

આધુનિક ભૌતિકશાસ્ત્ર (DI01000061) - Winter 2024 ઉકેલ

મિલવ ડબગાર

જાન્યુઆરી 9, 2025

Contents

1 પ્રશ્ન 1

ઘોંય વિકલ્પ પસંદ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો / બહુવિકલ્પ પ્રશ્નોના જવાબ આપો.

1.1 પ્રશ્ન 1(1) [1 marks]

નીચેનામાંથી કયું અર્ધવાહક છે?

વિકલ્પો: (a) Si (b) Cu (c) Fe (d) Ni

1.1.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) Si

સમજૂતી: સિલિકોન (Si) એ ગ્રૂપ 14 નો તત્ત્વ છે જેમાં 4 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે, જે તેને આંતરિક અર્ધવાહક બનાવે છે. કોપર (Cu), આયરન (Fe) અને નિકલ (Ni) એ ધાતુઓ છે જે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનને કારણે ઊર્ચ વિદ્યુત વાહકતા ધરાવે છે.

નોંધ: જર્મેનિયમ (Ge) પણ ગ્રૂપ 14 નો અર્ધવાહક છે.

મેમરી ટ્રીક: $Si = \text{Semiconductor}$, $Cu/Fe/Ni = \text{Metals}$.

1.2 પ્રશ્ન 1(2) [1 marks]

કાયનો વક્ષીભવનાંક _____ છે.

વિકલ્પો: (a) 1.50 (b) 1.33 (c) 1.00 (d) 2.43

1.2.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) 1.50

સમજૂતી: સામાન્ય કાયનો વક્ષીભવનાંક આશરે 1.50 હોય છે. પાણીનો $n = 1.33$, હવા/શૂન્યાવકાશનો $n = 1.00$ અને હીરાનો $n = 2.43$ હોય છે.

નોંધ: ઊર્ચ વક્ષીભવનાંક એટલે તે માધ્યમમાં પ્રકાશ ધીમો મુસાફરી કરે છે.

મેમરી ટ્રીક: $Glass = 1.5$, $Water = 1.33$, $Diamond = 2.43$.

1.3 પ્રશ્ન 1(3) [1 marks]

જ્યારે આપાતકોણ કાંતિકોણ કરતાં _____ થાય ત્યારે પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન થાય છે.

વિકલ્પો: (a) સમાન (b) વધારે (c) ઓછો (d) આ પૈકી કોઈ નહીં

1.3.1 ઉકેલ

જવાબ: (b) વધારે

સમજૂતી: પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન (TIR) ત્યારે થાય છે જ્યારે પ્રકાશ ઘટું માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે અને આપાત કોણ i કાંતિકોણ C કરતા મોટો હોય, એટલે કે $i > C$.

મેમરી ટ્રીક: $TIR \text{ when } i > C \text{ (Greater than Critical).}$

1.4 પ્રશ્ન 1(4) [1 marks]

બ્રિજ રેકટીફાયરમાં કેટલા P-N જંકશન ડાયોડનો ઉપયોગ થાય છે?

વિકલ્પો: (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

1.4.1 ઉકેલ

જવાબ: (c) 4

સમજૂતી: બ્રિજ રેકટીફાયર AC ને પૂર્ણ-તરંગ DC માં રૂપાંતરિત કરવા માટે બ્રિજ કન્ફિગરેશનમાં ગોઠવાયેલા 4 ડાયોડનો ઉપયોગ કરે છે. આ બંને અર્ધ ચક દરમિયાન લોડમાંથી પ્રવાહને એક જ દિશામાં વહેવાની મંજૂરી આપે છે.

મેમરી ટ્રીક: *Bridge = 4 Diodes.*

1.5 પ્રશ્ન 1(5) [1 marks]

ઓપ્ટિકલ ફ્યાઇબર _____ ના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.

વિકલ્પો: (a) વ્યતિકરણ (b) વક્ષીભવન (c) ધૂવીભવન (d) પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન

1.5.1 ઉકેલ

જવાબ: (d) પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન

સમજૂતી: ઓપ્ટિકલ ફ્યાઇબર કોર-કલેડિંગ ઇન્ટરફેસ પર પુનરાવર્તિત પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન દ્વારા પ્રકાશ સંકેતો પ્રસારિત કરે છે, જ્યાં કોર કલેડિંગ કરતા ઊંચો વક્ષીભવનનાંક ધરાવે છે.

મેમરી ટ્રીક: *Fiber = TIR (Total Internal Reflection).*

1.6 પ્રશ્ન 1(6) [1 marks]

એકમ સમયમાં થતાં દોલનોની સંખ્યાને _____ કહે છે.

વિકલ્પો: (a) આવર્તકાળ (b) તરંગલંબાઈ (c) કંપવિસ્તાર (d) આવૃત્તિ

1.6.1 ઉકેલ

જવાબ: (d) આવૃત્તિ

સમજૂતી: આવૃત્તિ (f) એ એકમ સમય દીઠ સંપૂર્ણ દોલનોની સંખ્યા તરીકે વ્યાખ્યાયિત થાય છે. તેનો એકમ Hertz (Hz) અથવા s^{-1} છે. સંબંધ છે $f = 1/T$, જ્યાં T આવર્તકાળ છે.

મેમરી ટ્રીક: *Frequency = Oscillations per second.*

1.7 પ્રશ્ન 1(7) [1 marks]

વિદ્યુતભારનો એસ.આઈ. એકમ _____ છે.

વિકલ્પો: (a) ફુલંબ (b) એમ્પ્રિયર (c) વોલ્ટ (d) ફેરાડે

1.7.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) ફુલંબ

સમજૂતી: વિદ્યુતભારનો SI એકમ કુલંબ (C) છે. એક કુલંબ એ એક સેકન્ડમાં એક એમ્પિયરના પ્રવાહ દ્વારા પરિવહન થયેલો ભાર છે ($1 C = 1 A \times 1 s$).

મેમરી ટ્રીક: $Charge = Coulomb (C)$.

1.8 પ્રશ્ન 1(8) [1 marks]

જો સાદા લોલકનો આવર્તકાળ 2 સેકન્ડ હોય તો તેની આવૃત્તિ _____ હશે.

વિકલ્પો: (a) 2 Hz (b) 0.5 Hz (c) 0.2 Hz (d) 5 Hz

1.8.1 ઉકેલ

જવાબ: (b) 0.5 Hz

સમજૂતી: આવૃત્તિ (f) અને આવર્તકાળ (T) વચ્ચેનો સંબંધ વિલોમ છે. આવૃત્તિ આપણને જણાવે છે કે પ્રતિ સેકન્ડ કેટલા ચક પૂર્ણ થાય છે, જ્યારે આવર્તકાળ જણાવે છે કે એક ચકને કેટલો સમય લાગે છે.

ગણતરી:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Hz}$$

મેમરી ટ્રીક: $f = 1/T$.

1.9 પ્રશ્ન 1(9) [1 marks]

પ્રકાશનો શૂન્યાવકાશમાં વેગ હોય છે.

વિકલ્પો: (a) 300000 km/s (b) 300000 m/s (c) 341 km/s (d) 341 m/s

1.9.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) 300000 km/s

સમજૂતી: શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 300000 \text{ km/s}$ છે. આ ભौતિકશાસ્ત્રમાં એક મૂળભૂત અચળાંક છે. નોંધ: 341 m/s એ હવામાં ધ્વનિની ઝડપ છે.

મેમરી ટ્રીક: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 300000 \text{ km/s}$.

1.10 પ્રશ્ન 1(10) [1 marks]

ધ્વનિ તરંગોનો વેગ માં મહત્તમ હોય છે.

વિકલ્પો: (a) પ્રવાહી (b) ધન (c) વાયુ (d) શૂન્યાવકાશ

1.10.1 ઉકેલ

જવાબ: (b) ધન

સમજૂતી: ધ્વનિ ધનમાં સૌથી ઝડપથી મુસાફરી કરે છે કારણ કે તેમાં અણુઓ ગ્રેફબીજાની ખૂબ નજીક હોય છે અને મજબૂત અંતર-આંગિવક બળો હોય છે. ક્રમ: $v_{solid} > v_{liquid} > v_{gas}$. ધ્વનિ શૂન્યાવકાશમાં મુસાફરી કરી શકતું નથી.

મેમરી ટ્રીક: $Solids = Fastest sound$.

1.11 પ્રશ્ન 1(11) [1 marks]

પ્રકાશના તરંગનું પ્રસરણ _____ ને આભારી છે.

વિકલ્પો: (a) શુંગ અને ગર્ત (b) સંધનન અને વિઘનન (c) ફક્ત સંધનન (d) ફક્ત વિઘનન

1.11.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) શુંગ અને ગર્ત

સમજૂતી: પ્રકાશ તરંગો એ ટ્રાન્સવર્સ ઇલેક્ટ્રોમેચેટિક તરંગો છે જે વૈકલ્પિક શુંગ અને ગર્ત દ્વારા પ્રસરે છે. સંધનન અને વિઘનન એ ધવનિ જેવા લોન્ગિટ્યુડિનલ તરંગો સાથે સંકળાયેલા છે.

મેમરી ટ્રીક: *Light = Transverse = Crest/Trough.*

1.12 પ્રશ્ન 1(12) [1 marks]

LASER વિકિરણ _____ છે.

વિકલ્પો: (a) બહુરંગી (b) એકરંગી (c) ઓછું તીવ્ર (d) આ પૈકી કોઈ નહીં

1.12.1 ઉકેલ

જવાબ: (b) એકરંગી

સમજૂતી: LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) એકરંગી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે, એટલે કે તેની એક જ ચોક્કસ તરંગલંબાઈ હોય છે. તે સુસંગત અને અત્યંત તીવ્ર પણ હોય છે.

મેમરી ટ્રીક: *LASER = Monochromatic, Coherent, Directional.*

1.13 પ્રશ્ન 1(13) [1 marks]

ક્ષો ફાઈબર લાંબી બેન્ડવિથ આપે છે?

વિકલ્પો: (a) સિંગલ મોડ (b) મલ્ટી મોડ સ્ટેપ ઇન્ડેક્સ (c) સ્ટેપ ઇન્ડેક્સ (d) આ પૈકી કોઈ નહીં

1.13.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) સિંગલ મોડ

સમજૂતી: સિંગલ મોડ ફાઈબરમાં ખૂબ જ નાનો કોર વ્યાસ હોય છે અને કેવળ એક જ મોડના પ્રકાશ પ્રસરણને મંજૂરી આપે છે, જે લઘૃતમ વિક્ષેપણ અને મહત્તમ બેન્ડવિથમાં પરીણમે છે. તેનો ઉપયોગ લાંબા અંતરના સંદેશાવ્યવહાર માટે થાય છે.

મેમરી ટ્રીક: *Single mode = Long distance, High bandwidth.*

1.14 પ્રશ્ન 1(14) [1 marks]

0.5 ન્યૂમેરિકલ એપર્ચર ધરાવતા ઓપ્ટિકલ ફાઈબરનો એક્સોપ્ટન્સ એંગલ કેટલો હોશે?

વિકલ્પો: (a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 15°

1.14.1 ઉકેલ

જવાબ: (a) 30°

સમજૂતી: એક્સોપ્ટન્સ અંગલ એ મહત્તમ કોણ છે જેના પર પ્રકાશ ઓપ્ટિકલ ફાઈબરમાં પ્રવેશ કરી શકે છે અને હજુ પણ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન દ્વારા પ્રસારિત થઈ શકે છે. તે ન્યૂમેરિકલ એપર્ચર પર આધાર રાખે છે, જે ફાઈબરની પ્રકાશ-એક્સોપ્ટન્સ ક્ષમતાનું માપ છે.

ગણતરી: ન્યૂમેરિકલ એપર્ચર (NA) એ એક્સોપ્ટન્સ અંગલ (θ_a) સાથે નીચેના સંબંધ દ્વારા જોડાયેલ છે:

$$NA = \sin(\theta_a)$$

$$0.5 = \sin(\theta_a)$$

$$\theta_a = \sin^{-1}(0.5) = 30^\circ$$

મેમરી ટ્રીક: $NA = \sin(\text{acceptance angle})$.

2 પ્રશ્ન 2

2.1 પ્રશ્ન 2(a)(1) [3 marks]

ચોક્સાઈ અને સચોટતા વચ્ચેનો તફાવત આપો.

2.1.1 ઉકેલ

કોષ્ટક 1: ચોક્સાઈ વિરુદ્ધ સચોટતા

ચોક્સાઈ (Accuracy)	સચોટતા (Precision)
સાચા/standard મૂલ્યની નજીકતા	માપનો એકબીજાની નજીકતા
માપનની યોગ્યતા દર્શાવે છે	પુનરસ્ત્પાદનક્ષમતા/સંગતતા દર્શાવે છે
વ્યવસ્થિત ગુટિઓ પર આધાર રાખે છે	સાધનની લઘુત્તમ માપ શક્તિ પર આધાર રાખે છે
ઉચ્ચ ચોક્સાઈ = ઓછી ગુટિ	ઉચ્ચ સચોટતા = મૂલ્યોએ એક જગ્યાએ એકત્ર
ઉદાહરણ: લક્ષ્ય કેન્દ્ર પર હણવું	ઉદાહરણ: એક જગ્યાએ એકત્રિત તીરો

સરખામણી ટેબલ:

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- માપન ચોક્કસ હોય વગર સચોટ હોઈ શકે છે (સતત ખોટા મૂલ્યો)
- માપન સચોટ હોય વગર ચોક્કસ હોઈ શકે છે (સાચા મૂલ્યની આસપાસ વિખરાયેલા)
- આદર્શ માપન ચોક્કસ અને સચોટ બંને હોય છે

ઉદાહરણ: જો સાચું મૂલ્ય = 10.0 cm હોય:

- ઉચ્ચ ચોક્સાઈ, ઉચ્ચ સચોટતા: 10.0, 10.1, 9.9 cm (સાચા નજીક, એકત્રિત)
- નીચી ચોક્સાઈ, ઉચ્ચ સચોટતા: 8.0, 8.1, 7.9 cm (ખોટું પણ સંગત)
- ઉચ્ચ ચોક્સાઈ, નીચી સચોટતા: 10.0, 12.0, 8.0 cm (સરેરાશ સાચું, વિખરાયેલા)

મેમરી ટ્રીક: Accuracy = Correctness, Precision = Consistency.

2.2 પ્રશ્ન 2(a)(2) [3 marks]

માઇકોમીટર સ્કુડ્યૂરા માપવામાં આવતા ગોળાનો વ્યાસ નક્કી કરવા, મુખ્ય માપપદ્ધીનું માપ 5 mm અને વર્તુળકાર માપપદ્ધીનો 50 મો વિભાગ બેજ લાઇન સાથે મેળ ખાય છે. આ સાધનની લ.મા.શ 0.01 mm છે.

2.2.1 ઉકેલ

આપેલ માહિતી:

- મુખ્ય માપપદ્ધી વાંચન (MSR) = 5 mm
- વર્તુળકાર માપપદ્ધી વિભાગ (CSD) = 50
- લઘૃતમ માપ શક્તિ (LC) = 0.01 mm

સૂત્ર: માઇકોમીટર સ્કુડ્યૂર માટે, કુલ વાંચન એ મુખ્ય માપપદ્ધી વાંચન અને વર્તુળકાર માપપદ્ધી વિભાગ અને લઘૃતમ માપ શક્તિના ગુણકારનો સરવાળો છે:

$$\text{Reading} = \text{MSR} + (\text{CSD} \times \text{LC})$$

મુખ્ય માપપદ્ધી વાંચન પૂર્ણાંક મિલિમીટર આપે છે, જ્યારે વર્તુળકાર માપપદ્ધી અપૂર્ણાંક ભાગ આપે છે. લઘૃતમ માપ શક્તિ (0.01 mm) એટલે કે દરેક વર્તુળકાર માપ વિભાગ 0.01 mm દર્શાવે છે. જ્યારે 50મો વિભાગ બેજલાઇન સાથે મેળ ખાય છે, તે મુખ્ય માપપદ્ધી વાંચનથી વધારાના 0.50 mm સૂચવે છે.

ગણતરી:

$$\text{Diameter} = 5 + (50 \times 0.01)$$

$$\text{Diameter} = 5 + 0.50 = 5.50 \text{ mm}$$

જવાબ: ગોળાનો વ્યાસ 5.50 mm છે. સાધનની લઘૃતમ માપ શક્તિને કારણે આ માપન 0.01 mm ની ચોકસાઈ ધરાવે છે.

મેમરી ટ્રીક: $MSR + (CSD \times LC) = \text{Total Reading}.$

2.3 પ્રશ્ન 2(a)(3) [3 marks]

જ્યારે 4 μF કેપેસિટન્સ ધરાવતા કેપેસિટરને 12 volt બેટરી સાથે જોડતા કેપેસિટરની બંને પ્લેટ પર સંગ્રહિત થતાં વિદ્યુતભારના જથ્થાની ગણતરી કરો.

2.3.1 ઉકેલ

આપેલ માહિતી:

- કેપેસિટન્સ, $C = 4 \mu\text{F} = 4 \times 10^{-6} \text{ F}$
- વોલ્ટેજ, $V = 12 \text{ V}$

સૂત્ર: કેપેસિટર પર સંગ્રહિત થતો ભાર આપવામાં આવે છે:

$$Q = CV$$

જ્યાં Q એ કુલંબમાં ભાર છે, C એ ફેરાડમાં કેપેસિટન્સ છે, અને V એ વોલ્ટમાં સંભવિત તફાવત છે. આ મૂળભૂત સંબંધ દર્શાવે છે કે સંગ્રહિત ભાર કેપેસિટન્સ અને વોલ્ટેજ બંનેના સીધા પ્રમાણમાં છે. કેપેસિટર તેની પ્લેટો વર્ચ્યો વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે.

ગણતરી:

$$Q = 4 \times 10^{-6} \times 12$$

$$Q = 48 \times 10^{-6} C$$

$$Q = 48 \mu C$$

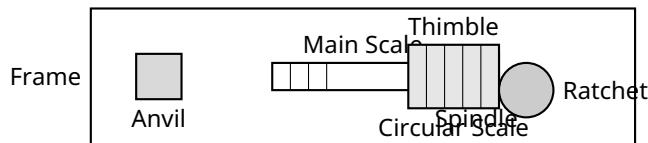
જવાબ: બંને પ્લેટ પર સંગ્રહિત થયેલા વિદ્યુતભારનું પ્રમાણ **48 μC** છે. નોંધ કરો કે એક પ્લેટ પર **+48 μC** અને બીજું પર **-48 μC** છે, જે ચોખ્ખો ભાર શૂન્ય બનાવે છે, પરંતુ દરેક પ્લેટ સમાન માત્રાનો ભાર સંગ્રહિત કરે છે.

મેમરી ટ્રીક: $Q = CV$ (Charge = Capacitance \times Voltage).

2.4 પ્રશ્ન 2(b)(1) [4 marks]

ઘોંય નામકરણ સાથે માઇકોમીટર સ્કૂ ગેજની આકૃતિ દોરો.

2.4.1 ઉકેલ



આકૃતિ 1: માઇકોમીટર સ્કૂ ગેજ

આકૃતિ:

મુખ્ય ભાગો:

1. ફ્રેમ (Frame): C આકારનું કઠળ શરીર જે બધા ભાગોને પકડી રાખે છે
2. એન્વિલ (Anvil): સ્થિર છેડો જેની સામે વસ્તુ મૂકવામાં આવે છે
3. સ્પિન્ડલ (Spindle): ગતિશીલ ભાગ જે એન્વિલ તરફ આગળ વધે છે
4. સ્લીવ (Sleeve) - મુખ્ય માપપદ્ધી: મિલિમીટર વિભાગો બતાવે છે
5. થિમ્બલ (Thimble) - વર્ગળાકાર માપપદ્ધી: અંશ વિભાગો બતાવે છે (0-50 અથવા 0-100)
6. રેચેટ (Ratchet): માપન દરમિયાન એકરૂપ દબારા સુનિશ્ચિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક: Frame-Anvil-Spindle-Sleeve-Thimble-Ratchet (FASSTR).

2.5 પ્રશ્ન 2(b)(2) [4 marks]

વર્ણિયર કેલિપર્સ માટે ઘોંય આકૃતિ સાથે શૂન્ય, ધન અને ઋણ નુટીઓ સમજાવો અને આ પ્રકારની નુટીઓ દૂર કરવા માટેના જરૂરી પગલાંની યાદી બનાવો.

2.5.1 ઉકેલ

તુટીના પ્રકારો:

- શૂન્ય તુટિ:** જ્યારે જડબા બંધ હોય, જો વર્નિયર માપપદ્ધીનો શૂન્ય મુખ્ય માપપદ્ધીના શૂન્ય સાથે સંપાત થતો ન હોય, તો સાધનમાં શૂન્ય તુટિ હોય છે.
- ધન શૂન્ય તુટિ:** જ્યારે વર્નિયર માપપદ્ધીનો શૂન્ય મુખ્ય માપપદ્ધીના શૂન્યની જમણી બાજુએ હોય. વાંચન વાસ્તવિક કરતાં વધુ હોય છે, તેથી આપણો તુટિ બાદ કરીએ છીએ.
- અણ શૂન્ય તુટિ:** જ્યારે વર્નિયર માપપદ્ધીનો શૂન્ય મુખ્ય માપપદ્ધીના શૂન્યની ડાબી બાજુએ હોય. વાંચન વાસ્તવિક કરતાં ઓફ્ફ હોય છે, તેથી આપણો તુટિ ઉમેરીએ છીએ.

તુટિઓ દૂર કરવાના પગલાં:

- જબડા બંધ હોય ત્યારે શૂન્ય તુટિ નોંધો
- ધન તુટ માટે: માપેલા વાંચનમાંથી તુટિ બાદ કરો
- અણ તુટ માટે: માપેલા વાંચનમાં તુટિ ઉમેરો
- સૂત્ર: સુધારેલું વાંચન = માપેલું વાંચન - શૂન્ય તુટિ
- જો શૂન્ય તુટિ ચાલુ રહે, તો સાધનને ટેકનિશિયન દ્વારા કેલિબ્રેશનની જરૂર છે

મેમરી ટ્રીક: Positive error = Subtract, Negative error = Add.

2.6 પ્રશ્ન 2(b)(3) [4 marks]

સાદા લોલકનો આવર્તકાળ શોધવાના પ્રયોગમાં અવલોકનો 1.96 s , 1.98 s , 2.00 s , 2.02 s , 2.04 s છે. નિરપેક્ષ તુટિ, સરેરાશ નિરપેક્ષ તુટિ, સાપેક્ષ તુટિ અને પ્રતિશત તુટિની ગણતરી કરો.

2.6.1 ઉકેલ

આપેલ માહિતી: અવલોકનો: $T_1 = 1.96 \text{ s}$, $T_2 = 1.98 \text{ s}$, $T_3 = 2.00 \text{ s}$, $T_4 = 2.02 \text{ s}$, $T_5 = 2.04 \text{ s}$

ગણતરીઓ:

સરેરાશ મૂલ્ય: સરેરાશ મૂલ્ય એ બધા અવલોકનોનો અંકગણિત સરેરાશ છે:

$$T_{mean} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} = \frac{1.96 + 1.98 + 2.00 + 2.02 + 2.04}{5} = \frac{10.00}{5} = 2.00 \text{ s}$$

આ આવર્તકાળનું સૌથી સંભવિત મૂલ્ય રજૂ કરે છે.

નિરપેક્ષ તુટિઓ: પ્રત્યેક અવલોકન માટે નિરપેક્ષ તુટિ એ સરેરાશમાંથી નિરપેક્ષ તફાવત છે:

$$\Delta T_1 = |T_{mean} - T_1| = |2.00 - 1.96| = 0.04 \text{ s}$$

$$\Delta T_2 = |2.00 - 1.98| = 0.02 \text{ s}$$

$$\Delta T_3 = |2.00 - 2.00| = 0.00 \text{ s}$$

$$\Delta T_4 = |2.00 - 2.02| = 0.02 \text{ s}$$

$$\Delta T_5 = |2.00 - 2.04| = 0.04 \text{ s}$$

સરેરાશ નિરપેક્ષ તુટિ: સરેરાશ નિરપેક્ષ તુટિ એ બધી વ્યક્તિગત નિરપેક્ષ તુટિઓનો સરેરાશ છે:

$$\Delta T_{mean} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \Delta T_4 + \Delta T_5}{5} = \frac{0.04 + 0.02 + 0.00 + 0.02 + 0.04}{5} = \frac{0.12}{5} = 0.024 \text{ s}$$

આ આપણા માપનમાં અનિશ્ચિતતા દર્શાવે છે.

સાપેક્ષ તુટિ: સાપેક્ષ તુટિ એ સરેરાશ નિરપેક્ષ તુટિ અને સરેરાશ મૂલ્યનો ગુણોત્તર છે:

$$\text{Relative Error} = \frac{\Delta T_{mean}}{T_{mean}} = \frac{0.024}{2.00} = 0.012$$

આ એક પરિમાળવિહીન રાશિ છે જે ભાગલક્ષી અનિશ્ચિતતા દર્શાવે છે.

પ્રતિશત તુટિ: પ્રતિશત તુટિ સાપેક્ષ તુટિને ટકાવારી તરીકે વ્યક્ત કરે છે:

$$\text{Percentage Error} = \text{Relative Error} \times 100\% = 0.012 \times 100\% = 1.2\%$$

જવાબો:

- સરેરાશ નિરપેક્ષ તુટિ = 0.024 s
- સાપેક્ષ તુટિ = 0.012
- પ્રતિશત તુટિ = 1.2%

મહત્વ: 1.2% ની પ્રતિશત તુટિ આપણા માપનોમાં ઉચ્ચ સચોટાતા દર્શાવે છે. પ્રયોગ ઓછામાં ઓછી રેન્ડમ તુટિઓ સાથે કાળજીપૂર્વક હાથ ધરવામાં આવ્યો હતો.

મેમરી ટ્રીક: Mean // Absolute // Relative // Percentage.

3 પ્રશ્ન 3

3.1 પ્રશ્ન 3(a)(1) [3 marks]

વ્યાખ્યાયિત કરો: વિદ્યુત ફલકસ, વિદ્યુતક્ષેત્ર, વીજસ્થિતિમાનનો તફાવત

3.1.1 ઉકેલ

વ્યાખ્યાઓ:

વિદ્યુત ફલકસ (Φ_E): સપાઠી દ્વારા પસાર થતી વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાઓની કુલ સંખ્યાને વિદ્યુત ફલકસ કહે છે. ગણિતીય રીતે, $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \theta$, જ્યાં θ એ ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રફળ સંદર્ભને કોણ છે. SI એકમ: $N \cdot m^2/C$ અથવા $V \cdot m$.

વિદ્યુતક્ષેત્ર (\vec{E}): કોઈ બિંદુ પર વિદ્યુતક્ષેત્ર એ તે બિંદુએ મૂકેલા એકમ ધન ભાર દ્વારા અનુભવાતું બળ છે. તેને $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે, જ્યાં q_0 નાનો પરીક્ષણ ભાર છે. SI એકમ: N/C અથવા V/m . દિશા: ધન ભારથી દૂર, અણ ભાર તરફ.

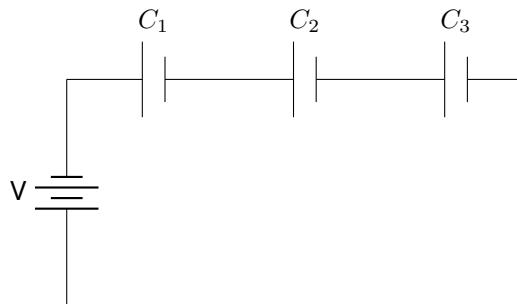
સ્થિતિમાન તફાવત (V): બે બિંદુઓ વચ્ચેનો સ્થિતિમાન તફાવત એ નાના ધન ભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી ખસેડવામાં એકમ ભાર દીઠ કરવામાં આવતું કાર્ય છે. ગણિતીય રીતે, $V = W/q$. SI એકમ: Volt (V) અથવા Joule/Coulomb (J/C). તે એકમ ભાર દીઠ ઊર્જા રજૂ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક: Flux = Field lines, Field = Force/charge, Potential = Work/charge.

3.2 પ્રશ્ન 3(a)(2) [3 marks]

જ્યારે ત્રણ જુદા જુદા કેપેસિટોને શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે જરૂરી સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે સમકક્ષ કેપેસિટેન્સ માટેનું સૂત્ર મેળવો.

3.2.1 ઉકેલ



આકૃતિ 2: શ્રેણીમાં ત્રણ કેપેસિટર

સર્કિટ આકૃતિ:

વ્યુત્પત્તિ: શ્રેણીમાં કેપેસિટર માટે:

- બધા કેપેસિટર પર સમાન ભાર Q
- કુલ વોલ્ટેજ $V = V_1 + V_2 + V_3$
- દરેક માટે: $V_1 = Q/C_1, V_2 = Q/C_2, V_3 = Q/C_3$
- સમકક્ષ માટે: $V = Q/C_{eq}$

બદલી કરતાં:

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

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

પરિણામ: n કેપેસિટર શ્રેણીમાં માટે: $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$

મેમરી ટ્રીક: Series: Add reciprocals (like resistors in parallel).

3.3 પ્રશ્ન 3(a)(3) [3 marks]

વ્યાખ્યાયિત કરો: ઇન્ફાસોનિક ધવનિ, શ્રાવ્ય ધવનિ, અલ્ટ્રાસોનિક ધવનિ

3.3.1 ઉકેલ

વ્યાખ્યાઓ:

ઇન્ફાસોનિક ધવનિ: 20 Hz થી નીચે આવૃત્તિ ધરાવતા ધવનિ તરંગોને (માનવ શ્રવણ વિસ્તારથી નીચે) ઇન્ફાસોનિક અથવા સબસોનિક ધવનિ કહે છે. ઉદાહરણો: ભૂકૂપ તરંગો, વહેલનો અવાજ, હાથીનો સંદેશાવ્યવહાર. માનવી આને સાંભળી શકતા નથી પરંતુ કંપનો અનુભવી શકે છે. ઉપયોગ: ભૂસ્તરશાસ્ત્રીય અભ્યાસ, પ્રાણી વર્તન સંશોધન.

આવ્ય ધ્વનિ: 20 Hz થી 20,000 Hz (20 kHz) ની આવૃત્તિ વિસ્તાર ધરાવતા ધ્વનિ તરંગો જે સામાન્ય માનવ કાન દ્વારા શોધી શકાય છે તેને આવ્ય ધ્વનિ કહે છે. આ માનવ શ્રવણની વિસ્તાર છે. મોટાભાગની વાણી 250 Hz થી 6000 Hz વચ્ચે થાય છે. સંગીત વાયો આ વિસ્તારમાં ધ્વનિ ઉત્પત્ત કરે છે.

અલ્ટ્રાસોનિક ધ્વનિ: 20 kHz થી ઉપરની આવૃત્તિ ધરાવતા ધ્વનિ તરંગોને (માનવ શ્રવણ વિસ્તારથી ઉપર) અલ્ટ્રાસોનિક ધ્વનિ કહે છે. ઉદાહરણો: શ્વાનની સીટી (25 kHz), ચામાચીડિયાની નેવિગેશન (100 kHz સુધી), તબીબી અલ્ટ્રાસાઉન્ડ (1-18 MHz). ઉપયોગો: SONAR, તબીબી ઇમેજિંગ, સફાઈ, વેલ્ડિંગ, અંતર માપન.

મેમરી ટ્રીક: *Infra < 20 Hz, Audible = 20 Hz - 20 kHz, Ultra > 20 kHz.*

3.4 પ્રશ્ન 3(b)(1) [4 marks]

સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર માટે $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ સાબિત કરો.

3.4.1 ઉકેલ

રચના: સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર જેમાં:

- પ્લેટ ક્ષેત્રફળ = A
- પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર = d
- પ્લેટો પરનો ભાર = $+Q$ અને $-Q$
- મુક્ત અવકાશની પરવાનગીતા = ϵ_0

વ્યુત્પત્તિ:

પગલું 1 - વિદ્યુતક્ષેત્ર: સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર માટે, પ્લેટો વચ્ચે વિદ્યુતક્ષેત્ર સમાન છે. સપાટી ભાર ઘનતા σ ધરાવતા વાહક માટે ગૌસના નિયમનો ઉપયોગ કરીને, વિદ્યુતક્ષેત્ર છે: $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$ જ્યાં $\sigma = Q/A$ સપાટી ભાર ઘનતા છે. આ ક્ષેત્ર ઘન થી ઝાણ પ્લેટ તરફ નિર્દેશ કરે છે અને પ્લેટો વચ્ચેની આખી જગ્યામાં સતત રહે છે.

પગલું 2 - સ્થિતિમાન તફાવત: પ્લેટો વચ્ચેનો સ્થિતિમાન તફાવત એ એકમ ભાર એક પ્લેટથી બીજી પ્લેટ તરફ ખસેડવામાં કરવામાં આવતું કાર્ય છે. કારણ કે ક્ષેત્ર સમાન છે: $V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$ આ સંબંધ દર્શાવે છે ક પ્લેટ અંતર અને ભાર સાથે વોલ્ટેજ રેખીય રીતે વધે છે.

પગલું 3 - કેપેસિટન્સ: વ્યાખ્યા પ્રમાણે, કેપેસિટન્સ $C = \frac{Q}{V}$. વોલ્ટેજ માટેના સમીકરણને બદલી કરતાં:

$$C = \frac{Q}{\frac{Qd}{\epsilon_0 A}} = \frac{Q\epsilon_0 A}{Qd} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

પરિણામ:

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

આ દર્શાવે છે કે કેપેસિટન્સ:

- પ્લેટ ક્ષેત્રફળ A ના સીધા પ્રમાણમાં છે: મોટું ક્ષેત્રફળ વધુ ભાર સંગ્રહિત કરે છે
- અંતર d ના વિપરીત પ્રમાણમાં છે: નજીકની પ્લેટો મજબૂત ક્ષેત્ર બનાવે છે
- ભાર Q અથવા વોલ્ટેજ V થી સ્વતંત્ર છે: કેપેસિટન્સ ભૌમિક ગુણધર્મ છે

મેમરી ટ્રીક: $C = \epsilon A/d$ (Epsilon-Area/distance).

3.5 પ્રશ્ન 3(b)(2) [4 marks]

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ સૂચિબદ્ધ કરો.

3.5.1 ઉકેલ

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતાઓ:

- ઉદ્ભવ અને સમાપ્તિ:** વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ ઘન ભારથી શરૂ થાય છે અને આણ ભાર પર સમાપ્ત થાય છે. આણ ભારની ગેરહાજરીમાં, તેઓ અનંત સુધી વિસ્તરે છે.
- દિશા:** કોઈપણ બિંદુ પર ક્ષેત્ર રેખાની સ્પર્શર્થિબા તે બિંદુ પર વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા આપે છે. ક્ષેત્ર +ve થી દૂર અને -ve તરફ નિર્દેશ કરે છે.
- છેદન નથી:** બે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ ક્યારેથે એકબીજાને છેદતી નથી. જો તેઓ છેદે, તો છેદબિંદુ પર વિદ્યુતક્ષેત્રની બે દિશાઓ હશે, જે અશક્ય છે.
- ઘનતા અને તાકાત:** એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ ક્ષેત્ર રેખાઓની સંખ્યા (ઘનતા) વિદ્યુતક્ષેત્રના પરિમાણના પ્રમાણમાં છે. નજીકની રેખાઓ મજબૂત ક્ષેત્ર દર્શાવે છે.
- લંબતા:** સંતુલનમાં વાહકની સપાઠી સાથે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ હંમેશા લંબ હોય છે. વાહકની અંદર, વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે.
- સાતત્ય:** ક્ષેત્ર રેખાઓ કોઈ તૂટક વગરની સતત વક છે. તેઓ ખાલી જગ્યામાં શરૂ અથવા સમાપ્ત થતી નથી (અનંત સિવાય).
- સમપ્રમાણતા:** સમપ્રમાણ ભાર વિતરણ માટે, ક્ષેત્ર રેખાઓ અનુરૂપ સમપ્રમાણતા દર્શાવે છે. ઉદાહરણ: બિંદુ ભાર માટે રેડિયલ રેખાઓ, અનંત સમતલ માટે સમાંતર રેખાઓ.
- ભૌતિક નથી:** ક્ષેત્ર રેખાઓ કલ્પનાશીલ રેખાઓ છે જેનો ઉપયોગ દૃશ્યાવલોકન માટે થાય છે. તેઓ ભારોના વાસ્તવિક ભૌતિક માર્ગનું પ્રતિનિધિત્વ કરતી નથી.

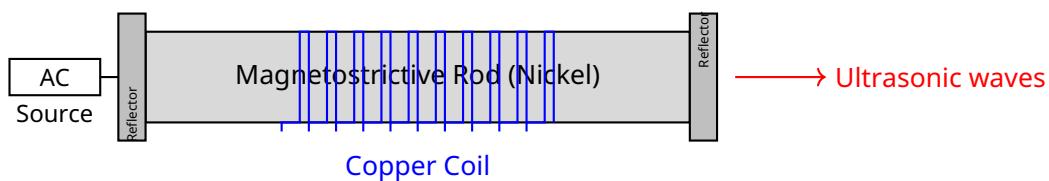
મેમરી ટ્રીક: +ve to -ve, Never cross, Density = Strength, Perpendicular to surfaces.

3.6 પ્રશ્ન 3(b)(3) [4 marks]

અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોના ઉત્પાદન માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી મેગ્નોસ્ટ્રિક્શન પદ્ધતિની રૂચના અને કાર્યપદ્ધતિનું વર્ણન કરો.

3.6.1 ઉકેલ

સિદ્ધાંત: મેગ્નોસ્ટ્રિક્શન એ ફેરોમેગ્નેટિક પદાર્થો (લોયન્ડ, નિકલ, કોબાલ્ટ)નો ગુણધર્મ છે જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેમના પરિમાણો બદલાય છે. જ્યારે ક્ષેત્ર બદલાય છે, ત્યારે પદાર્થ વિસ્તરે છે અથવા સંકોચાય છે, યાંત્રિક કંપનો ઉત્પત્ત કરે છે.



આકૃતિ 3: મેગ્નોસ્ટ્રિક્શન અલ્ટ્રાસોનિક જનરેટર

રૂચના આકૃતિ:

રચના ભાગો:

- મેઝેટોસ્ટ્રોક્લિટિવ સણિયો: ફેરોમેઝેટિક પદાર્થની સણિયો (નિકલ અથવા લોખડ-નિકલ મિશ્રધાતુ) જે કંપન કરે છે
- કોઇલ: સણિયાની આસપાસ લ્યેટેલી ઇન્સ્યુલેટેડ તાંબાના તારની કોઇલ જે ચુંબકીય ક્ષેત્ર બનાવે છે
- AC સોત: ઉચ્ચ-આવૃત્તિ વૈકલ્પિક પ્રવાહ (20-100 kHz) પાવર સપ્લાઇ
- પરાવર્તક પ્લેટ્સ: તરંગોને પરાવર્તિત અને કેન્દ્રિત કરવા છેડે ઘાતુની પ્લેટ્સ

કાર્યપદ્ધતિઃ

1. કોઇલમાંથી AC પ્રવાહ વહે છે, વૈકલ્પિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર બનાવે છે
2. મેઝેટોસ્ટ્રોક્લિટિવ સણિયો AC ની આવૃત્તિ પર સામયિક વિસ્તરરણ અને સંકોચન પસાર કરે છે
3. જ્યારે આવૃત્તિ સણિયાની કુદરતી આવૃત્તિ (અનુનાદ) સાથે મેળ ખાય છે, મહત્તમ કંપનો થાય છે
4. આ ચાંત્રિક કંપનો આસપાસના માધ્યમમાં અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પત્ત કરે છે
5. સણિયાની લંબાઈ L એવી પસંદ કરવામાં આવે છે કે અનુનાદ માટે $L = n\lambda/2$

ફાયદા: ઉચ્ચ શક્તિ અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો, સરળ રચના, વિશ્વસનીય કામગીરી.

ગેરફાયદા: નીચી અલ્ટ્રાસોનિક આવૃત્તિઓ ($< 100 \text{ kHz}$) સુધી મર્યાદિત, ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ પર કાર્યક્ષમતા ઘટે છે, સણિયાનું ગરમ થવું.

ઉપયોગો: અલ્ટ્રાસોનિક સફાઈ, ડ્રિલિંગ, વેલિંગ, SONAR સિસ્ટમ્સ.

મેમરી ટ્રીક: Magnetic field \square Dimension change \square Vibrations \square Ultrasound.

4 પ્રશ્ન 4

4.1 પ્રશ્ન 4(a)(1) [3 marks]

એક રેડિઓસ્ટેશન 100 MHz આવૃત્તિવાળા તરંગોનું ઉત્સર્જન કરે છે. જો આ તરંગોની ઝડપ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ હોય તો તેની તરંગલંબાઈ શોધો.

4.1.1 ઉકેલ

આપેલ માહિતી:

- આવૃત્તિ, $f = 100 \text{ MHz} = 100 \times 10^6 \text{ Hz} = 10^8 \text{ Hz}$
- તરંગની ઝડપ, $v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

સૂત્ર: બધા વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો માટે તરંગની ઝડપ, આવૃત્તિ અને તરંગલંબાઈ વર્ણનો મૂળભૂત સંબંધ:

$$v = f\lambda$$

જ્યાં v તરંગની ઝડપ m/s માં, f આવૃત્તિ Hz માં, અને λ (lambda) તરંગલંબાઈ મીટરમાં છે. આ સમીકરણ દર્શાવે છે કે આપેલ તરંગ ઝડપ માટે તરંગલંબાઈ અને આવૃત્તિ વિપરીત પ્રમાણમાં છે. વધુ આવૃત્તિનો અર્થ નાની તરંગલંબાઈ અને પ્રત્યેકનું ઉલ્લંઘન કરી શકતું નથી.

ગણતરી: તરંગલંબાઈ મેળવવા સૂત્રને પુનઃરચના કરતાં:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{10^8 \text{ Hz}} = 3 \text{ m}$$

જવાબ: રેડિઓ સિગલ્સની તરંગલંબાઈ 3 મીટર છે. આ વિદ્યુતચુંબકીય સ્પેક્ટ્રમના રેડિઓ તરંગ પ્રદેશમાં છે, પ્રસારણ માટે આદર્શ કારણ કે: (1) આ તરંગો વાયુમંડળ દ્વારા લાંબા અંતર સુધી મુસાફરી કરી શકે છે, (2) ઈમારતો અને અવરોધોમાં પ્રવેશી શકે છે, (3) યોગ્ય આકારની એન્ટેનાની જરૂર (quarter-wavelength = 75 cm), અને (4) અવરોધોની આસપાસ સારા વિર્વત્તન ગુણધર્મો.

મેમરી ટ્રીક: $\lambda = v/f$ (wavelength = speed/frequency).

4.2 પ્રશ્ન 4(a)(2) [3 marks]

સ્નેલનો નિયમ જણાવો અને માધ્યમનો વકીભવનાંક સમજાવો.

4.2.1 ઉકેલ

સ્નેલનો નિયમ: જ્યારે પ્રકાશ કિરણ એક માધ્યમમાંથી બીજા માધ્યમમાં પસાર થાય છે, ત્યારે આપાતન કોણની સાઇન અને વકીભવનના કોણની સાઇનનો ગુણોત્તર અચયળ રહે છે. ગણિતીય રીતે:

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

અથવા: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
જ્યાં i આપાતન કોણ, r વકીભવનનો કોણ, n_1 અને n_2 માધ્યમ 1 અને 2 ના વકીભવનાંક છે.

વકીભવનાંક: માધ્યમનો વકીભવનાંક (n) એ શૂન્યમાં પ્રકાશની ઝડપ અને તે માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપનો ગુણોત્તર છે:

$$n = \frac{c}{v}$$

જ્યાં $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ શૂન્યમાં પ્રકાશની ઝડપ, અને v માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ છે. વકીભવનાંક પરિમાણવિહીન છે અને હંમેશા ≥ 1 . વધુ વકીભવનાંક એટલો કે પ્રકાશ તે માધ્યમમાં ધીમો ચાલે છે અને વિરલ માધ્યમમાંથી પ્રવેશતા સમયે લંબ તરફ વધુ વળે છે.

ઉદાહરણો:

- હવા: $n \approx 1.0003 \approx 1$
- પાણી: $n \approx 1.33$
- કાચ: $n \approx 1.5$
- હીરો: $n \approx 2.42$

મેમરી ટ્રીક: $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$, $n = c/v$.

4.3 પ્રશ્ન 4(a)(3) [3 marks]

સરખામણી કરો: સામાન્ય પ્રકાશ અને LASER

4.3.1 ઉકેલ

કોષ્ટક 2: સામાન્ય પ્રકાશ નિ. LASER

સામાન્ય પ્રકાશ	LASER
બહુવર્ણી (અનેક તરંગલંબાઈ)	એકવર્ણી (એક તરંગલંબાઈ)
અસંગત (રેન્ડમ ફેઝ)	સંગત (અચયળ ફેઝ સંબંધ)
અપસારી કિરણપુંજ (ફેલાય છે)	અત્યંત દિશાત્મક (સમાંતર કિરણ)
ઓછી તીવ્રતા	ખૂબ ઉચ્ચ તીવ્રતા
ઉદાહરણ: બદ્ધ, સૂર્યપ્રકાશ	ઉદાહરણ: He-Ne laser, CO ₂ laser
ઉપયોગો: સામાન્ય લાઇટિંગ	ઉપયોગો: શસ્ત્રકિયા, કાર્ટિંગ, સંચાર

સરખામણી ટેબલ:

મુખ્ય તફાવતો:

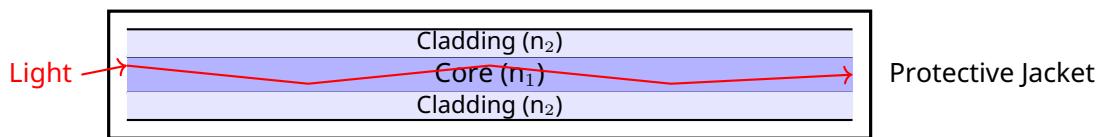
- એકવણીયતા:** LASER એક રૂપ/તરંગલંબાઈ ઉત્સર્જિત કરે છે, સામાન્ય પ્રકાશમાં રંગાનું મિશ્રણ હોય છે
- સંગતતા:** LASER તરંગો ફેઝમાં હોય છે, સામાન્ય પ્રકાશ તરંગોનો રેન્ડમ ફેઝ હોય છે
- દિશાત્મકતા:** LASER અત્યંત દિશાત્મક છે, સામાન્ય પ્રકાશ બધી દિશામાં ફેલાય છે
- તીવ્રતા:** LASER કેન્દ્રિત ઉચ્ચ તીવ્રતા ધરાવે છે, સામાન્ય પ્રકાશ ઓછી સુતીવ્રતા ધરાવે છે

મેમરી ટ્રૈક: *LASER = Monochromatic + Coherent + Directional + Intense.*

4.4 પ્રશ્ન 4(b)(1) [4 marks]

જરૂરી આફ્ટિ સાથે ઓપ્ટિકલ ફાઇબરની રચના દર્શાવો.

4.4.1 ઉકેલ



આફ્ટિ 4: ઓપ્ટિકલ ફાઇબર રચના

રચના આફ્ટિ:

ભાગો:

- કોર:** ઉચ્ચ વક્તીભવનાંક (n_1) સાથે મધ્ય સિલિન્ડર. પ્રકાશ કોર દ્વારા સંપૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન દ્વારા મુસાફરી કરે છે. વ્યારા: 8-10 μm (single mode) અથવા 50-100 μm (multimode).
- કલેર્ડિંગ:** નીચા વક્તીભવનાંક ($n_2 < n_1$) સાથે કોરની આસપાસ. સંપૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન સુનિશ્ચિત કરે છે અને પ્રકાશ લીકેજ રોકે છે. જાડાઈ: સામાન્ય રીતે 125 μm .
- સંરક્ષક જેકેટ:** બાહ્ય પોલિમર કોટિંગ ફાઇબરને ભૌતિક નુકસાન, ભેજ અને યાંત્રિક તાણથી સુરક્ષિત કરે છે.

કાર્ય સિદ્ધાંત: પ્રકાશ કોર-કલેર્ડિંગ સીમા પર સંપૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન દ્વારા કોર દ્વારા મુસાફરી કરે છે અને આવશ્યક શરતો: $n_1 > n_2$ અને આપાતન કોણ $>$ કોટિક કોણ.

મેમરી ટ્રૈક: *Core (high n) + Cladding (low n) + Jacket = Fiber.*

4.5 પ્રશ્ન 4(b)(2) [4 marks]

ઇજનેરી અને મેડિકલ ક્ષેત્રે LASER ના ઉપયોગોની યાદી આપો.

4.5.1 ઉકેલ

ઇજનેરી ઉપયોગો:

1. સામગ્રી પ્રક્રિયા: ધાતુ અને પ્લાસ્ટિકનું ઉચ્ચ ચોક્સાઈઝ સાથે laser કટિંગ, વેણિંગ, ડ્રિલિંગ
2. સંચાર: લાંબા અંતર પર હાઇ-સ્પીડ ડેટા પ્રસારણ માટે ફાઇબર ઓપ્ટિક સંચાર
3. માપન: અંતર માપન (LIDAR), બાંધકામમાં સરેખણ, સર્વેક્ષણ
4. ઉત્પાદન: 3D printing, laser engraving, સપાટી સારવાર અને સપ્તીકરણ
5. હોલોગ્રાફી: સુરક્ષા અને પ્રદર્શન માટે 3D હોલોગ્રામ બનાવવા
6. બારકોડ સ્કેનિંગ: રિટેલ ચેકઆઉટ સિસ્ટમ્સ અને ઇન્વેન્ટરી મેનેજમેન્ટ
7. સંરક્ષણ: Laser guided missiles, range finders, target designation

તબીબી ઉપયોગો:

1. શસ્ત્રક્રિયા: રક્તહીન કટિંગ, ચોક્કસ પેશી દૂર કરવા માટે laser scalpel
2. નેત્રવિજ્ઞાન: દ્રષ્ટિ સુધારણા માટે LASIK આંખની શસ્ત્રક્રિયા, રેટિના સમારકામ
3. ચર્મરોગવિજ્ઞાન: ટેટૂ દૂર કરવું, ત્વચા પુનરૂત્થાન, વાળ દૂર કરવા
4. દંતચિકિત્સા: પોલાણ સારવાર, પેઢાની શસ્ત્રક્રિયા, દાંત સફેદ કરવા
5. કેન્સર સારવાર: ગાંઠ દૂર કરવી, photodynamic therapy
6. નિદાન: Laser microscopy, રક્ત વિશ્લેષણ, પેશી imaging
7. સૌંદર્ય: સરસ ઘટાડો, ડાધ સારવાર

ફાયદા: ઉચ્ચ ચોક્સાઈઝ, ન્યૂનતમ રક્તસ્વાવ, ઝડપી હીલિંગ, ઘટાડેલું ચેપનું જોખમ, બિન-સંપર્ક કામગીરી.

મેમરી ટ્રીક: Engineering: Cut-Weld-Communicate-Measure. Medical: Surgery-Eye-Skin-Cancer.

4.6 પ્રશ્ન 4(b)(3) [4 marks]

P-type અને N-type અર્દ્વાહકો સમજાવો.

4.6.1 ઉકેલ

N-Type અર્દ્વાહક:

- ડોફિંગ: શુદ્ધ અર્દ્વાહક (Si અથવા Ge) ને પંચસંયોજી અશુદ્ધ (P, As, Sb) સાથે ડોપ કરવામાં આવે છે
- બહુમતી વાહકો: ઇલેક્ટ્રોન (દાતા અણુઓમાંથી મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન)
- લઘુમતી વાહકો: હોલ
- દાતા અણુઓ: પંચસંયોજી અણુઓ વધારાનું ઇલેક્ટ્રોન દાન કરે છે
- ભાર: એકદરે વિદ્યુત તત્ત્વ પરંતુ ઇલેક્ટ્રોન-સમૃદ્ધ

P-Type અર્ધવાહક:

- ડોપિંગ: શુદ્ધ અર્ધવાહક ત્રિસંયોજી અશુદ્ધિ (B, Al, Ga, In) સાથે ડોપ કરવામાં આવે છે
- બહુમતી વાહકો: હોલ (ઇલેક્ટ્રોનની ગેરહાજરી)
- લઘુમતી વાહકો: ઇલેક્ટ્રોન
- સ્વીકારક અણુઓ: ત્રિસંયોજી અણુઓ ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારે છે, હોલ બનાવે છે
- ભાર: એકંદરે વિદ્યુત તત્ત્વ પરંતુ હોલ-સમૃદ્ધ

સરખામણી:

- N-type પાસે વધારાના ઇલેક્ટ્રોન, P-type પાસે વધારાના હોલ
- N-type Group V તત્ત્વો વાપરે છે, P-type Group III તત્ત્વો વાપરે છે
- બંને વિદ્યુત રીતે તત્ત્વ છે
- બંનેની વાહકતા શુદ્ધ અર્ધવાહક કરતાં વધુ છે

ઉપયોગો: ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર, સૌર કોષો, LED અને અન્ય અર્ધવાહક ઉપકરણોમાં PN જંકશન બનાવવા માટે વપરાય છે.

મેમરી ટ્રીક: $N = \text{Negative carriers (electrons)}$, $P = \text{Positive carriers (holes)}$.

5 પ્રશ્ન 5

5.1 પ્રશ્ન 5(a)(1) [3 marks]

એનર્જી બેન્ડગેપના આધારે વાહકો, અર્ધવાહકો અને અવાહકોનું વર્ગીકરણ કરો.

5.1.1 ઉકેલ

કોષ્ટક 3: એનર્જી બેન્ડ ગેપ પર આધારિત વર્ગીકરણ

પ્રકાર	બેન્ડ ગેપ (E_g)	ઉદાહરણ	વાહકતા
વાહકો	કોઈ બેન્ડ ગેપ નથી ($E_g = 0$)	Cu, Ag, Al, Au	ખૂબ ઉચ્ચ ($10^7 S/m$)
અર્ધવાહકો	નાનો ગેપ (0.1 થી 3 eV)	Si (1.1 eV), Ge (0.7 eV)	મધ્યમ (10^{-4} થી $10^4 S/m$)
અવાહકો	મોટો ગેપ (> 3 eV)	Diamond (5.5 eV), Glass	ખૂબ ઓછી ($10^{-15} S/m$)

વર્ગીકરણ ટેબલ:

વિગતવાર વર્ણન:

1. **વાહકો:** સંયોજકતા અને વહન બેન્ડ overlap થાય છે. ઇલેક્ટ્રોન વધારાની ઊર્જાની જરૂર વગાર મુકતપણે ખસી શકે છે. બધા તાપમાને ઉચ્ચ વાહકતા.
2. **અર્ધવાહકો:** નાનો પ્રતિબંધિત ઊર્જા અંતર. ઓરડાના તાપમાને, થર્મલ ઊર્જા કેટલાક ઇલેક્ટ્રોન માટે વહન બેન્ડમાં કૂદવા માટે પૂરતું ઉત્તેજન પૂરું પાડે છે. તાપમાન સાથે વાહકતા વધે છે.
3. **અવાહકો:** ખૂબ મોટો ઊર્જા અંતર. ઇલેક્ટ્રોન ઉચ્ચ તાપમાને પણ સરળતાથી વહન બેન્ડમાં કૂદી શકતા નથી. નબળા વાહક રહે છે.

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੈਕ: Conductors: Zero gap. Semiconductors: Small gap. Insulators: Large gap.

5.2 ਪ੍ਰਸ਼ 5(a)(2) [3 marks]

ਜੁਝੀ ਟ੍ਰਥ ਟੇਬਲ ਸਾਥੇ OR ਅਤੇ AND ਲੋਜ਼ਕ ਗੇਟ ਸਮਝਾਵ।

5.2.1 ਉਕੇਲ

OR ਗੇਟ: ਜੇ ਕੋਈਪਣਾ ਇਨਪੁਟ HIGH (1) ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਆਊਟਪੁਟ HIGH (1) ਹੋ।

ਟ੍ਰਥ ਟੇਬਲ:

ਕੋ਷ਟ 4: OR ਗੇਟ ਟ੍ਰਥ ਟੇਬਲ

A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ਬੁਲਿਧਨ ਅਭਿਵਧਕਿਤ: $Y = A + B$

AND ਗੇਟ: ਜੇ ਬਧਾ ਇਨਪੁਟ HIGH (1) ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਜੇ ਆਊਟਪੁਟ HIGH (1) ਹੋ।

ਟ੍ਰਥ ਟੇਬਲ:

ਕੋ਷ਟ 5: AND ਗੇਟ ਟ੍ਰਥ ਟੇਬਲ

A	B	$Y = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ਬੁਲਿਧਨ ਅਭਿਵਧਕਿਤ: $Y = A \cdot B$ ਅਥਵਾ $Y = AB$

ਸਾਰਾਂਸ਼: OR ਗੇਟ: ਸ਼ਰਵਾਣਾ ਕਾਮਗੀਰੀ, AND ਗੇਟ: ਗੁਣਾਕਾਰ ਕਾਮਗੀਰੀ। ਬਿਨੈਂਦੀ ਸਾਡੀਟ ਵਿਕਾਸ ਮੁਖ੍ਯ ਗੇਟਸ ਹਨ।

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੈਕ: $OR = Any HIGH gives HIGH. AND = All HIGH gives HIGH.$

5.3 ਪ੍ਰਸ਼ 5(a)(3) [3 marks]

ਵੋਲਟੇਜ ਰੇਵਾਲੇਟਰ ਤਰੀਕੇ ਐਨਰ ਡਾਯੋਡਾਂ ਉਪਯੋਗਨੂੰ ਵਾਣਿ ਕਰੋ।

5.3.1 ਉਕੇਲ

ਸਿਫ਼ਾਰਾਂ: ਐਨਰ ਡਾਯੋਡ reverse bias breakdown ਪ੍ਰਦੇਸ਼ਮਾਂ ਕਾਮ ਕਰੇ ਛੇ। ਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹਮਾਂ ਫੇਰਫਾਰ ਇਤਾਂ ਤੇਨਾ ਟਰਮਿਨਲਸ ਪਰ ਅਚਲ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਣਵੇ ਛੇ। ਆਂ ਗੁਣਾਧਰਮ ਤੇਨੇ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਧਨ ਮਾਟੇ ਆਦਰਾਂ ਬਨਾਵੇ ਛੇ।

કાર્યપદ્ધતિ:

- ઝેનર ડાયોડ reverse bias માં લોડની સમાંતર જોડાયેલ છે
- શ્રેણી પ્રતિકાર R_s પ્રવાહ મર્યાદિત કરવા માટે જોડાયેલ છે
- જ્યારે ઇનપુટ વોલ્ટેજ વધે છે, ઝેનર પ્રવાહ વધે છે પરંતુ વોલ્ટેજ V_Z પર અચળ રહે છે
- જ્યારે ઇનપુટ ઘટે છે (પરંતુ V_Z ઉપર રહે છે), ઝેનર અચળ આઉટપુટ જાળવવા માટે પ્રવાહ સમાયોજિત કરે છે
- લોડ ઝેનર breakdown voltage સમાન સ્થિર વોલ્ટેજ મેળવે છે

ઉપયોગો:

- પાવર સાખાઈ વોલ્ટેજ સ્થિરિકરણ
- સંવેદનશીલ ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટકોનું રક્ષણ
- સંદર્ભ વોલ્ટેજ નિર્માણ
- વોલ્ટેજ મર્યાદા સર્કિટ્સ

ફાયદા: સરળ, ઓછી કિંમત, વિશ્વસનીય, જડપી પ્રતિભાવ.

મર્યાદાઓ: મર્યાદિત પાવર હેન્ડલિંગ, વેરિએબલ આઉટપુટ વોલ્ટેજ માટે યોગ્ય નથી.

મેમરી ટ્રીક: *Zener in reverse bias = Constant voltage regulator.*

5.4 પ્રશ્ન 5(b)(1) [4 marks]

જરૂરી સર્કિટ સાથે પૂર્ણ તરંગ રેકિફિકાયર સમજાવો અને ઇનપુટ અને આઉટપુટ તરંગો દોરો.

5.4.1 ઉકેલ

સર્કિટ રચના: પૂર્ણ તરંગ રેકિફિકાયર center-tapped ટ્રાન્સફોર્મર સાથે બે ડાયોડ (D_1 અને D_2) જોડીને alternating current (AC) ને pulsating direct current (DC) માં રૂપાંતરિત કરે છે. સેકંડરી વિન્ડિંગનું center tap grounded છે, વિપરીત ધૂવતાના બે સમાન વોલ્ટેજ સ્કોતો બનાવે છે. Load resistor center tap અને બંને ડાયોડના cathodes વચ્ચે જોડાયેલ છે.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ધન અર્દ્ધ ચક્કા: ઉપરનું ટર્મિનલ positive છે. ડાયોડ D_1 forward biased થાય છે અને વહન કરે છે જ્યારે D_2 reverse biased છે અને બ્લોક કરે છે. પ્રવાહ ground થી ઉપરના ટર્મિનલ તરફ load દ્વારા વહે છે.
- ઋણ અર્દ્ધ ચક્કા: નીચેનું ટર્મિનલ positive છે. ડાયોડ D_2 forward biased થાય છે અને વહન કરે છે જ્યારે D_1 reverse biased છે. પ્રવાહ ground થી નીચેના ટર્મિનલ તરફ load દ્વારા સમાન દિશામાં વહે છે.
- બંને અર્દ્ધ ચક્કાની load દ્વારા સમાન દિશામાં આઉટપુટ પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે છે, તેથી "full wave" rectification. આ અર્દ્ધ તરંગ rectifier કરતાં મુખ્ય ફાયદો છે જે ફક્ત એક અર્દ્ધ ચક્કાનો ઉપયોગ કરે છે.

લાક્ષણિકતાઓ:

- કાર્યક્ષમતા: 81.2% (અર્દ્ધ તરંગના 40.6% કરતાં ધણું સારું)
- Ripple આવૃત્તિ: $2f$ (input frequency કરતાં બમણી, ફિલ્ટર કરવું સરળ)
- આઉટપુટ વોલ્ટેજ: $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \approx 0.636V_m$
- Peak Inverse Voltage (PIV): $2V_m$ (દરેક ડાયોડ ટકી શક્વું જોઈએ)
- અર્દ્ધ તરંગ કરતાં સારો transformer utilization factor

ફાયદા: ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા (81.2%), સારો ripple factor (ઓછો ripple), ઉચ્ચ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજ, સારું transformer ઉપયોગ, ઉચ્ચ ripple frequency ને કારણે સરળ ફિલ્ટરિંગ.

ગેરફાયદા: Center-tapped transformer જરૂરી (વધુ ખર્ચાળ), transformer secondary નો ફક્ત અડધો ભાગ એક સમયે ઉપયોગ, ડાયોડ માટે ઉચ્ચ PIV રેટિંગ જરૂરી.

ઉપયોગો: ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ માટે DC પાવર સખ્લાય, બેટરી ચાર્જર, AM radio receivers માં signal demodulation, voltage regulators.

મેમરી ટ્રીક: *Full wave = Both halves utilized, 2 diodes, 81% efficiency.*

5.5 પ્રશ્ન 5(b)(2) [4 marks]

P-N જંકશન ડાયોડની ફોરવર્ડ અને રિવર્સ લાક્ષણિકતાઓ દર્શાવો.

5.5.1 ઉકેલ

ફોરવર્ડ બાયસ લાક્ષણિકતાઓ:

- P-બાજુ positive સાથે, N-બાજુ negative સાથે જોડાયેલ
- Depletion પ્રદેશ સંકુચિત થાય છે, અવરોધ સંભાવના ઘટે છે
- Cut-in/Threshold Voltage:** Si: 0.7V, Ge: 0.3V
- Cut-in નીચે: નહીંવત્ત્ર પ્રવાહ ($\text{થોડા } \mu\text{A}$)
- Cut-in ઊપર: પ્રવાહ ઘાતાંકીય રીતે વધે છે
- Forward પ્રતિકાર: ખૂબ ઓછો (થોડા ohms)

રિવર્સ બાયસ લાક્ષણિકતાઓ:

- P-બાજુ negative સાથે, N-બાજુ positive સાથે જોડાયેલ
- Depletion પ્રદેશ વિસ્તૃત થાય છે, અવરોધ સંભાવના વધે છે
- Reverse Saturation Current:** ખૂબ નાનો ($\text{થોડા } \mu\text{A} \text{ થી } n\text{A}$)
- વિશાળ વોલ્ટેજ શ્રેણી માટે લગભગ અચળ રહે છે
- Breakdown Voltage:** ચોક્કસ reverse voltage પછી, પ્રવાહ ઝડપથી વધે છે
- Reverse પ્રતિકાર: ખૂબ ઉચ્ચ (ઘણા M Ω)

મુખ્ય મુદ્દા:

- ડાયોડ forward bias માં સરળતાથી વહન કરે છે, reverse bias માં અવરોધે છે
- Forward થી reverse પ્રતિકારનો ગુણોત્તર: 10^6 થી 10^8
- પ્રવાહ માટે one-way valve તરીકે કાર્ય કરે છે

ઉપયોગો: રેકિટફાયર, clipping સર્કિટ્સ, clamping સર્કિટ્સ, voltage regulators.

મેમરી ટ્રીક: *Forward = Low R, High I. Reverse = High R, Low I.*

5.6 પ્રશ્ન 5(b)(3) [4 marks]

LED નો સિદ્ધાંત લખો અને તેની રચના અને કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.

5.6.1 ઉકેલ

સિદ્ધાંત: Light Emitting Diode (LED) electroluminescence ના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે. જ્યારે P-N જંકશન forward biased હોય છે, ઇલેક્ટ્રોન અને હોલ પુનઃસંયોજન કરે છે, ફોટોન (પ્રકાશ) તરીકે ઊર્જા છોડે છે. ફોટોનની ઊર્જા રંગ નક્કી કરે છે: $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$.

રચના:

- સંયોજન અર્દ્વાહકો (GaAs, GaP, GaAsP, GaN) નું P-N જંકશન બનાવેલું
- પારદર્શક epoxy resin dome લેન્સ તરીકે કાર્ય કરે છે
- પ્રકાશને ઉપર તરફ દિશા આપવા માટે પરાવર્તક કપ
- એનોડ (+) અને કેથોડ (-) માટે ઘાતું સંપર્કો
- લાંબી lead એનોડ છે, ટૂંકી કેથોડ છે

કાર્યપદ્ધતિ:

- LED forward biased છે (anode થી +ve, cathode થી -ve)
- N-પ્રદેશમાંથી ઇલેક્ટ્રોન અને P-પ્રદેશમાંથી હોલ જંકશન તરફ ખસે છે
- જંકશન પર, પુનઃસંયોજન થાય છે
- ફોટોન (પ્રકાશ) તરીકે ઊર્જા છૂટે છે
- રંગ અર્દ્વાહક સામગ્રીના બેન્ડ ગેપ પર આધાર રાખે છે

LED રંગો:

- લાલ: GaAsP (1.8 eV)
- લીલો: GaP (2.2 eV)
- વાદળી: GaN (2.9 eV)
- સફેદ: Blue LED + Yellow phosphor coating

ફાયદા: લાંબુ જીવન (50,000+ કલાક), ઓછો પાવર વપરાશ, ઝડપી સ્વિચિંગ, કોમ્પેક્ટ કદ, ટકાઉ, mercury નથી.

ઉપયોગો: ડિસ્પ્લે, indicators, traffic lights, automotive lighting, street lights, backlighting.

મેમરી ટ્રીક: $LED = \text{Forward bias} \square \text{Recombination} \square \text{Photon emission} \square \text{Light!}$