એકમ 9

ઉષ્મા અને તાપમાન (Heat and Temperature)

રોજિંદા જીવનમાં ઉષ્માનું ખૂબ જ મહત્ત્વ છે. આપણી આસપાસ કેટલાક પદાર્થ ગરમ કે ઠંડા હોય છે. નીચે આપેલા પદાર્થ ખુલ્લામાં મૂકી રાખવાથી શું થાય છે ? તમારા અનુભવ લખો.

કપમાં રહેલી ગરમ ચા	
આઈસક્રીમ	
ગરમ પાણી	
તડકામાં મૂકેલી થાળી	

ગરમ પદાર્થને ખુલ્લામાં મૂકી રાખવાથી ગરમી ગુમાવે છે અને ઠંડા પદાર્થને ખુલ્લામાં મૂકી રાખવાથી ઠંડક ગુમાવે છે. આમ, ગરમ પદાર્થ વાતાવરણમાં ઉષ્મા ગુમાવે છે જ્યારે ઠંડો પદાર્થ વાતાવરણમાંથી ઉષ્મા મેળવે છે.

શું જોઈશે ? એકસરખી ચાર બૉટલ, પાણી, શાહી કે રંગ, કાર્ડ પેપર

આકૃતિ 9.1

આકૃતિ 9.2

શું કરીશું ?

- ☞ ચાર સરખી બૉટલ લો.
- ☞ એકમાં ગરમ અને બીજીમાં ઠંડું પાણી ભરો.
- ☞ બંનેમાં શાહી કે રંગના બે-ત્રણ ટીપાં નાખીને પાણીને રંગીન બનાવો.
- ☞ બાકીની બે બૉટલમાં સાદું ઠંડું પાણી ભરો અને તેના પર કાર્ડ પેપરનો ટુકડો મૂકો.
- ☞ આકૃતિમાં બતાવ્યા મુજબ રંગીન પાણી ભરેલી બૉટલ પર આ બૉટલ ઊંધી મૂકો.
- ☞ ધીરેથી કાર્ડ પેપર સરકાવી લો અને બૉટલમાં પાણીનું અવલોકન કરો.

કાર્ડ પેપર સરકાવી લેતા ઊંધી બૉટલમાં શું દેખાય છે ?

ગરમ પાણીની બૉટલમાં પાણીના કણો કઈ બૉટલમાં સંચરણ કરે છે ? શા માટે ?

કઈ બૉટલમાં પાણી રંગીન થયું નથી ? શા માટે ?

ઉષ્માનું સંચરણ (Heat Transformation) વધુ ગરમ પદાર્થ તરફથી ઓછા ગરમ પદાર્થ તરફ થાય છે.

આમ, અસમાન તાપમાન ધરાવતા બે પદાર્થો એકબીજાના ઉષ્મીય સંપર્કમાં આવે ત્યારે વધુ તાપમાન ધરાવતા પદાર્થમાંથી ઉષ્મા ઓછા તાપમાન ધરાવતા પદાર્થ તરફ જાય છે. આ ક્રિયા બંને પદાર્થનું તાપમાન સમાન થાય ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે. તેને ઉષ્મીય સંતુલન (Thermal Equilibrium) કહે છે.

ઉષ્મીય સંતુલન સમજવા નીચેની પ્રવૃત્તિ કરી જુઓ :

શું જોઈશે ? કાચનો ગ્લાસ, ગરમ પાણી, તપેલી, ઠંડું પાણી

શું કરીશું ?

- ☞ કાચના ગ્લાસમાં ગરમ પાણી ભરો.
- ☞ તપેલીમાં ઠંડું પાણી ભરો.
- ☞ પ્યાલાને તપેલીના પાણીમાં મૂકો.

આકૃતિ 9.3

☞ થોડી વાર પછી તપેલીના પાણીને સ્પર્શ કરી અવલોકન નોંધો.

આકૃતિ 9.4

તમારી આજુબાજુ જે મિત્રો છે, તેમના હાથના કાંડાને તમારા હાથ વડે સ્પર્શ કરો. તેના શરીરની ગરમીનો અનુભવ કરો અને નીચેના કોષ્ટકમાં નોંધો :

ક્રમ	મિત્રનું નામ	તમારા શરીર કરતા ગરમ છે કે ઠંડું ?
1		
2		
3		
4		

ચા પીતી વખતે આપણે ફૂંક શા માટે મારીએ છીએ ?

શું જોઈશે ? બે સરખા વાટકા, સ્પિરિટ લૅમ્પ, ત્રિપાઈ સ્ટૅન્ડ, પાણી

શું કરીશું ?

☞ બે સરખા વાટકા લો.

☞ એક વાટકામાં થોડું પાણી ભરો. બીજા વાટકાને પાણીથી પૂરો ભરી દો.

☞ બંને વાટકાને સ્પિરિટ લૅમ્પ વડે સરખો સમય ગરમી આપો.

☞ ત્યારબાદ બંને વાટકાના પાણીને આંગળીઓ દ્વારા સ્પર્શ કરી અવલોકન નોંધો.

આકૃતિ 9.5

કયા વાટકાનું પાણી વધુ ગરમ છે ?

કયા વાટકાનું પાણી ઓછું ગરમ છે ?

બંને વાટકાને સરખો સમય ઉષ્મા આપવા છતાં તેનું પાણી સરખું ગરમ કેમ નથી ?

આકૃતિ 9.6

એકસરખી ઉષ્મા આપવા છતાં પદાર્થની ઉષ્મા અલગ અલગ હોઈ શકે. કારણ કે ઉષ્માઊર્જા પદાર્થના જથ્થા પર આધાર રાખે છે.

પદાર્થમાં રહેલા અણુઓની કુલ ગતિશક્તિ (Kinetic Energy) એટલે ઉષ્માઊર્જા (Thermal Energy).

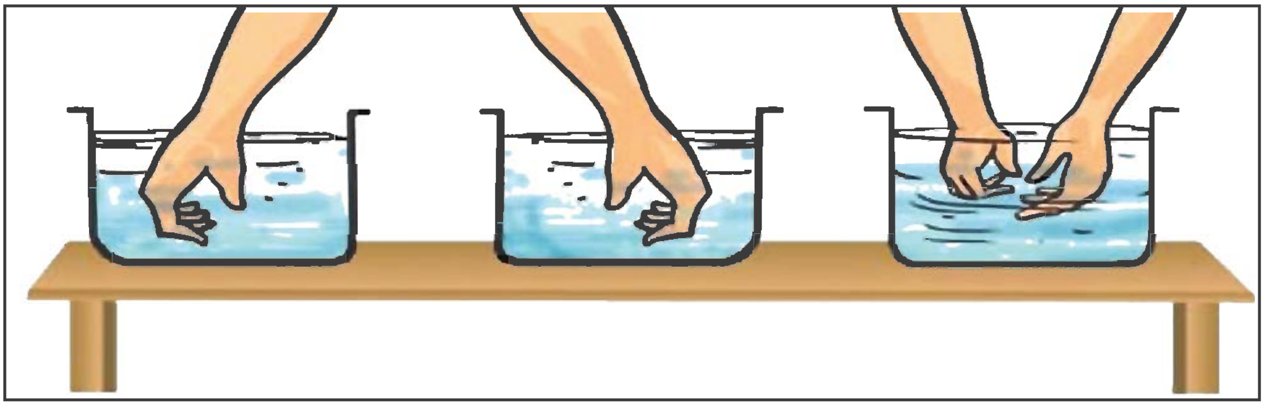
એક વ્યક્તિ તળાવ કાંઠે ગરમ ચાનો કપ લઈને ઊભી છે ત્યારે તળાવના પાણી કે ગરમ ચા, બંનેમાંથી કોની ઉષ્મા વધારે હશે ?

આપણે ગરમીનો અનુભવ કરીએ છીએ. કેટલીક વખત પદાર્થ કેટલા પ્રમાણમાં ગરમ છે તે હાથના સ્પર્શ વડે પણ જાણી શકીએ છીએ. તે જાણવા પ્રવૃત્તિ કરીએ.

શું જોઈશે ? ત્રણ મોટા સરખા વાટકા, પાણી

શું કરીશું ?

- ત્રણ સરખા વાટકા લો.
- એક વાટકામાં ઠંડું પાણી અને બીજા વાટકામાં ગરમ પાણી ભરો.
- ત્રીજા વાટકામાં થોડું હૂંફાળું પાણી ભરો.



આકૃતિ 9.7

- ☞ હવે તમારો ડાબો હાથ પહેલા વાટકામાં અને જમણો હાથ બીજા વાટકામાં થોડી વાર રાખો.
- ☞ થોડી વાર પછી બંને હાથ ત્રીજા વાટકામાં રાખો અને અનુભવ કરો.

પહેલા વાટકામાં ડાબા હાથને શું અનુભવ થાય છે ?

બીજા વાટકામાં જમણા હાથને શું અનુભવ થાય છે ?

ત્રીજા વાટકામાં જમણા અને ડાબા હાથને શું અનુભવ થાય છે ?

તમે કહી શકશો ત્રીજા વાટકાનું પાણી ગરમ છે કે ઠંડું ? શા માટે ?

આમ કોઈ પણ પદાર્થની ઠંડાપણાની કે ગરમપણાની માત્રાને તાપમાન કહે છે. પદાર્થ કેટલો ગરમ છે કે ઠંડો તેના તાપમાન (Temperature) પરથી કહી શકાય છે. ઉષ્મા આપવાથી પદાર્થનું તાપમાન વધે છે અને ઉષ્મા શોષી લેવાથી પદાર્થનું તાપમાન ઘટે છે.

કોઈ વસ્તુ કેટલી ઠંડી કે ગરમ છે તે સ્પર્શ દ્વારા ચોક્કસ રીતે નક્કી કરી શકાતું નથી. પદાર્થ ખૂબ જ ગરમ હોય તો સ્પર્શ કરવાથી દાઝી શકાય છે. તાપમાન માપવા માટે સાધન હોય છે.

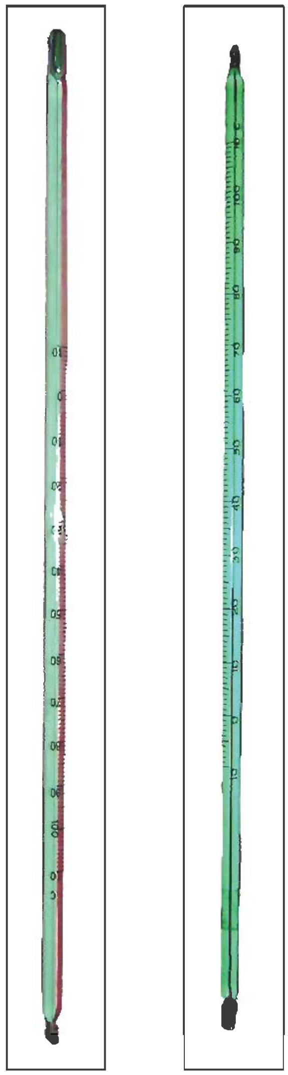
કોઈ પણ વસ્તુનું તાપમાન ચોક્કસ રીતે માપવા માટે જે સાધન વપરાય છે તેને થર્મોમીટર (Thermometer) કહે છે.

શું જોઈશે ? સામાન્ય થર્મોમીટર

શું કરીશું ?

- સામાન્ય થર્મોમીટરનું અવલોકન કરો.

થર્મોમીટરને જોતા શું-શું દેખાય છે ?



આકૃતિ 9.8 આકૃતિ 9.9

થર્મોમીટર કાચની નળાકાર સળિયા જેવી રચના હોય છે. તેના અંદરના ભાગે પાતળી નળી હોય છે. તેના નીચેના છેડે કેપ્સૂલ જેવી રચના હોય છે. તેમાં પારો કે આલ્કોહૉલ ભરવામાં આવે છે. સામાન્ય થર્મોમીટરમાં ડિગ્રી સેલ્સિયસ (Celcius) એકમમાં આંક છાપેલા હોય છે.

થર્મોમીટરમાં પારો શા માટે ભરવામાં આવે છે ?

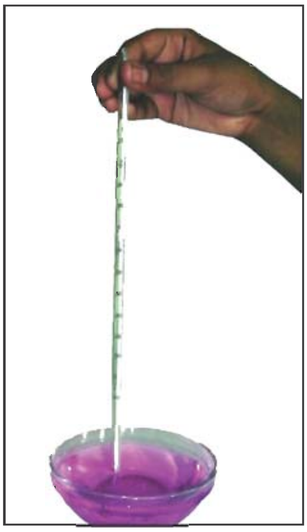
પારો (Mercury) પ્રવાહી ધાતુ છે. ઉષ્મા આપવાથી તેનું કદ-પ્રસરણ થાય છે. તે નળીને ભીંજવતો કે ચોંટતો નથી, તેથી તે કાચની નળીમાં સહેલાઈથી સરકી શકે છે. તે ચળકાટ ધરાવતો હોવાથી તેનું સ્થાન થર્મોમીટરમાં પાતળી નળીમાં સહેલાઈથી જોઈ શકાય છે. તેથી પદાર્થના તાપમાનનું વાચન થઈ શકે છે.

ચાલો, થર્મોમીટર વડે પાણીનું તાપમાન માપીએ.

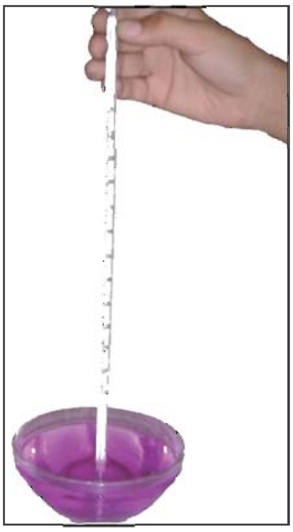
શું જોઈશે ? સામાન્ય થર્મોમીટર, બે વાટકા, પાણી

શું કરીશું ?

- બે વાટકા લો.
- એક વાટકામાં ખૂબ ઠંડું પાણી ભરો.
- બીજા વાટકામાં ગરમ પાણી લો.
- થર્મોમીટરને ઠંડા પાણીના વાટકામાં એવી રીતે મૂકો કે તેનો પારાવાળો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો રહે.
- હવે થોડા સમય પછી થર્મોમીટરમાં પારાનું અવલોકન કરી માપન કરો. થર્મોમીટરની નળીમાં પારો કયા આંક પર સ્થિર થાય છે ?



આકૃતિ 9.10



આકૃતિ 9.11

- હવે થર્મોમીટરને ગરમ પાણીના વાટકામાં એવી રીતે મૂકો કે તેનો પારાવાળો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો રહે.
- થોડા સમય પછી થર્મોમીટરમાં પારાનું અવલોકન કરી માપન કરો. થર્મોમીટરની નળીમાં પારો કેટલા આંક પર સ્થિર થાય છે ?
- આ થર્મોમીટરથી મહત્તમ કેટલું તાપમાન માપી શકાય છે ?

સામાન્ય થર્મોમીટરનું અવલોકન કરતાં પારો કયા આંક પર સ્થિર જોવા મળે છે ? શા માટે ?

તમે જોયું હશે કે ડૉક્ટર દર્દીનો તાવ માપવા માટે થર્મોમીટરનો ઉપયોગ કરે છે. તે સામાન્ય થર્મોમીટર કરતાં જુદું હોય છે. ચાલો, તેનું અવલોકન કરીએ.

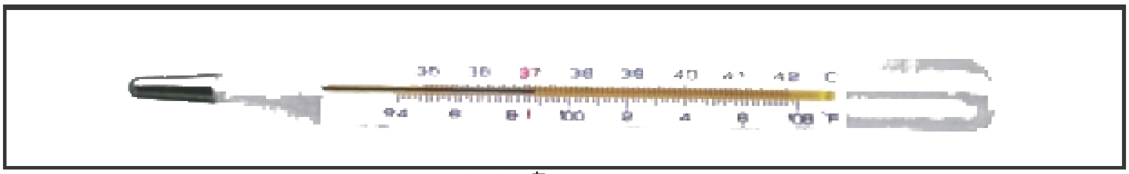
શું જોઈશે ? ડૉક્ટરનું થર્મોમીટર (Clinical Thermometer), સામાન્ય થર્મોમીટર (Domestic Thermometer).

આકૃતિ 9.12

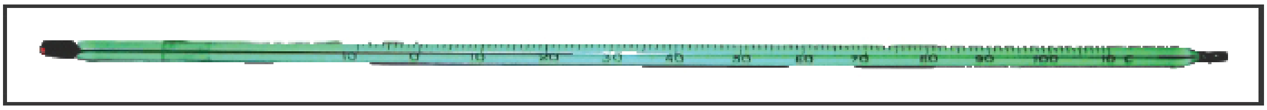
શું કરીશું ?

☛ ડૉક્ટરનું થર્મોમીટર અને સામાન્ય થર્મોમીટરનું અવલોકન કરી નીચેના કોષ્ટકમાં તફાવત લખો :

ડૉક્ટરનું થર્મોમીટર	સામાન્ય થર્મોમીટર
1. ________	1. ________
2. ________	2. ________
3. ________	3. ________



આકૃતિ 9.13



આકૃતિ 9.14

^0C = સેલ્સિયસ (Celcius)

^0F = ફેરનહીટ (Fahrenheit)

ડિગ્રી સેલ્સિયસને ફેરનહીટમાં કેવી રીતે ફેરવશો ?

$$^0F = \frac{9\ ^0C + 160}{5} \quad \text{અથવા} \quad ^0F = 1.8\ ^0C + 32$$

ફેરનહીટને ડિગ્રી સેલ્સિયસમાં કેવી રીતે ફેરવશો ?

$$^0C = \frac{5\ ^0F - 160}{9} \quad \text{અથવા} \quad ^0C = \frac{^0F - 32}{1.8}$$

શું જોઈશે ? ડૉક્ટરનું થર્મોમીટર

શું કરીશું ?

- તમારા વર્ગમાં પાંચ મિત્રોના શરીરનું તાપમાન માપો.
- બીજા મિત્રનું તાપમાન માપતી વખતે થર્મોમીટરનો પારાવાળો ભાગ રૂ વડે લૂછી નાખો અને થર્મોમીટરને હળવા હાથે ઝાટકો આપો.

આકૃતિ 9.15

ક્રમ	મિત્રનું નામ	તાપમાન સેલ્સિયસ	તાપમાન ફેરનહીટ
1			
2			
3			
4			
5			

ડૉક્ટરના થર્મોમીટર વડે શરીરનું તાપમાન માપતી વખતે કઈ કઈ કાળજી રાખી ?

શરીરનું તાપમાન માપતી વખતે થોડી વાર પછી થર્મોમીટરમાં પારો કેમ સ્થિર થાય છે ?

શરીરનું તાપમાન માપ્યા પછી ડૉક્ટરના થર્મોમીટરમાં પારો ઝડપથી નીચે કેમ ઊતરતો નથી ?

સામાન્ય રીતે તંદુરસ્ત વ્યક્તિના શરીરનું તાપમાન (98.6^{0} F) એટલે 37^{0} C હોય છે.

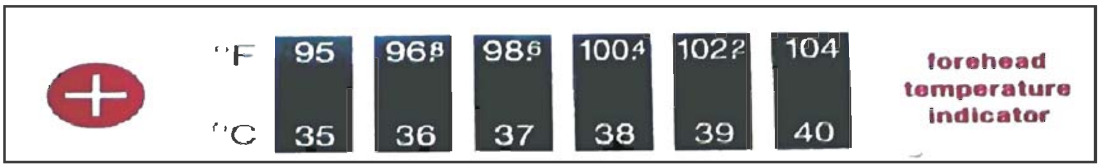
(1) ડૉક્ટરના થર્મોમીટરનો ઉપયોગ કરતાં પહેલાં સાવચેતીથી થર્મોમીટરને ઝાટકો શા માટે આપવામાં આવે છે ?

(2) ડૉક્ટરના થર્મોમીટરથી ઊકળતા પાણીનું તાપમાન માપી શકાય ? શા માટે ?

વિવિધ પ્રકારના થર્મોમીટર

આકૃતિ 9.16
Digital Thermometer

આકૃતિ 9.17
Digital Clinical Thermometer



આકૃતિ 9.18
કપાળ પર મૂકવાનું થર્મોમીટર

આપણે રેડિયો, ટી.વી. કે વર્તમાનપત્ર દ્વારા વિવિધ સ્થળોનું તાપમાન જાણીએ છીએ. તેમ આપણી આસપાસનું તાપમાન કેટલું છે તે જાણવા પ્રવૃત્તિ કરીએ.

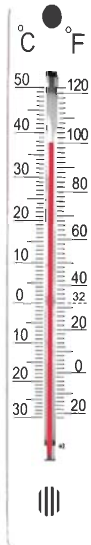
શું જોઈશે ? સામાન્ય થર્મોમીટર

શું કરીશું ?

☞ તમારા વર્ગખંડમાં સામાન્ય થર્મોમીટર લટકાવો અને નીચેના કોષ્ટકમાં તાપમાન નોંધો.

સમયપત્રક

વારના નામ	સવારે 11.30	બપોરે 2.30	બપોરે 4.30	દિવસનું સરેરાશ તાપમાન
સોમવાર				
મંગળવાર				
બુધવાર				
ગુરુવાર				
શુક્રવાર				
શનિવાર				



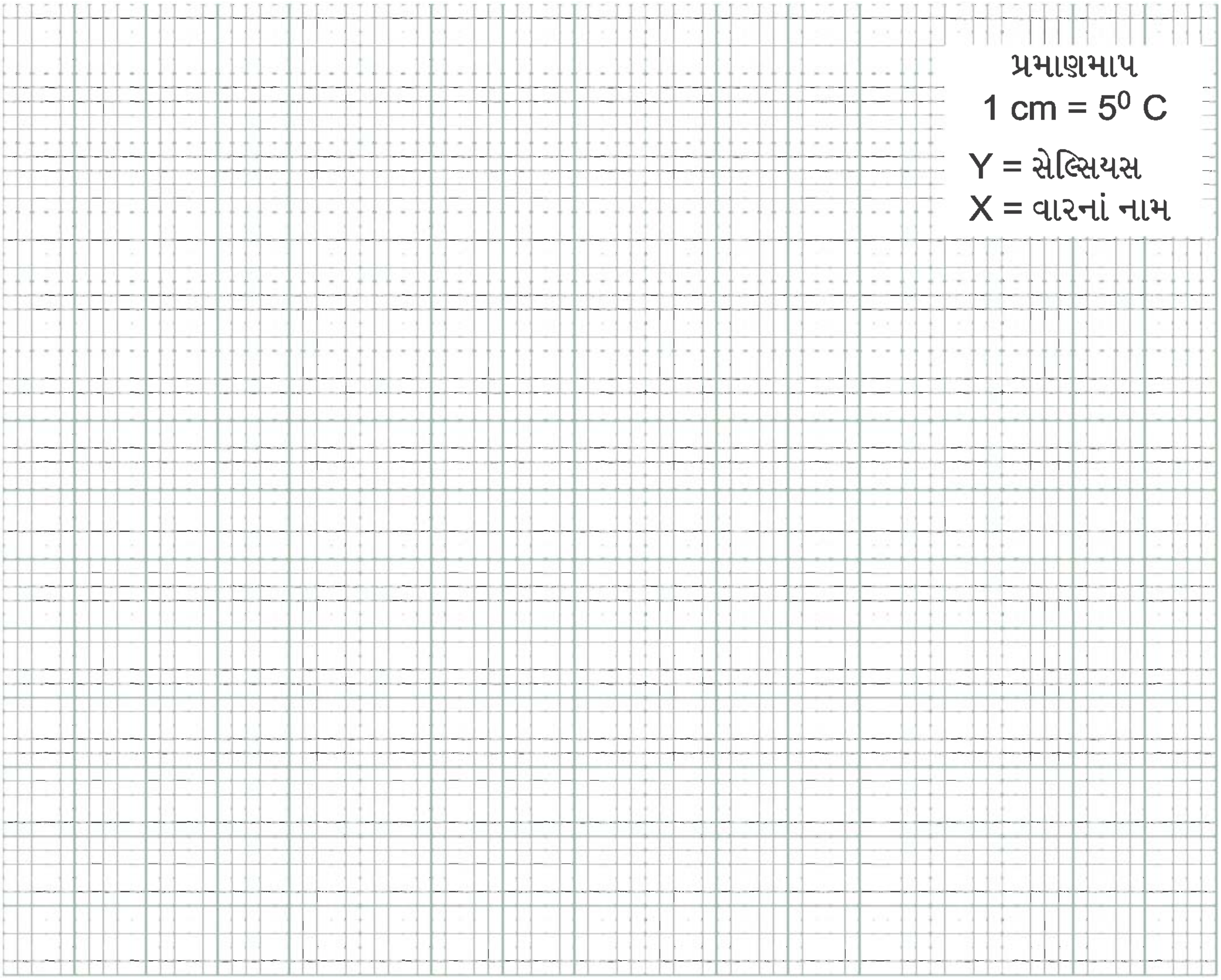
આકૃતિ 9.19
Thermometer

કયા દિવસનું સરેરાશ તાપમાન વધારે છે ?

દિવસના કયા સમયનું તાપમાન વધુ હોય છે ?

કયા દિવસનું સરેરાશ તાપમાન ઓછું છે ?

ઉપરના કોષ્ટકનો અભ્યાસ કરી દિવસના સરેરાશ તાપમાનનો ગ્રાફ તૈયાર કરો.



આકૃતિ 9.20

પદાર્થને ઉષ્મા આપવાથી કે પદાર્થમાંથી ઉષ્મા શોષી લેવાથી પદાર્થનું સ્વરૂપ બદલાય છે. ઘન પદાર્થને ગરમ કરતાં તેનું પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે. પ્રવાહી પદાર્થને ગરમ કરતાં તેનું વરાળમાં રૂપાંતર થાય છે.

પદાર્થના સ્વરૂપમાં જે ફેરફાર થાય છે તે ચોક્કસ તાપમાને જ થાય છે.

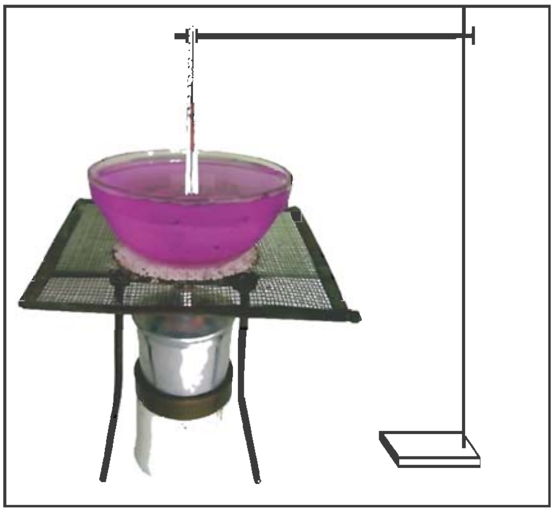
શું જોઈશે ? સામાન્ય થર્મોમીટર, વાટકો, બરફના ટુકડા, સ્ટૅન્ડ, સ્પિરિટ લૅમ્પ

શું કરીશું ?

☞ એક વાટકો લો. તેમાં બરફના ટુકડા મૂકો.

☞ થર્મોમીટરનો પારાવાળો ભાગ બરફના ટુકડાને અડીને રહે તે રીતે ગોઠવો.

- આકૃતિમાં બતાવ્યા મુજબ સાધનો ગોઠવો. થર્મોમીટરની મદદથી તાપમાન નોંધો. .... ^{0}C
- હવે, વાટકાને ગરમ કરો અને થર્મોમીટરની મદદથી તાપમાન નોંધતા રહો. જ્યારે વાટકામાં બરફ હોય ત્યારે તાપમાન...... ^{0}C
- જ્યાં સુધી વાટકામાં બરફનું અસ્તિત્વ છે ત્યાં સુધી વાટકાને ગરમી આપવા છતાં તાપમાનમાં વધારો નોંધાતો નથી. એટલે તાપમાન અચળ રહે છે. 0^0 C તાપમાને બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે તે અચળ તાપમાનને બરફનું ગલનબિંદુ કહે છે.



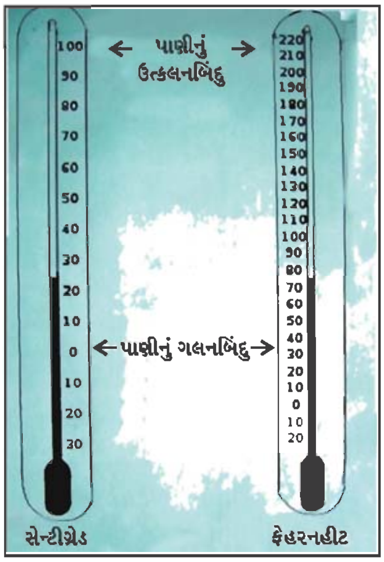
આકૃતિ 9.21

જે નિયત તાપમાને ઘન પદાર્થનું ઘનમાંથી પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે તે અચળ તાપમાનને તે પદાર્થનું ગલનબિંદુ (Melting Point) કહે છે.

- બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થયા બાદ વાટકાને ગરમી આપતા પાણીનું તાપમાન ધીમે ધીમે વધે છે. થોડી વાર પછી પાણીમાંથી વરાળ નીકળતી જોવા મળે છે. હવે પાણીને વધારે ગરમી આપવા છતાં .... ^{0}C તાપમાને પાણીનું તાપમાન અચળ રહે છે. આ અચળ તાપમાનને પાણીનું ઉત્કલનબિંદુ કહે છે.

જે નિયત તાપમાને પ્રવાહી પદાર્થનું પ્રવાહીમાંથી વાયુ સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે તે અચળ તાપમાનને તે પદાર્થનું ઉત્કલનબિંદુ (boiling point) કહે છે.

પદાર્થનું નામ	ગલનબિંદુ	ઉત્કલનબિંદુ
બરફ (Ice)	0^0 C	100^0 C
પારો (Mercury)	-39^0 C	357^0 C
જસત (Zinc)	419^0 C	907^0 C
તાંબુ (Copper)	1184^0 C	2562^0 C
ઍલ્યુમિનિયમ (Aluminium)	660^0 C	2467^0 C
સોનું (Aurom)	1065^0 C	2807^0 C
લોખંડ (Ferum)	1535^0 C	2750^0 C



આકૃતિ 9.22

વિવિધ પદાર્થના ગલનબિંદુ કે ઉત્કલનબિંદુ અલગ અલગ હોય છે. તે આધારે વાસણ બનાવવા, સોના-ચાંદીનાં ઘરેણાં બનાવવા, પેટ્રોલિયમની પેદાશો મેળવવી, આઇસક્રીમ બનાવવો, નિસ્યંદિત પાણી મેળવવું - જેવા વ્યાવહારિક ઉપયોગ કરીએ છીએ. આ સિવાય અન્ય ઉપયોગોની ચર્ચા કરી નોંધ કરો.

બાષ્પીભવન અને ઉત્કલન વચ્ચે તફાવત

1. **બાષ્પીભવન પ્રવાહીની સપાટી પર થતી બાષ્પથી થાય છે. જ્યારે ઉત્કલન સમગ્ર પ્રવાહીની અંદર થતી બાષ્પથી થાય છે.**
2. **બાષ્પીભવન દરેક તાપમાને થાય છે. જ્યારે ઉત્કલન ચોક્કસ તાપમાને (ઉત્કલનબિંદુ) થાય છે.**

પ્ર.1. તમે સ્નાન કરવા લીધેલ ગરમ પાણી થોડી વાર પછી ઠંડું થઈ જાય છે. એવું શા માટે થાય છે ?

પ્ર.2. આઇસ્ક્રીમનું તાપમાન સ્પર્શ વડે નક્કી કરી શકાય છે ? શા માટે ?

પ્ર.3. તમે ડૉક્ટરના થર્મોમીટરને આઇસ્ક્રીમના કપમાં મૂકી તાપમાન માપો. શું યોગ્ય તાપમાન માપી શકશો ? શા માટે ?

પ્ર.4. ડૉક્ટરના થર્મોમીટરમાં પાતળી નળીમાં ખાંચ ન હોય તો શું થાય ?

પ્ર.5. પ્રવૃત્તિ કરો :
એક કપ અને એક તપેલી લો. તેમાં પાણી ભરો. કપ અને તપેલીને રેફ્રિજરેટરમાં મૂકો. કયા વાસણમાં પાણી ઝડપથી ઠંડું થશે ? શા માટે ?

પ્ર. 6. ડૉક્ટરની મુલાકાત લો અને નીચે મુજબની માહિતી મેળવો :

(1) દર્દીનો તાવ માપવા કયા સાધનનો ઉપયોગ કરો છો ? શા માટે ?

(2) ડૉક્ટર પાસે કેવા પ્રકારના થર્મોમીટર હોય છે ?

(3) તંદુરસ્ત વ્યક્તિના શરીરનું તાપમાન કેટલું હોય છે ?

(4) દર્દીને તાવ આવે છે એવું ક્યારે કહી શકાય ?

(5) મુલાકાત વખતે આવેલા દર્દીના શરીરનું તાપમાન નોંધો.

દર્દીનું નામ :

તાપમાન : ____________________ ^0C ____________________ ^0F

પ્ર.7 સામાન્ય થર્મોમીટરની આકૃતિ દોરો.