Delta\theta = 80 \times 1000 \times (39 - 37)$

$= 16 \times 10^4\, cal = 160\, kcal$

6. (b) जब चादर को गर्म किया जाएगा तो d_1 व d_2 दोनों के मान बढ़ेंगे क्योकि समदैशिक (Isotropic) ठोस का प्रसार फोटोग्राफिक आवर्धन के समान माना जा सकता है।

7. (a) $W = JQ \Rightarrow \frac{1}{2}I\omega^2 = J(MS\Delta\theta) \Rightarrow \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}MR^2\right)\omega^2$

$= J(MS\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{R^2\omega^2}{5Js}$

8. (b) $W = JQ = J(mL) \Rightarrow P \times t = J(mL) \Rightarrow P = J\left(\frac{m}{t}\right)L$

जहाँ $\frac{m}{t}$ = बर्फ पिघलने की दर $= \frac{60\ gm}{min} = \frac{1\ gm}{sec}$

$\Rightarrow P = 4.2 \times 1 \times 80 = 336\ W$

9. (c) $\frac{X-L}{U-L} = \frac{C}{100} \Rightarrow \frac{62-(10)}{110-(-10)} = \frac{C}{100}$ $(C = 60°C)$

10. (d) $100°C$ वाली x ग्राम भाप को $100°C$ वाले जल में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा $x \times 540\ cal$

यदि y ग्राम बर्फ ($0°C$ पर) $100°C$ वाले जल में परिवर्तित होती है तब इसके लिए आवश्यक ऊष्मा $y \times 80 + y \times 1 \times 100 = 180\,y$

$\therefore\ x \times 540 = 180\,y$ एवं $\frac{y}{x} = \frac{540}{180} = \frac{3}{1}$

11. (b) जब द्रव स्तम्भ की लम्बाई नियत रहेगी तब द्रव स्तर नीचे गिरेगा अर्थात γ का मान 3α से कम होगा

अब $V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$

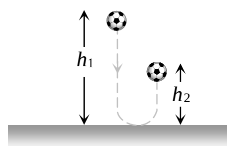
चूँकि $V = Al_0 = [A_0(1 + 2\alpha\Delta T)]l_0 = V_0(1 + 2\alpha\Delta T)$

अंतः $V_0(1 + \gamma\Delta T) = V_0(1 + 2\alpha\Delta T) \Rightarrow \gamma = 2\alpha.$

12. (c) $\Delta\theta = 0.0023\,h = 0.0023 \times 500 = 1.15°C \approx 1.16°C$

13. (b) गेंद की स्थितिज ऊर्जा में कमी ऊष्मा में परिवर्तित हो जाएगी जो गेंद का ताप बढ़ाती है

अर्थात् $mg(h_1 - h_2) = m.c.\Delta\theta$

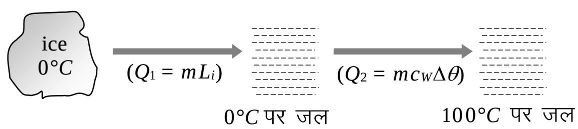


$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{g(h_1 - h_2)}{c}$

$= \frac{10(10-5.4)}{460} = 0.1°C$

14. (c) $\theta_{मिश्रण} = \frac{\theta_w - \frac{L_i}{C_W}}{2} = \frac{100 - \frac{80}{1}}{2} = 10°C$

15. (c) बर्फ ($0°C$) जल ($100°C$) में निम्न दो पदों में रूपान्तरित होती है।



$Q = Q_1 + Q_2 = 1 \times 80 + 1 \times 1 \times (100 - 0) = 180\ cal$

***