

# ભૌતિકશાસ્ત્ર (4300005) - શિયાળુ 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

જાન્યુઆરી 7, 2025

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

ચોક્કસાઈ અને સચોટતા વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

- ચોક્કસાઈ: માપેલી કિંમતનો સાચી કિંમતની નજીકતાનો માપ
- સચોટતા: માપન કિંમતોની સુસંગતતા અથવા પુનરાવર્તિતા

મેમરી ટ્રીક

“ચોક્કસાઈ સત્યની નજીક, સચોટતા પુનરાવર્તનશીલ”

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

મૂળભૂત ભૌતિક એકમોનો ઉપયોગ કરીને કાર્ય અને વેગનું SI એકમ મેળવો.

જવાબ

કાર્ય અને વેગના એકમોની ફોર્મ્યુલેશન:

કોષ્ટક 1. કાર્ય અને વેગના એકમોની ફોર્મ્યુલેશન

ભૌતિક રાશિ	સૂત્ર	SI એકમ ફોર્મ્યુલેશન	SI એકમ
કાર્ય (W)	$W = F \times d$	$W = [\text{બળ}] \times [\text{અંતર}] = [\text{kg} \cdot \text{m/s}^2] \times [\text{m}] = [\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2]$	Joule (J)
વેગ (v)	$v = d/t$	$v = [\text{અંતર}]/[\text{સમય}] = [\text{m}]/[\text{s}]$	m/s

- કાર્ય: જ્યારે બળ ( $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ ) અંતર (m) પર કાર્ય કરે છે, ત્યારે  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{Joule}$  મળે છે
- વેગ: જ્યારે કોઈ વસ્તુ સમય (s) માં અંતર (m) કાપે છે, ત્યારે m/s મળે છે

મેમરી ટ્રીક

“કાર્યમાં બળ અંતર, વેગમાં અંતર સમય”

## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

સાધનની લઘુત્તમ માપ શક્તિ શું હોય? વર્નિયર કેલિપર્સની લઘુત્તમ માપ શક્તિનું સમીકરણ લખો. સુઘડ અને સ્વચ્છ આકૃતિ સાથે વર્નિયર કેલિપર્સ દ્વારા માપન સમજાવો.

## જવાબ

**લઘુત્તમ માપ શક્તિ:** માપન સાધનથી સીધી રીતે માપી શકાય તેવી સૌથી નાની માપ.

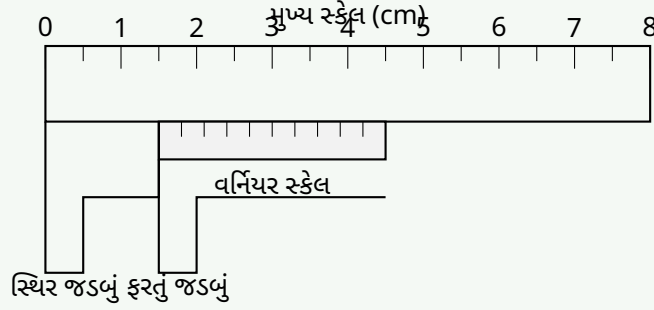
**વર્નિયર કેલિપર્સની લઘુત્તમ માપ શક્તિનું સમીકરણ:**

$$\text{લઘુત્તમ માપ શક્તિ} = 1 \text{ મુખ્ય સ્કેલ વિભાગ} - 1 \text{ વર્નિયર સ્કેલ વિભાગ}$$

અથવા

$$\text{લઘુત્તમ માપ શક્તિ} = \frac{1 \text{ MSD ની કિંમત}}{\text{VSD ની સંખ્યા}}$$

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 1.** વર્નિયર કેલિપર

**માપન પ્રક્રિયા:**

- પગલું 1: વસ્તુની આસપાસ કેલિપરની બાજુઓ બંધ કરો
- પગલું 2: વર્નિયર સ્કેલના શૂન્ય પહેલાં આવતા મુખ્ય સ્કેલના વાંચનની નોંધ કરો
- પગલું 3: કયો વર્નિયર વિભાગ મુખ્ય સ્કેલના વિભાગ સાથે બરાબર સુમેળ કરે છે તે શોધો
- પગલું 4: વર્નિયર વાંચનને મુખ્ય સ્કેલ વાંચન સાથે ઉમેરો: કુલ = MSR + (VC × LC)

**જ્યાં:**

- **MSR:** વર્નિયર શૂન્ય પહેલાં મુખ્ય સ્કેલ પર કિંમત
- **VC:** વર્નિયર સુમેળ
- **LC:** લઘુત્તમ માપ શક્તિ

## મેમરી ટ્રીક

“મુખ્ય વત્તા મેળ બનાવે માપ”

## પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

સાધનની લઘુત્તમ માપ શક્તિ શું હોય? માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની લઘુત્તમ માપ શક્તિનું સમીકરણ લખો. સુઘડ અને સ્વચ્છ આકૃતિ સાથે માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂમાં હકારાત્મક અને નકારાત્મક ભૂલ સમજાવો.

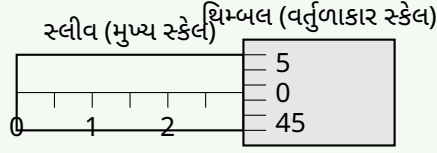
## જવાબ

**લઘુત્તમ માપ શક્તિ:** માપન સાધનથી સીધી રીતે માપી શકાય તેવી સૌથી નાની માપ.

**માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની લઘુત્તમ માપ શક્તિનું સમીકરણ:**

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

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 2. માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ ગેજ

ભૂલના પ્રકારો:

- હકારાત્મક ભૂલ: જ્યારે વર્તુળાકાર સ્કેલનો શૂન્ય સંદર્ભ રેખાની નીચે હોય. માપેલું વાંચન વાસ્તવિક કિંમત કરતાં વધારે થશે.
- નકારાત્મક ભૂલ: જ્યારે વર્તુળાકાર સ્કેલનો શૂન્ય સંદર્ભ રેખાની ઉપર હોય. માપેલું વાંચન વાસ્તવિક કિંમત કરતાં ઓછું થશે.

ભૂલ સુધારણા:

- હકારાત્મક ભૂલ માટે: વાસ્તવિક વાંચન = નોંધાયેલું વાંચન - શૂન્ય ભૂલ
- નકારાત્મક ભૂલ માટે: વાસ્તવિક વાંચન = નોંધાયેલું વાંચન + શૂન્ય ભૂલ

મેમરી ટ્રીક

“હકારાત્મક હોય બાદ, નકારાત્મક જોઈએ ઉમેરવું”

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ લખો.

જવાબ

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ:

કોષ્ટક 2. વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
દિશા	હંમેશા ધન થી ઋણ ચાર્જ તરફ
આકાર	સમાન ક્ષેત્રો માટે સીધી રેખાઓ, અસમાન ક્ષેત્રો માટે વક્ર
ઘનતા	ક્ષેત્ર શક્તિના પ્રમાણમાં
માર્ગ	ક્યારેય એકબીજાને છેદતી નથી
પ્રકૃતિ	ધન ચાર્જથી શરૂ થાય છે અને ઋણ ચાર્જ પર સમાપ્ત થાય છે

મેમરી ટ્રીક

“દિશા, ઘનતા, છેદતી નથી, શરૂ-અંત”

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

9  $\mu\text{F}$ , 12  $\mu\text{F}$  અને 15  $\mu\text{F}$  કેપેસિટન્સ કિંમત ધરાવતા કેપેસિટરના શ્રેણી અને સમાંતર બંને જોડાણ માટે પરિણામી કેપેસિટન્સની ગણતરી કરો

જવાબ

આપેલ:  $C_1 = 9\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 12\mu\text{F}$ ,  $C_3 = 15\mu\text{F}$   
શ્રેણી જોડાણ માટે:

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

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{9} + \frac{1}{12} + \frac{1}{15} = \frac{20 + 15 + 12}{180} = \frac{47}{180}$$

$$C_{eq} = \frac{180}{47} \approx 3.83 \mu F$$

સમાંતર જોડાણ માટે:

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

$$C_{eq} = 9 + 12 + 15 = 36 \mu F$$

મેમરી ટ્રીક

“શ્રેણીમાં વ્યસ્ત સરવાળો, સમાંતરમાં સીધો સરવાળો”

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

કુલંબનો વ્યસ્ત વર્ગનો નિયમ સમજાવો અને તેનું સમીકરણ મેળવો. જો બે ઈલેક્ટ્રોન વચ્ચેનું અંતર 10 મીટર હોય તો તેમની વચ્ચે લાગતો કુલંબ બળ શોધો. ( $e = 1.66 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ )

જવાબ

કુલંબનો નિયમ: બે બિંદુ ચાર્જ વચ્ચેનું સ્થિરવિદ્યુત બળ તે ચાર્જના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

સમીકરણ ફોર્મ્યુલેશન:

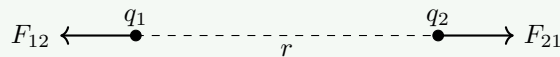
$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

એકત્રિત કરતાં:  $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$  અચળાંક સાથે:  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

જ્યાં  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

આકૃતિ:



આકૃતિ 3. કુલંબનો નિયમ

ગણતરી:

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.66 \times 10^{-19}) \times (1.66 \times 10^{-19})}{(10)^2}$$

$$F = \frac{24.84 \times 10^{9-19-19}}{100} = 24.84 \times 10^{-31} \text{ N}$$

$$F \approx 2.48 \times 10^{-30} \text{ N}$$

મેમરી ટ્રીક

“ચાર્જ ગુણાકાર, અંતર વર્ગ, બળ ઘટે”

## પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

વિદ્યુતક્ષેત્રને સમજાવો અને તેનો એકમ મેળવો.

## જવાબ

વિદ્યુતક્ષેત્ર: ચાર્જની આસપાસનો વિસ્તાર જ્યાં અન્ય ચાર્જ બળ અનુભવે છે.

વ્યાખ્યા: કોઈ બિંદુ પર વિદ્યુતક્ષેત્ર એ બળ છે જે તે બિંદુ પર મૂકેલા એકમ ધન ચાર્જને અનુભવાય છે.

$$E = \frac{F}{q}$$

એકમ ફોર્મ્યુલેશન:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{[N]}{[C]} = \frac{[kg \cdot m/s^2]}{[A \cdot s]} = [kg \cdot m/(A \cdot s^3)]$$

SI એકમ: N/C અથવા V/m

## મેમરી ટ્રીક

“વિદ્યુતક્ષેત્ર એટલે ચાર્જ દીઠ બળ”

## પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

સ્વચ્છ આકૃતિ દોરી વિદ્યુત ફ્લક્સ સમજવો અને તેનો એકમ મેળવો.

## જવાબ

વિદ્યુત ફ્લક્સ: આપેલા ક્ષેત્રફળમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતક્ષેત્રનું માપ.

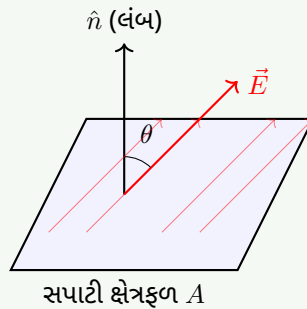
સમીકરણ:

$$\phi_e = E \cdot A \cdot \cos \theta$$

જ્યાં:

- $E$  એ વિદ્યુતક્ષેત્ર છે
- $A$  એ ક્ષેત્રફળ છે
- $\theta$  એ  $E$  અને ક્ષેત્રફળના લંબ વચ્ચેનો ખૂણો છે

આકૃતિ:



આકૃતિ 4. વિદ્યુત ફ્લક્સ

એકમ ફોર્મ્યુલેશન:

$$\phi_e = E \cdot A \cdot \cos \theta = [N/C] \cdot [m^2] = [N \cdot m^2/C]$$

SI એકમ:  $N \cdot m^2/C$  અથવા  $V \cdot m$

## મેમરી ટ્રીક

“ફ્લક્સ વહે ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રફળ દ્વારા”

## પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

કેપેસિટરની વ્યાખ્યા આપો અને તેનો યુનિટ મેળવો. સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરનું સૂત્ર આપો અને દરેક પદ સમજાવો. 20 cm x 20 cm ચોરસ પ્લેટો ધરાવતા અને 1.0 mm ના અંતરથી અલગ પડેલા સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરની કેપેસિટન્સની ગણતરી કરો.

### જવાબ

**કેપેસિટર:** વિદ્યુત ચાર્જ સંગ્રહિત કરતું ઉપકરણ.

**વ્યાખ્યા:** કેપેસિટન્સ એ સંગ્રહિત ચાર્જનો લાગુ કરેલા પોટેન્શિયલ તફાવત સાથેનો ગુણોત્તર છે.

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

**એકમ ફોર્મ્યુલેશન:**

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{[C]}{[V]} = \text{Farad (F)}$$

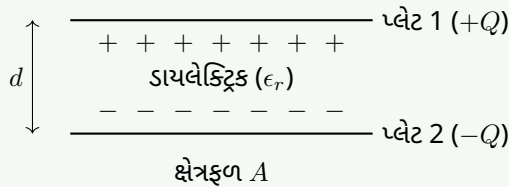
**સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર સૂત્ર:**

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

**જ્યાં:**

- $C$  એ કેપેસિટન્સ છે
- $\epsilon_0$  એ મુક્ત અવકાશની પરાવૈદ્યતા ( $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ )
- $\epsilon_r$  એ ડાયલેક્ટ્રિકની સાપેક્ષ પરાવૈદ્યતા છે
- $A$  એ પ્લેટોનો ઓવરલેપ ક્ષેત્રફળ છે
- $d$  એ પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર છે

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 5.** સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર

**ગણતરી:**

$$C = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 0.04}{0.001} = 354 \times 10^{-12} \text{ F} = 354 \text{ pF}$$

### મેમરી ટ્રીક

“કેપેસિટન્સ સંગ્રહે ચાર્જ નજીકના પ્લેટ વચ્ચે”

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

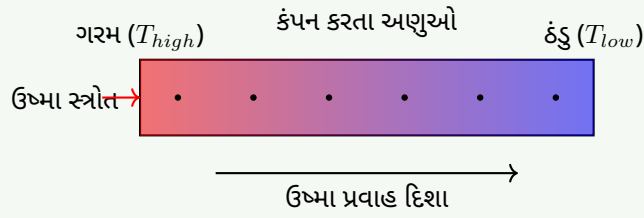
ઘન પદાર્થમાં ઉષ્માના વહનને ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

**ઉષ્મા વહન:** ઘન પદાર્થમાં પદાર્થની હલનચલન વિના ઉષ્મા ઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ.

**પ્રક્રિયા:** ઉષ્મા ઊર્જા અણુઓના કંપન દ્વારા ઉચ્ચ તાપમાન ક્ષેત્રથી નિમ્ન તાપમાન ક્ષેત્ર તરફ સ્થાનાંતરિત થાય છે.

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 6. ઘન પદાર્થમાં ઉષ્મા વહન

**ઉદાહરણ:** ગરમ ચામાં રાખેલો ધાતુનો ચમચો હેન્ડલ સુધી ગરમ થઈ જાય છે, જે વહન દ્વારા થાય છે.

### મેમરી ટ્રીક

“ગરમ ઊર્જા આપે, અણુઓ સ્થાનાંતરિત કરે, બહાર વહે”

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

એક વ્યક્તિને 102 જેટલો તાવ આવે છે. અહીં તાપમાનનું એકમ કયો છે? આ તાપમાનને બાકીના બે એકમમાં રૂપાંતરિત કરો.

### જવાબ

તાપમાન એકમ: 102°F (ફેરનહાઈટ)

રૂપાંતર સૂત્રો:

- $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$
- $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$

ગણતરી:

$$^{\circ}\text{C} = (102 - 32) \times \frac{5}{9} = 38.89^{\circ}\text{C}$$

$$\text{K} = 38.89 + 273.15 = 312.04 \text{ K}$$

કોષ્ટક:

કોષ્ટક 3. તાપમાન રૂપાંતર

ફેરનહાઈટ	સેલ્સિયસ	કેલ્વિન
102°F	38.89°C	312.04 K

### મેમરી ટ્રીક

“ફેરનહાઈટ પહેલા, સેલ્સિયસ બદલો, કેલ્વિન છેલ્લે આવે”

## પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

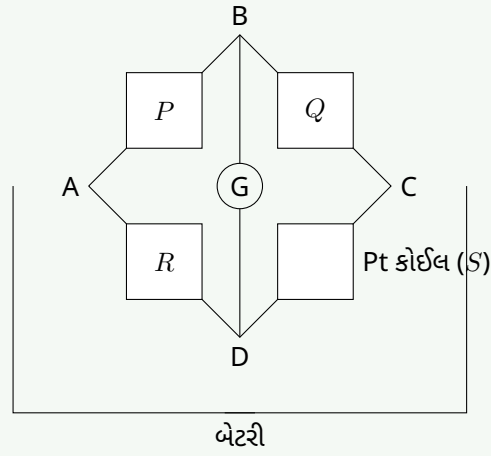
પ્લેટિનમ રેઝિસ્ટન્સ થર્મોમીટરનો સિદ્ધાંત સમજાવો અને તેના ઉપયોગની યાદી બનાવો.

### જવાબ

**સિદ્ધાંત:** પ્લેટિનમનો વિદ્યુત અવરોધ તાપમાન સાથે નિશ્ચિત અને સુસંગત રીતે બદલાય છે, જે ચોક્કસ તાપમાન માપન માટે અવકાશ આપે છે.

**કાર્યપ્રણાલી:**  $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$  સંબંધ પર આધારિત.

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 7. વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજ

ઉપયોગો:

- ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયા: ઉત્પાદનમાં તાપમાન નિરીક્ષણ
- વૈજ્ઞાનિક સંશોધન: ઉચ્ચ ચોકસાઈની જરૂરિયાત વાળા પ્રયોગશાળા માપન
- કેલિબ્રેશન: અન્ય થર્મોમીટર્સના કેલિબ્રેશન માટે માનક
- તબીબી ઉપયોગો: તબીબી ઉપકરણોમાં તાપમાન નિરીક્ષણ

મેમરી ટ્રીક

“હેટિનમ આપે ચોક્કસ અવરોધ-તાપમાન સંબંધ”

## પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

વિશિષ્ટ ઉષ્મા અને ઉષ્માધારિતા ની વ્યાખ્યાયિત લખો અને તેના એકમો લખો.

જવાબ

વિશિષ્ટ ઉષ્મા: 1 કિગ્રા પદાર્થનું તાપમાન 1 K વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્મા ઊર્જાનું પ્રમાણ.

ઉષ્માધારિતા: સંપૂર્ણ વસ્તુનું તાપમાન 1 K વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્મા ઊર્જાનું પ્રમાણ.

કોષ્ટક 4. ઉષ્મા ક્ષમતા શબ્દો

શબ્દ	સૂત્ર	SI એકમ
વિશિષ્ટ ઉષ્મા (c)	$Q = mc\Delta T$	J/(kg·K)
ઉષ્માધારિતા (C)	$Q = C\Delta T$	J/K

મેમરી ટ્રીક

“વિશિષ્ટ પદાર્થ માટે, ધારિતા સંપૂર્ણ વસ્તુ માટે”

## પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

તરલ પદાર્થમાં ઉષ્માનયન ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

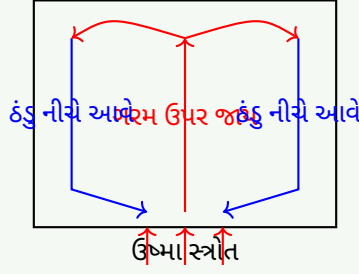


## જવાબ

**ઉષ્મા અભિવહન:** તરલ (પ્રવાહી અથવા વાયુ) ની હલનચલન દ્વારા ઉષ્માનું સ્થાનાંતરણ.

**પ્રક્રિયા:** ગરમ તરલ પ્રસરણ પામે છે, ઓછી ઘનતા ધરાવે છે, ઉપર ઉઠે છે; ઠંડુ તરલ નીચે ઉતરે છે, જે અભિવહન વહેણ તરીકે ઓળખાતી સતત પરિભ્રમણ પદ્ધતિ બનાવે છે.

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 8.** અભિવહન વહેણ

**ઉદાહરણ:** વાસણમાં ઉકળતું પાણી - ગરમ પાણી ઉપર ચઢે છે જ્યારે ઠંડુ પાણી નીચે ઉતરે છે.

## મેમરી ટ્રીક

“ગરમ ઉપર જાય, ઠંડુ નીચે આવે, વહેણ ફરતું રહે”

## પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

ઉષ્મા વાહકતાના અચળાંકને વ્યાખ્યાયિત કરો. ઘન પદાર્થોમાં ઉષ્માના વહન માટે ઉષ્મા વાહકતાના અચળાંકનું સમીકરણ મેળવો.

## જવાબ

**ઉષ્મા વાહકતાનો અચળાંક:** એકમ સમય દીઠ, એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ, એકમ તાપમાન પ્રવણતા દીઠ સ્થાનાંતરિત થતી ઉષ્માનું પ્રમાણ.

**વ્યાખ્યા:** જ્યારે તાપમાન પ્રવણતા એકમ હોય ત્યારે દર સેકન્ડે એકમ ક્ષેત્રફળ દ્વારા વહેતી ઉષ્માનું પ્રમાણ.

**ફોર્મ્યુલેશન:**

- છેદફળ  $A$  અને લંબાઈ  $L$  ધરાવતા સળિયાને ધ્યાનમાં લો
- છેડા વચ્ચેનો તાપમાન તફાવત  $\Delta T$  છે
- સમય  $t$  માં ઉષ્મા પ્રવાહ  $Q$  છે

ઉષ્મા પ્રવાહ =  $Q/t$

તાપમાન પ્રવણતા =  $\Delta T/L$

ક્ષેત્રફળ =  $A$

ફોરિયરના નિયમ અનુસાર:

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

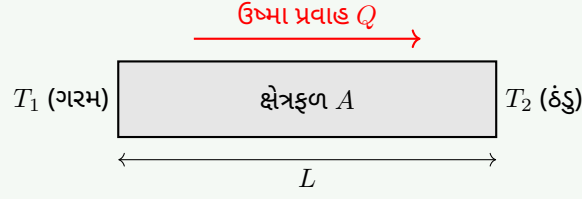
$$\frac{Q}{t} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

પુનર્ગોઠવણી કરતાં:

$$k = \frac{Q \cdot L}{t \cdot A \cdot \Delta T}$$

જ્યાં  $k$  એ ઉષ્મા વાહકતાનો અચળાંક છે.

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 9. ઉષ્મા વાહકતા

એકમ:  $W/(m \cdot K)$ 

## મેમરી ટ્રીક

“ઉષ્મા જથ્થો સ્થાનાંતરિત થાય લંબાઈ દ્વારા, ક્ષેત્રફળ અને તાપમાન ભાગીને”

## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

લંબગત તરંગો અને સંગત તરંગો વચ્ચેનો તફાવત આપો.

## જવાબ

લંબગત બનામ સંગત તરંગો:

કોષ્ટક 5. લંબગત બનામ સંગત તરંગો

ગુણધર્મ	લંબગત તરંગો	સંગત તરંગો
કણની ગતિ	તરંગ દિશાને લંબ	તરંગ દિશાને સમાંતર
માધ્યમ વિસ્થાપન	શિખર અને ગર્ત	સંકોચન અને વિરલન
ઉદાહરણો	પ્રકાશ તરંગો, પાણીના તરંગો	ધ્વનિ તરંગો, સિસ્મિક P-તરંગો
માધ્યમ જરૂરિયાતો	ઘન પદાર્થોમાં પ્રવાસ કરી શકે	ઘન, પ્રવાહી, વાયુમાં પ્રવાસ કરી શકે
ધ્રુવીકરણ	ધ્રુવીકૃત થઈ શકે	ધ્રુવીકૃત થઈ શકતા નથી

## મેમરી ટ્રીક

“લંબગત લે લંબ માર્ગ, સંગત સહાય સમાંતર સરકવામાં”

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

જો એક તરંગનો વેગ  $350 \text{ m/s}$  અને આવૃત્તિ  $10 \text{ Hz}$  છે તો તેની તરંગલંબાઈની ગણતરી કરો.

## જવાબ

તરંગ સમીકરણ:  $v = f\lambda$ 

જ્યાં:

- $v$  એ તરંગ વેગ છે ( $350 \text{ m/s}$ )
- $f$  એ આવૃત્તિ છે ( $10 \text{ Hz}$ )
- $\lambda$  એ તરંગલંબાઈ છે (શોધવાની છે)

ગણતરી:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{10} = 35 \text{ m}$$

## મેમરી ટ્રીક

“વેગ બરાબર આવૃત્તિ ગુણાકાર તરંગલંબાઈ”

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોને વ્યાખ્યાયિત કરો અને તેની લાક્ષણિકતાઓ લખો. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગની તેની ચાર મુખ્ય ઉપયોગો લખો.

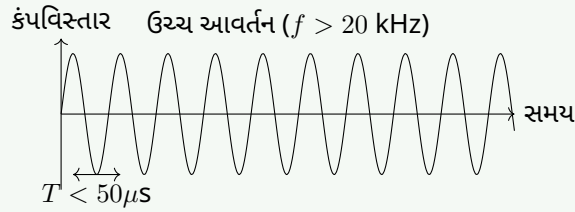
## જવાબ

**અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો:** માનવ શ્રવણની ઉપલી મર્યાદા (20 kHz થી વધુ) કરતાં ઊંચી આવૃત્તિ ધરાવતા ધ્વનિ તરંગો.

**લાક્ષણિકતાઓ:**

- **ઉચ્ચ આવૃત્તિ:** 20 kHz થી વધુ
- **ટૂંકી તરંગલંબાઈ:** નાની વસ્તુઓને શોધવાની ક્ષમતા આપે છે
- **દિશાસૂચક:** ચોક્કસ દિશામાં કેન્દ્રિત કરી શકાય છે
- **બિન-આયનીકરણ:** જૈવિક પેશીઓ માટે સલામત
- **પ્રવેશ:** વિવિધ માધ્યમોમાંથી પસાર થઈ શકે છે

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 10.** ઉચ્ચ આવર્તન અલ્ટ્રાસોનિક તરંગ

**ઉપયોગો:**

- **તબીબી:** નિદાનાત્મક ઇમેજિંગ, ઉપચારાત્મક પ્રક્રિયાઓ
- **ઔદ્યોગિક:** બિન-વિનાશક પરીક્ષણ, ખામી શોધ
- **સફાઈ:** સચોટ ભાગો માટે અલ્ટ્રાસોનિક ક્લીનિંગ બાથ
- **અંતર માપન:** સોનાર, પાર્કિંગ સેન્સર, લેવલ ઇન્ડિકેટર્સ

## મેમરી ટ્રીક

“અલ્ટ્રાસોનિક ઉપયોગ ધ્વનિ શોધવા, સ્કેન કરવા, સાફ કરવા”

## પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

પ્રકાશના ધ્રુવીકરણને સ્વચ્છ આકૃતિ દોરી સમજાવો.

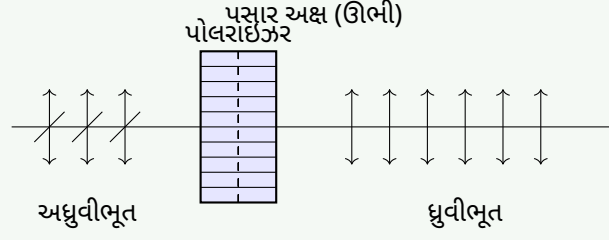
## જવાબ

**ધ્રુવીકરણ:** પ્રકાશ તરંગોના કંપનોને એક જ સમતલમાં મર્યાદિત કરવાની પ્રક્રિયા.

**પ્રકારો:**

- રેખીય ધ્રુવીકરણ
- વર્તુળાકાર ધ્રુવીકરણ
- ઇલિપ્ટિકલ ધ્રુવીકરણ

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 11. પ્રકાશનું ધ્રુવીકરણ

મેમરી ટ્રીક

“ધ્રુવક પસંદ કરે વિશિષ્ટ સમતલો”

## પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

જો પ્રકાશ નો હવા માં વેગ  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  અને પ્રકાશનો પાણી માં વેગ  $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$  તો પ્રકાશનો વક્રીભવનાંક શોધો.

જવાબ

વક્રીભવનાંક સૂત્ર:  $n = c/v$ 

જ્યાં:

- $n$  એ વક્રીભવનાંક છે
- $c$  એ શૂન્યાવકાશમાં (અથવા હવામાં) પ્રકાશનો વેગ છે ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )
- $v$  એ માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ છે ( $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

ગણતરી:

$$n = \frac{3 \times 10^8}{2.25 \times 10^8} = \frac{3}{2.25} = \frac{300}{225} = \frac{4}{3} \approx 1.33$$

મેમરી ટ્રીક

“ધીમો વેગ બતાવે ઊંચો સૂચક”

## પ્રશ્ન 4(c)(i) OR [4 ગુણ]

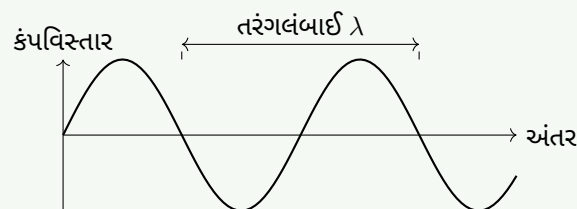
વ્યાખ્યાયિત કરો: તરંગ નો વેગ, તરંગલંબાઈ અને આવૃત્તિ. અને તરંગ વેગ, તરંગલંબાઈ અને આવૃત્તિ વચ્ચેનો સંબંધ મેળવો.

જવાબ

વ્યાખ્યાઓ:

- તરંગ વેગ ( $v$ ): તરંગ માધ્યમમાં જે ગતિથી પ્રવાસ કરે છે તે.
- તરંગલંબાઈ ( $\lambda$ ): તરંગ પર બે ક્રમિક સમાન બિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર (જેમ કે, શિખર થી શિખર).
- આવૃત્તિ ( $f$ ): દર એકમ સમયે કોઈ બિંદુમાંથી પસાર થતા સંપૂર્ણ તરંગ ચક્રોની સંખ્યા.

આકૃતિ:



## આકૃતિ 12. તરંગ પરિમાણો

સંબંધ:

- સમય  $T$  માં, તરંગ એક તરંગલંબાઈ  $\lambda$  જેટલું અંતર પ્રવાસ કરે છે.
- વેગ = અંતર / સમય
- $v = \lambda/T$
- આવૃત્તિ  $f = 1/T$  હોવાથી
- તેથી,  $v = \lambda \cdot f$

મેમરી ટ્રીક

“વેગ બરાબર આવૃત્તિ ગુણાકાર તરંગલંબાઈ”

## પ્રશ્ન 4(c)(ii) OR [3 ગુણ]

પ્રકાશના ગુણધર્મો લખો.

જવાબ

પ્રકાશના ગુણધર્મો:

## કોષ્ટક 6. પ્રકાશના ગુણધર્મો

ગુણધર્મ	વર્ણન
પ્રચાર	સમાંગી માધ્યમમાં સીધી રેખામાં ચાલે છે
વેગ	શૂન્યાવકાશમાં $3 \times 10^8$ m/s
પરાવર્તન	સપાટીઓ પરથી પરાવર્તન નિયમ અનુસરીને પરાવર્તિત થાય છે
વક્રીભવન	માધ્યમો વચ્ચે પસાર થતાં દિશા બદલે છે
વિભાજન	શ્વેત પ્રકાશ તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજિત થાય છે
વ્યતિકરણ	તરંગો ભેગા થઈને પેટર્ન બનાવી શકે છે
વિવર્તન	અવરોધો અને નાના છિદ્રોમાંથી વળે છે
ધ્રુવીકરણ	એક સમતલમાં કંપન કરવા માટે મર્યાદિત કરી શકાય છે
દ્વૈત પ્રકૃતિ	તરંગ અને કણ બંને ગુણધર્મો દર્શાવે છે

મેમરી ટ્રીક

“પ્રકાશ પરાવર્ત, વક્રીભવે, વિભાજિત થાય, વ્યતિકરણ કરે, ધ્રુવીકૃત થાય”

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

સમતલ સપાટી માટે પ્રકાશના વક્રીભવનના નિયમો સમજાવો. અને સ્નેલનો નિયમ સમજાવો.

જવાબ

**વક્રીભવનનો નિયમ:** જ્યારે પ્રકાશ એક માધ્યમથી બીજા માધ્યમમાં પસાર થાય છે, ત્યારે તે સીમા પર દિશા બદલે છે. આપતન કિરણ, વક્રીભૂત કિરણ અને લંબ એક જ સમતલમાં હોય છે.

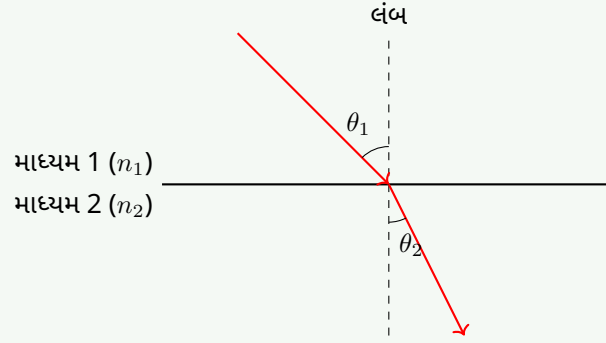
**સ્નેલનો નિયમ:** આપતન કોણના સાઈનનો વક્રીભવન કોણના સાઈન સાથેનો ગુણોત્તર આપેલા માધ્યમોની જોડી માટે અચળ રહે છે.

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

જ્યાં:

- $n_1, n_2$ : માધ્યમ 1 અને 2 ના વક્રીભવનાંક
- $\theta_1$ : આપતન કોણ
- $\theta_2$ : વક્રીભવન કોણ

આકૃતિ:



આકૃતિ 13. પ્રકાશનું વક્રીભવન

મેમરી ટ્રીક

“સાઇન બતાવે વેગ અલગ માધ્યમોમાં”

### પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

સ્ટેપ ઈન્ડેક્સ ફાઇબર માં કોર વક્રીભવનાંક 1.30 હોય અને સંબંધિત વક્રીભવનાંક તફાવત  $\Delta = 0.02$  છે. ન્યુમેરિકલ એપેચર શોધો.

જવાબ

આપેલ: કોર વક્રીભવનાંક  $n_1 = 1.30$  સંબંધિત વક્રીભવનાંક તફાવત  $\Delta = 0.02$

સૂત્ર: સ્ટેપ ઈન્ડેક્સ ફાઇબર માટે:

$$NA = n_1 \sqrt{2\Delta}$$

ગણતરી:

$$NA = 1.30 \times \sqrt{2 \times 0.02}$$

$$NA = 1.30 \times \sqrt{0.04}$$

$$NA = 1.30 \times 0.2$$

$$NA = 0.26$$

મેમરી ટ્રીક

“ન્યુમેરિકલ એપેચર જોઈએ કોર અને ક્લેડ”

### પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

પ્રકાશનું પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન સમજાવો. અને ક્રિટિકલ ખૂણાનું સમીકરણ મેળવો.

જવાબ

પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન (TIR): જ્યારે પ્રકાશ સઘન માધ્યમથી વિરલ માધ્યમમાં ક્રિટિકલ કોણથી વધુ કોણે જતો હોય ત્યારે માધ્યમોની સીમા પર પ્રકાશનું સંપૂર્ણ પરાવર્તન.

TIR માટેની શરતો:

- પ્રકાશ સઘન માધ્યમથી વિરલ માધ્યમ તરફ જવો જોઈએ
- આપતન કોણ ક્રિટિકલ કોણથી વધુ હોવો જોઈએ

**ક્રિટિકલ કોણ ( $\theta_c$ ):** સઘન માધ્યમમાં આપતન કોણ જેના માટે વિરલ માધ્યમમાં વક્રીભવન કોણ  $90^\circ$  હોય.

**સમીકરણ:** સ્નેલના નિયમનો ઉપયોગ કરીને:  $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$  અહીં  $n_1 > n_2$ .  $\theta_1 = \theta_c$  પર,  $\theta_2 = 90^\circ$ .

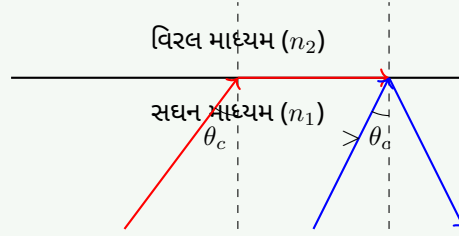
$$n_1 \sin(\theta_c) = n_2 \sin(90^\circ)$$

$$n_1 \sin(\theta_c) = n_2$$

$$\sin(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \right)$$

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 14.** પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન

**મેમરી ટ્રીક**

“ક્રિટિકલ આવે સઘનથી વિરલ, સાઈન બરાબર ભાગાકાર”

## પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

ફાઈબર ઓપ્ટિકલ કેબલ માટે ન્યુમેરિકલ એપેચર અને એક્સેપ્ટન્સ ખૂણો સમજાવો.

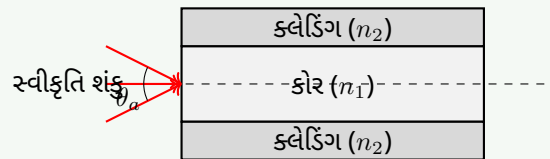
**જવાબ**

**ન્યુમેરિકલ એપેચર (NA):** ઓપ્ટિકલ ફાઈબરની પ્રકાશ-એકત્રિત કરવાની ક્ષમતાનું માપ.

$$NA = \sin(\theta_a) = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

**એક્સેપ્ટન્સ ખૂણો ( $\theta_a$ ):** મહત્તમ કોણ જેના પર પ્રકાશ ફાઈબરમાં પ્રવેશી શકે છે અને હજુ પણ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન અનુભવી શકે છે.

**આકૃતિ:**



**આકૃતિ 15.** ન્યુમેરિકલ એપેચર અને સ્વીકૃતિ શંકુ

**મેમરી ટ્રીક**

“એક્સેપ્ટન્સ ખૂણો પ્રકાશ પ્રવેશાવે, ન્યુમેરિકલ એપેચર તેનો સાઈન કહેવાય”

## પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

લેસર નું આખું નામ લખો. તેની લાક્ષણિકતાઓ લખો.

**જવાબ**

**LASER:** Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (ઉત્તેજિત વિકિરણ ઉત્સર્જન દ્વારા પ્રકાશ વર્ધન)  
લેસરની લાક્ષણિકતાઓ:

**કોષ્ટક 7.** લેસરની લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
એકવર્ણીય	એક જ તરંગલંબાઈ અથવા રંગ
સુસંગત	બધા તરંગો એક જ તબક્કામાં
અત્યંત દિશાત્મક	લઘુત્તમ વિચલન સાથે સીધી રેખામાં ચાલે છે
ઉચ્ચ તીવ્રતા	સાંકડી બીમમાં કેન્દ્રિત ઊર્જા
સમાંતરિત	ન્યૂનતમ ફેલાવા સાથે સમાંતર કિરણો

**મેમરી ટ્રીક**

“લેસર પ્રકાશ: એકવર્ણીય, સુસંગત, દિશાત્મક, તીવ્ર”

## પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

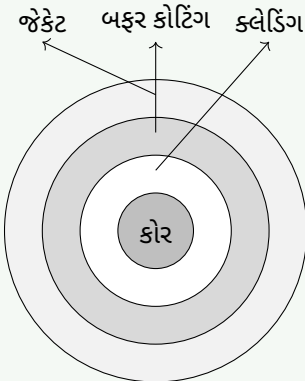
ઓપ્ટિકલ ફાઈબર કેબલનું બંધારણને વિસ્તારમાં સમજાવો. અને સ્ટેપ ઇન્ડેક્સ અને ગ્રેડેડ ઇન્ડેક્સ ઓપ્ટિકલ ફાઈબર સમજાવો.

**જવાબ**

**ઓપ્ટિકલ ફાઈબર બંધારણ:**

1. કોર: કેન્દ્રીય પ્રકાશ-પ્રસારિત કરનાર ભાગ (કાચ અથવા પ્લાસ્ટિક)
2. ક્લેડિંગ: કોરને ઘેરે છે, કોર કરતાં ઓછા વક્રીભવનાંક સાથે
3. બફર કોટિંગ: સુરક્ષાત્મક પ્લાસ્ટિક કોટિંગ
4. જેકેટ: બાહ્ય સુરક્ષાત્મક આવરણ

**આકૃતિ:**



બફર/જેકેટ
ક્લેડિંગ
કોર
ક્લેડિંગ

**આકૃતિ 16.** ઓપ્ટિકલ ફાઈબર બંધારણ

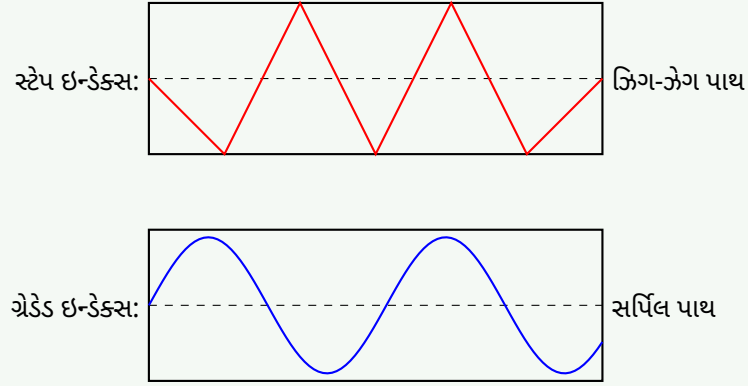
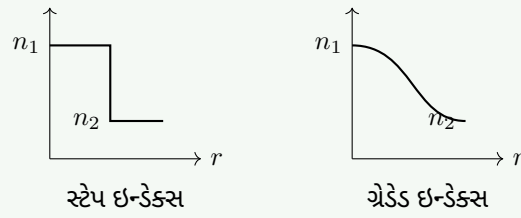
**સ્ટેપ ઇન્ડેક્સ ફાઈબર:**

- કોર અને ક્લેડિંગ વચ્ચે વક્રીભવનાંકમાં અચાનક પરિવર્તન
- પ્રકાશ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન દ્વારા આડા-અવળા માર્ગમાં પ્રવાસ કરે છે
- ઉચ્ચ મોડલ ડિસ્પર્શન (સિગ્નલ ફેલાવો)
- સરળ બંધારણ



**ગ્રેડેડ ઇન્ડેક્સ ફાઇબર:**

- કોરના કેન્દ્રથી ક્લેડિંગ સુધી વક્રીભવનાંકમાં ક્રમિક પરિવર્તન
- સતત વક્રીભવનને કારણે પ્રકાશ સર્પિલ માર્ગમાં પ્રવાસ કરે છે
- નિમ્ન મોડલ ડિસ્પર્શન
- વધુ જટિલ બંધારણ

**આકૃતિ: સિગ્નલ પ્રચાર****આકૃતિ 17. સ્ટેપ ઇન્ડેક્સ બનામ ગ્રેડેડ ઇન્ડેક્સ****વક્રીભવનાંક પ્રોફાઇલ:****આકૃતિ 18. વક્રીભવનાંક પ્રોફાઇલ****મેમરી ટૂંક**

“સ્ટેપ બતાવે અચાનક ફેરફાર, ગ્રેડેડ ધીમે ધીમે ઘટાડે”