

ભૌતિકશાસ્ત્ર (4300005) - સમર 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

જૂન 12, 2024

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

સાધિત ભૌતિક રાશીની વ્યાખ્યા લખો અને તેના કોઈ પણ ત્રણ ઉદાહરણોને એકમ અને ચિન્હ સાથે લખો.

જવાબ

સાધિત ભૌતિક રાશીઓ એ છે જે મૂળભૂત ભૌતિક રાશીઓના ગુણાકાર અથવા ભાગાકાર દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.

કોષ્ટક 1. સાધિત ભૌતિક રાશીઓના ઉદાહરણો

| સાધિત રાશી | S.I. એકમ | ચિહ્ન |
|----------------|-------------|-------|
| બળ | ન્યૂટન (N) | F |
| ઊર્જા | જૂલ (J) | E |
| વિદ્યુત પ્રવાહ | એમ્પિયર (A) | I |

મેમરી ટ્રીક

“FEI: બળ-ઊર્જા-વિદ્યુત પ્રવાહ મૂળભૂતમાંથી નિકળે છે”

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

ધાતુના સળિયાની લંબાઈ 12°C તાપમાને 64.522 cm છે અને 90°C તાપમાને 64.576 cm છે. તો સળિયાના રેખીય વિસ્તરણ ગુણાંક શોધો.

જવાબ

સૂત્ર: $\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 \times (T_2 - T_1)}$

ગણતરી:

- પ્રારંભિક લંબાઈ (L_1) = 64.522 cm
- અંતિમ લંબાઈ (L_2) = 64.576 cm
- પ્રારંભિક તાપમાન (T_1) = 12°C
- અંતિમ તાપમાન (T_2) = 90°C

$$\alpha = \frac{64.576 - 64.522}{64.522 \times (90 - 12)}$$

$$\alpha = \frac{0.054}{64.522 \times 78}$$

$$\alpha = \frac{0.054}{5032.716}$$

$$\alpha = 1.073 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$$

મેમરી ટ્રીક

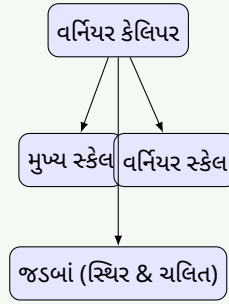
“લંબાઈમાં ફેરફાર પર મૂળ લંબાઈ અને તાપમાન ફેરફારનો ભાગ”

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

વર્નિયર કેલિપર્સનો સિદ્ધાંત, રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ તેની આકૃતિ સાથે સમજાવો.

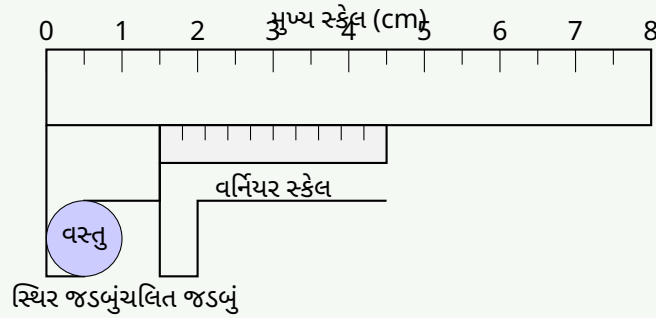
જવાબ

સિદ્ધાંત: વર્નિયર કેલિપર વર્નિયર સ્કેલના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે, જે મુખ્ય સ્કેલ કરતાં વધુ ચોકસાઈથી માપન કરવા દે છે.
રચના:



આકૃતિ 1. વર્નિયર કેલિપરના ઘટકો

આકૃતિ:



આકૃતિ 2. વર્નિયર કેલિપર

કાર્યપદ્ધતિ:

- શૂન્ય ત્રુટિની તપાસ: જડબાંઓ બંધ કરી વર્નિયરનો શૂન્ય મુખ્ય સ્કેલના શૂન્ય સાથે મેળ ખાય છે કે કેમ તે જોવું
- બહારનું માપન: વસ્તુને સ્થિર અને ચલિત જડબાં વચ્ચે મૂકો
- વાંચન પ્રક્રિયા: મુખ્ય સ્કેલ વાંચન + (મેળ ખાતા વર્નિયર વિભાગ \times લઘુત્તમ માપ)
- લઘુત્તમ માપ = (મુખ્ય સ્કેલનો સૌથી નાનો વિભાગ)/(વર્નિયર સ્કેલના વિભાગોની સંખ્યા)

મેમરી ટ્રીક

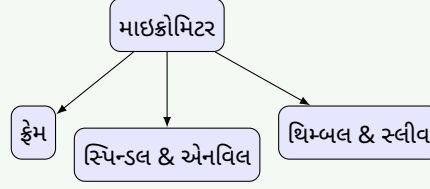
“મુખ્ય સ્કેલ વાંચન વત્તા વર્નિયર ભાગ ગુણિતે લઘુત્તમ માપ”

પ્રશ્ન 1(c OR) [7 ગુણ]

માઇક્રોમિટર સ્ક્રૂ ગેજનો સિદ્ધાંત, રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ તેની આકૃતિ સાથે સમજાવો.

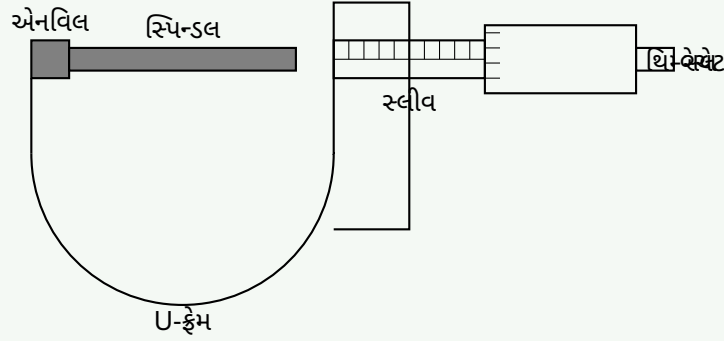
જવાબ

સિદ્ધાંત: માઇક્રોમિટર સ્ક્રૂ ગેજ સ્ક્રૂની ગતિના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે - ફરતી ગતિને સીધી રેખાની ગતિમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે.
રચના:



આકૃતિ 3. માઇક્રોમિટરના ઘટકો

આકૃતિ:



આકૃતિ 4. માઇક્રોમિટર સ્ક્રૂ ગેજ

કાર્યપદ્ધતિ:

- શૂન્ય ત્રુટિની તપાસ: એનવિલ અને સ્પિન્ડલ બંધ કરી, ગોળાકાર સ્કેલનો શૂન્ય સંદર્ભ રેખા સાથે ગોઠવાય છે કે કેમ તપાસો
- માપન પ્રક્રિયા: વસ્તુને એનવિલ અને સ્પિન્ડલ વચ્ચે મૂકો
- વાંચન: મુખ્ય સ્કેલ વાંચન + (ગોળાકાર સ્કેલ વાંચન \times લઘુત્તમ માપ)
- લઘુત્તમ માપ = પીચ/ગોળાકાર સ્કેલના વિભાગોની સંખ્યા

મેમરી ટ્રીક

"PST: પીચને સ્કેલથી ભાગીએ તો થિમ્બલનો લઘુત્તમ માપ મળે"

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

જો માઇક્રોમિટર સ્ક્રૂ ગેજની પીચ 1 mm હોય અને ગોળાકાર સ્કેલના કુલ 100 વિભાગ હોય તો ગોળાનો વ્યાસ શોધો. ગોળાકાર સ્કેલની ધાર મુખ્ય સ્કેલના 7 અને 8 mm વચ્ચે આવે છે અને ગોળાકાર સ્કેલના 65મો વિભાગ મુખ્ય સ્કેલની આડી રેખા સાથે મળે છે.

જવાબ

સૂત્ર: વ્યાસ = મુખ્ય સ્કેલ વાંચન + (ગોળાકાર સ્કેલ વાંચન \times લઘુત્તમ માપ)

ગણતરી:

- મુખ્ય સ્કેલ વાંચન = 7 mm
- ગોળાકાર સ્કેલ વાંચન = 65 વિભાગ
- લઘુત્તમ માપ = પીચ/વિભાગોની સંખ્યા = $1/100 = 0.01$ mm

$$\text{વ્યાસ} = 7 + (65 \times 0.01) = 7 + 0.65 = 7.65 \text{ mm}$$

મેમરી ટ્રીક

“MSR + (CSR times LC) આપે છે અંતિમ માપણી”

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

કળા તફાવત અને સુસબદ્ધતા ને સમજાવો.

જવાબ

કળા તફાવત: સમાન આવૃત્તિના બે તરંગો વચ્ચે કળા કોણનો તફાવત.

કોષ્ટક 2. કળા તફાવતની લાક્ષણિકતાઓ

| કળા તફાવત | વ્યતિકરણનો પ્રકાર | પરિણામ |
|--------------|-------------------|--------------------|
| 0° અથવા 360° | રચનાત્મક | મહત્તમ કંપવિસ્તાર |
| 180° | વિનાશક | લઘુત્તમ કંપવિસ્તાર |

સુસબદ્ધતા: તરંગોની એવી ગુણવત્તા જેમાં કળા સંબંધ સતત રહે છે.

સુસબદ્ધતાના પ્રકારો:

- સમયગત સુસબદ્ધતા: આવૃત્તિ સ્થિરતા સાથે સંબંધિત
- અવકાશી સુસબદ્ધતા: તરંગાગ્ર એકરૂપતા સાથે સંબંધિત

મેમરી ટ્રીક

“સતત કળા સંબંધ બનાવે સુસબદ્ધ તરંગો”

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

કેપેસિટર, કેપેસિટન્સ તથા સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરના કેપેસિટન્સ પર ડાઇલેક્ટ્રિક મધ્યમની અસર સમજાવો.

જવાબ

કેપેસિટર: એવું ઉપકરણ જે વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત ચાર્જ અને વિદ્યુત ઊર્જાને સંગ્રહિત કરે છે.

કેપેસિટન્સ: સંગ્રહિત ચાર્જનો લાગુ પોટેન્શિયલ તફાવત સાથેનો ગુણોત્તર.

સૂત્ર: $C = Q/V$

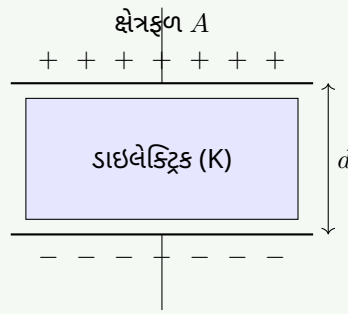
સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર: કેપેસિટન્સ સૂત્ર: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

- ϵ_0 = મુક્ત અવકાશની પરાવૈદ્યતાંક
- A = પ્લેટનું ક્ષેત્રફળ
- d = પ્લેટ વચ્ચેનું અંતર

ડાઇલેક્ટ્રિકની અસર:

- કેપેસિટન્સને K ગણો વધારે છે (K = ડાઇલેક્ટ્રિક અચળાંક)
- નવું સૂત્ર: $C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$

આકૃતિ:



આકૃતિ 5. ડાઇલેક્ટ્રિક સાથે સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર

મેમરી ટ્રીક

“KIDS: K વધારે ડાઇલેક્ટ્રિક સંગ્રહ”

પ્રશ્ન 2(a OR) [3 ગુણ]

જો કોઈ બે નળાકારની લંબાઈ (6.52 ± 0.01) cm અને (4.48 ± 0.02) cm છે. તો તેમની લંબાઈના તફાવત ની પ્રતિશત ત્રુટિ મેળવો.

જવાબ

ગણતરી:

- પ્રથમ નળાકારની લંબાઈ $(L_1) = 6.52 \pm 0.01$ cm
- બીજા નળાકારની લંબાઈ $(L_2) = 4.48 \pm 0.02$ cm
- લંબાઈનો તફાવત $(\Delta L) = L_1 - L_2 = 6.52 - 4.48 = 2.04$ cm

$$\text{તફાવતમાં નિરપેક્ષ ત્રુટિ} = \sqrt{(0.01)^2 + (0.02)^2} = \sqrt{0.0001 + 0.0004} = \sqrt{0.0005} = 0.022 \text{ cm}$$

$$\text{પ્રતિશત ત્રુટિ} = \frac{\text{નિરપેક્ષ ત્રુટિ}}{\text{માપેલી કિંમત}} \times 100$$

$$= \frac{0.022}{2.04} \times 100 = 1.08\%$$

મેમરી ટ્રીક

“તફાવતની ગણતરી માટે ત્રુટિઓને વર્ગમાં ઉમેરો”

પ્રશ્ન 2(b OR) [4 ગુણ]

જરૂરી આકૃતિ સાથે વ્યતિકરણના પ્રકાર સમજાવો.

જવાબ

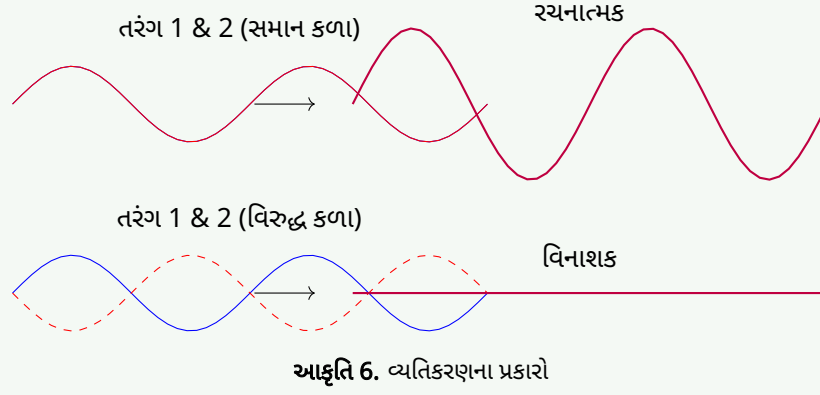
વ્યતિકરણના પ્રકારો:

કોષ્ટક 3. વ્યતિકરણ પ્રકારો

| પ્રકાર | કળા તફાવત | પરિણામ | કંપવિસ્તાર |
|----------|---|-----------|------------|
| રચનાત્મક | $0^\circ, 360^\circ, 720^\circ \dots$ | પ્રબલીકરણ | મહત્તમ |
| વિનાશક | $180^\circ, 540^\circ, 900^\circ \dots$ | રદીકરણ | ન્યૂનતમ |

રચનાત્મક વ્યતિકરણ: જ્યારે શિખર શિખરને મળે અથવા ખીણ ખીણને મળે ત્યારે.

વિનાશક વ્યતિકરણ: જ્યારે શિખર ખીણને મળે ત્યારે.
આકૃતિ:



મેમરી ટ્રીક

“શિખર + શિખર = રચનાત્મક, શિખર + ખીણ = વિનાશક”

પ્રશ્ન 2(c OR) [7 ગુણ]

બિંદુવત્ વિદ્યુતભારને કારણે વિદ્યુતસ્થિતિમાન માટેનું સમીકરણ તેની આકૃતિ સાથે તારવો.

જવાબ

બિંદુ ચાર્જને કારણે પોટેન્શિયલ:

સૂત્ર વિકાસ:

- વ્યાખ્યા: એક પરીક્ષણ ચાર્જને અનંતથી તે બિંદુ સુધી લાવવા માટે એકમ ચાર્જ દીઠ કરેલું કાર્ય
- સમીકરણ: $V = W/q_0 = \int (F \cdot dr)$

પગલે પગલે તારણ:

1. ચાર્જો વચ્ચેનું બળ (કુલોમ્બનો નિયમ): $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Qq}{r^2}$
2. પરીક્ષણ ચાર્જ ખસેડવામાં કરેલું કાર્ય: $W = \int (F \cdot dr)$
3. ત્રિજ્યા ગતિ માટે: $W = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \times \int_{\infty}^r \frac{1}{r^2} dr$
4. સંકલન: $W = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \times \left[-\frac{1}{r}\right]_{\infty}^r$
5. અંતિમ પરિણામ: $V = \frac{W}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$

અંતિમ સૂત્ર: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$

આકૃતિ:



આકૃતિ 7. બિંદુ ચાર્જને કારણે પોટેન્શિયલ

મેમરી ટ્રીક

“POD: Potential Over Distance અંતર પર પોટેન્શિયલ”

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ઘર્ષણ અને ઇન્ડક્શન દ્વારા થતાં ચાર્જિંગ ને ટૂંકમાં સમજાવો.

જવાબ

ઘર્ષણ દ્વારા ચાર્જિંગ: બે અલગ પદાર્થોને એકબીજા સાથે ઘસવાની પ્રક્રિયા.

ઘર્ષણ ચાર્જિંગના પગલાં:

- ઇલેક્ટ્રોન એક પદાર્થથી બીજા પદાર્થમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે
- ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવતો પદાર્થ ધન ચાર્જિત થાય છે
- ઇલેક્ટ્રોન મેળવતો પદાર્થ ઋણ ચાર્જિત થાય છે

ઇન્ડક્શન દ્વારા ચાર્જિંગ: સીધા સંપર્ક વિના ચાર્જિંગની પ્રક્રિયા.

ઇન્ડક્શન ચાર્જિંગના પગલાં:

- ચાર્જિત પદાર્થને તટસ્થ વાહક નજીક લાવો
- તટસ્થ વાહકમાં ચાર્જનું પુનઃવિતરણ
- વાહકને ગ્રાઉન્ડ કરી ગ્રાઉન્ડ દૂર કરો
- ચાર્જિત પદાર્થને દૂર કરો

મેમરી ટ્રીક

“FTEE: ઘર્ષણ થી ઇલેક્ટ્રોન સરળતાથી ફેરવાય”

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

એક ટ્યુનીંગ ફોર્ક જેની આવૃત્તિ 256 Hz છે અને ગતિ 340 m/s છે. તેની (a) તરંગલંબાઈ અને (b) 50 કંપનમાં કાપેલું અંતર શોધો.

જવાબ

સૂત્રો:

- તરંગલંબાઈ (λ) = ગતિ (v) / આવૃત્તિ (f)
- અંતર (d) = કંપનોની સંખ્યા (n) \times તરંગલંબાઈ (λ)

ગણતરી: (a) તરંગલંબાઈ (λ) = $v/f = 340/256 = 1.328$ m

(b) અંતર (d) = $n \times \lambda = 50 \times 1.328 = 66.4$ m

મેમરી ટ્રીક

“VFD: ગતિ, આવૃત્તિ અને અંતર એકબીજા સાથે જોડાયેલા છે”

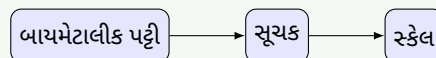
પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

બાયમેટાલીક થર્મોમિટરનો સિદ્ધાંત અને રચના ને આકૃતિ સાથે સમજાવો. તેના ફયદા તથા ગેરફયદા લખો.

જવાબ

સિદ્ધાંત: જુદી જુદી ધાતુઓ ગરમ થવા પર અલગ અલગ પ્રમાણમાં પ્રસરે છે, જેના કારણે પટ્ટી વળે છે.

રચના:

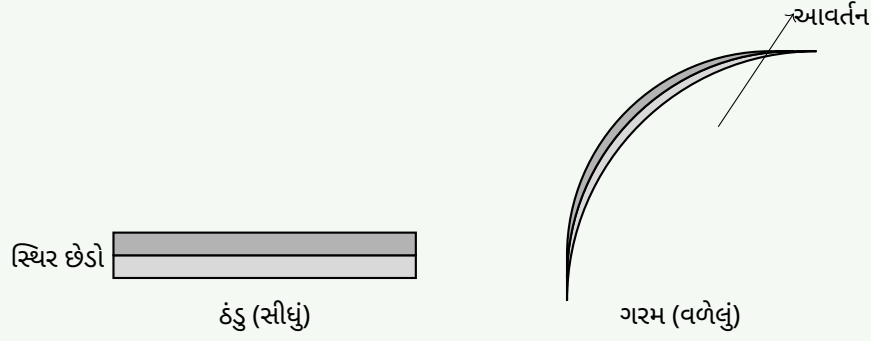


આકૃતિ 8. રચના પ્રવાહ

કાર્યપદ્ધતિ:

- તાપમાન બદલાવાથી અલગ-અલગ પ્રસરણ દર થાય છે
- બાયમેટાલીક પટ્ટી ઓછા પ્રસરણ ગુણાંક વાળી ધાતુ તરફ વળે છે
- સૂચકની ગતિ તાપમાન દર્શાવે છે

આકૃતિ:



આકૃતિ 9. બાયમેટાલિક પટ્ટીની કાર્યપદ્ધતિ

ફાયદા:

- સરળ, મજબૂત રચના
- વીજળી પુરવઠાની જરૂર નથી
- વિશાળ તાપમાન શ્રેણી

ગેરફાયદા:

- અન્ય પ્રકારો કરતાં ઓછી ચોકસાઈ
- ધીમી પ્રતિક્રિયા સમય
- યાંત્રિક ઘસારાને આધીન

મેમરી ટ્રીક

“BEDS: બાયમેટાલિક તત્વો વિરૂપિત થાય તાણથી”

પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

બિંદુવત વિદ્યુતભારથી ઉદ્ભવતા વિદ્યુતક્ષેત્ર ને સમજાવો.

જવાબ

બિંદુ ચાર્જ પર કરેલું કાર્ય: વિદ્યુત ક્ષેત્ર E માં બિંદુ ચાર્જ q ને હલાવવામાં કરેલું કાર્ય.

સૂત્ર: $W = q(V_a - V_b) = q\Delta V$

જ્યાં:

- q = ખસેડાતો ચાર્જ
- V_a = પ્રારંભિક સ્થિતિનું પોટેન્શિયલ
- V_b = અંતિમ સ્થિતિનું પોટેન્શિયલ
- ΔV = પોટેન્શિયલ તફાવત

મુખ્ય લક્ષણો:

- કાર્ય માર્ગથી સ્વતંત્ર છે
- વિદ્યુત ક્ષેત્રની વિરુદ્ધ ખસેડવામાં કાર્ય ધનાત્મક છે
- વિદ્યુત ક્ષેત્રની દિશામાં ખસેડવામાં કાર્ય ઋણાત્મક છે

મેમરી ટ્રીક

“PEW: પોટેન્શિયલ તફાવત \times વિદ્યુત ચાર્જ = કાર્ય”

પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

એક ધ્વનિનું તરંગ જેની ગતિ 0.33 km/s છે અને આવૃત્તિ 660 Hz છે. તે તરંગ 75 કંપન માં કેટલું અંતર કાપશે?

જવાબ

સૂત્રો:

- તરંગલંબાઈ (λ) = ગતિ (v) / આવૃત્તિ (f)
- અંતર (d) = કંપનોની સંખ્યા (n) \times તરંગલંબાઈ (λ)

ગણતરી:

- ગતિનું રૂપાંતર: $v = 0.33 \text{ km/s} = 330 \text{ m/s}$
- તરંગલંબાઈ: $\lambda = v/f = 330/660 = 0.5 \text{ m}$
- અંતર: $d = n \times \lambda = 75 \times 0.5 = 37.5 \text{ m}$

મેમરી ટ્રીક

“FVW: આવૃત્તિમાં ગતિ ગુણતાં તરંગલંબાઈ મળે”

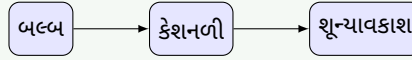
પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

પારાવાળા થર્મોમિટરનો સિદ્ધાંત અને રચના આકૃતિ સાથે સમજાવો. તેના ફાયદા અને ગેર ફાયદા લખો.

જવાબ

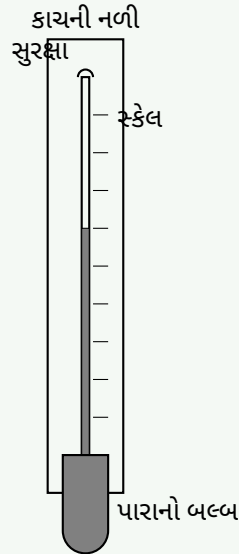
સિદ્ધાંત: પારા થર્મોમિટર પારાના તાપીય પ્રસરણના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે.

રચના:



આકૃતિ 10. રચના ઘટકો

આકૃતિ:



આકૃતિ 11. પારા થર્મોમિટર

કાર્યપદ્ધતિ:

- પારો ગરમ થવાથી પ્રસરે છે
- પ્રસરણથી પારો કેશનળીમાં ઉપર ચઢે છે
- પારાના સ્તંભની ઊંચાઈ તાપમાન દર્શાવે છે

ફાયદા:

- ઉચ્ચ ચોકસાઈ
- વિશાળ તાપમાન શ્રેણી (-38°C થી 357°C)
- પારાનું રૈખિક પ્રસરણ

- પારાના દોરાની સારી દૃશ્યતા

ગેરફાયદા:

- પારો ઝેરી છે
- નાજુક કાચની રચના
- -38°C નીચે વાપરી શકાતું નથી
- તાપમાન ફેરફારોમાં ધીમી પ્રતિક્રિયા

મેમરી ટ્રીક

“MELT: પારો પ્રસારે રૈખિક તાપમાન સાથે”

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

સરખા માપના બે ધનઆયનને $5 \times 10^{-10} \text{ m}$ અંતરથી અલગ રાખવામા આવ્યા છે. તેમના વચ્ચે લાગતું વિદ્યુત બળ $3.7 \times 10^{-9} \text{ N}$ જેટલું છે. તો દરેક એટમ માથી કેટલા ઇલેક્ટ્રોન નીકળશે.

જવાબ

સૂત્ર: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$

ગણતરી:

- $F = 3.7 \times 10^{-9} \text{ N}$
- $r = 5 \times 10^{-10} \text{ m}$
- $q_1 = q_2 = ne$ (n = ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા, e = ઇલેક્ટ્રોન ચાર્જ)
- $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
- $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$3.7 \times 10^{-9} = (9 \times 10^9) \times \frac{n^2 e^2}{(5 \times 10^{-10})^2}$$

$$3.7 \times 10^{-9} = (9 \times 10^9) \times \frac{n^2 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{25 \times 10^{-20}}$$

ઉકેલ: $n = 1$ (દરેક પરમાણુમાંથી 1 ઇલેક્ટ્રોન નીકળ્યો)

મેમરી ટ્રીક

“FACE: બળ અસર કરે ચાર્જ સમાન રીતે”

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

સ્નેલનો નિયમ લખો અને તેનું સૂત્ર મેળવો.

જવાબ

સ્નેલનો નિયમ: આપાત કોણના સાઈનનો વક્રીભવન કોણના સાઈન સાથેનો ગુણોત્તર આપેલા માધ્યમના જોડા માટે અચળાંક છે.

સૂત્ર:

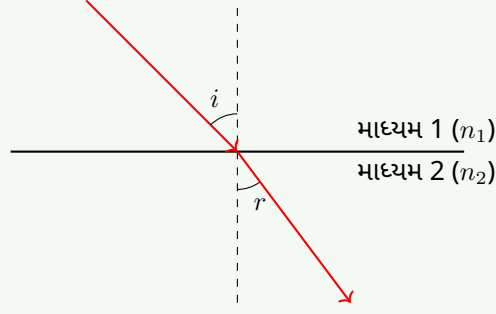
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \text{અચળાંક}$$

તારણના પગલાં:

- પ્રકાશ વિવિધ માધ્યમોમાં વિવિધ ઝડપે પ્રવાસ કરે છે
- જ્યારે પ્રકાશ એક માધ્યમથી બીજા માધ્યમમાં પસાર થાય, ત્યારે તે દિશા બદલે છે
- ફર્મેટના ન્યૂનતમ સમયના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને
- ગતિઓનો ગુણોત્તર વક્રીભવન સૂચકાંકોના ગુણોત્તર સમાન છે

5. અંતિમ સૂત્ર: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

આકૃતિ:



આકૃતિ 12. વક્રીભવન અને સ્નેલનો નિયમ

મેમરી ટ્રીક

“SINIS: SIN I પર SIN R બરાબર વક્રીભવનાંક ગુણોત્તર”

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોના કોઈ પણ ત્રણ ઉપયોગો સમજાવો.

જવાબ

અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોના ઉપયોગો:

કોષ્ટક 4. અલ્ટ્રાસોનિક ઉપયોગો

| ઉપયોગ | સિદ્ધાંત | ઉપયોગિતા |
|--------------------------|------------------|--------------------------------|
| મેડિકલ ઇમેજિંગ | પેશીઓથી પરાવર્તન | આંતરિક અંગોનું વિઝ્યુઅલાઇઝેશન |
| NDT (બિન-વિનાશક પરીક્ષણ) | ખામીઓથી પરાવર્તન | સામગ્રીમાં ખામીઓ શોધવી |
| સફાઈ | કેવિટેશન અસર | ઘરેણાં, સર્જિકલ સાધનો સાફ કરવા |

1. મેડિકલ ઇમેજિંગ (સોનોગ્રાફી):

- આવૃત્તિઓ: 1-10 MHz
- સિદ્ધાંત: પલ્સ-ઇકો તકનીક
- ઉપયોગો: ગર્ભસ્થ શિશુનું ઇમેજિંગ, અંગોનું સ્કેનિંગ, રક્ત પ્રવાહનું માપન

2. ઔદ્યોગિક NDT:

- સામગ્રીમાં તિરાડો, છિદ્રો અને ખામીઓ શોધે છે
- ઉત્પાદનમાં ગુણવત્તા નિયંત્રણ
- સામગ્રીની જાડાઈનું માપન

3. અલ્ટ્રાસોનિક સફાઈ:

- સૂક્ષ્મ બુદબુદો (કેવિટેશન) બનાવે છે
- સપાટીઓ પરથી દૂષિત પદાર્થોને દૂર કરે છે
- ઘરેણાં, ઓપ્ટિકલ ઘટકો, સર્જિકલ સાધનો માટે વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

“MIC: મેડિકલ, ઔદ્યોગિક, સફાઈ ઉપયોગો”

પ્રશ્ન 4(a OR) [3 ગુણ]

ત્રણ કેપેસિટર જેમના મૂલ્ય $5 \mu F$, $10 \mu F$ અને $15 \mu F$ છે, તેમના શ્રેણી તથા સમાંતર જોડાણ માટેનો સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ મેળવો.

જવાબ

સમાંતર જોડાણ:

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 = 5 + 10 + 15 = 30 \mu F$$

શ્રેણી જોડાણ:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{C_s} = 0.2 + 0.1 + 0.067 = 0.367$$

$$C_s = \frac{1}{0.367} = 2.72 \mu F$$

મેમરી ટ્રીક

“ASAP: શ્રેણીમાં ઉમેરો, સમાંતરમાં વ્યસ્ત ઉમેરો”

પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરની બનાવટને તેની આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરની રચના:

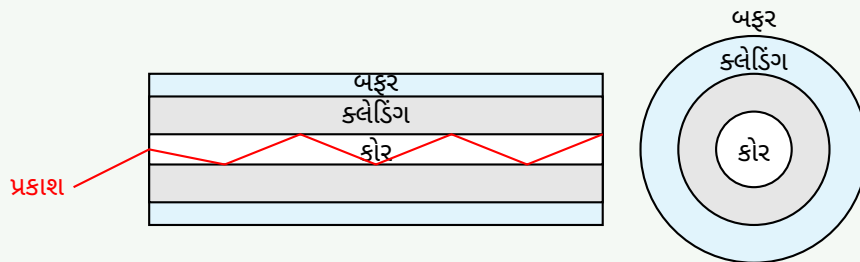
ઘટકો:

- કોર: પ્રકાશ સંચરણ માધ્યમ
- ક્લેડિંગ: ઓછા વક્રીભવનાંક સાથેનું બાહ્ય સ્તર
- બફર કોટિંગ: રક્ષણાત્મક પ્લાસ્ટિક આવરણ

પરિમાણો:

- કોર વ્યાસ: $8-50 \mu m$ (સિંગલ મોડ), $50-100 \mu m$ (મલ્ટિમોડ)
- ક્લેડિંગ વ્યાસ: $125-140 \mu m$
- કોર વક્રીભવનાંક $>$ ક્લેડિંગ વક્રીભવનાંક

આકૃતિ:



આકૃતિ 13. ઓપ્ટિકલ ફાઇબરની રચના

મેમરી ટ્રીક

“CBC: કોર-બફર-ક્લેડિંગ અંદરથી બહાર”

પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

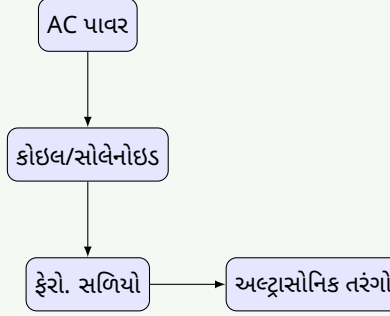
મેગ્નેટોસ્ટ્રીક્શન પદ્ધતિ દ્વારા અલ્ટ્રાસોનિક તરંગનું ઉત્પાદન સમજાવો.

જવાબ

મેગ્નેટોસ્ટ્રીક્શન પદ્ધતિ: ફેરોમેગ્નેટિક પદાર્થોના ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવાથી તેના પરિમાણમાં ફેરફાર થવાના ગુણધર્મનો ઉપયોગ કરીને અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો પેદા કરવાની પ્રક્રિયા.

સિદ્ધાંત: ફેરોમેગ્નેટિક પદાર્થો ચુંબકીત થવા પર લંબાઈમાં ફેરફાર કરે છે, જે યાંત્રિક કંપનો પેદા કરે છે અને અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પન્ન કરે છે.

રચના:

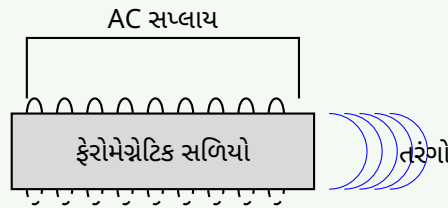


આકૃતિ 14. મેગ્નેટોસ્ટ્રીક્શન પ્રક્રિયા

કાર્યપ્રક્રિયા:

1. AC કરંટ સોલેનોઇડમાંથી પસાર થાય છે
2. પરિવર્તનશીલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે
3. ફેરોમેગ્નેટિક સજીયો ફૂલે છે અને સંકોચાય છે
4. કંપનો માધ્યમમાં પ્રસારિત થાય છે
5. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પન્ન થાય છે

આકૃતિ:



આકૃતિ 15. મેગ્નેટોસ્ટ્રીક્શન કંપન

ફાયદા:

- સરળ બંધારણ
- ઉચ્ચ શક્તિ આઉટપુટ
- પ્રવાહીઓ માટે યોગ્ય

ગેરફાયદા:

- 100 kHz નીચેની આવૃત્તિઓ સુધી મર્યાદિત
- ગરમી અસરો
- ઓછી કાર્યક્ષમતા

મેમરી ટ્રીક

“FAME: ફેરોમેગ્નેટિક પરિવર્તિત ચુંબકીય અસર”

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

ઉષ્મા પ્રસરણના ત્રણ પ્રકારને ટૂંકમાં સમજાવો.

જવાબ

ઉષ્મા પ્રસરણના ત્રણ પ્રકારો:

કોષ્ટક 5. ઉષ્મા પ્રસરણ મોડ્સ

| પ્રકાર | માધ્યમની આવશ્યકતા | ઉદાહરણ |
|--------|-----------------------|---------------------------|
| વહન | ભૌતિક સંપર્ક | ધાતુના સળિયા દ્વારા ઉષ્મા |
| સંવહન | પ્રવાહી માધ્યમ | ગરમ હવા ઊપર ચઢવી |
| વિકિરણ | કોઈ માધ્યમની જરૂર નથી | સૂર્યથી ઉષ્મા |

1. વહન:

- સીધા અણુઓના અથડામણ દ્વારા પ્રસરણ
- પદાર્થની જથ્થાબંધ ગતિવિધિ નથી
- ઘન પદાર્થોમાં સારું, ખાસ કરીને ધાતુઓમાં

2. સંવહન:

- પ્રવાહી ગતિ દ્વારા પ્રસરણ
- ઘનતામાં તફાવતની જરૂર પડે છે
- કુદરતી અથવા દબાણપૂર્વક સંવહન

3. વિકિરણ:

- વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો દ્વારા પ્રસરણ
- નિર્વાતમાં કામ કરે છે
- તાપમાન અને સપાટી ગુણધર્મો પર આધાર રાખે છે

મેમરી ટ્રીક

“CCR: વહન સંપર્ક, સંવહન પ્રવાહ, વિકિરણ કિરણો”

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

એક ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના કોર અને ક્લેડિંગના વક્રીભવનાંક અનુક્રમે 1.55 અને 1.5 છે. તો તેનો ન્યુમેરિકલ એપરચર અને એક્ષન્ટ-સ એંગલ શોધો.

જવાબ

સૂત્રો:

- ન્યુમેરિકલ એપરચર (NA) = $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
- સ્વીકૃતિ કોણ (θ_a) = $\sin^{-1}(NA)$

ગણતરી:

- કોર વક્રીભવનાંક (n_1) = 1.55
- ક્લેડિંગ વક્રીભવનાંક (n_2) = 1.5

$$NA = \sqrt{1.55^2 - 1.5^2} = \sqrt{2.4025 - 2.25} = \sqrt{0.1525} = 0.391$$

$$\theta_a = \sin^{-1}(0.391) = 23.03^\circ$$

મેમરી ટ્રીક

“CORE: કોર ઓપ્ટિકલ રેફ્રેક્ટિવ-ઇન્ડેક્સ ચોક્કસપણે ગણો”

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના કોઈ પણ ત્રણ ઉપયોગો સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના ઉપયોગો:

કોષ્ટક 6. મુખ્ય ઓપ્ટિકલ ફાઇબર ઉપયોગો

| ઉપયોગ | ફાયદો | ઉદાહરણ |
|--------|------------------|-----------------------|
| સંચાર | ઉચ્ચ બેન્ડવિડ્થ | ઇન્ટરનેટ, ફોન નેટવર્ક |
| મેડિકલ | લવચીકતા, ઇમેજિંગ | એન્ડોસ્કોપી |
| સેન્સર | ઇએમઆઈથી રક્ષણ | તાપમાન સેન્સિંગ |

1. સંચાર નેટવર્ક:

- ટેલિકોમ્યુનિકેશન અને ઇન્ટરનેટ
- કોપર કેબલ્સ કરતાં વધુ બેન્ડવિડ્થ
- લાંબા અંતર પર ઓછું સિગ્નલ ઘટાડો

2. મેડિકલ એપ્લિકેશન:

- મિનિમલ ઇન્વેસિવ પ્રક્રિયાઓ માટે એન્ડોસ્કોપી
- ફોટોડાયનેમિક થેરાપી માટે પ્રકાશ ડિલિવરી
- સર્જિકલ પ્રકાશ

3. સેન્સિંગ એપ્લિકેશન:

- તાપમાન અને દબાણ સેન્સર
- માળખાકીય મોનિટરિંગ માટે સ્ટ્રેન ગેજ
- નેવિગેશન માટે જાયરોસ્કોપ

મેમરી ટ્રીક

“CMS: સંચાર, મેડિકલ, સેન્સિંગ ઉપયોગો”

પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

વિશિષ્ટ ઉષ્માને વિસ્તારથી સમજાવો.

જવાબ

વિશિષ્ટ ઉષ્મા: 1 કિલોગ્રામ પદાર્થનું તાપમાન 1 કેલ્વિન (અથવા 1°C) વધારવા માટે જરૂરી ઉષ્મા.

સૂત્ર: $Q = mc\Delta T$

જ્યાં:

- Q = ઉષ્મા ઊર્જા (J)
- m = દ્રવ્યમાન (kg)
- c = વિશિષ્ટ ઉષ્મા ક્ષમતા (J/kg·K)
- ΔT = તાપમાન ફેરફાર (K)

એકમો: J/kg·K અથવા J/kg·°C

મહત્વ:

- પદાર્થોની થર્મલ જડતા માપે છે
- ઉચ્ચ વિશિષ્ટ ઉષ્માનો અર્થ પદાર્થને ગરમ કરવા માટે વધુ ઊર્જાની જરૂર પડે છે
- પાણીની અસામાન્ય રીતે ઉચ્ચ વિશિષ્ટ ઉષ્મા છે (4,186 J/kg·K)

મેમરી ટ્રીક

“STEM: વિશિષ્ટ ઉષ્મા માપે તાપમાન ફેરફાર ઊર્જા અને દ્રવ્યમાન દીઠ”

પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

એક ઓપ્ટિકલ ફાઇબરના કોર અને ક્લેડિંગના વક્રીભવનાંક અનુક્રમે 1.48 અને 1.45 છે. તો તેનો એકષ્ટ-સ એંગલ અને ક્રાંતિકોણ શોધો.

જવાબ

સૂત્રો:

- ન્યુમેરિકલ એપરચર (NA) = $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
- સ્વીકૃતિ કોણ (θ_a) = $\sin^{-1}(\text{NA})$
- ક્રાંતિક કોણ (θ_c) = $\sin^{-1}(n_2/n_1)$

ગણતરી:

- કોર વક્રીભવનાંક (n_1) = 1.48
- ક્લેડિંગ વક્રીભવનાંક (n_2) = 1.45

$$\text{NA} = \sqrt{1.48^2 - 1.45^2} = \sqrt{2.1904 - 2.1025} = \sqrt{0.0879} = 0.296$$

$$\theta_a = \sin^{-1}(0.296) = 17.2^\circ$$

$$\theta_c = \sin^{-1}(1.45/1.48) = \sin^{-1}(0.9797) = 78.4^\circ$$

મેમરી ટ્રીક

“NA થી AA મળે, ગુણોત્તર થી ક્રાંતિક કોણ મળે”

પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

ઈજનેરી અને મેડીકલ ક્ષેત્રમાં LASER ના ઉપયોગો સમજાવો.

જવાબ

LASER ના ઉપયોગો:

કોષ્ટક 7. LASER ઉપયોગો

| ક્ષેત્ર | ઉપયોગ | ઉદાહરણ |
|---------|----------------|----------------------|
| ઈજનેરી | કટિંગ/વેલ્ડિંગ | ધાતુ ફેબ્રિકેશન |
| ઈજનેરી | માપન | અંતર માપન |
| મેડિકલ | સર્જરી | આંખની સર્જરી (LASIK) |
| મેડિકલ | થેરાપી | કેન્સર સારવાર |

ઈજનેરી ઉપયોગો:

- મટિરિયલ પ્રોસેસિંગ:
 - ધાતુ, પ્લાસ્ટિક, સિરામિક્સનું ચોક્કસ કટિંગ
 - અસમાન સામગ્રીની વેલ્ડિંગ
 - 3D પ્રિન્ટિંગ અને રેપિડ પ્રોટોટાઇપિંગ
- મેટ્રોલોજી અને માપન:
 - ઉચ્ચ ચોકસાઈ સાથે અંતર માપન
 - બાંધકામ અને ઉત્પાદનમાં એલાઇનમેન્ટ
 - 3D ઇમેજિંગ માટે હોલોગ્રાફી

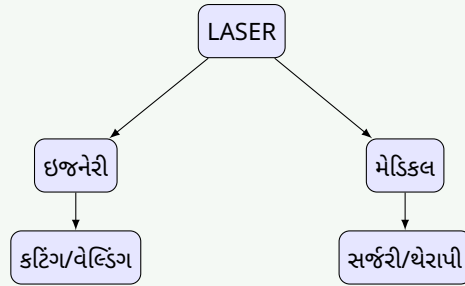
મેડિકલ ઉપયોગો:

- સર્જિકલ પ્રક્રિયાઓ:
 - આંખની સર્જરી (LASIK, મોતિયા નિકાલ)
 - મિનિમલી ઇન્વેસિવ પ્રક્રિયાઓ
 - દંત પ્રક્રિયાઓ

2. થેરાપ્યુટિક ઉપયોગો:

- કેન્સર માટે ફોટોડાયનેમિક થેરાપી
- દર્દ માટે લો-લેવલ લેસર થેરાપી
- કોસ્મેટિક પ્રક્રિયાઓ

આકૃતિ:



આકૃતિ 16. LASER ના ઉપયોગોના ક્ષેત્રો

મેમરી ટ્રીક

“SMART: સર્જરી, માપન, વિશ્લેષણ, રિપેર, અને ટ્રીટમેન્ટ”