પ્રકરણ 11

દ્રવ્યના ઉષ્મીય ગુણધર્મો

• બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

11.1 ઍલ્યુમિનિયમ અને સ્ટીલ ($\alpha_{Al} > \alpha_{Steel}$) ની બનેલ દ્વિધાતુ પટ્ટી (strip)ને ગરમ કરતાં, પટ્ટી ....

(a) સીધી રહેશે.

(b) વાંકી વળશે.

(c) અંતર્ગોળ બાજુ ઍલ્યુમિનિયમ હોય તેમ વળશે.

(d) અંતર્ગોળ બાજુ સ્ટીલ હોય તેમ વળશે.

11.2 ધાતુનો નિયમિત સળિયો તેના લંબદ્વિભાજકને અનુલક્ષીને અચળ કોણીય ઝડપથી ભ્રમણ કરે છે. જો તેને સમાન રીતે ગરમ કરતા તેનું તાપમાન સહેજ વધે તો...

(a) તેની ભ્રમણની ઝડપ વધશે.

(b) તેની ભ્રમણની ઝડપ ઘટશે.

(c) તેની ભ્રમણની ઝડપ સમાન જ રહેશે.

(d) તેની ઝડપ વધશે કારણ કે તેની જડત્વની ચાકમાત્રા વધશે.

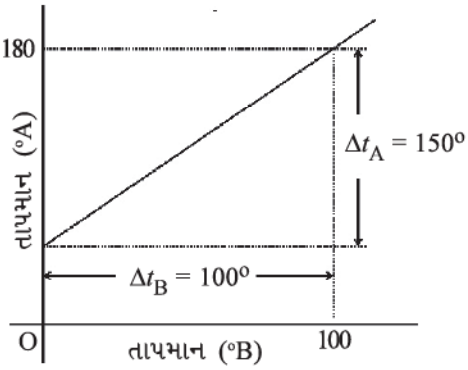
11.3 આકૃતિ 11.1માં બે તાપમાન સ્કેલ A અને B ના આલેખ દર્શાવેલ છે. ઉપરના નિયતબિંદુ અને નીચેના નિયતબિંદુ વચ્ચે સ્કેલ A પર 150 અને સ્કેલ B પર 100 સમાન વિભાગો છે. બે સ્કેલ વચ્ચેના રૂપાંતરણ માટેનો સંબંધ .... વડે આપી શકાય.

(a) $\frac{t_A - 180}{100} = \frac{t_B}{150}$

(b) $\frac{t_A - 30}{150} = \frac{t_B}{100}$

(c) $\frac{t_B - 180}{150} = \frac{t_A}{100}$

(d) $\frac{t_B - 40}{100} = \frac{t_A}{180}$



આકૃતિ 11.1

11.4 ઍલ્યુમિનિયમના ગોળાને પાણીમાં ડુબાડવામાં આવે છે. નીચેના પૈકી કયું વિધાન સાચું છે ?

(a) પાણીમાં ઉત્પ્લાવકતા 4^o C તાપમાન કરતાં 0^o C તાપમાને ઓછી હશે.

(b) પાણીમાં ઉત્પ્લાવકતા 4^o C તાપમાન કરતાં 0^o C તાપમાને વધુ હશે.

(c) પાણીમાં ઉત્પ્લાવકતા 4^o C તાપમાન કરતાં 0^o C તાપમાને સમાન હશે.

(d) પાણીમાં ઉત્પ્લાવકતા 4^o C તાપમાને વધારે કે ઓછી હોઈ શકે તે ગોળાની ત્રિજ્યા પર આધાર રાખે છે.

11.5 જેમ તાપમાન વધે તેમ, લોલકનો આવર્તકાળ ....

(a) તેનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર ગોળાના કેન્દ્ર પર હોવા છતાં તેની અસરકારક લંબાઈ વધવાને કારણે વધે છે.

(b) તેનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર ગોળાના કેન્દ્ર પર હોવા છતાં તેની અસરકારક લંબાઈ વધવાને કારણે ઘટે છે.

(c) તેનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર ગોળાના કેન્દ્રની નીચે તરફ સ્થાનાંતરિત થવાથી તેની અસરકારક લંબાઈ વધવાને કારણે વધે છે.

(d) તેનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર ગોળાના કેન્દ્રની ઉપર તરફ સ્થાનાંતરિત થવા છતાં તેની અસરકારક લંબાઈ તેટલી જ રહેવાને કારણે ઘટે છે.

11.6 ઉષ્મા એ .... સાથે સંકળાયેલી છે.

(a) અણુઓની અસ્તવ્યસ્ત ગતિ સાથેની ગતિઊર્જા

(b) અણુઓની નિયમિત ગતિ સાથેની ગતિઊર્જા

(c) અણુઓની નિયમિત ગતિ અને અસ્તવ્યસ્ત ગતિ સાથેની કુલ ગતિઊર્જા

(d) કેટલાક કિસ્સામાં અસ્તવ્યસ્ત ગતિ અને બાકીનામાં નિયમિત ગતિ સાથેની ગતિઊર્જા

11.7 ઓરડાનું તાપમાન T હોય ત્યારે ધાતુના ગોળાની ત્રિજ્યા R અને ધાતુનો રેખીય પ્રસરણાંક α છે. ગોળાના તાપમાનમાં ΔT જેટલો સહેજ વધારો કરતાં નવું તાપમાન $T + \Delta T$ થાય છે. ગોળાના કદમાં થતો વધારો લગભગ ....

(a) $2\pi R \alpha \Delta T$

(b) $\pi R^2 \alpha \Delta T$

(c) $4\pi R^3 \alpha \Delta T/3$

(d) $4\pi R^3 \alpha \Delta T$

11.8 સમાન દળ અને સમાન દ્રવ્યના બનેલા એક ગોળા, એક ઘન અને એક પાતળી વર્તુળાકાર પ્લેટને પ્રારંભમાં સમાન ઊંચા તાપમાન સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે.

(a) પ્લેટ ઝડપથી અને ઘન ધીમેથી ઠંડો પડશે.

(b) ગોળો ઝડપથી અને ઘન ધીમેથી ઠંડો પડશે.

(c) પ્લેટ ઝડપથી અને ગોળો ધીમેથી ઠંડો પડશે.

(d) ઘન ઝડપથી અને પ્લેટ ધીમેથી ઠંડી પડશે.

• બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

11.9 સાચા વિકલ્પો પસંદ કરો :

(a) તંત્ર X એ Y સાથે તાપીય સંતુલનમાં છે, પરંતુ Z સાથે નથી. તંત્ર Y અને Z એકબીજા સાથે તાપીય સંતુલનમાં હોઈ શકે.

(b) તંત્ર X એ Y સાથે તાપીય સંતુલનમાં છે, પરંતુ Z સાથે નથી. તંત્ર Y અને Z એકબીજા સાથે તાપીય સંતુલનમાં નથી.

(c) તંત્ર X એ Y સાથે કે Z સાથે તાપીય સંતુલનમાં નથી. તંત્ર Y અને Z એકબીજા સાથે તાપીય સંતુલનમાં અવશ્ય હશે.

(d) તંત્ર X એ Y સાથે કે Z સાથે તાપીય સંતુલનમાં નથી. તંત્ર Y અને Z એકબીજા સાથે તાપીય સંતુલનમાં હોઈ શકે.

11.10 ગુલાબજાંબુ (ગોળાકાર ધારો) ઓવનમાં ગરમ કરવામાં આવે છે. તે બે સાઈઝમાં ઉપલબ્ધ છે. એક બીજાકરતાં (ત્રિજ્યામાં) બમણું છે. પિઝાને (તકતી જેવો ધારો) પણ ઓવનમાં ગરમ કરવામાં આવે છે. તે પણ બે સાઈઝમાં ઉપલબ્ધ છે. એકબીજા કરતાં (ત્રિજ્યામાં) બમણો છે. આ ચારેયને એકસાથે ઓવનના તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે છે. નીચેનામાંથી સાચા વિકલ્પ શોધો :

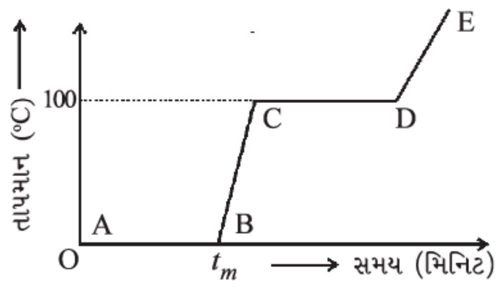
(a) બંને સાઈઝના ગુલાબજાંબુ સમાન સમયમાં ગરમ થશે.

(b) મોટા કરતાં નાનું ગુલાબજાંબુ પહેલા ગરમ થશે.

(c) મોટા કરતા નાનો પિઝા પહેલા ગરમ થશે.

(d) નાના કરતા મોટો પિઝા પહેલા ગરમ થશે.

11.11 આકૃતિ 11.2માં દર્શાવેલ તાપમાન વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ ધ્યાનમાં લો, જે બરફને ગરમ કરતાં બદલાતી અવસ્થાઓ દર્શાવે છે (સ્કેલ મુજબ નહિ), તો નીચેના પૈકી કયા વિકલ્પો સાચા છે ?



આકૃતિ 11.2

(a) વિભાગ AB બરફ અને પાણીનું તાપીય સંતુલન દર્શાવે છે.

(b) B પાસે પાણી ઉકળવાનું શરૂ કરે છે.

(c) C પાસે બધું પાણી વરાળમાં રૂપાંતરણ પામે છે.

(d) C થી D ઉત્કલન બિંદુએ પાણી અને વરાળનું સંતુલન દર્શાવે છે.

11.12 એક ગ્લાસ ભરેલ ગરમ દૂધ ટેબલ પર રેડવામાં આવે છે. તે ક્રમશઃ ઠંડું પડે છે. નીચેના પૈકી કયા વિકલ્પો સાચા છે ?

(a) દૂધ જ્યાં સુધી પરિસરનું તાપમાન પ્રાપ્ત કરે ત્યાં સુધી તેના ઠંડા પડવાનો સમયદર અચળ રહે છે.

(b) સમય સાથે દૂધનું તાપમાન ચરઘાતાંકીય રીતે ઘટે છે.

(c) ઠંડા પડવા દરમિયાન, દૂધમાંથી પરિસરમાં તેમજ પરિસરમાંથી દૂધમાં ઉષ્માનું વહન થાય છે પરંતુ ઉષ્માનું ચોખ્ખું વહન દૂધમાંથી પરિસરમાં થાય છે અને તેથી ઠંડું પડે છે.

(d) દૂધમાંથી પરિસરમાં ઉષ્મા ગુમાવવા માટે ઉષ્માવહન, ઉષ્માનયન અને વિકિરણ ત્રણેય ઘટના જવાબદાર છે.

• અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

11.13 થરમૉમિટરના બલ્બની દીવાલ ઉષ્ણતાવહી (diathermic) કે સમોષ્મી (adiabatic) શેની બનેલી હોય છે ?

11.14 એક વિદ્યાર્થી સળિયાની પ્રારંભિક લંબાઈ l, તાપમાનમાં ફેરફાર ΔT અને લંબાઈમાં થતો ફેરફાર Δl નીચે મુજબ નોંધે છે :

અનુક્રમ	l (m)	ΔT (°C)	Δl (m)
1	2	10	4×10^{-4}
2	1	10	4×10^{-4}
3	2	20	2×10^{-4}
4	3	10	6×10^{-4}

જો પ્રથમ અવલોકન સાચું હોય, તો બાકીના 2, 3, 4 અવલોકન વિશે શું કરી શકો છો ?

11.15 શા માટે સમાન તાપમાને રહેલા લાકડાના સળિયા કરતા ધાતુનો સળિયો વધારે ગરમ લાગે છે ? તે જ રીતે જો બંને ઓરડાના તાપમાન કરતાં ઠંડા હોય, તો લાકડાના સળિયા કરતા તે ઠંડો જણાય છે.

11.16 સેલ્સિયસ અને ફેરનહીટ માપક્રમ પર સમાન સંખ્યાત્મક મૂલ્ય ધરાવતું તાપમાન ગણો.

11.17 હાલમાં લોકો તાંબાના તળિયા ધરાવતાં સ્ટીલનાં વાસણોનો ઉપયોગ કરે છે. ખોરાકને એકસરખો ગરમ કરવા માટે તે સારું છે તેમ ધારો. તાંબું સારું વાહક છે તે હકીકતનો ઉપયોગ કરી આ અસર સમજાવો.

• ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

11.18 નિયમિત સળિયાના તાપમાનમાં જ્યારે ΔT જેટલો સૂક્ષ્મ વધારો કરવામાં આવે ત્યારે તેના લંબદ્વિભાજકને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા (I)માં થતો વધારો શોધો. (રેખીય પ્રસરણાંક α લો.)

11.19 ભારતમાં ઉનાળા દરમિયાન, ઠંડક મેળવવા માટે બરફની છીણના ગોળાને સ્વાદ માટે ખાંડના શરબતમાં બોળી ચૂસવાની પ્રથા છે. તેના માટે છીણેલા બરફમાં લાકડી (સ્ટીક) દાખલ કરી તેને હથેળી વડે ગોળો બનાવવા દબાવવામાં આવે છે. તે જ રીતે શિયાળામાં જ્યાં હિમ (snow) પડે તે વિસ્તારોમાં લોકો બરફના ગોળા બનાવી આસપાસ ફેંકતા હોય છે. પાણીના P - Tના આલેખ પરથી છીણેલા બરફ કે હિમમાંથી ગોળાના નિર્માણની પ્રક્રિયા સમજાવો.

11.20 100 g પાણીને -10^{o} C તાપમાન સુધી અતિશય ઠંડું કરવામાં આવે છે. કોઈ યાંત્રિક કે અન્ય કોઈ વિક્ષેપને કારણે તેનો કેટલોક ભાગ એકાએક બરફ બની જાય છે. પરિણામે બનતા મિશ્રણનું તાપમાન કેટલું હશે તથા કેટલા દળનો બરફ બન્યો હશે ?

[$S_W = 1$ cal /g /^{o}C અને $L^{W}_{\text{ફ્યુઝન}} = 80$ cal /g]

11.21 એક દિવસ સવારમાં નાહવા માટે રમેશ ગિઝરમાંથી ગરમ પાણીની ડોલ 1/3 ભાગ સુધી ભરે છે. બાકીનો 2/3 ભાગ ઠંડા પાણીથી (ઓરડાના તાપમાને) ભરી, મિશ્રણને નાહવા માટે અનુકૂળ તાપમાને લાવવાનું હતું. અચાનક રમેશને નાહવા જતા પહેલાં 5-10 મિનિટ માટે કંઈક કામ આવી પડ્યું. હવે તેની પાસે બે વિકલ્પો હતા :

(i) બાકીની ડોલ સંપૂર્ણપણે ઠંડા પાણીથી ભરી ત્યાર બાદ કામ પૂરું કરે.

(ii) પહેલાં કામ પૂરું કરે અને નાહવાના તરત પહેલાં બાકીની ડોલ ભરે.

તમારી દૃષ્ટિએ કયો વિકલ્પ પાણીને વધારે ગરમ રાખશે ? સમજાવો.

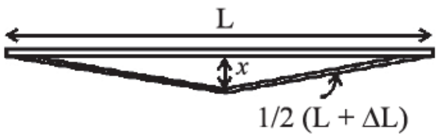
• દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

11.22 જેની લંબાઈ તાપમાન સાથે ન બદલાય તેવો સ્કેલ આપણે તૈયાર કરવો છે. આ પ્રકારનો એકમ સ્કેલ જેની લંબાઈ 10 cm રહે તેમ તૈયાર કરવા સૂચવ્યું છે. આપણે દરેકની લંબાઈ જુદી હોય તેવી પિત્તળ અને લોખંડની દ્વિધાતુ પટ્ટીનો ઉપયોગ કરી શકીએ કે જેની લંબાઈ (બંને ઘટકોની) એવી રીતે બદલાય છે કે જેથી તેમની લંબાઈઓ વચ્ચેનો તફાવત અચળ રહે. જો $\alpha_{\text{લોખંડ}} = 1.2 \times 10^{-5}$ / K અને $\alpha_{\text{પિત્તળ}} = 1.8 \times 10^{-5}$ / K હોય, તો દરેક પટ્ટીની લંબાઈ આપણે કેટલી લેવી જોઈએ ?

11.23 આપણે તાપમાન સાથે જેનું કદ ન બદલાતું હોય તેવું વાસણ બનાવવા માગીએ છીએ. (ઉપરના પ્રશ્નમાંથી hint લો.) આપણે વાસણ 100 cc જેટલા કદનું બનાવવા માટે પિત્તળ અને લોખંડ ($\beta_{\text{પિત્તળ}} = 6 \times 10^{-5}$ / K અને $\beta_{\text{લોખંડ}} = 3.55 \times 10^{-5}$ / K)નો ઉપયોગ કરી શકીએ. આ તમે કેવી રીતે બનાવી શકશો ?

11.24 જ્યારે 57^{o} C તાપમાન ધરાવતી ગરમ ચા પીવામાં આવે ત્યારે દાંતની કેવિટી (સૂક્ષ્મ છિદ્ર)માં ભરેલ તાંબામાં ઉદ્ભવતું તણાવ શોધો. શરીર (દાંત)નું તાપમાન 37^{o} C લો અને $\alpha = 1.7 \times 10^{-5}$ / ^{o}C, તાંબાનો બલ્ક મોડ્યુલસ = 140×10^{9} N/m^2.

11.25 સ્ટીલમાંથી બનાવેલા 10 m લંબાઈના રેલમાર્ગના બે છેડાને રેલવેલાઇન પર જડેલા (clamped) છે (આકૃતિ 11.3). ઉનાળાના દિવસોમાં તાપમાનમાં 20^{o} C ના વધારાને લીધે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેમાં વિકૃતિ આવે છે. x નું મૂલ્ય (મધ્યબિંદુનું સ્થાનાંતર) શોધો.



આકૃતિ 11.3

$\alpha_{\text{સ્ટીલ}} = 1.2 \times 10^{-5}$ / ^{o}C

11.26 0^{o} C તાપમાને લંબાઈ L_0 અને રેખીય પ્રસરણાંક α ધરાવતા પાતળા સળિયાના બે છેડાઓના તાપમાનો અનુક્રમે θ_1 અને θ_2 જાળવી રાખ્યા છે, તો તેની નવી લંબાઈ શોધો.

11.27 સ્ટિફનના વિકિરણના નિયમ અનુસાર, દર સેકન્ડે એકમ ક્ષેત્રફળની સપાટીમાંથી કાળો પદાર્થ σT^4 ઊર્જા ઉત્સર્જિત કરે છે. જ્યાં, T એ કાળા પદાર્થની સપાટીનું તાપમાન અને $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ W / m^2K^4 સ્ટિફન અચળાંક તરીકે ઓળખાય છે. એક ન્યુક્લિયર શસ્ત્રને 0.5 m ત્રિજ્યાનો ગોળો વિચારી શકાય. જ્યારે તેનો વિસ્ફોટ થાય ત્યારે તાપમાન 10^6 K સુધી પહોંચે છે અને તે કાળા પદાર્થ તરીકે વર્તે છે.

(a) તેના દ્વારા ઉત્સર્જાતા પાવરનો અંદાજ મેળવો.

(b) જો આસપાસ 30^{o} C ધરાવતું પાણી હોય, તો 1 s માં 10 % ઊર્જામાંથી કેટલું પાણી વરાળ થશે ?

[$S_W = 4186.0$ J/kg K અને $L_V = 22.6 \times 10^5$ J/kg]

(c) બધી જ ઊર્જા U, વિકિરણના સ્વરૂપમાં અને અનુરૂપ વેગમાન p = U/C છે. 1 km ના અંતરે એકમ સમયમાં એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ કેટલું વેગમાન આપે ?