UNIT – 4

Heat and Thermometry

ઉષ્મા અને ઉષ્ણતામાપન

પ્રસ્તાવના: ધાતુના સળિયાના એક છેડાને ગરમ કરતાં અમુક સમય બાદ તે ગરમીને આપણે બીજા છેડે સ્પર્શ દ્વારા અનુભવી શકીએ છીએ.

આપણે જાણીએ છીએ કે બ્રહ્માંડનું તમામ દ્રવ્ય એ અણું અને પરમાણુંનું બનેલું છે. આ અણુઓ અને પરમાણુઓ સતત ગતિ કરતાં રહે છે. આ ગતિ રેખીય, ચાક કે સ્પંદન ગતિ હોઇ શકે. આવી ગતિઓના પરિણામ સ્વરૂપ ઉષ્માઉર્જા ઉત્પન્ન થાય છે. બ્રહ્માંડના તમામ પદાર્થો આવા પ્રકારની ઉર્જા ધરાવે છે.

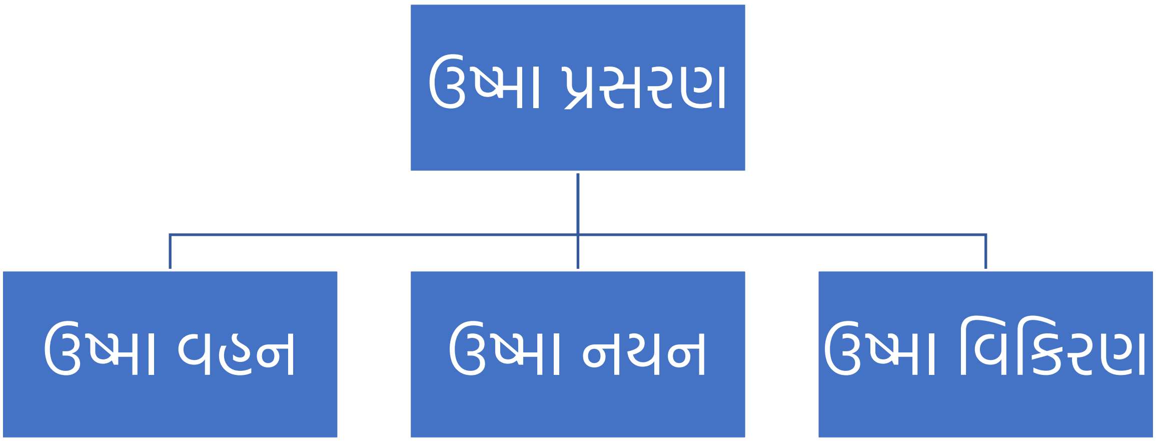
Que. 01. વ્યાખ્યાઓ આપો.

Ans:

1. ઉષ્મા: તાપમાનના તફાવતને કારણે તંત્રમાં રહેલા પરમાણુંઓ વચ્ચે વહન પામતી ઉષ્મિય ઉર્જાને દર્શાવવા વપરાતું પદ છે. .
2. તાપમાન: પદાર્થની એવી ઉષ્મિય સ્થિતિને વ્યાખ્યાયિત કરે છે જે ઉષ્માના વહનની દિશા નક્કી કરે છે. અર્થાત તાપમાન નક્કી કરશે કે આપેલ પદાર્થ બીજા પદાર્થમાંથી ઉષ્મા મેળવશે કે તે બીજા પદાર્થને ઉષ્મા આપી દેશે.

Que. 02. ઉષ્મા પ્રસરણના પ્રકારો સમજાવો.

Ans:

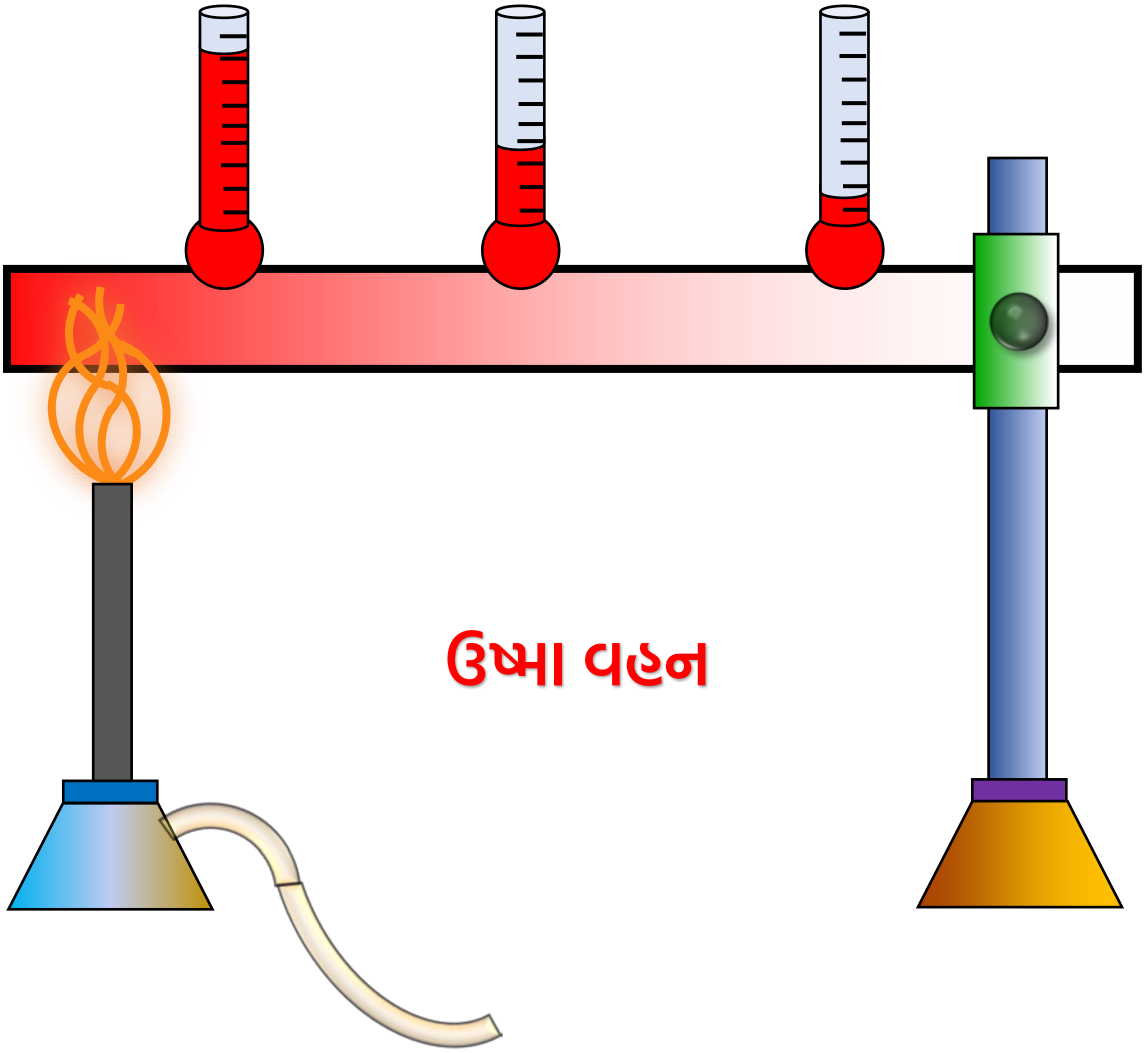


ઉષ્મા પ્રસરણના પ્રકાર:

1. વાહક પદાર્થોમાં થતાં ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.
1. ટૂંક નોંધ લખો: ઉષ્માવહન
1. ધાતુઓમાં થતાં ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.

Ans: **ઉષ્મા વહન (Heat Conduction):** જ્યારે ઘન પદાર્થો એકબીજાના સીધા સંપર્કમાં હોય ત્યારે જ ઉષ્મા વહન શક્ય બને છે. જ્યારે પદાર્થ ઉષ્માનો સુવાહક હોય ત્યારે ઉષ્મા વહન વધુ ઝડપથી થાય છે.

આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ધાતુના સળિયાને સ્ટેન્ડ પર ત્રણ થર્મોમીટર સાથે ગોઠવેલ છે. સળિયાના એક છેડાને ઉષ્મા આપતા તે છેડાના અણુઓ ઉષ્મા મેળવે છે આથી તેના આંદોલનો



વધે છે. આ અણુઓ તેમની ઉર્જા તેમની પાસે રહેલા અણુઓને આપે છે. આ અણુઓ તેમના આંદોલનો વધારે છે અને ઉષ્માઉર્જા ક્રમશ: આગળના અણુઓને આપે છે. આમ, ઉર્જાનું વહન શક્ય બને છે. ઉષ્મા વહન મોટા ભાગે ધાતુઓમાં શક્ય બને છે. ઉષ્મા વહનમાં ભાગ લેતા

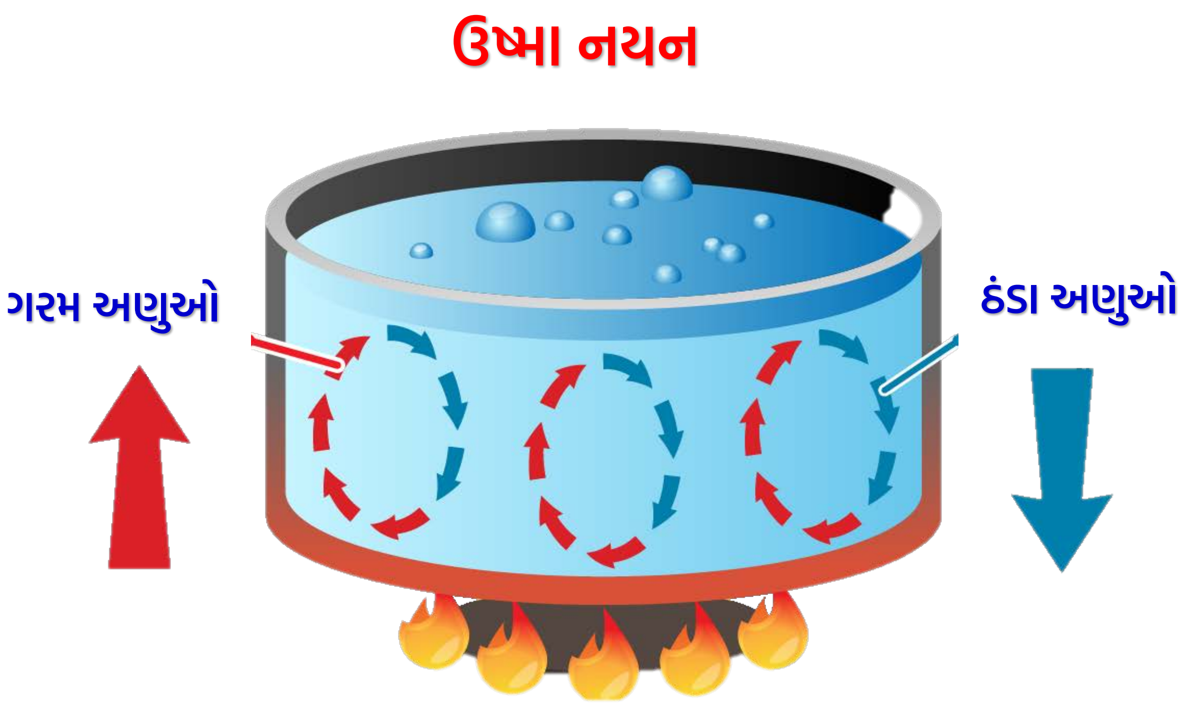
અણુંઓ પોતાનું સ્થાન છોડીને બીજી જગ્યાએ જતાં નથી. તેઓ મોટા ભાગે પોતાન મધ્યમાન સ્થાનની આજુબાજુ જ આંદોલન કરે છે.

2. વાહક પ્રવાહી અને વાયુ પદાર્થોમાં થતાં ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.

2. તરલ પદાર્થોમાં થતાં ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.

2. ટૂંક નોંધ લખો: ઉષ્મા નયન

Ans: **ઉષ્મા નયન (Heat Convection):** ઉષ્મા નયનમાં ભાગ લેતા અણુઓ પોતાનું સ્થાન છોડીને બીજી જગ્યા જાય છે. આથી ઉષ્મા નયન માત્ર પ્રવાહી કે વાયુમાં જે એટલે કે તરલ પદાર્થોમાં જ શક્ય બને છે.



ઉષ્મા નયનમાં નીચેના ભાગે રહેલા અણુઓ ગરમ થવાથી તેમનું કદ વધે છે આથી તેમની ઘનતા ઘટે છે. પરંતુ ઉપરના ભાગના અણુઓની ઘનતા વધારે હોવાથી ગુરુત્વાકર્ષણની અસર હેઠળ ઠંડા અણુઓ નીચેની તરફ આવે છે અને તેનું સ્થાન નીચેથી ગરમ થયેલા અણુઓ ગ્રહણ કરે છે. આમ, તરલ પદાર્થોમાં એક પ્રકારનો પ્રવાહ પેદા થાય છે. આમ, ઉષ્મા નયન મુખ્યત્વે પ્રવાહી અને વાયુરૂપ પદાર્થમાં થાય છે.

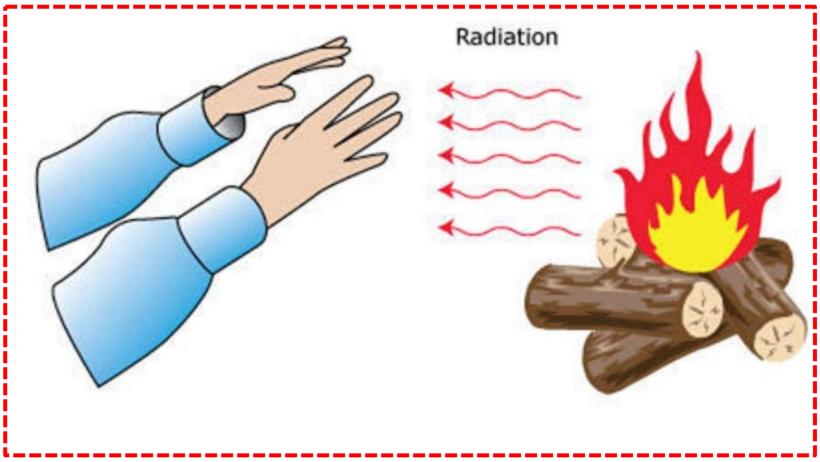
3. બે પદાર્થો વચ્ચે ભૌતિક સંપર્ક વિના શક્ય બનતો ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.

3. બે પદાર્થો વચ્ચે પ્રકાશની ઝડપે થતાં ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.
3. પદાર્થના ત્રણેય સ્વરૂપ ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ પદાર્થોમાં શક્ય બનતો ઉષ્મા પ્રસારણનો પ્રકાર વર્ણવો.
3. ટૂંક નોંધ લખો: ઉષ્મા વિકિરણ

Ans: ઉષ્મિય વિકિરણ/ઉષ્મા ગમન **(Heat Radiation):**

વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણ દ્વારા ગરમીને સ્થાનાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા, જે પદાર્થમાં કણોની થર્મલ ગતિ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે, તેને ઉષ્મિય વિકિરણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ ચોક્કસ વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણ વર્ણપટના પારરક્ત (ઇન્ફ્રારેડ) વિસ્તારમાં જોવા મળે છે.

નિરપેક્ષ શૂન્ય કરતા વધારે તાપમાન ધરાવતા દરેક કણો દ્વારા ઉષ્મિય વિકિરણ ઉત્સર્જિત થાય છે. આ પ્રકારની ગતિ નિરપેક્ષ શૂન્ય તાપમાન પર સંપૂર્ણપણે સ્થિર હોય છે.



લોખંડને જયારે ઉષ્મા આપવામાં આવે ત્યારે તેને "લાલ ગરમ" તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કારણ કે તે તાપમાને પદાર્થ દ્વારા ઉત્સર્જિત ઉષ્મિય ઉર્જાનો મોટાભાગનો ભાગ વર્ણપટના લાલ રંગના પટમાં આવે છે. તે વધુ ઊંચા તાપમાને પણ એક અલગ રંગ ઉત્સર્જિત કરવાનું શરૂ કરશે.

ઉષ્મિય વિકિરણના ગુણધર્મો:

1. વિકિરણ એ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોના સ્વરૂપમાં પદાર્થ દ્વારા ઉત્સર્જિત ઊર્જા છે.
2. કોઈપણ તાપમાને, પદાર્થનું ઉષ્મિય વિકિરણ વિવિધ પ્રકારની આવૃતિ ઉત્સર્જિત કરે છે.
3. જેમ જેમ ઉત્સર્જકનું તાપમાન વધે છે તેમ, ઉત્સર્જિત કિરણોત્સર્ગની આવૃતિ (અથવા રંગ) વધે છે. દા.ત. લાલ ગરમ લોખંડ, મુખ્યત્વે દૃશ્યમાન વર્ણપટની

લાંબી તરંગલંબાઇ (લાલ અને નારંગી) માં ફેલાય છે. જેમ જેમ તે વધુ ગરમ થાય છે તેમ તે લીલા અને વાદળી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરવાનું શરૂ કરે છે.

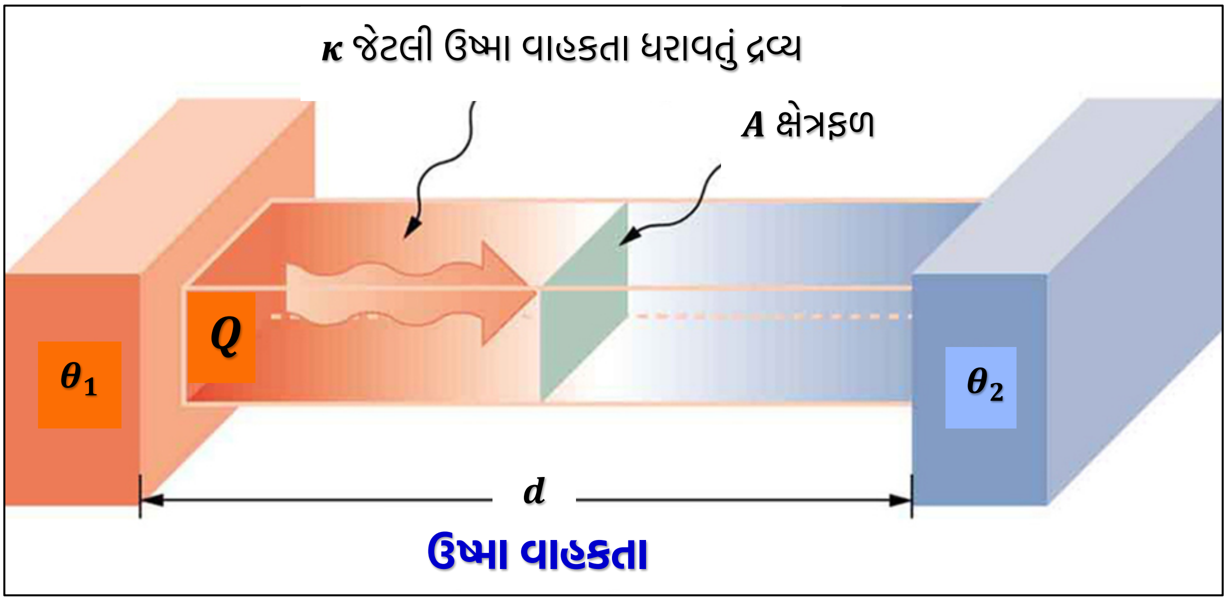
4. જેમ જેમ તાપમાન વધે છે તેમ, તમામ આવૃતિના વિકિરણની કુલ માત્રામાં તીવ્ર વધારો થાય છે. અને આ ઉર્જા એ તે પદાર્થના નિરપેક્ષ તાપમાનના ચતુર્થ ઘાતના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$Q \propto T^4$$

આ વિધાનને **Stefan-Boltzmann** નિયમ કહે છે.

Que. 03. ધાતુઓમાં થતા ઉષ્માવહન સમજાવો અને તેનું સૂત્ર તારવો.

Ans: આકૃતિમાં d લંબાઈનો ધાતુનો સળિયો દર્શાવેલ છે જેના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A છે. સળિયાને ઉષ્મા આપતા ઉષ્મા એક છેડા X થી બીજા છેડા Y તરફ વહે છે. સળિયાના સમતલ P અને Q ના તાપમાન અનુક્રમે θ_1 અને θ_2 છે. ઉષ્માનું વહન X થી છેડા તરફથી સમતલ P અને Q ને લંબરૂપે Y છેડા તરફ થાય છે. ઉષ્મા સંરક્ષણના નિયમ પ્રમાણે જેટલો ઉષ્માનો જથ્થો



સમતલ P માં દાખલ થાય છે તેટલો જ ઉષ્માનો જથ્થો સમતલ Q માંથી બહાર નીકળે છે.

ઉષ્મા વહનનો જથ્થો નીચેની બાબતો પર આધાર રાખે છે.

1. વહન પામતો ઉષ્માનો જથ્થો સળિયાના આડછેદના ક્ષેત્રફળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$Q \propto A$$

2. વહન પામતો ઉષ્માનો જથ્થો બે સમતલ વચ્ચેના તાપમાનના તફાવતના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$Q \propto (\theta_1 - \theta_2)$$

3. વહન પામતો ઉષ્માનો જથ્થો સમયના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$Q \propto t$$

4. વહન પામતો ઉષ્માનો જથ્થો બે સમતલ વચ્ચેના અંતરના વ્યસ્તપ્રમાણમાં હોય છે.

$$Q \propto \frac{1}{d}$$

ઉપરની તમામ બાબતોનો સમન્વય કરતાં,

$$Q \propto \frac{A(\theta_1 - \theta_2)t}{d}$$

$$Q = k\frac{A(\theta_1 - \theta_2)t}{d}$$

અહીં k એ સમપ્રમાણતાનો અચળાંક છે જે ઉષ્મા વાહકતાના અચળાંક તરીકે ઓળખાય છે. તેનું મૂલ્ય માત્ર સળિયાના દ્રવ્ય પર આધાર રાખે છે.

જો ઉપરના સૂત્રમાં $A = 1\, m^2$, $t = 1\, s$, $\theta_1 - \theta_2 = 1$°C અને $d = 1\, m$ લેવામાં આવે તો $Q = k$ થાય.

એકમ: $[k] = \frac{W}{m \cdot K}$ અથવા $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

આ હકીકતનો ઉપયોગ કરીને ઉષ્મા વાહકતાના અચળાંકની વ્યાખ્યા નીચે મુજબ આપી શકાય.

વ્યાખ્યા: *પદાર્થના એકમ ક્ષેત્રફળવાળા અને એકમ તાપમાન પ્રચલન ધરાવતા સમતલમાંથી સમતલને લંબરૂપે ઉષ્માપ્રવાહના મૂલ્યને તે પદાર્થની આપેલ તાપમાને ઉષ્મા વાહકતા કહેવાય છે.* (ઉષ્મા વાહકતા અંકને ઉષ્મા વાહકતા પણ કહેવાય છે.

Que. 04. તાપમાનના ત્રણ માપક્રમો સમજાવો અને તેના સુત્ર લખો.

Ans: પદાર્થમાં રહેલા ઠંડાપણા કે ઉષ્ણતાનાં આંકડાકીય માપને તાપમાન કહે છે. પદાર્થના તાપમાનમાં ફેરફાર થવાથી ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ પદાર્થોના કદ વધે છે. ધાતુના તારના અવરોધમાં વધારો થાય છે. અહીં જણાવેલ બાબતો પૈકી કોઈ પણ બાબતનો ઉપયોગ કરીને પદાર્થનું તાપમાન માપી શકાય છે.

માપનના સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત માપક્રમ અનુસાર તાપમાન માપવા માટે થર્મોમીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ માટે પૂર્વ-નિર્ધારિત સંદર્ભ બિંદુઓનો ઉપયોગ કરી ભૌતિક રાશિઓની તુલના કરી શકાય છે.

ત્રણ સૌથી સામાન્ય તાપમાનના માપક્રમ ફેરનહીટ, સેલ્સિયસ અને કેલ્વિન છે. સરળતાથી પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકાય તેવા બે અલગ તાપમાનને ઓળખીને તાપમાન સ્કેલ બનાવી શકાય છે. સામાન્ય રીતે પ્રમાણભૂત વાતાવરણીય દબાણ પર બરફ અને ઉકળતા પાણીના તાપમાનનો ઉપયોગ થાય છે.

<u>**સેલ્સિયસ સ્કેલ**</u>: આ સ્કેલમાં બરફના ગલનબિંદુ અને ઉકળતા પાણીના ઉત્કલનબિંદુઓને સંદર્ભબિંદુઓ તરીકે લેવામાં આવ્યા છે. તેનો એકમ ડિગ્રી સેલ્સિયસ °C છે. બરફના ગલનબિંદુ **0** °C અને ઉકળતા પાણીના ઉત્કલનબિંદુ **100** °C લેવામાં આવે છે.

<u>**ફેરનહીટ સ્કેલ:**</u> આ સ્કેલમાં બરફના ગલનબિંદુ અને ઉકળતા પાણીના ઉત્કલનબિંદુઓને સંદર્ભબિંદુઓ તરીકે લેવામાં આવ્યા છે. તેનો એકમ ડિગ્રી ફેરનહીટ °F છે. બરફના ગલનબિંદુ **32** °F અને ઉકળતા પાણીના ઉત્કલનબિંદુ **180** °F લેવામાં આવે છે.

એક ડિગ્રી સેલ્સિયસ તાપમાનનો તફાવત એક ડિગ્રી ફેરનહીટના તાપમાનના તફાવત કરતાં વધારે છે. માત્ર 100 ડિગ્રી સેલ્સિયસ એ 180 ડિગ્રી ફેરનહીટ જેટલી જ રેન્જ ધરાવે છે**.**

$$1\ ^\circ\text{C} = 1.8\ ^\circ\text{F}$$

<u>**કેલ્વિન સ્કેલ**</u>: કેલ્વિન સ્કેલ સામાન્ય રીતે વિજ્ઞાનમાં વપરાય છે. તે એક નિરપેક્ષ તાપમાન છે જેને **0 K** માટે વ્યાખ્યાયિત કરેલ છે. સૌથી નીચા શક્ય તાપમાન **0 K** ને **નિરપેક્ષ શૂન્ય** કહેવાય છે. આ સ્કેલ પર અધિકૃત તાપમાન એકમ કેલ્વિન છે**,** જેને **K** વડે દર્શાવાય છે. (કેલ્વિન એકમને ડિગ્રી ચિહ્ન સાથે લખવામાં આવતો નથી).

બરફ ગલનબિંદુ અને પાણીનું ઉત્કલન બિંદુ અનુક્રમે **273.15 K** અને **373.15 K** છે. આમ**,** કેલ્વિન માપક્રમ અને સેલ્સિયસ માપક્રમમાં તાપમાનનો તફાવત સમાન છે. અન્ય માપક્રમોથી વિપરીત**,** કેલ્વિન સ્કેલ એક સંપૂર્ણ સ્કેલ છે. તે વૈજ્ઞાનિક કાર્યમાં વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે કારણ કે સંખ્યાબંધ ભૌતિક રાશીઓ જેમ કે આદર્શ ગેસનું કદ એ નિરપેક્ષ તાપમાન સાથે સીધું સંબંધિત છે.

<u>**રૂપાંતરણ:**</u> °C $\longrightarrow$ °F $\longrightarrow$ K

$$\frac{T_C - 0}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273.15}{5}$$

સેલ્સિયસ (°C) અને કેલ્વિન (K)

$$\frac{T_C - 0}{5} = \frac{T_K - 273.15}{5}$$

$$\therefore \frac{T_C}{5} = \frac{T_K - 273.15}{5}$$

$$\therefore T_C = T_K - 273.15$$

$$\therefore T_K = T_C + 273.15$$

સેલ્સિયસ (°C) અને ફેરનહીટ (°F)

$$\frac{T_C - 0}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\therefore \frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

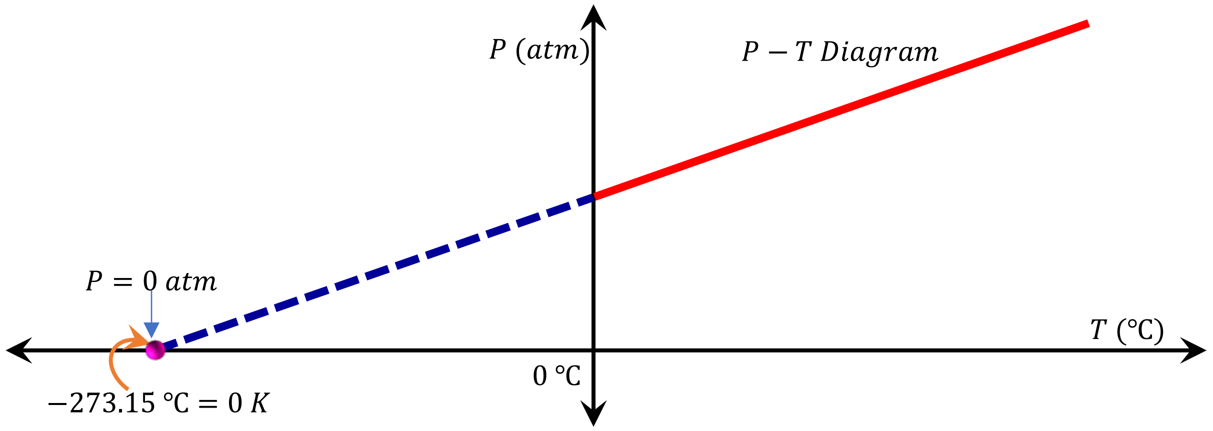
$$\therefore T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$

$$\therefore T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

ફેરનહીટ (°F) અને કેલ્વિન (*K*)

$$\frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273.15}{5}$$

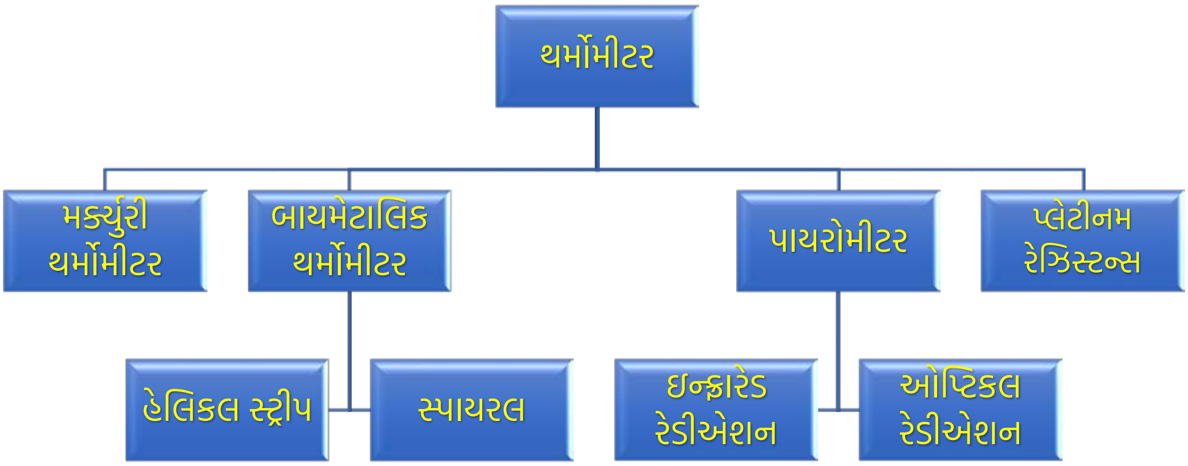
$$\therefore T_F - 32 = \frac{9}{5}(T_K - 273.15)$$



$$\therefore T_F = \frac{9}{5}(T_K - 273.15) + 32$$

$$\therefore T_K = \frac{5}{9}(T_F - 32) + 273.15$$

થર્મોમીટર



Que. 05. મર્ક્યુરી થર્મોમીટર માટે તેનો સિધ્ધાંત, રચના, કાર્યપધ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદા આકૃતિ સહીત સમજાવો.

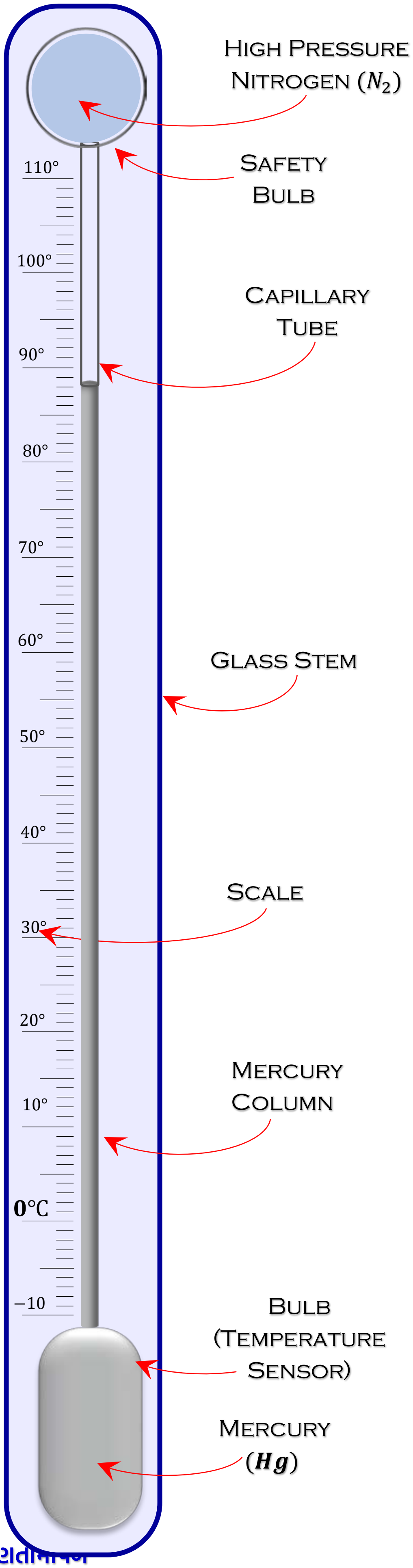
Ans: **સિધ્ધાંત:** પારા (Hg) જેવી ધાતુઓનું તાપમાન વધવા કે ઘટવાથી તેમના કદમાં વિસ્તરણ કે સંકોચન થાય છે.

રચના: આકૃતિમાં એક ગ્લાસ થર્મોમીટર દર્શાવેલ છે. તે મુખ્યત્વે ત્રણ ભાગનું બનેલું હોય છે.

1. સ્ટેમ(Stem): સ્ટેમ એ વાસ્તવમાં કાચની પારદર્શક નળી છે જેમાં નાના વ્યાસવાળી કેશનળી (કેપેલરી) રહેલી હોય છે. કાચની કેશનળીનો અતિ નાના વ્યાસ (બોર) એ પારાના કદના વિસ્તરણ અને સંકોચનમાં વધુ વધારો કરે છે. પારાનું ઉત્કલન બિંદુ 356.7 °C છે આથી 500 °C જેવાં વધુ ઉચ્ચ તાપમાન માપવા માટે સ્ટેમના ખાલી ભાગમાં

દબાણ હેઠળ નાઇટ્રોજન જેવો નિષ્ક્રિય વાયુ ભરવામાં આવે છે. (વધુ દબાણે પ્રવાહીનું ઉત્કલન બિંદુ વધે છે.)

2. બલ્બ (Bulb): સ્ટેમના નીચેના છેડે પારાના સંગ્રહ માટેની રચનાને બલ્બ કહે છે. ઉષ્મા મળવાથી બલ્બમાં રહેલો પારો વિસ્તરણ પામી સ્ટેમમાં આગળ વધે છે.
3. સ્કેલ (Scale): પારાના વિસ્તરણ કે સંકોચનનું માપ શોધવા માટે સ્ટેમ પર નિશ્ચિત અંતરે વિભાગ કરેલા હોય છે. આ વિભાગ સાથે °C અને/અથવા °F માપક્રમ દર્શાવેલ હોય છે.



કાર્યપધ્ધતિ: જ્યારે થર્મોમીટરને જે પદાર્થનું તાપમાન માપવું હોય તેના સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. આથી બલ્બમાં રહેલો પાર ઉષ્મા મળવાથી સ્ટેમમાં વિસ્તરણ પામે છે. જ્યાં સુધી પારાનું તાપમાન એ પદાર્થના તાપમાન જેટલું ના થાય ત્યાં સુધી પદાર્થમાંથી થર્મોમીટરમાં ઉષ્માનો પ્રવાહ વહેવાનું ચાલુ રહે છે. બંનેના તાપમાન સમાન થવાથી પારાનું વધુ વિસ્તરણ થતું અટકે છે. સ્ટેમ પર રહેલા માપક્રમ દ્વારા આ તાપમાન નોંધી શકાય છે.

ઉપયોગીતાઓ/ફાયદાઓ:

1. પારો ઉચ્ચ તાપમાને ઊકળે છે અને નીચા તાપમાને ઘનીકરણ પામે છે આથી, મોટી રેન્જ સુધી તાપમાન માપી શકાય છે.
2. પારો ચળકતો અને અપારદર્શક ધાતુ હોવાથી માપ લેવામાં સરળતા રહે છે.

3. પારા-પારા વચ્ચે લાગતું આસક્તિ બળ તેના કાચ સાથેના સંસક્તિ બળ કરતાં ઘણું વધુ હોવાથી તે કાચની સપાટીને ભીંજવ્યા વગર સરળતાથી સ્ટેમમાં પ્રસરણ પામી શકે છે.
4. તેને ઉપયોગમાં લેવા માટે વિદ્યુતની જરૂર પડતી નથી.
5. વારંવાર ઉપયોગ કરવા છતાં પણ દરેક વખતે તેનું માપાંકન (કેલિબ્રેશન) કરવાની જરૂર પડતી નથી.
6. અન્ય થર્મોમીટરની સાપેક્ષે અત્યંત સસ્તા છે.

મર્યાદાઓ/ગેરફાયદાઓ:

1. પારાની પ્રકૃતિ હાનિકારક છે.
2. પારાનું ઠારણબિંદુ -39 °C છે. આથી તેનાથી નીચેના તાપમાન માપવા માટે મર્ક્યુરી થર્મોમીટરનો ઉપયોગ કરી શકાતો નથી.
3. અત્યંત સચોટ તાપમાન માપવા માટે મર્ક્યુરી થર્મોમીટર ઉપયોગમાં લઈ શકાય નહીં.
4. તે સ્વયંસંચાલિત રીતે તાપમાન માપી શકતા નથી.
5. તેના પર વાતાવરણના તાપમાન, થર્મોમીટર પકડવા દરમિયાન થતો ઉષ્મા વિનિમય જેવા બાહ્ય પરિબળો અસર કરે છે.

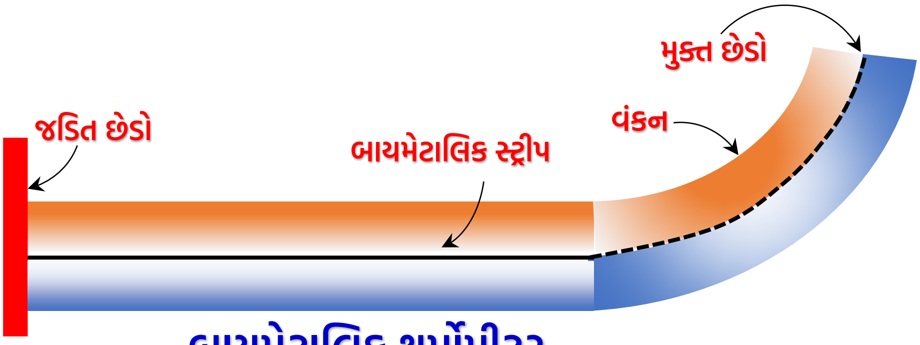
Que. 06. બાયમેટાલિક થર્મોમીટર માટે તેનો સિધ્ધાંત, રચના, કાર્યપધ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદા આકૃતિ સહીત સમજાવો.

Ans: **બાયમેટાલિક થર્મોમીટર:** બે અલગ અલગ ધાતુઓની પટ્ટીઓનો ઉપયોગ કરીને વિસ્તરણને અનુરૂપ તાપમાન માપી શકાય છે.

સિધ્ધાંત: બાયમેટાલિક થર્મોમીટર બે મૂળભૂત ગુણધર્મો પર કાર્ય કરે છે.

1. ધાતુઓના ઉષ્મિય પ્રસરણ
2. એક જ તાપમાને અલગ અલગ ધાતુઓના ઉષ્મિય રેખીય પ્રસરણ અંક જુદા જુદા હોય છે.

આકૃતિ:



બાયમેટાલિક થર્મોમીટર

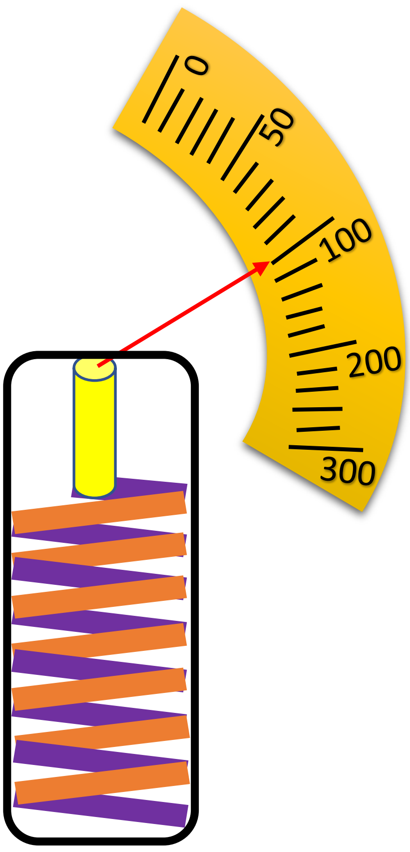
રચના: બાયમેટાલિક થર્મોમીટરનો મુખ્ય ઘટક બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ છે. બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપમાં અલગ અલગ ઉષ્મિય પ્રસરણ અંક ધરાવતી ધાતુઓની બે પાતળી પટ્ટીઓ હોય છે. તાપમાનમાં ફેરફાર થવા સાથે તેના આકાર અથવા કદમાં ફેરફાર થાય છે. ધાતુના પટ્ટાઓ તેમની લંબાઇ સાથે જોડાયેલા હોય છે. તેઓ એક છેડેથી જોડાયેલા હોય છે અને બીજા છેડે ખસી શકવા માટે મુક્ત હોય છે.

કાર્યપધ્ધતિ: સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી બે ધાતુઓ સ્ટીલ અને તાંબુ છે. તેમનું ઉષ્મિય પ્રસરણ અલગ હોવાથી, આ ધાતુઓની લંબાઈ સમાન તાપમાન માટે અલગ-અલગ દરે બદલાય છે. આ ગુણધર્મને લીધે, જ્યારે તાપમાનમાં ફેરફાર થાય છે, ત્યારે એક બાજુની ધાતુની પટ્ટી વધુ વિસ્તરે છે અને બીજી ઓછી વિસ્તરે છે, જેને કારણે જોડાયેલી બે પટ્ટીઓ વાંકી વળે છે. જ્યારે તાપમાન વધે છે, ત્યારે ઓછો તાપમાન ગુણાંક ધરાવતી ધાતુની સ્ટ્રીપ તરફ વાંકી વળે છે.

જ્યારે તાપમાન ઘટે છે, ત્યારે પટ્ટી ઊંચા તાપમાન ગુણાંક ધરાવતી ધાતુની દિશામાં વળે છે. સ્ટ્રીપનું વિચલન તાપમાનમાં ફેરફાર દર્શાવે છે. યોગ્ય તાપમાન વાંચન સુનિશ્ચિત કરવા માટે માપાંકન કરવામાં આવે છે.

હેલિકલ સ્ટ્રીપ બાયમેટાલિક થર્મોમીટર:

હેલિક્સ અથવા હેલિકલ-આકારના બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ થર્મોમીટરનો ઉપયોગ મોટાભાગે ઔધોગિક કાર્યક્રમોમાં થાય છે. સ્ટ્રીપના તાપમાનમાં ફેરફાર તેના સંકોચન અને વિસ્તરણનું કારણ બને છે. જેમાં વલય (હેલિકલ) આકારની બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ છે અને નીચેનો છેડો નિશ્ચિત છે અને ઉપરનો છેડો ખસવા માટે મુક્ત છે.



હેલીકલ સ્ટ્રીપ બાયમેટાલીક થર્મોમીટર

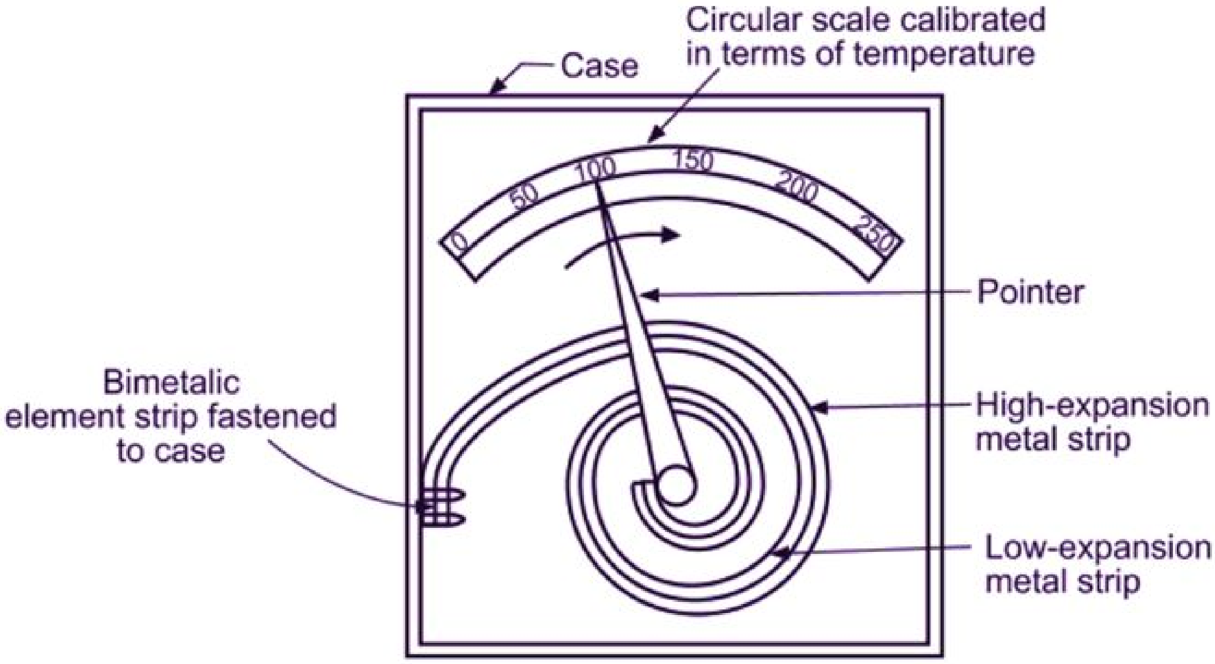
બાયમેટાલિક હેલિક્સના મુક્ત છેડો શાફ્ટ સાથે જોડાયેલ હોય છે. શાફ્ટનો બીજો છેડો પોઇન્ટર સાથે જોડાયેલ છે જે માપાંકિત થયેલા ડાયલ પર દર્શાવે છે.

ઉપયોગ: હેલિકલ સ્ટ્રીપ થર્મોમીટરને થર્મોવેલની અંદર મૂકી શકાય છે જે ઉચ્ચ તાપમાન અને દબાણ ધરાવતા વાતાવરણમાં પણ કાર્ય કરે છે.

સ્પારયલ સ્ટ્રીપ બાયમેટાલિક થર્મોમીટર:

આ થર્મોમીટરમાં બે અલગ અલગ ધાતુઓની પટ્ટીઓની બનેલી સર્પાકાર (સ્પાયરલ) બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ સાથે સ્કેલ સાથે ગોઠવેલ પોઇન્ટર જોડાયેલ છે. જેમ જેમ તાપમાન વધે છે તેમ તેમ બંને ધાતુઓની પટ્ટી અલગ અલગ રીતે વિસ્તરણ પામે છે. સ્પાયરલ બાયમેટલ

ઘડિયાળની દિશામાં ફરે છે. પરિણામે, તેની સાથે જોડાયેલ પોઇન્ટર માપાંકિત સ્કેલ પર તાપમાન દર્શાવે છે.



ઉપયોગ:

1. સ્પાયરલ સ્ટ્રીપ થર્મોમીટર નીચા તાપમાને પણ સંવેદનશીલ હોય છે આથી તેમનો ઉપયોગ થર્મોસ્ટેટમાં ઉપયોગ થાય છે.
2. હેલિક્સ સ્ટ્રીપ પ્રકારનો ઉપયોગ રિફાઇનરીઓ, ટાયર વલ્કેનાઇઝ, ઓઇલ બર્નરમાં થાય છે આ થર્મોમીટર્સનો ઉપયોગ ઘરગથ્થુ ઉપકરણોમાં થાય છે જેમાં એસી (એર કન્ડીશનર), ઓવન અને હોટ વાયર, રિફાઇનરીઓ, ટેમ્પરિંગ ટાંકીઓ, હીટર વગેરે જેવા ઉધોગોમાં ઉપકરણનો સમાવેશ થાય છે.

બાયમેટાલિક થર્મોમીટરના ફાયદાઓ:

1. તેનું ઇન્સ્ટોલેશન સરળ છે.
2. તેની જાળવણી સરળ છે.
3. તે ઊંચી ચોકસાઈ ધરાવે છે.
4. તે કિંમતમાં સસ્તાં હોય છે.
5. તેની તાપમાનની રેન્જ વિશાળ છે.
6. તે ઊંચા તાપમાન સુધી રેખીય પ્રતિભાવ દર્શાવે છે.

7. તેઓ સંપૂર્ણપણે યાંત્રિક છે અને તેને ચલાવવા માટે કોઈ પાવર સ્ત્રોતની જરૂર નથી.
8. તે ઉપયોગમાં સરળ હોય છે અને તેની ડિઝાઇન મજબૂત હોય છે.

બાયમેટાલિક થર્મોમીટરના ગેરફાયદાઓ:

1. તેમને ખૂબ ઊંચા તાપમાન માપવામાટે ઉપયોગમાં લઈ શકાતા નથી.
2. તેમનું વારંવાર માપાંકન(કેલિબ્રેશન) કરવું પડે છે.
3. નીચા તાપમાન માટે ચોક્કસપૂર્વક તાપમાન માપી શકાતું નથી કારણ કે ધાતુઓનાં પ્રસરણ અંક ખૂબ નાનાં હોય છે.
4. જ્યારે આ થર્મોમીટર્સનો વારંવાર ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, ત્યારે આ ઉપકરણનું બાઈમેટાલિક સ્ટ્રીપ કાયમી ધોરણે વળી શકે છે પરિણામે ક્ષતિ ઉદ્ભવે છે.

~~Que. 07. ઓપ્ટીકલ પાયારોમીટર માટે તેનો સિધ્ધાંત, રચના, કાર્યપધ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદા આકૃતિ સહીત સમજાવો.~~

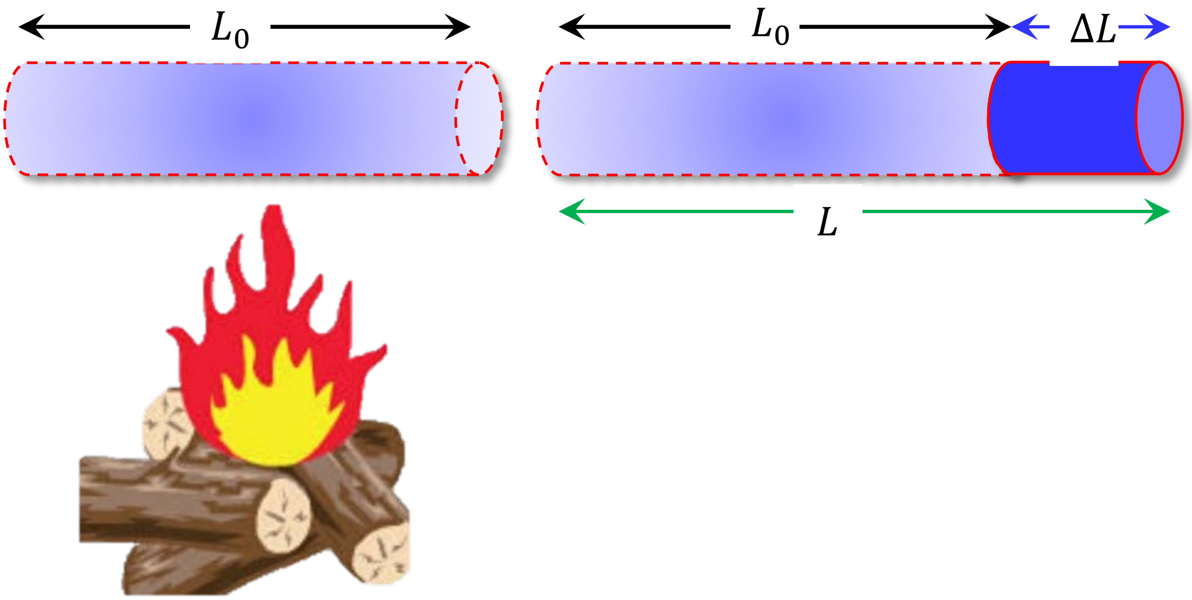
~~Ans: ઓપ્ટિકલ પાયરોમીટર એ બિન-સંપર્ક પ્રકારનું તાપમાન માપવાનું ઉપકરણ છે એટલે કે, જેનું તાપમાન માપવામાં આવી રહ્યું છે તે શરીર સાથે કોઈ સંપર્ક કર્યા વિના તે તાપમાનને માપે છે. આથી, તે ઉચ્ચ તાપમાનને માપી શકે છે.~~

~~તે શરીર દ્વારા ઉત્સર્જિત ગરમીના કિરણોને માપીને ગરમ પદાર્થનું તાપમાન માપે છે. ઓપ્ટિકલ પાયરોમીટરને પાયરોમીટરના અદ્રશ્ય ફિલામેન્ટ પ્રકાર તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.~~

- ~~તેની કિંમત ઘણી વધુ હોય છે.~~
- ~~તેની સાથે બ્રીજ સર્કીટ અને બેટરી સાલાયની જરૂર પડે છે.~~
- ~~ઊંચું તાપમાન માપવા માટે તેના બલ્બનો આકાર પણ મોટો હોવો જરૂરી છે.~~
- ~~ઘણી વખત બ્રીજને સંતુલિત કરવા માટે વધુ સમય લાગે છે.~~
- ~~તેના અવરોધક તારની સુરક્ષા માટે યોગ્ય પ્રણાલીની જરૂર પડે છે.~~

Que. 10. ધાતુઓમાં થતું ઉષ્માનું પ્રસરણ આકૃતિ સહીત સમજાવો અને ઉષ્મીય પ્રસરણનું સૂત્ર તારવો.

Ans: ઉષ્મીય પ્રસરણ (કે વિસ્તરણ) એ દ્રવ્યની તાપમાનમાં થતા ફેરફારનો પ્રતિભાવ આપવાની વૃત્તિ છે. (આનું ઉદાહરણ રેલરોડ ટ્રેકનું બકલિંગ છે).



ઘન પદાર્થમાં અણુઓ અને પરમાણુઓ, તેના મધ્યમાન (સંતુલન) બિંદુની આસપાસ સતત આંદોલનો કરે છે. આ પ્રકારના આંદોલનોને ઉષ્મીય ગતિ (thermal motion) કહેવામાં આવે છે. જ્યારે પદાર્થ ગરમ થાય છે, ત્યારે તેના ઘટક કણો વધુ આંદોલનો શરૂ કરે છે. દરેક કણ તેમના પડોશી કણો સાથેનું વધુ સરેરાશ અંતર જાળવી રાખે છે. પરિણામે પદાર્થનું વિસ્તરણ થાય છે.

ધારો કે કોઈ ધાતુના સળિયાની મૂળ લંબાઈ L_0 છે અને તેનું પ્રારંભિક તાપમાન T_1 છે.

જ્યારે આ સળીયાનું તાપમાન T_1 થી વધીને T_2 થાય ત્યારે સળીયાની લંબાઈ L થાય છે. આમ,

સળીયાની લંબાઈમાં થતો વધારો એ સળીયાની મૂળ લંબાઈને સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$\Delta L \propto L_0$$

સળીયાની લંબાઈમાં થતો વધારો એ સળીયમાં થતા તાપમાનના ફેરફારના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$\Delta L \propto (T_2 - T_1)$$

$$\Delta L \propto \Delta T$$

આ બંને બાબતોનો સમન્વય કરતાં,

$$\Delta L \propto L_0 \times \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha\, L_0\, \Delta T$$

અહીં, α ને આપેલ પદાર્થનો ઉષ્મીય રેખીય પ્રસરણ અંક કહે છે. ઉષ્મીય રેખીય પ્રસરણ અંક (રેખીય વિસ્તરણના ગુણાંક) ને ગાણિતિક રીતે નીચે મુજબ પણ લખી શકાય,

$$\therefore \alpha = \frac{\Delta L}{L_0\, \Delta T}$$

વ્યાખ્યા: *એકમ લંબાઈના સળીયાનામાં એકમ તાપમાનના મુલ્યના ફેરફાર દીઠ થતા લંબાઈના ફેરફારને આપેલ સળીયાનો ઉષ્મીય રેખીય પ્રસરણ અંક કહે છે.*

એકમ: $[\alpha] = {}^{\circ}\mathrm{C}^{-1}$ અથવા K^{-1} અથવા $\frac{1}{{}^{\circ}\mathrm{C}}$ અથવા $\frac{1}{K}$

ગુણધર્મો:

- ઉષ્મીય રેખીય પ્રસરણ અંક એ દરેક પદાર્થનો આંતરિક ગુણધર્મ છે. તેથી તે એક પદાર્થથી બીજા પદાર્થે બદલાય છે.
- જે દરે પદાર્થનું વિસ્તરણ થાય છે તે અણુઓ વચ્ચેના સંસક્તિ બળ પર આધાર રાખે છે.

Que. 11. વ્યાખ્યા આપો: (1) ઉષ્મા ધારિતા (2) વિશિષ્ટ ઉષ્મા

Ans: **ઉષ્મા ધારિતા:** કોઇ પદાર્થનું તાપમાન 1 °C (કે 1 K) વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્માના જથ્થાને પદાર્થની ઉષ્મા ધારિતા કહે છે.

$$H_c = \Delta Q / \Delta T$$

તેનો એકમ $\frac{J}{°C}$ છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્મા: એક ગ્રામ (1 g) પદાર્થનું તાપમાન 1 °C (કે 1 K) વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્માના જથ્થાને પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્મા કહે છે.

$$c = \Delta Q/m\Delta T$$

તેનો એકમ $\frac{J}{kg\cdot°C}$ અથવા $\frac{J}{g\cdot°C}$ છે.

Que. 11. તફાવતના મુદ્દાની યાદી બનાવો : ઉષ્મા ધારિતા અને વિશિષ્ટ ઉષ્મા

Ans:

ઉષ્મા ધારિતા (Heat Capacity)	**વિશિષ્ટ ઉષ્મા (Specific Heat)**
કોઈ પદાર્થનું તાપમાન 1 °C (કે 1 K) વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્માના જથ્થાને પદાર્થની ઉષ્મા ધારિતા કહે છે.	એક ગ્રામ પદાર્થનું તાપમાન 1 °C (કે 1 K) વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્માના જથ્થાને પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્મા કહે છે.
ઉષ્મા ધારિતા એ પદાર્થનું તાપમાન વધાર્યા સિવાય પદાર્થનું ઉષ્મા શોષી શકવાની ક્ષમતા દર્શાવે છે.	વિશિષ્ટ ઉષ્મા એ પદાર્થના તાપમાનમાં ફેરફાર કરવા માટે ઉમેરવી પડતી કે લઈ લેવી પડતી ઉષ્માનો જથ્થો છે
તે પદાર્થનો આંતરિક ગુણધર્મ છે.	તે આંતરિક ગુણધર્મ નથી.
$H_c = \Delta Q/\Delta T$	$c = \Delta Q/m\Delta T$
તેનો એકમ $\frac{J}{°C}$ છે.	તેનો એકમ $\frac{J}{kg\cdot°C}$ અથવા $\frac{J}{g\cdot°C}$ છે.
તે પદાર્થનો વ્યાપક ગુણધર્મ છે આથી તે પદાર્થના જથ્થા પર આધાર રાખતો નથી.	તે પદાર્થનો ઘનિષ્ઠ (સઘન) ગુણધર્મ છે આથી તે પદાર્થના જથ્થા પર આધાર રાખે છે.
ઉષ્મા ધારિતા બિન ચોક્કસ ગુણધર્મ છે.	પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્મા એ ચોક્કસ પદાર્થ માટે ચોક્કસ મૂલ્ય ધરાવે છે.
ઉદાહરણ: 1 લીટર પાણી → 4182 $\frac{J}{°C}$ 100 g તાંબું → 38.5 $\frac{J}{°C}$	ઉદાહરણ: પાણી → 1 $calorie$ અથવા 4.182 $\frac{J}{g\cdot°C}$ તાંબું → 0.385 $\frac{J}{g\cdot°C}$