

Physics (4300005) - Summer 2023 Solution

Milav Dabgar

August 04, 2023

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

SI માં બેઝ યુનિટ તેમના સિમ્બોલ સાથે લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 1. SI બેઝ યુનિટ્સ

ભૌતિક રાશિ	એકમ	સિમ્બોલ
લંબાઈ	મીટર	m
દ્રવ્યમાન	કિલોગ્રામ	kg
સમય	સેકન્ડ	s
વિદ્યુત પ્રવાહ	એમ્પિયર	A
તાપમાન	કેલ્વિન	K
પદાર્થનું પ્રમાણ	મોલ	mol
પ્રકાશ તીવ્રતા	કેન્ડેલા	cd

મેમરી ટ્રીક

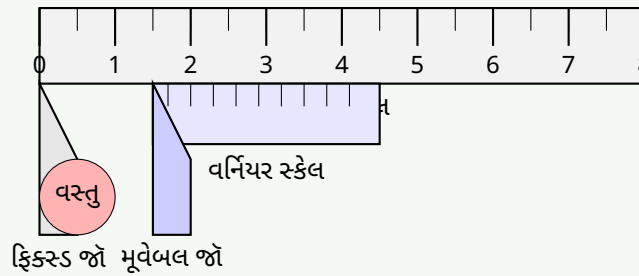
""લાંબુ માપ તાપમાન અશક્તિ પ્રકાશ કેવી માનવતા""

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

વર્નિયર કેલિપરની રચના અને કાર્ય સમજાવો. તેની લઘુત્તમ માપ શક્તિ અને શૂન્ય ત્રુટી સમજાવો.

જવાબ

વર્નિયર કેલિપરની રચના:



આકૃતિ 1. વર્નિયર કેલિપરની રચના

- મુખ્ય સ્કેલ: મિલિમીટરમાં અંકિત ફિક્સ્ડ થયેલો સ્કેલ

- **વર્નિયર સ્કેલ:** મુખ્ય સ્કેલ કરતાં થોડા નાના વિભાગો ધરાવતો સરકી શકે તેવો સ્કેલ
- **ફિક્સ્ડ જો:** મુખ્ય સ્કેલ સાથે જોડાયેલો
- **મૂવેબલ જો:** વર્નિયર સ્કેલ સાથે જોડાયેલો
- **ઊંડાઈ માપક રોડ:** ઊંડાઈ માપવા માટે
- **લોકિંગ સ્ક્રૂ:** માપન વખતે સ્થિતિ ફિક્સ કરવા માટે

કાર્ય: વસ્તુને બે જો વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે, મૂવેબલ જોને વસ્તુને સારી રીતે પકડવા માટે એડજસ્ટ કરવામાં આવે છે. મુખ્ય સ્કેલ વાંચન અને વર્નિયર સ્કેલના સંપાતી મૂલ્યને ઉમેરીને માપ નોંધવામાં આવે છે.

લઘુત્તમ માપ શક્તિ: વર્નિયર કેલિપર દ્વારા માપી શકાતું સૌથી નાનું માપ.

$$LC = \frac{\text{મુખ્ય સ્કેલ પર 1 વિભાગ}}{\text{વર્નિયર સ્કેલ પર વિભાગોની સંખ્યા}}$$

શૂન્ય ત્રુટી: જ્યારે જો બંધ હોય ત્યારે કેલિપર શૂન્ય સિવાયનું વાંચન બતાવે તે ત્રુટી.

- **ધન ત્રુટી:** વાંચનમાંથી બાદ કરવી
- **ઋણ ત્રુટી:** વાંચનમાં ઉમેરવી

મેમરી ટ્રીક

""વર્નિયર ચોક્કસ માપ લેતા સમયે ત્રુટીઓ ટાળે""

પ્રશ્ન 1(c)(i) [4 ગુણ]

ચોકસાઈ અને સચોટતા વચ્ચેનો તફાવત લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 2. ચોકસાઈ વિ સચોટતા

ચોકસાઈ	સચોટતા
માપનું સાચા મૂલ્યની નજીકતા	માપની પુનરાવર્તનીયતા
પદ્ધતિગત ત્રુટીઓથી પ્રભાવિત	અનિયમિત ત્રુટીઓથી પ્રભાવિત
માપનના સરેરાશ દ્વારા દર્શાવાય છે	માપના પ્રમાણિત વિચલન દ્વારા દર્શાવાય છે
કેલિબ્રેશન દ્વારા સુધારી શકાય	વધુ સારા ઉપકરણો વાપરીને સુધારી શકાય
ઉદાહરણ: જો સાચું મૂલ્ય 10 cm હોય, તો 9.9, 10.1, અને 10.0 cm ના માપ ચોક્કસ છે	ઉદાહરણ: 9.8, 9.8, 9.8 cm ના માપ સચોટ છે પણ સાચું મૂલ્ય 10 cm હોય તો ચોક્કસ નથી

મેમરી ટ્રીક

""ચોકસાઈ ચોક્કસ સાચા મૂલ્યે, સચોટતા સરખાં સમાન વાંચને""

પ્રશ્ન 1(c)(ii) [2 ગુણ]

માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ ગેજની પિચ 0.5 mm છે અને તેના વર્તુળાકાર સ્કેલ પર 50 વિભાગો છે. તેની લઘુત્તમ માપ શક્તિ શોધો.

જવાબ

સૂત્ર:

$$\text{લઘુત્તમ માપ શક્તિ} = \frac{\text{પિચ}}{\text{વર્તુળાકાર સ્કેલ પર વિભાગોની સંખ્યા}}$$

ગણતરી:

$$LC = \frac{0.5 \text{ mm}}{50} = 0.01 \text{ mm}$$

માઇક્રોમીટર સ્કે ગેજની લઘુત્તમ માપ શક્તિ = 0.01 mm

પ્રશ્ન 1(c)(iii) [1 ગુણ]

ઉષ્માનું SI એકમ શું છે?

જવાબ

ઉષ્માનું SI એકમ જૂલ (J) છે

OR

પ્રશ્ન 1(c)(i) [4 ગુણ]

નિરપેક્ષ અને સાપેક્ષ ત્રુટીઓની ગણતરી કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?

જવાબ

નિરપેક્ષ ત્રુટિ (Δa): માપેલા મૂલ્ય અને સાચા મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત. ઘણા માપો માટે, તે માપેલા મૂલ્ય અને સરેરાશ મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત છે.

નિરપેક્ષ ત્રુટિની ગણતરી:

- એક માપ માટે: $\Delta a = |\text{માપેલું મૂલ્ય} - \text{સાચું મૂલ્ય}|$
- ઘણા માપો માટે:
 1. સરેરાશ ગણો (a_m)
 2. દરેક માપ માટે: $\Delta a_i = |a_i - a_m|$
 3. સરેરાશ નિરપેક્ષ ત્રુટિ: $\Delta a = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \dots + \Delta a_n) \div n$

સાપેક્ષ ત્રુટિ (ϵ_r): નિરપેક્ષ ત્રુટિનો સાચા મૂલ્ય સાથેનો ગુણોત્તર.

$$\epsilon_r = \frac{\text{નિરપેક્ષ ત્રુટિ}}{\text{સાચું મૂલ્ય}} = \frac{\Delta a}{\text{સાચું મૂલ્ય}}$$

ટકાવારી ત્રુટિ (ϵ_p): ટકાવારીમાં વ્યક્ત થયેલી સાપેક્ષ ત્રુટિ.

$$\epsilon_p = \text{સાપેક્ષ ત્રુટિ} \times 100 = \left(\frac{\Delta a}{\text{સાચું મૂલ્ય}} \right) \times 100\%$$

મેમરી ટ્રીક

""નિરપેક્ષ નિશ્ચિત મૂલ્યની ગણતરી, સાપેક્ષ સાચા સંદર્ભ સંબંધિત""

OR

પ્રશ્ન 1(c)(ii) [2 ગુણ]

વર્નિયર કેલિપરનો મુખ્ય સ્કેલ mm માં અંકિત કરવામાં આવેલ છે અને તેના વર્નિયર સ્કેલ પર 50 વિભાગો છે. તેની લઘુત્તમ માપ શક્તિ શોધો.

જવાબ

સૂત્ર:

$$\text{લઘુત્તમ માપ શક્તિ} = \frac{\text{મુખ્ય સ્કેલ પર 1 વિભાગ}}{\text{વર્નિયર સ્કેલ પર વિભાગોની સંખ્યા}}$$

ગણતરી: મુખ્ય સ્કેલ પર 1 વિભાગ = 1 mm

$$LC = \frac{1 \text{ mm}}{50} = 0.02 \text{ mm}$$

વર્નિયર કેલિપરની લઘુત્તમ માપ શક્તિ = 0.02 mm

OR

પ્રશ્ન 1(c)(iii) [1 ગુણ]

ઉષ્મા પ્રસરણના કયા પ્રકારમાં માધ્યમની જરૂર નથી?

જવાબ

વિકિરણ (Radiation) ઉષ્મા પ્રસરણ માટે માધ્યમની જરૂર નથી.

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

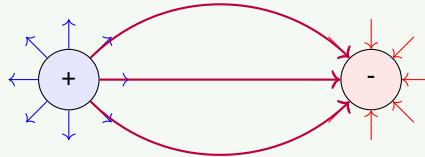
વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ લખો.

જવાબ

વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ:

1. વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાઓ ધન ચાર્જથી શરૂ થાય છે અને ઋણ ચાર્જ પર સમાપ્ત થાય છે
2. ક્ષેત્ર રેખાઓ ક્યારેય એકબીજાને છેદતી નથી
3. ક્ષેત્ર રેખાઓ હંમેશા વાહકની સપાટી પર લંબરૂપ હોય છે
4. ક્ષેત્ર રેખાઓની સંખ્યા ચાર્જના જથ્થા સાથે પ્રમાણસર હોય છે
5. નજીકની ક્ષેત્ર રેખાઓ મજબૂત વિદ્યુત ક્ષેત્ર સૂચવે છે
6. ક્ષેત્ર રેખાઓ સતત વક્ર હોય છે
7. ક્ષેત્ર રેખાઓ લંબાઈમાં સંકોચાય છે અને પહોળાઈમાં વિસ્તરે છે

આકૃતિ 2. વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાઓની ભૂમિતિ



રેખાઓ + થી શરૂ થઈ - પર અંત પામે છે

મેમરી ટ્રીક

""વિદ્યુત ક્ષેત્ર: ધનથી શરૂ, ઋણે સમાપ્ત, ક્યારેય છેદાતી નથી""

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક બળ માટે કુલંબનો વ્યસ્ત વર્ગનો નિયમને સમજાવો.

જવાબ

કુલંબનો વ્યસ્ત વર્ગનો નિયમ: બે બિંદુ ચાર્જ વચ્ચેનું ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક બળ ચાર્જના જથ્થાના ગુણાકાર સાથે સીધું પ્રમાણસર અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગ સાથે વ્યસ્ત પ્રમાણસર હોય છે.

ગણિતીય સ્વરૂપ:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

જ્યાં:

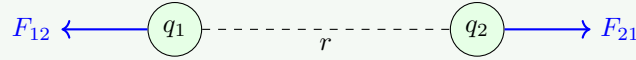
- F = ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક બળ (ન્યૂટનમાં)
- k = ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક અચળાંક ($9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$)
- q_1, q_2 = ચાર્જના જથ્થા (કુલંબમાં)
- r = ચાર્જ વચ્ચેનું અંતર (મીટરમાં)

ગુણધર્મો:

- **સદિશ રાશિ:** બળ બે ચાર્જને જોડતી રેખા પર કાર્ય કરે છે
- **આકર્ષક/અપાકર્ષક:** સમાન ચાર્જ એકબીજાને અપાકર્ષિત કરે છે, વિપરીત ચાર્જ આકર્ષિત કરે છે
- **કેન્દ્રીય બળ:** ન્યૂટનના ત્રીજા નિયમને અનુસરે છે
- **માધ્યમ પર આધાર:** ચાર્જ વચ્ચેના માધ્યમ પર આધાર રાખે છે (k બદલાય છે)

આકૃતિ 3. કુલંબ નો નિયમ

અપાકર્ષણ બળ (સમાન વિદ્યુતભાર)



મેમરી ટ્રીક

""ચાર્જ અંતરના વર્ગ સાથે વ્યસ્ત સંબંધ ધરાવે""

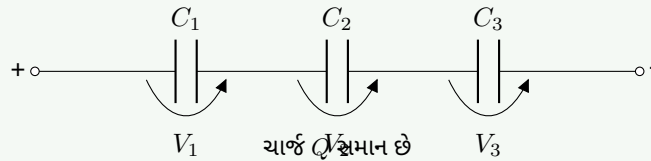
પ્રશ્ન 2(c)(i) [4 ગુણ]

શ્રેણી અને સમાંતર સંયોજનમાં જોડાયેલા કેપેસિટર્સની સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ માટે સૂત્ર મેળવો.

જવાબ

શ્રેણી સંયોજન માટે:

આકૃતિ 4. શ્રેણીમાં કેપેસિટર્સ



જ્યારે કેપેસિટર્સ શ્રેણી સંયોજનમાં જોડાય છે:

- દરેક કેપેસિટર પર સમાન ચાર્જ Q હોય છે
- વિભવાંતર દરેક કેપેસિટર વચ્ચે વહેંચાય છે
- $V = V_1 + V_2 + V_3$

દરેક કેપેસિટર માટે: $V_1 = Q/C_1$, $V_2 = Q/C_2$, $V_3 = Q/C_3$

કુલ વોલ્ટેજ:

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

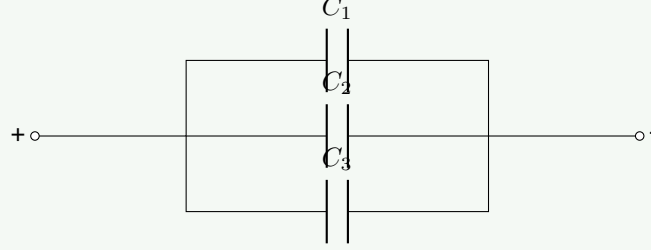
સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ માટે: $V = Q/C_{eq}$

તેથી:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

સમાંતર સંયોજન માટે:

આકૃતિ 5. સમાંતરમાં કેપેસિટર્સ



વોલ્ટેજ V સમાન છે

જ્યારે કેપેસિટર્સ સમાંતર સંયોજનમાં જોડાય છે:

- દરેક કેપેસિટર પર સમાન વિભવાંતર V હોય છે
- કુલ ચાર્જ દરેક કેપેસિટર વચ્ચે વહેંચાય છે
- $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

દરેક કેપેસિટર માટે: $Q_1 = C_1V$, $Q_2 = C_2V$, $Q_3 = C_3V$

કુલ ચાર્જ:

$$Q = C_1V + C_2V + C_3V = (C_1 + C_2 + C_3)V$$

સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ માટે: $Q = C_{eq}V$

તેથી:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

મેમરી ટ્રીક

""શ્રેણીમાં વ્યસ્ત કેપેસિટન્સની સરવાળો, સમાંતરમાં કેપેસિટન્સનો સરવાળો""

પ્રશ્ન 2(c)(ii) [2 ગુણ]

8 μF અને 9 μF કેપેસિટન્સ ધરાવતા બે કેપેસિટર્સ સમાંતર સંયોજનમાં જોડાયેલા છે. સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ શોધો.

જવાબ

સમાંતર સંયોજન માટે સૂત્ર: $C_{eq} = C_1 + C_2$

આપેલ:

- $C_1 = 8\mu\text{F}$
- $C_2 = 9\mu\text{F}$

ગણતરી:

$$C_{eq} = 8\mu\text{F} + 9\mu\text{F} = 17\mu\text{F}$$

આથી, સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ = 17 μF

પ્રશ્ન 2(c)(iii) [1 ગુણ]

LASER નું પૂરું નામ લખો.

જવાબ

LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (પ્રકાશનું ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન દ્વારા પ્રવર્ધન)

OR

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

કેપેસિટર શું છે? કેપેસિટન્સને વ્યાખ્યાયિત કરો અને તેનું એકમ લખો.

જવાબ

કેપેસિટર: એક ઉપકરણ જે વિદ્યુત ક્ષેત્રના સ્વરૂપમાં વિદ્યુત ચાર્જ અને વિદ્યુત ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે.

કેપેસિટન્સ: કેપેસિટરની વિદ્યુત ચાર્જ સંગ્રહિત કરવાની ક્ષમતા. તે લાગુ કરેલ વિભવાંતર સાથે સંગ્રહિત ચાર્જના ગુણોત્તર તરીકે વ્યાખ્યાયિત થાય છે.

ગણિતીય સ્વરૂપ:

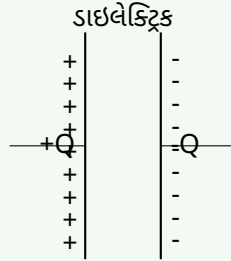
$$C = \frac{Q}{V}$$

જ્યાં:

- C = કેપેસિટન્સ
- Q = કેપેસિટર પર સંગ્રહિત ચાર્જ
- V = કેપેસિટર પરનો વિભવાંતર

કેપેસિટન્સનું એકમ: ફેરડ (F)

આકૃતિ 6. સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર



મેમરી ટ્રીક

""કેપેસિટર ચાર્જ સંગ્રહ, વોલ્ટેજ વિભાજિત કરે""

OR

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

વિદ્યુત ક્ષેત્રની તીવ્રતા અને વિદ્યુત સ્થિતિમાન સમજાવો.

જવાબ

વિદ્યુત ક્ષેત્રની તીવ્રતા:

- વ્યાખ્યા: તે બિંદુ પર મૂકાયેલા એકમ ધન ચાર્જને લાગતું બળ
- સૂત્ર: $E = F/q$
- એકમ: ન્યૂટન/કુલંબ (N/C) અથવા વોલ્ટ/મીટર (V/m)
- સદિશ રાશિ: જેમાં તીવ્રતા અને દિશા બંને હોય છે
- દિશા: ધન ચાર્જ પર લાગતા બળની દિશા જેવી જ

વિદ્યુત સ્થિતિમાન:

- વ્યાખ્યા: અનંતથી તે બિંદુ સુધી એકમ ધન ચાર્જને લાવવા માટે કરેલું કાર્ય

- સૂત્ર: $V = W/q$
- એકમ: વોલ્ટ (V) અથવા જૂલ/કુલંબ (J/C)
- અદિશ રાશિ: ફક્ત તીવ્રતા ધરાવે છે
- ક્ષેત્ર સાથે સંબંધ: $E = -dV/dr$ (ક્ષેત્ર સ્થિતિમાનનો નકારાત્મક ગ્રેડિયન્ટ છે)

કોષ્ટક 3. ક્ષેત્ર વિ સ્થિતિમાન

ગુણધર્મ	વિદ્યુત ક્ષેત્ર	વિદ્યુત સ્થિતિમાન
વ્યાખ્યા	એકમ ચાર્જ દીઠ બળ	એકમ ચાર્જ દીઠ કાર્ય
પ્રકૃતિ	સદિશ	અદિશ
એકમ	N/C અથવા V/m	V અથવા J/C
નિર્ભરતા	$1/r^2$ સાથે બદલાય	$1/r$ સાથે બદલાય
દિશા	ધન ચાર્જથી દૂર	કોઈ દિશા નથી

મેમરી ટ્રીક

“વિદ્યુત ક્ષેત્ર બળ આપે; સ્થિતિમાન ઊર્જા આપે”

OR

પ્રશ્ન 2(c)(i) [4 ગુણ]

સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરના કેપેસિટન્સના સૂત્રનો ઉપયોગ કરીને પ્લેટનો ક્ષેત્રફળ, પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર અને પ્લેટો વચ્ચે ડાઇલેક્ટ્રિક સામગ્રીની ઉપસ્થિતિની તેની કેપેસિટન્સ પર અસરને સમજાવો.

જવાબ

સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરના કેપેસિટન્સનું સૂત્ર:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

જ્યાં:

- C = કેપેસિટન્સ
- ϵ_0 = નિર્વાત અવકાશની પરમિટિવિટી (8.85×10^{-12} F/m)
- ϵ_r = ડાઇલેક્ટ્રિકની સાપેક્ષ પરમિટિવિટી
- A = પ્લેટોના ઓવરલેપનો ક્ષેત્રફળ
- d = પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર

પ્લેટના ક્ષેત્રફળની અસર (A):

- કેપેસિટન્સ પ્લેટના ક્ષેત્રફળ સાથે સીધું પ્રમાણસર છે
- ક્ષેત્રફળ વધારતાં → કેપેસિટન્સ વધે છે
- ક્ષેત્રફળ બમણો કરતાં → કેપેસિટન્સ બમણું થાય છે

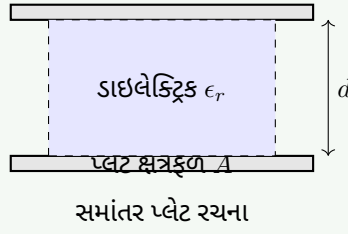
અંતરની અસર (d):

- કેપેસિટન્સ પ્લેટો વચ્ચેના અંતર સાથે વ્યસ્ત પ્રમાણસર છે
- અંતર વધારતાં → કેપેસિટન્સ ઘટે છે
- અંતર બમણું કરતાં → કેપેસિટન્સ અડધું થાય છે

ડાઇલેક્ટ્રિક સામગ્રીની અસર (ϵ_r):

- કેપેસિટન્સ ડાઇલેક્ટ્રિકની સાપેક્ષ પરમિટિવિટી સાથે સીધું પ્રમાણસર છે
- ડાઇલેક્ટ્રિક દાખલ કરતાં → કેપેસિટન્સ વધે છે
- ડાઇલેક્ટ્રિક અચળાંક આ વધારાનું માપ કરે છે: $C_{\text{dielectric}} = \epsilon_r \times C_{\text{air}}$

આકૃતિ 7. કેપેસિટન્સને અસર કરતા પરિબળો



મેમરી ટ્રીક

""ક્ષેત્રફળ વધારે, અંતર ઘટાડે, ડાયલેક્ટ્રિક ગુણાકારે""

OR

પ્રશ્ન 2(c)(ii) [2 ગુણ]

$0.5 \mu\text{F}$ ના કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચેનો વોલ્ટેજ 150 V છે. પ્લેટો પર ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જનું મૂલ્ય શોધો.

જવાબ

સૂત્ર: $Q = CV$

આપેલ:

- કેપેસિટન્સ (C) = $0.5 \mu\text{F} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ F}$
- વોલ્ટેજ (V) = 150 V

ગણતરી:

$$Q = CV = 0.5 \times 10^{-6} \times 150 = 75 \times 10^{-6} \text{ C} = 75 \mu\text{C}$$

આથી, પ્લેટો પરનો ચાર્જ = $75 \mu\text{C}$

OR

પ્રશ્ન 2(c)(iii) [1 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના બે ભાગ કોર અને ક્લેડિંગ માંથી, કયો ભાગ મોટો રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ ધરાવે છે?

જવાબ

કોર (core) ક્લેડિંગ કરતાં વધારે રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ ધરાવે છે.

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ઉષ્માનું વહન અને ઉષ્મા નયન વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

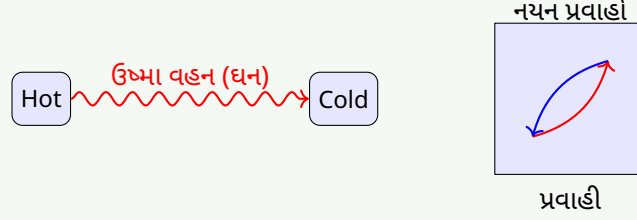
ઉષ્મા વહન (Heat Conduction):

- કણોની વાસ્તવિક હલનચલન વિના પદાર્થ દ્વારા ઉષ્માનું સ્થાનાંતર
- સીધા પરમાણુ અથવામણોને કારણે થાય છે
- ઉષ્મા ઉચ્ચ તાપમાનથી નીચા તાપમાન તરફ વહે છે
- ઘાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહક છે
- ઉદાહરણો: ઘાતુના સળિયા દ્વારા ઉષ્માનું સ્થાનાંતર, રસોઈના વાસણ

ઉષ્મા નયન (Heat Convection):

- પદાર્થની વાસ્તવિક હલનચલન દ્વારા ઉષ્માનું સ્થાનાંતર
- પ્રવાહીઓમાં (પ્રવાહી અને વાયુઓ) થાય છે
- નયન પ્રવાહી (convection currents) ની રચના શામેલ છે
- ઉદાહરણો: રૂમ હીટર, દરિયાઈ લહેર, ઉકળતું પાણી

આકૃતિ 8. ફેરબદલીના પ્રકારો



મેમરી ટ્રીક

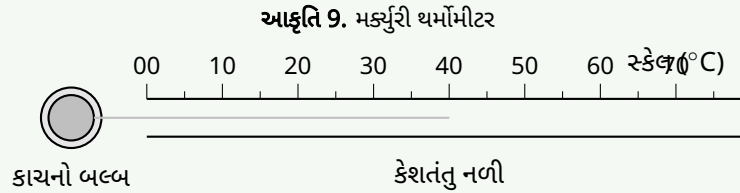
“વહન આણુઓને જોડે છે; નયન સામગ્રી વહન કરે છે”

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

મર્ક્યુરી થર્મોમીટરની રચના અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

મર્ક્યુરી થર્મોમીટરની રચના:



- **કાચનો બલ્બ:** પારો ધરાવે છે, જળાશય તરીકે કામ કરે છે
- **કેશતંતુ નળી:** બલ્બ સાથે જોડાયેલી પાતળી કાચની નળી
- **સ્કેલ:** તાપમાનના નિશાન સાથે અંકિત
- **સુરક્ષા કવર:** કેશતંતુ નળી અને સ્કેલનું રક્ષણ કરે છે

કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. પારાના થર્મલ પ્રસરણ પર આધારિત
2. જ્યારે તાપમાન વધે છે, ત્યારે પારો વિસ્તરે છે અને નળીમાં ઉપર ચઢે છે
3. જ્યારે તાપમાન ઘટે છે, ત્યારે પારો સંકોચાય છે અને સ્તર નીચે આવે છે
4. પારાના સ્તર પર સ્કેલમાંથી તાપમાન વાંચવામાં આવે છે

તાપમાન શ્રેણી: -38.83°C થી 356.73°C .

ફાયદાઓ: ઉચ્ચ ચોકસાઈ, રેખીય પ્રસરણ, દૃશ્યમાન. મર્યાદાઓ: ઝેરી પારો, ખૂબ નીચા તાપમાન માપી શકાતા નથી.

મેમરી ટ્રીક

“પારો કેશતંતુમાંથી પસાર થાય, તાપમાન બતાવે”

પ્રશ્ન 3(c)(i) [4 ગુણ]

ઉષ્મા વાહકતાના નિયમો જણાવો અને ઉષ્મા વાહકતા અચળાંકનું સૂત્ર મેળવો.

જવાબ

ઉષ્મા વાહકતાના નિયમો:

1. ઉષ્મા પ્રવાહ તાપમાન તફાવત (ΔT) સાથે સીધો પ્રમાણસર છે
2. ઉષ્મા પ્રવાહ આડછેદના ક્ષેત્રફળ (A) સાથે સીધો પ્રમાણસર છે
3. ઉષ્મા પ્રવાહ લંબાઈ (L) સાથે વ્યસ્ત પ્રમાણસર છે
4. ઉષ્મા પ્રવાહ સમય (t) સાથે સીધો પ્રમાણસર છે

ઉષ્મા વાહકતા અચળાંકનું તારણ:

ફૂરિયરના નિયમ મુજબ:

$$Q \propto A \times t \times \frac{\Delta T}{L}$$

પ્રમાણસરતા અચળાંક K સાથે સમીકરણમાં રૂપાંતરિત કરતા:

$$Q = K \times A \times t \times \frac{\Delta T}{L}$$

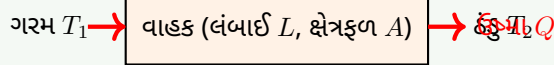
પુનઃ ગોઠવણી:

$$K = \frac{Q \times L}{A \times t \times \Delta T}$$

જ્યાં:

- Q = વહન થયેલ ઉષ્મા (જૂલમાં)
- L = વાહકની લંબાઈ (મીટરમાં)
- A = આડછેદનું ક્ષેત્રફળ (m^2 માં)
- t = સમય (સેકન્ડમાં)
- ΔT = તાપમાન તફાવત (કેલ્વિનમાં)
- K = ઉષ્મા વાહકતા અચળાંક ($W/m \cdot K$ માં)

આકૃતિ 10. ફેરબદલી મોડેલ



મેમરી ટ્રીક

“ક્ષેત્રફળ વધુ, તાપમાન ઉચ્ચ, લંબાઈ ઓછી હોય ત્યારે ઉષ્મા ઝડપથી વહે છે”

પ્રશ્ન 3(c)(ii) [2 ગુણ]

કાચની બારીના તકતીનું કુલ ક્ષેત્રફળ $0.5 m^2$ છે. જો કાચની જાડાઈ $0.6 cm$ હોય, અંદરનું તાપમાન $30^\circ C$ અને બહારનું તાપમાન $20^\circ C$ હોય તો તકતી દ્વારા પ્રતિ કલાક વહન થતી ઉષ્માની ગણતરી કરો. કાચનો ઉષ્મા વાહકતા અચળાંક $1.0 Wm^{-1}K^{-1}$ છે.

જવાબ

સૂત્ર: $Q = \frac{K \times A \times t \times \Delta T}{L}$

આપેલ:

- ક્ષેત્રફળ (A) = $0.5 m^2$
- જાડાઈ (L) = $0.6 cm = 0.006 m$
- અંદરનું તાપમાન (T_1) = $30^\circ C$
- બહારનું તાપમાન (T_2) = $20^\circ C$
- તાપમાન તફાવત (ΔT) = $10^\circ C = 10 K$

- ઉષ્મા વાહકતા અચળાંક (K) = $1.0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- સમય (t) = 1 કલાક = 3600 સેકન્ડ

ગણતરી:

$$Q = \frac{1.0 \times 0.5 \times 3600 \times 10}{0.006}$$

$$Q = \frac{18000}{0.006}$$

$$Q = 3,000,000 \text{ J} = 3000 \text{ kJ}$$

આથી, વહન થયેલ ઉષ્મા = 3000 kJ પ્રતિ કલાક

પ્રશ્ન 3(c)(iii) [1 ગુણ]

પ્રકાશનો કયો ગુણધર્મ ઓપ્ટિકલ ફાઇબર દ્વારા પ્રકાશના પ્રસારણ માટે જવાબદાર છે?

જવાબ

પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન (Total Internal Reflection - TIR) ઓપ્ટિકલ ફાઇબર દ્વારા પ્રકાશના પ્રસારણ માટે જવાબદાર છે.

OR

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ઉષ્મા ક્ષમતા અને વિશિષ્ટ ઉષ્મા વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

ઉષ્મા ક્ષમતા (Heat Capacity):

- પદાર્થનું તાપમાન 1°C અથવા 1K વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્મા ઊર્જાની માત્રા
- પદાર્થની દળ અને સામગ્રી પર આધારિત છે
- સૂત્ર: $C = Q/\Delta T$
- એકમ: જૂલ/કેલ્વિન (J/K)

વિશિષ્ટ ઉષ્મા (Specific Heat):

- 1 કિલોગ્રામ પદાર્થનું તાપમાન 1°C અથવા 1K વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્મા ઊર્જાની માત્રા
- સામગ્રીનો ગુણધર્મ છે, દળથી સ્વતંત્ર છે
- સૂત્ર: $c = Q/(m \times \Delta T)$
- એકમ: જૂલ/ $\text{kg}\cdot\text{K}$ ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$)

સંબંધ: ઉષ્મા ક્ષમતા (C) = દળ (m) \times વિશિષ્ટ ઉષ્મા (c)

કોષ્ટક 4. ઉષ્મા ક્ષમતા વિ વિશિષ્ટ ઉષ્મા

ગુણધર્મ	ઉષ્મા ક્ષમતા	વિશિષ્ટ ઉષ્મા
વ્યાખ્યા	પદાર્થ માટે પ્રતિ ડિગ્રી ઉષ્મા	એકમ દળ દીઠ પ્રતિ ડિગ્રી ઉષ્મા
સંજ્ઞા	C	c
એકમ	J/K	$\text{J/kg}\cdot\text{K}$
આધાર	દળ અને સામગ્રી	ફક્ત સામગ્રી
સૂત્ર	$Q/\Delta T$	$Q/(m \times \Delta T)$

મેમરી ટ્રીક

“ઉષ્મા ક્ષમતા સંપૂર્ણ પદાર્થ માટે, વિશિષ્ટ ઉષ્મા એક કિલોગ્રામ માટે”

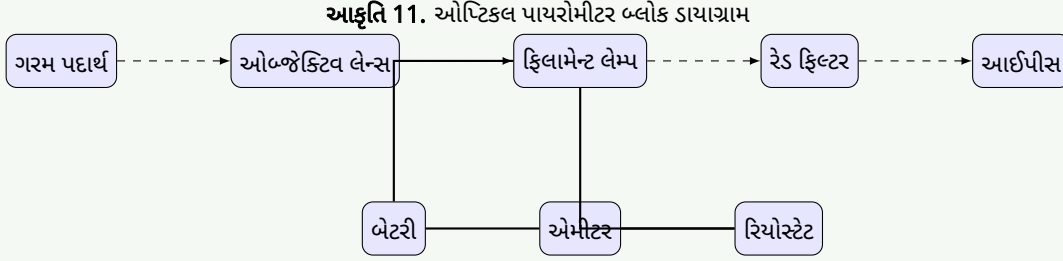
OR

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ પાયરોમીટરની રચના અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટિકલ પાયરોમીટરની રચના:



- ટેલિસ્કોપ: ગરમ પદાર્થ જોવા માટે
- ફિલામેન્ટ લેમ્પ: કેલિબ્રેટ કરેલ ટેંગસ્ટન ફિલામેન્ટ
- રિયોસ્ટેટ: ફિલામેન્ટમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ નિયંત્રિત કરવા
- એમીટર: પ્રવાહ માપવા માટે
- રેડ ફિલ્ટર: તરંગલંબાઈ મેચ કરવા માટે
- આઈપીસ: જોવા માટે

કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. ગરમ પદાર્થની તેજસ્વીતા સાથે પ્રમાણભૂત લેમ્પ ફિલામેન્ટની સરખામણી પર આધારિત
2. પદાર્થને ટેલિસ્કોપ દ્વારા જોવામાં આવે છે
3. જ્યાં સુધી ફિલામેન્ટ તેજસ્વીતા પદાર્થની તેજસ્વીતા સાથે મેચ ન થાય ત્યાં સુધી પ્રવાહ એડજસ્ટ કરવામાં આવે છે
4. મેચ પોઈન્ટ પર, ફિલામેન્ટ પદાર્થની પૃષ્ઠભૂમિ સામે "અદૃશ્ય" થઈ જાય છે
5. કેલિબ્રેટ કરેલ સ્કેલ અથવા એમીટર રીડિંગ પરથી તાપમાન નક્કી કરવામાં આવે છે

તાપમાન શ્રેણી: 700°C થી 3000°C

મેમરી ટ્રીક

""પાયરોમીટર તેજસ્વીતા સરખામણી દ્વારા ચોક્કસ તાપમાન આપે છે""

OR

પ્રશ્ન 3(c)(i) [4 ગુણ]

ઘન પદાર્થોનું રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ વ્યાખ્યાયિત કરો અને રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ અચળાંકનું સૂત્ર મેળવો.

જવાબ

રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ: ઘન પદાર્થનું તાપમાન વધારતાં તેની લંબાઈમાં થતો વધારો.

રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ અચળાંક (α): તાપમાનના પ્રતિ એકમ ફેરફાર દીઠ લંબાઈમાં થતો આંશિક ફેરફાર.

તારણ: નાના તાપમાન ફેરફારો માટે:

- લંબાઈમાં ફેરફાર (ΔL) મુળ લંબાઈ (L_0) સાથે સીધો પ્રમાણસર છે
- ΔL તાપમાન ફેરફાર (ΔT) સાથે સીધો પ્રમાણસર છે

તેથી: $\Delta L \propto L_0 \times \Delta T$ પ્રમાણસરતા અચળાંક α સાથે સમીકરણમાં રૂપાંતરિત કરતા:

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

પુનઃ ગોઠવણી:

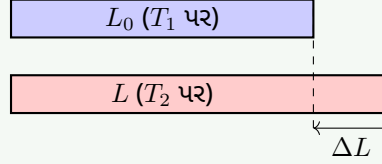
$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \times \Delta T}$$

જ્યાં:

- ΔL = લંબાઈમાં ફેરફાર (મીટરમાં)
- L_0 = મુળ લંબાઈ (મીટરમાં)
- ΔT = તાપમાન ફેરફાર (કેલ્વિન અથવા સેલ્સિયસમાં)
- α = રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ અચળાંક (પ્રતિ $^{\circ}\text{C}$ અથવા પ્રતિ K)

અંતિમ લંબાઈ: $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$

આકૃતિ 12. રેખીય પ્રસરણ



મેમરી ટ્રીક

“રેખીય પ્રસરણ કુલ લંબાઈ વધારો આપે છે”

OR

પ્રશ્ન 3(c)(ii) [2 ગુણ]

0°C પર સ્ટીલના સળિયાની લંબાઈ 150 cm છે. જો તેનો રેખીય ઉષ્મીય પ્રસરણ અચળાંક 12×10^{-6} પ્રતિ $^{\circ}\text{C}$ હોય, તો 200°C પર તેની લંબાઈ કેટલી હશે?

જવાબ

સૂત્ર: $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$

આપેલ:

- મુળ લંબાઈ (L_0) = 150 cm
- તાપમાન ફેરફાર (ΔT) = 200°C
- રેખીય પ્રસરણ અચળાંક (α) = 12×10^{-6} પ્રતિ $^{\circ}\text{C}$

ગણતરી:

$$L = 150(1 + 12 \times 10^{-6} \times 200)$$

$$L = 150(1 + 24 \times 10^{-4})$$

$$L = 150(1 + 0.0024) = 150 \times 1.0024 = 150.36 \text{ cm}$$

આથી, સ્ટીલના સળિયાની અંતિમ લંબાઈ = 150.36 cm

OR

પ્રશ્ન 3(c)(iii) [1 ગુણ]

સામાન્ય પ્રકાશના ઉત્સર્જન માટે કયા પ્રકારનું રેડિયેશન ઉત્સર્જન જવાબદાર છે?

જવાબ

સામાન્ય પ્રકાશના ઉત્સર્જન માટે સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જન (Spontaneous emission) જવાબદાર છે.

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

તરંગના કંપવિસ્તાર, આવૃત્તિ અને આવર્તકાળ વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

કંપવિસ્તાર (Amplitude):

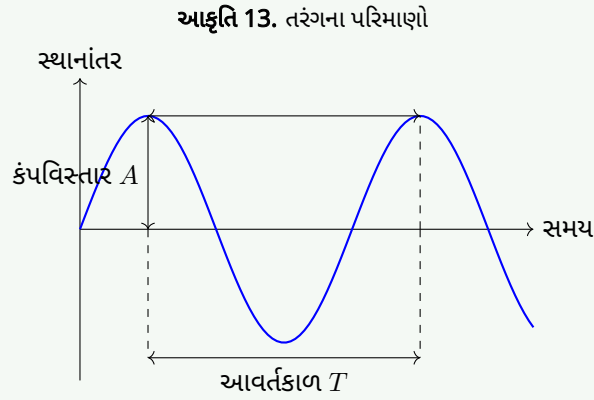
- મધ્યમાન સ્થાનથી માધ્યમના કણોનું મહત્તમ સ્થાનાંતર
- તરંગની ઊર્જા દર્શાવે છે
- 'A' વડે દર્શાવાય છે, મીટર (m) માં મપાય છે

આવૃત્તિ (Frequency):

- એકમ સમય દીઠ પૂર્ણ થતા દોલનોની સંખ્યા
- 'f' અથવા 'ν' વડે દર્શાવાય છે, હર્ટ્ઝ (Hz) માં મપાય છે
- $f = v/\lambda$

આવર્તકાળ (Time Period):

- એક દોલન પૂર્ણ કરવા માટે લાગતો સમય
- 'T' વડે દર્શાવાય છે, સેકન્ડ (s) માં મપાય છે
- $T = 1/f$



મેમરી ટ્રીક

""કંપવિસ્તાર ઊર્જા ગોઠવે, આવૃત્તિ ચક્રો શોધે, આવર્તકાળ એક ચક્ર ટ્રેક કરે""

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

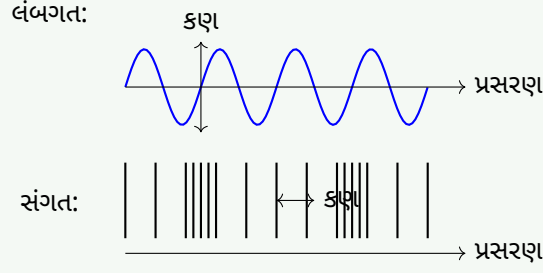
લંબગત અને સંગત તરંગો વચ્ચેનો તફાવત લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 5. લંબગત વિ સંગત તરંગો

ગુણધર્મ	લંબગત તરંગો (Transverse)	સંગત તરંગો (Longitudinal)
ગતિની દિશા	પ્રસરણની લંબ દિશામાં	પ્રસરણની દિશામાં સમાંતર
રચના	શૂંગ અને ગર્ત	સંઘનન અને વિઘનન
ઉદાહરણો	પ્રકાશ, પાણી, EM તરંગો	ધ્વનિ, ભૂકંપના P-તરંગો
માધ્યમ	શૂન્યાવકાશમાં પણ ગતિ કરી શકે	પદાર્થ માધ્યમ જરૂરી છે
ધ્રુવીભવન	ધ્રુવીભૂત થઈ શકે	ધ્રુવીભૂત થઈ શકતા નથી
સમીકરણ	$y = A \sin(kx - \omega t)$	$s = A \sin(kx - \omega t)$

આકૃતિ 14. તરંગના પ્રકારો



મેમરી ટ્રીક

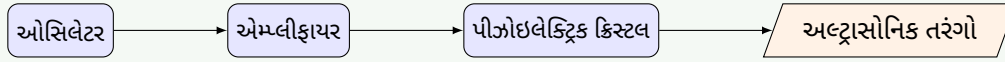
“લંબગત લંબરૂપે ચાલે, સંગત લંબાઈ સાથે ચાલે”

પ્રશ્ન 4(c)(i) [5 ગુણ]

પીઝોઇલેક્ટ્રિક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને અલ્ટ્રાસોનિક તરંગ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે?

જવાબ

આકૃતિ 15. પીઝોઇલેક્ટ્રિક પદ્ધતિ



કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. પીઝોઇલેક્ટ્રિક અસર પર આધારિત.
2. પીઝોઇલેક્ટ્રિક ક્રિસ્ટલ (ક્વાર્ટઝ, ટટુમેલિન) પર ઉચ્ચ-આવૃત્તિ AC વોલ્ટેજ લાગુ કરવામાં આવે છે.
3. ક્રિસ્ટલ લાગુ કરેલ વોલ્ટેજની આવૃત્તિએ કંપન કરે છે.
4. અનુનાદ પર (લાગુ આવૃત્તિ = કુદરતી આવૃત્તિ), મહત્તમ કંપવિસ્તારના સ્પંદનો થાય છે.
5. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પન્ન થાય છે.

આવૃત્તિ શ્રેણી: 20 kHz થી અનેક MHz. ફાયદાઓ: ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા, ચોક્કસ નિયંત્રણ, કોમ્પેક્ટ.

મેમરી ટ્રીક

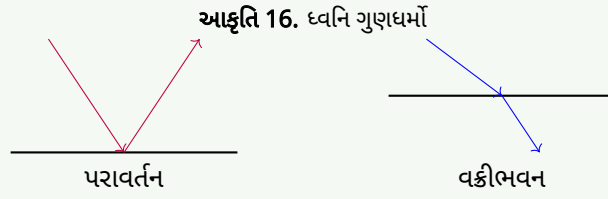
“પીઝો તરંગો બનાવે જ્યારે વીજળીથી યોગ્ય રીતે પલ્સ કરવામાં આવે”

પ્રશ્ન 4(c)(ii) [2 ગુણ]

ધ્વનિ તરંગના કોઈપણ બે ગુણધર્મો સમજાવો.

જવાબ

1. ધ્વનિનું પરાવર્તન (Reflection):
 - અવરોધો પરથી પાછા ફરે છે
 - નિયમનું પાલન કરે છે: આપાત કોણ = પરાવર્તન કોણ
 - પડઘા (Echoes) બનાવે છે
2. ધ્વનિનું વક્રીભવન (Refraction):
 - જુદી જુદી ઝડપ ધરાવતા માધ્યમોમાંથી પસાર થતી વખતે વાંકું વળવું
 - ધ્વનિ ફ્રીક્વેન્સી અને રાત્રિના સમયે શ્રવણક્ષમતા સમજાવે છે

**મેમરી ટ્રીક**

“ધ્વનિ મુસાફરી દરમિયાન નોંધપાત્ર વક્રીભવન બતાવે છે”

OR

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

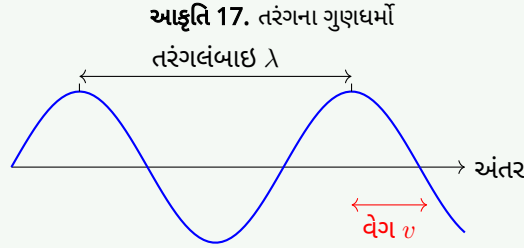
તરંગની તરંગલંબાઈ, કળા અને વેગ વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

તરંગલંબાઈ (λ): સમાન કળામાં રહેલા બે ક્રમિક બિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર. એક પૂર્ણ દોલન દરમિયાન કાપેલું અંતર. $v = \lambda f$.

કળા (Phase): ચોક્કસ બિંદુ અને સમયે દોલનની સ્થિતિ. 2π નો તફાવત ધરાવતા બિંદુઓ સમાન કળામાં હોય છે; π નો તફાવત ધરાવતા વિપરીત કળામાં હોય છે.

વેગ (v): જે દરે તરંગ પ્રસરણ પામે છે. $v = \lambda f$. માધ્યમ પર આધાર રાખે છે.

**મેમરી ટ્રીક**

“તરંગલંબાઈ એક ચક્ર લપેટે, કળા સ્થાન દર્શાવે, વેગ પ્રસરણ ઝડપ આપે”

OR

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

તરંગોના સહાયક અને વિનાશક વ્યતિકરણ સમજાવો.

જવાબ

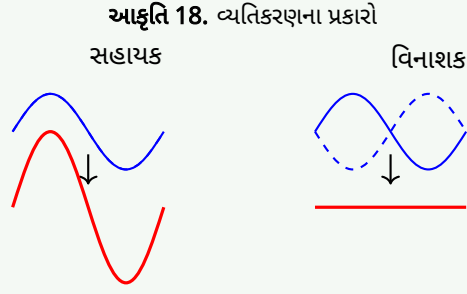
સહાયક વ્યતિકરણ (Constructive Interference):

- તરંગો સમાન કળામાં મળે છે (શુંગ શુંગ સાથે મળે)
- કળા તફાવત $= 2n\pi$, પથ તફાવત $= n\lambda$
- પરિણામ:** મોટો કંપવિસ્તાર (વ્યક્તિગતનો સરવાળો)

વિનાશક વ્યતિકરણ (Destructive Interference):

- તરંગો વિપરીત કળામાં મળે છે (શુંગ ગર્ત સાથે મળે)
- કળા તફાવત $= (2n + 1)\pi$, પથ તફાવત $= (n + 1/2)\lambda$

- પરિણામ: નાનો કંપવિસ્તાર (વ્યક્તિગતનો તફાવત)



મેમરી ટ્રીક

""સહાયક મોટા તરંગો બનાવે; વિનાશક તરંગની ઊંચાઈ ઘટાડે""

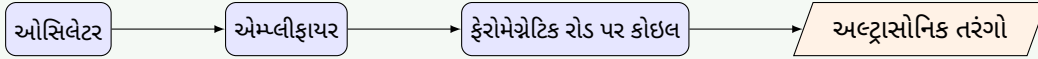
OR

પ્રશ્ન 4(c)(i) [5 ગુણ]

મેગ્નેટોસ્ટ્રિક્શન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને અલ્ટ્રાસોનિક તરંગ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે?

જવાબ

આકૃતિ 19. મેગ્નેટોસ્ટ્રિક્શન ઓસિલેટર



કાર્ય સિદ્ધાંત:

- મેગ્નેટોસ્ટ્રિક્શન અસર પર આધારિત (ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિમાણીય ફેરફાર).
- ફેરોમેગ્નેટિક રોડ (Ni, Fe) પર ઓલ્ટરનેટીંગ ચુંબકીય ક્ષેત્ર લાગુ કરવામાં આવે છે.
- રોડ લાગુ કરેલ ક્ષેત્રની આવૃત્તિએ વિસ્તરે/સંકોચાય છે.
- કંપનો અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પન્ન કરે છે.

આવૃત્તિ શ્રેણી: 20 kHz થી 100 kHz. **ફાયદાઓ:** ઉચ્ચ શક્તિ, મજબૂત. **મર્યાદાઓ:** માત્ર ઓછી આવૃત્તિ, ગરમીની સમસ્યાઓ.

મેમરી ટ્રીક

""ચુંબકીય સામગ્રી મામૂલી રીતે હલીને અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો બનાવે છે""

OR

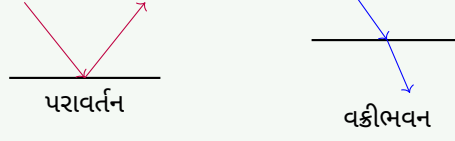
પ્રશ્ન 4(c)(ii) [2 ગુણ]

પ્રકાશ તરંગના કોઈપણ બે ગુણધર્મો સમજાવો.

જવાબ

- પરાવર્તન (Reflection):** સપાટી પરથી પાછા ફરવું. ખૂણો $i =$ ખૂણો r . અરીસામાં વપરાય છે.
- વક્રીભવન (Refraction):** માધ્યમ બદલતી વખતે વાંકું વળવું. સ્નેલનો નિયમ: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. લેન્સમાં વપરાય છે.

આકૃતિ 20. પ્રકાશ ગુણધર્મો



મેમરી ટ્રીક

""પ્રકાશ અરીસામાંથી પરાવર્તિત અને માધ્યમ દ્વારા વક્રીભવન થવાનું પસંદ કરે છે""

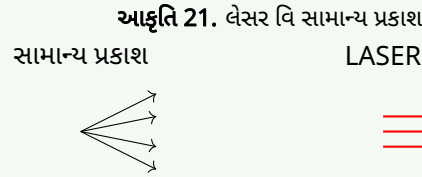
પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

LASER ની લાક્ષણિકતાઓ લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 6. LASER લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
એકવર્ણી (Monochromatic)	એક તરંગલંબાઈ (શુદ્ધ રંગ)
સંસકત (Coherent)	સમાન કળામાં તરંગો (ઉચ્ચ વ્યતિકરણ)
દિશાસૂચક (Directional)	લાંબા અંતર પર ન્યૂનતમ વિચલન
ઉચ્ચ તીવ્રતા (High Intensity)	કેન્દ્રિત ઊર્જા



મેમરી ટ્રીક

""LASER પ્રકાશ: એકવર્ણી, સંસકત, દિશાસૂચક, તીવ્ર""

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

એન્જીનિયરિંગ અને તબીબી ક્ષેત્રમાં LASER નું મહત્વ ચર્ચો.

જવાબ

એન્જીનિયરિંગ:

1. ઉત્પાદન: કટીંગ, વેલ્ડીંગ, 3D પ્રિન્ટીંગ.
2. માપન: LIDAR, ગોઠવણી.
3. સંદેશાવ્યવહાર: ફાઇબર ઓપ્ટિક્સ, ફ્રી-સ્પેસ.

તબીબી:

1. શસ્ત્રક્રિયા: લોહી વગરનું કટીંગ, LASIK.
2. નિદાન: ઇમેજિંગ, સ્પેક્ટ્રોસ્કોપી.
3. ઉપચાર: કેન્સર સારવાર, પીડા વ્યવસ્થાપન.
4. દંતચિકિત્સા: દાંત સફેદ કરવા.

મેમરી ટ્રીક

""LASER ઉત્પાદન વધારે, ચોક્કસ માપે, ડેટા વાતચીત કરે, દર્દીઓ મટાડે""

પ્રશ્ન 5(c)(i) [5 ગુણ]

LASER ના ઉત્પાદન માટે વસ્તી વ્યુત્ક્રમણ અને મેટાસ્ટેબલ સ્થિતિનું મહત્વ શું છે?

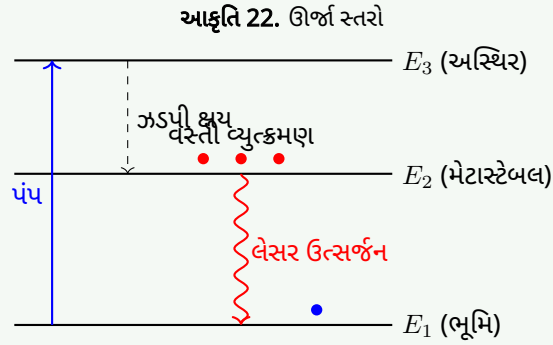
જવાબ

વસ્તી વ્યુત્ક્રમણ (Population Inversion):

- સ્થિતિ જ્યાં ભૂમિ સ્થિતિ કરતાં વધુ અણુઓ ઉત્તેજિત સ્થિતિમાં હોય છે.
- ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનને શોષણ પર પ્રભુત્વ મેળવવા માટે આવશ્યક છે.
- પ્રકાશ પ્રવર્ધન સક્ષમ કરે છે.

મેટાસ્ટેબલ સ્થિતિ:

- લાંબા જીવનકાળ ધરાવતી ઉત્તેજિત સ્થિતિ ($10^{-3}s$ વિ $10^{-8}s$).
- ઉત્તેજિત અણુઓના સંચયને મંજૂરી આપે છે.
- વસ્તી વ્યુત્ક્રમણ સ્થાપિત કરવા માટે જરૂરી છે.



મેમરી ટ્રીક

""વસ્તી વ્યુત્ક્રમણ ઇલેક્ટ્રોન ઉચ્ચ રાખે; મેટાસ્ટેબલ સ્થિતિ લાંબી જાળવે""

પ્રશ્ન 5(c)(ii) [2 ગુણ]

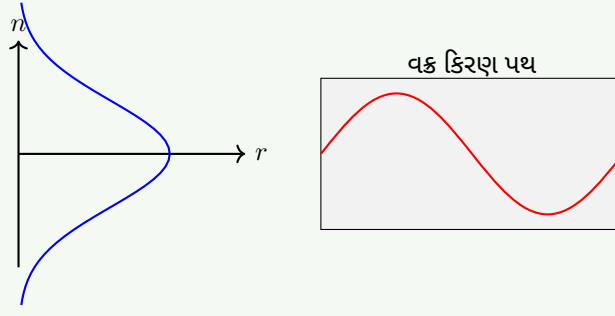
ક્રમબદ્ધ સૂચક ઓપ્ટિકલ ફાઇબર સમજાવો.

જવાબ

ક્રમબદ્ધ સૂચક (GRIN) ફાઇબર:

- કોરનો રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ કેન્દ્રથી પરિઘ સુધી પેરાબોલિક રીતે ઘટે છે ($n(r) = n_1(1 - \alpha r^2)$).
- પ્રકાશ વક્ર પથમાં મુસાફરી કરે છે.
- મોડલ વિશ્લેષણ ઘટાડે છે અને બેન્ડવિડ્થ વધારે છે.

આકૃતિ 23. ક્રમબદ્ધ સૂચક પ્રોફાઇલ



મેમરી ટ્રીક

""ક્રમબદ્ધ સૂચક વિક્ષેપણ સરળ બનાવીને પ્રસારણ ધીમે ધીમે સુધારે""

OR

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

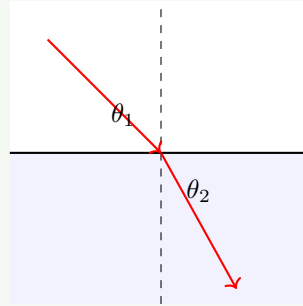
પ્રકાશનું વક્રીભવન વ્યાખ્યાયિત કરો અને સ્નેલનો નિયમ લખો.

જવાબ

વક્રીભવન: ઝડપ ફેરફારને કારણે માધ્યમો વચ્ચે પસાર થતા પ્રકાશનું વાંકું વળવું. **સ્નેલનો નિયમ:** ખૂણાના સાઇનનો ગુણોત્તર રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સના ગુણોત્તર જેટલો હોય છે.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

આકૃતિ 24. વક્રીભવન



મેમરી ટ્રીક

""સાઇન ગુણોત્તર સૂચક ગુણોત્તર જેટલો""

OR

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

એન્જીનિયરિંગ અને તબીબી ક્ષેત્રમાં ઓપ્ટિકલ ફાઇબરનું મહત્વ ચર્ચો.

જવાબ

એન્જીનિયરિંગ:

- સંદેશાવ્યવહાર: હાઇ સ્પીડ ઇન્ટરનેટ, સુરક્ષિત ડેટા.

- સેન્સર્સ: દબાણ, તાપમાન મોનિટરિંગ.
- ઔદ્યોગિક: દૂરસ્થ નિરીક્ષણ.

તબીબી:

- નિદાન: એન્ડોસ્કોપી.
- શસ્ત્રક્રિયા: લેસર ડિલિવરી, માઇક્રોસર્જરી.
- ઇમેજિંગ: OCT.

મેમરી ટ્રીક

“ઓપ્ટિકલ ફાઇબર જોડે, સમજે, જુએ અને સારવાર કરે”

OR

પ્રશ્ન 5(c)(i) [5 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના સંખ્યાત્મક છિદ્ર અને સ્વીકૃતિ ખૂણા માટે સૂત્ર મેળવો.

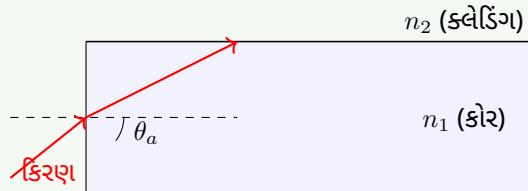
જવાબ

સંખ્યાત્મક છિદ્ર (NA):

1. કોર-ક્લેડિંગ ઇન્ટરફેસ પર, નિર્ણાયક ખૂણો θ_c : $\sin \theta_c = n_2/n_1$.
2. કોરમાં મહત્તમ ખૂણો: $90^\circ - \theta_c$.
3. પ્રવેશ પર સ્નેલનો નિયમ લાગુ કરો (હવા $n_0 = 1$): $\sin \theta_a = n_1 \sin(90^\circ - \theta_c) = n_1 \cos \theta_c$.
4. બદલો $\cos \theta_c = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_c} = \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2}$.
5. $\sin \theta_a = n_1 \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$.

સૂત્ર: $NA = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

આકૃતિ 25. સંખ્યાત્મક છિદ્ર



મેમરી ટ્રીક

“NA સ્વીકૃતિ ખૂણો નોંધે; n-વર્ગ તફાવતનો વર્ગમૂળ મહત્તમ સાઇન બતાવે”

OR

પ્રશ્ન 5(c)(ii) [2 ગુણ]

પગલું સૂચક ઓપ્ટિકલ ફાઇબર સમજાવો.

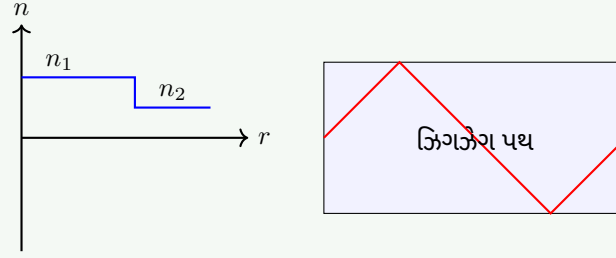
જવાબ

પગલું સૂચક ફાઇબર:

- નીચા સમાન ક્લેડિંગ ઇન્ડેક્સ n_2 થી ઘેરાયેલ સમાન કોર ઇન્ડેક્સ n_1 .
- તીક્ષ્ણ "પગલું" સંક્રમણ.
- પ્રકારો: સિંગલ-મોડ (નાનો કોર), મલ્ટિ-મોડ (મોટો કોર).

- મર્યાદા: મોડલ વિક્ષેપણ.

આકૃતિ 26. પગલું સૂચક પ્રોફાઇલ



મેમરી ટ્રીક

""પગલું સૂચક સંપૂર્ણ સીમા સાથે બે અલગ સૂચકો બતાવે""