CHAPTER - 10 | THERMAL PROPERTIES OF MATTERS (द्रव्य के तापीय गुण)

Points to remember (स्मरणीय तथ्य) :

Temperature	**Heat**
Relative measure of hotness or coldness of a body.	Energy transferred between two or more systems by virtue of temperature difference.
SI unit- kelvin (K) Note: Heat always flows from higher temperature to lower temperature.	SI unit- joule (J) Note: Heat content itself can not de cide its direction of flow.
Measurement Of Temperature Thermometry Device: Thermometer. Principle: Change in any physical properties of materials with the change in temperature. Two fixed points 1. Ice point - At which pure water freezes under standard pressure. (Lower fixed point) 2. Steam Point- At which pure water boils under standard pressure. (Upper fixed point)	**Measurement Of Heat** Calorimetry. Device: Calorimetr. Principle: Heat lost by a body at higher temperature = Heat gained by a body at lower temperature Two types of heat capacity 1. Specific heat capacity - whenever there is temperature change. 2. Latent heat capacity - whenever there is state change.

Temperature: तापमान:	**Heat: ऊष्मा**
किसी शरीर की गर्माहट या ठंडक का सापेक्ष माप।	तापमान अंतर के आधार पर दो या दो से अधिक निकायों के बीच ऊर्जा का स्थानांतरण।
SI इकाई- kelvin (K) Note: ऊष्मा सदैव उच्च तापमान से निम्न तापमान की ओर प्रवाहित होती है।	SI इकाई- joule (J) Note: ऊष्मा_स्वयं प्रवाह की दिशा तय नहीं कर सकती है।

तापमान का माप	**उष्मा का माप**
तापमिति Device: थर्मामीटर. सिद्धांत: तापमान में परिवर्तन के साथ पदार्थ के किसी भी भौतिक गुण में परिवर्तन। दो निश्चित बिंदु 1. किस बिंदु - जिस पर शुद्ध पानी मानक दाब में जम जाता है। (निचला निश्चित बिंदु) 2. भाप बिंदु- जिस पर शुद्ध पानी मानक दाब में उबलता है। (ऊपरी निश्चित बिंदु)	उष्मामिति. Device: उष्मामापी. सिद्धांत: उच्च तापमान पर किसी पिंड द्वारा खोई गई ऊष्मा = कम तापमान पर किसी पिंड द्वारा प्राप्त की गई ऊष्मा ऊष्मा धारिता दो प्रकार की होती है 1. विशिष्ट ऊष्मा धारिता- जब भी तापमान में परिवर्तन होता है। 2. गुप्त ऊष्मा धारिता- जब भी अवस्था परिवर्तन होता है।

Comparison between Various Scales

विभिन्न पैमानों के बीच तुलना

Name of Scale स्केल का नाम	Celsius Scale सेल्सियस स्केल	Fahr-enheit Scale फ़ारेनहाइट स्केल	Kelvin Scale केल्विन स्केल
Freezing point of water/Lower Fixed point जल का हिमांक बिंदु/निचला स्थिर बिंदु	0°C	32°F	273.15 K
Boiling point of water/Upper Fixed point पानी का क्वथनांक/ ऊपरी स्थिर बिंदु	100°C	212°F	373.15 K
No. of division विभाजन की संख्या	100	180	100
Value of each division प्रत्येक प्रभाग का मान	1°C	1°F	1K

How to convert temperature =

$$\frac{T - \text{Lower Fixed Point}}{\text{Upper Fixed Point} - \text{Lower Fixed Point}}$$

Thermal Expansion

The increase in the dimensions of a body due to the increase in its temperature.

Thermal expansion is due to the increase in amplitude of vibration of the molecules.

तापीय प्रसार

किसी पिंड के तापमान में वृद्धि के कारण उसके आयामों में वृद्धि को तापीय प्रसार कहते हैं।
तापीय प्रसार अणुओं के कंपन के आयाम में वृद्धि के कारण होता है।

Type of Expansion	Linear Expansion.	Areal expansion or superficial expansion.	Volume expansion or cubical expansion.
Definition	The expansion in length is called linear expansion.	The expansion in area is called areal expansion or superficial expansion.	The expansion in volume is called volume expansion or cubical expansion.
Expression	$\Delta L = \alpha L_o \Delta T$ Lo= initial length ΔL = increase in length	$\Delta A = \beta A_o \Delta T$ Ao = initial area ΔA = increase in area	$\Delta V = \gamma V_o \Delta T$ Vo = initial volume ΔV = increase in volume
Coefficient	Coefficient of areal expansion (α) :- The increase in length per unit length per degree rise in temperature.	Coefficient of areal expansion (β) :- The increase in area per unit area per degree rise in temperature.	Coefficient of areal expansion (γ) :- The increase in area per unit area per degree rise in temperature.
Si unit	Its unit is 1/K or K^{-1}.	Its unit is 1/K or K^{-1}.	Its unit is 1/K or K^{-1}.

Anomalous expansion of water

Water contracts on heating between 0 °C and 4 °C. The volume of a given amount of water decreases as it is cooled from room temperature, until its temperature reaches 4 °C. Below 4 °C, volume increases, and the density decreases. This means that water has a maximum density at 4 °C.

पानी का असंगत प्रसंग

0°C और 4°C के बीच गर्म करने पर पानी सिकुड़ता है। कमरे के तापमान से ठंडा होने पर पानी की एक निश्चित मात्रा की मात्रा कम हो जाती है, जब तक कि इसका तापमान 4 डिग्री सेल्सियस तक नहीं पहुंच जाता। 4°C से नीचे, आयतन बढ़ता है, और घनत्व कम हो जाता है। इसका मतलब है कि पानी का अधिकतम घनत्व 4°C पर होता है।

Important quantities in the calorimetry

Quantities	**Definition**	**Formula**	**SI unit**
Heat Capacity (S)	The amount of heat required to raise the temperature of a substance by 1°C.	$\Delta Q = S\Delta T$ $S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$	JK^{-1}
Specific Heat Capacity (S)	The amount of heat required to raise the temperature of 1kg of a substance by 1°C. It depends on the nature of the substance and its state.	$\Delta Q = sm\Delta T$ $s = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} = \frac{s}{m}$	$Jkg^{-1} K^{-1}$
Molar Specific Heat(C)	The amount of heat required to raise the temperature of one mole of a substance through one degree celsius.	$\Delta Q = \mu C\Delta T$ $C = \frac{\Delta Q}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$
Molar Specific Heat At Constant Volume(Cv)	The amount of heat required to raise the temperature of one mole of a gas through one degree Celsius, at constant volume.	$(\Delta Q)_v = \mu C_v\Delta T$ $C_v = \frac{(\Delta Q)_v}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$
Molar Specific Heat At Constant Pressure(Cp)	The amount of heat required to raise the temperature of one mole of a gas through one degree Celsius, at constant pressure.	$(\Delta Q)_p = \mu C_p\Delta T$ $C_p = \frac{(\Delta Q)_p}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$

Latent Heat Capacity	The amount of heat per unit mass transferred during change of state of the substance is called latent heat of the substance for the process.	$Q = mL$ $L = Q/m$	$J\ kg^{-1}$
Latent heat of fusion (L_f)	The latent heat for a solid-liquid state change is called the latent heat of fusion (L_f),	$L_f = Q/m$	$J\ kg^{-1}$
Latent heat of fusion (L_v)	The latent heat for a liquid-gas state change is called the latent heat of vaporization (L_v)	$L_v = Q/m$	$J\ kg^{-1}$

ऊष्मामिति मे महत्वपूर्ण राशियाँ

राशियां	**परिभाषा**	**Formula**	SI **इकाई**
ऊष्मा धारिता(S)	किसी पदार्थ का तापमान 1°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।	$\Delta Q = S\ \Delta T$ $S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$	$J\ K^{-1}$
विशिष्ट ऊष्मा धारिता (s)	किसी 1 किलोग्राम पदार्थ का तापमान 1°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा। यह पदार्थ की प्रकृति और उसकी अवस्था पर निर्भर करता है।	$\Delta Q = sm\Delta T$ $s = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} = \frac{s}{m}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
मोलर विशिष्ट ऊष्मा (C)	किसी पदार्थ के एक मोल का तापमान एक डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।	$\Delta Q = \mu\ C\Delta T$ $C = \frac{\Delta Q}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$
स्थिर आयतन पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा (Cv)	स्थिर आयतन पर किसी गैस के एक मोल का तापमान एक डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।	$(\Delta Q)v = \mu Cv\Delta T$ $Cv = \frac{(\Delta Q)_v}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$
स्थिर दाब पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा (Cp)	स्थिर दाब पर किसी गैस के एक मोल का तापमान एक डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।	$(\Delta Q)p = \mu Cp\Delta T$ $Cp = \frac{(\Delta Q)_p}{\mu\Delta T}$	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}\ \mu^{-1}$
गुप्त ऊष्मा	पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन के दौरान प्रति इकाई द्रव्यमान में हस्तांतरित ऊष्मा की मात्रा को प्रक्रिया के लिए पदार्थ की गुप्त ऊष्मा कहा जाता है।	$Q = m\ L$ $L = Q/m$	$J\ kg^{-1}$
संगलन की गुप्त ऊष्मा (Lf)	ठोस-द्रव अवस्था परिवर्तन के लिए गुप्त ऊष्मा को संगलन की गुप्त ऊष्मा (Lf) कहा जाता है।	$Lf = Q/m$	$J\ kg^{-1}$
वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा (Lv)	तरल-गैस अवस्था परिवर्तन के लिए गुप्त ऊष्मा को वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा (Lv) कहा जाता है।	$Lf = Q/m$	$J\ kg^{-1}$

CHANGE OF STATE

• Melting (fusion)	• Vaporization	•Sublimation
The change of state from solid to liquid is called melting.	The change of state from liquid to vapour (or gas) is called vaporization.	The change from solid state to vapour state without passing through the liquid state is called sublimation.
The temperature remains constant until the entire amount of the solid substance melts. Both the solid and liquid states of the substance coexist in thermal equilibrium during the change of states from solid to liquid. The temperature at which the solid and the liquid states of the substance in thermal equilibrium with each other is called its melting point. It is characteristic of the substance. It also depends on pressure. The melting point of a substance at standard atmospheric pressure is called its normal melting point.	The temperature remains constant until the entire amount of the liquid is converted into vapour. Both the liquid and vapour states of the substance coexist in thermal equilibrium, during the change of state from liquid to vapour. The temperature at which the liquid and the vapour states of the substance coexist is called its boiling point. Boiling point increases with increase in pressure. The boiling point of a substance at standard atmospheric pressure is called its normal boiling point.	During the sublimation process both the solid and vapour states of a substance coexist in thermal equilibrium. e.g. Dry ice (solid CO_2),w_2 iodine. **Regelation** The phenomenon of refreezing of ice when pressure is removed. Advantage:Skating is possible on snow due to the formation of water below the skates. Water is formed due to the increase of pressure and it acts as a lubricant.

अवस्था का परिवर्तन

• Melting(fusion) पिघलना (संगलन)	• Vaporization वाष्पीकरण	• Sublimation उर्ध्वपातन
ठोस से तरल अवस्था में परिवर्तन को पिघलना कहा जाता है।	द्रव से वाष्प (या गैस) में अवस्था परिवर्तन को वाष्पीकरण कहा जाता है।	तरल अवस्था से गुजरे बिना ठोस अवस्था से वाष्प अवस्था में परिवर्तन को उर्ध्वपातन कहा जाता है।
जब तक ठोस पदार्थ की पूरी मात्रा पिघल न जाए तब तक तापमान स्थिर रहता है। ठोस से तरल अवस्था में परिवर्तन के दौरान पदार्थ की ठोस और तरल दोनों अवस्थाएँ तापीय संतुलन में सह-अस्तित्व में रहती हैं। →वह तापमान जिस पर पदार्थ के ठोस और तरल एक दूसरे के साथ तापीय संतुलन में होते हैं, उसे उसका संगलनांक कहा जाता है। यह पदार्थ की विशेषता है. →यह दाब पर भी निर्भर करता है. →मानक वायुमंडलीय दाब पर किसी पदार्थ का संगलनांक उसका →प्रसामान्य संगलनांक कहलाता है।	तापमान तब तक स्थिर रहता है जब तक कि तरल की पूरी मात्रा वाष्प में परिवर्तित न हो जाए। तरल से वाष्प की अवस्था में परिवर्तन के दौरान, पदार्थ की तरल और वाष्प दोनों अवस्थाएँ तापीय संतुलन में सह-अस्तित्व में रहती हैं। →वह तापमान जिस पर पदार्थ की तरल और वाष्प अवस्थाएं एक साथ मौजूद रहती हैं, उसे उसका क्वथनांक कहा जाता है। →दाब बढ़ने पर क्वथनांक बढ़ जाता है। →मानक वायुमंडलीय दाब पर किसी पदार्थ का क्वथनांक उसका प्रसामान्य क्वथनांक कहलाता है।	उर्ध्वपातन प्रक्रिया के दौरान किसी पदार्थ की ठोस और वाष्प दोनों अवस्थाएँ तापीय संतुलन में सह-अस्तित्व में होती हैं। जैसे सूखी बर्फ (ठोस CO_2), आयोडीन। **पुनर्हिमायन** दाब हटने पर बर्फ के पुनः जमने की घटना। लाभ: स्केट्स के नीचे पानी बनने के कारण बर्फ पर स्केटिंग संभव है। दाब बढ़ने से पानी बनता है और यह स्नेहक के रूप में कार्य करता है।

• HEAT TRANSFER ऊष्मा स्थानांतरण

There are three distinct modes of heat transfer:
ऊष्मा स्थानांतरण के तीन अलग-अलग तरीके हैं

गुण	चालन	**संवहन**	विकिरण
क्यों?	ठोस के निकटवर्ती भागों के बीच तापमान का अंतर।	घनत्व में अंतर के कारण जो दाब अंतर उत्पन्न होता है।	ऐसे निकायों के लिए जिसका तापमान >0K है।

माध्यम	ठोस	तरल पदार्थ, गैसें	किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं है।
माध्यम का वास्तविक स्थानांतरण	नहीं	हाँ	नहीं
गति	तेज़	मध्यम	सबसे तेज
पथ का अनुसरण किया गया	यादृच्छिक	यादृच्छिक	सीधी रेखा पथ

चालन	**संवहन**	**विकिरण**
कुछ खाना पकाने के बर्तनों के तल पर तांबे की परत होती है। ऊष्मा का एक अच्छा संवाहक होने के नाते, तांबा समान खाना पकाने के लिए तली पर ऊष्मा के वितरण को बढ़ावा देता है। प्लास्टिक फोम अच्छे कुचालक होते हैं, मुख्यतः क्योंकि उनमें हवा के पॉकेट होते हैं। गैसें कुचालक होती हैं और उनकी ऊष्मा चालकता कम होती है	संवहन प्राकृतिक या बलपूर्वक हो सकता है। प्राकृतिक संवहन में गुरुत्वाकर्षण एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। संवहन में द्रव नीचे से गरम तथा ऊपर से ठंडा होता है। संवहन में द्रव के विभिन्न भागों का परिवहन शामिल होता है। प्रयोदित संवहन में, ऊष्मा को एक पंप या किसी अन्य भौतिक साधन द्वारा गति करने के लिए विपक्ष किया जाता है।	किसी पिंड द्वारा उसके तापमान के आधार पर उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय विकिरण को तापीय विकिरण कहा जाता है। कोई पिंड विकिरण द्वारा कितनी ऊष्मा अवशोषित कर सकता है यह पिंड के रंग पर निर्भर करता है। हल्के रंग के पिंडों की तुलना में काले पिंड दीप्तिमान ऊर्जा को बेहतर ढंग से अवशोषित करते हैं। खाना पकाने के बर्तनों के तले को काला कर दिया जाता है ताकि वे आग से अधिक से अधिक ऊष्मा सोखकर सब्जियों को पकने के लिए दें।

- **Law of Thermal conductivityऊष्मा चालकता का नियम**

The rate of flow of heat (or heat current) H is proportional to the temperature difference (T_C - T_D) and the area of cross section A and is inversely proportional to the length L :

ऊष्मा (या ऊष्मा धारा) के प्रवाह की दर H तापमान अंतर (T_C - T_D) और अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A के समानुपाती होती है और लंबाई L के व्युत्क्रमानुपाती होती है:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -KA\frac{(T_C - T_D)}{L}$$

The constant of proportionality K is called the thermal conductivity of the material.

आनुपातिकता के स्थिरांक K को पदार्थ की ऊष्मा चालकता कहा जाता है।

The greater the value of K for a material, the more rapidly it will conduct heat.

किसी पदार्थ के लिए K का मान जितना अधिक होगा, वह उतनी ही तेजी से ऊष्मा का संचालन करेगा।

The SI unit of K is $J\ s^{-1}\ m^{-1}\ K^{-1}$ or $W\ m^{-1}\ K^{-1}$.

The dimension of K is $[MLT^{-3}K^{-1}]$

Wien's displacement law $\lambda_m T = b$

Wavelength (λm) of maximum intensity of emission of black body radiation is inversely proportional to absolute temperature (T) of the black body.

where b = constant of proportionality

= Wien's constant for a black body

वीन का विस्थापन नियम

कृष्णिका विकिरण के उत्सर्जन की अधिकतम तीव्रता की तरंगदैर्घ्य (λm) , कृष्णिका के निरपेक्ष तापमान (T) के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

जहाँ b = आनुपातिकता का स्थिरांक

= कृष्णिका के लिए वीन स्थिरांक

= 2.892×10^{-3}mK.

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS: बहुविकल्पीय प्रश्न:

1. **Aluminum has specific heat capacity of :**

a. 450 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
b. 900 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
c. 1350 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
d. 1800 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$

एल्युमीनियम की विशिष्ट ऊष्मा धारिता........ होती है।

a. 450 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
b. 900 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
c. 1350 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
d. 1800 $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$

2. **A pure substance would freeze or solidify at its :**

a. Boiling point
b. Condensation point
c. Melting point
d. Sublimation point

एक शुद्ध पदार्थ........पर जम जाएगा या ठोस बन जायेगा।

a. क्वथनांक