For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

ऊष्मा एक ऐसी ऊर्जा है जो तापांतर के कारण उत्पन्न होती है। ऊष्मा का उच्च ताप की वस्तु से निम्न ताप की वस्तु की ओर स्थानांतरण ऊष्मा स्थानांतरण कहलाती है।

यह तीन प्रकार होता है -

(1) चालन
(2) संवहन
(3) विकिरण

(1) चालन :-

ऊष्मा ऊर्जा संचलन की वह प्रक्रिया जिसमें ऊष्मा एक माध्यम के एक कण से दूसरे कण की ओर संचरित होती है परन्तु माध्यम का प्रत्येक कण अपने स्थान पर रुका रहता है, चालन कहलाता है

चालन से संबंधित परिभाषाएँ :-

(a) ऊष्मा चालकता (K) :-

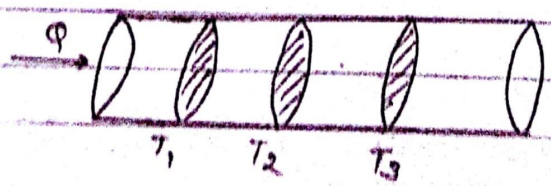
किसी ठोस की ऊष्मा चालकता ठोस के द्वारा ऊष्मा को स्थानांतरित करने की क्षमता का मापक है। इसके आधार पर ठोसों में विभेदन किया जा सकता है जैसे - ताँबा, चाँदी, लोहा ऊष्मा के चालक है तथा काँच, लकड़ी ऊष्मा के कुचालक हैं।

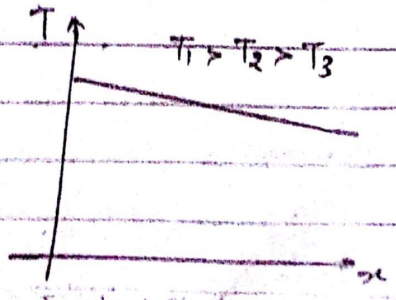
(b) अस्थायी अवस्था :-

यदि किसी दंड के प्रत्येक अनुप्रस्थ काट का ताप बढ़ रहा है तो दंड अस्थायी अवस्था में है।

किसी दंड के अनुप्रस्थ काट का ताप स्थिर है अर्थात् दंड और ऊष्मा का स्थ अवशोषण नहीं कर रही है तो दंड स्थायी अवस्था में होती है।

TE ⇒ स्थायी अवस्था में प्रत्येक अनुप्रस्थ काट का ताप स्थायी रहता है परन्तु एकसमान नहीं रहता।



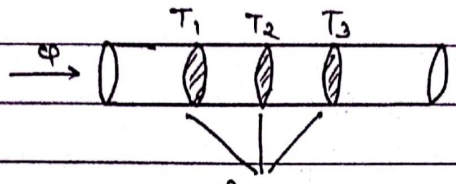


Teacher's Signature...

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

किसी चालक में स्थित वह सतह जिस पर उपस्थित सभी बिन्दुओं का ताप समान हो, समतापीय पृष्ठ कहलाती है।



★ समतापीय पृष्ठों के गुण :—

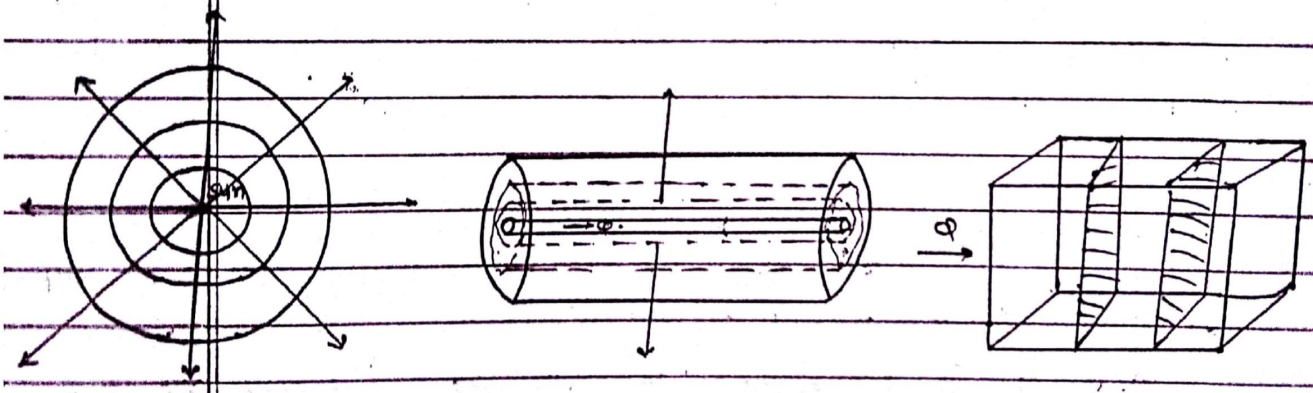
(i) समतापीय पृष्ठों पर स्थित सभी अणुओं का ताप समान रहता है।

(ii) दो समतापीय पृष्ठ कभी-भी प्रतिच्छेद नहीं करती है।

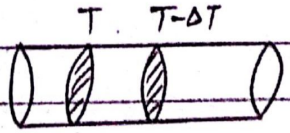
(iii) समतापीय पृष्ठ का आकार चालक की आकृति पर निर्भर करता है। यह ऊष्मा प्रवाह की प्रकृति पर भी निर्भर करता है।

(iv) ऊष्मा प्रवाह की दिशा समतापीय पृष्ठ के लम्बवत् होती है।

★ ताप प्रवणता :—



ऊष्मा प्रवाह की दिशा में दूरी के साथ ताप परिवर्तन की दर को ताप प्रवणता कहते हैं।



$$\text{ताप प्रवणता} = \frac{(T-\Delta T)-T}{\Delta x} = -\frac{\Delta T}{\Delta x}$$

ऋणात्मक चिह्न दर्शाता है कि ऊष्मा प्रवाह की दिशा में ताप घटता जाता है। इसका मात्रक $°C/m$ या K/m होता है तथा इसकी विमा $L^{-1}K$ or $L^{-1}\theta$ होती है।

Teacher's Signature.....................

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

किसी चालक से स्थायी अवस्था में ऊष्मा प्रवाह की दर चालक के अनुप्रस्थ काट क्षे० व ताप प्रवणता के समानुपाती होती है।

$$\frac{dQ}{dt} \propto A \quad \text{——} (1)$$

$$\propto \left(-\frac{dT}{dx}\right) \quad \text{——} (2)$$

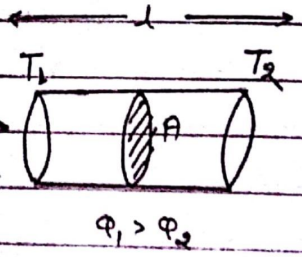
$$\frac{dQ}{dt} \propto -A\frac{dT}{dx}$$

$$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} = -KA\frac{dT}{dx}$$

यहाँ K ऊष्मा समानुपाती नियतांक है जिसे पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक कहलाता है। यह दर्शाता है कि पदार्थ से ऊष्मा का प्रवाह कितनी जल्दी हो सकता है।

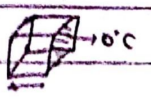
$$\frac{dQ}{dt} = -KA\left(\frac{T_2 - T_1}{l}\right)$$

$$\boxed{\frac{dQ}{dt} = \frac{KA(T_1 - T_2)}{l}}$$



K की इकाई $\frac{J}{s\text{-}m\text{-}K}$ or $\frac{watt}{m\text{-}K}$ होती है तथा इसकी विमा $M^1L^1T^{-3}K^{-1}$ होती है।

Q. एक घन जिसकी भुजा 10cm है के विपरीत फलकों को क्रमशः 100°C व 0°C पर रखा गया है तथा बाकी सभी फलकों को कुचालक पदार्थ से ढका गया है तो घन से प्रतिसेकण्ड प्रवाहित होने वाली ऊष्मा ज्ञात करो? ($K = 385\, W/m\text{-}K$)



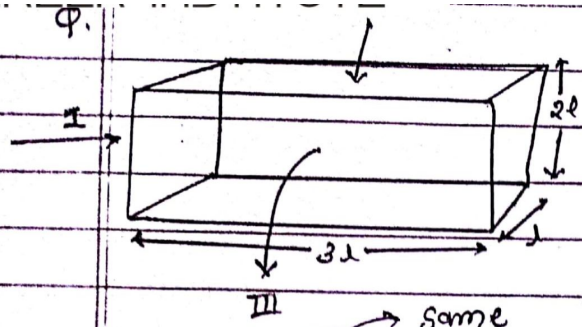
Sol. → $\frac{dQ}{dt} = \frac{385 \times (0.1)^2 \times 100}{10 \times 10^{-2}} = 3850$ watt $= 3850\, J/s$

Teacher's Signature

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q.



$$\left(\frac{d\phi}{dt}\right)_{I} : \left(\frac{d\phi}{dt}\right)_{II} : \left(\frac{d\phi}{dt}\right)_{III}$$

Sol. → $K A \frac{dT}{dx}$ (K, dT → same)

$$\frac{A}{dx} \Rightarrow \frac{2l\times l}{3l} = \frac{3l\times l}{2l} = \frac{3l\times 2l}{l}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} : \frac{3}{2} : 6 \Rightarrow 4:9:36$$

Q. एक ऐल्युमिनियम की छड़ में ऊष्मा प्रवाह की दर 150 watt है तथा इसकी लम्बाई 15cm है तथा अनुप्रस्थ अनु काट क्षे $0.5\ cm^2$ है। यदि दोनों के मध्य तापांतर 150°C है तो पदार्थ की ऊष्मा चालकता होगी?

Sol. →

$$150 = K \times 0.5 \times 10^{-4} \times \frac{150}{15\times10^{-2}}$$

$$K = 3000\ W/m\text{-}K$$

Q. एक स्लैप जिसका आकार 10cm × 10cm × 1cm है, के अधिकतम क्षे. वाले दोनों सिरों को क्रमशः 90° व 10°C पर रखा गया है यदि पदार्थ की ऊष्मा चालकता 0.8 watt/m-°C है तो इससे 1 min में प्रवाहित होने वाली ऊष्मा ज्ञात करो?

Sol →

$$\left(\frac{d\phi}{dt}\right) = \frac{0.8 \times 10^{-2} \times 80}{10^{-2}} = 64$$

Teacher's Signature

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

मनुष्य के कपड़े से ढके क्षेत्र का क्षे॰ 1.6 m^2 है तथा कपड़े की चालकता 0.04 watt/m-K है व कपड़े की मोटाई 0.5 cm है तो शरीर से निकलने वाली ऊष्मा की दर ज्ञात करे।

Sol. →

$$\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5} = \frac{\Delta R}{4}$$

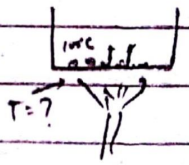
$$\Delta C = \frac{5}{9} \times 50 = \frac{250}{9}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{0.04 \times 1.6 \times 250/9}{0.5 \times 10^{-2}} = \frac{3200}{9} = 355.55 \text{ J/s}$$

Q. एक पात्र जिसके पैंदे का क्षे॰ 25 cm^2 है तथा मोटाई 1 mm है व ऊष्मा चालकता 50 watt/m°c है, में पानी उबाला जाता है, स्थायी अवस्था में पानी उबालना शुरू करने के बाद 1 min. में 100 gm पानी भाप में बदलता है तो इसके पैंदे का तापमान होगा।

Sol. →

$$\frac{d\phi}{dt} = kA\frac{dT}{dx}$$



$$\Rightarrow d\phi = kA\frac{dT}{dx} \times 60 = mLv$$

$$\Rightarrow 50 \times 25 \times 10^{-4} \times \frac{dT}{1 \times 10^{-3}} \times 600 = 540 \times 4.2$$

$$\Rightarrow dT = 30°$$

पैंदे का तापमान = 100° + 30° = 130°C

Q. एक थर्मोकॉल का पात्र जिसका आकार 60cm × 60cm × 30cm है, में पूर्णतया 0°c वाली बर्फ भरी है। पात्र की ऊष्मा चालकता 0.0 watt/m°c तथा मोटाई 1cm है। यदि वातावरण का ताप 30°c है तथा पात्र के सभी फलकों से समान रूप से ऊष्मा प्रवाहित हो रही है तो 1 घंटे में पिघलने वाली बर्फ की मात्रा ज्ञात कीजिए।

Teacher's Signature

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Sol. —

$$KA\frac{dT}{dx}\times 3600 = mL_f \times 4.2$$

$$A = 2(lb + bh + hl) = 14400\,cm^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{KA\frac{dT}{dx}\times 3600}{L_f \times 4.2}$$

$$\Rightarrow m = \frac{0.8\times 14400\times 10^{-4}\times 30\times 3600}{1\times 10^{-2}\times 80\times 4.2}$$

$$\Rightarrow m = \frac{14400\times 3\times 36}{42}\,gm \approx \cancel{37 gm} \approx 37\,kg$$

① तापीय प्रतिरोध :—

किसी चालक में उसके दो बिन्दुओं के मध्य तापांतर के कारण ऊष्मा का प्रवाह होता है। चालक का वह गुण जो इसका विरोध करता है, तापीय प्रतिरोध कहलाता है।

धारा	ऊष्मा
Current	Heat
Voltage	Temperature
प्रतिरोध	तापीय प्रतिरोध
$I = \frac{dq}{dt}$	$H = \frac{dQ}{dt}$
$I = \frac{V_1 - V_2}{R}$	$H = \frac{T_1 - T_2}{R_{th}}$
$R = \frac{\rho l}{A}$	$R_{th.} = \frac{l}{KA}$

$$H = \frac{dQ}{dt} = -KA\frac{dT}{dx}$$

$$= KA\frac{dT}{l}$$

$$H = \frac{dT}{(l/KA)}$$

$$\boxed{R_{th.} = \frac{l}{KA}}$$

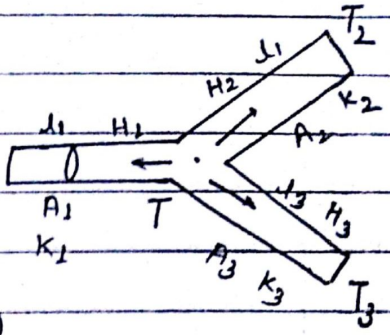
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Date : / /

★ संधि का ताप ज्ञात करना:-

$$H_1 + H_2 + H_3 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{T-T_1}{R_1} + \frac{T-T_2}{R_2} + \frac{T-T_3}{R_3} = 0$$



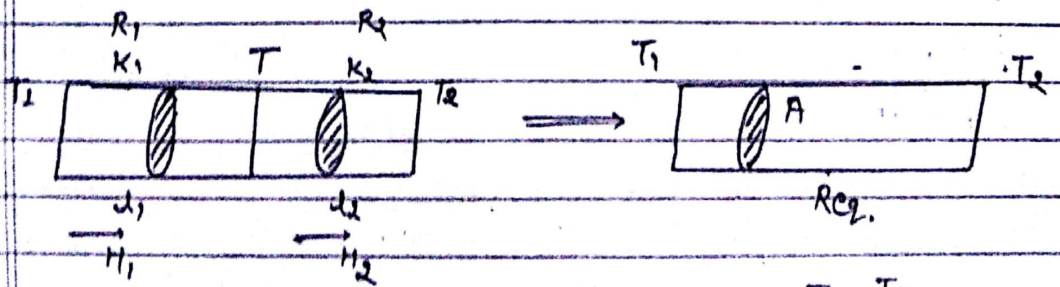
$$\Rightarrow \frac{K_1A_1(T-T_1)}{l_1} + \frac{K_2A_2(T-T_2)}{l_2} + \frac{K_3A_3(T-T_3)}{l_3} = 0$$

$$\Rightarrow T = \frac{\frac{K_1A_1T_1}{l_1} + \frac{K_2A_2T_2}{l_2} + \frac{K_3A_3T_3}{l_3}}{\frac{K_1A_1}{l_1} + \frac{K_2A_2}{l_2} + \frac{K_3A_3}{l_3}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = A_2 = A_3 = A \\ l_1 = l_2 = l_3 = l \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow T = \frac{K_1T_1 + K_2T_2 + K_3T_3}{K_1 + K_2 + K_3}$$

★ चालकों का संयोजन:-



(1) श्रेणीक्रम संयोजन:-

$$H_1 = H_2 = H \qquad H = \frac{T_1 - T_2}{R_{eq}}$$

$$H_1 = \frac{T_1 - T}{R_1} \Rightarrow H_1R_1 = T_1 - T \text{ —— (I)}$$

$$H_2 = \frac{T - T_2}{R_2} \Rightarrow H_2R_2 = T - T_2 \text{ —— (II)}$$

Teacher's Signature

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

समी. ① + ⑪

$$H_1R_1 + H_2R_2 = T_1 - T_2$$

$$\Rightarrow H(R_1+R_2) = T_1 - T_2$$

$$\Rightarrow \boxed{H = \frac{T_1 - T_2}{R_1+R_2}}$$

$$\boxed{R_{eq.} = R_1 + R_2}$$

$$R_{eq.} = R_1 + R_2$$

$$\Rightarrow \frac{l}{K_{eq.}A} = \frac{l_1}{K_1A_1} + \frac{l_2}{K_2A_2}$$

$$A_1 = A_2 = A$$

$$\frac{l}{K_{eq.}} = \frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2}$$

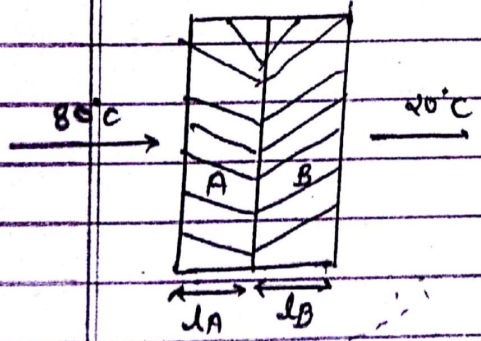
case – I $\quad l = l_1 + l_2$

$$K_{eq.} = \frac{(l_1+l_2)}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2}}$$

case – II $\quad l_1 = l_2 = l$

$$\boxed{K_{eq.} = \frac{2K_1K_2}{K_1+K_2}}$$

Q. $l_B = 2l_A$



$K_A = 2K_B$

दोनों दीवारों पर तापांतर ज्ञात कीजिए (Area समान है)

Sol. → $R_A = \frac{l_A}{K_A A}$, $R_B = \frac{l_B}{K_B A}$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{l_A}{l_B} \times \frac{K_B}{K_A} = \frac{l_A}{2l_A} \times \frac{K_B}{2K_B} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{4}$$

$l_A : l_B$

1 : 4

12 48

68°C

Teacher's Signature.....................

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$$\Rightarrow \frac{80-T}{R_1} = \frac{T-20}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{80-T}{T-20} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{80-T}{T-20} \Rightarrow T-20 = 320-4T$$

$$\Rightarrow 5T = 340 \Rightarrow \boxed{T = 68^\circ C}$$

Q. एक छत का आकार 4m x 4m x 10cm है तथा इसकी ऊष्मा चालकता 1.25 watt/m-k है। किसी क्षण बाहर का तापमान 46°C व कमरे का तापमान 31°C है तो, छत से कमरे में प्रवाहित होने वाली ऊष्मा की दर ज्ञात कीजिए।

Sol. →

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{1.25 \times 16 \times 15}{10 \times 10^{-2}} = 3000 \text{ watt}$$

यदि छत पर 7.5cm मोटी ईंटों की परत चढ़ा दी जाये तो ऊष्मा प्रवाह की दर होगी? $(K = 0.75)$

Sol. →

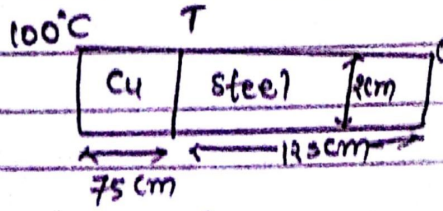
$$H = \frac{T_1 - T_2}{R_{eq}} = \frac{T_1 - T_2}{R_r + R_b}$$

$$R_r = \frac{l}{KA} = \frac{0.1}{1.25 \times 16} = \frac{1}{200}$$

$$R_b = \frac{7.5 \times 10^{-2}}{0.75 \times 16} = \frac{1}{160}$$

$$H = \frac{15}{\frac{1}{200} + \frac{1}{160}} = \frac{15}{\frac{4+5}{800}} = \frac{15 \times 800}{9} = \frac{4000}{3} = 1333 \text{ watt}$$

Q.



$K_{cu} = 400 \text{ w/m-k}$

$K_s = 50 \text{ w/m-k}$, $T = ?$

Sol. —

$$\left(KA\frac{dT}{dx}\right)_{cu} = \left(KA\frac{dT}{dx}\right)_{steel}$$

$$\Rightarrow 400 \times A \times \frac{(100-T)}{75 \times 10^{-2}} = 50 \times A \times \frac{T}{125 \times 10^{-2}}$$

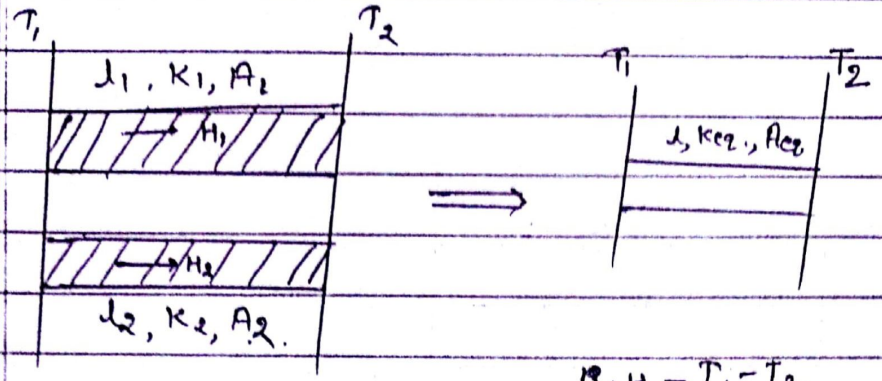
$$\Rightarrow \boxed{T = \frac{4000}{43}\ ^\circ C}$$

Teacher's Signature

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Date : / /

(B) समांतर क्रम संयोजन :–



$$H = \frac{T_1 - T_2}{R_{eq.}}$$

$$H_1 = \frac{T_1 - T_2}{R_1}$$

$$H_2 = \frac{T_1 - T_2}{R_2}$$

$$H = H_1 + H_2$$

$$\Rightarrow \frac{T_1 - T_2}{R_{eq.}} = \frac{T_1 - T_2}{R_1} + \frac{T_1 - T_2}{R_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\frac{K_{eq.} A_{eq}}{l} = \frac{K_1 A_1}{l} + \frac{K_2 A_2}{l}$$

$$K_{eq} . A_{eq} = K_1 A_1 + K_2 A_2$$

case – I ⇒ $A_1 = A_2 = A_{eq.}$

$$\boxed{K_{eq} = K_1 + K_2}$$

case – II ⇒ $A_1 = A_2 = A$

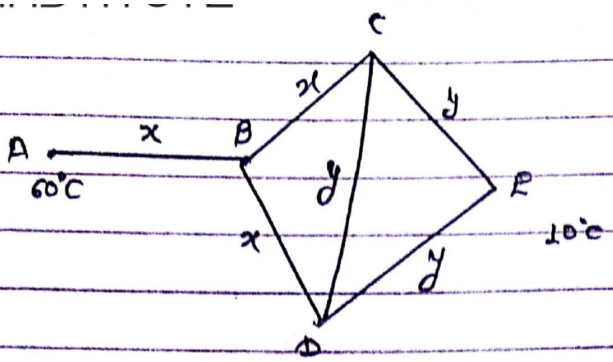
$$A_{eq.} = A_1 + A_2$$

$$2K_{eq.} = K_1 + K_2$$

$$\boxed{K_{eq.} = \frac{K_1 + K_2}{2}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q:



$T_B = ?$

$T_C = ?$

$T_D = ?$

$K_x = 800\ w/m-°C$

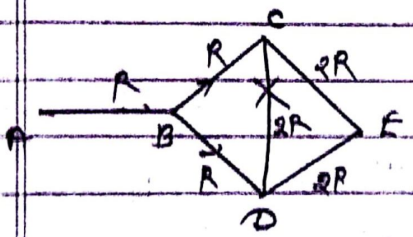
$K_y = 400\ w/m-°C$

Sol. →

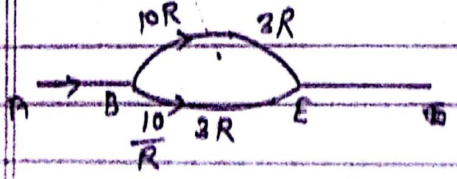
$R_x = \frac{l}{800A} = R$ (माना)

→

$R_y = \frac{l}{400A} = 2R$



$T_C = T_D = 30°C$



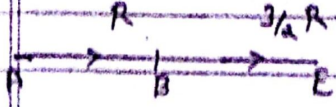
$H_{BC} = \frac{10}{R} = \frac{T_B - T_C}{R}$

$\Rightarrow T_C = 30°C$

(or) $H_{CE} = \frac{10}{R} = \frac{T_C - T_E}{2R}$

$\Rightarrow 20 = T_C - T_E$

$\Rightarrow T_C = 30°C$



$H_{AB} = \frac{20}{R} = \frac{T_A - T_B}{R} \Rightarrow T_B = 40°C$

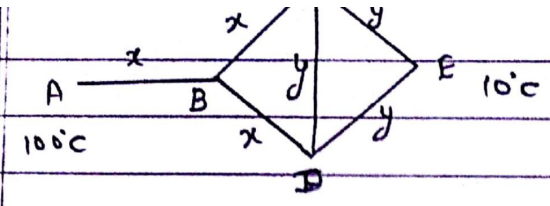
$H_{AE} = \frac{T_A - T_E}{R_{eq.}} = \frac{60-10}{5/2 R} = \frac{20}{R}$

Teacher's Signature

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

प्र.

$T_B = ?$



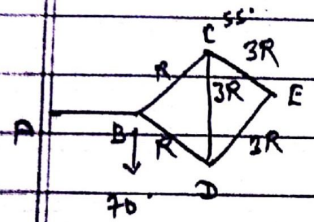
$K_x = 600 W/m\text{-}°c$ $\quad T_C = ?$

$K_y = 200 W/m\text{-}°c$ $\quad T_D = ?$

Sol →

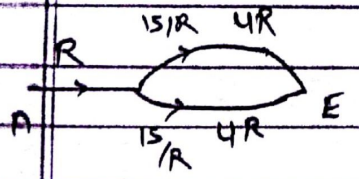
$R_x = \frac{l}{600A} = R$ (माना)

$R_y = \frac{l}{200A} = 3R$



$T_{BC} = \frac{15}{R} = \frac{T_B - T_C}{R}$

$\boxed{T_C = 55°} = T_D$

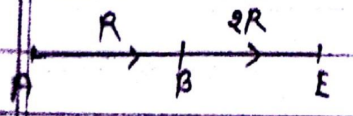


⇓

$4R \to 60°$

$R \to 15°$

$3R \to 90°$

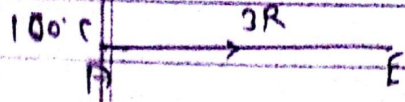


$R \to 30°$

⇓

$H_{AB} = \frac{30}{R} = \frac{T_A - T_B}{R}$

$\boxed{T_B = 70°C}$



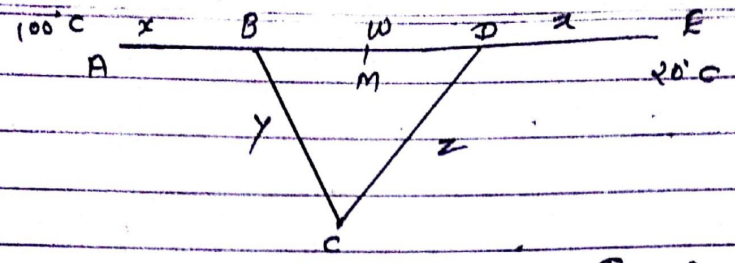
⇓

$H_{AE} = \frac{100 - 10}{3R} = \frac{90}{3R} = \frac{30}{R}$

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q.



$K_x = 900\ w/m-K$

$K_y = 300\ w/m-K$

$K_z = 150\ w/m-K$

$K_w = 50\ w/m-K$

$T_B = ?$

$T_C = ?$

$T_D = ?$

$T_m = ?$

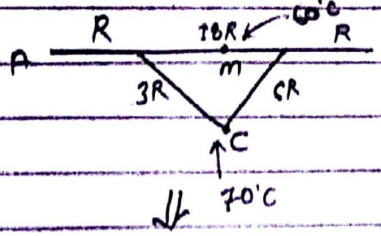
Sol →

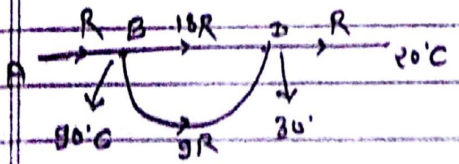
$R_x = \frac{L}{400A} = R$ (माना)

$R_y = 3R$

$R_z = 6R$

$R_w = 18R$





9R → 60°

3R → 20°

100°C

8R → 80

1R → 10°

Teacher's Signature

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

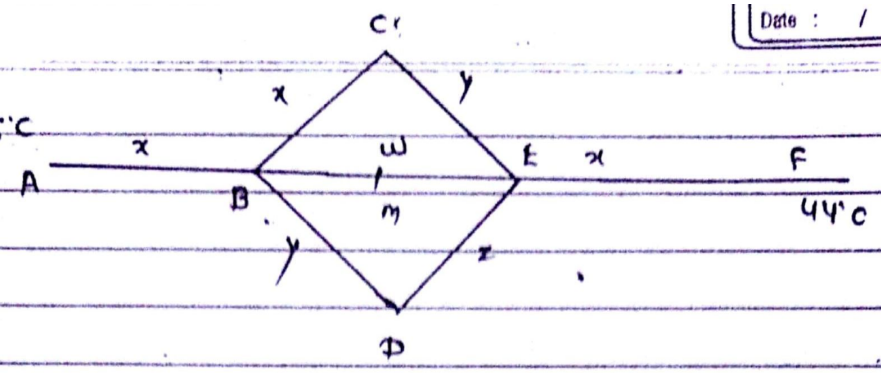
Date : / /

9.

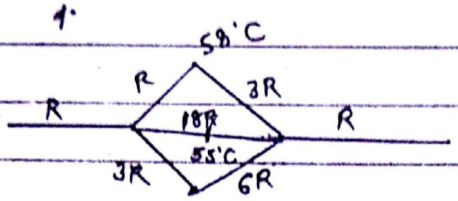
Sol. →

$4R \rightarrow 12$

$R \rightarrow 3$



$18R \rightarrow 12$

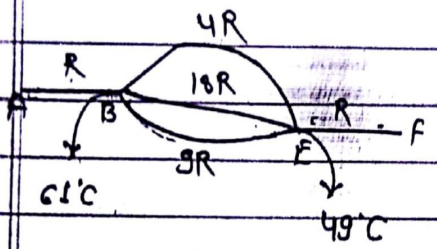


for mid point → 6°C

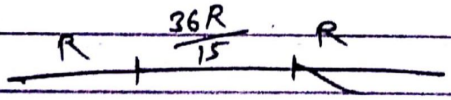
⇓

$9R \rightarrow 12°C$

$R \rightarrow \frac{12}{9}$



$3R \rightarrow \frac{12}{9} \times 3 = 4°C$



⇓

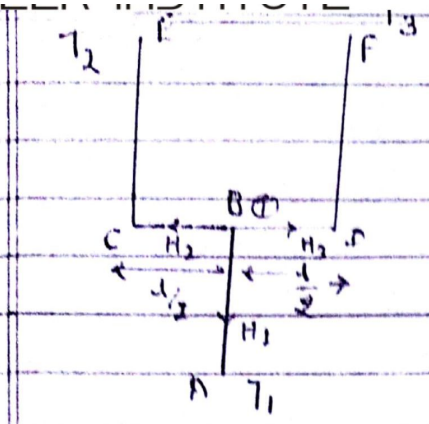
⇓

$4.4R \Rightarrow 22°C$

$R \rightarrow 5°C$

Teacher's Signature........

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. 

चार एकसमान छड़ AB, BE, BD, DF को निम्नानुसार संयोजित किया गया है। संधि T का ताप क्या होगा ?

Sol. → $H_1 + H_2 + H_3 = 0$

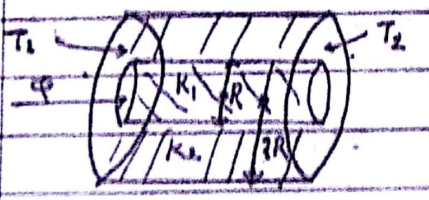
$$\frac{T-T_1}{R_1} + \frac{T-T_2}{R_2} + \frac{(T-T_3)}{R} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{KA(T-T_1)}{l} + \frac{KA(T-T_2)}{3l/2} + \frac{KA(T-T_2)}{3l/2} = 0$$

$$\Rightarrow (T-T_1) + \frac{2}{3}(T-T_2) + \frac{2}{3}(T-T_3) = 0$$

$$\Rightarrow T\left(\frac{7}{3}\right) = \frac{3T_1 + 2T_2 + 2T_3}{3}$$

$$\Rightarrow \boxed{T = \frac{3T_1 + 2T_2 + 2T_3}{7}}$$

Q. 

$K_{eq.} = ?$

Sol. → $$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{K_{eq.} A_{eq.}}{l} = \frac{K_1 A_1}{l} + \frac{K_2 A_2}{l}$$

$$\Rightarrow K_{eq.}(4\pi R^2) = K_1(\pi R^2) + K_2(3\pi R^2)$$

$$\boxed{K_{eq.} = \frac{K_1 + 3K_2}{4}}$$

Teacher's signature

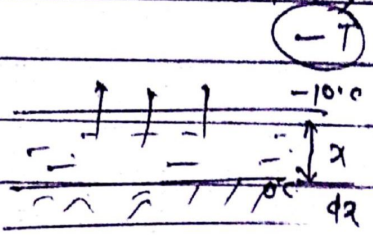
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

वातावरण का ताप $-10^\circ C$ है तो बर्फ की परत की मोटाई दुगना होने में कितना समय लगेगा ?

$(K_{ice} = 0.004 \text{ cal/s-cm-K}$

$(\rho_{ice} = 0.92 \text{ gm/cc})$, $(L_{ice} = 80 \text{ gm cal/gm})$

Sol. →



$$mL = d\Phi = KA \cdot \frac{dT}{dx} \cdot dt$$

$$\Rightarrow \rho (A \cdot dx) L = \frac{KA[0-(-T)]}{x} \cdot dt$$

$$\Rightarrow \rho L dx = \frac{KT}{x} dt$$

$$\int_{t=0}^{t} dt = \int_{0}^{x} \frac{\rho L}{KT} x \, dx$$

$$\boxed{t = \frac{\rho L}{2KT} x^2} \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{\rho L}{2KT}(x_2^2 - x_1^2)}$$

$t \propto x^2$

(२) संवहन :-

संवहन के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है तथा गर्म किया हुआ पदार्थ सामान्यतः एक स्थान से दूसरे स्थान तक स्थानांतरित होता रहता है।

यह दो प्रकार का होता है -

(1) प्राकृतिक संवहन :-

घनत्व के अंतर के कारण होने वाले संवहन को प्राकृतिक संवहन कहते हैं।

(२) प्रणोदित संवहन :-

यदि गर्म द्रव तथा गैस के कण किसी पंखे या पंप की सहायता से बलपूर्वक गति करवाये जाए तो इसे प्रणोदित संवहन कहते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

⟹ किसी वस्तु से ऊष्मा संवहन की दर सम्पर्क क्षेत्रफल तथा तापांतर पर निर्भर करती है।

$$\frac{dQ}{dt} \propto A$$

$$\propto (T-T_0)^{5/4}$$

$$\frac{dQ}{dt} \propto A(T-T_0)^{5/4}$$

$$\boxed{\frac{dQ}{dt} = hA(T-T_0)^{5/4}}$$

यहाँ h संवहन गुणांक कहलाता है तथा इसका मान विशिष्ट ऊष्मा, द्रव की सघनता तथा ऊष्मा चालकता पर निर्भर करता है।

Note ⟹ गुरुत्वहीनता की अवस्था में संवहन संभव नहीं है।

(3) विकिरण :-

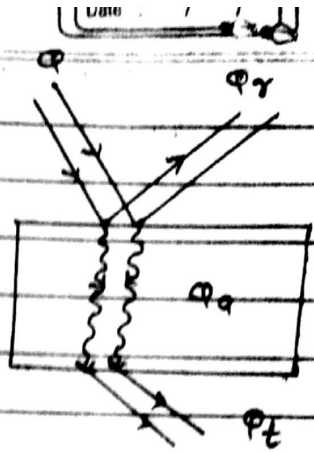
विकिरण प्रक्रम में ऊष्मा एक स्थान से दूसरे स्थान तक माध्यम को बिना गर्म किये ही प्रवाहित होती है। विकिरण एक विद्युत चुम्बकीय तरंग है तथा यह विद्युत व चुम्बकीय तरंगों के अध्यारोपण से बनती है व ऊर्जा प्रवाहित करती है।

ऊष्मीय विकिरण के गुण :-

(i) ऊष्मीय विकिरण सरल रेखा में गति करते हैं तथा उसके मार्ग में आने वाली वस्तुओं की छाया बनाते हैं
(ii) यह परावर्ती तथा पारगम्य होती है व निर्वात में भी अति गमन कर सकती है।
(iii) ऊष्मीय विकिरण ध्रुवित किये जा सकते हैं तथा यह व्यतिकरण भी दर्शाते हैं। अतः हम कह सकते हैं कि ऊष्मीय विकिरण प्रकाश की भाँति होते हैं।
(iv) ऊष्मीय विकिरण की तरंगदैर्ध्य दृश्य प्रकाश से अधिक होती है तथा यह अवरक्त भाग में पायी जाती हैं ($\lambda = 10^{-7}m - 10^{-3}m$)
(v) यह ऊष्मा स्थानान्तरण की सबसे तेज प्रक्रिया है क्योंकि ऊष्मीय विकिरण प्रकाश के वेग से गति करते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ ऊष्मीय विकिरण ऊर्जा :–



$$Q = Q_a + Q_r + Q_t$$

$$1 = \frac{Q_a}{Q} + \frac{Q_r}{Q} + \frac{Q_t}{Q}$$

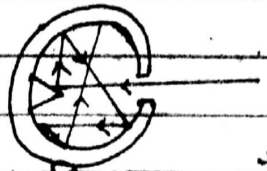
$$\Rightarrow \boxed{1 = a + r + t}$$

a = अवशोषण गुणांक
r = परावर्तन गुणांक
t = पारगम्य गुणांक

case ⇒
1. a = 1, r = 0, t = 0 ⟶ आदर्श कृष्णिका का पूर्ण अवशोषक
2. a = 0, r = 1, t = 0 ⟶ आदर्श कृष्णिका का पूर्ण परावर्तक
3. a = 0, r = 0, t = 1 ⟶ आदर्श कृष्णिका का पूर्ण पारगम्य

(1) कृष्णिका :–
(Black body) यह समस्त तरंगदैर्घ्यों का अवशोषण करती है तथा आपतित विकिरण का कोई भी भाग परावर्तित तथा पारगमित नहीं होता।
आदर्श कृष्णिका का उत्सर्जन गुणांक / उत्सर्जता 1 होती है। प्रकृति में आदर्श कृष्णिका विद्यमान नहीं है अतः प्रायोगिक कार्यों के लिए लैम्प की कालिक को आदर्श कृष्णिका माना जाता है।

→ फैरी की आदर्श कृष्णिका :–



यह एक अल्प खुला वृत्ताकार छिद्र युक्त ताँबे गोला है जो अन्दर से काला है। इसका खुला सिरा आदर्श कृष्णिका की भाँति व्यवहार करता है जिससे अन्दर प्रवेश करने वाले समस्त ऊष्मीय विकिरण उत्तरोत्तर परावर्तन के कारण अन्दर ही अवशोषित कर लिये जाते हैं।

Teacher's Signature.....................

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

(8) प्रीवोस्ट का ऊष्मा विनिमय नियम :-

इस नियमानुसार सभी वस्तुऐं सभी तापमानों पर ऊष्मीय विकिरण उत्सर्जित करती है। उच्च तापमान पर विकिरण की दर तीव्र होती है जबकि उसी समय वस्तु उसके चारों ओर स्थित वस्तुओं (वातावरण) से उत्सर्जित विकिरण की कुछ मात्रा अवशोषित भी करती है।

→ यदि वस्तु के उत्सर्जन की दर अवशोषण की दर से अधिक है तो वस्तु का ताप घटता जाता है।

→ जब कोई वस्तु अवशोषण से कम विकिरण का उत्सर्जन करती है तो उसका ताप बढ़ता जाता है।

→ यदि वस्तु के उत्सर्जन तथा अवशोषण की दर समान हो तो वस्तु वातावरण के साथ साम्यावस्था में रहेगी।

(9) उत्सर्जन क्षमता :- (e)

किसी सतह के एकांक क्षे. से प्रतिसेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा उस सतह की उत्सर्जन क्षमता कहलाती है।

स्पैक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता :-

किसी विशिष्ट तरंगदैर्ध्य के लिए सतह की उत्सर्जन क्षमता स्पैक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता कहलाती है।

$$e = \int_0^\infty e_\lambda \, d\lambda$$

किसी सतह की उत्सर्जन क्षमता सतह की प्रकृति पर निर्भर करती है। चमकीले तथा चिकने सतहों के लिए उत्सर्जन क्षमता कम तथा पूर्णकालिक वस्तुओं के लिए इकाई होती है। इसकी इकाई $J/sec \times m^2$ तथा $watt/m^2$ होती है।

अवशोषण क्षमता :-

निश्चित समय में किसी वस्तु द्वारा अवशोषण की गई विकिरण ऊर्जा तथा उतने ही समय में उस पर आपतित विकिरण ऊर्जा का अनुपात अवशोषण क्षमता कहलाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

अवशोषण क्षमता विमाहीन तथा मात्रकहीन होती है।

→ स्पैक्ट्रमी अवशोषण क्षमता:-

निश्चित समय में किसी वस्तु द्वारा किसी विशिष्ट तरंगदैर्ध्य की अवशोषित की गई विकिरण ऊर्जा तथा उतने ही समय में उसी तरंगदैर्ध्य की आपतित ऊर्जा का अनुपात स्पैक्ट्रमी अवशोषण क्षमता कहलाती है।

$$a = \int_0^\infty a_\lambda \cdot d\lambda$$

→ उत्सर्जता:-

$$E / \varepsilon = \frac{T \text{ ताप पर किसी वस्तु की उत्सर्जन क्षमता}}{T \text{ ताप पर कृष्णिका वस्तु की उत्सर्जन क्षमता}}$$

$$E = \frac{e}{e_0} \qquad 0 \leq E \leq 1$$

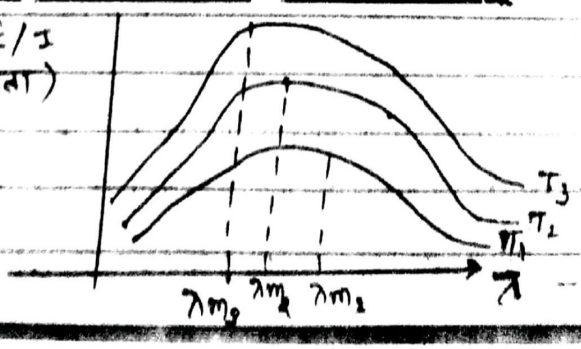
★ किर्चोफ का नियम:-

समस्त वस्तुओं के लिए स्पैक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता तथा स्पैक्ट्रमी अवशोषण क्षमता का अनुपात समान होता है तथा यह उस ताप पर कृष्णिका वस्तु की स्पैक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता के बराबर होता है।

$$\frac{e_\lambda}{a_\lambda} = e_b$$

NOTE ⇒ जो अच्छे अवशोषक होते हैं वे अच्छे उत्सर्जक भी होते हैं।

कृष्णिका विकिरण में ऊर्जा वितरण:-



$T_3 > T_2 > T_1$

Teacher's Signature......................

Scanned by CamScanner

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ कृष्णिका विकिरण वक्र किसी निश्चित ताप पर एकवर्णीय उत्सर्जता को व्यक्त करता है।

निष्कर्ष :-

(i) कृष्णिका वस्तु से प्रत्येक ताप पर उत्सर्जित ऊष्मा का वर्णक्रम सतत् प्राप्त होता है।

(ii) कृष्णिका का ताप बढ़ने पर प्रत्येक तरंगदैर्ध्य के संगत उत्सर्जित ऊर्जा में वृद्धि होती है।

(iii) एक निश्चित ताप पर उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा विशिष्ट तरंगदैर्ध्य के लिए अधिकतम होती है। यह तरंगदैर्ध्य अधिकतम उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य (λm) कहलाती है।

(iv) जब कृष्णिका का ताप बढ़ाया जाता है तो अधिकतम ऊर्जा से सम्बद्ध तरंगदैर्ध्य घटती है। इसे वीन का विस्थापन नियम कहते हैं।

$$\lambda_m \propto \frac{1}{T}$$

$$\boxed{\lambda_m = \frac{b}{T}}$$

वीन स्थिरांक

$b = 0.283$ cm-K

$= 2.83 \times 10^{-3}$ m-K)

$$\boxed{\lambda_{m_3} < \lambda_{m_2} < \lambda_{m_1}}$$

अधिकतम उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य λm के संगत उत्सर्जित ऊर्जा $E_{max.}$ कृष्णिका के परम ताप की पंचम घात के समानुपाती होती है।

$$\boxed{E_{max.} \propto T^5}$$

(A) स्टीफन बोल्ट्जमैन का नियम :-

निश्चित ताप पर एकांक क्षे॰ से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा परम ताप की चतुर्थ घात के समानुपाती होती है।

$$I \propto T^4$$

$$\frac{E}{A(\Delta t)} \propto T^4$$

(energy/sec.) $E \propto AT^4$

$E = \sigma AT^4$

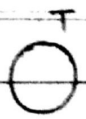
स्टीफन नियतांक

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{J}{s\text{-}m^2\text{-}K^4}$

विमा $= M^1 T^{-3} K^{-4}$

Teacher's Signature

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com



$E_r = \sigma A T^4$

$E_b = \sigma A T^4$

ऊर्जा ह्रास की दर $\Delta E = \sigma A (T^4 - T_0^4)$

$$\boxed{\Delta E = e\sigma A (T^4 - T_0^4)}$$

↑ उत्सर्जता

Q. एक कृष्णिका वस्तु जिसका क्षे॰ 10cm² है, को 127°C तक गर्म किया गया है तत्पश्चात् इसे 27°C वाले कमरे में लटकाया जाता है तो वस्तु से कमरे में प्रवाहित होने प्रतिसेकण्ड ऊष्मा की दर ज्ञात करो?

Sol. → $\Delta E = \sigma A (T^4 - T_0^4)$

$= 5.67 \times 10^{-8} \times 10 \times 10^{-4} [(400)^4 - (300)^4]$

$= 5.67 \times 10^{-3} (256 - 81)$

$= 5.67 \times 175 \times 10^{-3}$

$= 992.25 \times 10^{-3}$ J/s

Q. एक कृष्णिका जिसका क्षे॰ 1cm² है, 27°C वाले वातावरण में रखी है। इसका तापमान 327°C बनाये रखने हेतु आवश्यक विद्युत शक्ति ज्ञात कीजिए।

Sol. →

$\Delta E = 6 \times 10^{-8} \times 10^{-4} [(600)^4 - (300)^4]$

$= 6 \times 10^{-4} [6^4 - 3^4]$

$= 6 \times 10^{-4} [1296 - 81] = 7290 \times 10^{-4}$

$= 0.729$ watts

Teacher's Signature.....

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

न्यूटन का शीतलन नियम :-

वस्तु तथा वातावरण के मध्य अल्प तापांतर के लिए ऊष्मा हानि की दर आस-पास की वस्तुओं के तापांतर व प्रयुक्त क्षे॰ के समानुपाती होती है।

$$-\frac{dQ}{dt} \propto (T - T_0)$$

$$\propto A$$

ऊष्मा हानि की दर $-\frac{dQ}{dt} = KA(T - T_0)$

$$\Rightarrow -ms\frac{dT}{dt} = KA(T - T_0)$$

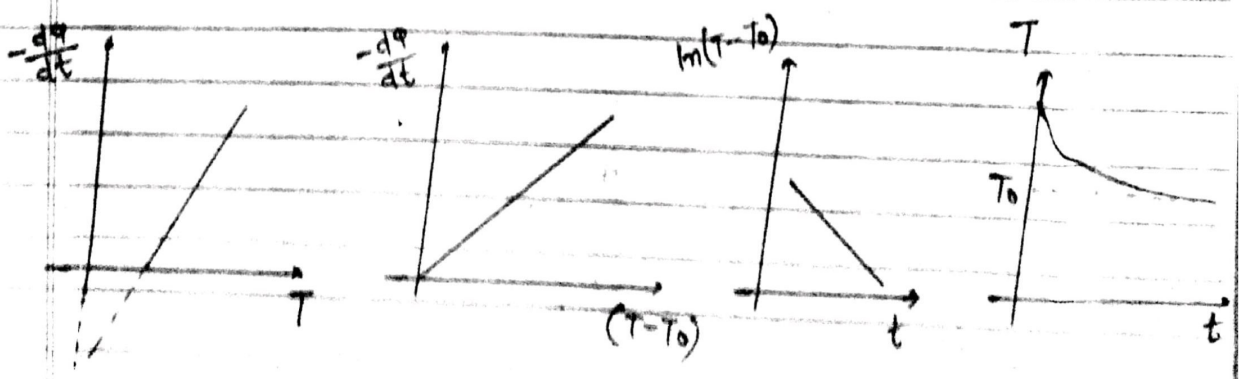
ताप हानि की दर $\frac{dT}{dt} = -\frac{KA}{ms}(T - T_0)$

$$\int_{T_i}^{T_f} \frac{dT}{(T - T_0)} = \int_{t=0}^{t} -\frac{KA}{ms}\, dt$$

$$\Rightarrow [\log(T - T_0)]_{T_i}^{T_f} = -\frac{KA}{ms} t \quad \left(\frac{KA}{ms} \rightarrow K'\right)$$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{T_f - T_0}{T_i - T_0}\right) = -K't$$

$$\Rightarrow T_f - T_0 = (T_i - T_0)e^{-K't}$$



$$\Rightarrow \boxed{T_f = T_0 + (T_i - T_0)e^{-K't}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Date

किसी वस्तु की ताप हानि की दर वस्तु तथा वातावरण के मध्य ताप आधिक्य के समानुपाती होती है।

$T_i \longrightarrow T_f$

$$\frac{T_f - T_i}{t} \propto \left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_0\right)$$

$$\boxed{\frac{T_f - T_i}{t} = K\left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_0\right)}$$

Q. 40°c वाली वस्तु 20°c ~~वातावरण~~ वाले वातावरण में रखी है। यदि इसका ताप 10 मिनट बाद 35°c हो जाता है तो इसके 15 मिनट बाद इसका ताप क्या होगा ?

Sol. →

$$\frac{T_i - T_f}{t} = K\left[\frac{T_i + T_f}{2} - T_0\right]$$

$$\Rightarrow \frac{40-35}{10} = K\left[\frac{75}{2} - 20\right]$$

$$\Rightarrow \frac{5}{10} = K\frac{35}{2} \Rightarrow \boxed{K = \frac{1}{35}}$$

$$\Rightarrow \frac{35-T}{15} = \frac{1}{35}\left[\frac{35+T}{2} - 20\right]$$

$$\Rightarrow \frac{35-T}{15} = \frac{1}{35}\left[\frac{T-5}{2}\right] \Rightarrow \frac{35-T}{3} = \frac{1}{7}\left[\frac{T-5}{2}\right]$$

$$\Rightarrow 14(35-T) = 3T-15 \Rightarrow 490 - 14T = 3T - 15$$

$$\Rightarrow 17T = 505$$

$$\Rightarrow \boxed{T \approx 30\,^{\circ}c}$$

Teacher's Signature.....

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

९. एक वस्तु का प्रारंभिक ताप 80°C है। 5 मिनट बाद इसका ताप 64°C है, 10 मिनट बाद 52°C हो जाता है तो 15 मिनट बाद इसका ताप ज्ञात कीजिए।

Sol. —

80°C
↓ ① 5 min.
64°C
↓ ② 5 min.
52°C
↓ 5 min.
T = ?

③ (80°C → 52°C)

$$\frac{80-64}{5} = k\left[\frac{144}{2} - T_0\right]$$

$$\frac{16}{5} = k\,[72 - T_0] \quad \text{—①}$$

$$\frac{64-52}{5} = \frac{12}{5} = k\,(58 - T_0) \quad \text{—②}$$

$$\frac{80-52}{10} = \frac{14}{5} = k\,[66 - T_0] \quad \text{—③}$$

①/②

$$\frac{16}{12} = \frac{72 - T_0}{58 - T_0}$$

$$\Rightarrow 232 - 4T_0 = 216 - 3T_0$$

$$\Rightarrow \boxed{T_0 = 16°C}$$

①/③

$$\frac{16}{14} = \frac{72 - T_0}{66 - T_0}$$

$$\Rightarrow 528 - 8T_0 = 504 - 7T_0$$

$$\Rightarrow \boxed{T_0 = 24°C}$$

⟹ This method is wrong for this question because it is apply when ~~temperature~~ is given between 35-40°C.

$$(T_f - T_0) = (T_i - T_0)\, e^{-kt}$$

$$(64 - T_0) = (80 - T_0)\, e^{-5k} \quad \text{—①}$$

$$(52 - T_0) = (64 - T_0)\, e^{-5k} \quad \text{—②}$$

①/②

$$\frac{64 - T_0}{52 - T_0} = \frac{80 - T_0}{64 - T_0}$$

$$\Rightarrow (64 - T_0)^2 = (52 - T_0)(80 - T_0)$$

$$\Rightarrow 4096 + T_0^2 - 128T_0 = 4160 - 132T_0 + T_0^2$$

$$\Rightarrow 4T_0 = 64$$

$$\boxed{T_0 = 16°C}$$

$$e^{-5k} = \frac{64 - T_0}{80 - T_0} = \frac{48}{64} = \frac{3}{4}$$

$$T_f - T_0 = (T_i - T_0)\, e^{-5k}$$

$$\Rightarrow T_f = 16 + (52 - 16) \times \frac{3}{4}$$

$$\boxed{T_f = 43°C}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Page No.:
Date : / /

न्यूटन के शीतलन नियम की सीमाऐं :-

(i) वस्तु व वातावरण के मध्य तापांतर अल्प होना चाहिए। (35° से कम)

(ii) ऊर्जा ह्रास केवल और केवल विकिरण द्वारा होना चाहिए।

(iii) शीतलन के दौरान वातावरण का ताप नियत होना चाहिए।

* $$\left(-\frac{dQ}{dt}\right) = KA(T-T_0)$$

$$\left(-\frac{dT}{dt}\right) = \frac{KA}{ms}(T-T_0)$$

→ किसी वस्तु की ऊष्मा हानि की दर वस्तु के द्रव्यमान तथा विशिष्ट ऊष्मा पर निर्भर नहीं करती है।

वस्तु तथा वातावरण के मध्य

→ ठोस गोले तथा खोखले गोले हेतु T, T_0, density, A, V समान हो तो गोलों के ऊष्मा हानि की दर समान होगी परन्तु ताप हानि की दर खोखले गोले की अधिक होगी।

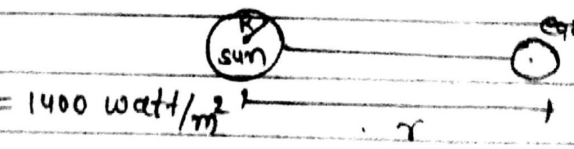
सौर नियतांक :-

(Solar constant) पृथ्वी की सतह पर स्थित एकांक क्षे. पर सूर्य से पृथ्वी की माध्य दूरी पर स्थित किसी पृष्ठ के एकांक क्षे. पर प्रतिसेकण्ड आपतित विकिरण ऊर्जा सौर नियतांक कहलाती है।

$$E = \sigma A T^4$$
$$= \sigma (4\pi R^2) T^4$$

$$S = \frac{\sigma (4\pi R^2) T^4}{4\pi r^2} = \frac{\sigma R^2 T^4}{r^2} = 1400 \text{ watt/m}^2$$

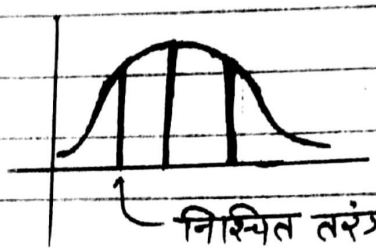
Teacher's Signature



For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

★ फ्रॉन हॉफर रेखाऐं :-

सूर्य के स्पैक्ट्रम में प्राप्त काली रेखाऐं फ्रॉन हॉफर रेखाऐं कहलाती है। ये वे निश्चित तरंगदैर्ध्य होती है जिन्हें सूर्य के वायुमण्डल (वर्णमण्डल) द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। सूर्यग्रहण के समय प्रकाश मण्डल से उत्सर्जित प्रकाश नहीं मिलता है व इस दौरान लिये गये स्पैक्ट्रम में वर्णमण्डल द्वारा अवशोषित विशिष्ट तरंगदैर्ध्य स्पैक्ट्रम में चमकीली दिखाई देती है। इन्हें किरचौफ के नियम से समझाया जा सकता है।



Scanned by CamScanner