

ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક  
મશબ / 1219 / 981 / છ, તા. 31-01-2020-થી મંજૂર

# ભૌતિકવિજ્ઞાન નમૂનારૂપ પ્રશ્નો

ધોરણ XII



## પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.  
બધાં ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.  
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને  
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.  
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.  
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ  
અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.  
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.  
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

કિંમત : ₹ 143.00



રાષ્ટ્રીય શૈક્ષિક અનુસંધાન ઓર પ્રશિક્ષણ પરિષદ  
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING



ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ  
'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર-382010

© NCERT, નવી દિલ્લી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર  
આ પુસ્તકના સર્વ હક NCERT, નવી દિલ્લી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને  
હસ્તક છે. આ પુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં NCERT, નવી દિલ્લી અને  
ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળની લેખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

### અનુવાદ

શ્રી પી. એમ. પટેલ  
શ્રી કે. ડી. પટેલ  
શ્રી મયૂર એમ. રાવલ  
શ્રી એ. જી. મોમીન

### સમીક્ષા

શ્રી દિનેશ વી. સુથાર  
શ્રી શાન્તિલાલ એસ. પટેલ  
ડૉ. મુકેશ એન. ગાંધી  
શ્રી સી. ડી. પટેલ  
શ્રી વાસુદેવ બી. રાવલ  
શ્રી આનંદ એન. ઠક્કર  
શ્રી શૈલેષ એસ. પટેલ  
શ્રીમતિ એચ. એચ. શાહ  
ડૉ. રજની એચ. જોષી

### ભાષાશુદ્ધિ

શ્રી વિજય ટી. પારેખ

### સંયોજન

ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ  
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)

### નિર્માણ-સંયોજન

શ્રી હરેન શાહ  
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

### મુદ્રણ-આયોજન

શ્રી હરેશ એસ. લીખ્વાચીયા  
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

### પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સ્તરે સમાન અભ્યાસક્રમ રાખવાની સરકારશ્રીની નીતિના અનુસંધાને ગુજરાત સરકાર તથા ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ દ્વારા તા. 25-10-2017ના ઠરાવ ક્રમાંક મશભ/ 1217/1036/છ થી શાળા કક્ષાએ NCERTના પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો. તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્લી દ્વારા પ્રકાશિત ધોરણ XIIના ભૌતિકવિજ્ઞાન વિષયના નમૂનારૂપ પ્રશ્નોના પુસ્તકનો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ નમૂનારૂપ પ્રશ્નોનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવ્યા છે અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારા-વધારા કર્યા પછી આ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલા આ પુસ્તકની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા નિષ્ણાતોની સાથે એક દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પુસ્તકને અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં, ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), શ્રી કે. ડી. પટેલ, શ્રી મયુર એમ. રાવલ, શ્રી શાન્તિલાલ એસ. પટેલ, શ્રી શૈલેષ એસ. પટેલ અને ડૉ. રજની એચ. જોષીએ ઉપસ્થિત રહી પોતાના કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરા પાડ્યા છે.

પ્રસ્તુત પુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે. NCERT, નવી દિલ્લીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

પી. ભારતી (IAS)

નિયામક

તા.24-3-2020

કાર્યવાહક પ્રમુખ

ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2020

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી, પી. ભારતી, નિયામક

મુદ્રક :

## FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF) – 2005 initiated a new phase of development of syllabi and textbooks for all stages of school education. Conscious effort has been made to discourage rote learning and to diffuse sharp boundaries between different subject areas. This is well in tune with the NPE–1986 and *Learning Without Burden –1993* that recommend child-centred system of education. The textbooks for classes IX and XI were released in 2006 and for classes X and XII in 2007. Overall, the books have been well received by students and teachers.

NCF–2005 notes that treating the prescribed textbooks as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. It further reiterates that the methods used for teaching and evaluation will also determine how effective these textbooks proves for making children’s life at school a happy experience, rather than source of stress or boredom. It calls for reform in examination system currently prevailing in the country.

The position papers of the National Focus Groups on *Teaching of Science*, *Teaching of Mathematics* and *Examination Reform* envisage that the Physics question papers, set in annual examinations conducted by the various Boards do not really assess genuine understanding of the subjects. The quality of question papers is often not up to the mark. They usually seek mere information based on rote memorisation, and fail to test higher-order skills like reasoning and analysis, let alone lateral thinking, creativity and judgment. Good unconventional questions, challenging problems and experiment-based problems rarely find a place in question papers. In order to address the issue, and also to provide additional learning material, the Department of Education in Science and Mathematics (DESM) has made an attempt to develop resource book of exemplar problems in different subjects at secondary and higher secondary stages. Each resource book contains different types of questions of varying difficulty level. Some questions would require the students to apply simultaneous understanding of more than one chapters/units. These problems are *not* meant to serve merely as question bank for examinations but are primarily meant to improve the quality of teaching/learning process in schools. It is expected that these problems would encourage teachers to design quality questions on their own. Students

and teachers should always keep in mind that examination and assessment should test comprehension, information recall, analytical thinking and problem- solving ability, creativity and speculative ability.

A team of experts and teachers with an understanding of the subject and a proper role of examination worked hard to accomplish this task. The material was discussed, edited, and finally included in this resource book.

NCERT would welcome suggestions from students, teachers and parents which would help us to further improve the quality of material in subsequent editions.



YASH PAL

*Chairperson*

National Steering Committee  
National Council of Educational  
Research and Training

New Delhi  
21 May 2008

## PREFACE

The Department of Education in Science and Mathematics (DESM), National Council of Educational Research and Training (NCERT), initiated the development of ‘Exemplar Problems’ in science and mathematics for secondary and higher secondary stages after completing the preparation of textbooks based on National Curriculum Framework – 2005.

The main objective of the book on ‘Exemplar Problems in Physics’ is to provide the teachers and students a large number of quality problems with varying cognitive levels to facilitate teaching-learning of concepts in physics that are presented through the textbook for Class XI. It is envisaged that the problems included in this volume would help the teachers to design tasks to assess effectiveness of their teaching and to know about the achievement of their students besides facilitating preparation of balanced question papers for unit and terminal tests. The feedback based on the analysis of students’ responses may help the teachers in further improving the quality of classroom instructions. In addition, the problems given in this book are also expected to help the teachers to perceive the basic characteristics of good quality questions and motivate them to frame similar questions on their own. Students can benefit themselves by attempting the exercises given in the book for self assessment and also in mastering the basic techniques of problem solving. Some of the questions given in the book are expected to challenge the understanding of the concepts of physics of the students and their ability to apply them in novel situations.

The problems included in this book were prepared through a series of workshops organised by the DESM for their development and refinement involving practicing teachers, subject experts from universities and institutes of higher learning, and the members of the physics group of the DESM whose names appear separately. We gratefully acknowledge their efforts and thank them for their valuable contribution in our endeavour to provide good quality instructional material for the school system.

I express my gratitude to Professor Krishna Kumar, *Director* and Professor G.Ravindra, *Joint Director*, NCERT for their valuable motivation and guidance from time to time. Special thanks are also due to Dr. V.P.Srivastava, *Reader* in Physics, DESM for coordinating the programme, taking pains in editing and refinement of problems and for making the manuscript pressworthy.

We look forward to feedback from students, teachers and parents for further improvement of the contents of this book.

HUKUM SINGH  
*Professor and Head*  
DESM, NCERT  
New Delhi

## DEVELOPMENT TEAM

### Members

A.W.Joshi, Professor (Rtd), Department of Physics, University of Pune, Pune

Aprajita, PGT (Physics), Kendriya Vidyalaya No.3, Delhi Cantt, New Delhi

Atul Mody, Lecturer (SG), Department of Physics, VES College of Arts, Science and Commerce, Chembur, Mumbai

B.K.Sharma, Professor (Rtd), Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

Gagan Gupta, Reader, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

H.S.Mani, Raja Ramanna Fellow, Institute of Mathematical Sciences, Chennai.

Kiran Nayak, PGT (Physics), Apeejay School, Pitampura, New Delhi

M.A.H.Ahsan, Lecturer, Department of Physics, Jamia Millia Islamia, New Delhi

P. Arun, Reader, SGTB Khalsa College, University of Delhi, Delhi

Pragya Nopany, PGT (Physics), Birla Vidya Niketan, Pushpa Vihar, New Delhi

Pushpa Tyagi, PGT (Physics), Sanskriti School, Chanakya Puri, New Delhi

Ravi Bhattacharjee, Reader, SGTB Khalsa College, University of Delhi, Delhi

R. Joshi, Lecturer (SG), Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

S.Rai Choudhury, Raja Ramanna Fellow, Centre for Theoretical Physics, Jamia Millia Islamia, New Delhi

S.D.Joglekar, Professor, Department of Physics, I.I.T., Kanpur

Shashi Prabha, Lecturer, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

Suchitra Basu Kasturi, PGT (Physics), Sardar Patel Vidyalaya, Lodi Estate, New Delhi

### Member-Coordinator

V.P.Srivastava, Reader, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

## ACKNOWLEDGEMENT

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) acknowledges the valuable contribution of the individuals and organisations involved in the development of Exemplar Problems in Physics for Class XII. The Council also acknowledges the valuable contributions of the following academics for reviewing and refining the manuscripts of this book: A. A Rangwala, Professor (Rtd), Department of Physics, University of Mumbai, Mumbai; Girija Shankar, PGT (Physics), Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Surajmal Vihar, Delhi; Indra Saini, PGT (Physics), Ramjas School, Pusa Road, New Delhi; Lata Kumari,

PGT (Physics), Chinmaya Vidyalaya, Vasant Vihar, New Delhi; R. S Dass, Vice-Principal (Rtd), BVB Senior Secondary, School, Lajpat Nagar, New Delhi; Shirish Pathare, Scientific Officer, 'D', Homi Bhabha Centre for Science Education, V.N. Purav Marg, Mumbai; Vandana Grover, PGT (Physics), DAV Public School, Sector 14, Gurgaon; Vinod Prakash, Professor (Rtd), Department of Physics, University of Allahabad, Allahabad; and Yashu Kumar, PGT (Physics), Kulachi Hans Raj Model School, Ashok Vihar, New Delhi. Special thanks are due to Professor Dipan Ghosh, Department of Physics, IIT, Mumbai for his continued support to this task; and providing some problems for Chapter VII.

Thanks are due to Hukum Singh, Professor and Head, DESM, NCERT for his support.

The Council also acknowledges the efforts of Deepak Kapoor, Incharge, Computer Station; Kamlesh Rao, Ritu Jha and Jitender, DTP Operator.

The contribution of the Publication Department in bringing out this book is duly acknowledged.

## CHILDREN'S BILL OF RIGHTS

*A child is every person under the age of 18 years. Parents have the primary responsibility for the upbringing and development of the child. The State shall respect and ensure the rights of the child.*



- I have the Right to express my views freely which should be taken seriously, and everyone has the Responsibility to listen to others. (Article 12,13)



- I have the Right to good health care, and everyone has the Responsibility to help others get basic health care and clean water. (Article 24)
- I have the Right to a good education, and everyone has the Responsibility to encourage all children to go to school. (Article 28,29,23)



- I have the Right to be loved and protected from harm and abuse, and everyone has the Responsibility to love and care for others. (Article 19)
- I have the Right to be included whatever my abilities, and everyone has the Responsibility to respect others for their differences. (Article 23)
- I have the Right to be proud of my heritage and beliefs, and everyone has the Responsibility to respect the culture and belief of others. (Article 29,30)



- I have the Right to a safe and comfortable home, and everyone has the Responsibility to make sure all children have homes. (Article 27)
- I have the Right to make mistakes, and everyone has the Responsibility to accept we can learn from our mistakes. (Article 28)
- I have the Right to be well fed, and everyone has the Responsibility to prevent people from starving. (Article 24)



- I have the Right to a clean environment, and everyone has the Responsibility not to pollute it. (Article 29)
- I have the Right to live without violence (verbal, physical, emotional), and everyone has the Responsibility not to be violent to others. (Article 28,37)



- I have the Right to be protected from economic and sexual exploitation, and everyone has the Responsibility to ensure that no child is forced to work and is given a free and secure environment. (Article 32,34)

---

These rights and responsibilities are enshrined in the United Nations Convention on the Rights of the Child, 1989. It contains all the rights which children and young people have all over the world. The Government of India signed this document in 1992.



## અનુક્રમણિકા

FOREWORD	iii
PREFACE	v
પ્રકરણ 1 વિદ્યુતભાર અને વિદ્યુતક્ષેત્ર	1
પ્રકરણ 2 સ્થિત-વિદ્યુતસ્થિતિમાન અને કૅપેસિટન્સ	10
પ્રકરણ 3 પ્રવાહવિદ્યુત	16
પ્રકરણ 4 ગતિમાન વિદ્યુતભારો અને ચુંબકત્વ	22
પ્રકરણ 5 ચુંબકત્વ અને દ્રવ્ય	28
પ્રકરણ 6 વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ	33
પ્રકરણ 7 ઑલ્ટરનેટિંગ કરન્ટ	40
પ્રકરણ 8 વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો	47
પ્રકરણ 9 કિરણપ્રકાશશાસ્ત્ર અને પ્રકાશીય ઉપકરણો	54
પ્રકરણ 10 તરંગ પ્રકાશશાસ્ત્ર	62

પ્રકરણ 11	
વિકિરણ અને દ્રવ્યનો દ્વૈત સ્વભાવ	68
પ્રકરણ 12	
પરમાણુ	75
પ્રકરણ 13	
ન્યુક્લિયસ	81
પ્રકરણ 14	
સેમિકન્ડક્ટર ઈલેક્ટ્રોનિક્સ : દ્રવ્ય, રચનાઓ અને સાદાં પરિપથો	87
જવાબો	98
બ્લૂપ્રિન્ટ / નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર	185

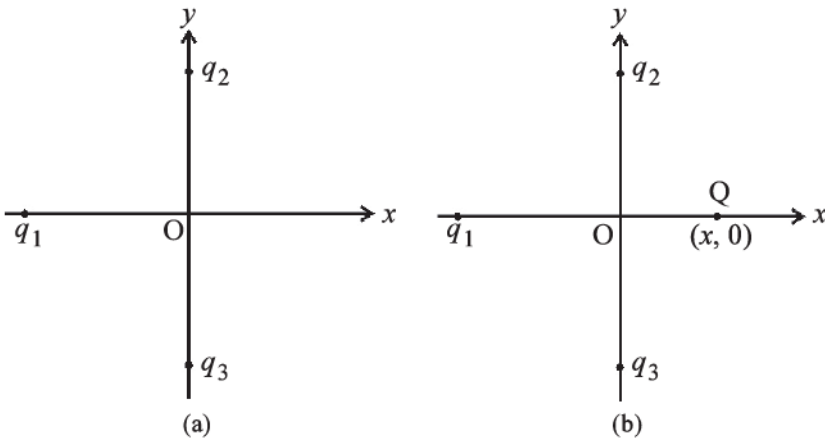
પ્રકરણ 1

# વિદ્યુતભાર અને વિદ્યુતક્ષેત્ર

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 1.1 આકૃતિ 1.1 માં,  $y$ -અક્ષ ઉપર રહેલ બે સ્થિત ધન વિદ્યુતભારો  $q_2$  અને  $q_3$ ,  $x$ -અક્ષ પર રહેલ સ્થિત ધન વિદ્યુતભાર  $q_1$  ઉપર  $x$ -દિશામાં પરિણામી વિદ્યુતબળ લગાડે છે. જો  $(x, 0)$  બિંદુએ કોઈ ધન વિદ્યુતભાર  $Q$  મૂકવામાં આવે, તો  $q_1$  પર લાગતું બળ



આકૃતિ 1.1

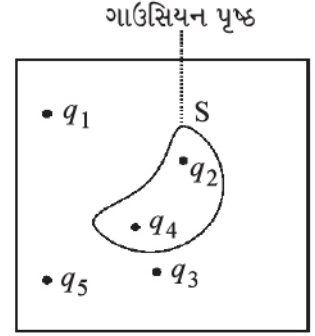


- 1.4 પાંચ વિદ્યુતભારો  $q_1, q_2, q_3, q_4$  અને  $q_5$  આકૃતિ 1.4 માં દર્શાવ્યા મુજબ પોતાનાં સ્થાનો પર સ્થિર છે. S કોઈ ગાઉસિયન પૃષ્ઠ છે. ગાઉસના નિયમ અનુસાર

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

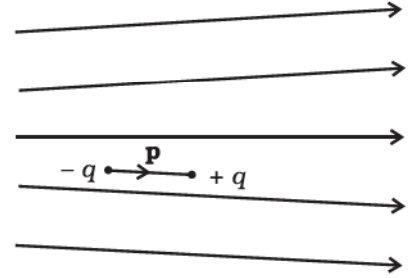
નીચેનામાંથી કયું વિધાન સત્ય છે ?

- (a) ઉપરના સમીકરણની ડાબી બાજુ  $\mathbf{E}$  માં  $q_1, q_5$  અને  $q_3$  નું યોગદાન હશે. જ્યારે જમણી બાજુ  $q$  માં ફક્ત  $q_2$  અને  $q_4$  નું જ યોગદાન હશે.
- (b) ઉપરના સમીકરણની ડાબી બાજુ  $\mathbf{E}$  માં બધા જ વિદ્યુતભારોનું યોગદાન હશે, જ્યારે જમણી બાજુ  $q$  માં ફક્ત  $q_2$  અને  $q_4$  નું જ યોગદાન હશે.
- (c) ઉપરના સમીકરણની ડાબી બાજુ  $\mathbf{E}$  માં બધા જ વિદ્યુતભારોનું યોગદાન હશે, જ્યારે જમણી બાજુ  $q$  માં ફક્ત  $q_1, q_3$  અને  $q_5$  નું જ યોગદાન હશે.
- (d) ડાબી બાજુના  $\mathbf{E}$  તથા જમણી બાજુના  $q$  બંનેમાં ફક્ત  $q_2$  અને  $q_4$  નું જ યોગદાન હશે.



આકૃતિ 1.4

- 1.5 આકૃતિ 1.5 માં વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ દર્શાવેલ છે. જેમાં એક વિદ્યુત-ડાઈપોલ (દ્વિધ્રુવી)  $\mathbf{p}$  દર્શાવ્યા મુજબ રાખેલ છે. નીચેનામાંથી કયું વિધાન સત્ય છે ?



આકૃતિ 1.5

- (a) ડાઈપોલ કોઈ બળનો અનુભવ નહિ કરે.
- (b) ડાઈપોલ જમણી તરફ બળ અનુભવશે.
- (c) ડાઈપોલ ડાબી તરફ બળ અનુભવશે.
- (d) ડાઈપોલ ઉપરની તરફ બળ અનુભવશે.

- 1.6 એક બિંદુ વિદ્યુતભાર  $+q$ , અલગ કરેલા કોઈ વાહક સમતલથી  $d$  અંતરે સ્થિર છે.

સમતલની બીજી બાજુ બિંદુ P પાસે ક્ષેત્રની દિશા

- (a) સમતલને લંબ દિશામાં અને સમતલથી દૂર તરફ છે.
- (b) સમતલને લંબ દિશામાં પરંતુ સમતલ તરફ છે.
- (c) ત્રિજ્યાવર્તી દિશામાં બિંદુ વિદ્યુતભારથી દૂર તરફ છે.
- (d) ત્રિજ્યાવર્તી દિશામાં બિંદુ વિદ્યુતભાર તરફ છે.

- 1.7 એક અર્ધગોળ કવચ સમાન રીતે વિદ્યુતભારિત છે. વ્યાસ પર કેન્દ્રથી દૂર આવેલા કોઈ બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્ર

- (a) વ્યાસને લંબરૂપે હશે.
- (b) વ્યાસને સમાંતર હશે.
- (c) વ્યાસ તરફ કોઈ ખૂણે નમેલી હશે.
- (d) વ્યાસથી દૂર તરફ કોઈ ખૂણે નમેલી હશે.

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

1.8 જો કોઈ પૃષ્ઠ પર  $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = 0$  છે તો

- (a) આ પૃષ્ઠની અંદર અને પૃષ્ઠ પર વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે.
- (b) આ પૃષ્ઠની અંદર વિદ્યુતક્ષેત્ર આવશ્યક રીતે એકસમાન હોવું જરૂરી છે.
- (c) આ પૃષ્ઠમાં દાખલ થતી ફ્લક્સ રેખાઓની સંખ્યા અને બહાર નીકળતી ફ્લક્સ રેખાઓની સંખ્યા સમાન જ હશે.
- (d) બધા વિદ્યુતભારો આવશ્યક રીતે પૃષ્ઠની બહાર હોવા જોઈએ.

1.9 કોઈ બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

- (a) હંમેશાં સતત હોય છે.
- (b) સતત હશે જો એ બિંદુએ કોઈ વિદ્યુતભાર ન હોય તો.
- (c) અસતત હશે ફક્ત જો તે બિંદુએ કોઈ ઋણ વિદ્યુતભાર હોય તો.
- (d) અસતત હશે જો તે બિંદુએ કોઈ વિદ્યુતભાર હોય તો.

1.10 જો બ્રહ્માંડમાં ફક્ત એક જ પ્રકારનો વિદ્યુતભાર હોય, તો

- (a) કોઈ પણ સપાટી પર  $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} \neq 0$
- (b) જો વિદ્યુતભાર પૃષ્ઠની બહાર હોય, તો  $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = 0$
- (c)  $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S}$  વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય નહિ.
- (d) જો  $q$  મૂલ્યનો વિદ્યુતભાર પૃષ્ઠની અંદર હોય, તો  $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$ .

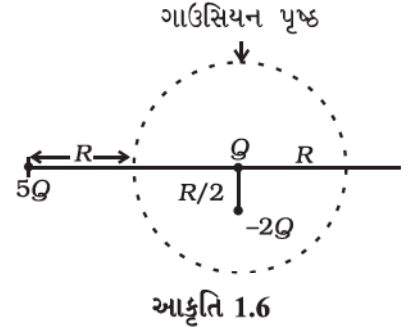
1.11 કોઈ એવા વિસ્તારનો વિચાર કરો જેમાં જુદા-જુદા પ્રકારના વિદ્યુતભારો છે, પરંતુ કુલ વિદ્યુતભાર શૂન્ય છે. આ વિસ્તારની બહારનાં બિંદુઓ પાસે

- (a) વિદ્યુતક્ષેત્ર આવશ્યક રીતે શૂન્ય હશે.
- (b) વિદ્યુતક્ષેત્ર ફક્ત વિદ્યુતભાર વિતરણના ડાઈપોલ મોમેન્ટને લીધે હશે.
- (c) મોટા  $r$  માટે, પ્રભાવી વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\propto \frac{1}{r^3}$  છે. જ્યાં  $r$  એ આ વિસ્તારના કોઈ મૂળ બિંદુ (ડિગમબિંદુ)થી અંતર છે.
- (d) આ વિસ્તારથી દૂર, કોઈ વિદ્યુતભારિત કણને બંધ માર્ગે ગતિ કરાવવા માટે કરેલ કાર્ય શૂન્ય હશે.

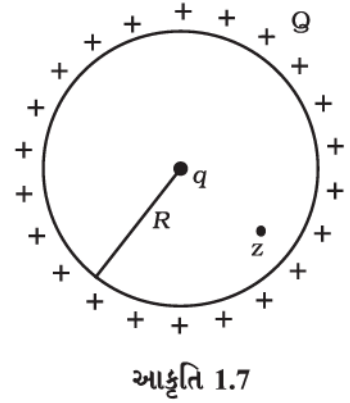
1.12 આકૃતિ 1.6 માં દર્શાવેલ વિદ્યુતભારોની ગોઠવણી અને જેના દ્વારા પર Q વિદ્યુતભાર છે, તેવું R ત્રિજ્યાનું ગાઉસિયન પૃષ્ઠ ધ્યાનમાં લો, પછી

- (a) કવચની સપાટીમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ  $\frac{-Q}{\epsilon_0}$  છે.

- (b) કવચની સપાટી પર વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$  છે.
- (c)  $5Q$  ને લીધે કવચની સપાટીમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ શૂન્ય છે.
- (d)  $-2Q$  ને લીધે કવચની સપાટી પર દરેક જગ્યાએ વિદ્યુતક્ષેત્ર સમાન છે.

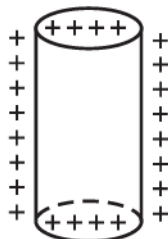


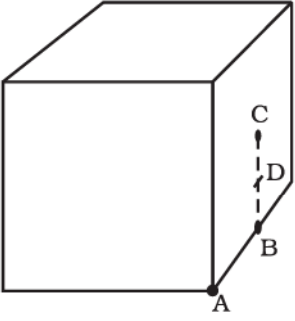
- 1.13** R ત્રિજ્યાની કોઈ વર્તુળાકાર રિંગ ઉપર ધન વિદ્યુતભાર Q સમાન રીતે વિતરીત થયેલ છે. આકૃતિ 1.7 માં દર્શાવ્યા મુજબ એક નાના પરીક્ષણ વિદ્યુતભાર q ને રિંગના કેન્દ્ર પર મૂકેલ છે. આથી,
- (a) જો  $q > 0$  અને જો તેને રિંગના સમતલમાં કેન્દ્રથી દૂર તરફ સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે, તો તે પાછો કેન્દ્ર તરફ ધકેલાઈ જશે.
- (b) જો  $q < 0$  અને જો તેને રિંગના સમતલમાં કેન્દ્રથી દૂર તરફ સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે, તો તે ક્યારેય કેન્દ્ર પર પાછો નહિ આવે તથા રિંગને અથડાય નહિ ત્યાં સુધી સતત ગતિ કરશે.
- (c) જો  $q < 0$ , અક્ષને અનુલક્ષીને કરેલા નાના સ્થાનાંતર માટે તે સરળ આવર્તગતિ (SHM) કરશે.
- (d)  $q > 0$  માટે, રિંગના સમતલમાં રિંગના કેન્દ્ર પર q અસ્થાયી સંતુલનમાં હશે.



### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 1.14** કોઈ યાદચ્છિક પૃષ્ઠ વડે એક ડાઈપોલ ઘેરાયેલો છે. આ પૃષ્ઠમાંથી પસાર થતું વિદ્યુત ફ્લક્સ કેટલું હશે ?
- 1.15** ધાતુની કોઈ એક ગોળીય કવચની અંદરની ત્રિજ્યા  $R_1$  અને બહારની ત્રિજ્યા  $R_2$  છે. આ ગોળીય કવચની બખોલ (cavity)ના કેન્દ્ર પર એક વિદ્યુતભાર Q મૂકેલ છે. (i) અંદરની સપાટી અને (ii) બહારની સપાટી ઉપર વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠ ઘનતા કેટલી હશે ?
- 1.16** કોઈ એક પરમાણુનું પરિમાણ એંગસ્ટ્રોમના ક્રમનું છે તેથી પ્રોટોન અને ઈલેક્ટ્રોનોની વચ્ચે પ્રબળ વિદ્યુતક્ષેત્ર હોવું જોઈએ, તો પછી વાહકની અંદર વિદ્યુતક્ષેત્ર શા માટે શૂન્ય હોય છે ?
- 1.17** જો કોઈ પૃષ્ઠ વડે ઘેરાયેલો વિદ્યુતભાર શૂન્ય છે, તો તે એવું દર્શાવે છે કે, આ પૃષ્ઠ પરના દરેક બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે ? એનાથી વિપરીત, જો પૃષ્ઠ પરના દરેક બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે તો તે એવું દર્શાવે કે, પૃષ્ઠની અંદર પરિણામી વિદ્યુતભાર શૂન્ય છે ?
- 1.18** આકૃતિ 1.8 માં દર્શાવેલ સમાન રીતે વિદ્યુતભારિત પોલા નળાકાર માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ દોરો.





આકૃતિ 1.9

1.19 જો વિદ્યુતભાર  $q$  ને નીચે દર્શાવ્યા મુજબ કોઈ  $a$  લંબાઈ ધરાવતી બાજુવાળા સમઘન પર મૂક્યો હોય, તો સમઘન (આકૃતિ 1.9)ની સપાટીઓમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ કેટલું હશે ?

- A : સમઘનનો કોઈ એક ખૂણો
- B : સમઘનની કોઈ એક બાજુનું મધ્યબિંદુ
- C : સમઘનની કોઈ સપાટીનું કેન્દ્ર
- D : B અને C નું મધ્યબિંદુ

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

1.20 Al-Mg મિશ્ર ધાતુના બનેલા પૈસાના સિક્કાનું દળ 0.75 g છે. તે ચોરસ છે અને તેના વિકર્ણોનું માપ 17 mm છે. તે વિદ્યુતીય રીતે તટસ્થ છે અને સરખી માત્રામાં ધન અને ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે.

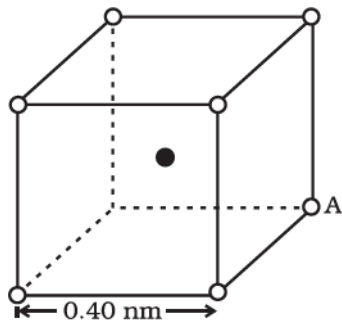
પૈસાનો સિક્કો ફક્ત Al નો બનેલો છે તેવી ધારણા કરી સમાન સંખ્યાના ધન અને ઋણ વિદ્યુતભારોનાં મૂલ્યો શોધો. આ મૂલ્યો પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ કાઢશો ?

1.21 પ્રશ્ન 1.20 મુજબ એક સિક્કો વિચારો તે વિદ્યુતીય રીતે તટસ્થ છે અને સરખી માત્રાનો 34.8 kC મૂલ્યનો ધન અને ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે. ધારો કે આ વિદ્યુતભારોને બે બિંદુ વિદ્યુતભારોમાં કેન્દ્રિત કરવામાં આવ્યા છે અને તેમને એકબીજાથી

- 1 cm ( $\sim \frac{1}{2} \times$  પૈસાના સિક્કાનો વિકર્ણ)
- 100 m મી ( $\sim$  કોઈ મોટા મકાનની લંબાઈ) અને
- $10^6$  m (પૃથ્વીની ત્રિજ્યા) જેટલાં અંતરોએ રાખેલ હોય, તો ત્રણેય કિસ્સાઓમાં દરેક માટે આ પ્રકારના બિંદુ વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ શોધો.

આ પરિણામો પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ કાઢશો ?

1.22 આકૃતિ 1.10 સિઝિયમ ક્લોરાઇડ (CsCl)નો એકમ સ્ફટિક દર્શાવે છે. 0.40 nm બાજુઓવાળા સમઘનના ખૂણાઓ પર સિઝિયમ પરમાણુઓ ખુલ્લાં વર્તુળો વડે દર્શાવેલ છે, જ્યારે Cl પરમાણુ સમઘનના કેન્દ્ર પર છે. Cs પરમાણુઓમાં એક ઈલેક્ટ્રોનનો અભાવ છે, જ્યારે Cl પરમાણુ એક વધારાનો ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે.



○ Cs<sup>+</sup> ● Cl<sup>-</sup>

આકૃતિ 1.10

- આઠ Cs પરમાણુઓના લીધે Cl પરમાણુ પર પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?
- ધારો કે ખૂણા A પર Cs પરમાણુ નથી. બાકીના સાત Cs પરમાણુઓને લીધે Cl પરમાણુ પર પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?

1.23 બે વિદ્યુતભારો  $q$  અને  $-3q$  ને  $x$ -અક્ષ ઉપર એકબીજાથી  $d$  અંતરે રાખેલ છે. ત્રીજા કોઈ વિદ્યુતભાર  $2q$  ને કયા સ્થાને મૂકીએ, તો તે કોઈ બળ ન અનુભવે ?



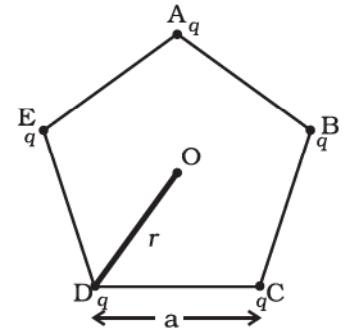
1.24 આકૃતિ 1.11 માં ત્રણ બિંદુ વિદ્યુતભારો A, B અને C ની આસપાસ વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ દર્શાવેલ છે :



આકૃતિ 1.11

- (a) કયો વિદ્યુતભાર ધન છે ?  
 (b) કયા વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય મહત્તમ છે ? શા માટે ?  
 (c) ચિત્રના કયા વિસ્તાર કે વિસ્તારોમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય હોઈ શકે છે ? તમારા ઉત્તરની સ્પષ્ટતા કરો.  
 (i) Aની નજીક (ii) Bની નજીક (iii) Cની નજીક (iv) ક્યાંય નહિ

1.25 આકૃતિ 1.12 માં દર્શાવ્યા મુજબ દરેકનો વિદ્યુતભાર  $q$  છે. તેવા પાંચ વિદ્યુતભારોને  $a$  બાજુવાળા નિયમિત પંચકોણના પાંચ ખૂણાઓ પર મૂકેલ છે.



આકૃતિ 1.12

- (a) (i) પંચકોણના કેન્દ્ર O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?  
 (ii) જો કોઈ એક ખૂણા (જેમકે A) પરથી વિદ્યુતભાર દૂર કરવામાં આવે, તો O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?  
 (iii) જો A પરના વિદ્યુતભાર  $q$  ની જગ્યાએ  $-q$  વિદ્યુતભાર મૂકવામાં આવે, તો O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?  
 (b) જો પંચકોણને બદલે જેના દરેક ખૂણા પર  $q$  વિદ્યુતભાર હોય તેવો  $n$ -બાજુવાળો નિયમિત બહુકોણ લેવામાં આવે, તો (a)ના પ્રશ્નોના ઉત્તરો પર શી અસર થશે ?

## ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

1.26 1959 માં લાઈટ્વેલ્ટન અને બોન્ડીએ સૂચવ્યું કે જો દ્રવ્ય કોઈ પરિણામી (net) વિદ્યુતભાર ધરાવતું હોય, તો બ્રહ્માંડના વિસ્તરણને સમજાવી શકાય. ધારો કે બ્રહ્માંડ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓનું બનેલું છે, જેની સંખ્યા ઘનતા  $N$  છે અને તેને અચળ જાળવી રાખવામાં આવે છે. પ્રોટોન પરનો વિદ્યુતભાર :  $e_p = -(1 + y)e$  જ્યાં,  $e$  ઈલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર છે.

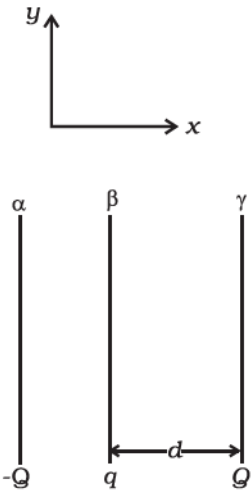
- (a)  $y$  નું ક્રાંતિક મૂલ્ય શોધો કે જેના માટે વિસ્તરણ શરૂ થઈ શકે.  
 (b) દર્શાવો કે વિસ્તરણનો વેગ કેન્દ્રથી અંતરના સપ્રમાણમાં છે.

1.27 R ત્રિજ્યાનો એક ગોળો વિચારો કે જેના પર વિદ્યુતભાર ઘનતા વિતરણ

$$\rho(r) = kr, \quad r \leq R \text{ માટે}$$

$$= 0, \quad r > R \text{ માટે}$$

- (a)  $r$  ના બધા બિંદુઓ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર શોધો.  
 (b) ધારો કે કવચ પરનો કુલ વિદ્યુતભાર  $2e$  છે. જ્યાં,  $e$  એ ઈલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર છે. બે પ્રોટોનને ક્યાં પ્રસ્થાપિત કરીએ કે જેથી તે દરેક પર લાગતું બળ શૂન્ય થાય. એ ધારણા કરો કે પ્રોટોનને પ્રસ્થાપિત કરવાથી ઋણ વિદ્યુતભાર વિતરણ બદલાતું નથી.



આકૃતિ 1.13

1.28 બે સ્થિર, સમાન વાહક પ્લેટો ( $\alpha$  અને  $\beta$ ), દરેકનું ક્ષેત્રફળ  $S$  અને અનુક્રમે  $-Q$  અને  $q$  વિદ્યુતભારિત છે. જ્યાં,  $Q > q > 0$ . આકૃતિ 1.13માં દર્શાવ્યા મુજબ ગતિ કરવા માટે મુક્ત હોય તેવી  $q$  વિદ્યુતભાર ધરાવતી ત્રીજી સમાન પ્લેટ ( $\gamma$ ) બીજી બાજુ  $d$  અંતરે મૂકેલ છે.

ત્રીજી પ્લેટને મુક્ત કરતાં તે  $\beta$  પ્લેટ સાથે અથડાય (સંઘાત અનુભવે) છે. ધારો કે સંઘાત સ્થિતિસ્થાપક છે અને સંઘાત સમય પ્લેટો  $\beta$  અને  $\gamma$  વચ્ચે વિદ્યુતભારના પુનઃવિતરણ માટે પ્રર્યાપ્ત છે.

- (a) સંઘાત પહેલાં પ્લેટ  $\gamma$  પર લાગતું વિદ્યુતક્ષેત્ર શોધો.  
 (b) સંઘાત પછી  $\beta$  અને  $\gamma$  પર વિદ્યુતભાર શોધો.  
 (c) સંઘાત પછી પ્લેટો  $\beta$  થી  $d$  અંતરે પ્લેટ  $\gamma$  નો વેગ શોધો.

1.29 SI/mksA એકમ પદ્ધતિઓ સિવાય માપનની એક અન્ય ઉપયોગી પદ્ધતિ છે જેને cgs (સેન્ટિમીટર-ગ્રામ-સેકન્ડ) પદ્ધતિ કહે છે. આ પદ્ધતિ અનુસાર કુલંબનો નિયમ આ મુજબ આપેલ છે :

$$\mathbf{F} = \frac{Qq}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

જ્યાં, અંતર  $r$  સેમીમાં ( $= 10^{-2}$  m) માપેલ છે.  $F$  ડાઈનમાં ( $= 10^{-5}$  N) અને વિદ્યુતભાર ઈલેક્ટ્રોસ્ટેટિક યુનિટ (esu unit)માં છે.

અહીં, વિદ્યુતભારનો 1 esu યુનિટ  $= \frac{1}{[3]} \times 10^{-9}$  C છે. વાસ્તવમાં સંખ્યા  $[3]$  પ્રકાશની

શૂન્યાવકાશમાં ગતિના લીધે આવે છે.

જેની વાસ્તવિક કિંમત  $= 2.99792458 \times 10^8$  m/s છે અને  $c$  નું સંનિકટ મૂલ્ય  $c = [3] \times 10^8$  m/s છે.

(i) દર્શાવો કે કુલંબના નિયમ અનુસાર cgs પદ્ધતિમાં

$$1 \text{ esu વિદ્યુતભાર} = 1 (\text{ડાઈન})^{1/2} \text{ સેમી}$$

દ્રવ્યમાન  $M$ , લંબાઈ  $L$  અને સમય  $T$  ના પદમાં વિદ્યુતભારનાં પરિમાણો મેળવો.

દર્શાવો કે તે  $M$  અને  $L$  ની અપૂર્ણાંક ઘાતોના પદમાં રજૂ કરી શકાય છે.

- (ii) 1 esu વિદ્યુતભાર =  $x\text{C}$  લખો. જ્યાં  $x$  એ પરિમાણરહિત સંખ્યા છે. દર્શાવો કે તેના દ્વારા નીચે મુજબનું પરિણામ મળે છે.

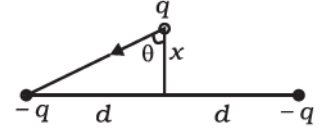
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{10^{-9} \text{ Nm}^2}{x^2 \text{ C}^2}$$

જેમાં,  $x = \frac{1}{[3]} \times 10^{-9}$ , આપણી પાસે

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = [3]^2 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$\text{અથવા } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = (2.99792458)^2 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \text{ (ચોકકસ).}$$

- 1.30** દરેકનો વિદ્યુતભાર  $-q$  હોય તેવા બે વિદ્યુતભારો એકબીજાથી  $2d$  અંતરે સ્થિર રાખેલ છે. આકૃતિ 1.14 માં દર્શાવ્યા મુજબ તેમના મધ્યબિંદુ પર રહેલા  $m$  દળના કોઈ ત્રીજા વિદ્યુતભાર  $q$  ને બે વિદ્યુતભારોને જોડતી રેખાને લંબ નાનું સ્થાનાંતર  $x$  ( $x \ll d$ ) કરાવવામાં આવે છે. દર્શાવો કે વિદ્યુતભાર  $q$  સરળ આવર્તગતિ કરશે. જેનો આવર્તકાળ



આકૃતિ 1.14

$$T = \left[ \frac{8\pi^3 \epsilon_0 m d^3}{q^2} \right]^{1/2} \text{ હશે.}$$

- 1.31** R ત્રિજ્યાની એક રિંગ ઉપર  $-Q$  જેટલો કુલ વિદ્યુતભાર સમાન રીતે વિતરીત કરેલ છે.  $m$  દળના એક નાના પરીક્ષણ વિદ્યુતભાર  $+q$  ને રિંગના કેન્દ્ર પર મૂકી ધીરેથી રિંગની અક્ષ તરફ ધકેલવામાં આવે છે.
- (a) દર્શાવો કે કણ સરળ આવર્ત દોલન કરે છે.
- (b) તેનો આવર્તકાળ મેળવો.

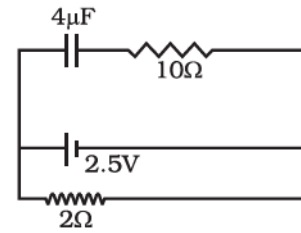
## પ્રકરણ 2

# સ્થિત-વિદ્યુતસ્થિતિમાન અને કેપેસિટન્સ

### ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

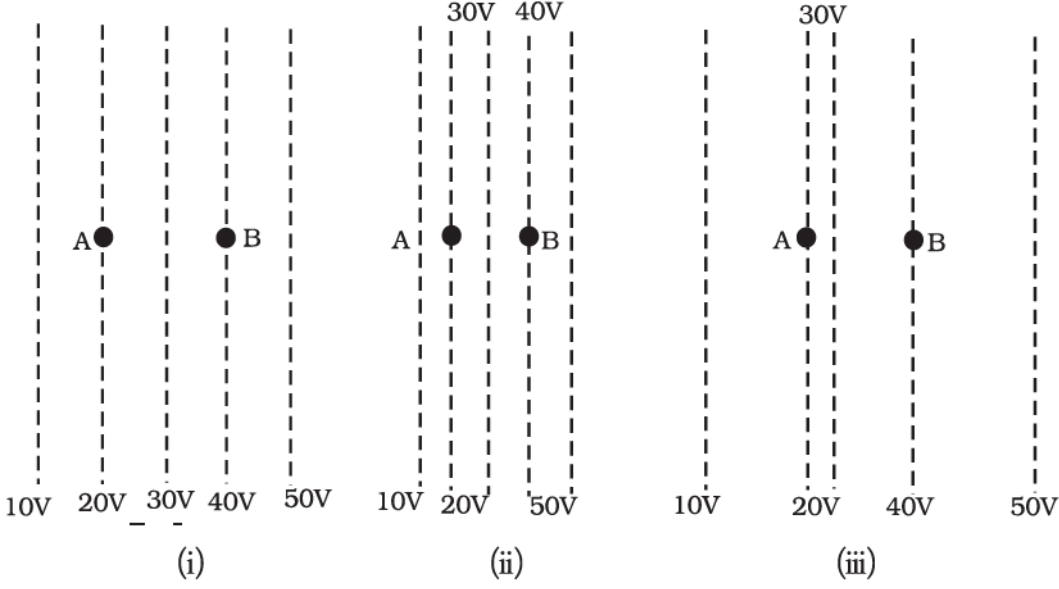
નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 2.1 એક  $4 \mu\text{F}$  નું કેપેસિટર પરિપથમાં દર્શાવ્યા મુજબ જોડેલ છે (આકૃતિ 2.1). બેટરીનો આંતરિક અવરોધ  $0.5 \Omega$  છે, તો કેપેસિટરની પ્લેટો પર વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય ..... હશે.
- (a) 0  
(b)  $4 \mu\text{C}$   
(c)  $16 \mu\text{C}$   
(d)  $8 \mu\text{C}$
- 2.2 સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં એક ધન વિદ્યુતભારિત કણને સ્થિર સ્થિતિમાંથી મુક્ત કરવામાં આવે છે, તો વિદ્યુતભારની વિદ્યુત સ્થિતિઊર્જા .....
- (a) અચળ રહેશે કારણ કે વિદ્યુતક્ષેત્ર સમાન છે.  
(b) વધશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં ગતિ કરે છે.  
(c) ઘટશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં ગતિ કરે છે.  
(d) ઘટશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં ગતિ કરે છે.



આકૃતિ 2.1

2.3 આકૃતિ 2.2 માં અવકાશમાં વિતરીત કેટલીક સમસ્થિતિમાન રેખાઓ દર્શાવી છે. એક વિદ્યુતભારિત પદાર્થ બિંદુ A થી બિંદુ B સુધી ગતિ કરે છે.



આકૃતિ 2.2

- આકૃતિ (i)માં કરેલું કાર્ય મહત્તમ હશે.
- આકૃતિ (ii)માં કરેલું કાર્ય ન્યૂનતમ હશે.
- આકૃતિ (i), આકૃતિ (ii) આકૃતિ (iii)માં કરેલું કાર્ય સમાન હશે.
- આકૃતિ (iii)માં કરેલું કાર્ય આકૃતિ (ii)થી વધુ હશે પરંતુ તે આકૃતિ (i) જેટલું હશે.

2.4 એક વિદ્યુતભારિત વાહક ગોળાની સપાટી પરનું સ્થિત વિદ્યુતસ્થિતિમાન 100V છે. એના સંદર્ભમાં બે વિધાનો આપેલ છે :

$S_1$  : ગોળાની અંદરના કોઈ પણ બિંદુ પાસે, વિદ્યુતતીવ્રતા શૂન્ય છે.

$S_2$  : ગોળાની અંદરના કોઈ પણ બિંદુ પાસે, સ્થિત-વિદ્યુતસ્થિતિમાન 100V છે.

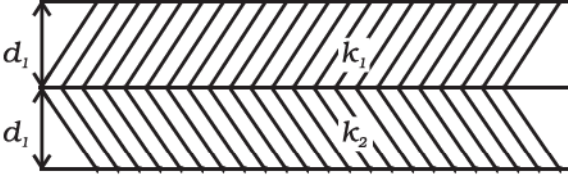
નીચેનામાંથી કયું વિધાન સાચું છે :

- $S_1$  સત્ય છે, પરંતુ  $S_2$  અસત્ય છે.
- $S_1$  અને  $S_2$  બંને અસત્ય છે.
- $S_1$  સત્ય છે.  $S_2$  પણ સત્ય છે તથા વિધાન  $S_1$  એ વિધાન  $S_2$  નું કારણ છે.
- $S_1$  સત્ય છે.  $S_2$  પણ સત્ય છે, પરંતુ બંને વિધાનો સ્વતંત્ર છે.

2.5 જેનો કુલ સરવાળો શૂન્ય નથી તેવા વિદ્યુતભારોના સમૂહથી મોટા અંતરે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠો લગભગ ..... હશે.

- ગોળાકાર
- સમતલ
- પરવલય
- દીર્ઘવૃત્તીય

2.6 બે ડાયઇલેક્ટ્રિક ચોસલાઓને ક્રમમાં જોડી એક સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર બનાવવામાં આવ્યું છે. આકૃતિ 2.3 માં દર્શાવ્યા મુજબ એક ચોસલાની જાડાઈ  $d_1$  અને ડાયઇલેક્ટ્રિક અચળાંક  $k_1$  અને બીજા ચોસલાની જાડાઈ  $d_2$  તથા ડાયઇલેક્ટ્રિક અચળાંક  $k_2$  છે. આ ગોઠવણીને જેનો અસરકારક ડાયઇલેક્ટ્રિક અચળાંક  $k$  અને જાડાઈ  $d (= d_1 + d_2)$  હોય તેવા ડાયઇલેક્ટ્રિક ચોસલા તરીકે વિચારી શકાય, તો  $k$  નું મૂલ્ય .....



આકૃતિ 2.3

- (a)  $\frac{k_1 d_1 + k_2 d_2}{d_1 + d_2}$  (b)  $\frac{k_1 d_1 + k_2 d_2}{k_1 + k_2}$  (c)  $\frac{k_1 k_2 (d_1 + d_2)}{(k_1 d_1 + k_2 d_2)}$  (d)  $\frac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

2.7 ઠ-દિશામાં સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર વિચારો. વિદ્યુત સ્થિતિમાન ..... અચળ છે.

- (a) સમગ્ર અવકાશમાં  
(b) આપેલ  $z$  માટે  $x$  ના કોઈ પણ મૂલ્ય માટે  
(c) આપેલ  $z$  માટે  $y$  ના કોઈ પણ મૂલ્ય માટે  
(d) આપેલ  $z$  માટે કોઈ પણ  $x-y$  સમતલ પર

2.8 સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ

- (a) નિર્બળ વિદ્યુતક્ષેત્રોના વિસ્તારની સરખામણીમાં પ્રબળ વિદ્યુતક્ષેત્રોના વિસ્તારમાં વધુ નજીક-નજીક (ગીચ) હોય છે.  
(b) વાહકની તીક્ષ્ણ ધાર નજીક વધુ ગીચ હશે.  
(c) મોટી વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતા વિસ્તાર નજીક વધુ ગીચ હશે.  
(d) હંમેશાં સમાન અંતરે હશે.

2.9 સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ પર કોઈ વિદ્યુતભારને A થી B સુધી ગતિ કરાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય

(a)  $-\int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$  સ્વરૂપે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય નહિ.

(b)  $-\int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$  સ્વરૂપે જ વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય.

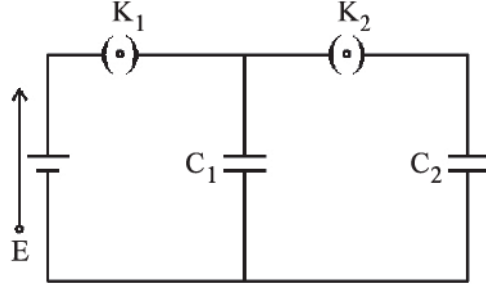
(c) શૂન્ય છે.

(d) શૂન્ય સિવાયનું મૂલ્ય હોઈ શકે.

2.10 અચળ સ્થિતિમાનના વિસ્તારમાં

- (a) વિદ્યુતક્ષેત્ર સમાન હોય છે.  
(b) વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય હોય છે.  
(c) આ વિસ્તારની અંદર કોઈ વિદ્યુતભાર નથી હોતો.  
(d) જો વિદ્યુતભાર આ વિસ્તારની બહાર મૂકવામાં આવ્યો હોય, તો વિદ્યુતક્ષેત્ર નિશ્ચિતપણે બદલાશે.

- 2.11 આકૃતિ 2.4 માં દર્શાવેલ પરિપથમાં, પ્રારંભમાં કળ  $K_1$  બંધ અને કળ  $K_2$  ખુલ્લી છે. ત્યાર બાદ  $K_1$  ખુલ્લી કરવામાં આવે છે અને  $K_2$  બંધ કરવામાં આવે છે. (કમ અગત્યનો છે.) [ $C_1$  અને  $C_2$  પર અનુક્રમે વિદ્યુતભારો  $Q_1'$  અને  $Q_2'$  તથા વોલ્ટેજ  $V_1$  અને  $V_2$  લો.]



આકૃતિ 2.4

ત્યારે,

- (a)  $C_1$  ઉપર વિદ્યુતભાર એવી રીતે પુનઃવિતરિત થશે કે જેથી  $V_1 = V_2$  થાય.  
 (b)  $C_1$  ઉપર વિદ્યુતભાર એવી રીતે પુનઃવિતરિત થશે કે જેથી  $Q_1' = Q_2'$  થાય.  
 (c)  $C_1$  ઉપર વિદ્યુતભાર એવી રીતે પુનઃવિતરિત થશે કે જેથી  $C_1V_1 + C_2V_2 = C_1E$  થાય.  
 (d)  $C_1$  ઉપર વિદ્યુતભાર એવી રીતે પુનઃવિતરિત થશે કે જેથી  $Q_1' + Q_2' = Q$  થાય.
- 2.12 જો કોઈ વાહકનું સ્થિતિમાન  $V \neq 0$  અને તેની બહારના વિસ્તારમાં ક્યાંય કોઈ વિદ્યુતભાર નથી, ત્યારે

- (a) વાહકની સપાટી અથવા તેની અંદર વિદ્યુતભાર હોવા જોઈએ.  
 (b) વાહકમાં ક્યાંય પણ કોઈ વિદ્યુતભાર હોઈ શકે નહિ.  
 (c) ફક્ત વાહકની સપાટી ઉપર જ વિદ્યુતભાર હોવા જોઈએ.  
 (d) વાહકની સપાટીની અંદર વિદ્યુતભાર અવશ્ય હોવા જોઈએ.

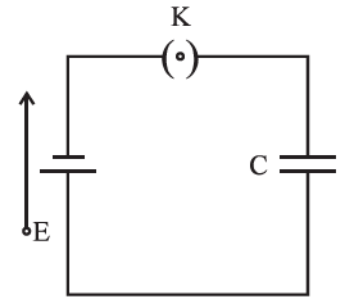
- 2.13 આકૃતિ 2.5 માં દર્શાવ્યા મુજબ કોઈ સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરને એક બેટરી સાથે જોડેલ છે. બે પરિસ્થિતિઓનો વિચાર કરો.

A: કળ K બંધ છે અને અવાહક હેન્ડલ વડે કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર વધારવામાં આવે છે.

B: કળ K ખુલ્લી છે અને અવાહક હેન્ડલ વડે કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર વધારવામાં આવે છે.

યોગ્ય વિકલ્પ/વિકલ્પો પસંદ કરો :

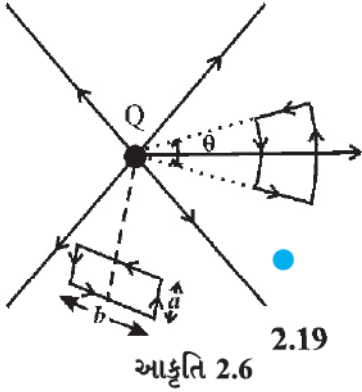
- (a) A માં : Q સમાન રહે પરંતુ C બદલાય છે.  
 (b) B માં : V સમાન રહે પરંતુ C બદલાય છે.  
 (c) A માં : V સમાન રહે અને તેથી Q બદલાય છે.  
 (d) B માં : Q સમાન રહે અને તેથી V બદલાય છે.



આકૃતિ 2.5

## ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 2.14  $R_1$  અને  $R_2$  ત્રિજ્યાઓ ( $R_1 > R_2$ ) ધરાવતા બે સુવાહક ગોળાઓ ધ્યાનમાં લો. જો બંને સમાન સ્થિતિમાને છે, તો નાના ગોળા કરતાં મોટા ગોળા ઉપર વધારે વિદ્યુતભાર હશે. નાના ગોળાની વિદ્યુતભાર ઘનતા મોટા ગોળા કરતાં વધારે હશે કે ઓછી તે જણાવો.
- 2.15 શું અવકાશમાં મુક્ત ઈલેક્ટ્રોન ઊંચા સ્થિતિમાનવાળા કે નીચા સ્થિતિમાનવાળા વિસ્તાર તરફ મુસાફરી (ગતિ) કરે ?
- 2.16 શું કોઈ સમાન વિદ્યુતભાર ધરાવતી બે નિકટવર્તી (નજીક રાખેલ) પ્લેટો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત હોઈ શકે ?
- 2.17 શું મુક્ત અવકાશમાં સ્થિતિમાન વિધેય મહત્તમ કે ન્યૂનતમ હોઈ શકે છે ?
- 2.18 આકૃતિ 2.6 માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક પરીક્ષણ વિદ્યુતભાર  $q$  એ કોઈ બિંદુ વિદ્યુતભાર  $Q$  ના વિદ્યુતક્ષેત્રમાં બે જુદા-જુદા બંધ માર્ગો પર ગતિ કરે છે. પ્રથમ માર્ગનો આડછેદ (વિભાગ) એ વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની દિશામાં એને લંબરૂપે છે. બીજો જે લંબચોરસ બંધ માર્ગ છે, તેનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ લૂપ જેટલું જ છે. આ બંને કિસ્સાઓમાં કરેલાં કાર્યની સરખામણી કરો.



## ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

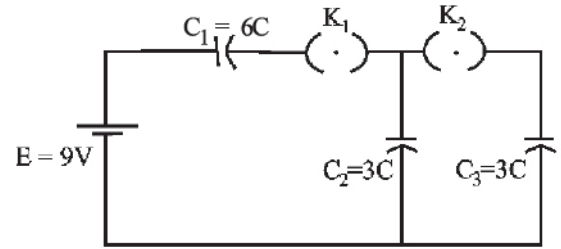
- 2.19 સાબિત કરો કે જેની અંદર કોઈ વિદ્યુતભાર નથી તેવું કોઈ બંધ સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ, આપમેળે બંધ સમસ્થિતિમાન કદ ઘેરે છે.
- 2.20 કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચે ડાયઇલેક્ટ્રિક છે અને આ કેપેસિટરને DC ઉદ્ગમ સાથે જોડેલ છે. હવે બેટરીને અલગ કરો અને પછી ડાયઇલેક્ટ્રિક દૂર કરો. એ જણાવો કે આમ કરવાથી કેપેસિટન્સ, કેપેસિટરમાં સંગૃહીત ઊર્જા, વિદ્યુતક્ષેત્ર, સંગૃહીત વિદ્યુતભાર અને વિદ્યુત સ્થિતિમાન વધશે, ઘટશે કે અચળ રહેશે ?
- 2.21 સાબિત કરો કે, જો કોઈ અવાહક, વિદ્યુતભારવિહીન વાહકને કોઈ વિદ્યુતભારિત વાહકની નજીક મૂક્યો છે તથા અન્ય કોઈ વાહકો ત્યાં હાજર નથી તો વિદ્યુતભારવિહીન પદાર્થનું સ્થિતિમાન એ વિદ્યુતભારિત પદાર્થ અને અનંત સ્થિતિમાનની વચ્ચે હોવું જોઈએ.
- 2.22  $R$  ત્રિજ્યાની રિંગ ઉપર સમાન રીતે વિદ્યુતભાર  $+Q$  વિતરીત થયેલ છે તેની અક્ષ પર રહેલા કોઈ બિંદુ વિદ્યુતભાર  $-q$  ની સ્થિતિઊર્જા ગણો. સ્થિતિઊર્જાને રિંગના કેન્દ્રથી અક્ષીય અંતર  $z$  ના વિધેય તરીકે લઈ તેનો આલેખ દોરો.  
આલેખ જુઓ. શું તમે એ જોઈ શકો છો કે, જો  $-q$  ને રિંગના કેન્દ્રથી સહેજ વિસ્થાપિત (અક્ષ ઉપર) કરવામાં આવે તો શું થશે ?
- 2.23  $R$  ત્રિજ્યાની રિંગ ઉપર વિદ્યુતભાર  $Q$  ના નિયમિત વિતરણને લીધે રિંગની અક્ષ ઉપરના સ્થિતિમાનની ગણતરી કરો.

## ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 2.24  $\lambda$  જેટલી રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતા  $r_0$  ત્રિજ્યાના અનંત લંબાઈના નળાકાર માટે સમસ્થિતિમાનનું સમીકરણ તારવો.



- 2.25**  $+q$  અને  $-q$  મૂલ્યો ધરાવતાં બે બિંદુ વિદ્યુતભારો અનુક્રમે  $(-\frac{d}{2}, 0, 0)$  તથા  $(\frac{d}{2}, 0, 0)$  સ્થાનો પર મૂકેલ છે. જ્યાં સ્થિતિમાન શૂન્ય હોય તેવા સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠનું સમીકરણ મેળવો.
- 2.26** એક સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર એવા ડાયઇલેક્ટ્રિકથી ભરેલું છે કે જેની સાપેક્ષ પરમિટિવિટી લાગુ પાડેલા વોલ્ટેજ ( $U$ ) સાથે  $\epsilon = \alpha U$  અનુસાર બદલાય છે. જ્યાં,  $\alpha = 2V^{-1}$ . આવું જ બીજું એક ડાયઇલેક્ટ્રિક વગરનું કેપેસિટર  $U_0 = 78 V$  સુધી ચાર્જ કરેલું છે. તેને ડાયઇલેક્ટ્રિક ધરાવતાં કેપેસિટર સાથે જોડવામાં આવે છે. કેપેસિટરો ઉપરનો અંતિમ વોલ્ટેજ શોધો.
- 2.27** દરેકની ત્રિજ્યા  $R$  છે, તેવી બે વર્તુળાકાર પ્લેટોના બનેલા એક કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર  $d \ll R$  છે. આ કેપેસિટરને અચળ વોલ્ટેજ સ્રોત સાથે જોડેલું છે. એક પાતળી વાહક તકતી કે જેની ત્રિજ્યા  $r \ll R$  અને જાડાઈ  $t \ll r$  છે. તેને અંદરની પ્લેટના કેન્દ્ર પર મૂકવામાં આવી છે. જો તકતીનું દળ  $m$  હોય, તો તેને ઉપર ઉઠાવવા (lift) માટે જરૂરી લઘુત્તમ વોલ્ટેજ શોધો.
- 2.28** (a) મૂળભૂત કણોના ક્વાર્ક્સ મોડેલમાં, ન્યુટ્રોન એક અપ ક્વાર્ક  $[\text{વિદ્યુતભાર } (\frac{2}{3}e)]$  અને બે ડાઉન ક્વાર્ક્સ  $[\text{વિદ્યુતભાર } (-\frac{1}{3}e)]$  મળીને બનેલો છે. ધારો કે તે  $10^{-15}$  મી લંબાઈની બાજુઓવાળી ત્રિકોણાકાર રચના ધરાવે છે. ન્યુટ્રોનની સ્થિત-વિદ્યુતસ્થિતિઊર્જા ગણો અને તેની સરખામણી તેના દ્રવ્યમાન  $939 \text{ MeV}$  સાથે કરો.
- (b) બે અપ અને એક ડાઉન ક્વાર્કના બનેલા પ્રોટોન માટે ઉપરના પ્રશ્નનું પુનરાવર્તન કરો.
- 2.29** એકની ત્રિજ્યા  $R$  અને બીજાની ત્રિજ્યા  $2R$  હોય તેવા બે ધાતુના ગોળાઓ, બંને સમાન પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા  $\sigma$  ધરાવે છે. બંનેને એકબીજાના સંપર્કમાં લાવી અલગ કરવામાં આવે, તો આ બંનેની સપાટી ઉપર નવી પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા કેટલી હશે ?
- 2.30** આકૃતિ 2.7 માં દર્શાવેલ પરિપથમાં, પ્રારંભમાં કળ  $K_1$  બંધ અને કળ  $K_2$  ખુલ્લી છે. દરેક કેપેસિટર ઉપરનો વિદ્યુતભાર કેટલો હશે ? ત્યાર બાદ  $K_1$  ખુલ્લી કરી અને  $K_2$  બંધ કરી (ક્રમ અગત્યનો છે.), તો હવે દરેક કેપેસિટર ઉપરનો વિદ્યુતભાર કેટલો હશે ? [ $C = 1\mu\text{F}$ ]



આકૃતિ 2.7

- 2.31**  $R$  ત્રિજ્યાની એક તકતીની સપાટી ઉપર નિયમિત રીતે વિતરીત થયેલા  $Q$  વિદ્યુતભારને લીધે તેની અક્ષ ઉપર સ્થિતિમાન શોધો.
- 2.32** બે વિદ્યુતભારો  $q_1$  અને  $q_2$  અનુક્રમે  $(0, 0, d)$  અને  $(0, 0, -d)$  એ મૂકેલ છે. જ્યાં સ્થિતિમાન શૂન્ય હોય તેવાં બિંદુઓનું સ્થાન નક્કી કરો.
- 2.33** દરેકનો વિદ્યુતભાર  $-q$  છે તેવા બે વિદ્યુતભારો વચ્ચેનું અંતર  $2d$  છે. ત્રીજો  $+q$  વિદ્યુતભાર તેના મધ્યબિંદુ  $O$  પર રાખેલ છે.  $-q$  વિદ્યુતભારોના લીધે  $+q$  વિદ્યુતભારની સ્થિતિઊર્જાને  $O$  થી નાના અંતર  $x$  ના વિધેય સ્વરૂપે દર્શાવો. સ્થિતિઊર્જા (P.E.) વિરુદ્ધ  $x$  નો આલેખ દોરો. તમે જાતે ખાતરી કરો કે,  $O$  ઉપરનો વિદ્યુતભાર અસ્થાયી સંતુલનમાં છે.

# પ્રવાહવિદ્યુત



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

3.1 એક વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત (વિદ્યુતપ્રવાહ I) વર્તુળાકાર વાહકતાર વિચારો એ નોંધો કે, જેમ-જેમ વાહક તારમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વધે છે તેમ-તેમ  $j$  (પ્રવાહઘનતા)ની દિશા ચોક્કસ રીતે બદલાય છે, જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહ I અપ્રભાવિત રહે છે. આ માટે અનિવાર્યપણે જવાબદાર ઘટક .....

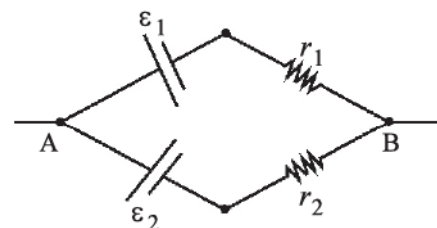
(a) ઉદ્ગમનું વિદ્યુતચાલક બળ (emf)

(b) વાહક તારની સપાટી પર સંગૃહીત વિદ્યુતભારોને લીધે ઉત્પન્ન થતું વિદ્યુતક્ષેત્ર

(c) વાહક તારના આપેલ ખંડના તરતના પાછળના વિદ્યુતભારો કે જે અપાકર્ષણ દ્વારા વિદ્યુતભારોને ફક્ત યોગ્ય રીતે ધકેલે છે.

(d) આગળ રહેલા વિદ્યુતભારો

3.2 આકૃતિ 3.1 માં દર્શાવ્યા મુજબ જેમના emf  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  ( $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ ) અને આંતરિક અવરોધ અનુક્રમે  $r_1$  અને  $r_2$  હોય તેવી બે બેટરીઓ સમાંતરમાં જોડેલ છે.



આકૃતિ 3.1

(a) બંને બેટરીઓનું સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  ની વચ્ચે હશે.

જેમકે,  $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_{eq} < \mathcal{E}_2$ .

(b) સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $\mathcal{E}_1$  કરતાં નાનું છે.

(c)  $\mathcal{E}_{eq}$  હંમેશાં  $\mathcal{E}_{eq} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$  વડે અપાય છે.

(d)  $\mathcal{E}_{eq}$  એ આંતરિક અવરોધો  $r_1$  અને  $r_2$  થી સ્વતંત્ર છે.

**3.3** મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી અવરોધ R માપવામાં આવે છે. એક વિદ્યાર્થી પ્રમાણિત અવરોધ S ની પસંદગી 100  $\Omega$  કરે છે. તે તટસ્થ બિંદુ (null point)  $l_1 = 2.9$  સેમી પર મેળવે છે. તેને ચોકસાઈ સુધારવા પ્રયત્ન કરવા માટે કહેવામાં આવે છે.

આ માટે નીચેનામાંથી કઈ રીત ઉપયોગી છે ?

(a) તેને  $l_1$  નું માપન વધુ ચોકસાઈથી કરવું જોઈએ.

(b) તેને S બદલીને 1000  $\Omega$  કરી અને પ્રયોગ ફરી કરવો જોઈએ.

(c) તેને S બદલીને 3  $\Omega$  કરી અને પ્રયોગ ફરી કરવો જોઈએ.

(d) મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી તેને વધુ ચોકસાઈપૂર્ણ માપનની આશા છોડી દેવી જોઈએ.

**3.4** 400 સેમી લંબાઈના પોટેન્શિયોમીટરનો ઉપયોગ કરી જેમના emf નાં સંન્નિકટ (approximately) મૂલ્યો 5V અને 10V છે. તેવા બે વિદ્યુતકોષોની ચોકસાઈપૂર્વક સરખામણી કરવામાં આવે છે. તો .....

(a) પોટેન્શિયોમીટરમાં ઉપયોગમાં લેવાતી બેટરીનો વોલ્ટેજ 8V હોવો જોઈએ.

(b) પોટેન્શિયોમીટરની બેટરીનો વોલ્ટેજ 15V હોઈ શકે અને R ને એવી રીતે ગોઠવી શકાય કે તારના છેડાઓ વચ્ચેનો વોલ્ટેજ ડ્રોપ 10V થી સહેજ વધુ હોય.

(c) તારના પ્રથમ 50 cm ના ભાગમાં સ્વયં વોલ્ટેજ ડ્રોપ 10V હોવો જોઈએ.

(d) પોટેન્શિયોમીટરનો ઉપયોગ મોટા ભાગે અવરોધોની સરખામણી માટે થતો હોય છે, વોલ્ટેજો માટે નહિ.

**3.5** 1 cm  $\times$   $\frac{1}{2}$  cm ના લંબચોરસ આડછેદ અને 10 cm લંબાઈ ધરાવતા ધાતુના સળિયાની સામસામેની બાજુઓ વચ્ચે એક બેટરી જોડેલી છે. સળિયાનો અવરોધ ..... હશે.

(a) જ્યારે બેટરી 1 cm  $\times$   $\frac{1}{2}$  cm બાજુઓ વચ્ચે જોડેલ હોય ત્યારે મહત્તમ

(b) જ્યારે બેટરી 10 cm  $\times$  1 cm બાજુઓ વચ્ચે જોડેલ હોય ત્યારે મહત્તમ

(c) જ્યારે બેટરી 10 cm  $\times$   $\frac{1}{2}$  cm બાજુઓ વચ્ચે જોડેલ હોય ત્યારે મહત્તમ

(d) ત્રણેય બાજુઓથી સ્વતંત્ર રીતે સમાન

**3.6** ઇલેક્ટ્રોનની નીચે આપેલી લાક્ષણિકતાઓ પૈકી કઈ લાક્ષણિકતા વાહકમાં પ્રવાહ નક્કી કરે છે ?

(a) ફક્ત ડ્રિફ્ટવેગ

(b) ફક્ત ઉષ્મીયવેગ (Thermal)


(c) ડ્રિફ્ટવેગ અને ઉષ્મીયવેગ બંને

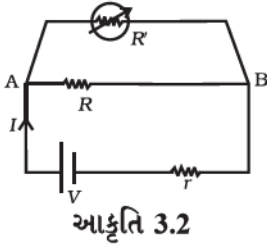
(d) ડ્રિફ્ટવેગ અને ઉષ્મીયવેગ પૈકી એક પણ નહિ.

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 3.7 કિર્યોફનો જંકશનનો નિયમ એ .....નું પ્રતિબિંબ છે.
- પ્રવાહ ઘનતા સદિશના સંરક્ષણનું
  - વિદ્યુતભાર સંરક્ષણનું
  - તે હકીકતનું કે વિદ્યુતભારિત કણ જે વેગમાન સાથે જંકશન પાસે જાય છે તે વેગમાન વિદ્યુતભારિત કણો જ્યારે જંકશન છોડે છે ત્યારે બદલાતું નથી (સદિશ તરીકે) તે બાબતનું
  - તે હકીકતનું કે જંકશન પાસે કોઈ વિદ્યુતભાર સંગ્રહ પામતો નથી.

- 3.8 આકૃતિ 3.2 માં દર્શાવેલ સરળ પરિપથ ધ્યાનમાં લો.  સંકેત ચલ (variable) અવરોધ R' માટે વપરાય છે. R' ને R<sub>0</sub> થી અનંત સુધી બદલી શકાય છે. r એ બેટરીનો આંતરિક અવરોધ છે. (r << R << R<sub>0</sub>).



આકૃતિ 3.2

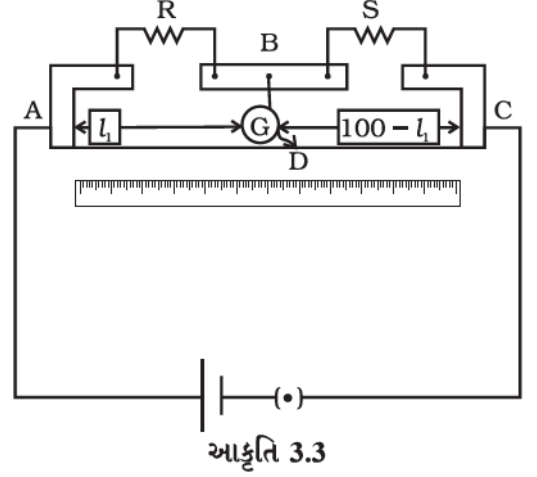
- R' બદલાય તોપણ AB ના છેડાઓ વચ્ચેનો વોલ્ટેજ ડ્રોપ લગભગ અચળ રહે છે.
- R' બદલાય તોપણ R' માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ લગભગ અચળ હોય છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહ I સંવેદનશીલતાપૂર્વક R' ઉપર આધાર રાખે છે.
- હંમેશાં  $I \geq \frac{V}{r+R}$  હશે.

- 3.9 અર્ધવાહકો, અવાહકો અને સુવાહકો(ધાતુઓ)ની અવરોધકતા  $\rho(T)$  ની તાપમાન નિર્ભરતા નોંધપાત્ર રીતે નીચેનાં પરિબળો પર આધારિત છે.
- વિદ્યુતભાર વાહકોની સંખ્યા તાપમાન T સાથે બદલાઈ શકે છે.
  - બે ક્રમિક અથડામણો વચ્ચેનો સમયગાળો તાપમાન પર આધારિત હોઈ શકે છે.
  - પદાર્થની લંબાઈએ Tનું વિધેય હોઈ શકે છે.
  - વિદ્યુતભારોનું દળ એ T નું વિધેય છે.

- 3.10 વ્હીસ્ટન બ્રિજનો ઉપયોગ કરી એક અજ્ઞાત અવરોધ R નું માપન હાથ ધરવામાં આવે છે (NCERT પુસ્તકમાં આકૃતિ 3.25 જુઓ). બે વિદ્યાર્થીઓ પ્રયોગને બે જુદી-જુદી રીતે કરે છે. એક વિદ્યાર્થી R<sub>2</sub> = 10 Ω અને R<sub>1</sub> = 5 Ω લે છે. બીજો વિદ્યાર્થી R<sub>2</sub> = 1000 Ω અને R<sub>1</sub> = 500 Ω લે છે. પ્રમાણભૂત બાજુમાં, બંને R<sub>3</sub> = 5 Ω લે છે. બંને ત્રુટિ સાથે  $R = \frac{R_2}{R_1} R_3 = 10 \Omega$  શોધે છે.

- બંને વિદ્યાર્થીઓની માપનમાં ત્રુટિઓ સમાન હશે.
- માપનમાં ત્રુટિએ R<sub>2</sub> અને R<sub>1</sub> ના માપનમાં રહેલી ચોકસાઈ પર નિર્ભર કરે છે.
- જો વિદ્યાર્થી મોટા મૂલ્યના R<sub>2</sub> અને R<sub>1</sub> નો ઉપયોગ કરે તો ભુજાઓ (arms)માં વિદ્યુતપ્રવાહ ક્ષીણ (feeble) બને. જેના લીધે ચોકસાઈપૂર્વક તટસ્થબિંદુ નક્કી કરવું વધુ મુશ્કેલ બને.
- વ્હીસ્ટન બ્રિજએ ખૂબ સચોટ સાધન છે અને તેના માપનમાં ત્રુટિ નથી હોતી.

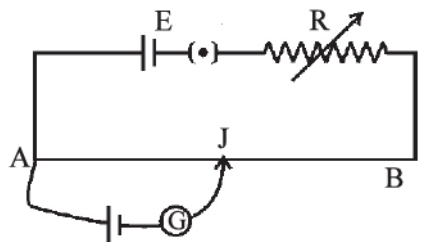
- 3.11** મીટર બ્રિજમાં બિંદુ D એ તટસ્થ બિંદુ છે (આકૃતિ 3.3).  
 (a) અવરોધોના આ સમૂહ માટે મીટર બ્રિજમાં બીજું કોઈ તટસ્થબિંદુ ન હોય.  
 (b) જ્યારે મીટર તાર ઉપર Dની ડાબી બાજુ કોઈ બિંદુએ જોકીનો સંપર્ક કરાવવામાં આવે, તો તારમાંથી B તરફ પ્રવાહનું વહન થશે.  
 (c) જ્યારે મીટર તાર ઉપર Dની જમણી બાજુ કોઈ બિંદુએ જોકીનો સંપર્ક કરાવવામાં આવે, તો B માંથી તાર મારફતે ગેલ્વેનોમિટરમાં થઈ પ્રવાહનું વહન થશે.  
 (d) જ્યારે R વધે છે, તટસ્થ બિંદુ ડાબી બાજુ ખસે છે.



આકૃતિ 3.3

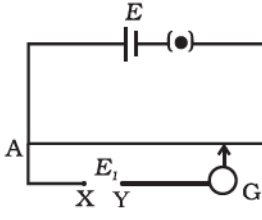
### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 3.12** વિદ્યુત પરિપથમાં વિદ્યુતભાર જ્યારે જંકશન પસાર કરે ત્યારે વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય છે ? શા માટે અથવા શા માટે નહિ ?
- 3.13** વિશ્રાંતિ સમય (Relaxation time)  $\tau$  એ લાગુ પાડેલ ક્ષેત્ર E થી લગભગ સ્વતંત્ર છે, જ્યારે તે તાપમાન T સાથે નોંધપાત્ર રીતે બદલાય છે. પ્રથમ હકીકત માટે ઓહ્મનો નિયમ જવાબદાર છે, જ્યારે બીજી હકીકત  $\rho$  ના તાપમાન સાથેના ફેરફાર તરફ દોરી જાય છે, શા માટે ? સવિસ્તર સમજાવો.
- 3.14** વ્હીસ્ટન બ્રિજમાં તટસ્થબિંદુ પદ્ધતિના લાભ શું છે ? બીજી કોઈ પદ્ધતિથી  $R_{અજ્ઞાત}$  ની ગણતરીમાં કયા વધારાના માપનની જરૂર પડશે ?
- 3.15** પોટેન્શિયોમિટરમાં તારોનું જોડાણ કરવા માટે ધાતુની જાડી પટ્ટીઓનો ઉપયોગ કરવાનો ફાયદો શું છે ?
- 3.16** ઘરોમાં વાયરિંગ માટે, તાંબા (Cu) અથવા એલ્યુમિનિયમ (Al) ના વાયરોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આની પાછળ કઈ વિચારણાઓ સામેલ છે ?
- 3.17** શા માટે આદર્શ અવરોધ ગૂંચળું બનાવવા માટે મિશ્ર ધાતુઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ?
- 3.18**  $R_c$  અવરોધ ધરાવતી પ્રસારણ (transmission) કેબલ મારફતે ઉપકરણ (Device) ને પાવર P પહોંચાડવામાં આવે છે. જો R ના બે છેડા વચ્ચેનો વોલ્ટેજ V અને તેમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ I હોય, તો પાવર વ્યય શોધો અને તે કેવી રીતે ઘટાડી શકાય છે ?
- 3.19** આકૃતિ 3.4 માં દર્શાવ્યા મુજબ AB એ પોટેન્શિયો-મિટરનો તાર છે. જો R નું મૂલ્ય વધારવામાં આવે તો, તટસ્થબિંદુ (Balance point) J કઈ દિશામાં ખસશે ?



આકૃતિ 3.4

3.20 પોટેન્શિયોમિટર (આકૃતિ 3.5) વડે કોઈ પ્રયોગ કરતાં એ ધ્યાનમાં આવ્યું કે, વિચલન (deflection) એક જ દિશામાં થાય છે અને



આકૃતિ 3.5

(i) તારના એક છેડા A થી બીજા છેડા B તરફ જઈએ તેમ વિચલન ઘટે છે.

(ii) જ્યારે જોકીને છેડા B તરફ ખસેડતા વિચલન વધે છે.

(a) કિસ્સા (i)માં બેટરીનો  $E_1$  નો ક્યો (ધન કે ઋણ) છેડો X સાથે જોડવામાં આવે છે અને  $E_1$  કેવી રીતે E સાથે સંબંધિત છે ?

(b) કિસ્સા (ii)માં બેટરી  $E_1$  નો ક્યો છેડો X સાથે જોડેલ હશે ?

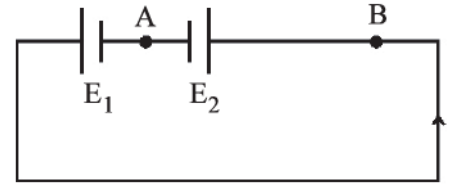
3.21 જેનું emf E અને આંતરિક અવરોધ  $r$  છે તેવા વિદ્યુતકોષને એક બાહ્ય અવરોધ R સાથે જોડેલ છે. R ના બે છેડાઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતના ફેરફાર વિરુદ્ધ R નો આલેખ દોરો.

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

3.22 દરેકનો સમાન અવરોધ R હોય તેવા  $n$  અવરોધોના એક સમૂહને  $E_{emf}$  અને R જેટલા આંતરિક અવરોધ ધરાવતી બેટરી સાથે પ્રથમ શ્રેણીમાં જોડેલા છે. પરિપથમાં વહેતા પ્રવાહ I અવલોકવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ  $n$  અવરોધોને એ જ બેટરી સાથે સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે. એવું અવલોકવામાં આવ્યું કે, પ્રવાહ 10 ગણો વધી ગયો તો અહીં 'n' નું મૂલ્ય શું છે ?

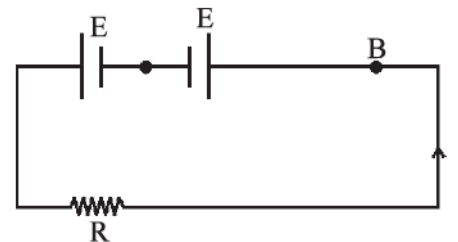
3.23  $n$  અવરોધો  $R_1, \dots, R_n$  વિચારો જેમાં  $R_{max} = \max (R_1, \dots, R_n)$  અને  $R_{min} = \min \{R_1, \dots, R_n\}$  છે. એવું દર્શાવો કે જ્યારે તેમને સમાંતરમાં જોડવામાં આવે ત્યારે પરિણામી અવરોધ  $R_p < R_{min}$  અને જ્યારે તેમને શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે પરિણામી અવરોધ  $R_s > R_{max}$  છે. પરિણામનું ભૌતિક અર્થઘટન આપો.

3.24 આકૃતિ 3.6 માં દર્શાવેલ પરિપથમાં બે વિદ્યુતકોષોને એકબીજા સાથે વિરોધક સ્થિતિમાં જોડેલા છે. વિદ્યુતકોષ  $E_1$  નું emf 6V અને આંતરિક અવરોધ  $2\Omega$ ; વિદ્યુતકોષ  $E_2$  નું emf 4V અને આંતરિક અવરોધ  $8\Omega$  છે. A અને B બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત શોધો.



આકૃતિ 3.6

3.25 સમાન emf E પરંતુ આંતરિક અવરોધ  $r_1$  અને  $r_2$  હોય એવા બે વિદ્યુતકોષો બાહ્ય અવરોધ R સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ છે (આકૃતિ 3.7). પ્રથમ વિદ્યુતકોષના બે છેડાઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાન શૂન્ય થવા માટે R નું મૂલ્ય કેટલું હોવું જોઈએ ?



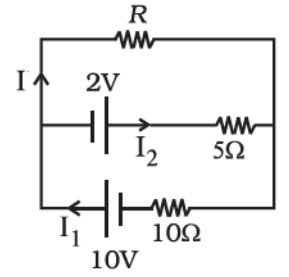
આકૃતિ 3.7

**3.26** સમાન દ્રવ્યમાંથી બનેલા બે વાહકોની લંબાઈ સમાન છે. વાહક A એ 1 mm વ્યાસ ધરાવતો નક્કર તાર છે. વાહક B એ 2 mm બાહ્ય વ્યાસ અને 1 mm આંતરિક વ્યાસ ધરાવતી પોલી નળી છે. અવરોધો  $R_A$  અને  $R_B$  નો ગુણોત્તર શોધો.

**3.27** ફક્ત અવરોધો અને બેટરીઓ ધરાવતો કોઈ પરિપથ વિચારો. ધારો કે દરેકનો વોલ્ટેજ અને દરેકનો અવરોધ બમણો (અથવા તે  $n$ -ગણો વધારો) કરવામાં આવે છે, તો દર્શાવો કે પ્રવાહ બદલાતો (અપરિવર્તિત રહે છે) નથી. ધોરણ XII ની NCERT ના પાઠ્યપુસ્તકના દાખલા 3.7 ના પરિપથ માટે આ કરો.

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

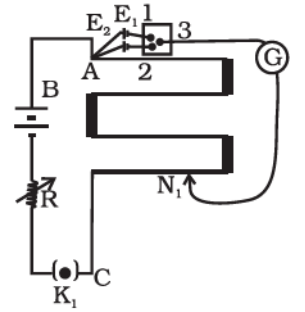
**3.28** 10 V અને 2 V ની બે બેટરીઓના આંતરિક અવરોધો અનુક્રમે  $10 \Omega$  અને  $5 \Omega$  છે. તેમને સમાંતર એવી રીતે જોડી છે કે, 10 V ની બેટરીનો ઋણ છેડો 2 V ની બેટરીના ધન છેડા સાથે જોડાય (આકૃતિ 3.8). આ સંયોજનનો અસરકારક વોલ્ટેજ અને અસરકારક અવરોધ શોધો.



આકૃતિ 3.8

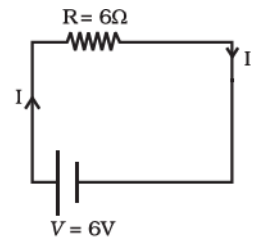
**3.29** એક ઓરડામાં 220 V ના વોલ્ટેજ પર AC દરરોજ 5 કલાક ચાલુ રહે છે. ઓરડાનું વાયરિંગ 1 mm ત્રિજ્યા અને 10 m લંબાઈના તાંબાના તારથી કરેલું છે. દરરોજનો પાવર વપરાશ 10 વ્યાવસાયિક યુનિટ છે. તેનો કેટલામો ભાગ તારમાં જૂલ-ઉષ્મા સ્વરૂપે વ્યય પામે ? જો વાયરિંગ આટલું જ પરિમાણ ધરાવતા એલ્યુમિનિયમના તારથી કરવામાં આવે તો શું થશે ? [ $\rho_{Cu} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega m$ ,  $\rho_{Al} = 2.7 \times 10^{-8} \Omega m$ ]

**3.30** પોટેન્શિયોમિટર સાથેના પ્રયોગમાં,  $V_B = 10 V$  છે. R નું સંતુલન મૂલ્ય  $50 \Omega$  રાખેલ છે. (આકૃતિ 3.9). એક વિદ્યાર્થી બેટરીનો વોલ્ટેજ  $E_1$  (લગભગ 8V) માપવા માંગે છે, તો તે જુએ છે કે તટસ્થબિંદુ શક્ય નથી. પછી તે R ને ઘટાડીને  $10 \Omega$  કરે છે અને પોટેન્શિયોમિટરના અંતિમ (ચોથા) ભાગમાં તટસ્થબિંદુ મેળવે છે. બીજા કિસ્સામાં પોટેન્શિયોમિટરના તારનો અવરોધ અને તારની એકમ લંબાઈ દીઠ વોલ્ટેજ ડ્રોપ શોધો.



આકૃતિ 3.9

**3.31** (a) આકૃતિ 3.10 માં દર્શાવેલ પરિપથ પર વિચાર કરો. શૂન્ય પ્રવાહની પ્રારંભિક અવસ્થામાંથી ફ્રિક્ટવેગની અવસ્થા સુધી (ઉષ્મીય ગતિ અવગણો) ઇલેક્ટ્રોન્સ દ્વારા કેટલી ઊર્જાનું શોષણ થશે ?  
 (b) ઇલેક્ટ્રોન, ઉષ્મીય ઊર્જા માટે દર સેકન્ડે  $RI^2$  ના દરથી ઊર્જા પ્રદાન કરે છે. પ્રશ્ન (a)માં ઊર્જા સાથે કયા સમય- ગાળા (સ્કેલ)ને સાંકળી શકાય ?  
 $n =$  ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા/કદ  $= 10^{29}/m^3$ , પરિપથની લંબાઈ  $= 10 \text{ cm}$ , આડછેદનું ક્ષેત્રફળ  $A = (1\text{mm})^2$ .



આકૃતિ 3.10

# ગતિમાન વિદ્યુતભારો અને ચુંબકત્વ



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 4.1 એકસમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{k}}$  માં બે વિદ્યુતભારિત કણો સંપૂર્ણ રીતે પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં હોય એવા સમાન સર્પિલાકાર (helical) માર્ગો પર ગતિ કરે છે.
- (a) તેમના વેગમાનનાં z-ઘટકો સમાન હોવા જોઈએ.
- (b) તેમના વિદ્યુતભારો સમાન હોવા જોઈએ.
- (c) તેઓ અનિવાર્યપણે કણ-પ્રતિકણની જોડી રજૂ કરે છે.
- (d) વિદ્યુતભાર અને દળ ગુણોત્તર :  $\left(\frac{e}{m}\right)_1 + \left(\frac{e}{m}\right)_2 = 0$  ને સંતોષે છે.
- 4.2 બાયો-સાવર્ટનો નિયમ સૂચવે છે કે, ગતિશીલ ઈલેક્ટ્રોન (વેગ  $\mathbf{v}$ ) ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B}$  ઉત્પન્ન કરે છે, જેવા કે
- (a)  $\mathbf{B} \perp \mathbf{v}$
- (b)  $\mathbf{B} \parallel \mathbf{v}$
- (c) તે વ્યસ્ત ઘનના નિયમનું પાલન કરે છે.
- (d) તે ઈલેક્ટ્રોન અને અવલોકન બિંદુને જોડતી રેખાની દિશામાં હોય છે.



- 4.3 R ત્રિજ્યાની પ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ  $x-y$  સમતલમાં એવી રીતે મૂકી છે કે તેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર હોય. હવે  $x > 0$  માટે લૂપનો અડધો ભાગ એવી રીતે વાળવામાં આવે છે કે તે ભાગ  $y-z$  સમતલમાં રહે તો, .....
- (a) ચુંબકીય ચાકમાત્રાનું મૂલ્ય હવે ઘટી જશે.  
 (b) ચુંબકીય ચાકમાત્રા બદલાતી નથી.  
 (c)  $(0.0.z)$ ,  $z \gg R$  પાસે  $B$  નું મૂલ્ય વધી જશે.  
 (d)  $(0.0.z)$ ,  $z \gg R$  પાસે  $B$  નું મૂલ્ય બદલાતું નથી.
- 4.4 એક ઇલેક્ટ્રોનને પ્રવાહધારિત લાંબા સોલેનોઇડની અક્ષ પર અચળ વેગથી પ્રક્ષેપિત કરવામાં આવે છે. નીચેનામાંથી કયું વિધાન સત્ય છે ?
- (a) ઇલેક્ટ્રોન અક્ષની દિશામાં પ્રવેગિત થશે.  
 (b) ઇલેક્ટ્રોનનો માર્ગ અક્ષને અનુલક્ષીને વર્તુળાકાર હશે.  
 (c) ઇલેક્ટ્રોન અક્ષ સાથે  $45^\circ$  ના ખૂણે બળ અનુભવશે અને તેથી હેલિકલ (સ્પાઇરલ) માર્ગે ગતિ કરશે.  
 (d) સોલેનોઇડની અક્ષ પર ઇલેક્ટ્રોન અચળ વેગથી ગતિ ચાલુ રાખશે.
- 4.5 સાઇકલોટ્રોનમાં, કોઈ વિદ્યુતભારિત કણ
- (a) સતત પ્રવેગિત થશે.  
 (b) ની ચુંબકીયક્ષેત્રને કારણે 'D' વચ્ચેના અવકાશમાં ઝડપ વધે છે.  
 (c) ની 'D'માં ઝડપ વધે છે.  
 (d) 'D'માં ઝડપ ઘટે છે અને 'D' વચ્ચેના અવકાશમાં ઝડપ વધે છે.
- 4.6 ચુંબકીય ચાકમાત્રા  $M$  ધરાવતી પ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપને બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B$  માં યાદચ્છિક રીતે ગોઠવેલ છે. લૂપને તેના સમતલને લંબ અક્ષને અનુલક્ષીને  $30^\circ$  નું ભ્રમણ કરાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય
- (a)  $MB$  (b)  $\sqrt{3} \frac{MB}{2}$   
 (c)  $\frac{MB}{2}$  (d) શૂન્ય

### ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

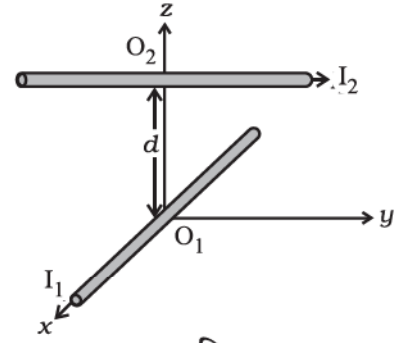
નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 4.7 બોહર મોડેલ અનુસાર H-પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન માટે ગાયરો-મેગ્નેટિક રેશિયો .....
- (a) તે કઈ કક્ષામાં છે તેના પર આધારિત નથી.  
 (b) ઋણ છે.  
 (c) ધન છે.  
 (d) ક્વોન્ટમ નંબર  $n$  સાથે વધે છે.

- 4.8 I જેટલો સ્થાયી પ્રવાહધારિત તાર વિચારો કે, જે તેની લંબાઈને લંબ સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર **B** માં મૂકેલ છે. તારમાં રહેલા વિદ્યુતભારો ધ્યાનમાં લો. એ જ્ઞાત છે કે ચુંબકીય બળ કોઈ કાર્ય કરતું નથી. આ સૂચવે છે કે,
- (a) વાહકની અંદર વિદ્યુતભારોની ગતિ **B** દ્વારા પ્રભાવિત (અસરગ્રસ્ત) થતી નથી, કારણ કે તે ઊર્જાનું શોષણ કરતા નથી.
- (b) **B** ના કારણે તારની અંદરથી કેટલાક વિદ્યુતભારો સપાટી તરફ ખસી જાય છે.
- (c) જો તાર **B** ની અસર હેઠળ ગતિ કરે તો, બળ દ્વારા કોઈ કાર્ય થતું નથી.
- (d) જો તાર **B** ની અસર હેઠળ ગતિ કરે તો, ચુંબકીય બળ દ્વારા આયનો કે જેમને તારમાં સ્થિર માનવામાં આવે છે, તેમની ઉપર કોઈ કાર્ય થતું નથી.
- 4.9 બે સમાન પ્રવાહધારિત સમાક્ષી લૂપોમાં, વિરુદ્ધ દિશાઓમાં પ્રવાહ I વહે છે. એક સરળ એમ્પેરિયન લૂપ બંનેમાંથી એક વખત પસાર થાય છે. આ લૂપને C કહીએ, તો
- (a)  $\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mp 2\mu_0 I$
- (b)  $\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$  નું મૂલ્ય Cની પસંદગીથી સ્વતંત્ર છે.
- (c) C ઉપર કોઈ એવું બિંદુ હોઈ શકે છે, જ્યાં **B** અને **dl** લંબ હશે.
- (d) C ના દરેક બિંદુ પર **B** નાશ પામે (શૂન્ય બને) છે.
- 4.10 અવકાશનો કોઈ સમઘન વિભાગ કેટલાક સમાન વિદ્યુત અને ચુંબકીયક્ષેત્રોથી ભરેલો છે. આ સમઘનની કોઈ એક સપાટીને લંબરૂપે એક ઈલેક્ટ્રોન **v** વેગથી સમઘનમાં દાખલ થાય છે અને આ સમતલથી વિરુદ્ધ સમતલમાંથી પોઝિટ્રોન  $-\mathbf{v}$  વેગથી દાખલ થાય છે. આ ક્ષણે
- (a) બંને કણો પર વિદ્યુત બળોને લીધે સમાન પ્રવેગ ઉત્પન્ન થશે.
- (b) બંને કણો પર ચુંબકીય બળોને લીધે સમાન પ્રવેગ ઉત્પન્ન થશે.
- (c) બંને કણો સમાન દરથી ઊર્જા મેળવશે અથવા ગુમાવશે.
- (d) દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર (CM)ની ગતિ ફક્ત **B** દ્વારા નક્કી થાય છે.
- 4.11 એક વિસ્તાર કે જેમાં વિદ્યુતભારિત કણ સતત અચળ વેગથી ગતિ ચાલુ રાખશે. જ્યાં,
- (a)  $\mathbf{E} = 0, \mathbf{B} \neq 0$
- (b)  $\mathbf{E} \neq 0, \mathbf{B} \neq 0$
- (c)  $\mathbf{E} \neq 0, \mathbf{B} = 0$
- (d)  $\mathbf{E} = 0, \mathbf{B} = 0$

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

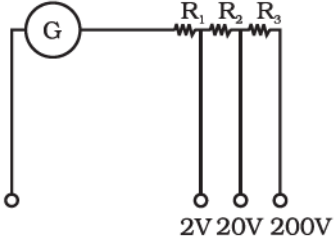
- 4.12 સાઈક્લોટ્રોન આવૃત્તિ  $\omega = eB/m$  નું સાચું પરિમાણ  $[T]^{-1}$  છે તે ચકાસો.
- 4.13 દર્શાવો કે જે બળ કોઈ કાર્ય નથી કરતું તે વેગ આધારિત બળ હોવું આવશ્યક છે.
- 4.14 ચુંબકીય બળ  $\mathbf{v}$  પર આધારિત છે જે પોતે ( $\mathbf{v}$ ) જડત્વીય નિર્દેશ ફેમ પર આધારિત છે, તો શું દરેક જડત્વીય નિર્દેશ ફેમમાં ચુંબકીય બળ જુદું-જુદું હશે ? તો શું એ તર્કસંગત (વ્યાજબી) છે કે જુદી-જુદી નિર્દેશ ફેમોમાં પરિણામી પ્રવેગનું મૂલ્ય જુદું-જુદું હોય ?
- 4.15 સાઈક્લોટ્રોનમાં જો રેડિયો આવૃત્તિ (rf) વિદ્યુતક્ષેત્રની આવૃત્તિ કરતાં બમણી થાય, તો તેમાં કોઈ વિદ્યુતભારિત કણની ગતિનું વર્ણન કરો.
- 4.16  $I_1$  અને  $I_2$  પ્રવાહધારિત બે લાંબા તારોને આકૃતિ 4.1 માં દર્શાવ્યા મુજબ ગોઠવેલ છે. એક  $I_1$  પ્રવાહધારિત તાર  $x$ -અક્ષ ઉપર છે અને બીજો  $I_2$  પ્રવાહધારિત તાર કે જેને  $y$ -અક્ષને સમાંતર કોઈ રેખા ઉપર છે. જેને  $x = 0$  અને  $z = d$  વડે દર્શાવેલ છે.  $x$ -અક્ષ ઉપર રહેલા તારને લીધે બિંદુ  $O_2$  પર લાગતું બળ શોધો.



આકૃતિ 4.1

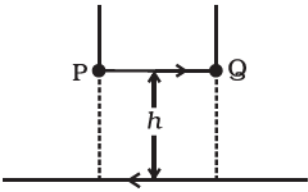
### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

- 4.17 કોઈ પ્રવાહધારિત લૂપ R ત્રિજ્યાના વર્તુળના ત્રણ સમાન ચતુર્થાંસ ( $\frac{1}{4}$  ભાગ)થી બનેલી છે. તે  $x$ - $y$ ,  $y$ - $z$  અને  $z$ - $x$  સમતલોના ધન ચરણમાં આવેલા છે. એકબીજા સાથે જોડાયેલા આ ચતુર્થાંસોનાં કેન્દ્રો ઊગમબિંદુ પર છે. ઊગમબિંદુ પાસે  $\mathbf{B}$  નું મૂલ્ય અને દિશા શોધો.
- 4.18 જેનો વિદ્યુતભાર  $e$  અને દળ  $m$  છે તેવો વિદ્યુતભારિત કણ વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\mathbf{E}$  અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર  $\mathbf{B}$  માં ગતિ કરે છે. ગતિસંબંધિત પરિમાણરહિત રાશિઓ અને  $[T]^{-1}$  પરિમાણ ધરાવતી રાશિઓની રચના કરો. (મેળવો.)
- 4.19 જેમાં સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર અને ચુંબકીયક્ષેત્ર છે તેવા એક સમઘન વિસ્તારમાં (જેનાં સમતલો યામપદ્ધતિનાં સમતલોને સમાંતર છે) એક ઇલેક્ટ્રોન  $\mathbf{v} = v_0 \hat{i}$  વેગથી દાખલ થાય છે. સમઘનમાં ઇલેક્ટ્રોનની કક્ષા  $x$ - $y$  સમતલને સમાંતર સમતલમાં નીચે તરફ સર્પિલ મળે, તો ક્ષેત્રો  $\mathbf{E}$  અને  $\mathbf{B}$  નું રેખાંકન (ગોઠવણી) સૂચવો કે જેની અસર ઇલેક્ટ્રોનને આવી ગતિ કરવા પ્રેરી શકે.
- 4.20 શું ચુંબકીય બળ ન્યૂટનના ત્રીજા નિયમને અનુસરે છે ? ઊગમબિંદુ પર આવેલા  $d\mathbf{l}_1 = dl \hat{i}$  અને  $(0, R, 0)$  પર આવેલા  $d\mathbf{l}_2 = dl \hat{j}$  બે પ્રવાહ ખંડો માટે ચકાસો. બંનેમાં પ્રવાહ  $I$  છે.



આકૃતિ 4.2

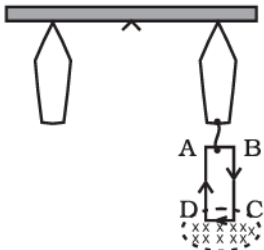
- 4.21 આકૃતિ 4.2 માં દર્શાવ્યા મુજબ ગેલ્વેનોમિટર પરિપથનો ઉપયોગ કરીને મલ્ટિરેન્જ વોલ્ટમિટરની રચના કરી શકાય છે. આપણે  $10\ \Omega$  અવરોધ ધરાવતા ગેલ્વેનોમિટરનો ઉપયોગ કરી એવા વોલ્ટમિટરની રચના કરવી છે જે 2V, 20V અને 200V માપી શકે અને 1 mA પ્રવાહ માટે તે મહત્તમ કોણાવર્તન (deflection) ઉત્પન્ન કરે એના માટે ઉપયોગમાં લીધેલ  $R_1$ ,  $R_2$  અને  $R_3$  શોધો.



આકૃતિ 4.3

- 4.22 આકૃતિ 4.3 માં દર્શાવ્યા અનુસાર 25 A પ્રવાહ ધારિત એક સુરેખ લાંબો તાર ટેબલ પર મૂકેલ છે. બીજો એક 1 m લંબાઈ અને 2.5 g દળ ધરાવતો તાર PQ છે જેમાંથી વિરુદ્ધ દિશામાં સમાન પ્રવાહ વહે છે. તાર PQ ઉપર અને નીચે તરફ સરકવા માટે મુક્ત (સ્વતંત્ર) છે. તાર PQ કેટલી ઊંચાઈ સુધી ઉપર જશે ?

## ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)



આકૃતિ 4.4

- 4.23 100 આંટા ધરાવતું એક લંબચોરસ ગૂંચળું (coil) ABCD (XY સમતલમાં) આકૃતિ 4.4માં દર્શાવ્યા મુજબ તુલાની એક ભૂજા સાથે લટકાવેલું છે. ગૂંચળાના વજનને સંતુલિત કરવા માટે બીજી ભૂજા ઉપર 500 g દળ ઉમેરવામાં આવે છે. આ ગૂંચળામાંથી 4.9 A નો પ્રવાહ પસાર થાય છે અને 0.2 T નું અચળ ચુંબકીયક્ષેત્ર અંદરની તરફ (xz સમતલમાં) એવી રીતે લાગુ પાડવામાં આવે છે કે ફક્ત 1 cm લંબાઈ ધરાવતી CD ભૂજા જ ક્ષેત્રમાં રહે, તો વધારાનું કેટલું દળ 'm' ઉમેરવું જોઈએ કે જેથી તુલા ફરી સંતુલન પ્રાપ્ત કરે ?

- 4.24 એક લંબચોરસ વાહક ગૂંચળું બે વિરુદ્ધ બાજુઓ પર l લંબાઈના બે તાર ધરાવે છે. એકબીજા સાથે d લંબાઈના સળિયા વડે જોડાયેલા બે તાર ધરાવે છે. દરેક તાર સમાન દ્રવ્યના બનેલા છે પરંતુ, આડછેદમાં પરિભળ 2થી (1:2 ના પ્રમાણથી) અલગ પડે છે. જાડા તારનો અવરોધ R છે અને સળિયાઓ ઓછો અવરોધ ધરાવે છે. જે અચળ વોલ્ટેજ ઉદ્ગમ  $V_0$  સાથે જોડાયેલા છે. આ લૂપને સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર B માં તેના સમતલ સાથે  $45^\circ$  ના કોણે મૂકેલ છે. લૂપ ઉપર સળિયાના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને ચુંબકીયક્ષેત્ર દ્વારા લાગતું ટોર્ક ( $\tau$ ) શોધો.

- 4.25 સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0 \hat{i}$  માં ઈલેક્ટ્રોન અને પોઝિટ્રોનને અનુક્રમે (0, 0, 0) અને (0, 0, 1.5R) સ્થાનો પરથી ક્રમશઃ મુક્ત કરવામાં આવ્યા છે. દરેકના સમાન વેગમાનનું મૂલ્ય  $p = eBR$  છે. વેગમાનની દિશા પર કઈ શરત મૂકતાં તેમના ગતિપથ એકબીજાને છેદે નહિ તેવી વર્તુળાકાર કક્ષાઓ હશે ?

4.26 R અવરોધ ધરાવતા  $12a$  લંબાઈના નિયમિત વાહક તારને પ્રવાહધારિત લૂપના સ્વરૂપમાં નીચે મુજબ વાળવામાં આવે છે :

(i)  $a$  બાજુઓવાળો સમભૂજ ત્રિકોણ (ii)  $a$  બાજુઓવાળો ચોરસ (iii)  $a$  બાજુઓવાળો નિયમિત ષટ્કોણ. આ ગૂંચળાઓને વોલ્ટેજ ઉદ્દગમ  $V_0$  સાથે જોડેલ છે, તો દરેક કિસ્સામાં ગૂંચળાઓની ચુંબકીય ચાકમાત્રા શોધો.

4.27  $x$ - $y$  સમતલમાં જેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર હોય તેવી R ત્રિજ્યાની પ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ વિચારો. માની લો કે  $z$ -અક્ષની દિશામાં રેખા સંકલન નીચે મુજબ છે :

$$\mathcal{J}(L) = \left| \int_{-L}^L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} \right|$$

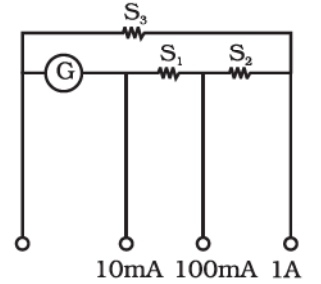
(a) દર્શાવો કે  $\mathcal{J}(L)$ માં  $L$  સાથે એકસરખો વધારો થાય છે.

(b) યોગ્ય એમ્પિરિયન લૂપનો ઉપયોગ કરી દર્શાવો કે  $\mathcal{J}(\infty) = \mu_0 I$ , જ્યાં  $I$  એ તારમાંનો વિદ્યુતપ્રવાહ છે.

(c) ઉપરના પરિણામની સીધી ચકાસણી (પુષ્ટી) કરો.

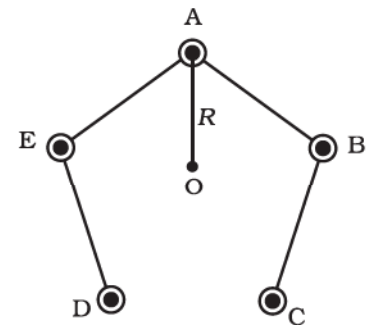
(d) ધારો કે આપણે વર્તુળાકાર લૂપને બદલે સમાન પ્રવાહ  $I$  ધરાવતો R ભૂજાઓવાળો ચોરસ લઈએ છીએ, તો તમે  $\mathcal{J}(L)$  અને  $\mathcal{J}(\infty)$  વિશે શું કહી શકશો ?

4.28 આકૃતિ 4.5 માં દર્શાવ્યા મુજબ ગેલ્વેનોમિટરનો ઉપયોગ કરી મલ્ટિરેન્જ પ્રવાહ મિટરની રચના કરી શકાય છે.  $10 \Omega$  અવરોધ ધરાવતું ગેલ્વેનોમિટર કે જે  $1 \text{ mA}$  પ્રવાહ માટે મહત્તમ કોણાવર્તન દર્શાવે છે તેનો ઉપયોગ કરી  $10 \text{ mA}$ ,  $100 \text{ mA}$  અને  $1 \text{ A}$  માપી શકે તેવા પ્રવાહ મિટરો બનાવવાં છે, તો તેના માટે ઉપયોગમાં લીધેલ  $S_1$ ,  $S_2$  અને  $S_3$  નાં મૂલ્યો શોધો.



આકૃતિ 4.5

4.29 દરેકમાંથી પ્રવાહ  $I$  વહેતો હોય એવા પાંચ લાંબા તાર A, B, C, D અને E ને પંચકોણ પ્રિઝમની બાજુઓ બનાવે તે રીતે આકૃતિ 4.6 માં દર્શાવ્યા મુજબ ગોઠવેલ છે. દરેકમાં પ્રવાહ કાગળના સમતલમાંથી બહાર તરફ વહે છે.



આકૃતિ 4.6

(a) અક્ષ ઉપર આવેલા બિંદુ O પાસે ચુંબકીય પ્રેરણા કેટલું હશે ? અક્ષ દરેક તારથી સમાન R અંતરે આવેલી છે.

(b) જો કોઈ એક તાર (જેમકે A)માં પ્રવાહ બંધ કરવામાં આવે, તો O પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર કેટલું હશે ?

(c) જો કોઈ એક તાર (જેમકે A)માં પ્રવાહની દિશા ઉલટાવવામાં આવે, તો પરિણામ શું થશે ?

# ચુંબકત્વ અને દ્રવ્ય



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 5.1  $n$  આંટાઓવાળા એક ટોરોઇડની સરેરાશ ત્રિજ્યા  $R$  અને આડછેદની ત્રિજ્યા  $a$  છે. તેમાંથી વહેતો પ્રવાહ  $I$  છે. એક સમક્ષિતિજ ટેબલને  $x$ - $y$  સમતલ તરીકે લઈ ટોરોઇડ તેના પર મૂક્યું છે, તો તેની ચુંબકીય ચાકમાત્રા  $\mathbf{m} \dots$
- (a) શૂન્યેતર છે અને સંમિતતા પરથી  $z$ -દિશામાં છે.  
(b) ટોરોઇડની અક્ષની દિશામાં ( $\mathbf{m} = m\hat{\phi}$ ) છે.  
(c) શૂન્ય છે. નહિતર ટોરોઇડની બહારના વિસ્તારમાં એક ક્ષેત્ર હોય જે મોટાં અંતરો માટે  $\frac{1}{r^3}$  અનુસાર ઘટે.  
(d) ત્રિજ્યાવર્તી, બહારની દિશામાં છે.
- 5.2 પૃથ્વીના ચુંબકીયક્ષેત્રને પૃથ્વીના કેન્દ્ર પર રાખેલ બિંદુ ડાઈપોલ (દ્વિ-ધ્રુવી)ના ક્ષેત્રની પ્રતિકૃતિ માની શકાય. આ ડાઈપોલની અક્ષ પૃથ્વીની અક્ષથી  $11.3^\circ$  નો ખૂણો બનાવે છે. મુંબઈમાં દિક્ષ્પાતકોણ (declination) લગભગ શૂન્ય છે. તેથી,
- (a) દિક્ષ્પાતકોણનું મૂલ્ય  $11.3^\circ$  W થી  $11.3^\circ$  E ની વચ્ચે પરિવર્તિત થાય છે.  
(b) ન્યૂનતમ દિક્ષ્પાતકોણ  $0^\circ$  છે.

(c) ડાઈપોલની અક્ષ અને પૃથ્વીની અક્ષ વડે નિશ્ચિત થતું સમતલ Greenwich માંથી પસાર થાય છે.

(d) પૃથ્વી ઉપર દિક્પાતકોણનું સરેરાશ હંમેશાં ઋણ જ હોવું જોઈએ.

5.3 ઓરડાના તાપમાને કોઈ કાયમી ચુંબકમાં

(a) દરેક અણુની ચુંબકીય ચાકમાત્રા શૂન્ય હોય છે.

(b) દરેક સ્વતંત્ર અણુઓને શૂન્યેતર ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓ હોય છે, જે બધી વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી હોય છે.

(c) ડોમેઈન્સ અંશતઃ ગોઠવાયેલી હોય છે.

(d) બધી જ ડોમેઈન્સ વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી હોય છે.

5.4 બે આદર્શ તંત્રો વિચારો : (i) જેમની વચ્ચેનું અંતર બહુ નાનું હોય તેવી બે ખૂબ જ મોટી તકતીઓ ધરાવતું સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર અને (ii)  $L$  લંબાઈનો લાંબો સોલેનોઈડ ( $L \gg R$ ,  $R$  એ આડછેદની ત્રિજ્યા છે.)

(i) માં  $E$  ને આદર્શ રીતે બે પ્લેટોની વચ્ચે અચળ અને બહાર શૂન્ય લઈએ છીએ.

(ii) માં સોલેનોઈડની અંદર ચુંબકીયક્ષેત્ર અચળ અને બહાર શૂન્ય લઈએ છીએ.

તેમ છતાં આ આદર્શ ધારણાઓ, નીચે આપેલ મૂળભૂત નિયમોનું ખંડન (કે સમર્થન) કરે છે.

(a) કિસ્સો (i) સ્થિતવિદ્યુતક્ષેત્ર માટેના ગાઉસના નિયમનું ખંડન કરે છે.

(b) કિસ્સો (ii) ચુંબકીયક્ષેત્ર માટેના ગાઉસના નિયમનું ખંડન કરે છે.

(c) કિસ્સો (i)  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$  સાથે સહમત છે.

(d) કિસ્સો (ii)  $\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{en}$  નું ખંડન કરે છે.

5.5 કોઈ પેરામેગ્નેટિક નમૂનાને 4 K તાપમાને 0.6 T ના બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રાખતાં તે  $8 \text{ Am}^{-1}$  જેટલું પરિણામી મેગ્નેટાઈઝેશન (ચુંબકીયકરણ) દર્શાવે છે. જ્યારે આ નમૂનાને 16 K તાપમાને 0.2 T ના બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવે, તો મેગ્નેટાઈઝેશન ..... હશે.

(a)  $\frac{32}{3} \text{ Am}^{-1}$

(b)  $\frac{2}{3} \text{ Am}^{-1}$

(c)  $6 \text{ Am}^{-1}$

(d)  $2.4 \text{ Am}^{-1}$

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

5.6 S એ ચુંબકીય દ્રવ્યના ગણ/ગાંગડા (lump)ની સપાટી (પૃષ્ઠ) છે.

(a) S માંથી પસાર થતી  $\mathbf{B}$  ની ક્ષેત્રરેખાઓ આવશ્યક રીતે સતત છે.

(b) S માંથી પસાર થતી  $\mathbf{B}$  ની કેટલીક ક્ષેત્રરેખાઓ અસતત હશે.

(c) S માંથી પસાર થતી  $\mathbf{H}$  ની ક્ષેત્રરેખાઓ આવશ્યક રીતે સતત છે.

(d) S માંથી પસાર થતી  $\mathbf{H}$  ની બધી ક્ષેત્રરેખાઓ સતત ન હોઈ શકે.

- 5.7 ચુંબકત્વ માટે જવાબદાર મૂળ ઉદ્ગમ/ઉદ્ગમો
- પરમાણ્વિય (atomic) પ્રવાહ
  - પાઉલી-અપવર્જન સિદ્ધાંત
  - અણુઓની ધ્રુવીય પ્રકૃતિ
  - ઇલેક્ટ્રોનની આંતરિક સ્પિન
- 5.8 એક લાંબા સોલેનોઇડમાં દર મીટર દીઠ 1000 આંટા છે અને તેમાંથી 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. તેના અંદરના ભાગ (core)માં નરમ લોખંડ છે જેનો  $\mu_r = 1000$  છે તેને ક્યુરી તાપમાન  $T_c$  કરતાં વધુ તાપમાને ગરમ કરતાં,
- સોલેનોઇડની અંદર ક્ષેત્ર  $\mathbf{H}$  (લગભગ) બદલાતું નથી, પરંતુ ક્ષેત્ર  $\mathbf{B}$  પ્રબળ રીતે (ઝડપથી) ઘટી જશે.
  - સોલેનોઇડની અંદર ક્ષેત્ર  $\mathbf{H}$  અને  $\mathbf{B}$  (લગભગ) બદલાતા નથી.
  - core માં ચુંબકત્વની દિશા ઊલટાઈ જાય છે.
  - core ના ચુંબકત્વ  $10^8$  માં ભાગ જેટલું નાનું થાય છે.
- 5.9 વાહક ક્વચ વડે ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક શિલ્ડિંગ અને મેગ્નેટોસ્ટેટિક શિલ્ડિંગ વચ્ચેના મૂળભૂત તફાવતનું કારણ...
- સ્થિત વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ વિદ્યુતભારો પર અંત પામી શકે છે અને વાહકો મુક્ત વિદ્યુતભારો ધરાવે છે.
  - $\mathbf{B}$  ની ક્ષેત્રરેખાઓ અંત પામી શકે છે, પરંતુ વાહકો તેમનો અંત લાવી શકતા નથી.
  - $\mathbf{B}$  ની ક્ષેત્રરેખાઓ કોઈ દ્રવ્ય પર અંત પામી શકતી નથી અને આદર્શ શિલ્ડિંગ શક્ય નથી.
  - ઊંચી પારગમ્યતા (permeability) ધરાવતા દ્રવ્યની વાહક ક્વચોનો ઉપયોગ  $\mathbf{B}$  ની ક્ષેત્રરેખાઓને અંદરના વિસ્તારમાંથી વિચલિત કરવા થઈ શકે છે.
- 5.10 પૃથ્વીના ચુંબકીયક્ષેત્રને પૃથ્વીના કેન્દ્ર પર રાખેલ બિંદુ ચુંબકીય ડાઇપોલના ક્ષેત્રની પ્રતિકૃતિ વિચારો. ભૌગોલિક વિષુવવૃત્તના કોઈ બિંદુ પાસે નતિકોણ (angle of dip)...
- હંમેશાં શૂન્ય હશે.
  - ચોક્કસ બિંદુઓ પર શૂન્ય હોઈ શકે.
  - ધન કે ઋણ હોઈ શકે.
  - બંધિત હોય છે.

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

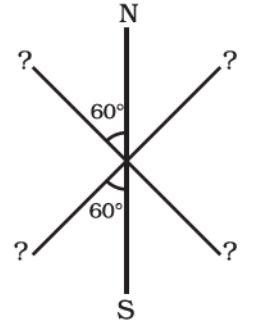
- 5.11 ઇલેક્ટ્રોનની જેમ પ્રોટોનને સ્પિન અને ચુંબકીય ચાકમાત્રા હોવા છતાં દ્રવ્યના ચુંબકત્વમાં તેની અસર કેમ અવગણવામાં આવે છે ?
- 5.12 10 cm લંબાઈના પાતળા નળાકાર આકારના સ્થાયી ચુંબકનું  $M = 10^6$  A/m છે, તો તેનો મેગ્નેટાઇઝેશન પ્રવાહ  $I_M$  શોધો.
- 5.13  $N_2$  ( $\sim 5 \times 10^{-9}$ ) (STP એ) અને Cu ( $\sim 10^{-5}$ ) ની વચ્ચે ડાયામેગ્નેટિક સસેપ્ટિબિલિટીના તફાવતના માત્રાત્મક મૂલ્યનો ક્રમ દર્શાવો.



- 5.14 પરમાણ્વિક દષ્ટિકોણથી, ડાયમેગ્નેટિઝમ, પેરામેગ્નેટિઝમ અને ફેરોમેગ્નેટિઝમની સસેપ્ટિબિલિટી તાપમાન પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે તેની ચર્ચા કરો.
- 5.15 સુપર કન્ડક્ટિંગ દ્રવ્યના એક દડાને પ્રવાહી નાઈટ્રોજનમાં ડૂબાડીને કોઈ ગજિયા ચુંબકની નજીક મૂકવામાં આવે છે : (i) તે કઈ તરફ ગતિ કરશે ? (ii) તેની ચુંબકીય ચાકમાત્રાની દિશા કઈ હશે ?

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

- 5.16 R ત્રિજ્યાની ગોળાકાર કવચની સપાટી માટે તેના કેન્દ્ર પર રહેલ  $m$  જેટલી ડાઈપોલ મોમેન્ટ ધરાવતા બિંદુ ડાઈપોલના ચુંબકીયક્ષેત્ર માટે ગાઉસના નિયમની સત્યાર્થતા ચકાસો.
- 5.17 આકૃતિ 5.1માં દર્શાવ્યા મુજબ ત્રણ સમાન ગજિયા ચુંબકો એક જ સમતલમાં રહે તે રીતે તેમનાં કેન્દ્રોને સ્કૂ દ્વારા એકબીજાં સાથે જોડેલ છે. આ તંત્રને ધીમેથી બદલાતા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકતાં તંત્ર કોઈ પણ પ્રકારની ગતિ દર્શાવતું નથી. એક ચુંબકના ઉત્તર-દક્ષિણ ધ્રુવો આકૃતિ 5.1માં દર્શાવ્યા છે, તો બાકીનાં બે ચુંબકોના ધ્રુવો નક્કી કરો.



આકૃતિ 5.1

- 5.18 ધારો કે આપણે એક સુસ્પષ્ટ પ્રયોગ દ્વારા સ્થિત વિદ્યુત અને સ્થિત ચુંબકત્વ વચ્ચેની સમાનતા ચકાસવા માગીએ છીએ આ માટે : (i) સ્થિત વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E$  માં વિદ્યુત દ્વિ-ધ્રુવી  $p$  તથા (ii) ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B$  માં ચુંબકીય દ્વિ-ધ્રુવી  $m$  ની ગતિનો વિચાર કરો.  $E$ ,  $B$ ,  $p$ ,  $m$  માટે શરતોનો સમૂહ લખો જેથી બંને ગતિઓ સમાન છે તેવું ચકાસી શકાય. (પ્રારંભિક શરતો સમાન ધારો.)
- 5.19 ચુંબકીય ચાકમાત્રા  $m$  અને જડત્વની ચાકમાત્રા  $I$  (લંબાઈને લંબ, કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને) ધરાવતા ગજિયા ચુંબકને તેની લંબાઈને લંબ બે સમાન ટુકડાઓમાં કાપવામાં આવ્યો છે. ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B$  માં, મૂળ ચુંબકના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી તેની લંબાઈને લંબ અક્ષને અનુલક્ષીને તેનાં દોલનોનો આવર્તકાળ  $T$  છે, તો દરેક ટુકડા માટે આ પ્રકારનાં દોલનોનો આવર્તકાળ  $T'$  કેટલો હશે ?
- 5.20 (i)  $H$  માટે એમ્પિયરનો નિયમ અને (ii)  $B$  ની રેખાઓની સતતતાનો ઉપયોગ કરીને એવો નિષ્કર્ષ તારવો કે ગજિયા ચુંબકની અંદર (a)  $H$  ની રેખાઓ  $N$  ધ્રુવથી  $S$  ધ્રુવ તરફ, જ્યારે (b)  $B$  ની રેખાઓ  $S$  ધ્રુવથી  $N$  ધ્રુવ તરફ જ ગતિ કરે.

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 5.21  $m = m\hat{k}$  જેટલી દ્વિ-ધ્રુવી ચાકમાત્રા ધરાવતા બિંદુ દ્વિ-ધ્રુવી માટે એમ્પિયરનો ચુંબકીયક્ષેત્ર માટેનો નિયમ ચકાસો. બંધ ગાળો  $C$  સમઘડી દિશામાં લો.
- (i)  $z$ -અક્ષ પર  $z = a > 0$  થી  $z = R$   $z$ -અક્ષ માટે
- (ii)  $x=z$  સમતલના પ્રથમ ચરણમાં, જેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર છે તેવા  $R$  ત્રિજ્યાના વર્તુળના એક ચતુર્થાસ  $\left(\frac{1}{4}\right)$  ભાગ માટે

(iii)  $x$ -અક્ષની દિશામાં  $x = R$  થી  $x = a$  અને

(iv)  $x$ - $z$  સમતલના પ્રથમ ચરણમાં, જેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર છે, તેવા  $a$  ત્રિજ્યાના વર્તુળના એક ચતુર્થાંશ  $\left(\frac{1}{4}\right)$  ભાગ માટે.

**5.22** ચુંબકીય સસેપ્ટિબિલિટી  $\chi$  નાં પરિમાણો શું છે? કોઈ H-પરમાણુ ધ્યાનમાં લો. જેમાં  $\chi$  ની અભિવ્યક્તિ, ધરાવે તેવી અચળ રાશિ મેળવો જેનું પરિમાણ  $\chi$  જે  $e, m, v, R$  અને  $\mu_0$  પ્રાયલોથી બનેલ હોય. અહીં,  $m$  ઇલેક્ટ્રોનિક દળ છે.  $v$  ઇલેક્ટ્રોનિક વેગ છે.  $R$  બોહ્ર ત્રિજ્યા છે. આ રીતે મેળવેલ અચળાંકની ગણતરી કરો અને ઘણા ઘન પદાર્થો જેમના માટે  $|\chi| \sim 10^{-5}$  સાથે તેની સરખામણી કરો.

**5.23** પૃથ્વીના ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B$  માટે દ્વિ-ધ્રુવી મોડેલ વિચારો. આ મોડેલ અનુસાર ચુંબકીયક્ષેત્રનો શિરોલંબ ઘટક  $B_v = \frac{\mu_0 2m \cos \theta}{4\pi r^3}$  અને ચુંબકીયક્ષેત્રનો સમક્ષિતિજ ઘટક  $B_H = \frac{\mu_0 \sin \theta m}{4\pi r^3}$   $\theta = 90^\circ$  - ચુંબકીય વિષુવવૃત્તથી માપતાં અક્ષાંશ છે, તો એવાં બિંદુઓનાં સ્થાન નક્કી કરો કે જ્યાં,

(i)  $|\mathbf{B}|$  ન્યૂનતમ છે; (ii) નતિકોણ શૂન્ય છે; (iii) નતિકોણ  $\pm 45^\circ$  છે.

**5.24** દ્વિ-ધ્રુવીની અક્ષ અને પૃથ્વીની અક્ષ વડે રચાતું સમતલ  $S$  વિચારો. ધારો કે બિંદુ  $P$  એ  $S$  માં ચુંબકીય વિષુવવૃત્ત ઉપર આવેલ છે. ધારો કે બિંદુ  $Q$  પાસે ભૌગોલિક અને ચુંબકીય વિષુવવૃત્તો એકબીજાને છેદે છે.  $P$  અને  $Q$  પાસે નતિકોણ અને દિક્ષાતકોણ શોધો.

**5.25**  $L$  લંબાઈના સમાન તારોમાંથી બનાવેલ બે પ્રવાહધારિત સમતલીય ગૂંચળા જેમાં  $C_1$  વર્તુળાકાર (ત્રિજ્યા  $R$ ) અને  $C_2$  ચોરસ (બાજુ  $a$ ) છે. ગૂંચળાઓની રચના એવી રીતે કરવામાં આવી છે કે, તેમને સમાન  $\mathbf{B}$  માં રાખી સમાન પ્રવાહ કરતાં તે સમાન આવૃત્તિથી દોલનો કરે છે.  $a$  નું મૂલ્ય  $R$  ના પદમાં શોધો.

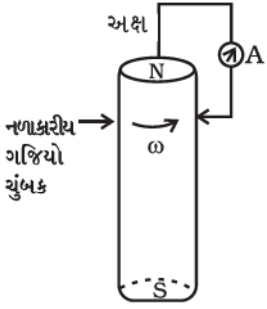
## પ્રકરણ 6

# વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ

### ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

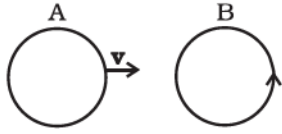
- 6.1  $x$ - $y$  સમતલમાં  $L$  મીટર બાજુવાળું એક ચોરસ એવા વિસ્તારમાં આવેલું કે જ્યાં, પ્રવર્તતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0(2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k})T$ , વડે આપી શકાય છે (જ્યાં  $B_0$  અચળાંક છે), તો ચોરસમાંથી પસાર થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ...
- (a)  $2 B_0 L^2 \text{ Wb}$  (b)  $3 B_0 L^2 \text{ Wb}$   
(c)  $4 B_0 L^2 \text{ Wb}$  (d)  $\sqrt{29} B_0 L^2 \text{ Wb}$
- 6.2 સુરેખ ધાર ધરાવતાં એક બંધગાળો છ ખૂણા  $A(0,0,0)$ ,  $B(L,0,0)$   $C(L,L,0)$ ,  $D(0,L,0)$   $E(0,L,L)$  અને  $F(0,0,L)$  ધરાવે છે. આ વિસ્તારમાં પ્રવર્તતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0(\hat{i} + \hat{k})T$  હોય, તો બંધગાળા ABCDEA (આજ ક્રમમાં) સંકળાતું ચુંબકીય ફ્લક્સ...
- (a)  $B_0 L^2 \text{ Wb}$  (b)  $2 B_0 L^2 \text{ Wb}$   
(c)  $\sqrt{2} B_0 L^2 \text{ Wb}$  (d)  $4 B_0 L^2 \text{ Wb}$



આકૃતિ 6.1

6.3 આકૃતિ 6.1 માં દર્શાવ્યા મુજબ એક નળાકારીય ગજિયા ચુંબકને તેની અક્ષને અનુલક્ષીને ભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે. જો તેની અક્ષ સાથે એક વાહક તાર જોડી તેના નળાકાર પૃષ્ઠ સાથે કોઈ જોડાણ અગ્ર દ્વારા સંપર્ક કરાવવામાં આવે તો,

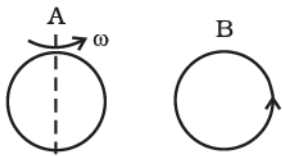
- એમિટરમાં  $dc$  પ્રવાહનું વહન થશે.
- એમિટરમાંથી કોઈ પ્રવાહનું વહન થશે નહિ.
- એમિટરમાંથી  $T = 2\pi/\omega$  આવર્તકાળ ધરાવતો સાઈન પ્રકારનો (sinosoidal) AC પ્રવાહ વહેશે.
- એમિટરમાંથી સમય સાથે બદલાતો જતો સાઈન પ્રકારનો ન હોય (non-sinosoidal) તેવો પ્રવાહ વહેશે.



આકૃતિ 6.2

6.4 આકૃતિ 6.2 માં દર્શાવ્યા મુજબનાં બે ગૂંચળાં A અને B છે જ્યારે A ને B તરફ ગતિ કરાવવામાં આવે છે ત્યારે B માં આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબની દિશામાં પ્રવાહ વહે છે તથા A ની ગતિ બંધ કરાવતાં B માં વહેતો પ્રવાહ અટકી જાય છે. B માં વહેતો પ્રવાહ વિષમ ઘડી દિશામાં છે તથા A ગતિ કરે છે ત્યારે B સ્થિર રહે છે. જે પરથી આપણે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે,

- A માં સમઘડી દિશામાં અચળ પ્રવાહ વહેતો હશે.
- A માં વહેતો પ્રવાહ બદલાતો જતો હશે.
- A માં કોઈક જ પ્રવાહ વહેતો નહિ હોય.
- A માં વિષમ ઘડી દિશામાં અચળ પ્રવાહ વહેતો હશે.



આકૃતિ 6.3

6.5 આ પ્રશ્ન પણ પ્રશ્ન 6.4 જેવો જ છે. માત્ર તફાવત તે છે કે, આકૃતિ 6.3 મુજબ ગૂંચળા A ને તેની ઊર્ધ્વ અક્ષને અનુલક્ષીને ભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે. જ્યારે A સ્થિર હોય છે ત્યારે B માં પ્રવાહ વહેતો નથી. જ્યારે B માં ( $t = 0$  સમયે) વહેતો પ્રવાહ વિષમ ઘડી દિશામાં હોય ત્યારે આ જ ક્ષણે ( $t = 0$  સમયે) આકૃતિ મુજબની સ્થિતિએ A માંથી વહેતો પ્રવાહ...

- સમઘડી દિશામાં અચળ પ્રવાહ
- સમઘડી દિશામાં બદલાતો જતો પ્રવાહ
- વિષમ ઘડી દિશામાં બદલાતો જતો પ્રવાહ
- વિષમ ઘડી દિશામાં અચળ પ્રવાહ

6.6 A આડછેદનું ક્ષેત્રફળ,  $l$  લંબાઈ અને ચોક્કસ આંટાની સંખ્યા N ધરાવતા સોલેનોઈડનું આત્મપ્રેરકત્વ L વધે છે. જ્યારે...

- $l$  અને A માં વધારો થાય.
- $l$  ઘટે અને A વધે.
- $l$  વધે અને A ઘટે.
- $l$  અને A બંને ઘટે.

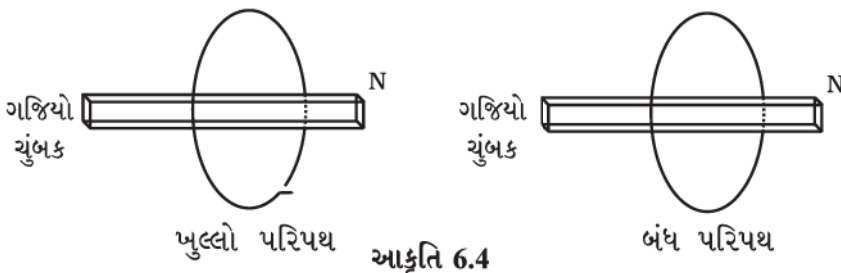
## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

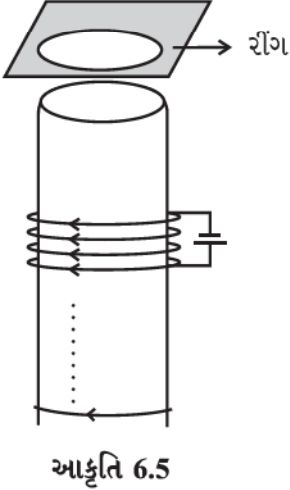
નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 6.7 કોઈ ધાતુની પ્લેટ ગરમ થઈ રહી છે. તેનું કારણ એ હોઈ શકે કે,  
 (a) ડી. સી. પ્રવાહ તેમાંથી પસાર થઈ રહ્યો હોય.  
 (b) તેને સમય સાથે બદલાતા જતા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલી હોય.  
 (c) તેને સ્થાન સાથે બદલાતા જતા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલી હોય, પરંતુ ચુંબકીયક્ષેત્ર સમય સાથે બદલાતું ન હોય.  
 (d) તેમાંથી પ્રવાહ (ડી. સી. અથવા એ. સી.) પસાર થતો હોય.
- 6.8 કોઈ બાહ્ય વોલ્ટેજ સ્ત્રોત સાથે જોડેલ ગૂંચળામાં વિદ્યુતચાલક બળ ઉદ્ભવે છે. આમ થવાનું કારણ...  
 (a) ગૂંચળાને સમય સાથે બદલાતા જતા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રાખેલ હોય.  
 (b) ગૂંચળું સમય સાથે બદલાતા જતાં ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ગતિ કરતું હોય.  
 (c) ગૂંચળું અચળ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ગતિ કરતું હોય.  
 (d) ગૂંચળું એવા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં સ્થિર હોય કે જે સ્થાન સાથે બદલાતું હોય પણ સમય સાથે ન બદલાતું હોય.
- 6.9 ગૂંચળા (1)નું ગૂંચળા (2)ની સાપેક્ષે અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ  $M_{12}$  નું મૂલ્ય  
 (a) બંને ગૂંચળાઓને એકબીજાની નજીક લાવતાં વધે છે.  
 (b) ગૂંચળાઓમાંથી પસાર થતા પ્રવાહ પર આધારિત છે.  
 (c) બેમાંથી કોઈ એકને તેની અક્ષને અનુલક્ષીને ભ્રમણ કરાવતાં વધે છે.  
 (d) ગૂંચળા (2)નું ગૂંચળા (1)ની સાપેક્ષે અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ  $M_{21}$  જેટલું જ હશે.
- 6.10 ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલ એક ગૂંચળાનું ત્રિજ્યાવર્તી વિવર્ધન (expands) થાય છે અને તેમાં વિદ્યુત ચાલકબળ ઉદ્ભવતું નથી. આમ થવાનું કારણ...  
 (a) ચુંબકીયક્ષેત્ર અચળ છે.  
 (b) ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગૂંચળાના સમતલમાં જ છે તથા તે બદલાય અથવા ન પણ બદલાય.  
 (c) ચુંબકીયક્ષેત્રનો લંબ (ગૂંચળાના સમતલને) ઘટક હશે જેનું મૂલ્ય યોગ્ય રીતે ઘટતું હોય.  
 (d) લંબદિશા (ગૂંચળાના સમતલને)માં અચળ ચુંબકીયક્ષેત્ર હોય.

## ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 6.11 ખૂલ્લી/બંધ કરી શકાય તેવી કળ S ધરાવતા એક તારને ચુંબકની આસપાસ ગોઠવેલો વિચારો (આકૃતિ 6.4) જો કળ ખુલ્લી સ્થિતિ (ખુલ્લો પરિપથ)માંથી બંધ સ્થિતિ (બંધ પરિપથ)માં લાવવામાં આવે, તો પરિપથમાં પ્રવાહ વહેશે ? સમજાવો.





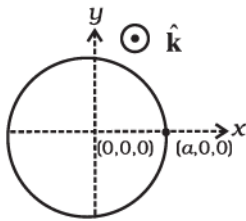
6.12 એક તારને પાસપાસે વિંટાળીને બનાવેલ સોલેનોઇડ સાથે ડી. સી. સ્રોત જોડેલ છે અને તેમાંથી પ્રવાહ પસાર થાય છે. જો હવે ગૂંચળાના આંટાઓને એવી રીતે ખેંચવામાં આવે કે જેથી સર્પિલ આકારના દરેક ક્રમિક આંટા વચ્ચે જગ્યા પડે, તો પસાર થતો પ્રવાહ વધશે કે ઘટશે ? સમજાવો.

6.13 એક સોલેનોઇડ સાથે બેટરી જોડતા તેમાંથી સ્થિર પ્રવાહ પસાર થાય છે. જો હવે સોલેનોઇડમાં લોખંડનો ગર્ભ (iron core) દાખલ કરવામાં આવે, તો પ્રવાહ વધશે કે ઘટશે ? સમજાવો.

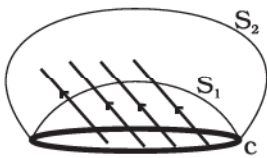
6.14 શિરોલંબ દિશામાં ફિટ કરેલા એક સોલેનોઇડની ઉપર ધાતુની એક રિંગ (કાર્ડબોર્ડમાં ફિટ કરેલ) એવી રીતે મૂકવામાં આવી છે કે જેથી તેનું કેન્દ્ર સોલેનોઇડની અક્ષ પર સંપાત થાય (આકૃતિ 6.5). જો અચાનક કળ ચાલુ કરીને સોલેનોઇડમાંથી પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે, તો ધાતુની રિંગ ઊછળે છે. સમજાવો.

6.15 શિરોલંબ ફિટ કરેલા પ્રવાહધારિત સોલેનોઇડ પર ધાતુની એક રિંગ (કાર્ડબોર્ડના આધારથી) એવી રીતે મૂકેલી વિચારો કે જેથી રિંગનું કેન્દ્ર સોલેનોઇડની અક્ષ પર સંપાત થાય. જો સોલેનોઇડમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ બંધ કરવામાં આવે, તો રિંગનું શું થશે ?

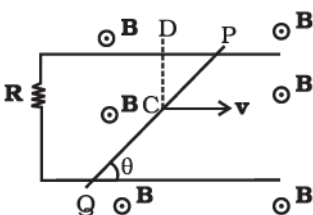
6.16 1 cm આંતરિક ત્રિજ્યા ધરાવતી ધાતુની નળી (pipe) વિચારો. આ પાઈપમાં 0.8 cm ત્રિજ્યા ધરાવતા નળાકાર ગજિયા ચુંબકને મુક્ત પતન કરાવવામાં આવે ત્યારે તેને નીચે આવવા માટે જે સમય લાગે છે તે, બધી જ રીતે સમાન પરંતુ બિનચુંબકીય લોખંડના નળાકારે લીધેલ સમય કરતાં વધુ હોય છે. સમજાવો.



આકૃતિ 6.6



આકૃતિ 6.7



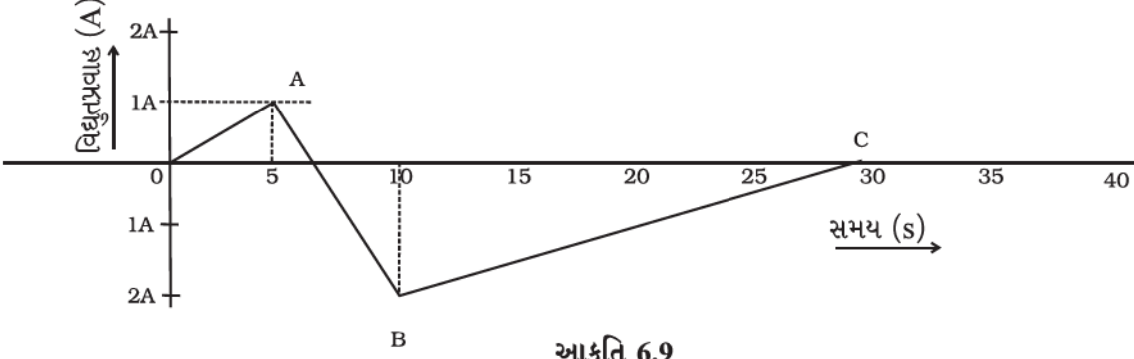
### ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

6.17 કોઈ ચોક્કસ વિસ્તારમાં પ્રવર્તતતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0 \cos(\omega t) \mathbf{k}$  વડે આપી શકાય છે. આ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં  $x$ - $y$  સમતલમાં  $R$  અવરોધ અને  $a$  ત્રિજ્યા ધરાવતું ગૂંચળું એવી રીતે મૂકેલ છે કે જેથી તેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર સંપાત થાય. (જુઓ આકૃતિ 6.6.) તો બિંદુ  $(a, 0, 0)$  પાસે  $t = \pi/2\omega$ ,  $t = \pi/\omega$  અને  $t = 3\pi/2\omega$  માટે વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય અને દિશા શોધો.

6.18 ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રહેલ એક બંધગાળો  $C$  (close loop) વિચારો (આકૃતિ 6.7) જેની ધાર આ લૂપ સાથે સંપાત થતી હોય તેવું પૃષ્ઠ પસંદ કરીને તથા સૂત્ર  $\phi = \mathbf{B}_1 \cdot d\mathbf{A}_1 + \mathbf{B}_2 \cdot d\mathbf{A}_2 + \dots$  ની મદદથી લૂપમાંથી પસાર થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ મેળવવામાં આવે છે. જો હવે એવાં બે પૃષ્ઠ  $S_1$  અને  $S_2$  પસંદ કરવામાં આવે કે જેની ધાર લૂપ  $C$  હોય, તો તેમના દ્વારા મેળવેલ ફ્લક્સ પ્રથમ જેટલું જ હશે ? તમારા જવાબનું સમર્થન કરો.

6.19 આકૃતિ 6.8 માં દર્શાવેલ ગોઠવણી માટે અવગણ્ય અવરોધ ધરાવતા તાર  $PQ$  માંથી વહેતો પ્રવાહ શોધો.  $\mathbf{B}$  પેપરના પૃષ્ઠને લંબ બહારની દિશામાં ચુંબકીયક્ષેત્ર છે.  $d$  અંતરે રહેલા બે સમાંતર વાહક તાર સાથે તાર પર સરળતાથી ગતિ કરતાં તાર  $PQ$  એ બનાવેલ ખૂણો  $\theta$  છે.

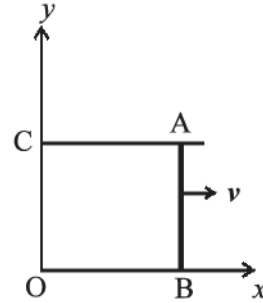
- 6.20 આકૃતિ 6.9 માં સોલેનોઈડમાંથી પસાર થતા પ્રવાહ માટે (પ્રવાહ વિરુદ્ધ સમય)નો આલેખ દર્શાવેલ છે. કયા સમયે back emf ( $u$ ) મહત્તમ હશે ? જો  $t = 3$  s માટે back emf ( $e$ ) હોય, તો  $t = 7$  s, 15 s અને 40 s માટે back emf શોધો.



- 6.21 બે ગૂંચળાં A અને B એકબીજાથી કેટલાક અંતરે આવેલ છે. જો ગૂંચળા A માંથી 2 A પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે, તો ગૂંચળા B માંથી પસાર થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ  $10^{-2}$  Wb છે. (B માંથી પ્રવાહ વહેતો નથી). જો A માંથી કોઈ જ પ્રવાહ વહેતો ન હોય અને B માંથી 1 A પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે, તો A માંથી પસાર થતું ફ્લક્સ કેટલું હશે ?

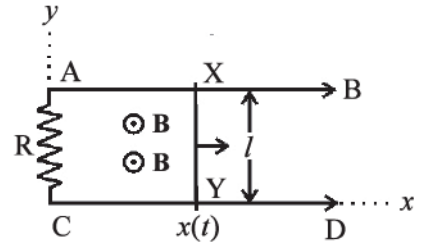
### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 6.22 ખૂબ જ મોટા વિસ્તારમાં  $\mathbf{B} = B_0 \sin(\omega t) \mathbf{k}$  ચુંબકીયક્ષેત્ર પ્રવર્તે છે. આ ક્ષેત્રમાં એકબીજાથી  $d$  જેટલા અંતરે  $x$ - $y$  સમતલમાં રહેલા બે સમાંતર વાહક પર તાર AB એ  $v$  જેટલા વેગથી ઘર્ષણરહિત સરકે છે (આકૃતિ 6.10). જો AB તારનો અવરોધ R તથા બે સમાંતર તાર અવગણ્ય અવરોધ ધરાવતા હોય, તો પરિપથમાં વહેતો પ્રવાહ કેટલો હશે ? તાર AB ને અચળ વેગ  $v$  થી ગતિ કરાવવા કેટલા બાહ્ય બળની જરૂર પડશે ?



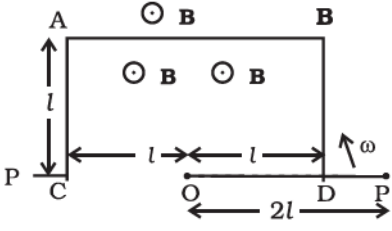
આકૃતિ 6.10

- 6.23 આકૃતિ 6.11 માં દર્શાવ્યા મુજબ બે સમાંતર વાહક તાર પર અવગણ્ય અવરોધ ધરાવતો વાહક તાર XY સરળતાથી સરકે છે. AC ને કારણે બંધ- પરિપથનો અવરોધ R છે. AB અને CD આદર્શ વાહકો છે અને આ વિસ્તારમાં પ્રવર્તતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B(t) \mathbf{k}$  છે.



આકૃતિ 6.11

- XY તારના પ્રવેગનું સમીકરણ લખો.
- જો  $\mathbf{B}$  સમયથી સ્વતંત્ર હોય, તો  $v(0) = u_0$  ધારીને  $v(t)$  નું સૂત્ર મેળવો.
- પરિણામ (ii) માટે દર્શાવો કે XY ની ગતિઊર્જામાં થતો ઘટાડો R માં થતા ઉષ્મા વ્યય જેટલો છે.

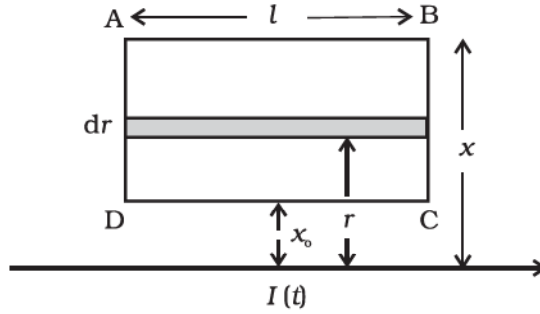


આકૃતિ 6.12

**6.24** અવગણ્ય અવરોધ ધરાવતા નિશ્ચિત લંબચોરસ વાહક ODBAC છે (CO જોડાણમાં નથી.) અને OP એક એવો વાહક છે જે  $\omega$  જેટલી કોણીય ઝડપથી સમઘડી દિશામાં ભ્રમણ કરે છે (આકૃતિ 6.12). આ સમગ્ર તંત્રને લંબચોરસ વાહક ABDCના સમતલને લંબદિશામાં હોય તેવા નિયમિત ચુંબકીયક્ષેત્ર **B** માં મૂકેલ છે. જો ભ્રમણ કરતા વાહકનો એકમ લંબાઈ દીઠ અવરોધ  $\lambda$  હોય, તો તેના  $180^\circ$  ના ભ્રમણ દરમિયાન તેમાં પ્રેરિત થતો પ્રવાહ શોધો.

( $0 < t < \frac{\pi}{4\omega}$  માટે OP, ભૂજા BD ને સ્પર્શે છે.)

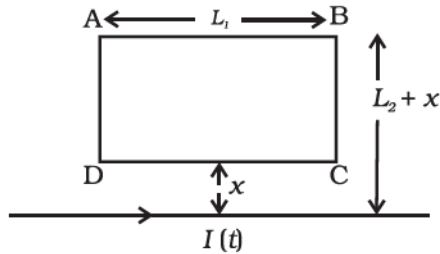
**6.25** આકૃતિ 6.13 માં દર્શાવેલ અનંત લંબાઈના તારમાં  $I(t)$ ,  $\frac{dI}{dt} = \lambda =$  અચળ હોય તેવો પ્રવાહ પસાર થઈ રહ્યો છે, તો R અવરોધ ધરાવતી લંબચોરસ લૂપ (બંધગાળો) ABCDમાં ઉદ્ભવતો પ્રવાહ શોધો.



આકૃતિ 6.13

**6.26** અનંત લંબાઈના પ્રવાહધારિત તારની નજીક લંબચોરસ વાહક લૂપ ABCD મૂકેલ છે.

તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ,  $0 \leq t \leq T$  માટે  $I_t = I_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$  તથા  $t > T$  માટે  $I(0) = 0$  છે (આકૃતિ 6.14). જો લૂપનો અવરોધ R હોય, તો આપેલ બિંદુએ લૂપમાંથી T સમયમાં પસાર થતો વીજભાર શોધો.

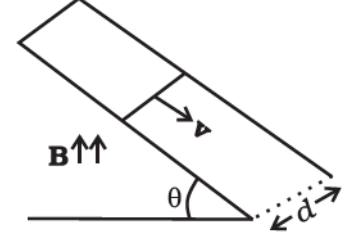


આકૃતિ 6.14

**6.27** પેપરના પૃષ્ઠને લંબ બહાર તરફની દિશા (z-અક્ષ)નું ચુંબકીયક્ષેત્ર **B**,  $r \leq a$  જેટલા વિસ્તારમાં સીમિત છે. આ વર્તુળાકાર વિસ્તારનું કેન્દ્ર  $r = 0$  છે. જેમાં  $b$  ત્રિજ્યા ( $b > a$ ) અને  $m$  દળ ધરાવતી વીજભારિત (Q વીજભાર) રિંગનું સમતલ x-y સમતલમાં તથા કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર રહે તેમ મૂકેલી છે. રિંગ ભ્રમણ કરવા માટે સ્વતંત્ર છે. તે હાલ સ્થિર છે. જો  $\Delta t$  સમયમાં ચુંબકીયક્ષેત્રને શૂન્ય કરવામાં આવે, તો ચુંબકીયક્ષેત્ર શૂન્ય થયા બાદ રિંગની કોણીય વેગ શોધો.

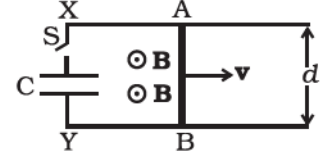


**6.28** આકૃતિ 6.15 માં દર્શાવ્યા મુજબ સમક્ષિતિજ સાથે  $\theta$  કોણ જેટલો ઢાળ બનાવતા બે સમાંતર આદર્શવાહક તારો પર  $m$  દળ અને  $R$  અવરોધ ધરાવતો સળિયો ઘર્ષણરહિત સરકે છે. ઢાળની ટોચને આદર્શવાહક દ્વારા જોડીને બંધ-પરિપથ રચેલો છે તથા શિરોલંબ દિશામાં અચળ ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B}$  લાગુ પાડેલ છે. જો સળિયો તેની પ્રારંભિક સ્થિતિમાં સ્થિર હોય, તો તેનો વેગ સમયના વિધેય સ્વરૂપે મેળવો.



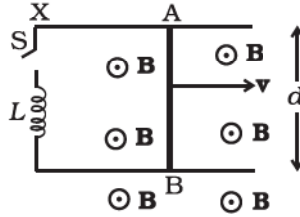
આકૃતિ 6.15

**6.29** આકૃતિ 6.16 માં દર્શાવેલ ગોઠવણીમાં  $\mathbf{B}$  પેપરના પૃષ્ઠને લંબ બહાર તરફની દિશાનું અચળ ચુંબકીયક્ષેત્ર છે. બે અવરોધવિહીન સમાંતર વાહક તાર છે. જેના પર  $R$  અવરોધ ધરાવતો સળિયો  $AB$  અચળ વેગ  $v$  થી સરકે છે. જ્યારે  $t = 0$  સમયે કળ  $S$  બંધ કરવામાં આવે ત્યારે સળિયા  $AB$  માંથી પસાર થતો પ્રવાહ શોધો.



આકૃતિ 6.16

**6.30** આકૃતિ 6.17 માં દર્શાવેલ ગોઠવણીમાં  $\mathbf{B}$  પેપરના પૃષ્ઠને લંબ બહારની તરફની દિશામાં અચળ ચુંબકીય-ક્ષેત્ર છે. બે અવરોધવિહીન સમાંતર વાહક તાર છે. જેના પર  $R$  અવરોધ ધરાવતો સળિયો  $AB$  અચળ વેગ  $v$  થી સરકે છે. જ્યારે  $t = 0$  સમયે કળ  $S$  બંધ કરવામાં આવે ત્યારે  $AB$  માંથી પસાર થતો પ્રવાહ શોધો.



આકૃતિ 6.17

**6.31** ચુંબકીયક્ષેત્ર ધરાવતા કોઈ એક વિસ્તારમાં  $m$  દળ અને  $l$  ત્રિજ્યા ધરાવતી ધાતુની રિંગ (રિંગ સમક્ષિતિજ છે) ગુરુત્વાકર્ષણની અસર હેઠળ પતન પામે છે. જો  $z$ -અક્ષ ઊર્ધ્વદિશામાં લેવામાં આવે તથા ચુંબકીયક્ષેત્રનો ઊર્ધ્વ ઘટક  $B_z = B_0 (1 + \lambda z)$  હોય તથા રિંગનો અવરોધ  $R$  અને તે  $v$  જેટલા વેગથી પતન પામતી હોય, તો અવરોધમાં વ્યય થતી ઊર્જા શોધો. જો રિંગ તેનો અંતિમ અચળ વેગ પ્રાપ્ત કરે તો ઊર્જા-સંરક્ષણનો ઉપયોગ કરીને,  $m$ ,  $B$ ,  $\lambda$  અને ગુરુત્વ  $g$  ને લીધે ઉદ્ભવતા પ્રવેગના સ્વરૂપમાં અંતિમ વેગ  $v$  મેળવો.

**6.32**  $a$  વ્યાસ અને એકમ લંબાઈ દીઠ  $n$  આંટા ધરાવતો એક સોલેનોઈડ  $S$  છે. તેના કેન્દ્ર પર  $N$  આંટા અને  $b$  વ્યાસ ( $b < a$ )વાળું એક નાનું ગૂંચળું મૂકવામાં આવે છે. જો સોલેનોઈડમાંથી વહેતો પ્રવાહ સમય સાથે રેખીય રીતે વધારવામાં આવે તો નાના ગૂંચળામાં કેટલું  $emf$  પ્રેરિત થશે ? જો પ્રવાહ સમય સાથે  $mt^2 + C$  વિધેય અનુસાર બદલાતો હોય, તો ગૂંચળામાં પ્રેરિત  $emf$  વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ દોરો.

પ્રકરણ 7

# ઓલ્ટરનેટિંગ કરન્ટ



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 7.1 50 Hz ac પરિપથમાં *rms* પ્રવાહ 5 A છે, તો પ્રવાહનું મૂલ્ય શૂન્ય થયા બાદ 1/300 સેકન્ડે પછી પ્રવાહનું મૂલ્ય કેટલું હશે ?
- (a)  $5\sqrt{2}$  A (b)  $5\sqrt{3/2}$  A  
(c) 5/6 A (d)  $5/\sqrt{2}$  A
- 7.2 આંતરિક અવરોધ  $R_g$  અને આંતરિક રિએક્ટન્સ  $X_g$  ધરાવતું એક AC જનરેટર છે. આ જનરેટરનો ઉપયોગ નિષ્ક્રિય અવરોધ  $R_g$  અને રિએક્ટન્સ  $X_L$  ને પાવર સપ્લાય કરવા માટે થાય છે. જનરેટર વડે લોડ અવરોધને મહત્તમ પાવર સપ્લાય કરવા માટે  $X_L$  નું મૂલ્ય ..... જેટલું રાખવું જોઈએ.
- (a) શૂન્ય (b)  $X_g$   
(c)  $-X_g$  (d)  $R_g$

- 7.3 જ્યારે એક વોલ્ટેજમાપક રચના AC સ્રોત સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે તે મિટર 220 V સ્થિર ઈનપુટ વોલ્ટેજ દર્શાવે છે. તેનો અર્થ થાય કે,
- ઈનપુટ વોલ્ટેજ AC વોલ્ટેજ નથી, પરંતુ તે DC વોલ્ટેજ છે.
  - મહત્તમ ઈનપુટ વોલ્ટેજ 220 V છે.
  - મિટર  $v$  નહિ, પરંતુ  $\langle v^2 \rangle$  નું અવલોકન આપે છે અને તેને  $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$  ના અવલોકન માટે અંકિત કરેલ છે.
  - કોઈ યાંત્રિક ખામીને લીધે તેનો દર્શક અટકી ગયો હશે.
- 7.4 એક જનરેટર સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ LCR પરિપથની અનુનાદીય આવૃત્તિ ઘટાડવા માટે,
- જનરેટરની આવૃત્તિ ઘટાડવી જોઈએ.
  - પ્રથમ કેપેસિટર સાથે સમાંતર જોડાણમાં બીજું કેપેસિટર જોડવું જોઈએ.
  - ઈન્ડક્ટરમાં રહેલા લોખંડના ગર્ભને દૂર કરવો જોઈએ.
  - કેપેસિટરમાં રહેલા ડાયઇલેક્ટ્રિકને દૂર કરવું જોઈએ.
- 7.5 કોમ્યુનિકેશ માટે ઉપયોગમાં લેવાતા LCR પરિપથમાં વધુ સારા ટ્યુનિંગ માટે નીચેના પૈકી કયા સંયોજનને પસંદ કરવું જોઈએ ?
- $R = 20 \Omega$ ,  $L = 1.5 \text{ H}$ ,  $C = 35\mu\text{F}$ .
  - $R = 25 \Omega$ ,  $L = 2.5 \text{ H}$ ,  $C = 45\mu\text{F}$ .
  - $R = 15 \Omega$ ,  $L = 3.5 \text{ H}$ ,  $C = 30\mu\text{F}$ .
  - $R = 25 \Omega$ ,  $L = 1.5 \text{ H}$ ,  $C = 45\mu\text{F}$ .
- 7.6 6 V (rms) ac સ્રોત સાથે  $1 \Omega$  રિએક્ટન્સ ધરાવતું ઈન્ડક્ટર અને  $2 \Omega$  અવરોધ-શ્રેણીમાં જોડેલ છે, તો પરિપથમાં વ્યય થતો પાવર .....
- 8 W
  - 12 W
  - 14.4 W
  - 18 W
- 7.7 12 watt ના વિદ્યુતગોળા સાથે જોડેલ સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરનો આઉટપુટ વોલ્ટેજ 24 V મળે છે, તો મહત્તમ પ્રવાહનું મૂલ્ય .....
- $1/\sqrt{2} \text{ A}$
  - $\sqrt{2} \text{ A}$
  - 2A
  - $2\sqrt{2} \text{ A}$

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 7.8 ac પરિપથની આવૃત્તિમાં વધારો થાય ત્યારે પરિપથમાં વહેતો પ્રવાહ પ્રથમ વધે છે અને પછી ઘટે છે, તો આ પરિપથમાં કયાં ઘટકોના જોડાણની સંભાવના સૌથી વધુ હોઈ શકે ?
- (a) ઈન્ડક્ટર અને કેપેસિટર  
(b) અવરોધ અને ઈન્ડક્ટર  
(c) અવરોધ અને કેપેસિટર  
(d) માત્ર કેપેસિટર
- 7.9 ac પરિપથમાં પરિપથ ઘટકો શ્રેણી-જોડાણમાં જોડેલ છે. સપ્લાય સ્ત્રોતની આવૃત્તિ વધારતાં પ્રવાહમાં વધારો થાય છે, તો નીચે પૈકી કયાં ઘટકો પરિપથમાં જોડેલ હોવાની સંભાવના છે ?
- (a) માત્ર અવરોધ  
(b) અવરોધ અને ઈન્ડક્ટર  
(c) અવરોધ અને કેપેસિટર  
(d) માત્ર કેપેસિટર
- 7.10 ઉચ્ચ ac વોલ્ટેજે વિદ્યુતપાવરને લાંબા અંતર સુધી મોકલવામાં આવે છે, તો નીચે પૈકી કયાં વિધાનો સાચું/સાચાં હશે ?
- (a) આપેલ પાવર સ્તરને અનુરૂપ પ્રવાહ ઓછો હશે.  
(b) પ્રવાહ ઓછો હોવાનો અર્થ તે છે કે પાવર વ્યય ઓછો હશે.  
(c) પરિવહન લાઈન પાતળા તારની બનેલી હશે.  
(d) સ્ટેપડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરનો ઉપયોગ કરી પાવર પ્રાપ્ત થતો હોય તે છેડે વોલ્ટેજ ઘટાડવાનું સરળ બને છે.
- 7.11 LCR પરિપથમાં વાહક સ્ત્રોતથી વહન ઓસ્સિલેટરમાં સ્થાનાંતરિત થતો પાવર  $P = I^2 Z \cos \phi$  છે, તો .....
- (a) અહીં પાવર ફેક્ટર  $\cos \phi \geq 0$ ,  $P \geq 0$ .  
(b) કેટલાક કિસ્સામાં વાહકબળ ઓસ્સિલેટરને ઊર્જા આપતું નથી. ( $P = 0$ )  
(c) વાહકબળ ઓસ્સિલેટરમાંથી ઊર્જા બહાર કાઢી શકતું નથી. ( $P < 0$ )  
(d) વાહકબળ ઓસ્સિલેટરમાંથી ઊર્જા બહાર કાઢી શકે છે.
- 7.12 જ્યારે કેપેસિટરને 220 V AC વોલ્ટેજ લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યારે
- (a) બે પ્લેટ વચ્ચે મહત્તમ વોલ્ટેજ 220 V હોય છે.  
(b) પ્રવાહ તથા લાગુ પાડેલ વોલ્ટેજ સમાન કળામાં હોય છે.  
(c) પ્લેટો પરનો વીજભાર અને વોલ્ટેજ સમાન કળામાં હોય છે.  
(d) કેપેસિટરને મળતો પાવર શૂન્ય હોય છે.

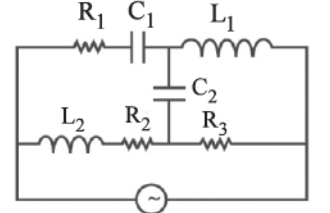
7.13 સડકથી તમારા ઘર સુધી પાવર લાવતી પાવરલાઈનના તારમાં...

- (a) પસાર થતો સરેરાશ પ્રવાહ શૂન્ય હોય છે.
- (b) સરેરાશ વોલ્ટેજ 220 V હોય છે.
- (c) વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ વચ્ચે કળા-તફાવત  $90^\circ$  હોય છે.
- (d) વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ વચ્ચેનો કળા-તફાવત  $\phi$  એવો હોય છે કે જ્યાં,  $|\phi| < \frac{\pi}{2}$  હોય.

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

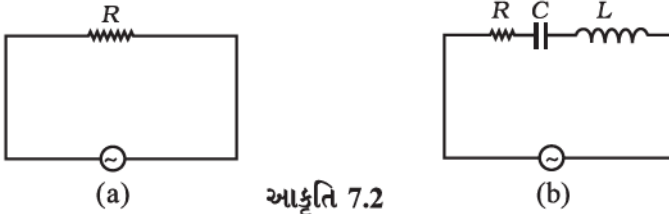
7.14 જો કોઈ LC પરિપથને આવર્તદોલનો કરતાં સ્પ્રિંગ-બ્લોક તંત્રને સમતુલ્ય સ્વીકારવામાં આવે, તો આ LC પરિપથની કઈ ઊર્જા સ્થિતિઊર્જા અને કઈ ઊર્જા ગતિઊર્જાને સમતુલ્ય ગણી શકાય ?

7.15 આકૃતિ 7.1 માં દર્શાવેલ પરિપથનો અસરકારક સમતુલ્ય પરિપથ અતિઉચ્ચ આવૃત્તિ માટે દોરો અને તેનો અસરકારક ઈમ્પિડન્સ શોધો.



આકૃતિ 7.1

7.16 આકૃતિ 7.2 માં દર્શાવેલ પરિપથ (a) અને (b)નો અભ્યાસ કરી નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો :



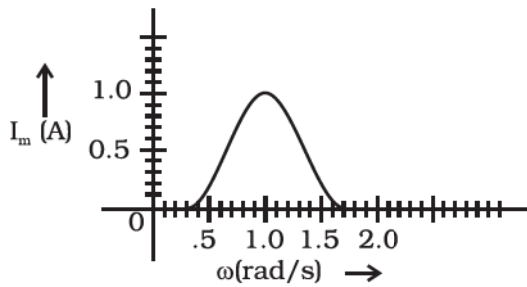
આકૃતિ 7.2

(a) બંને પરિપથમાં rms પ્રવાહનું મૂલ્ય કઈ શરત હેઠળ સમાન હશે ?

(b) પરિપથ (b)માં rms પ્રવાહ પરિપથ (a) કરતાં વધુ હોઈ શકે ?

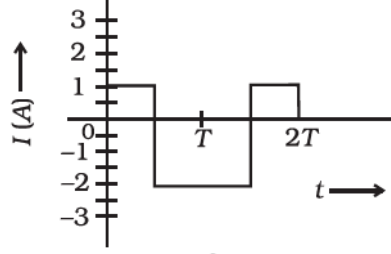
7.17 AC સ્રોતનો તાક્ષણિક પાવર આઉટપુટ ઋણ હોઈ શકે ? સરેરાશ આઉટપુટ પાવર ઋણ હોઈ શકે ?

7.18 આકૃતિ 7.3 માં LCR શ્રેણી-પરિપથ માટે  $I_{max}$  વિરુદ્ધ  $\omega$  નો આલેખ દર્શાવેલ છે. તે પરથી બેન્ડવિડ્થ શોધો અને તેને આલેખમાં દર્શાવો.



આકૃતિ 7.3

- 7.19 આકૃતિ 7.4 માં દર્શાવેલ આલેખ એક પરિપથનો ઊલટસૂલટ (ac) પ્રવાહ દર્શાવે છે. આ આલેખમાં rms પ્રવાહ દર્શાવો.

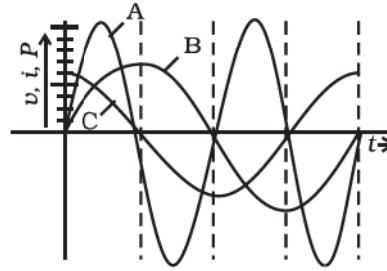


આકૃતિ 7.4

- 7.20 લાગુ પાડેલ આવૃત્તિ ખૂબ નાના મૂલ્યથી ધીમે-ધીમે ખૂબ ઊંચા મૂલ્ય સુધી વધારવામાં આવે ત્યારે કળા ખૂણો  $\phi$  કે જે, LCR શ્રેણી-પરિપથમાં સપ્લાય વોલ્ટેજ પ્રવાહથી આગળ છે, તેની નિશાની (sign)માં શું પરિવર્તન થશે ?

● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

- 7.21 AC સ્રોત સાથે એક ઉપકરણ 'X' જોડેલ છે. આકૃતિ 7.5 માં એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન વોલ્ટેજ, પ્રવાહ અને પાવરમાં થતા ફેરફારો દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 7.5

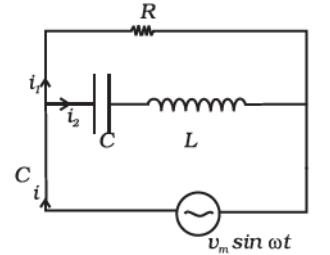
- (a) એક પૂર્ણ ચક્ર પર કયો વક્ર પાવર-વ્યય દર્શાવે છે ?  
 (b) એક પૂર્ણ ચક્ર પર સરેરાશ પાવર-વ્યય કેટલો છે ?  
 (c) ઉપકરણ 'X'ને ઓળખી બતાવો.
- 7.22 AC પ્રવાહ અને DC પ્રવાહ બંને એમ્પિયરમાં માપવામાં આવે છે, પરંતુ AC પ્રવાહ માટે એમ્પિયરને કઈ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે ?
- 7.23 200 વોલ્ટ, 50 Hz ac સ્રોત સાથે  $1 \Omega$  અવરોધ અને 0.01 H ઈન્ડક્ટન્સવાળું ગૂંચળું જોડવામાં આવેલ છે. પરિપથનો ઈમ્પિડન્સ તથા મહત્તમ વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ વચ્ચેનો સમય-તફાવત શોધો.
- 7.24 એક ટ્રાન્સફોર્મરનું પ્રાથમિક ગૂંચળું લાઈન વોલ્ટેજ સાથે જોડાયેલ છે. તેના ગૌણ ગૂંચળા સાથે 60 W લોડ અવરોધ જોડેલ છે. જો લોડમાંથી 0.54 A પ્રવાહ પસાર થતો હોય, તો પ્રાથમિક ગૂંચળામાંથી કેટલો પ્રવાહ વહેતો હશે ? આ ટ્રાન્સફોર્મરના પ્રકાર પર ટિપ્પણી કરો.

- 7.25 “AC પ્રવાહને કેપેસિટર દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવતો રિએક્ટન્સ આવૃત્તિ વધતાં ઘટે છે.” સમજાવો.
- 7.26 AC વોલ્ટેજની આવૃત્તિ વધારવામાં આવે ત્યારે ઈન્ડક્ટરનો રિએક્ટન્સ શા માટે વધે છે, તે સમજાવો.

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 7.27 એક ઈલેક્ટ્રિક સંરચના, AC મેઈન્સ [223 V (rms) =  $\sqrt{50,000}$  V]માંથી 2 kW પાવર મેળવે છે. વોલ્ટેજ કરતાં પ્રવાહ કળામાં  $\phi \left[ \tan \phi = \frac{-3}{4} \right]$  જેટલો પાછળ છે, તો (i) R (ii)  $X_C - X_L$  અને (iii)  $I_M$  શોધો. અન્ય એક સંરચના માટે R,  $X_C$  અને  $X_L$  નાં મૂલ્યો બમણાં હોય, તો ઉપર્યુક્ત જવાબોમાં શું ફેરફાર થશે ?
- 7.28 પાવર સ્ટેશનથી 10 km દૂર આવેલા એક શહેરમાં 1 MW પાવર સ્થાનાંતરિત કરવો છે. આ માટે કોઈ વ્યક્તિ 0.5 cm ત્રિજ્યાવાળા તાંબાના તારની જોડનો ઉપયોગ કરે છે. ઓહ્મિક વ્યય અને સ્થાનાંતરિત પાવરનો ગુણોત્તર શોધો. જો...
- (i) પાવર 220 V પર સ્થાનાંતરિત થતો હોય. આ શક્યતા માટે તમારા મંતવ્ય જણાવો.
- (ii) પાવર સ્થાનાંતરિત કરવા માટે સ્ટેપઅપ ટ્રાન્સફોર્મરનો ઉપયોગ કરી વોલ્ટેજ 11,000 V જેટલો વધારવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ સ્ટેપડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરની મદદથી વોલ્ટેજ 220 V કરવામાં આવે છે. ( $\rho_{Cu} = 1.7 \times 10^{-8}$  SI એકમ)

- 7.29 આકૃતિ 7.6 માં દર્શાવેલ LCR પરિપથ માટે કુલ પ્રવાહ  $i$  અને  $i$  માટે કળા-તફાવત શોધો. દર્શાવો કે,  $i = \frac{V}{Z}$  તથા આ પરિપથ માટે  $Z$  શોધો.



આકૃતિ 7.6

- 7.30  $\omega$  આવૃત્તિ પર કાર્યરત LCR પરિપથને નીચેનાં સમીકરણ વડે વ્યક્ત કરી શકાય છે :

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = v_i = v_m \sin \omega t$$

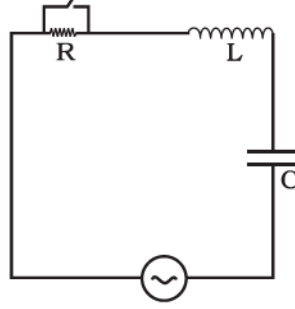
- (i) સમીકરણને  $i$  વડે ગુણી શક્ય હોય ત્યાં સાદું રૂપ આપો.
- (ii) દરેક પદનું ભૌતિક અર્થઘટન કરો.
- (iii) સમીકરણને ઊર્જા-સંરક્ષણના કથન સ્વરૂપે દર્શાવો.
- (iv) વોલ્ટેજ  $V$  અને પ્રવાહ  $i$  વચ્ચેનો કળા-તફાવત ચોક્કસ હોવો જોઈએ તે નક્કી કરવા માટે સમીકરણનું સંકલન કરો.

7.31 આકૃતિ 7.7 માં દર્શાવેલ LCR પરિપથમાં વાહક વોલ્ટેજ  $v = v_m \sin \omega t$  છે.

(i)  $q(t)$  માટે ગતિનું સમીકરણ લખો.

(ii)  $t = t_0$  સમયે વોલ્ટેજ સ્ત્રોત બંધ કરી R ને શોર્ટસર્કિટ કરવામાં આવે, તો L અને C પ્રત્યેકમાં કેટલી ઊર્જા સંગૃહીત થઈ હશે તે જણાવો.

(iii) ત્યાર બાદ વીજભારની ગતિનું વર્ણન કરો.



આકૃતિ 7.7



# વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

**8.1** કાર્બન મોનોક્સાઇડના અણુને કાર્બન અને ઓક્સિજન પરમાણુમાં વિભાજિત કરવા 11 eV ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આ વિભાજન મેળવવા માટેના યોગ્ય વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણની લઘુત્તમ આવૃત્તિ વર્ણપટમાં ..... વિભાગમાં આવેલી હશે.

- (a) દૃશ્ય (b) ઈન્ફ્રારેડ  
(c) અલ્ટ્રાવાયોલેટ (d) માઇક્રોવેવ

**8.2**  $E = E_0 \hat{i} \cos(kz - \omega t)$  વડે આપી શકાતું એક રેખીય ધ્રુવીભૂત વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ  $z = a$  પાસે આવેલી સંપૂર્ણ પરાવર્તક અનંત દીવાલ પર લંબરૂપે આપાત થાય છે. દીવાલનું દ્રવ્ય પ્રકાશીય નિષ્ક્રિય છે, તેમ ધારવામાં આવે તો પરાવર્તિત તરંગ નીચે મુજબ આપી શકાય :

- (a)  $E_r = -E_0 \hat{i} \cos(kz - \omega t)$  (b)  $E_r = E_0 \hat{i} \cos(kz + \omega t)$   
(c)  $E_r = -E_0 \hat{i} \cos(kz + \omega t)$  (d)  $E_r = E_0 \hat{i} \sin(kz - \omega t)$

- 8.3  $20 \text{ W/cm}^2$  ઊર્જા ફ્લક્સ ધરાવતો પ્રકાશ અપરાવર્તક સપાટી પર લંબરૂપે આપાત થાય છે. જો સપાટીનું ક્ષેત્રફળ  $30 \text{ cm}^2$  હોય, તો 30 મિનિટમાં સપાટીને મળતું વેગમાન ..... (સંપૂર્ણ શોષણ માટે)
- (a)  $36 \times 10^{-5} \text{ kgm/s}$ . (b)  $36 \times 10^{-4} \text{ kgm/s}$ .  
(c)  $108 \times 10^4 \text{ kgm/s}$ . (d)  $1.08 \times 10^7 \text{ kgm/s}$ .
- 8.4 100 W ના બલ્બથી 3 m અંતરે પહોંચતા વિકિરણોથી ઉદ્ભવતા વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા E છે. આટલા જ અંતરે 50 W બલ્બમાંથી આવતા પ્રકાશીય વિકિરણોને લીધે ઉદ્ભવતા વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ..... છે.
- (a)  $\frac{E}{2}$   
(b) 2E  
(c)  $\frac{E}{\sqrt{2}}$   
(d)  $\sqrt{2}E$
- 8.5 જો E અને B વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોના અનુક્રમે વિદ્યુતક્ષેત્ર સદિશ અને ચુંબકીયક્ષેત્ર સદિશ હોય, તો વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ-પ્રસરણની દિશા ..... ની દિશામાં હોય.
- (a) E  
(b) B  
(c)  $\mathbf{B} \times \mathbf{E}$   
(d)  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$
- 8.6 વિદ્યુતચુંબકીય તરંગની તીવ્રતામાં વિદ્યુતક્ષેત્ર અને ચુંબકીયક્ષેત્રનાં ઘટકોના યોગદાનનો ગુણોત્તર ..... .
- (a) c : 1  
(b)  $c^2$  : 1  
(c) 1 : 1  
(d)  $\sqrt{c}$  : 1
- 8.7 એક ડાયપોલ એન્ટેનામાંથી બહારની તરફ ઉત્સર્જતા EM તરંગના વિદ્યુતક્ષેત્ર સદિશનું માન  $E_0$  છે. વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E_0$  ઊર્જા-પરિવહન માટેનો મુખ્ય વાહક છે, તેનું પરિમાણ સ્ત્રોતથી દૂર અંતર સાથે .....
- (a)  $\frac{1}{r^3}$  અનુસાર ઘટે છે.  
(b)  $\frac{1}{r^2}$  અનુસાર ઘટે છે.  
(c)  $\frac{1}{r}$  અનુસાર ઘટે છે.  
(d) અચળ રહે છે.

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

8.8  $\mathbf{E} = (E_1 \hat{i} + E_2 \hat{j}) \cos(kz - \omega t)$  અનુસારનું એક વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ શૂન્યાવકાશમાં Z દિશામાં ગતિ કરે છે.

નીચે આપેલા વિકલ્પોમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(a) તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = \frac{1}{c}(E_1 \hat{i} + E_2 \hat{j}) \cos(kz - \omega t)$  વડે આપી શકાય છે.

(b) તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = \frac{1}{c}(E_1 \hat{i} - E_2 \hat{j}) \cos(kz - \omega t)$  વડે આપી શકાય છે.

(c) આપેલ વિદ્યુતચુંબકીયક્ષેત્ર વૃત્તિય ધ્રુવીભૂત છે.

(d) આપેલ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ સમતલ ધ્રુવીભૂત છે.

8.9 z-અક્ષની દિશામાં ગતિ કરતું વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ,  $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(kz - \omega t)$  વડે આપવામાં આવે છે. નીચેના પૈકી સાચા વિકલ્પો પસંદ કરો :

(a) સંકળાયેલ ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = \frac{1}{c} \hat{k} \times \mathbf{E} = \frac{1}{\omega} (\hat{k} \times \mathbf{E})$  વડે આપી શકાય છે.

(b) સંકળાયેલ ચુંબકીયક્ષેત્રના પદ સ્વરૂપે વિદ્યુતચુંબકીય ક્ષેત્રને  $\mathbf{E} = c(\mathbf{B} \times \hat{k})$  મુજબ લખી શકાય છે.

(c)  $\hat{k} \cdot \mathbf{E} = 0$ ,  $\hat{k} \cdot \mathbf{B} = 0$

(d)  $\hat{k} \times \mathbf{E} = 0$ ,  $\hat{k} \times \mathbf{B} = 0$

8.10 x દિશામાં પ્રસરતા સમતલ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગના  $\mathbf{E}$  અને  $\mathbf{B}$  માટે નીચે જણાવેલ ઘટક-જોડ શક્ય છે :

(a)  $E_x$ ,  $B_y$

(b)  $E_y$ ,  $B_z$

(c)  $B_x$ ,  $E_y$

(d)  $E_z$ ,  $B_y$

- 8.11**  $10^9$  Hz આવૃત્તિ સાથે એક વીજભારિત કણ તેના સમતોલન સ્થાનની આસપાસ દોલનો કરે છે, તો ઉદ્ભવતાં વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો...
- (a) ની આવૃત્તિ  $10^9$  Hz હશે.
- (b) ની આવૃત્તિ  $2 \times 10^9$  Hz હશે.
- (c) ની તરંગલંબાઈ 0.3 m હશે.
- (d) નાં વિકિરણો રેડિયોતરંગ વિસ્તારમાં હશે.
- 8.12** વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોના સ્ત્રોતમાં આવેલો વીજભાર...
- (a) અચળ વેગથી ગતિ કરતો હોય છે.
- (b) વર્તુળાકાર કક્ષામાં ગતિ કરતો હોય છે.
- (c) સ્થિર અવસ્થામાં હોય છે.
- (d) વિદ્યુતક્ષેત્રમાં પતન કરતો હોય છે.
- 8.13** શૂન્યાવકાશમાં મૂકેલી એક સપાટી પર I તીવ્રતાવાળું વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ અથડાય છે અને તેના પર વિકિરણ દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે, તો નીચેનામાંથી કયાં વિધાનો સાચાં છે ?
- (a) જો તરંગનું સંપૂર્ણ શોષણ થાય તો વિકિરણ દબાણ  $I/c$  છે.
- (b) જો તરંગ સંપૂર્ણ પરાવર્તન પામે તો વિકિરણ દબાણ  $I/c$  છે.
- (c) જો તરંગ સંપૂર્ણ પરાવર્તન પામે તો વિકિરણ દબાણ  $2I/c$  છે.
- (d) વાસ્તવિક સપાટી માટે વિકિરણ દબાણ  $I/c < p < 2I/c$  મુજબના વિસ્તારમાં છે.

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 8.14** બ્રોડ કાસ્ટિંગ સ્ટેશનના સંદર્ભે પોર્ટેબલ રેડિયોની ગોઠવણીનો અભિગમ શા માટે મહત્વનો છે ?
- 8.15** શા માટે માઈકોવેવ ઓવન દ્વારા પાણીના અણુઓ ધરાવતાં ખાદ્યપદાર્થોને ક્ષમતાપૂર્વક ગરમ કરી શકાય છે ?
- 8.16** સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર પરનો વીજભાર  $q = q_0 \cos 2\pi vt$  અનુસાર બદલાય છે. પ્લેટો ખૂબ જ વિશાળ (ક્ષેત્રફળ A) છે અને એકબીજાની ખૂબ જ નજીક ( $d$  અંતરે) રહેલી છે, જો તેના છેડાની અસરને અવગણવામાં આવે, તો કેપેસિટરમાં સ્થાનાંતર પ્રવાહ શોધો.
- 8.17** એક કેપેસિટર સાથે ચલિત આવૃત્તિવાળો AC સ્રોત જોડેલ છે. જો આવૃત્તિમાં ઘટાડો કરવામાં આવે, તો સ્થાનાંતર પ્રવાહમાં શું ફેરફાર થશે ?
- 8.18** ફ્લૂડલાઈટ આગળ રાખેલા ફિલ્ટરમાંથી નીકળતા ચુંબકીયક્ષેત્રનું કિરણપુંજ  $B_0 = 12 \times 10^{-8} \sin (1.20 \times 10^7 z - 3.60 \times 10^{15} t)$  વડે આપી શકાય છે, તો કિરણપુંજની સરેરાશ તીવ્રતા કેટલી હશે ?
- 8.19** પોઈન્ટિંગ સદિશ S એક એવો સદિશ છે, જેનું માન તરંગની તીવ્રતા જેટલું અને દિશા તરંગ-પ્રસરણની દિશામાં હોય છે. ગાણિતિક રીતે તેને  $S = \frac{1}{\mu_0} (\mathbf{E} \times \mathbf{B})$  વડે દર્શાવાય છે, તો S વિરુદ્ધ  $t$  ના આલેખનો પ્રકાર દર્શાવો.

**8.20** પ્રોફેસર સી. વી. રામને પારદર્શક નિર્વાત ટ્યૂબમાં મુક્ત રીતે લટકાવેલ નાના દડાને લેસરબીમ દ્વારા પ્રકાશિત કરીને પોતાના વિદ્યાર્થીઓને આશ્ચર્યચકિત કરી દીધા. વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોનો કયો ગુણધર્મ અહીં નિદર્શિત થાય છે ? આવા ગુણધર્મનું એક વધુ ઉદાહરણ આપો.

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

**8.21** સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરને ચાર્જિંગ કરીએ તે સમયે પ્લેટોની વચ્ચે કોઈ એક બિંદુ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$B = \frac{\epsilon_0 \mu_r}{2} \frac{dE}{dt}$$

હોય છે તેમ દર્શાવો. (અહીં સંજ્ઞાના અર્થ પ્રચલિત છે.)

**8.22** વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો કે જેમની તરંગલંબાઈ,

- (i)  $\lambda_1$  કે જે, સેટેલાઈટ કોમ્યુનિકેશનમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે.
  - (ii)  $\lambda_2$  કે જે, પાણીના શુદ્ધીકરણમાં જીવાણુને મારવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
  - (iii)  $\lambda_3$  કે જે, ભૂમિગત પાઈપલાઈનમાં તેલના લીકેજ નક્કી કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
  - (iv)  $\lambda_4$  કે જે, ઝાકળ અને ધુમ્મસની સ્થિતિમાં રન-વે પરની દ્રશ્યતા સુધારવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
- (a) આ વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણોને ઓળખો અને તે વર્ણપટના કયા વિભાગ સાથે સંકળાયેલ છે તે જણાવો.
- (b) આ તરંગલંબાઈને તેમના મૂલ્ય અનુસાર ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- (c) દરેક માટે એક વધુ ઉપયોગ લખો.

**8.23** વિકિરણ ફ્લક્સ ઘનતા 'S'નું એક આવર્તકાળ પર સરેરાશ મૂલ્ય  $S = \frac{1}{2c\mu_0} E_0^2$  છે, તેમ દર્શાવો.

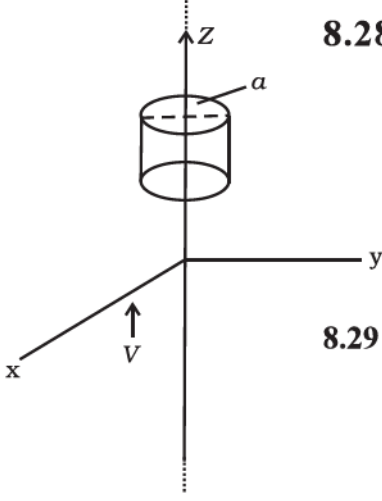
**8.24** તમને  $2\mu\text{F}$  નું સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર આપેલ છે. તેની બે પ્લેટો વચ્ચે  $1\text{ mA}$  નો સ્થાનાંતર પ્રવાહ તમે કેવી રીતે પ્રસ્થાપિત કરશો ?

**8.25** શૂન્યાવકાશમાં મૂકેલી સપાટી પર I તીવ્રતાવાળા EM તરંગ વડે લાગુ પડતું વિકિરણ દબાણ  $I/c$  છે, તેમ દર્શાવો.

**8.26** બલ્બમાંથી ઉત્સર્જિત પ્રકાશની તીવ્રતા બલ્બથી બે ગણા અંતરે મેળવવામાં આવે, તો મૂળ તીવ્રતામાં શું ફેરફાર થાય ? લેસર કિરણપુંજ કોઈ ઓરડાની લંબાઈ સુધી ગતિ કરે છે ત્યારે તેની તીવ્રતા અચળ રહે છે. અચળ તીવ્રતા માટે લેસર કિરણપુંજનો કયો ભૌમિતિક ગુણધર્મ જવાબદાર છે, જે બલ્બમાંથી આવતા પ્રકાશ કિરણપુંજમાં નથી ?

- 8.27 વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\mathbf{E}$  વીજભારિત કણ પર  $q\mathbf{E}$  જેટલું બળ લગાડે છે. પરંતુ, વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોનું વિદ્યુતક્ષેત્ર વિકિરણ દબાણમાં પોતાનું યોગદાન આપતું નથી. (પરંતુ ઊર્જા સ્થાનાંતરિત કરે છે) સમજાવો.

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)



આકૃતિ 8.1

- 8.28 નિયમિત રેખીય સ્થિત વીજભાર ઘનતા  $\lambda$  ધરાવતા અનંત લંબાઈના તારને  $z$ -અક્ષ પર સંપાત કરેલ છે (આકૃતિ 8.1). આ તારને તેની લંબાઈની દિશામાં  $\mathbf{v} = v\hat{\mathbf{k}}_z$  જેટલા અચળ વેગથી ગતિ કરાવવામાં આવે, તો પોઈન્ટિંગ સદિશ  $\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0}(\mathbf{E} \times \mathbf{B})$  ની ગણતરી કરો.

- 8.29  $\nu = 4 \times 10^8$  Hz આવૃત્તિ ધરાવતાં દરિયાનાં પાણી માટે પરમિટિવિટી  $\epsilon \approx 80 \epsilon_0$ , પરમિએબિલિટી  $\mu \approx \mu_0$  અને પ્રતિરોધકતા  $\rho$  (resistivity)  $= 0.25 \Omega \text{ m}$  છે. દરિયાના પાણીમાં મૂકેલ સમાંતર પ્લેટ ધરાવતું કે જેને  $V(t) = V_0 \sin(2\pi\nu t)$  ac સ્રોત વડે કાર્યરત કરેલ હોય તેવા કેપેસિટર માટે સ્થાનાંતર પ્રવાહ ઘનતા એ વહન પ્રવાહ ઘનતાનો કેટલો અંશ થશે ?

- 8.30  $l$  લંબાઈ અને  $a$  ત્રિજ્યા  $a \ll l$  ધરાવતા લાંબા કેબલને  $z$ -અક્ષ પર સંમિતીય રીતે સંપાત કરેલ છે. આ કેબલ એક પાતળો તાર અને કો-અક્ષીયલ વાહક પાઈપ ધરાવે છે. પાતળા તારમાંથી AC પ્રવાહ  $I(t) = I_0 \sin(2\pi\nu t)$  પસાર થાય છે. જે કો-અક્ષીયલ વાહક પાઈપમાંથી પાછો ફરે છે. કેબલની અંદર રહેલા તારથી  $\mathbf{S}$  જેટલા અંતરે પ્રેરિત

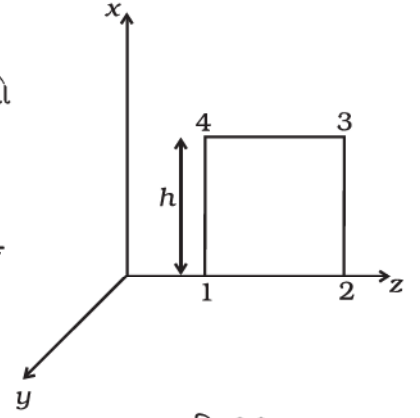
વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\mathbf{E}(s, t) = \mu_0 I_0 v \cos(2\pi\nu t) \ln\left(\frac{s}{a}\right) \hat{\mathbf{k}}$  છે.

- કેબલની અંદર સ્થાનાંતર પ્રવાહ ઘનતા ગણો.
- કુલ સ્થાનાંતર પ્રવાહ  $I_d$  શોધવા માટે કેબલના આડછેદ પર સ્થાનાંતર પ્રવાહ ઘનતાનું સંકલન કરો.
- સ્થાનાંતર પ્રવાહ  $I_{0d}$  ની વહનપ્રવાહ  $I_0$  સાથે સરખામણી કરો.

- 8.31 શૂન્યાવકાશમાં  $z$ -અક્ષની દિશામાં પ્રસરતા EM તરંગને  $\mathbf{E} = E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{\mathbf{i}}$  અને  $\mathbf{B} = B_0 \sin(kz - \omega t) \hat{\mathbf{j}}$  વડે આપી શકાય છે.

- આકૃતિ 8.2માં દર્શાવેલ ચોરસ લૂપ 1234 માટે  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$  નક્કી કરો.
- લૂપ 1234 વડે ઘેરાતાં પૃષ્ઠ પર  $\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$  મેળવો.

- (iii)  $\frac{E_0}{B_0} = c$  સાબિત કરો. તે માટે સમીકરણ  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{-d\phi_B}{dt}$  નો ઉપયોગ કરો.
- (iv) આવી જ રીતે  $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I + \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$  ની મદદથી  $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$  સાબિત કરો.



આકૃતિ 8.2

**8.32**  $\mathbf{E} = E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{i}$  અને  $\mathbf{B} = B_0 \sin(kz - \omega t) \hat{j}$  વડે દર્શાવતું EM તરંગ  $z$ -દિશામાં પ્રસરણ પામે છે, તો દર્શાવો કે,

- (i) તરંગની સરેરાશ ઊર્જા-ઘનતા  $u_{av} = \frac{1}{4} \varepsilon_0 E_0^2 + \frac{1}{4} \frac{B_0^2}{\mu_0}$  વડે આપી શકાય છે.
- (ii) તરંગની સમય પર સરેરાશ તીવ્રતા  $I_{av} = \frac{1}{2} c \varepsilon_0 E_0^2$  છે.

પ્રકરણ 9

# કિરણપ્રકાશશાસ્ત્ર અને પ્રકાશીય ઉપકરણો



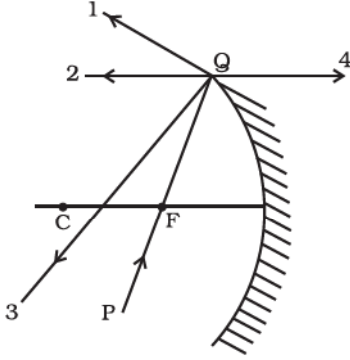
## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 9.1 પ્રિઝમની એક વક્રીભવનકારક સપાટી પર  $\theta$  કોણે આપાત થતું કિરણ બીજી સપાટીમાંથી લંબરૂપે નિર્ગમન પામે છે. જો પ્રિઝમના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક 1.5 અને પ્રિઝમકોણ  $5^\circ$  હોય, તો આપાતકોણ  $\theta$  .....
- (a)  $7.5^\circ$   
(b)  $5^\circ$   
(c)  $15^\circ$   
(d)  $2.5^\circ$
- 9.2 શ્વેત પ્રકાશનું એક નાનું સ્પંદ હવામાંથી કાચના સ્લેબ પર લંબરૂપે આયાત થાય છે. કાચમાં ગતિ કર્યા બાદ સૌપ્રથમ કયો રંગ નિર્ગમન પામશે ?
- (a) વાદળી  
(b) લીલો  
(c) જાંબલી  
(d) લાલ



- 9.3** 5 m/s ની અચળ ઝડપથી અભિસારી લેન્સની ડાબી તરફથી લેન્સ તરફ ગતિ એક વસ્તુ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પાસે સ્થિર થાય છે, તો પ્રતિબિંબ...
- 5 m/s ની અચળ ઝડપે લેન્સથી દૂર તરફ જશે.
  - અચળ પ્રવેગ સાથે લેન્સથી દૂર તરફ જશે.
  - અનિયમિત પ્રવેગ સાથે લેન્સથી દૂર તરફ જશે.
  - અનિયમિત પ્રવેગ સાથે લેન્સ તરફ ગતિ કરશે.
- 9.4** વિમાન (aeroplane)માં રહેલ મુસાફર
- મેઘધનુષ ક્યારેય જોઈ શકતો નથી.
  - સમકેન્દ્રીય વર્તુળો સ્વરૂપે પ્રાથમિક અને ગૌણ મેઘધનુષ જોઈ શકે.
  - સમકેન્દ્રીય ચાપ સ્વરૂપે પ્રાથમિક અને ગૌણ મેઘધનુષ જોઈ શકે.
  - ગૌણ મેઘધનુષ ક્યારેય જોઈ શકે નહિ.
- 9.5** તમને લાલ, વાદળી, લીલો અને પીળો એમ એક-એક રંગનો પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતા ચાર પ્રકાશીય સ્રોત આપેલ છે. ધારો કે પીળા પ્રકાશના કિરણપુંજ માટે બે માધ્યમોને અલગ પાડતી સપાટીએ એક ચોક્કસ આપાતકોણ માટે વક્રીભવનકોણનું મૂલ્ય  $90^\circ$  છે. હવે જો આપાતકોણનું મૂલ્ય બદલ્યા વગર પીળા રંગના સ્રોતને બદલે અન્ય રંગના પ્રકાશીય સ્રોતનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો નીચેમાંથી કયું વિધાન સાચું છે ?
- લાલ રંગનું કિરણપુંજ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન પામશે.
  - લાલ રંગનું કિરણપુંજ બીજા માધ્યમમાં વક્રીભવન પામી લંબ તરફ જશે.
  - વાદળી રંગનું કિરણપુંજ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન પામશે.
  - લીલા રંગનું કિરણપુંજ બીજા માધ્યમમાં વક્રીભવન પામી લંબથી દૂર તરફ જશે.
- 9.6** સમતલ-બહિર્ગોળ લેન્સની વક્સપાટીની વક્રતાત્રિજ્યા 20 cm છે. જો લેન્સના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક 1.5 હોય, તો તે,
- માત્ર તેની વક્સપાટી તરફ રહેલી વસ્તુઓ માટે બહિર્ગોળ લેન્સ તરીકે વર્તશે.
  - તેની વક્સપાટી તરફ રહેલી વસ્તુઓ માટે અંતર્ગોળ લેન્સ તરીકે વર્તશે.
  - વસ્તુઓ કઈ સપાટી તરફ મૂકેલી છે, તે ધ્યાન પર લીધા સિવાય (બિનસંદર્ભ) તે બહિર્ગોળ લેન્સ તરીકે વર્તશે.
  - વસ્તુઓ કઈ સપાટી તરફ મૂકેલ છે, તે ધ્યાન પર લીધા સિવાય તે અંતર્ગોળ લેન્સ તરીકે વર્તશે.
- 9.7** આયનોસ્ક્રિયર દ્વારા થતા રેડિયોતરંગોના પરાવર્તન સાથે સામ્યતા ધરાવતી ઘટના...
- સમતલ અરીસા વડે પ્રકાશનું પરાવર્તન છે.
  - મરીચિકા દરમિયાન હવામાં થતા પ્રકાશના પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન જેવી છે.
  - મેઘધનુષની રચના દરમિયાન પાણીના આણુઓ દ્વારા થતા પ્રકાશના વર્ણવિભાજન જેવી.
  - હવાના રજકણો દ્વારા થતા પ્રકાશના પ્રકીર્ણન જેવી.



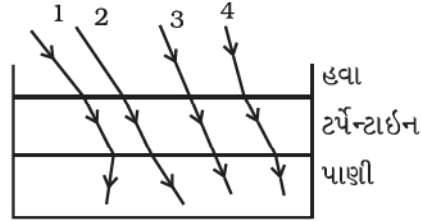
આકૃતિ 9.1

9.8 અંતર્ગોળ અરીસા પર આયાત થતું કિરણ PQ વડે દર્શાવેલ છે, જ્યારે અરીસા પરથી પરાવર્તન પછી જે દિશામાં કિરણ જઈ શકે છે, તે ચાર કિરણો 1, 2, 3 અને 4 વડે દર્શાવેલ છે (આકૃતિ 9.1). આ ચાર પૈકી કયું કિરણ સાચા પરાવર્તિત કિરણની દિશા દર્શાવે છે ?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4

9.9 આકૃતિ 9.2 માં દર્શાવ્યા મુજબ એક પાત્રમાં ટર્પેન્ટાઇન પાણીની ઉપર તરે છે. ટર્પેન્ટાઇનની પ્રકાશીય ઘનતા પાણી કરતાં વધુ છે તથા દળ- ઘનતા ઓછી છે. ટર્પેન્ટાઇન પર આપાત થતાં ચાર કિરણો આકૃતિ 9.2 માં દર્શાવેલ છે. તે પૈકી કયો કિરણમાર્ગ સાચો છે ?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4

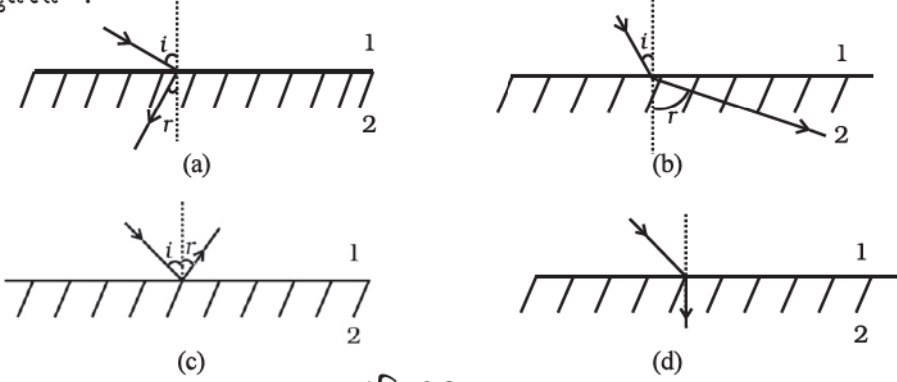


આકૃતિ 9.2

9.10 સુરેખ માર્ગ પર એક કાર  $60 \text{ kmh}^{-1}$  ની અચળ ઝડપે ગતિ કરી રહી છે. આ કારનો ડ્રાઇવર પોતાના રીઅર વ્યૂ મીરરમાં તેની પાછળ આવતી એક કાર 100 મીટર દૂર જુએ છે, તે કાર  $5 \text{ kmh}^{-1}$  થી તેની તરફ આવી રહી છે. પાછળ આવી રહેલી કાર પર નજર રાખવા માટે ડ્રાઇવર દર 2 s માં વારાફરતી તેનાં રીઅર વ્યૂ મીરર અને સાઈડ વ્યૂ મીરરમાં જોવાનું શરૂ કરે અને ત્યાં સુધી જોયા કરે છે કે જ્યાં સુધી પાછળની કાર તેની આગળ નીકળી ન જાય. જો બંને કાર પોતપોતાની ઝડપ જાળવી રાખતી હોય, તો નીચે પૈકીનો કયાં કથન/કથનો સાચાં છે ?

- (a) પાછળ આવતી કારની ઝડપ  $65 \text{ kmh}^{-1}$  છે.
- (b) આગળ દોડતી કારના ડ્રાઇવરને સાઈડ વ્યૂ મીરરમાં પાછળની કાર  $5 \text{ kmh}^{-1}$  ની ઝડપે પોતાની તરફ આવતી જણાશે.
- (c) બંને કાર વચ્ચેનું અંતર જેમ-જેમ ઘટતું જશે તેમ-તેમ રીઅર વ્યૂ મીરરમાં પાછળ આવતી કારની ઝડપ ઘટતી હોય તેમ જણાશે.
- (d) બંને કાર વચ્ચેનું અંતર જેમ-જેમ ઘટતું જશે તેમ-તેમ સાઈડ વ્યૂ મીરરમાં પાછળ આવતી નજીક આવતી કારની ઝડપ વધતી હોય તેમ જણાશે.

- 9.11 ઋણ વક્રીભવનાંક ધરાવતાં કેટલાંક દ્રવ્યો પ્રયોગશાળામાં વિકસાવવામાં આવ્યાં છે. આકૃતિ 9.3 માં દર્શાવ્યા મુજબ હવાના માધ્યમ (માધ્યમ 1)માંથી આપાત થતું પ્રકાશીય કિરણ માધ્યમ 2 માં દાખલ થાય છે, તો નીચેનામાંથી કયા ગતિમાર્ગને આ કિરણ અનુસરશે ?

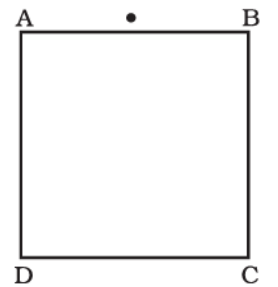


આકૃતિ 9.3

### ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 9.12 એક સમતલ ચાટ (પાત્ર)માં ભરેલા પાણીમાં ડૂબેલા એક વિસ્તૃત પદાર્થને પાત્રની કિનારી નજીકથી જોવામાં આવે ત્યારે પદાર્થ વિકૃત થયેલો દેખાય છે. કારણ કે,
- (a) કિનારીની નજીકના પદાર્થનાં બિંદુઓની આભાસી ઊંડાઈ દૂરનાં બિંદુઓની સરખામણીએ ઓછી હોય છે.
- (b) આંખ સાથે વસ્તુના પ્રતિબિંબે આંતરેલ ખૂણો વસ્તુએ હવા સાથે આંતરેલ વાસ્તવિક ખૂણા કરતાં નાનો હોય છે.
- (c) કિનારીથી પદાર્થના દૂરનાં બિંદુઓ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તનને કારણે દેખાઈ શકતા નથી.
- (d) પાત્રમાં રહેલું પાણી લેન્સની માફક વર્તે છે અને વસ્તુને વિવર્ધિત કરે છે.
- 9.13 1.6 વક્રીભવનાંક ધરાવતા કાચનો એક ચોરસ બ્લોક ABCD છે. એક પિન સપાટી AB ની મધ્યમાં મૂકવામાં આવે છે (આકૃતિ 9.4). આ પિનને AD બાજુથી જોવામાં આવે તો પિન...
- (a) Aની નજીક દેખાશે.
- (b) Dની નજીક દેખાશે.
- (c) ADના મધ્યબિંદુએ દેખાશે.
- (d) બિલકુલ દેખાશે નહિ.
- 9.14 પ્રાથમિક અને ગૌણ મેઘધનુષની વચ્ચે અદીપ્ત (dark) પટ્ટો (band) જોવા મળે છે. જેને એલેક્ઝાન્ડરનો અદીપ્ત (dark) પટ્ટો (band) કહે છે. આનું કારણ,
- (a) આ વિસ્તારમાં પ્રકેરીત પ્રકાશ વચ્ચે વિનાશક વ્યતીકરણ રચાય છે.
- (b) આ વિસ્તારમાં કોઈ જ પ્રકાશ પ્રકીર્ણન પામતો નથી.
- (c) આ વિસ્તારમાં પ્રકાશનું શોષણ થાય છે.
- (d) સૂર્યનાં આપાત પ્રકાશકિરણોની સાપેક્ષે પ્રકીર્ણન પામેલાં કિરણોએ આંખ સાથે આંતરેલ ખૂણો લગભગ  $42^\circ$  અને  $50^\circ$ ની વચ્ચે હોય છે.



આકૃતિ 9.4

- 9.15** સામાન્ય નિકટતમ બિંદુની સાપેક્ષે વસ્તુને આંખની વધુ નજીક જોઈ શકાય તે માટે મેન્નિફાઈંગ લેન્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પરિણામમાં...
- (a) વસ્તુએ આંખ પાસે આંતરેલ ખૂણો મોટો બને છે અને આ રીતે વસ્તુને વધુ મોટી જોઈ શકાય છે.
- (b) આભાસી અને ચતું પ્રતિબિંબ રચાય છે.
- (c) દષ્ટિક્ષેત્રમાં વધારો થાય છે.
- (d) નિકટતમ બિંદુએ મોટવણી અનંત બને છે.
- 9.16** એક એસ્ટ્રોનોમિકલ વક્રીભવનકારક ટેલિસ્કોપ 20 m કેન્દ્રલંબાઈવાળો ઓબ્જેક્ટિવ અને 2 cm કેન્દ્રલંબાઈવાળો આઈપીસ ધરાવે છે. તો,
- (a) ટેલિસ્કોપની ટ્યૂબની લંબાઈ 20.02 m છે.
- (b) મોટવણી 1000 છે.
- (c) રચાતું પ્રતિબિંબ ઊંધું રચાશે.
- (d) ઓબ્જેક્ટિવનું મોટું દર્પણમુખ પ્રતિબિંબની તેજસ્વીતા વધારે છે અને વર્ણવિપથન ઘટાડે છે.

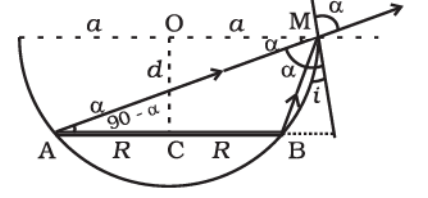
### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 9.17** કોઈ એક લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ લાલ પ્રકાશ માટે હોય તેના કરતાં વાદળી પ્રકાશ માટે શું તે સમાન, વધુ કે ઓછી હોઈ શકે ?
- 9.18** સામાન્ય વ્યક્તિ માટે નિકટતમ દષ્ટિ 25 cm છે. કોઈ વસ્તુની કોણીય મોટવણી 10 મેગવવી હોય, તો તે માટે માઈક્રોસ્કોપનો પાવર કેટલો હોવો જોઈએ ?
- 9.19** એક બિંદુવત્ વસ્તુનું અસંમિત દ્વિબહિર્ગોળ લેન્સ વડે રચાતું પ્રતિબિંબ તેની અક્ષ પર રચાય છે. જો લેન્સ વક્સપાટી ઉલટાવીને મૂકવામાં આવે, તો પ્રતિબિંબ-સ્થાન બદલાશે ?
- 9.20**  $d_1 > d_2 > d_3$  ઘનતા અને  $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$  વક્રીભવનાંક ધરાવતા તથા એકબીજામાં મિશ્ર ન થઈ શકે તેવા ત્રણ પ્રવાહી એક બીકરમાં ભરેલ છે. દરેક પ્રવાહી-સ્તંભની ઊંચાઈ  $\frac{h}{3}$  છે. બીકરના તળિયે એક બિંદુ (dot) બનાવવામાં આવેલ છે. સામાન્ય નિકટતમ દષ્ટિ માટે આ બિંદુની આભાસી ઊંડાઈ શોધો.
- 9.21**  $\mu = \sqrt{3}$  વક્રીભવનાંક ધરાવતા કાચના પ્રિઝમ માટે લઘુતમ વિચલનકોણ તેના પ્રિઝમ-કોણ જેટલો હોય, તો પ્રિઝમનો પ્રિઝમકોણ નક્કી કરો.

● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

9.22 અંતર્ગોળ અરીસાની મુખ્ય અક્ષ પર તેના મુખ્ય કેન્દ્રથી દૂર નાની  $L$  લંબાઈની વસ્તુ મૂકેલ છે. જો અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ  $f$  તથા વસ્તુઅંતર  $u$  હોય, તો પ્રતિબિંબની લંબાઈ કેટલી હશે. (તમે  $L \ll |v - f|$  લઈ શકો છો.)

9.23 આકૃતિ 9.5 માં દર્શાવ્યા મુજબ  $\alpha$  ત્રિજ્યાવાળા અપારદર્શક અર્ધગોળાકાર વાટકા (bowl)ની અંદર  $R$  ત્રિજ્યાની એક તકતીને સમક્ષિતિજ અને સમઅક્ષીય રીતે મૂકવામાં આવેલ છે. જ્યારે વાટકાની કિનારીથી જોવામાં આવે, તો તકતીની દૂર તરફની કિનારી જોઈ શકાય છે. હવે વાટકામાં  $\mu$  વક્રીભવનોવાળું પારદર્શક પ્રવાહી ભરવામાં આવે, તો તકતીની નજીકની કિનારી જસ્ટ જોઈ શકાય છે, તો તકતીને વાટકાની ઉપરની કિનારીથી કેટલે નીચે મૂકી હશે ?

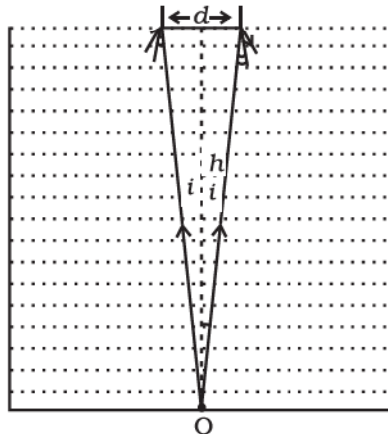


આકૃતિ 9.5

9.24 25 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા પાતળા બહિર્ગોળ લેન્સને તેની મુખ્ય અક્ષથી 0.5 cm ઉપરથી બે ભાગમાં કાપવામાં આવે છે. લેન્સના ઉપરના ભાગને (0,0) બિંદુએ મૂકવામાં આવે છે, તો (-50 cm, 0) બિંદુએ મૂકેલ વસ્તુના રચાતા પ્રતિબિંબના યામ શોધો.

9.25 ઘણાં પ્રાયોગિક વ્યવસ્થાપનો (set-up)માં સ્રોત અને પડદા ચોક્કસ (ધારો કે D) અંતરે નિયત રાખવામાં આવે છે તથા લેન્સને ચલિત રાખેલ હોય છે. આવી સ્થિતિ માટે દર્શાવો કે લેન્સનાં એવાં બે સ્થાન મળી શકે કે જેથી દરેક વખતે પ્રતિબિંબ પડદા પર રચાય. આ બંને સ્થાનો વચ્ચેનું અંતર શોધો તથા બંને સ્થાનો માટે રચાતા પ્રતિબિંબની મોટવણીનો ગુણોત્તર શોધો.

9.26 આકૃતિ 9.6 માં દર્શાવ્યા મુજબ  $\mu$  વક્રીભવનાંક ધરાવતા પારદર્શક પ્રવાહીને એક જાર (Jar)માં  $h$  ઊંચાઈ સુધી ભરેલ છે. તળિયાની સપાટી પર જારનાં કેન્દ્ર પર એક ટપકું . (dot) કરેલ છે. પ્રવાહીની ઉપરની સપાટી પર તળિયાના કેન્દ્ર સાથે સંમિતીય રીતે એક તકતી મૂકવામાં આવે છે. તકતીની ઉપરથી નીચે તરફ જોતા ટપકું જોઈ શકાય નહિ તે માટે તકતીનો લઘુત્તમ વ્યાસ શોધો.



આકૃતિ 9.6

- 9.27 લઘુ દષ્ટિની ખામી ધરાવતા એક વયસ્કનું દૂર બિંદુ 0.1 m છે. તેનો power of accomodation 4 ડાયોપ્ટર છે. (i) દૂર આવેલી વસ્તુને જોવા માટે કેટલા પાવરના લેન્સની જરૂર પડશે ? (ii) યશમાં વગર તેનું નજીકતમ બિંદુ કેટલું હશે ? (iii) યશમાં સાથે તેનું નજીકતમ બિંદુ કેટલું હશે ? (આંખના લેન્સથી રેટિના સુધીનું પ્રતિબિંબ અંતર 2 cm લો.)

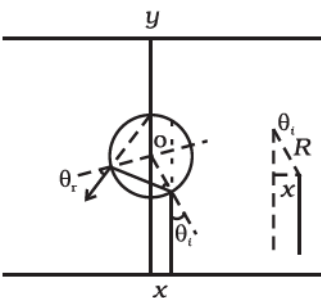
### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 9.28  $\mu \geq \sqrt{2}$  વક્રીભવનાંક ધરાવતા દ્રવ્ય માટે દર્શાવો કે તેના પર કોઈ પણ ખૂણે આપાત થતું કિરણ આપાત સમતલને લંબ એવી લંબાઈની દિશામાં દોરવાશે. (જશે.)
- 9.29 એક લાંબા શિરોલંબ સ્તંભ (કે જેના સમક્ષિતિજ પરિમાણ  $\ll$  શિરોલંબ પરિમાણ)માં એક શુદ્ધ પ્રવાહી અને દ્રાવણનું મિશ્રણ દ્રવ્યકણોનું ડિફ્યુઝન (પ્રસારણ) ઉત્પન્ન કરે છે, તેથી શિરોલંબ ઊર્ધ્વ પરિમાણમાં વક્રીભવનાંક પ્રચલન ઉત્પન્ન થાય છે. આ લાંબા સ્તંભમાં ઊર્ધ્વદિશાને લંબરૂપે પ્રવેશતું પ્રકાશનું કિરણ તેના મૂળ માર્ગથી વિચલન પામે છે. વિચલન પામેલ કિરણ સમક્ષિતિજ દિશામાં  $d$  ( $d \ll h$ ) અંતર કાપે ત્યારે તેનું વિચલન શોધો.
- 9.30 જો પ્રકાશ કોઈ ભારે (massive) સ્થૂળ પદાર્થની નજીકથી પસાર થાય ત્યારે પરસ્પરની ગુરુત્વીય ક્રિયાઓને કારણે પ્રકાશીય કિરણ વંકન પામે છે. આમ થવાનું કારણ માધ્યમના અસરકારક વક્રીભવનાંકમાં થતો ફેરફાર છે, જે નીચે મુજબ આપી શકાય છે :

$$n(r) = 1 + 2 GM/rc^2$$

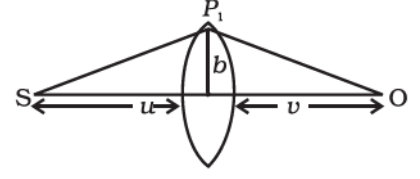
જ્યાં,  $r$  દળદાર સ્થૂળ પદાર્થના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રથી વિચારેલ (ધ્યાને લીધેલ) બિંદુનું અંતર,  $M$  ભારે પદાર્થનું દળ,  $G$  સાર્વત્રિક ગુરુત્વાકર્ષણ અચળાંક અને  $c$  શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ છે. જો ભારે પદાર્થને ગોળા તરીકે સ્વીકારવામાં આવે, તો પ્રકાશીય કિરણ પદાર્થને સ્પર્શિને જાય ત્યારે તેના મૂળ માર્ગ સાથેનું વિચલન શોધો.

- 9.31 અસાધારણ અસામાન્ય પદાર્થમાંથી  $R$  ત્રિજ્યાનો અનંત લંબાઈનો નળાકાર બનાવેલ છે. જેના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક  $-1$  છે. (આકૃતિ 9.7). આ નળાકારને બે સમતલોની વચ્ચે કે જેના લંબ  $Y$  દિશામાં હોય અને કેન્દ્ર  $y$ -અક્ષ પર ગોઠવાય તેમ મૂકેલ છે. નીચે રહેલા સમતલથી  $Y$  દિશામાં એક સાંકડું લેસરનું કિરણજૂથ નિર્દેશિત થાય છે. લેસરનો સ્રોત નળાકારના  $y$ -દિશાના વ્યાસથી  $x$  જેટલા સમક્ષિતિજ અંતરે આવેલ છે, તો  $x$  નો એવો વિસ્તાર શોધો કે જેથી નીચેના સમતલથી ઉત્સર્જિત થતું લેસર બીમ ઉપરના સમતલ સુધી પહોંચી શકે નહિ.



આકૃતિ 9.7

- 9.32 (i) આકૃતિ 9.8 માં દર્શાવ્યા મુજબ અવલોકનકાર (O) અને સ્રોત (S) વચ્ચે મૂકેલો પાતળો લેન્સ વિચારો. ધારો કે લેન્સની જાડાઈ  $W(b) = W_0 - \frac{b^2}{a}$  મુજબ બદલાય છે. જ્યાં  $b$  લેન્સનાં પ્રકાશિત કેન્દ્રથી શિરોલંબ અંતર અને  $W_0$  અચળાંક છે. ફારમેટના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને (એટલે કે સ્રોત અને અવલોકનકાર વચ્ચે પ્રકાશ પારગમન થતા લાગતો સમય સિમાંત હોય) સ્રોતમાંથી નીકળતાં બધાં જ સમઅક્ષીય કિરણો O પાસે કેન્દ્રિત થાય તે માટેની શરત મેળવો તથા લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.



આકૃતિ 9.8

- (ii) ગુરુત્વીય લેન્સને નીચે આપેલ સૂત્ર અનુસાર બદલાતી જતી જાડાઈવાળો વિચારી શકાય છે :

$$W(b) = k_1 \ln \left( \frac{k_2}{b} \right) \quad b_{\min} < b < b_{\max}$$

$$= k_1 \ln \left( \frac{k_2}{b_{\min}} \right) \quad b < b_{\min}$$

દર્શાવો કે અવલોકનકારને બિંદુવત્ વસ્તુનું પ્રતિબિંબ લેન્સનાં કેન્દ્રની આસપાસ રિંગ સ્વરૂપે દેખાશે જેની કોણીયત્રિજ્યા,

$$\beta = \sqrt{\frac{(n-1)k_1 \frac{u}{v}}{u+v}}.$$

# તરંગ પ્રકાશશાસ્ત્ર

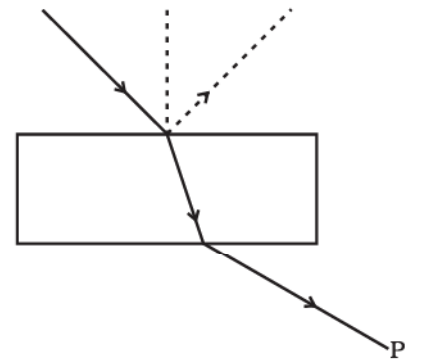


## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

**10.1** આકૃતિ 10.1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર હવામાંથી કાચ પર બ્રુસ્ટરકોણે આપાત થતા પ્રકાશનું કિરણજૂથ (beam) વિચારો.

નિર્ગમન પામતા કિરણના માર્ગમાં P બિંદુ પાસે એક ધ્રુવક (polaroid) મૂકવામાં આવે છે અને તેને (ધ્રુવકને) તેના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અને પોલેરોઇડના સમતલને લંબ અક્ષને અનુલક્ષીને પરિભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 10.1

- પોલેરોઇડમાંથી જોતાં આપેલી ચોક્કસ દિશામાં અંધકાર હશે.
- પોલેરોઇડમાં જોવા મળતી પ્રકાશની તીવ્રતા પરિભ્રમણથી સ્વતંત્ર હશે.
- પોલેરોઇડમાંથી જોવા મળતી પ્રકાશની તીવ્રતા પોલેરોઇડની બે દિશાઓ માટે ન્યૂનતમ બનશે પરંતુ શૂન્ય થશે નહિ.
- પોલેરોઇડમાંથી જોવા મળતી પ્રકાશની તીવ્રતા પોલેરોઇડની ચાર દિશાઓ માટે ન્યૂનતમ બનશે.



**10.2**  $10^4 \text{ \AA}$  ની પહોળાઈ ધરાવતી સ્લિટ ઉપર સૂર્યપ્રકાશ આપાત થતો વિચારો. સ્લિટમાંથી જોવા મળતું પ્રતિબિંબ...

- કેન્દ્ર (મધ્યબિંદુ) પાસે સફેદ રંગની તીક્ષ્ણ સ્લિટ હોય છે.
- મધ્યમાંની સફેદ રંગની તેજસ્વી સ્લિટ, ધાર સુધી (પહોંચતાં) શૂન્ય તીવ્રતામાં પરિવર્તિત બને છે.
- કેન્દ્રમાંની સફેદ રંગની તેજસ્વી સ્લિટ જુદા-જુદા રંગોના વિસ્તારમાં ફેલાય છે.
- માત્ર ફેલાયેલી સ્લિટ સફેદ રંગની હોય છે.

**10.3**  $d$  પહોળાઈના કાચના લંબઘન (slab) (વક્રીભવનાંક  $n$ ) પર હવામાંથી  $\theta$  આપાતકોણે આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ વિચારો. કાચની ઉપરની સપાટી અને નીચેની સપાટી પરથી પરાવર્તિત કિરણો વચ્ચેનો કળા-તફાવત.

(a)  $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{1/2} + \pi$

(b)  $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{1/2}$

(c)  $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{1/2} + \frac{\pi}{2}$

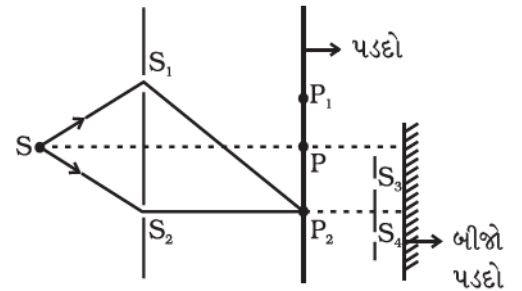
(d)  $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{1/2} + 2\pi$

**10.4** યંગના બે (double) સ્લિટના પ્રયોગમાં, સફેદ પ્રકાશ ઉદ્દગમ તરીકે છે. એક સ્લિટને લાલ રંગના ફિલ્ટર અને બીજી સ્લિટને વાદળી ફિલ્ટર વડે ઢાંકી દેવામાં આવે છે. આ કિસ્સામાં...

- ત્યાં એકાંતરે લાલ અને વાદળી રંગની વ્યતીકરણ ભાત હશે.
- ત્યાં લાલ રંગની વ્યતીકરણ ભાત વાદળી રંગની ભાત કરતાં અલગ હશે.
- ત્યાં વ્યતીકરણ શલાકાઓ હશે નહિ.
- ત્યાં લાલ રંગની વ્યતીકરણ ભાત વાદળી રંગની ભાત સાથે ભળી ગયેલી (mix) હશે.

**10.5** પ્રમાણભૂત બે સ્લિટની ગોઠવણી આકૃતિ 10.2 માં  $S_1$ ,  $S_2$  સ્લિટ સાથે દર્શાવેલ છે. P ની બંને બાજુ બે ન્યૂનતમ બિંદુઓ  $P_1$ ,  $P_2$  છે (આકૃતિ 10.2).

પડદા પર  $P_2$  બિંદુએ, એક કાણું છે અને  $P_2$  ની પાછળ  $S_3$ ,  $S_4$  સ્લિટ સાથેની બીજી બે સ્લિટની ગોઠવણી અને તેની પાછળ બીજો એક પડદો મૂકેલ છે.

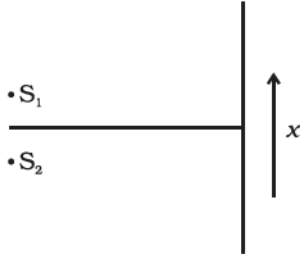


આકૃતિ 10.2

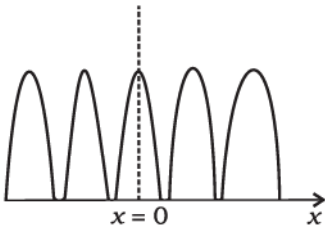
- (a) બીજા પડદા પર વ્યતીકરણ ભાત મળશે નહિ પરંતુ તે પ્રકાશિત હશે.  
 (b) બીજો પડદો સંપૂર્ણપણે અપ્રકાશિત હશે.  
 (c) બીજા પડદા પર એક પ્રકાશિત બિંદુ હશે.  
 (d) બીજા પડદા પર નિયમિત બે સ્લિટની ભાત રચાશે.

### ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :



આકૃતિ 10.3 (a)



આકૃતિ 10.3 (b)

**10.6**  $I_1$  અને  $I_2$  તીવ્રતા ધરાવતાં બે ઉદ્ગમો  $S_1$  અને  $S_2$  ને પડદાની સામે મૂકેલા છે [આકૃતિ 10.3 (a)]. મધ્યમાન વિસ્તારમાં તીવ્રતાની વહેંચણીની ભાત આકૃતિ 10.3 (b)માં આપ્યા મુજબ જોવા મળે છે.

આ કિસ્સામાં નીચેનામાંથી કયું વિધાન સાચું છે :

- (a)  $S_1$  અને  $S_2$  સમાન તીવ્રતાઓ ધરાવતા હશે.  
 (b)  $S_1$  અને  $S_2$  અચળ કળાન્તફાવત ધરાવતા હશે.  
 (c)  $S_1$  અને  $S_2$  સમાન કળા ધરાવતા હશે.  
 (d)  $S_1$  અને  $S_2$  સમાન તરંગલંબાઈ ધરાવતા હશે.

**10.7**  $10^3 \text{ \AA}$  પહોળાઈવાળા પિનહોલ પર સૂર્યપ્રકાશ આપાત થતો વિચારો. પડદા પર જોવા મળતું પિનહોલનું પ્રતિબિંબ...

- (a) સફેદ રંગનું તીક્ષ્ણ વલય હશે.  
 (b) ભૌમિતિક પ્રતિબિંબ (રચના) કરતાં અલગ હશે.  
 (c) મધ્યમાન બિંદુ, સફેદ પ્રકાશમાં વિસ્તરેલું હશે.  
 (d) મધ્યમાન સફેદ તીક્ષ્ણ બિંદુની આસપાસ રંગીન વિસ્તારો વિસ્તરેલા હશે.

**10.8** નાના પિનહોલ માટે વિવર્તન ભાત વિચારો. જેમ હોલનું પરિમાણ (size) વધારવામાં આવે તેમ...

- (a) પરિમાણ ઘટશે.  
 (b) તીવ્રતા વધશે.  
 (c) પરિમાણ વધશે.  
 (d) તીવ્રતા ઘટશે.

**10.9** બિંદુવત્ ઉદ્ગમમાંથી પ્રકાશનું વિખેરણ (અપસારિત)...

- (a) તરંગઅગ્ર ગોળાકાર હશે.  
 (b) અંતરના વર્ગના પ્રમાણમાં તીવ્રતા ઘટતી જશે.  
 (c) તરંગઅગ્ર પરવલયાકાર હશે.  
 (d) તરંગઅગ્ર પાસે તીવ્રતા અંતર પર આધાર રાખતી નથી.





**10.22** માધ્યમના પ્રકાશીય ગુણધર્મો સાપેક્ષ પરમિટિવિટી (પરાવૈદ્યુતાંક – permittivity) ( $\epsilon_r$ ) અને સાપેક્ષ પરમિએબિલિટી (પારગમ્યતા – permeability) ( $\mu_r$ ) વડે નિયંત્રિત (સંચાલિત) થાય છે. વક્રીભવનાંક  $n = \sqrt{\mu_r \epsilon_r}$  વડે વ્યાખ્યાયિત થાય છે. સામાન્ય દ્રવ્ય માટે  $\epsilon_r > 0$  અને  $\mu_r > 0$  અને વર્ગમૂળ માટે ધન નિશાની લેવામાં આવેલ છે. 1964 માં, રશિયન વૈજ્ઞાનિક વી. વેસ્લેગો (V. Veselago)  $\epsilon_r < 0$  અને  $\mu_r < 0$  સાથે દ્રવ્યનું અસ્તિત્વ નિયુક્ત (ધારણા) કર્યું. આથી, આવા કહી શકાય તેવા ‘મેટામટિરિયલ’ પ્રયોગશાળામાં બનાવવામાં આવ્યા અને તેમના પ્રકાશીય ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કર્યો. આવાં દ્રવ્યો માટે  $n = -\sqrt{\mu_r \epsilon_r}$ . આવા વક્રીભવનાંક ધરાવતા માધ્યમમાં જ્યારે પ્રકાશ દાખલ થાય છે ત્યારે તેમની કળાઓ પ્રસરણ દિશાથી દૂર તરફની દિશામાં ગતિ કરે છે.

(i) ઉપરના વર્ણનને આધારે દર્શાવો કે પ્રકાશનું કિરણ જો હવા (વક્રીભવનાંક = 1)માંથી આવા માધ્યમમાં બીજા ચરણમાં  $\theta$  કોણે દાખલ થાય, તો તે તેનું પરાવર્તિત કિરણજૂથ ત્રીજા ચરણમાં હશે.

(ii) આવા માધ્યમ માટે સ્નેલનો નિયમ પળાય છે, તેમ સાબિત કરો.

**10.23** લગભગ 100 ટકા પ્રસારિતતા (transmittivity) સુનિશ્ચિત કરવા માટે ફોટોગ્રાફિક લેન્સને ઘણી વખત ડાઈઈલેક્ટ્રિક દ્રવ્યના પાતળા સ્તર (ફિલ્મ) વડે ઢાંકી દેવામાં આવે છે. આ દ્રવ્યના વક્રીભવનાંક હવા અને કાચના વક્રીભવનાંકોની વચ્ચે હોય છે. (જે લેન્સ માટે પ્રકાશીય દ્રવ્ય બનાવે છે.) સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી ડાઈઈલેક્ટ્રિક ફિલ્મ  $\text{MgF}_2$  ( $n = 1.38$ ) છે. આ ફિલ્મ (પાતળા સ્તર)ની જાડાઈ કેટલી રાખવી જોઈએ કે જેથી દૃશ્ય વર્ણપટની મધ્યમાં ( $5500 \text{ \AA}$ ) મહત્તમ વહન મેળવી શકાય ?

# વિકિરણ અને દ્રવ્યનો દ્વૈત સ્વભાવ



## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 11.1 એક કણને ઊંચાઈ H પરથી પડતો મૂકવામાં આવે છે. કણની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ એ ઊંચાઈના વિધેય તરીકે ..... ના પ્રમાણમાં હોય છે.
- (a) H  
(b)  $H^{1/2}$   
(c)  $H^0$   
(d)  $H^{-1/2}$
- 11.2 ન્યુક્લિયસમાં રહેલો પ્રોટોન કે જે 1 MeV ઊર્જાથી ન્યુક્લિયસ સાથે બંધાયેલો છે તેને દૂર કરવા જરૂરી પ્રોટોનની તરંગલંબાઈ લગભગ ..... .
- (a) 1.2 nm  
(b)  $1.2 \times 10^{-3}$  nm  
(c)  $1.2 \times 10^{-6}$  nm  
(d)  $1.2 \times 10^1$  nm
- 11.3 ઇલેક્ટ્રોનનું કિરણજૂથ (દરેક ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા  $E_0$ ) શૂન્યાવકાશિત કરેલ ચેમ્બરમાં મૂકેલી ધાતુની સપાટી પર આપાત થાય છે. આથી

- (a) ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થશે નહિ, કેમકે માત્ર ફોટોન જ ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન કરે છે.  
 (b) ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થશે, પરંતુ બધાની ઊર્જા  $E_0$  હશે.  
 (c) મહત્તમ ઊર્જા  $E_0 - \phi$  [ $\phi$  એ કાર્યવિધેય (થ્રેશોલ્ડ ઊર્જા, work function) છે.] હોય, તેવી કોઈ પણ ઊર્જા સાથે ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થશે.  
 (d) મહત્તમ ઊર્જા  $E_0$  હોય તેવી કોઈ પણ ઊર્જા સાથે ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થશે.

**11.4** ધોરણ XII માટેના ભૌતિકવિજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તકમાંની આકૃતિ 11.7 વિચારો. ધારો કે A ને આપેલ વોલ્ટેજમાં વધારો કરવામાં આવે છે. વિવર્તન પામેલ કિરણજૂથના અધિકતમ માટે  $\theta$  નું મૂલ્ય...

- (a) અગાઉના મૂલ્ય કરતાં વધારે હશે.  
 (b) અગાઉના મૂલ્ય જેટલું જ હશે.  
 (c) અગાઉના મૂલ્ય કરતાં ઓછું હશે.  
 (d) લક્ષ્ય (target) પર આધાર રાખશે.

**11.5** પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન, ઇલેક્ટ્રોન અને  $\alpha$ -કણ સમાન ઊર્જા ધરાવે છે, તો તેમની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈઓની સરખામણી ..... અનુસાર આપી શકાય.

- (a)  $\lambda_p = \lambda_n > \lambda_e > \lambda_\alpha$   
 (b)  $\lambda_\alpha < \lambda_p = \lambda_n > \lambda_e$   
 (c)  $\lambda_e < \lambda_p = \lambda_n > \lambda_\alpha$   
 (d)  $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_n = \lambda_\alpha$

**11.6** ઇલેક્ટ્રોન  $\mathbf{V} = v_0 \hat{i}$  જેટલા પ્રારંભિક વેગ સાથે અને  $\mathbf{B} = B_0 \hat{j}$  જેટલા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ગતિ કરે છે, તો તેમની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ

- (a) અચળ રહેશે.  
 (b) સમય સાથે વધશે.  
 (c) સમય સાથે ઘટશે.  
 (d) આવર્તીય રીતે વધશે અને ઘટશે.

**11.7** ઇલેક્ટ્રોન (દ્રવ્યમાન  $m$ )  $\mathbf{V} = v_0 \hat{i}$  ( $v_0 > 0$ ) જેટલા પ્રારંભિક વેગ સાથે  $\mathbf{E} = -E_0 \hat{i}$  ( $E_0 = \text{અચળ} > 0$ ) જેટલા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં છે. તેની  $t$  સમયે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ..... વડે આપી શકાય.

- (a)  $\frac{\lambda_0}{\left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)}$   
 (b)  $\lambda_0 \left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)$   
 (c)  $\lambda_0$   
 (d)  $\lambda_0 t$

11.8 ઇલેક્ટ્રોન (દ્રવ્યમાન  $m$ )  $\mathbf{V} = v_0 \hat{i}$  પ્રારંભિક વેગ સાથે  $\mathbf{E} = E_0 \hat{j}$  જેટલા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં છે. જો  $\lambda_0 = h/mv_0$  તો  $t$  સમયે તેની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ..... વડે આપી શકાય.

(a)  $\lambda_0$

(b)  $\lambda_0 \sqrt{1 + \frac{e^2 E_0^2 t^2}{m^2 v_0^2}}$

(c)  $\frac{\lambda_0}{\sqrt{1 + \frac{e^2 E_0^2 t^2}{m^2 v_0^2}}}$

(d)  $\frac{\lambda_0}{\left(1 + \frac{e^2 E_0^2 t^2}{m^2 v_0^2}\right)}$

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

11.9 ગતિઊર્જાને રજૂ કરતું સમીકરણ  $\frac{1}{2}mv^2$ , જ્યારે  $mc^2$  સાથે સરખાવી શકાય, જ્યાં  $m$  એ કણનું દ્રવ્યમાન છે તેવું બને ત્યારે સાપેક્ષવાદીય સુધારો જરૂરી બને છે. ઇલેક્ટ્રોન માટે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈમાં ક્યારે સાપેક્ષવાદીય સુધારો અગત્યનો બને ?

(a)  $\lambda = 10 \text{ nm}$

(b)  $\lambda = 10^{-1} \text{ nm}$

(c)  $\lambda = 10^{-4} \text{ nm}$

(d)  $\lambda = 10^{-6} \text{ nm}$

11.10  $m_1, m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) દ્રવ્યમાન ધરાવતા બે કણ  $A_1$  અને  $A_2$  ને સમાન ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ છે. આથી,

(a) તેમના વેગમાન સમાન હશે.

(b) તેમની ઊર્જાઓ સમાન હશે.

(c)  $A_1$  ની ઊર્જા  $A_2$  ની ઊર્જા કરતાં ઓછી હશે.

(d)  $A_1$  ની ઊર્જા  $A_2$  ની ઊર્જા કરતાં વધારે હશે.

11.11 પ્રોટોનની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ એ ઇલેક્ટ્રોનની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કરતાં બમણી છે. ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ  $V_e = \frac{c}{100}$  છે. તો,

(a)  $\frac{E_e}{E_p} = 10^{-4}$

(b)  $\frac{E_e}{E_p} = 10^{-2}$

(c)  $\frac{P_e}{m_e c} = 10^{-2}$

(d)  $\frac{P_e}{m_e c} = 10^{-4}$



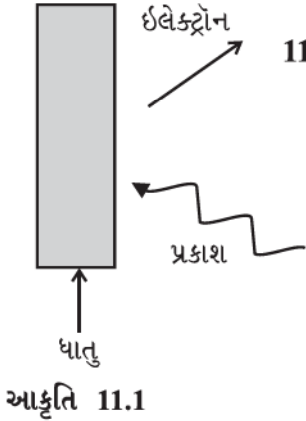
- 11.12** દ્રવ્યમાં શોષાયેલ ફોટોન ઉષ્મામાં રૂપાંતર પામે છે.  $0^\circ \text{C}$  તાપમાને  $1 \text{ kg}$  બરફને  $0^\circ \text{C}$  તાપમાનવાળા પાણીમાં રૂપાંતર કરવા માટે  $\nu$  આવૃત્તિવાળા,  $n$  ફોટોન/સેકન્ડનું ઉત્સર્જન કરતું ઉદ્ગમ ઉપયોગમાં લીધેલ છે, તો આ રૂપાંતર માટે લાગતો સમય  $T$ ,
- (a)  $\nu$  નિયત રાખી  $n$  વધારતાં ઘટે છે.  
 (b)  $n$  નિયત રાખી  $\nu$  વધારતાં ઘટે છે.  
 (c)  $n$  અને  $\nu$  સાથે બદલવાથી એવી રીતે અચળ રહે છે કે જેથી  $n\nu = \text{અચળ}$ .  
 (d) જ્યારે  $n\nu$  ગુણાકાર વધે તેમ વધે છે.
- 11.13** એક કણ ઊગમબિંદુની આસપાસ બંધ કક્ષામાં, ઊગમબિંદુ તરફ લાગતા બળના કારણે ગતિ કરે છે. કણની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ બે મૂલ્યો  $\lambda_1, \lambda_2$ , જ્યાં  $\lambda_1 > \lambda_2$  વચ્ચે ચક્રીય રીતે બદલાય છે. નીચેનામાંથી કયાં વિધાન સાચાં છે ?
- (a) ઊગમબિંદુ જેનું કેન્દ્ર હોય, તેવી વર્તુળમય ભ્રમણ કક્ષામાં કણ ગતિ કરી શકશે.  
 (b) કણ ઉપવલયાકાર ભ્રમણ કક્ષામાં ગતિ કરી શકે જેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ હોય.  
 (c) જ્યારે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ  $\lambda_1$  હશે ત્યારે, તરંગલંબાઈ  $\lambda_2$  હોય તેના કરતાં કણ ઊગમબિંદુની વધારે નજીક હશે.  
 (d) જ્યારે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ  $\lambda_2$  હશે ત્યારે, તરંગલંબાઈ  $\lambda_1$  હોય, તેના કરતાં કણ ઊગમબિંદુની વધારે નજીક હશે.

## ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 11.14** પ્રોટોન અને  $\alpha$ -કણને સમાન સ્થિતિમાનના તફાવત વડે પ્રવેગિત કરેલ છે. તેમની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈઓ  $\lambda_p$  અને  $\lambda_\alpha$  એકબીજા સાથે કઈ રીતે સંકળાયેલી હશે ?
- 11.15** (i) ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસરની સમજૂતીમાં આપણે ધારેલું છે કે,  $\nu$  આવૃત્તિવાળો એક ફોટોન એક ઇલેક્ટ્રોન સાથે અથડાય છે અને પોતાની ઊર્જા તેને આપી દે છે. આ બાબત ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ઊર્જા  $E_{\max}$  ના સમીકરણ  $E_{\max} = h\nu - \phi_0$  તરફ દોરી જાય છે. જ્યાં,  $\phi_0$  એ ધાતુનું કાર્યવિધેય (work function) છે. જો ઇલેક્ટ્રોન બે ફોટોન (દરેકની આવૃત્તિ  $\nu$ )નું શોષણ કરે, તો ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ઊર્જા કેટલી હશે ?
- (ii) શા માટે આપણે સ્ટોપિંગ પોટેન્શિયલની ચર્ચામાં આ હકીકત (બે ફોટોનનું શોષણ)ને ધ્યાનમાં નથી લીધી ?

- 11.16** ઘણાં એવાં દ્રવ્યો છે કે જે ટૂંકી તરંગલંબાઈવાળા ફોટોનનું શોષણ કરે છે અને લાંબી તરંગલંબાઈવાળા ફોટોનનું ઉત્સર્જન કરે છે. શું એવા કોઈ સ્થિત (stable) પદાર્થો છે કે જે લાંબી તરંગલંબાઈવાળા ફોટોનનું શોષણ કરે અને ટૂંકી તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે ?
- 11.17** શું ફોટોનનું શોષણ કરતા બધા જ ઈલેક્ટ્રોન ફોટો ઈલેક્ટ્રોન તરીકે બહાર આવે છે ?
- 11.18** પ્રકાશનાં બે ઉદ્ગમો દરેક 100 W ના પાવર સાથે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે. એક ઉદ્ગમ 1 nm તરંગલંબાઈવાળા ક્ષ-કિરણો (X-rays) અને બીજું 500 nm ના દૃશ્ય પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે. X-કિરણના ફોટોન અને આપેલી તરંગલંબાઈના દૃશ્ય પ્રકાશના ફોટોનની સંખ્યાનો ગુણોત્તર શોધો.

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)



આકૃતિ 11.1

- 11.19** ફોટો ઉત્સર્જન માટે આકૃતિ 11.1 ધ્યાનમાં લો. તમે વેગમાન સંરક્ષણ સાથે કેવી રીતે સુસંગત કરશો ? નોંધો કે પ્રકાશ (ફોટોન)ને ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રોન કરતાં ભિન્ન દિશામાં વેગમાન હોય છે.
- 11.20** 600 nm તરંગલંબાઈના પ્રકાશથી પ્રકાશિત કરેલ ધાતુને ધ્યાનમાં લો. જ્યારે 400 nm તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ઊર્જા બમણી થાય છે, તો ધાતુનું વર્ક-ફંક્શન eV માં શોધો.
- 11.21** એવું ધારો કે ઈલેક્ટ્રોન 1 nm ની પહોળાઈના વિસ્તારમાં મર્યાદિત છે. હાઈઝન બર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિદ્ધાંત (સંદર્ભ NCERT પાઠ્યપુસ્તક, સમીકરણ 11.12) ના ઉપયોગથી વેગમાનની અનિશ્ચિતતા શોધો. તમે સ્થાનની અનિશ્ચિતતા  $\Delta x$  ને 1 nm તરીકે ધારી શકો.  $p \approx \Delta p$ , ધારો. ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જા ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (eV) માં શોધો.
- 11.22** સમાન તીવ્રતા I ધરાવતા બે એકરંગી કિરણજૂથ A અને B, પડદા પર અથડાય છે. પડદા પર કિરણજૂથ A ના અથડાતા ફોટોનની સંખ્યા, કિરણજૂથ B ના ફોટોનની સંખ્યા કરતાં બમણી છે, તો તમે તેમની આવૃત્તિઓ વિશે શું અનુમાન કરી શકશો ?

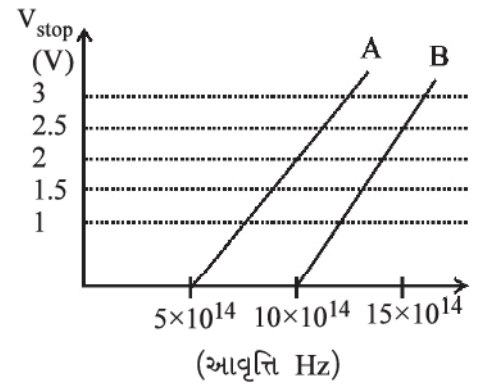
- 11.23**  $\lambda_1$  અને  $\lambda_2$  ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ધરાવતા બે કણ A અને B ભેગા થઈ કણ C બનાવે છે. આ પ્રક્રિયામાં વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય છે. કણ C ની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ શોધો. (ગતિ એક પરિમાણીય છે.)
- 11.24** E ઊર્જા ધરાવતું ન્યુટ્રોનનું કિરણજૂથ,  $d = 0.1$  nm પહોળાઈ (જગ્યા) ધરાવતી સપાટી પર પરમાણુ વડે પ્રકિર્ણન પામે છે. પરાવર્તિત કિરણજૂથમાં તીવ્રતાનું પ્રથમ અધિકતમ  $\theta = 30^\circ$  એ રચાય છે. કિરણજૂથની ગતિઊર્જા E eV માં કેટલી હશે ?

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 11.25** સોડિયમનો પાતળો લક્ષ્ય ( $10^{-2}$  m ચોરસ, જોડાઈ  $10^{-3}$  m) વિચારો, જેના પર  $100$  W/m<sup>2</sup> ( $\lambda = 660$  nm) તીવ્રતા ધરાવતો પ્રકાશ આપાત થાય ત્યારે  $100$   $\mu$ A નો ફોટો પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે ફોટોન સોડિયમ પરમાણુ સાથે અથડાય ત્યારે ફોટો ઇલેક્ટ્રોન ઉત્પન્ન થવાની સંભાવના શોધો.  
[Naની ઘનતા =  $0.97$  kg/m<sup>3</sup> લો.]

- 11.26** ધાતુની સપાટી (અનંત વિસ્તારવાળી સપાટી તરીકે વર્તે)ની સામે  $d$  અંતરે ઇલેક્ટ્રોન વિચારો. પ્લેટ વડે લાગતું આકર્ષણ બળ  $\frac{1}{4} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d^2}$  ધારો. વિદ્યુતભારને પ્લેટથી અનંત અંતરે લઈ જવા કરવું પડતું કાર્ય ગણો.  $d = 0.1$  nm લઈને, કાર્ય ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટમાં શોધો. (આવા બળના નિયમો  $d < 0.1$  nm માટે પળાતા નથી.)

- 11.27** એક વિદ્યાર્થી ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસરનો પ્રયોગ, બે દ્રવ્યો A અને Bનો ઉપયોગ કરીને કરે છે.  $V_{\text{stop}}$  વિરુદ્ધ  $\nu$  નો આલેખ આકૃતિ 11.2 માં આપેલ છે.



આકૃતિ 11.2

- (i) A અથવા B માંથી કયા દ્રવ્યને ઊંચું વર્ક-ફંક્શન હશે ?
- (ii) ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર =  $1.6 \times 10^{-19}$  C આપેલ છે. A અને B બંને માટે પ્રયોગ પરથી  $h$  નું મૂલ્ય શોધો.

આઈન્સ્ટાઈનના વાદ સાથે તે સુસંગત છે કે નહિ તેના પર ટિપ્પણી કરો.

- 11.28**  $m_A$  દ્રવ્યમાન ધરાવતો કણ A,  $v$  વેગથી ગતિ કરે છે અને સ્થિર રહેલા કણ B (દ્રવ્યમાન  $m_B$ ) સાથે અથડાય છે. (એક પારિમાણીક ગતિ) કણ A ની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈમાં થતો ફેરફાર શોધો. સંઘાતને સ્થિતિસ્થાપક તરીકે લો.

**11.29**  $5000 \text{ \AA}$  તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતો  $20 \text{ W}$  નો બલ્બ વિચારો અને  $2 \text{ m}$  દૂર રાખેલ ધાતુની સપાટીને ચમકાવે છે. ધારો કે, ધાતુની સપાટીનું વર્ક-ફંક્શન  $2 \text{ eV}$  છે અને ધાતુની સપાટી પર રહેલ દરેક પરમાણુ  $1.5 \text{ \AA}$  ત્રિજ્યા ધરાવતી વર્તુળાકાર તકતી તરીકે વર્તે છે.

- (i) બલ્બ દ્વારા પ્રતિ સેકન્ડ ઉત્સર્જિત થતા ફોટોનની સંખ્યાનો અંદાજ મેળવો. (બીજી કોઈ રીતે વ્યય થતો નથી તેમ ધારો.)
- (ii) શું અહીં ફોટો ઇલેક્ટ્રિક ઉત્સર્જન થશે ?
- (iii) પરમાણ્વીય તકતીને વર્ક-ફંક્શન ( $2 \text{ eV}$ ) જેટલી ઊર્જા મેળવવામાં કેટલો સમય લાગશે ?
- (iv) ઉપર (iii) માં ગણતરી કરેલ સમયગાળામાં પરમાણ્વીય તકતી કેટલા ફોટોન મેળવશે ?
- (v) શું તમે સમજાવી શકો છો કે, ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસર કેવી રીતે તત્કાલ અવલોકન કરવામાં આવી ?

[**Hint** : વિભાગ (iii) માં પ્રચલિત વિચારધારા (Classical consideration) અનુસાર સમય ગણ્યો અને તમે હવે વધુ ગણતરી માટે લક્ષ્ય સપાટીનું ક્ષેત્રફળ  $1 \text{ cm}^2$  ધારો અને શું થાય છે તેનો અંદાજ મેળવો.]

# પરમાણુ

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

12.1 બોહ્ર ત્રિજ્યા  $a_0 = 53 \text{ pm}$  લેતાં, બોહ્ર મોડેલના આધારે,  $\text{Li}^{++}$  આયનની ધરા સ્થિતિમાં ત્રિજ્યા આશરે .....

- (a) 53 pm
- (b) 27 pm
- (c) 18 pm
- (d) 13 pm

12.2 નિયત ન્યુક્લિયસ (પ્રોટોન)ને ફરતે ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રોન, એટલે કે H-પરમાણુની

બંધનઊર્જા  $B = -\frac{me^4}{8n^2\epsilon_0^2h^2}$  વડે અપાય છે. (જ્યાં,  $m =$  ઇલેક્ટ્રોનનું દ્રવ્યમાન).

જો કોઈ એવી નિર્દેશ ફેમમાં કામ કરવાનું નક્કી કરે કે જેમાં ઇલેક્ટ્રોન સ્થિર સ્થિતિમાં હોય અને પ્રોટોન તેની આસપાસ ફરશે. સમાન દલીલો મુજબ તેની બંધનઊર્જા

$$B = -\frac{Me^4}{8n^2\epsilon_0^2h^2} \text{ છે. (જ્યાં, } M = \text{ પ્રોટોનનું દ્રવ્યમાન)}$$

- આ છેલ્લી પદાવલિ (expression) સાચી નથી. કારણ કે,
- (a)  $n$  પૂર્ણાંક નહિ હોય.  
 (b) બોહ્રનું ક્વોન્ટમીકરણ (quantisation) ફક્ત ઈલેક્ટ્રોનને જ લાગુ પડે છે.  
 (c) જે ફેમમાં ઈલેક્ટ્રોન સ્થિર છે, તે જડત્વીય નથી.  
 (d) પ્રોટોનની ગતિ વર્તુળાકાર પથ પર નહિ હોય (આશરે પણ નહિ).
- 12.3** વધુ ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતા પરમાણુની ઊર્જા સ્તરોની ગણતરી કરવા માટે બોહ્રનું સાદું મોડેલ સીધેસીધું લાગુ પાડી ન શકાય. કારણ કે,
- (a) ઈલેક્ટ્રોન પર કેન્દ્રીય બળ લાગતું નથી.  
 (b) ઈલેક્ટ્રોન એકબીજા સાથે સંઘાત પામે છે.  
 (c) સ્ક્રિનિંગ અસરો જોવા મળે છે.  
 (d) ન્યુક્લિયસ અને ઈલેક્ટ્રોન વચ્ચે બળ કુલંબના નિયમ પ્રમાણે દર્શાવી શકાતું નથી.
- 12.4** ધરા સ્થિતિ માટે, બોહ્રના સાદા મોડેલ પ્રમાણે, H-પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન =  $\hbar$ , કોણીય વેગમાન એ સદિશ છે અને તેથી શક્ય બધી જ દિશાઓ તરફ નિર્દેશ કરતા સદિશવાળી અનંત કક્ષાઓ મળશે. હકીકતમાં આ સાચું નથી,
- (a) કારણ કે બોહ્ર મોડેલ કોણીય વેગમાનનાં ખોટાં મૂલ્યો આપે છે.  
 (b) કારણ કે આ બધામાંથી કોઈ એક જ માટે લઘુત્તમ ઊર્જા હશે.  
 (c) કોણીય વેગમાન ઈલેક્ટ્રોનની સ્પિનની દિશામાં હોવું જોઈએ.  
 (d) કારણ કે ઈલેક્ટ્રોન ફક્ત સમક્ષિતિજ કક્ષાઓમાં જ ગતિ કરતા હોય છે.
- 12.5**  $O_2$  અણુ ઓક્સિજનના બે પરમાણુ ધરાવે છે. અણુમાં, બે પરમાણુના ન્યુક્લિયસ વચ્ચે લાગતું ન્યુક્લિયર બળ,
- (a) મહત્ત્વનું નથી કારણ કે, ન્યુક્લિયર બળ લઘુ અંતરિય હોય છે.  
 (b) બે પરમાણુને બાંધતા વિદ્યુત બળ જેટલું જ મહત્ત્વ ધરાવે છે.  
 (c) ન્યુક્લિયસો વચ્ચે લાગતા અપાકર્ષી સ્થિત વિદ્યુત બળને નાબૂદ કરે છે.  
 (d) મહત્ત્વનું નથી કારણ કે ઓક્સિજનના ન્યુક્લિયસમાં ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોનની સંખ્યા સમાન હોય છે.
- 12.6** ધરા સ્થિતિમાં આવેલા બે H-પરમાણુ અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત પામે છે. તેમની સંયુક્ત ગતિઊર્જાના ઘટાડાનું મહત્તમ મૂલ્ય,
- (a) 10.20 eV  
 (b) 20.40 eV  
 (c) 13.6 eV  
 (d) 27.2 eV
- 12.7** કોઈ એક ઉત્તેજિત અવસ્થામાં આવેલ પરમાણુઓનો સમૂહ ક્ષય પામે છે,
- (a) સામાન્ય રીતે નીચી ઊર્જાવાળી કોઈ પણ અવસ્થામાં જશે.  
 (b) ફક્ત બાહ્ય વિદ્યુતક્ષેત્રથી ઉત્તેજિત કરાયો હોય, તો જ નીચી અવસ્થામાં જશે.  
 (c) બધા જ એકસાથે નીચી અવસ્થામાં જશે.  
 (d) ફક્ત જ્યારે સંઘાત પામે ત્યારે જ ફોટોન ઉત્સર્જિત કરે છે.

● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 12.8** એક આયોનાઈઝ્ડ H-અણુ બે પ્રોટોન અને એક ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. પ્રોટોન એકબીજાથી એન્ગસ્ટ્રોમ (angstrom)ના ક્રમના અંતરે છે. ધરા સ્થિતિમાં,
- (a) ઈલેક્ટ્રોન વર્તુળાકાર કક્ષામાં ગતિ નહિ કરે.  
 (b) તેની ઊર્જા H-પરમાણુની ઊર્જા કરતા  $(2)^4$  ગણી હશે.  
 (c) ઈલેક્ટ્રોનની કક્ષા પ્રોટોનને ફરતે હોય છે.  
 (d) અણુ એ તરત જ પ્રોટોન અને H-પરમાણુમાં ક્ષય પામશે.
- 12.9** મુક્ત ઈલેક્ટ્રોનના કિરણપુંજનો મુક્ત પ્રોટોન તરફ મારો ચલાવવામાં આવે છે તેવું વિચારીએ. જ્યારે તે પ્રકિર્ણન પામે ત્યારે H-પરમાણુ બનાવવા માટે એક ઈલેક્ટ્રોન અને એક પ્રોટોન સંયોજાઈ ન શકે.
- (a) ઊર્જા-સંરક્ષણના કારણે.  
 (b) સાથોસાથ વિકિરણના સ્વરૂપમાં ઊર્જાને મુક્ત કર્યા વગર.  
 (c) વેગમાન સંરક્ષણના કારણે.  
 (d) કોણીય વેગમાન સંરક્ષણના કારણે.
- 12.10** એક H-પરમાણુના વર્ણપટ માટે બોહ્ર મોડેલ
- (a) હાઈડ્રોજનના અણુ સ્વરૂપ પર લાગુ પડતું નથી.  
 (b) He ના પરમાણુ માટે હોવાથી લાગુ પડતું નથી.  
 (c) ફક્ત ઓરડાના તાપમાને જ માન્ય છે.  
 (d) સતત અને અસતત (discrete) વર્ણપટ રેખાઓની આગાહી કરે છે.
- 12.11** ..... H-પરમાણુ માટે બામર શ્રેણીનું અવલોકન કરી શકાય.
- (a) જ્યારે કોઈ ઉત્તેજિત પરમાણુ ધરા સ્થિતિમાં આવે ત્યારે જો ઉત્સર્જિત પ્રકાશની આવૃત્તિઓનું આપણે માપન કરીએ તો,  
 (b) ઉત્તેજિત-અવસ્થાઓથી પ્રથમ ઉત્તેજિત અવસ્થામાં સંક્રાંતિઓ પામે તેના કારણે ઉત્સર્જિત પ્રકાશની આવૃત્તિઓનું આપણે માપન કરીએ તો,  
 (c) એક H-પરમાણુની કોઈ પણ સંક્રાંતિમાં  
 (d) આવૃત્તિઓની શ્રેણી તરીકે ઊંચી આવૃત્તિઓ સાથે પાસપાસે ગોઠવાય.
- 12.12** H-પરમાણુની  $n$  મી કક્ષાની ઊર્જા  $E_n = \frac{-1}{8\epsilon_0^2} \frac{me^4}{n^2h^2}$  લો. જો H ના બધા જ પરમાણુઓ ધરા-અવસ્થામાં હોય અને આવૃત્તિ  $(E_2-E_1)/h$  ધરાવતું વિકિરણ તેના પર આપાત થાય તો,
- (a) તે સહેજ પણ શોષાશે નહિ.  
 (b) અમુક પરમાણુઓ પ્રથમ ઉત્તેજિત-અવસ્થા પર જશે.  
 (c) બધા જ પરમાણુઓ ઉત્તેજિત થઈ  $n = 2$  અવસ્થા પર જશે.  
 (d)  $n = 3$  અવસ્થા પર કોઈ પણ પરમાણુ જશે નહિ.

12.13 He<sup>4</sup> પરમાણુ માટે સાદું બોહ્ર મોડેલ લાગુ ન પડે, કારણ કે

- (a) He<sup>4</sup> એ નિષ્ક્રિય (Inert) વાયુ છે.
- (b) He<sup>4</sup> ના ન્યુક્લિયસમાં ન્યુટ્રોન હોય છે.
- (c) He<sup>4</sup> પાસે એક વધુ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે.
- (d) ઇલેક્ટ્રોન પર કેન્દ્રીય બળો લાગુ પડતાં નથી.

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

12.14 H-પરમાણુનું દ્રવ્યમાન ઇલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનનાં દ્રવ્યમાનોના સરવાળા કરતાં ઓછું હોય છે. શા માટે આવું બને ?

12.15 કલ્પના કરો કે He<sup>4</sup> અને He<sup>3</sup> માંથી એક ઇલેક્ટ્રોન દૂર કરીએ. બોહ્રના મોડેલના આધારથી તેમની ઊર્જાકક્ષાઓ એકદમ નજીક હશે. સમજાવો કે આવું કેમ થાય ?

12.16 જ્યારે કોઈ ઇલેક્ટ્રોન ઊંચી ઊર્જાકક્ષાથી નીચેની ઊર્જાકક્ષા પર સંક્રાંતિ પામે, ઊર્જાનો ફેરફાર વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણના સ્વરૂપે દેખાય છે. શા માટે ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપે આ ફેરફાર ના ઉત્સર્જય ?

12.17 જો પ્રોટોનનો વિદ્યુતભાર  $(+\frac{4}{3})e$  અને ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર  $(-\frac{3}{4})e$  હોત. જ્યાં,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , તો શું બોહ્રનું સૂત્ર યથાવત્ રહે ? તમારા જવાબ માટેનાં કારણો આપો.

12.18 બે જુદા-જુદા હાઈડ્રોજનના પરમાણુઓ ધ્યાનમાં લો. દરેક પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન ઉત્તેજિત અવસ્થામાં છે. શું ઇલેક્ટ્રોન માટે શક્ય છે કે, બોહ્ર મોડેલ પ્રમાણે, તેમના કોણીય વેગમાન સમાન હોવા છતાં તેમની ઊર્જાઓ અસમાન હોય ?

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

12.19 પોઝિટ્રોનિયમ (positronium) એ H-પરમાણુ જેવું જ છે કે જેમાં પ્રોટોનની જગ્યાએ ધન વિદ્યુતભારિત, ઇલેક્ટ્રોનનો વિરોધી કણ (anti-particle) (જેને પોઝિટ્રોન કહેવાય અને જે ઇલેક્ટ્રોન જેટલો જ ભારે હોય છે) લેવામાં આવે છે. પોઝિટ્રોનિયમની ધરા-અવસ્થા ઊર્જા કેટલી હોય ?

12.20 ધારો કે એક પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન વચ્ચે અપાકર્ષી બળ ન હોય પણ ધન અને ઋણ વિદ્યુતભારો વચ્ચે બળ હંમેશની જેમ કુલંબના નિયમ વડે આપી શકાય. આવી પરિસ્થિતિ હેઠળ, He પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જાની ગણતરી કરો.



- 12.21** જ્યારે H-પરમાણુ ધરા-અવસ્થામાં હોય ત્યારે બોહ્ર મોડેલનો ઉપયોગ કરી ઇલેક્ટ્રોન વડે રચાતા વિદ્યુતપ્રવાહની ગણતરી કરો.
- 12.22** દર્શાવો કે જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન  $n$  કરતા ઊંચી કક્ષાઓથી  $n$  મી કક્ષા (જ્યાં,  $n \gg 1$ ) પર સંક્રાંતિ પામે ત્યારે ઉત્સર્જતા પ્રકાશની પ્રથમ થોડીક આવૃત્તિઓ, આશરે હાર્મોનિક્સ (એટલે કે 1 : 2 : 3...ના ગુણોત્તરમાં) હોય છે.
- 12.23** ધરા-અવસ્થામાં આવેલ H-પરમાણુને કેટલી લઘુત્તમ ઊર્જા આપવી પડે કે જેથી તે બામર શ્રેણીની  $H_\gamma$  રેખાનું ઉત્સર્જન કરી શકે. જો તંત્રનું કોણીય વેગમાન સંરક્ષિત હોય, તો  $H_\gamma$  ફોટોનનું કોણીય વેગમાન કેટલું હશે ?

### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

- 12.24** H-પરમાણુની લાયમન શ્રેણીની પ્રથમ ચાર વર્ણપટ રેખાઓ  $\lambda = 1218 \text{ \AA}$ ,  $1028 \text{ \AA}$ ,  $974.3 \text{ \AA}$  અને  $951.4 \text{ \AA}$  છે. જો હાઈડ્રોજનના બદલે ડ્યુટેરિયમ (Deuterium) ધ્યાનમાં લઈએ, તો આ રેખાઓની તરંગલંબાઈમાં થતા ફેરફાર (shift)ની ગણતરી કરો.
- 12.25**  $^1\text{H}$  અને  $^2\text{H}$  ના એક ખાસ સંક્રાંતિ માટે તરંગલંબાઈમાં ફેરફારના માપન પરથી 1932 માં હેરોલ્ડ ઉરે (Harold Urey) એ ડ્યુટેરિયમ (Deuterium)ની શોધ કરી. આવું શક્ય છે કારણ કે સંક્રાંતિની તરંગલંબાઈ ન્યુક્લિયસના દ્રવ્યમાન પર અમુક હદ સુધી આધારિત છે. જો ન્યુક્લિયસની ગતિને ધ્યાનમાં લઈએ તો ઇલેક્ટ્રોન અને ન્યુક્લિયસ તેમના સામાન્ય દ્રવ્યમાન કેન્દ્રને ફરતે પરિભ્રમણ કરે છે. આ તંત્ર, રીડ્યુસ્ડ દ્રવ્યમાન (reduced mass)  $\mu$  ધરાવતા અને ઇલેક્ટ્રોન-ન્યુક્લિયસ વચ્ચેના અંતર જેટલા અંતરે ન્યુક્લિયસની આસપાસ પરિભ્રમણ કરતા એક કણની સમકક્ષ છે. અહીં,  $\mu = \frac{m_e M}{m_e + M}$ , જ્યાં,  $M$  એ ન્યુક્લિયસ દ્રવ્યમાન અને  $m_e$  એ ઇલેક્ટ્રોનનું દ્રવ્યમાન છે.  $^1\text{H}$  અને  $^2\text{H}$  માં લાયમન શ્રેણીની પ્રથમ રેખાની તરંગલંબાઈમાં પ્રતિશત ફેરફાર (percentage difference)નો અંદાજ કાઢો. ( $^1\text{H}$  ન્યુક્લિયસનું દ્રવ્યમાન =  $1.6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $^2\text{H}$  ન્યુક્લિયસનું દ્રવ્યમાન =  $3.3374 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , ઇલેક્ટ્રોનનું દ્રવ્યમાન =  $9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .)
- 12.26** જો પ્રોટોનની ત્રિજ્યા  $R$  હોય અને તેના પર વિદ્યુતભાર સમાન રીતે વહેંચાયેલો હોય, તો બોહ્રવાદ મુજબ H પરમાણુની ધરા-અવસ્થા ઊર્જા શોધો. જ્યારે, (i)  $R = 0.1 \text{ \AA}$  અને (ii)  $R = 10 \text{ \AA}$  હોય.
- 12.27** ઓગર (Auger) પ્રક્રિયા (સારણી-પ્રક્રિયા)માં, ફોટોનનું ઉત્સર્જન કર્યા વગર પરમાણુ નીચલી અવસ્થામાં સંક્રાંતિ કરે છે. વધારાની ઊર્જા એક બાહ્ય ઇલેક્ટ્રોનને આપવામાં આવે છે કે જેને પરમાણુમાંથી બહાર પણ કાઢી શકાય (આને ઓગર (Auger) ઇલેક્ટ્રોન કહે છે). ન્યુક્લિયસને ભારે ધારીને,  $n = 2$  થી  $n = 1$  ની સંક્રાંતિ દરમિયાન ઉત્સર્જાતી ઊર્જાને શોષીને કોમિયમ દ્વારા ઉત્સર્જતા  $n = 4$  ઓગર ઇલેક્ટ્રોનની ગતિઊર્જાની ગણતરી કરો.

- 12.28** ઈલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોન વચ્ચે લાગતા બળ માટેનો સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્રનો વ્યસ્ત વર્ગનો નિયમ  $|\vec{F}| = \frac{e^2}{(4\pi\epsilon_0) \cdot r^2}$  છે.  $|\vec{F}|$  નો  $\left(\frac{1}{r}\right)$  પરનો આધાર ક્વોન્ટમવાદ દ્વારા એવી રીતે સમજી શકાય કે, પ્રકાશનો કણ (ફોટોન) દ્રવ્યમાનરહિત છે તે હકીકતના કારણે છે. જો ફોટોનનું દ્રવ્યમાન  $m_p$  હોત તો બળને સુધારીને

$$|\vec{F}| = \frac{e^2}{(4\pi\epsilon_0)r^2} \left[ \frac{1}{r^2} + \frac{\lambda}{r} \right] \cdot \exp(-\lambda r) \text{ જ્યાં, } \lambda = m_p c / \hbar \quad \hbar = \frac{h}{2\pi}.$$

જો  $m_p$  એ ઈલેક્ટ્રોનના દ્રવ્યમાનનું  $10^{-6}$  ગણું હોય, તો H-પરમાણુની ધરા-અવસ્થા ઊર્જામાં ફેરફારનો અંદાજ મેળવો.

- 12.29** H-પરમાણુ માટેનો બોહ્ર મોડેલ એ સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્રના કુલંબના નિયમ પર આધાર રાખે છે. એન્ગસ્ટ્રોમ (Angstrom)ના ક્રમનાં અતિ લઘુઅંતરો માટે કુલંબના નિયમને સીધું ચકાસાયેલ નથી. તે અસમાન વિદ્યુતભાર  $+q_1$  અને  $-q_2$  વચ્ચે લાગતા કુલંબના નિયમને સુધારેલું ધારતાં,

$$|\vec{F}| = \frac{q_1 q_2}{(4\pi\epsilon_0) r^2}, \quad r \geq R_0$$

$$= \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 R_0^2} \left( \frac{R_0}{r} \right)^\epsilon, \quad r \leq R_0$$

જો  $\epsilon = 0.1$ ,  $R_0 = 1\text{\AA}$  હોય, તો આ કિસ્સામાં H-પરમાણુની ધરા-અવસ્થા ઊર્જાની ગણતરી કરો.

# ન્યુક્લિયસ

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

- 13.1** 1 વર્ષ અર્ધઆયુ ધરાવતા રેડિયો એક્ટિવ પદાર્થના પ્રારંભમાં દરેકમાં 10,000 અણુઓ હોય એવા મોટી સંખ્યામાં પાત્રો ધારીએ. 1 વર્ષ પછી,
- (a) બધા જ પાત્રો પદાર્થના 5000 અણુઓ ધરાવશે.
- (b) બધા જ પાત્રો પદાર્થના સમાન સંખ્યામાં અણુઓ ધરાવશે કે જે સંખ્યા આશરે 5000 હશે.
- (c) સામાન્ય રીતે પાત્રોમાં અસમાન સંખ્યામાં અણુઓ હશે પણ તેમની સરેરાશ આશરે 5000ની નજીકમાં હશે.
- (d) કોઈ પણ પાત્રમાં 5000 અણુઓથી વધુ ન હોઈ શકે.
- 13.2** એક H-પરમાણુ અને  $m$  દ્રવ્યમાન ધરાવતા કણ વચ્ચે લાગતું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ન્યૂટનના નિયમ પ્રમાણે આપી શકાય. જ્યાં  $M$  એ H-પરમાણુનું દળ છે.

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2}, \text{ જ્યાં, } r \text{ કિમીમાં છે.}$$

અને

(a)  $M = m_{\text{પ્રોટોન}} + m_{\text{ઇલેક્ટ્રોન}}$

(b)  $M = m_{\text{પ્રોટોન}} + m_{\text{ઇલેક્ટ્રોન}} - \frac{B}{c^2}$  ( $B = 13.6 \text{ eV}$ )

(c) હાઈડ્રોજનના પરમાણુના દ્રવ્યમાન સાથે  $M$  કોઈ સંબંધ ધરાવતો નથી.

(d)  $M = m_{\text{પ્રોટોન}} + m_{\text{ઇલેક્ટ્રોન}} - \frac{|V|}{c^2}$  ( $|V| = \text{H-પરમાણુમાં આવેલ ઇલેક્ટ્રોનની સ્થિતિઊર્જાનું મૂલ્ય}$ )

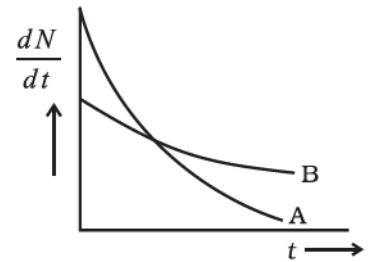
- 13.3 જ્યારે કોઈ એક પરમાણુનું ન્યુક્લિયસ રેડિયો એક્ટિવ ક્ષય પામે, તે પરમાણુની ઇલેક્ટ્રોનિક ઊર્જાકક્ષાઓ,
- કોઈ પણ પ્રકારની રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે નહિ.
  - $\alpha$  અને  $\beta$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ  $\gamma$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે નહિ.
  - $\alpha$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ બીજા માટે નહિ.
  - $\beta$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ બીજા માટે નહિ.
- 13.4 એક રેડિયો એક્ટિવ ક્ષયમાં જનક ન્યુક્લિયસ અને જનિત ન્યુક્લિયસના પરમાણ્વીય દળ અનુક્રમે  $M_x$  અને  $M_y$  દર્શાવે છે.  $\beta^-$  ના ક્ષયનું Q-મૂલ્ય  $Q_1$  અને  $\beta^+$  ના ક્ષયનું Q-મૂલ્ય  $Q_2$  છે. જો ઇલેક્ટ્રોનના દ્રવ્યમાનને  $m_e$  વડે દર્શાવીએ, તો નીચેનામાંથી કયું વિધાન સાચું છે ?
- $Q_1 = (M_x - M_y) c^2$  અને  $Q_2 = (M_x - M_y - 2m_e) c^2$
  - $Q_1 = (M_x - M_y) c^2$  અને  $Q_2 = (M_x - M_y) c^2$
  - $Q_1 = (M_x - M_y - 2m_e) c^2$  અને  $Q_2 = (M_x - M_y + 2m_e) c^2$
  - $Q_1 = (M_x - M_y + 2m_e) c^2$  અને  $Q_2 = (M_x - M_y + 2m_e) c^2$
- 13.5 ટ્રિટિયમ (Tritium) એ હાઈડ્રોજનનો એવો આઈસોટોપ છે કે, જેના ન્યુક્લિયસ ટ્રાઈટોન (Triton)માં 2 ન્યુટ્રોન અને 1 પ્રોટોન હોય છે. મુક્ત ન્યુટ્રોન  $p + \bar{e} + \bar{\nu}$  માં ક્ષય પામે છે. જો ટ્રાઈટોનમાંનો કોઈ એક ન્યુટ્રોન ક્ષય પામે, તો તે  $\text{He}^3$  ન્યુક્લિયસમાં રૂપાંતર પામશે. પણ એવું બનતું નથી. કારણ કે,
- ટ્રાઈટોનની ઊર્જા એ એક  $\text{He}^{+3}$  ન્યુક્લિયસની ઊર્જા કરતાં ઓછી હોય છે.
  - બીટા ક્ષયની પ્રક્રિયા દરમિયાન સર્જાતો ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસમાં રહી શકે નહિ.
  - ટ્રાઈટોનના બંને ન્યુટ્રોન એકસાથે ક્ષય પામશે અને 3 પ્રોટોન ધરાવતા ન્યુક્લિયસમાં પરિણમશે, જે  $\text{He}^{+3}$  નો ન્યુક્લિયસ નથી.
  - કારણ કે મુક્ત ન્યુટ્રોન બાહ્ય પ્રતિક્રિયાઓને કારણે ક્ષય પામે છે કે, જે ટ્રાઈટોનના ન્યુક્લિયસમાં ગેરહાજર હોય છે.
- 13.6 ભારે સ્થાયી ન્યુક્લિયસો પ્રોટોન કરતાં વધુ ન્યુટ્રોન ધરાવે છે. આનું કારણ એ હકીકત છે કે,
- પ્રોટોન કરતાં ન્યુટ્રોન ભારે હોય છે.
  - પ્રોટોન વચ્ચે સ્થિત વિદ્યુત બળ અપાકર્ષી હોય છે.
  - ન્યુટ્રોન બીટા ( $\beta$ ) ક્ષય દ્વારા પ્રોટોનમાં ક્ષય પામે છે.
  - ન્યુટ્રોન વચ્ચેનાં ન્યુક્લિયર બળો પ્રોટોન વચ્ચેનાં બળો કરતાં નબળાં હોય છે.
- 13.7 ન્યુક્લિયર રિએક્ટરમાં, વિખંડન (fission) પ્રક્રિયા દરમિયાન બહાર આવતા ન્યુટ્રોનને મોડરેટર (moderator) ધીમા પાડે છે. વપરાતા મોડરેટર હલકા ન્યુક્લિયસ ધરાવે છે. ભારે ન્યુક્લિયસ આ હેતુ સિદ્ધ કરતા નથી કારણ કે,

- (a) તે તૂટી જશે.  
 (b) ન્યુટ્રોનનો ભારે ન્યુક્લિયસ સાથેનો સ્થિતિસ્થાપક સંઘાત તેને ધીમો નહિ પાડે.  
 (c) રિએક્ટરનું પરિણામી વજન અસહનિય રીતે વધી જશે.  
 (d) ઓરડાના તાપમાને પ્રવાહી અથવા વાયુ-અવસ્થામાં ભારે ન્યુક્લિયસવાળા પદાર્થો બનતા નથી.

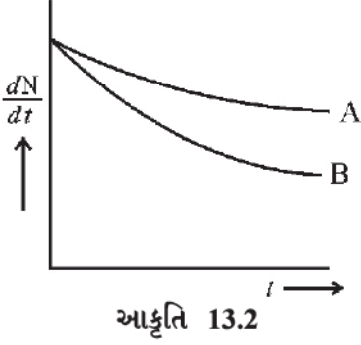
## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 13.8** સામાન્ય તાપમાને અને દબાણે, બે ડ્યુટેરોન (deuteron)ને ભેગા કરી He નો ન્યુક્લિયસ બનાવવા જેવી સંલયન પ્રક્રિયાઓ શક્ય નથી. આનું કારણ એ હકીકત પરથી શોધી શકાય કે,
- (a) ન્યુક્લિયર બળો લઘુ અંતરિય હોય છે.  
 (b) ન્યુક્લિયસ ધનભારિત હોય છે.  
 (c) સંલયન થાય તે પહેલાં મૂળ ન્યુક્લિયસે સંપૂર્ણ આયોનાઈઝ (ionise) થવું પડે.  
 (d) એકબીજા સાથે જોડાતા પહેલાં મૂળ ન્યુક્લિયસે તૂટવું જ પડે.
- 13.9** બે રેડિયો એક્ટિવ ન્યુક્લાઈડ A અને B ના નમૂના લેવામાં આવે છે. તેમના ક્ષયનિયતાંકો અનુક્રમે  $\lambda_A$  અને  $\lambda_B$  છે. નીચેનામાંથી કયા કિસ્સાઓમાં, કોઈ પણ સમયે બંને નમૂનાઓના ક્ષય-દર એકસાથે સમાન થાય ?
- (a) A નો પ્રારંભિક ક્ષય-દર એ B ના પ્રારંભિક ક્ષય-દર કરતાં બમણો હોય અને  $\lambda_A = \lambda_B$ .  
 (b) A નો પ્રારંભિક ક્ષય-દર એ B ના પ્રારંભિક ક્ષય-દર કરતાં બમણો હોય અને  $\lambda_A > \lambda_B$ .  
 (c) B નો પ્રારંભિક ક્ષય-દર એ A ના પ્રારંભિક ક્ષય-દર કરતાં બમણો હોય અને  $\lambda_A > \lambda_B$ .  
 (d)  $t = 2h$  સમયે B નો પ્રારંભિક ક્ષય-દર A ના પ્રારંભિક ક્ષય-દર જેટલો જ હોય અને  $\lambda_B < \lambda_A$ .
- 13.10** બે રેડિયો એક્ટિવ નમૂના A અને B ના ક્ષય-દરના સમય સાથેના ફેરફારને આકૃતિ 13.1 માં દર્શાવ્યો છે. નીચેનામાંથી કયાં વિધાનો સાચાં છે ?
- (a) A નો ક્ષયનિયતાંક B કરતા વધુ છે, માટે A હંમેશાં B કરતા ઝડપથી ક્ષય પામશે.  
 (b) B નો ક્ષયનિયતાંક A કરતા વધુ છે, પણ તેનો ક્ષય-દર A કરતા તો હંમેશાં નાનો જ રહેશે.  
 (c) A નો ક્ષયનિયતાંક B કરતા વધુ છે, પણ તે હંમેશાં B કરતા ઝડપથી ક્ષય નથી પામતો.  
 (d) B નો ક્ષયનિયતાંક A કરતા નાનો છે, પણ હજુ થોડા સમય પછી તેનો ક્ષય-દર A ના ક્ષય-દર જેટલો થાય છે.



આકૃતિ 13.1



### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

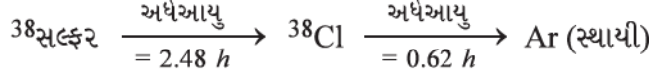
- 13.11  $He_2^3$  અને  $He_1^3$  ના ભારાંક સમાન હોય છે. શું તેમની બંધનઊર્જા પણ સમાન હશે ?
- 13.12 ક્ષય દરના ફેરફાર સાથેનો સક્રિય ન્યુક્લિયસની સંખ્યાનો આલેખ દોરો.
- 13.13 આકૃતિ 13.2 માં દર્શાવેલ નમૂના A અને B માંથી કોની સરેરાશ આયુ ટૂંકી છે ?
- 13.14 નીચેનામાંથી કોણ વિકિરણ ઉત્સર્જિત નથી કરી શકતું અને શા માટે ?  
ઉત્તેજિત ન્યુક્લિયસ, ઉત્તેજિત ઇલેક્ટ્રોન
- 13.15 જોડકા વિલય (pair annihilation)માં,  $\gamma$  વિકિરણ ઉત્પન્ન કરવા માટે ઇલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોન એકબીજાનો વિનાશ કરે છે, તો શું તેમના વેગમાનનું સંરક્ષણ થશે ?

### ● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

- 13.16 સ્થાયી ન્યુક્લિયસમાં શા માટે પ્રોટોનની સંખ્યા ન્યુટ્રોન કરતા વધુ નથી હોતી ?
- 13.17 એક રેડિયો એક્ટિવ ન્યુક્લિયસ A નીચેના ક્રમ પ્રમાણે ક્ષય પામીને સ્થાયી ન્યુક્લિયસ C બને છે, તેવું ધ્યાનમાં લો.  
 $A \rightarrow B \rightarrow C$   
અહીં, B એ વચગાળાનું ન્યુક્લિયસ છે જે પણ રેડિયો એક્ટિવ છે. પ્રારંભમાં A ના  $N_0$  અણુઓ ધ્યાનમાં લેતા, સમય સાથે A અને B ના અણુઓની સંખ્યાનો ફેરફાર દર્શાવતો આલેખ દોરો.
- 13.18 એક પ્રાચીન ઇમારતના ખંડેરમાંથી મળેલા લાકડાના ટુકડામાં 12 વિખંડન પ્રતિ મિનિટ પ્રતિ ગ્રામ એક્ટિવિટી ધરાવતું  $^{14}C$  મળ્યું હતું. જ્યારે લાકડાના  $^{14}C$  ની એક્ટિવિટી 16 વિખંડન પ્રતિ મિનિટ પ્રતિ ગ્રામ હોય છે. જે વૃક્ષમાંથી આ લાકડાનો નમૂનો લેવામાં આવ્યો હશે તે વૃક્ષ કેટલા સમય પહેલાં મૃત થયું હશે ?  $^{14}C$  ની અર્ધવાયુ 5760 વર્ષ છે.
- 13.19 શું ન્યુક્લિઓન મૂળભૂત કણો છે અથવા તે હજુ નાના ભાગોનો બનેલો છે ? રુથરફોર્ડ જે રીતે પરમાણુને ચકાસેલો તે જ રીતે ન્યુક્લિઓનને ચકાસવા તે આ બાબતને શોધવાની એક રીત છે. ન્યુક્લિઓનને ચકાસવા માટે ઇલેક્ટ્રોનની ગતિઊર્જા કેટલી હોવી જોઈએ ? ન્યુક્લિઓનનો વ્યાસ આશરે  $10^{-15} m$  ધારવો.
- 13.20 જો  $Z_1 = N_2$  અને  $Z_2 = N_1$  હોય, તો ન્યુક્લાઇડ 1 એ ન્યુક્લાઇડ 2 નો અરીસીય સમદળીય (mirror isobar) કહી શકાય. (a)  $^{23}_{11}Na$  નો અરીસીય સમદળીય ન્યુક્લાઇડ કયો થશે ? (b) આપેલ બે અરીસીય સમદળિયોમાંથી કયો ન્યુક્લાઇડ વધુ બંધન-ઊર્જા ધરાવે છે અને શા માટે ?

● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

13.21 એક રેડિયો એક્ટિવ ન્યુક્લિયસ ક્ષય પામે ત્યારે, બનતું ન્યુક્લિયસ પણ ક્યારેક રેડિયો એક્ટિવ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે,



ધારો કે, સમય  $t = 0$  પર આપણે  ${}^{38}\text{S}$  ના 1000 ન્યુક્લિયસથી શરૂઆત કરીએ. સમય  $t = 0$  પર  ${}^{38}\text{Cl}$  ની સંખ્યા શૂન્ય છે અને પાછી  $t = \infty$  પર શૂન્ય થશે. કયા સમય  $t$  પર, સંખ્યા મહત્તમ થશે ?

13.22 ડ્યુટેરોન એ બંધનઊર્જા  $B = 2.2 \text{ MeV}$  ધરાવતા ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોનની બંધિત (bound) અવસ્થા છે. ઊર્જા  $E$  ધરાવતા  $\gamma$  કિરણને ડ્યુટેરોન પર તાકીને તેને તોડીને ન્યુટ્રોન + પ્રોટોન એવી રીતે મેળવવા છે, કે જેથી  $n$  અને  $p$  બંને આપાત  $\gamma$ -કિરણની દિશામાં ગતિ કરે. જો  $E = B$  હોય, તો દર્શાવો કે આવું થઈ ન શકે. આ પ્રક્રિયા થવા માટે  $E$  એ  $B$  કરતાં કેટલું વધુ હોવું જોઈએ તેની ગણતરી કરો.

13.23 સ્થિત વિદ્યુત બળો વડે  $p$  અને  $e$  જોડાઈને જેમ  $H$  નો પરમાણુ બનાવે છે, તેમ ન્યુક્લિયર બળો વડે ડ્યુટેરોન બંધાયેલ છે. જો ડ્યુટેરોનના ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોન વચ્ચે લાગતા બળને કુલંબીય સ્થિતિમાનના સ્વરૂપમાં ધ્યાનમાં લઈએ અને અસરકારક વિદ્યુતભાર  $e'$  લઈએ, તો

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e'^2}{r}$$

ડ્યુટેરોનની બંધનઊર્જા  $2.2 \text{ MeV}$  લઈને  $\left(\frac{e'}{e}\right)$  નું અંદાજિત મૂલ્ય કરો.

13.24 ન્યુટ્રોનની પૂર્વધારણા પહેલાં  $\beta$ -ક્ષયની પ્રક્રિયાને સંક્રાંતિ તરીકે વિચારતા હતા  $n \rightarrow p + \bar{e}$ . જો આ સત્ય હોય, તો દર્શાવો કે ન્યુટ્રોન સ્થિર હોય ત્યારે, ઈલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોન નિયત ઊર્જાઓ સાથે બહાર નીકળે છે અને આ ઊર્જાઓની ગણતરી કરો. પ્રાયોગિક રીતે ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જા બહુ જ મોટી અવધિમાં મળે છે.

13.25 એક અજ્ઞાત રેડિયો એક્ટિવ ન્યુક્લાઈડની એક્ટિવિટી  $R$  ને દર કલાકના અંતરે માપવામાં આવે છે. મળેલાં પરિણામોને નીચે પ્રમાણે કોષ્ટકરૂપે મૂકવામાં આવે છે :

$t (h)$	0	1	2	3	4
$R \text{ (MBq)}$	100	35.36	12.51	4.42	1.56

(i)  $R$  વિરુદ્ધ  $t$  નો આલેખ દોરો અને તે આલેખ પરથી અર્ધઆયુની ગણતરી કરો.

(ii)  $\ln\left(\frac{R}{R_0}\right)$  વિરુદ્ધ  $t$  નો આલેખ દોરો અને તે આલેખ પરથી અર્ધઆયુની ગણતરી કરો.

13.26 પ્રોટોનના જાદુઈ અંક (magic no.)  $Z = 2, 8, 20, 28, 50, 82$  અને ન્યુટ્રોનના જાદુઈ અંક  $N = 2, 8, 20, 28, 50, 82$  અને 126 ધરાવતા ન્યુક્લિયસ ઘણા જ સ્થાયી હોય છે.

(i)  $^{120}\text{Sn}$  ( $Z = 50$ ) અને  $^{121}\text{Sb}$  ( $Z = 51$ ) માટે પ્રોટોનને છૂટા પાડવા માટેની ઊર્જા  $S_p$  (proton separation energy)ની ગણતરી કરી આ બાબત ચકાસો. ન્યુક્લાઈડ માટે પ્રોટોનને છૂટા પાડવાની ઊર્જા એટલે તે ન્યુક્લાઈડના ન્યુક્લિયસમાંથી સૌથી ઓછી ઊર્જાથી બંધાયેલા પ્રોટોનને છૂટા પાડવા માટે જરૂરી લઘુત્તમ ઊર્જા. તે નીચે પ્રમાણે અપાય છે :

$$S_p = (M_{Z-1, N} + M_H - M_{Z, N}) c^2.$$

$$^{119}\text{In} = 118.9058 \text{ u}, \quad ^{120}\text{Sn} = 119.902199 \text{ u},$$

$$^{121}\text{Sb} = 120.903824 \text{ u}, \quad ^1\text{H} = 1.0078252 \text{ u}$$

(ii) જાદુઈ અંકનું અસ્તિત્વ શું સૂચવે છે ?



# સેમિકન્ડક્ટર ઈલેક્ટ્રોનિક્સ : દ્રવ્ય, રચનાઓ અને સાદાં પરિપથો

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ I)

નીચેના પ્રશ્નોમાં એક જ વિકલ્પ સાચો છે :

14.1 તાપમાનના વધારા સાથે અર્ધવાહકની વાહકતા વધે છે. કારણ કે,

- (a) મુક્ત પ્રવાહ વાહકોની સંખ્યા ઘનતા વધે છે.
- (b) રિલેક્સેશન સમય વધે છે.
- (c) વાહકોની સંખ્યા ઘનતા અને રિલેક્સેશન સમય બંને વધે છે.
- (d) પ્રવાહ વાહકોની સંખ્યા ઘનતા વધે છે. રિલેક્સેશન સમય ઘટે છે, પરંતુ રિલેક્સેશન સમયમાં થતા ઘટાડાની અસર સંખ્યા ઘનતામાં થતા વધારાની સાપેક્ષમાં ઘણી જ ઓછી હોય છે.

14.2 આકૃતિ 14.1 માં જ્યારે  $p-n$  જંકશનના બે છેડા વચ્ચે બેટરી જોડેલ ન હોય, ત્યારે જંકશન પરનું પોટેન્શિયલ બેરિયર  $V_0$  છે.

- (a) 1 અને 3 બંને જંકશનના ફોરવર્ડ બાયસને અનુરૂપ છે.
- (b) 3 જંકશનના ફોરવર્ડ બાયસને અનુરૂપ જ્યારે 1 જંકશનના રીવર્સ બાયસને અનુરૂપ છે.
- (c) 1 જંકશનના ફોરવર્ડ બાયસને અનુરૂપ જ્યારે 3 જંકશનના રીવર્સ બાયસને અનુરૂપ છે.
- (d) 3 અને 1 બંને જંકશનના રીવર્સ બાયસને અનુરૂપ છે.



આકૃતિ 14.1

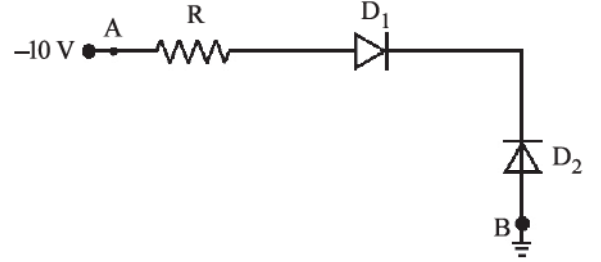
14.3 આકૃતિ 14.2 માં દર્શાવેલ ડાયોડને આદર્શ ડાયોડ તરીકે સ્વીકારતાં,

(a)  $D_1$  ફોરવર્ડ બાયસમાં જ્યારે  $D_2$  રીવર્સ બાયસમાં છે, તેથી પ્રવાહ A થી B તરફ વહે છે.

(b)  $D_2$  ફોરવર્ડ બાયસમાં અને  $D_1$  રીવર્સ બાયસમાં છે, તેથી B થી A તરફ કે તેની વિરુદ્ધમાં પ્રવાહ વહેતો નથી.

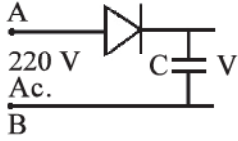
(c)  $D_1$  અને  $D_2$  બંને ફોરવર્ડ બાયસમાં છે, તેથી પ્રવાહ A થી B તરફ વહે છે.

(d)  $D_1$  અને  $D_2$  બંને રીવર્સ બાયસમાં છે અને તેથી A થી B તરફ કે તેની વિરુદ્ધમાં કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી.



આકૃતિ 14.2

14.4 બિંદુઓ A અને B ની વચ્ચે 220 V A.C. સપ્લાય જોડેલ છે (આકૃતિ 14.3). કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V કેટલો હશે ?



આકૃતિ 14.3

(a) 220 V

(b) 110 V

(c) 0 V

(d)  $220\sqrt{2}$  V

14.5 ઢોલ એ...

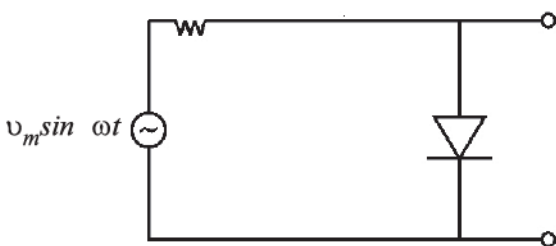
(a) ઇલેક્ટ્રોનનો પ્રતિક્ષા છે.

(b) જ્યારે સહસંયોજક બંધમાંથી ઇલેક્ટ્રોન મુક્ત થાય ત્યારે ઉદ્ભવતી ખાલી જગ્યા છે.

(c) મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની ગેરહાજરી છે.

(d) કૃત્રિમ રીતે બનાવેલ કણ છે.

14.6 આકૃતિ 14.4 માં દર્શાવેલ પરિપથનો આઉટપુટ...



આકૃતિ 14.4

(a) દરેક સમયે શૂન્ય હશે.

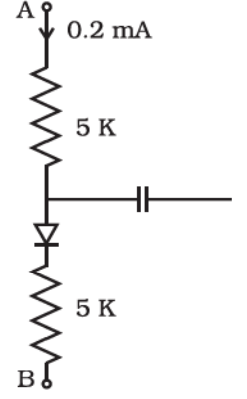
(b) અર્ધતરંગ રેક્ટિફાયરની માફક આઉટપુટમાં ધન અર્ધચક્ર હશે.

(c) અર્ધતરંગ રેક્ટિફાયરની માફક આઉટપુટમાં ઋણ અર્ધચક્ર હશે.

(d) પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયરના જેવું હશે.

14.7 આકૃતિ 14.5 માં દર્શાવેલ પરિપથમાં જો ડાયોડનો ફોરવર્ડ બાયસ વોલ્ટેજ ડ્રોપ 0.3 V હોય, તો A અને B વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ..... છે.

- (a) 1.3 V  
(b) 2.3 V  
(c) 0  
(d) 0.5 V



આકૃતિ 14.5

14.8 આપેલ પરિપથ (આકૃતિ 14.6) માટે ટ્રુથ ટેબલ...

(a)

A	B	E
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

(b)

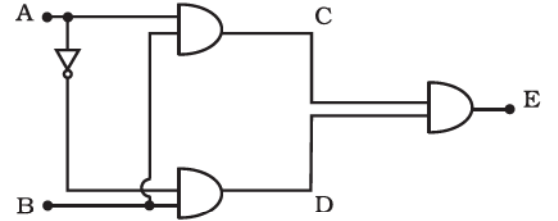
A	B	E
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(c)

A	B	E
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

(d)

A	B	E
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



આકૃતિ 14.6

## ● બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ II)

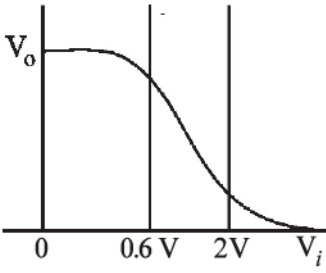
નીચેના પ્રશ્નોમાં એક અથવા એક કરતાં વધુ વિકલ્પ સાચા હોઈ શકે છે :

- 14.9 જ્યારે અર્ધવાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતક્ષેત્ર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યારે,
- (a) કન્ડક્શન બેન્ડમાં ઇલેક્ટ્રોન નિમ્ન ઊર્જાસ્તરથી ઉચ્ચ ઊર્જાસ્તર તરફ ગતિ કરે છે.
- (b) કન્ડક્શન બેન્ડમાં ઇલેક્ટ્રોન ઉચ્ચ ઊર્જાસ્તરથી નિમ્ન ઊર્જાસ્તર તરફ ગતિ કરે છે.
- (c) વેલેન્સ બેન્ડમાં રહેલા ઉચ્ચ ઊર્જાસ્તરથી નિમ્ન ઊર્જાસ્તર તરફ ગતિ કરે છે.
- (d) વેલેન્સ બેન્ડમાં રહેલા હોલ નિમ્ન ઊર્જાસ્તરથી ઉચ્ચ ઊર્જાસ્તર તરફ ગતિ કરે છે.

**14.10** જેનું બેઝ-એમિટર જંક્શન ફોરવર્ડ-બાયસ અને કલેક્ટર-બેઝ જંક્શન રીવર્સ બાયસમાં હોય તેવા *npn* ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો વિચાર કરો. નીચેના પૈકી કયાં વિધાનો સાચાં છે ?

- ઇલેક્ટ્રોન એમિટરમાંથી કલેક્ટરમાં ગતિ કરે છે.
- હોલ બેઝમાંથી કલેક્ટરમાં ગતિ કરે છે.
- ઇલેક્ટ્રોન એમિટરમાંથી બેઝમાં ગતિ કરે છે.
- એમિટરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન કલેક્ટરમાં જવાને બદલે બેઝમાંથી બહાર નીકળે છે.

**14.11** આકૃતિ 14.7 બેઝ બાયસ CE ટ્રાન્ઝિસ્ટરની ટ્રાન્સફર લાક્ષણિકતા દર્શાવે છે. નીચેના પૈકી કયાં વિધાનો સાચાં છે ?



આકૃતિ 14.7

- $V_i = 0.4V$  પાસે ટ્રાન્ઝિસ્ટર કાર્યશીલ સ્થિતિમાં છે.
- $V_i = 1V$  પાસે ટ્રાન્ઝિસ્ટરને એમ્પ્લિફાયર તરીકે વાપરી શકાય.
- $V_i = 0.5V$  પાસે તેને બંધ સ્વિચ તરીકે વાપરી શકાય.
- $V_i = 2.5V$  પાસે તેને ચાલુ સ્વિચ (switch turned on) તરીકે વાપરી શકાય.

**14.12** એક *npn* ટ્રાન્ઝિસ્ટર પરિપથમાં, કલેક્ટર પ્રવાહ  $10\text{ mA}$  છે. જો  $95\%$  ટકા ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રોન કલેક્ટર સુધી પહોંચી જતા હોય, તો નીચેનાં પૈકી કયાં વિધાનો સાચાં છે ?

- એમિટર પ્રવાહ  $8\text{ mA}$  હશે.
- એમિટર પ્રવાહ  $10.53\text{ mA}$  હશે.
- બેઝ પ્રવાહ  $0.53\text{ mA}$  હશે.
- બેઝ પ્રવાહ  $2\text{ mA}$  હશે.

**14.13** ડાયોડના ડેપ્લેશન વિસ્તારમાં...

- કોઈ ગતિશીલ વીજભાર હોતા નથી.
- સમાન સંખ્યામાં હોલ અને ઇલેક્ટ્રોન હોય છે કે જે વિસ્તારને તટસ્થ બનાવે છે.
- હોલ તથા ઇલેક્ટ્રોનનું પુનઃસંયોજન થાય છે.
- સ્થિર વીજભારિત આયનો અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

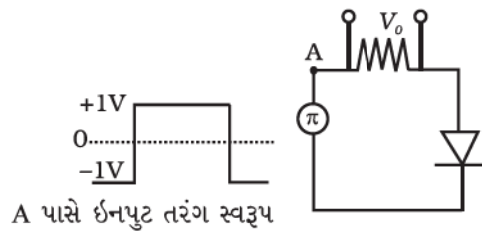
**14.14** ઝેનર ડાયોડની રેગ્યુલેશન પ્રક્રિયા વખતે શું થાય છે ?

- ઝેનર ડાયોડમાં વહેતો પ્રવાહ તથા તેને સમાંતર વોલ્ટેજ અચળ રહે છે.
- શ્રેણી-અવરોધ ( $R_s$ )માંથી વહેતો પ્રવાહ બદલાય છે.
- ઝેનર અવરોધ અચળ રહે છે.
- ઝેનર દ્વારા અપાતો અવરોધ બદલાય છે.

- 14.15 રેક્ટિફાયર પરિપથમાં કેપેસિટર ફિલ્ટર દ્વારા રીપલ ઘટાડવા માટે...
- (a)  $R_L$  ને વધારવો જોઈએ.
  - (b) ઈનપુટ આવૃત્તિને ઘટાડવી જોઈએ.
  - (c) ઈનપુટ આવૃત્તિને વધારવી જોઈએ.
  - (d) વધારે કેપેસિટન્સ ધરાવતાં કેપેસિટરનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- 14.16  $p-n$  જંક્શન ડાયોડના રીવર્સ બાયસમાં બ્રેકડાઉન થવાની વધુ શક્યતા .....ને કારણે છે.
- (a) ડોપિંગનું પ્રમાણ ઓછું હોય ત્યારે માર્શનોરિટી ચાર્જ કેરિયરના વધારે વેગ
  - (b) ડોપિંગનું પ્રમાણ વધુ હોય ત્યારે માર્શનોરિટી ચાર્જ કેરિયરના વધારે વેગ
  - (c) ડોપિંગનું પ્રમાણ ઓછું હોય ત્યારે ડેપ્લેશન સ્તરમાં પ્રબળ વિદ્યુતક્ષેત્ર
  - (d) ડોપિંગનું પ્રમાણ વધુ હોય ત્યારે ડેપ્લેશન સ્તરમાં પ્રબળ વિદ્યુતક્ષેત્ર

### ● અતિટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (VSA)

- 14.17 સિલિકોન કે જર્મેનિયમમાં ડોપિંગ તત્ત્વ સામાન્ય રીતે ગ્રૂપ XIII કે ગ્રૂપ XV માંથી કેમ પસંદ કરવામાં આવે છે ?
- 14.18 Sn, C તથા Si, Ge બધાં જ ગ્રૂપ XIV નાં તત્ત્વો છે છતાં, Sn સુવાહક છે. C અવાહક છે જ્યારે Si અને Ge અર્ધવાહક છે. કેમ ?
- 14.19 શું  $p-n$  જંક્શનના પોટેન્શિયલ બેરિયરને જંક્શનના બે છેડા વચ્ચે ફક્ત વોલ્ટમિટર જોડીને માપી શકાય ?
- 14.20 અવરોધના બે છેડા વચ્ચે મળતું તરંગ-સ્વરૂપ (waveform) દોરો (આકૃતિ 14.8).

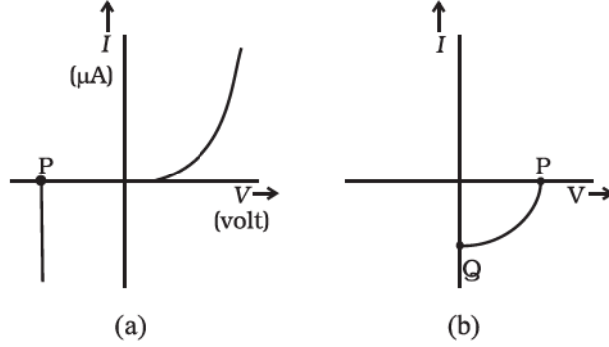


આકૃતિ 14.8

- 14.21 એમ્પ્લિફાયર X, Y અને Z ને શ્રેણીમાં જોડેલ છે. જો X, Y અને Z ના વોલ્ટેજ ગેઈન અનુક્રમે 10, 20 અને 30 હોય તથા ઈનપુટ સિગ્નલ વોલ્ટેજનું પિક મૂલ્ય 1 mV હોય, તો આઉટપુટ સિગ્નલ વોલ્ટેજ (પિક મૂલ્ય)
- (i) જો dc સપ્લાય વોલ્ટેજ 10V હોય, તો કેટલો હશે ?
  - (ii) જો dc સપ્લાય વોલ્ટેજ 5V હોય, તો કેટલો હશે ?
- 14.22 CE ટ્રાન્ઝિસ્ટર એમ્પ્લિફાયર સાથે પ્રવાહ અને વોલ્ટેજ ગેઈન સંલગ્ન હોય છે. બીજા શબ્દોમાં પાવર ગેઈન સંલગ્ન હોય છે. પાવર એ ઊર્જાનું માપ છે તેમ સ્વીકારતાં શું પરિપથ ઊર્જા-સંરક્ષણના નિયમનું ઉલ્લંઘન કરે છે ?

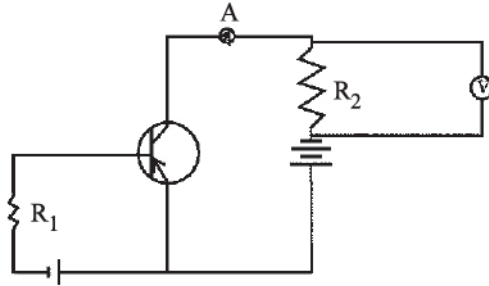
● ટૂંક જવાબી પ્રશ્નો (SA)

14.23



આકૃતિ 14.9

- (i) આકૃતિ 14.9(a) તથા 14.9(b)માં દર્શાવેલ લાક્ષણિકતા ધરાવતા ડાયોડનાં નામ લખો.
- (ii) આકૃતિ (a) માં બિંદુ P શું દર્શાવે છે ?
- (iii) આકૃતિ (b) માં બિંદુ P અને Q શું દર્શાવે છે ?
- 14.24 અર્ધવાહકના બનેલા ત્રણ ફોટો ડાયોડ  $D_1$ ,  $D_2$  અને  $D_3$  ની બેન્ડ ગેપ અનુક્રમે  $2.5\text{eV}$ ,  $2\text{eV}$  અને  $3\text{eV}$  છે.  $6000\text{Å}$  તરંગલંબાઈના પ્રકાશને પારખી શકવા કયો ડાયોડ સક્ષમ છે ?
- 14.25 જો અવરોધ  $R_1$  નું મૂલ્ય વધારવામાં આવે (આકૃતિ 14.10), તો એમિટર અને વોલ્ટમિટરનાં અવલોકનોમાં શું ફેરફાર થશે ?

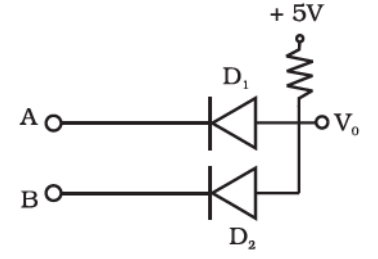


આકૃતિ 14.10

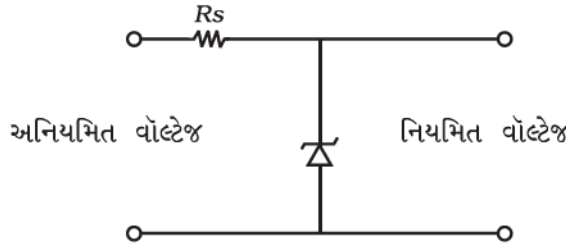
- 14.26 બે કાર ગેરેજના એક કોમન દરવાજા માટે એ જરૂરી છે કે, જો કોઈ એક ગેરેજમાં કાર પ્રવેશે ત્યારે અથવા બંને ગેરેજમાં કાર પ્રવેશે ત્યારે તે આપમેળે ખૂલી જાય. ડાયોડોનો ઉપયોગ કરી આ પ્રકારની સ્થિતિ માટેનો પરિપથ બનાવો.
- 14.27 ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરીને NOT gate બનાવવા માટે જરૂરી પરિપથ કેવી રીતે તૈયાર કરશો ?
- 14.28 તત્વ (elemental) અર્ધવાહકોનો ઉપયોગ દ્રશ્ય LED બનાવવા માટે કરી શકાતો નથી. સમજાવો શા માટે ?

14.29 આકૃતિ 14.11 માં દર્શાવેલ વિદ્યુત-પરિપથ માટે ટ્રુથ ટેબલ લખો. પરિપથમાં વપરાયેલ ગેટનું નામ આપો.

14.30 1 W પાવર રેટિંગ ધરાવતો ઝેનર ડાયોડ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે વાપરવામાં આવે છે. જો ઝેનરનો બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ 5V હોય અને તે 3V થી 7V ની વચ્ચે બદલાતા જતાં વોલ્ટેજને રેગ્યુલેટ કરતો હોય, તો તેના સલામત ઉપયોગ માટે  $R_s$  નું મૂલ્ય કેટલું હોવું જોઈએ ? (આકૃતિ 14.12)



આકૃતિ 14.11

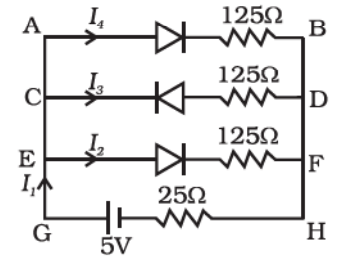


આકૃતિ 14.12

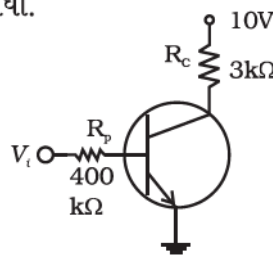
### ● દીર્ઘ જવાબી પ્રશ્નો (LA)

14.31 જો આકૃતિ 14.13 માં દર્શાવેલ દરેક ડાયોડનો ફોરવર્ડ બાયસ અવરોધ  $25 \Omega$  અને રીવર્સ બાયસ અવરોધ અનંત હોય, તો પ્રવાહ  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  અને  $I_4$  નાં મૂલ્યો કેટલાં હશે ?

14.32 આકૃતિ 14.14 માં દર્શાવેલ પરિપથમાં જ્યારે બેઝ અવરોધના ઈનપુટ વોલ્ટેજ 10V હોય, ત્યારે  $V_{be}$  શૂન્ય અને  $V_{ce}$  પણ શૂન્ય છે.  $I_b$ ,  $I_c$  અને  $\beta$  નાં મૂલ્યો શોધો.

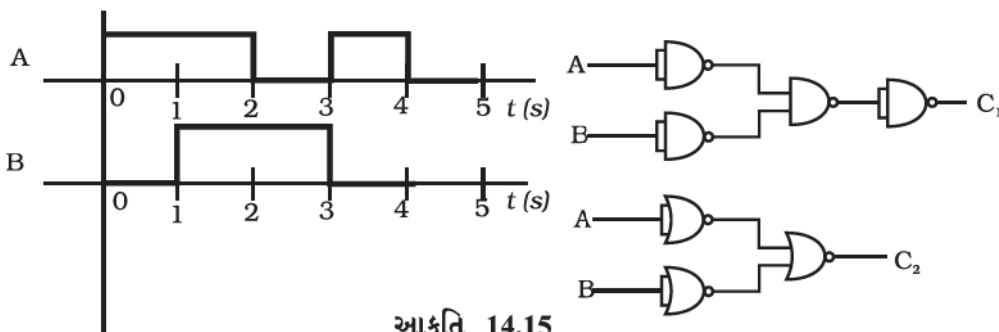


આકૃતિ 14.13



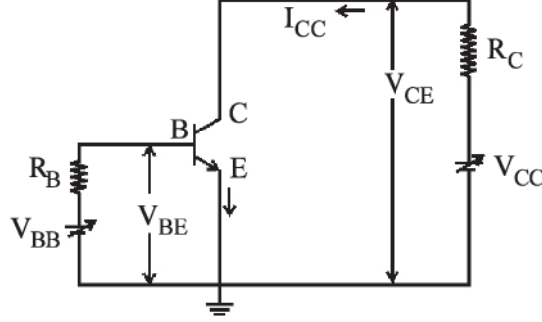
આકૃતિ 14.14

14.33 ગેટના આપેલ સંયોજન માટે આઉટપુટ સિગ્નલ  $C_1$  અને  $C_2$  દોરો. (આકૃતિ 14.15)

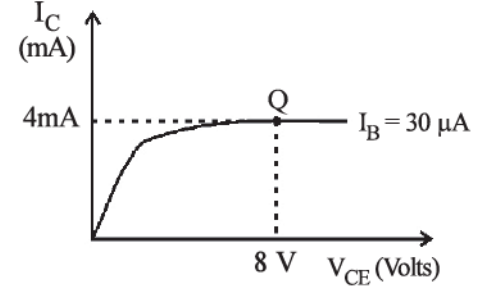


આકૃતિ 14.15

- 14.34 CE npn ટ્રાન્ઝિસ્ટરની ઈનપુટ અને આઉટપુટ લાક્ષણિકતાના અભ્યાસ માટે આકૃતિ 14.16 (a) માં દર્શાવેલ પરિપથ-ગોઠવણી ધ્યાનમાં લો.



આકૃતિ 14.16(a)

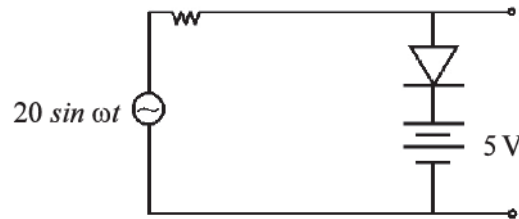


આકૃતિ 14.16(b)

જો કોઈ ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$  હોય, તો  $R_B$  અને  $R_C$  નાં એવાં મૂલ્યો પસંદ કરો કે જેથી ટ્રાન્ઝિસ્ટરને આકૃતિ 14.16 (b)માં દર્શાવેલ લાક્ષણિકતામાં લાક્ષણિક બિંદુ Q માટે વાપરી શકાય.

ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઈનપુટ ઈમ્પિડન્સ ખૂબ જ નાનો આપેલ છે તથા  $V_{CC} = V_{BB} = 16 \text{ V}$ . યોગ્ય ધારણાઓને આધારે પરિપથનો વોલ્ટેજ ગેઈન અને પાવર ગેઈન પણ શોધો.

- 14.35 ડાયોડને આદર્શ ધારીને આકૃતિ 14.17 માં દર્શાવેલ પરિપથ માટે આઉટપુટ તરંગ-સ્વરૂપ દોરો. તરંગ-સ્વરૂપની સમજૂતી આપો.



આકૃતિ 14.17

- 14.36 ધારો કે Si સ્ફટિક કે જેમાં  $5 \times 10^{28}$  પરમાણુ/મી<sup>3</sup> છે તેમાં As ની 1 ppm સાંદ્રતાના ડોપિંગ દ્વારા n પ્રકારની વેફર (પાતળું સ્તર) બનાવેલ છે. તેની સપાટી પર બોરોનની 200 ppm સાંદ્રતાના ડોપિંગ દ્વારા 'P' વિસ્તાર આ વેફર પર બનાવેલ છે.  $n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$  ધારીને (i) n અને p વિસ્તારમાં વિદ્યુતભાર વાહકોની સંખ્યા ઘનતા શોધો. (ii) દર્શાવો કે જ્યારે ડાયોડ રીવર્સ બાયસ સ્થિતિમાં હોય ત્યારે કયા વિદ્યુતભાર વાહકો રીવર્સ સેચ્યુરેશન પ્રવાહમાં સૌથી વધારે ફાળો આપે છે.



14.37 એક X-OR gate નું ટ્રુથ ટેબલ નીચે દર્શાવેલ છે :

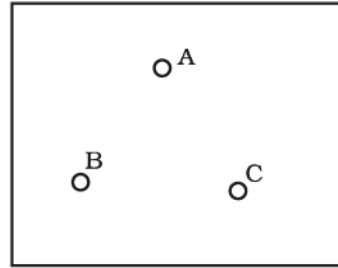
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

તેને નીચે દર્શાવેલ લોજિક સંબંધ દ્વારા દર્શાવેલ છે.

$$Y = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$$

AND, OR અને NOT ગેટનો ઉપયોગ કરી આ ગેટની રચના કરો.

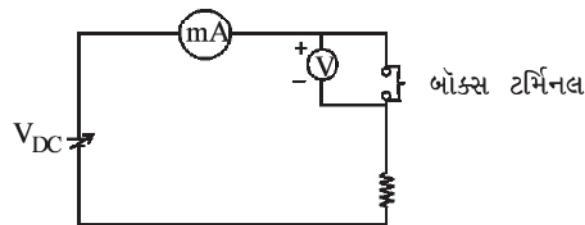
14.38 એક બોક્સ કે જેના ઉપરના ભાગ પર આકૃતિ 14.18 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ત્રણ ટર્મિનલ આવેલાં છે, તેનો વિચાર કરો.



આકૃતિ 14.18 (a)

કોઈ ગોઠવણ દ્વારા આ ત્રણ ટર્મિનલને બે જર્મેનિયમના ડાયોડ અને એક અવરોધ એમ ત્રણ ઘટકો વડે જોડેલા છે.

એક વિદ્યાર્થી પ્રયોગ કરતી વખતે આ ત્રણ ટર્મિનલોમાંથી કોઈ બેને આકૃતિ 14.18 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડીને પરિપથ બનાવે છે.

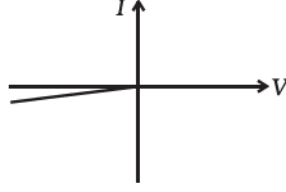


આકૃતિ 14.18 (b)

વિદ્યાર્થી પરિપથમાં આ બે ટર્મિનલોની વચ્ચે જોડેલ ઘટકોના અજ્ઞાત સંયોજન માટે પ્રવાહ-વોલ્ટેજના આલેખો પ્રાપ્ત કરે છે.

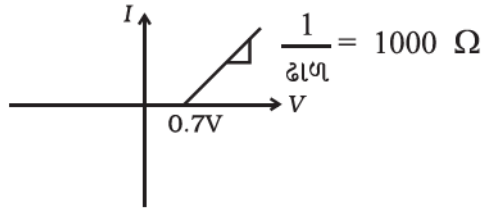
આ આલેખો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) જ્યારે A ધન અને B ઋણ હોય ત્યારે,



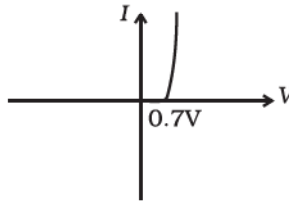
આકૃતિ 14.18 (c)

(ii) જ્યારે A ઋણ અને B ધન હોય ત્યારે,



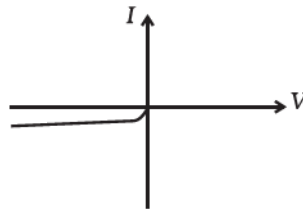
આકૃતિ 14.18 (d)

(iii) જ્યારે B ઋણ અને C ધન હોય ત્યારે,



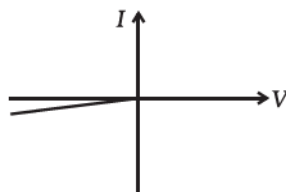
આકૃતિ 14.18 (e)

(iv) જ્યારે B ધન અને C ઋણ હોય ત્યારે,



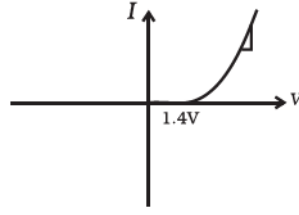
આકૃતિ 14.18 (f)

(v) જ્યારે A ધન અને C ઋણ હોય ત્યારે,



આકૃતિ 14.18 (g)

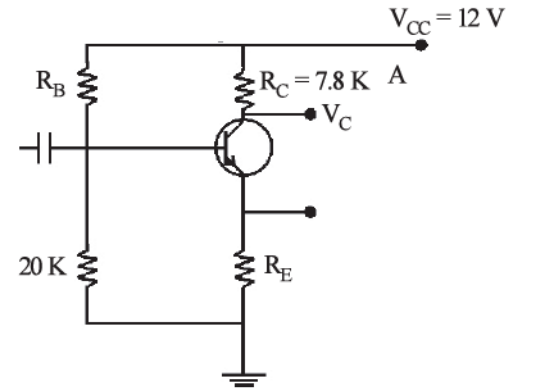
(vi) જ્યારે A ઋણ અને C ધન હોય ત્યારે,



આકૃતિ 14.18 (h)

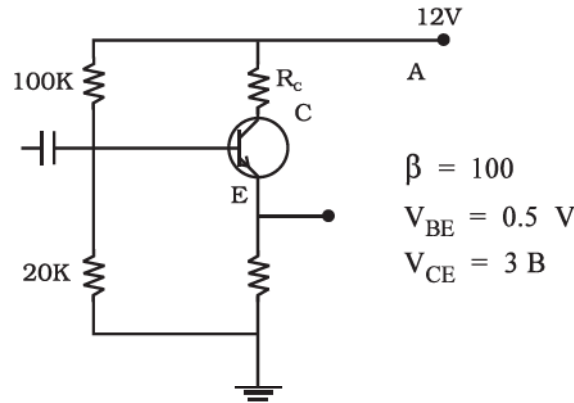
આકૃતિ 14.18(c) થી (h) સુધીમાં દર્શાવેલ પ્રવાહ-વોલ્ટેજ લાક્ષણિક આલેખોને આધારે A, B અને C સાથે જોડાયેલ ઘટકોની ગોઠવણ નક્કી કરો.

- 14.39** આકૃતિ 14.19 માં દર્શાવેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર પરિપથ માટે  $V_E$ ,  $R_B$  અને  $R_E$  ની ગણતરી કરો.  $I_C = 1 \text{ mA}$ ,  $V_{CE} = 3 \text{ V}$ ,  $V_{BE} = 0.5 \text{ V}$  અને  $V_{CC} = 12 \text{ V}$  આપેલ છે.  $\beta = 100$ .



આકૃતિ 14.19

- 14.40** આકૃતિ 14.20 માં દર્શાવેલ પરિપથ માટે  $R_C$  નું મૂલ્ય શોધો :



આકૃતિ 14.20

## જવાબો

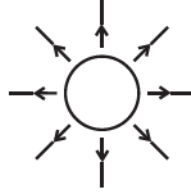
### પ્રકરણ 1

- 1.1 (a)  
1.2 (a)  
1.3 (d)  
1.4 (b)  
1.5 (c)  
1.6 (a)  
1.7 (a)  
1.8 (c), (d)  
1.9 (b), (d)  
1.10 (b), (d)  
1.11 (c), (d)  
1.12 (a), (c)  
1.13 (a), (b), (c) અને (d)  
1.14 શૂન્ય  
1.15 (i)  $\frac{-Q}{4\pi R_1^2}$  (ii)  $\frac{Q}{4\pi R_2^2}$

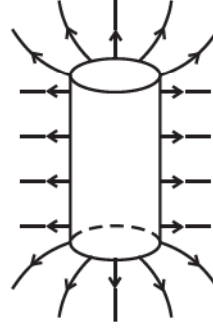
**1.16** વિદ્યુતક્ષેત્રો પરમાણુઓને તટસ્થ અસ્તિત્વમાં જોડે છે. વિદ્યુતક્ષેત્રો વધારાના વિદ્યુતભારોને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. અલગ કરેલા વાહકની અંદરની સપાટી પર કોઈ વધારાનો વિદ્યુતભાર હોઈ શકે નહિ.

**1.17** ના, વિદ્યુતક્ષેત્ર લંબ હોઈ શકે છે. જોકે તેનાથી વિપરીત સત્ય છે.

**1.18**



ઉપરનો દેખાવ



બાજુનો દેખાવ

**1.19** (i)  $\frac{q}{8\epsilon_0}$  (ii)  $\frac{q}{4\epsilon_0}$  (iii)  $\frac{q}{2\epsilon_0}$  (iv)  $\frac{q}{2\epsilon_0}$

**1.20** Al ના મોલર-દળ M માં પરમાણુઓની સંખ્યા  $N_A = 6.023 \times 10^{23}$

$\therefore m$  દળના Al ના પૈસાના સિક્કામાં પરમાણુઓની સંખ્યા  $N = N_A \frac{m}{M}$

હવે,  $Z_{Al} = 13$ ,  $M_{Al} = 26.9815g$

તેથી,  $N = 6.02 \times 10^{23}$  પરમાણુ/મોલ  $\times \frac{0.75}{26.9815 \text{ g/mol}}$

$= 1.6733 \times 10^{22}$  પરમાણુ

$\therefore q =$  પૈસામાં +ve વિદ્યુતભાર  $= NZe$

$= (1.67 \times 10^{22})(13) (1.60 \times 10^{-19}C)$

$= 3.48 \times 10^4 C$

$q = 34.8 \text{ kC}$  ધન વિદ્યુતભાર

આ વિદ્યુતભારનું એક મોટું મૂલ્ય છે. આમ, આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, સામાન્ય રીતે તટસ્થ પદાર્થ મોટા પ્રમાણમાં  $\pm$  વિદ્યુતભારો ધરાવે છે.

**1.21** (i)  $F_1 = \frac{|q|^2}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} = \left(8.99 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) \frac{(3.48 \times 10^4 C)^2}{10^{-4} m^2} = 1.1 \times 10^{23} N$

(ii)  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{(10^{-2} m)^2}{(10^2 m)^2} = 10^{-8} \Rightarrow F_2 = F_1 \times 10^{-8} = 1.1 \times 10^{15} N$

(iii)  $\frac{F_3}{F_2} = \frac{r_1^2}{r_3^2} = \frac{(10^{-2} m)^2}{(10^6 m)^2} = 10^{-16}$

$F_3 = 10^{-16} F_1 = 1.1 \times 10^7 N$

**નિષ્કર્ષ :** જ્યારે બિંદુ વિદ્યુતભારને અલગ કરવામાં આવે, તો આ વિદ્યુતભાર એક મોટું બળ ઉત્પન્ન કરે છે. વિદ્યુત તટસ્થતા વિશ્લેષિત કરવી સરળ નથી.

- 1.22 (i) શૂન્ય, સંમિતતા માટે,  
(ii) એક +ve Cs આયન હટાવવો એ એક -ve Cs આયનએ સ્થાન ઉમેરવા બરાબર છે.

ત્યારે પરિણામી બળ નીચે મુજબ છે :

$$F = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

જ્યાં,  $r =$  Cl આયન અને Cs આયનો વચ્ચેનું અંતર

$$= \sqrt{(0.20)^2 + (0.20)^2 + (0.20)^2} \times 10^{-9} = \sqrt{3(0.20)^2} \times 10^{-9}$$

$$= 0.346 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{તેથી, } F = \frac{(8.99 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.346 \times 10^{-9})^2} = 192 \times 10^{-11}$$

$$= 1.92 \times 10^{-9} \text{ N}$$

ઉત્તર :  $1.92 \times 10^{-9} \text{ N}$ , A થી  $\text{Cl}^-$  ની દિશામાં

- 1.23 P પાસે :  $2q$  ઉપર,  $q$  વડે લાગતું બળ ડાબી તરફ અને  $-3q$  વડે લાગતું બળ

$$\therefore \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{6q^2}{4\pi\epsilon_0 (d+x)^2}$$

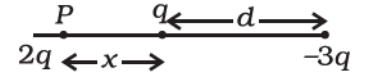
$$\therefore (d+x)^2 = 3x^2$$

$$\therefore 2x^2 - 2dx - d^2 = 0$$

$$x = \frac{d}{2} \pm \frac{\sqrt{3}d}{2}$$

(ઋણ ચિહ્ન લેવાથી  $x$  નું મૂલ્ય  $q$  અને  $-3q$  ની વચ્ચે હશે, તેથી તે માન્ય નથી.)

$$x = \frac{d}{2} + \frac{\sqrt{3}d}{2} = \frac{d}{2}(1 + \sqrt{3}) \text{ } q \text{ ની ડાબી બાજુ}$$



- 1.24 (a) વિદ્યુતભારો A અને C ધન છે કારણ કે ક્ષેત્ર (બળ) રેખાઓ તેમાંથી ઉદ્ભવે છે.  
(b) વિદ્યુતભાર C નું મૂલ્ય સૌથી વધુ હશે કારણ કે તેની સાથે મહત્તમ સંખ્યામાં ક્ષેત્ર-રેખાઓ સંકળાયેલી છે.  
(c) (i) A ની નજીક ધન અને ઋણ વિદ્યુતભારોની વચ્ચે કોઈ તટસ્થ બિંદુ નથી. બે સજાતીય વિદ્યુતભારો વચ્ચે તટસ્થ બિંદુનું અસ્તિત્વ હોઈ શકે. આકૃતિ પરથી આપણે એ જોઈ શકીએ છીએ કે, તટસ્થ બિંદુ વિદ્યુતભાર A અને Cની વચ્ચે અસ્તિત્વમાં છે. સાથે બે સજાતીય વિદ્યુતભારો વચ્ચે તટસ્થ બિંદુ નાના મૂલ્યના વિદ્યુતભારની નજીક હોય છે. આથી, વિદ્યુતભાર Aની નજીક વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે.

- 1.25 (a) (i) શૂન્ય (ii)  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{OA}$  ની દિશામાં (iii)  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{r^2} \vec{OA}$  ની દિશામાં

(b) (a) ની જેમ જ

- 1.26 (a) ધારો કે બ્રહ્માંડની ત્રિજ્યા  $R$  છે. એવું સ્વીકારી લઈએ કે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ એકસમાન રીતે વિતરીત થયેલા છે. દરેક હાઈડ્રોજન પરમાણુનો વિદ્યુતભાર  $e_H = -(1 + y) e + e = -ye = |ye|$   
 દરેક હાઈડ્રોજન પરમાણુનું દળ  $\sim m_p$  છે. (પ્રોટોનનું દળ)  
 જો  $R$  પાસે, હાઈડ્રોજન પરમાણુ ઉપર લાગતું કુલંબિય અપાકર્ષણ બળ એ ગુરુત્વીય આકર્ષણ કરતા વધારે હોય, તો વિસ્તરણ શરૂ થઈ જાય છે.  
 ધારો કે,  $R$  પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E$  છે.

$$\text{તેથી, } 4\pi R^2 E = \frac{4}{3\epsilon_0} \pi R^3 N |ye| \quad (\text{ગાઉસનો નિયમ})$$

$$\mathbf{E}(R) = \frac{1}{3} \frac{N |ye|}{\epsilon_0} R \hat{r}$$

ધારો કે  $R$  પાસે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ  $G_R$  છે. તેથી,

$$-4\pi R^2 G_R = 4\pi G m_p \frac{4}{3} \pi R^3 N$$

$$G_R = -\frac{4}{3} \pi G m_p N R$$

$$\mathbf{G}_R(\mathbf{R}) = -\frac{4}{3} \pi G m_p N R \hat{r}$$

આમ,  $R$  અંતરે હાઈડ્રોજન પરમાણુ ઉપર કુલંબબળ

$$ye\mathbf{E}(R) = \frac{1}{3} \frac{Ny^2 e^2}{\epsilon_0} R \hat{r}$$

આ પરમાણુ ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણ બળ

$$m_p \mathbf{G}_R(\mathbf{R}) = -\frac{4\pi}{3} G N m_p^2 R \hat{r}$$

પરમાણુ પર લાગતું પરિણામી બળ

$$\mathbf{F} = \left( \frac{1}{3} \frac{Ny^2 e^2}{\epsilon_0} R - \frac{4\pi}{3} G N m_p^2 R \right) \hat{r}$$

આ ક્રિતિક (critical) મૂલ્ય છે, જ્યારે

$$\frac{1}{3} \frac{Ny_c^2 e^2}{\epsilon_0} R = \frac{4\pi}{3} G N m_p^2 R$$

$$\Rightarrow y_c^2 = 4\pi \epsilon_0 G \frac{m_p^2}{e^2}$$

$$= \frac{7 \times 10^{-11} \times 1.8^2 \times 10^6 \times 81 \times 10^{-62}}{9 \times 10^9 \times 1.6^2 \times 10^{-38}}$$

$$\approx 63 \times 10^{-38}$$

$$\therefore y_c = 8 \times 10^{-19} = 10^{-18}$$

(b) પરિણામી બળને લીધે, હાઈડ્રોજન પરમાણુ પ્રવેગ અનુભવે છે. જેમકે,

$$m_p \frac{d^2 R}{dt^2} = \left( \frac{1}{3} \frac{N y^2 e^2}{e_0} R - \frac{4p}{3} G N m_p^2 R \right)$$

$$\text{અથવા } \frac{d^2 R}{dt^2} = \alpha^2 R \quad \text{જ્યાં, } \alpha^2 = \frac{1}{m_p} \left( \frac{1}{3} \frac{N y^2 e^2}{e_0} - \frac{4p}{3} G N m_p^2 \right)$$

આ સમીકરણનો એક ઉકેલ  $R = Ae^{\alpha t} + Be^{-\alpha t}$

કારણ કે આપણે વિસ્તાર શોધી રહ્યા છીએ,  $B = 0$ .

$$\therefore R = Ae^{\alpha t}$$

$$\Rightarrow \dot{R} = \alpha Ae^{\alpha t} = \alpha R$$

આથી, વેગ એ કેન્દ્રથી અંતરના સપ્રમાણમાં છે.

**1.27** (a) કોયડાની સંમિતતા એ સૂચવે છે કે, વિદ્યુતક્ષેત્ર ત્રિજ્યાવર્તી છે. બિંદુ  $r < R$  માટે, ગોળાકાર ગાઉસિયન પૃષ્ઠ વિચારો પછી સપાટી ઉપર પૃષ્ઠ સંકલન કરતાં,

$$\oint \mathbf{E}_r \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dv$$

$$\begin{aligned} 4\pi r^2 E_r &= \frac{1}{\epsilon_0} 4\pi k \int_0^r r'^3 dr' \\ &= \frac{1}{\epsilon_0} \frac{4\pi k}{4} r^4 \end{aligned}$$

$$\therefore E_r = \frac{1}{4\epsilon_0} k r^2$$

$$\mathbf{E}(r) = \frac{1}{4\epsilon_0} k r^2 \hat{r}$$

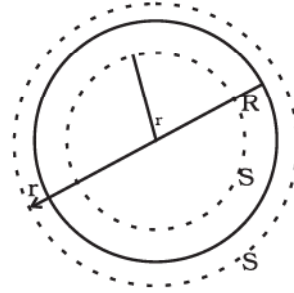
બિંદુ  $r > R$  માટે, ત્રિજ્યાની ગોળાકાર ગાઉસિયન સપાટી વિચારો.

$$\oint \mathbf{E}_r \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dv$$

$$\begin{aligned} 4\pi r^2 E_r &= \frac{4\pi k}{\epsilon_0} \int_0^R r^3 dr \\ &= \frac{4\pi k}{\epsilon_0} \frac{R^4}{4} \end{aligned}$$

$$\therefore E_r = \frac{k}{4\epsilon_0} \frac{R^4}{r^2}$$

$$\mathbf{E}(r) = (k/4\epsilon_0) (R^4/r^2) \hat{r}$$





- (b) બંને પ્રોટોન કોઈ વ્યાસ સાથે કેન્દ્રની વિરુદ્ધ બાજુઓ ઉપર હોવા જોઈએ. ધારો કે બંને પ્રોટોન કેન્દ્રથી  $r$  અંતરે છે.

$$\text{હવે, } 4\pi \int_0^R kr'^3 dr = 2e$$

$$\therefore \frac{4\pi k}{4} R^4 = 2e$$

$$\therefore k = \frac{2e}{\pi R^4}$$

પ્રોટોન 1 પર લાગતાં બળો વિચારો. વિદ્યુતભાર વિતરણને લીધે આકર્ષણ બળ

$$-e\mathbf{E}_r = -\frac{e}{4\epsilon_0} kr^2 \hat{\mathbf{r}} = -\frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{r^2}{R^4} \hat{\mathbf{r}} \text{ છે.}$$

$$\text{અપાકર્ષણ બળ } \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} \hat{\mathbf{r}} \text{ છે.}$$

$$\text{પરિણામી બળ } \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 4r^2} - \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{r^2}{R^4} \right) \hat{\mathbf{r}} \text{ છે.}$$

આ બળ શૂન્ય હોવાથી

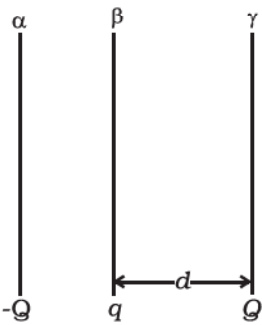
$$\frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{r^2}{R^4}$$

$$\text{અથવા } r^4 = \frac{4R^4}{32} = \frac{R^4}{8}$$

$$\Rightarrow r = \frac{R}{(8)^{1/4}}$$

આમ, પ્રોટોનસ કેન્દ્રથી  $r = \frac{R}{\sqrt[4]{8}}$  અંતરે જ હોવા જોઈએ.

- 1.28 (a) પ્લેટ  $\alpha$  ને લીધે  $\gamma$  પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર  $-\frac{Q}{S2\epsilon_0} \hat{\mathbf{x}}$  છે.



$$\text{પ્લેટ } \beta \text{ ને } \gamma \text{ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર } -\frac{q}{S2\epsilon_0} \hat{\mathbf{x}} \text{ છે.}$$

તેથી પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$\mathbf{E}_1 = \frac{(Q-q)}{2\epsilon_0 S} (-\hat{\mathbf{x}}) \text{ છે.}$$

- (b) અથડામણ સમયે પ્લેટો  $\beta$  અને  $\gamma$  બંને સાથે હશે અને તેથી બંનેનું સ્થિતિમાન એક જ (સમાન) હશે. ધારો કે,  $\beta$  ઉપર  $q_1$  અને  $\gamma$  ઉપર  $q_2$  વિદ્યુતભાર છે. કોઈ બિંદુ O વિચારો. અહીં વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય હોવું જોઈએ.

$$\alpha \text{ ને લીધે O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર } \alpha = -\frac{Q}{2\epsilon_0 S} \hat{\mathbf{x}}$$

$$\beta \text{ ને લીધે } O \text{ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર } \beta = -\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \hat{x}$$

$$\gamma \text{ ને લીધે } O \text{ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર } \gamma = -\frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \hat{x}$$

$$\therefore \frac{-(Q+q_2)}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} = 0$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 = Q$$

$$\text{વળી, } q_1 + q_2 = Q + q$$

$$\Rightarrow q_1 = Q + q/2$$

$$\text{અને } q_2 = q/2$$

આમ,  $\beta$  અને  $\gamma$  પર વિદ્યુતભાર અનુક્રમે  $Q + q/2$  અને  $q/2$  હશે.

- (c) ધારો કે સંઘાત પછી  $d$  અંતરે વેગ  $v$  છે. જો પ્લેટ  $\gamma$  નું દળ હોય, તો આ પૂર્ણમાર્ગી મુસાફરીમાં K.E. માં થતો વધારો વિદ્યુતક્ષેત્ર વડે થતા કાર્ય જેટલો જ હોવો જોઈએ.

$$\text{સંઘાત પછી, } \gamma \text{ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર } \mathbf{E}_2 = -\frac{Q}{2\epsilon_0 S} \hat{x} + \frac{(Q+q/2)}{2\epsilon_0 S} \hat{x} = \frac{q/2}{2\epsilon_0 S} \hat{x}$$

જ્યારે પ્લેટ  $\gamma$  ને મુક્ત કરીએ ત્યારે સંઘાત સુધીમાં થતું કાર્ય  $F_1 d$  છે. જ્યાં,  $F_1$  એ  $\gamma$  પ્લેટ ઉપર લાગતું બળ છે. સંઘાત પછી તે  $d$  અંતરે પહોંચે ત્યાં સુધીમાં થતું કાર્ય  $F_2 d$  છે. જ્યાં,  $F_2$  એ  $\gamma$  પ્લેટ ઉપર લાગતું બળ છે.

$$F_1 = E_1 Q = \frac{(Q-q)Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$\text{અને } F_2 = E_2 q/2 = \frac{(q/2)^2}{2\epsilon_0 S}$$

$\therefore$  થતું કુલ કાર્ય

$$\frac{1}{2\epsilon_0 S} [(Q-q)Q + (q/2)^2] d = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q - q/2)^2 d$$

$$\Rightarrow (1/2) mv^2 = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (Q - q/2)^2$$

$$\therefore v = (Q - q/2) \left( \frac{d}{m\epsilon_0 S} \right)^{1/2}$$

1.29 (i)  $F = \frac{Qq}{r^2} = 1 \text{ dyne} = \frac{[1 \text{ esu જેટલો વિદ્યુતભાર}]^2}{[1 \text{ cm}]^2}$

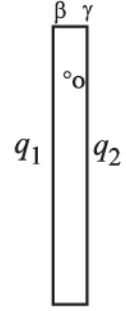
અથવા,

$$1 \text{ esu જેટલો વિદ્યુતભાર} = 1 \text{ (dyne)}^{1/2} \text{ (cm)}$$

$$\text{તેથી, } [1 \text{ esu જેટલો વિદ્યુતભાર}] = [F]^{1/2} L = [MLT^{-2}]^{1/2} L = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$$

$$[1 \text{ esu જેટલો વિદ્યુતભાર}] = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$$

આમ, cgs એકમમાં વિદ્યુતભારને  $M$  ની  $(1/2)$  અને  $L$  ની  $(3/2)$  એમ અપૂર્ણાંક ઘાતમાં દર્શાવવામાં આવે છે.



- (ii) બે વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતા કુલંબ બળનો વિચાર કરો કે, એકબીજાથી 1 cm જેટલા અંતરે છે અને દરેકના વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય 1 esu છે. તેથી બળ 1 dyne =  $10^{-5}$  N છે. આ પરિસ્થિતિ વિદ્યુતભારનું  $x$  C મૂલ્ય ધરાવતા એકબીજાથી  $10^{-2}$  m રાખેલા બે વિદ્યુતભારોને સમતુલ્ય છે.

$$\text{જેના પરથી, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x^2}{10^{-4}}$$

જે 1 dyne =  $10^{-5}$  N. હોવું જોઈએ. આમ,

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x^2}{10^{-4}} = 10^{-5} \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{10^{-9} \text{ Nm}^2}{x^2 \text{ C}^2}$$

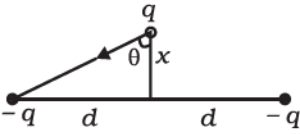
જેની સાથે  $x = \frac{1}{[3] \times 10^9}$  આ મળે છે.

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 10^{-9} \times [3]^2 \times 10^{18} = [3]^2 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

જેની સાથે  $[3] \rightarrow 2.99792458$ , આપણે ચોક્કસ મૂલ્ય

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.98755 \dots \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \text{ મેળવી શકીએ.}$$

### 1.30 કેન્દ્ર O ની દિશામાં $q$ ઉપર લાગતું કુલ બળ



$$F = 2 \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos\theta = -\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{x}{r}$$

$$F = \frac{-2q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{(d^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$\approx \frac{-2q^2}{4\pi\epsilon_0 d^3} x = -k. \quad x \ll d \text{ માટે.}$$

આમ, ત્રીજા વિદ્યુતભાર  $q$  ઉપર લાગતું બળ સ્થાનાંતરના સમપ્રમાણમાં છે અને તે બાકીના બે વિદ્યુતભારોના કેન્દ્ર તરફ છે. તેથી, ત્રીજા વિદ્યુતભારની ગતિ આવર્તગતિ છે જેની આવૃત્તિ

$$\omega = \sqrt{\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 d^3 m}} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{અને તેથી, } T = \frac{2\pi}{\omega} \left[ \frac{8\pi^3 \epsilon_0 m d^3}{q^2} \right]^{1/2}.$$

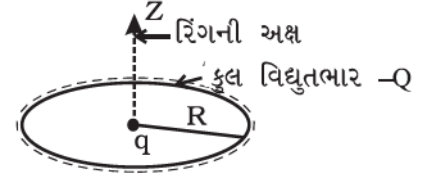
### 1.31 (a) વિદ્યુતભાર $q$ ને રિંગની અક્ષ ઉપર સહેજ ધક્કો મારતાં આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબની પરિસ્થિતિ આપે છે. બિંદુ A અને B એ રિંગનાં બે વ્યાસાંત બિંદુઓ છે.

A અને B પાસે રેખીય ઘટક  $\frac{-Q}{2\pi R}$  ના

લીધે  $q$  ઉપર લાગતું બળ

$$F_{A+B} = 2 \cdot \frac{-Q}{2\pi R} \cdot q \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \cos\theta$$

$$= \frac{-Qq}{\pi R \cdot 4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{(z^2 + R^2)} \cdot \frac{z}{(z^2 + R^2)^{1/2}}$$

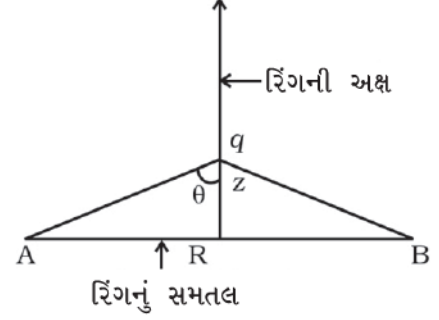


રિંગના લીધે  $q$  ઉપર લાગતું કુલ બળ

$$q = (F_{A+B}) (\pi R)$$

$$= \frac{-Qq}{4\pi\epsilon_0} \frac{z}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{-Qq}{4\pi\epsilon_0} \quad z \ll R \text{ માટે}$$



આમ, બળ એ ઋણ સ્થાનાંતરના સમપ્રમાણમાં છે. આવા બળની અસર હેઠળની ગતિ સરળ આવર્તગતિ છે.

(b) માંથી (a)

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = -\frac{Qqz}{4\pi\epsilon_0 R^3} \text{ અથવા } \frac{d^2 z}{dt^2} = -\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 m R^3} z$$

$$\text{આ રીતે, } \omega^2 = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 m R^3}. \text{ આથી, } T = 2\pi \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 m R^3}{Qq}}$$

## પ્રકરણ 2

- 2.1 (d)  
 2.2 (c)  
 2.3 (c)  
 2.4 (c)  
 2.5 (a)  
 2.6 (c)  
 2.7 (b), (c), (d)  
 2.8 (a), (b), (c)  
 2.9 (b), (c)  
 2.10 (b), (c)  
 2.11 (a), (d)  
 2.12 (a), (b)  
 2.13 (c) અને (d)

2.14 વધારે

2.15 ઉચ્ચ સ્થિતિમાન

2.16 હા, જો પરિમાણ જુદાં-જુદાં હોય, તો

2.17 ના

2.18 જો વિદ્યુતક્ષેત્ર સંરક્ષી હોય, તો બંને કિસ્સાઓમાં થતું કાર્ય શૂન્ય હશે.

2.19 ધારો કે આ સાચું નથી. સપાટીની અંદરની બાજુએ સપાટીની તદ્દન નજીક (just inside) વિદ્યુતસ્થિતિમાન એ સપાટી ઉપરના સ્થિતિમાન કરતા જુદું હશે. જે સ્થિતિમાન પ્રચલનમાં પરિણમશે. આનો અર્થ એ થયો કે, સપાટીની અંદર તરફ કે બહાર તરફ નિર્દેશ કરતી રેખાઓ દર્શાવી શકાય. સપાટી સમસ્થિતિમાન હોવાથી બીજા છેડે રેખાઓ ફરી સપાટી પર હોઈ શકે નહિ. આવું તો જ શક્ય છે કે જ્યારે ક્ષેત્રરેખાઓનો બીજો છેડો અંદરના વિદ્યુતભારો ઉપર હોય જે આપેલ હકીકત કરતાં વિરોધાભાસ છે. આથી અંદરનું સમગ્ર કદ સમાન સ્થિતિમાને હોવું જોઈએ.

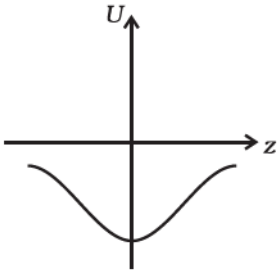
2.20 C માં ઘટાડો થશે.

સંગૃહીત ઊર્જા =  $\frac{1}{2} CV^2$  અને તેથી વધારો થશે.

વિદ્યુતક્ષેત્રમાં વધારો થશે.

સંગૃહીત વિદ્યુતભાર સમાન રહેશે.

V માં વધારો થશે.



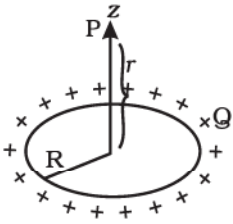
2.21 વિદ્યુતભારિત વાહકથી વિદ્યુતભારરહિત વાહક સુધી વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં કોઈ માર્ગ વિચારો. આ માર્ગની દિશામાં સ્થિતિમાન સતત ઘટશે. વિદ્યુતભારરહિત વાહકથી અનંત સુધીના બીજા માર્ગ પર સ્થિતિમાન ફરીથી સતત ઘટશે આથી આ પરિણામ છે.

2.22 
$$U = \frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0 R \sqrt{1+z^2/R^2}}$$

આકૃતિ z સાથે સ્થિતિઊર્જાનો ફેરફાર દર્શાવેલ છે.

સ્થાનાંતરિત કરેલ વિદ્યુતભાર  $-q$  દોલનો કરશે. માત્ર

આલેખ જોઈ આપણે કોઈ નિષ્કર્ષ કાઢી શકતા નથી.

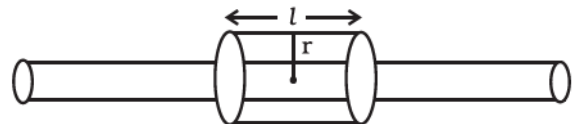


2.23 
$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$

2.24 આપેલ રેખાથી r અંતરે સ્થિતિમાન શોધવા માટે વિદ્યુતક્ષેત્રનો વિચાર કરો. સંમિતિ ઉપરથી આપણે એ નોંધી શકીએ કે, ક્ષેત્રરેખાઓ ત્રિજ્યાવર્તી બહારની તરફ હશે. r ત્રિજ્યા અને l લંબાઈની નળાકાર ગાઉસિયન પૃષ્ઠ દોરો. ત્યારે,

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \lambda l$$

અથવા  $E_r 2\pi r l = \frac{1}{\epsilon_0} \lambda l$



$$\Rightarrow E_r = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

તેથી, જો  $r_0$  ત્રિજ્યા છે, તો  $V(r) - V(r_0) = -\int_{r_0}^r \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_0}{r}$

આપેલ  $V$  માટે,  $\ln \frac{r}{r_0} = -\frac{2\pi\epsilon_0}{\lambda} [V(r) - V(r_0)]$

$$\Rightarrow r = r_0 e^{-2\pi\epsilon_0 V r_0 / \lambda} \cdot e^{+2\pi\epsilon_0 V(r) / \lambda}$$

સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ નળાકાર છે, જેની ત્રિજ્યા

$$r = r_0 e^{-2\pi\epsilon_0 [V(r) - V(r_0)] / \lambda}$$

**2.25** ધારો કે ઊગમબિંદુથી સમતલનું અંતર  $x$  છે. બિંદુ  $P$  પાસે સ્થિતિમાન

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{[(x+d/2)^2 + h^2]^{1/2}} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{[(x-d/2)^2 + h^2]^{1/2}}$$

જો આ શૂન્ય છે તો

$$\frac{1}{[(x+d/2)^2 + h^2]^{1/2}} = \frac{1}{[(x-d/2)^2 + h^2]^{1/2}}$$

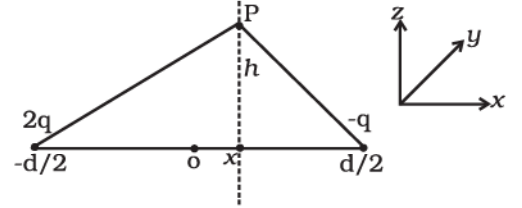
અથવા  $(x-d/2)^2 + h^2 = (x+d/2)^2 + h^2$

$$\Rightarrow x^2 - dx + d^2/4 = x^2 + dx + d^2/4$$

અથવા  $2dx = 0$

$$\Rightarrow x = 0$$

આ સમતલ  $x = 0$  નું સમીકરણ છે.



**2.26** ધારો કે અંતિમ વોલ્ટેજ  $U$  છે. જો ડાઇઇલેક્ટ્રિક વગર કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ  $C$  હોય, તો કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$$Q_1 = CU$$

ડાઇઇલેક્ટ્રિક સાથે કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ  $\epsilon C$  હશે. આથી કેપેસિટર પર વિદ્યુતભાર

$$Q_2 = \epsilon U = \alpha CU^2$$

જ્યારે કેપેસિટર ચાર્જ હતું ત્યારે તેનો પ્રારંભિક વિદ્યુતભાર

$$Q_0 = CU_0$$

વિદ્યુતભાર સંરક્ષણના નિયમ અનુસાર

$$Q_0 = Q_1 + Q_2$$

અથવા  $CU_0 = CU + \alpha CU^2$

$$\Rightarrow \alpha U^2 + U - U_0 = 0$$

$$\begin{aligned}\therefore U &= \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4\alpha U_0}}{2\alpha} \\ &= \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 624}}{4} \\ &= \frac{-1 \pm \sqrt{625}}{4} \text{ વોલ્ટ}\end{aligned}$$

જો  $U$  ધન હોય, તો

$$U = \frac{\sqrt{625} - 1}{4} = \frac{24}{4} = 6V$$

**2.27** જ્યારે તકતી નીચેની પ્લેટ સાથે સંપર્કમાં છે. સમગ્ર પ્લેટ સમસ્થિતિમાને છે. વિદ્યુતભાર  $q'$  તકતી તરફ સ્થાનાંતરિત થાય છે.

તકતી પર વિદ્યુતક્ષેત્ર  $= \frac{V}{d}$  છે.

$$\therefore q' = -\epsilon_0 \frac{V}{d} \pi r^2$$

તકતી પર લાગતું બળ

$$-\frac{V}{d} \times q' = \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2} \pi r^2 \text{ છે.}$$

જો તકતીને ઉપર ઉઠાવવી હોય, તો

$$\epsilon_0 \frac{V^2}{d^2} \pi r^2 = mg$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{mgd^2}{\pi\epsilon_0 r^2}}$$

**2.28** 
$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{q_d q_d}{r} - \frac{q_u q_d}{r} - \frac{q_u q_d}{r} \right\}$$

$$= \frac{9 \times 10^9}{10^{-15}} (1.6 \times 10^{-19})^2 \left\{ (1/3)^2 - (2/3)(1/3) - (2/3)(1/3) \right\}$$

$$= 2.304 \times 10^{-13} \left\{ \frac{1}{9} - \frac{4}{9} \right\} = -7.68 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$= 4.8 \times 10^5 \text{ eV} = 0.48 \text{ MeV} = 5.11 \times 10^{-4} (m_n c^2)$$

**2.29** સંપર્ક પહેલાં,

$$Q_1 = \sigma \cdot 4\pi R^2$$

$$Q_2 = \sigma \cdot 4\pi(R^2) = 4(\sigma \cdot 4\pi R^2)$$

સંપર્ક પછી,

$$\begin{aligned}Q_1' + Q_2' &= Q_1 + Q_2 = 5Q_1, \\ &= 5(\sigma \cdot 4\pi R^2)\end{aligned}$$

તેઓ સમાન સ્થિતિમાને હશે.

$$\frac{Q_1'}{R} = \frac{Q_2'}{2R}$$

$$\therefore Q_2' = 2Q_1'$$

$$\therefore 3Q_1' = 5(\sigma \cdot 4\pi R^2)$$

$$\therefore Q_1' = \frac{5}{3} (\sigma \cdot 4\pi R^2) \text{ અને } Q_2' = \frac{10}{3} (\sigma \cdot 4\pi R^2)$$

$$\therefore \sigma_1 = \frac{5}{3} \sigma \text{ અને } \therefore \sigma_2 = \frac{5}{6} \sigma$$

**2.30** પ્રારંભમાં :  $V \propto \frac{1}{C}$  અને  $V_1 + V_2 = E$

$$\Rightarrow V_1 = 3V \text{ અને } V_2 = 6V$$

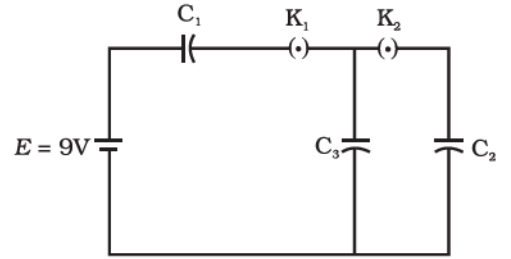
$$\therefore Q_1 = C_1 V_1 = 6C \times 3 = 18 \mu C$$

$$Q_2 = 9 \mu C \text{ અને } Q_3 = 0$$

$$\text{ત્યાર પછી : } Q_2 = Q_2' + Q_3$$

$$\text{સાથે જ : } C_2 V + C_3 v = Q_2 \Rightarrow V = \frac{Q_2}{C_2 + C_3} = (3/2) V$$

$$\therefore Q_2' = (9/2) \mu C \text{ અને } Q_3' = (9/2) \mu C$$



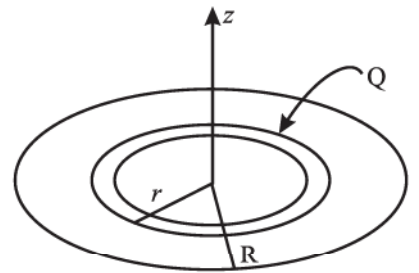
**2.31**  $\sigma = \frac{Q}{\pi R^2}$

$$dU = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + z^2}}$$

$$\therefore U = \frac{\pi\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_0^R \frac{2rdr}{\sqrt{r^2 + z^2}}$$

$$= \frac{2\pi\sigma}{4\pi\epsilon_0} \left[ \sqrt{r^2 + z^2} \right]_0^R = \frac{2\pi\sigma}{4\pi\epsilon_0} \left[ \sqrt{R^2 + z^2} - z \right]$$

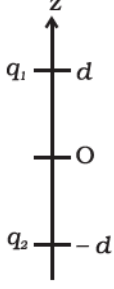
$$= \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \left[ \sqrt{R^2 + z^2} - z \right]$$





$$2.32 \quad \frac{q_1}{\sqrt{x^2+y^2+(z-d)^2}} + \frac{q_2}{\sqrt{x^2+y^2+(z+d)^2}} = 0$$

$$\therefore \frac{q_1}{\sqrt{x^2+y^2+(z-d)^2}} = \frac{-q_2}{\sqrt{x^2+y^2+(z+d)^2}}$$



આમ, કુલ સ્થિતિમાન શૂન્ય થવા \$q\_1\$ અને \$q\_2\$ નાં ચિહ્નો વિરુદ્ધ જ હોવાં જોઈએ. હવે વર્ગ કરી સાદું રૂપ આપતાં સમીકરણ નીચે મુજબ મળે છે :

$$x^2 + y^2 + z^2 + \left[ \frac{(q_1/q_2)^2 + 1}{(q_1/q_2)^2 - 1} \right] (2zd) + d^2 = 0$$

જો ગોળાનું કેન્દ્ર  $\left( 0, 0, -2d \left[ \frac{q_1^2 + q_2^2}{q_1^2 - q_2^2} \right] \right)$  પાસે છે. આ તેનું સમીકરણ છે.

નોંધ : જો \$q\_1 = -q\_2 \Rightarrow\$ પછી \$z = 0\$, જે મધ્યબિંદુમાંથી પસાર થતું સમતલ છે.

2.33

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{-q^2}{(d-x)} + \frac{-q^2}{(d-x)} \right\}$$

$$U = \frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{2d}{(d^2-x^2)}$$

$$\frac{dU}{dx} = \frac{-q^2 \cdot 2d}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2x}{(d^2-x^2)^2}$$

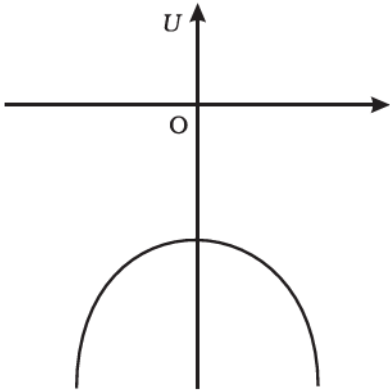
$$U_0 = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 d}$$

$$\frac{dU}{dx} = 0, \quad x = 0 \text{ પાસે}$$

\$x = 0\$ એક સંતુલન બિંદુ છે.

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \left( \frac{-2dq^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \left[ \frac{2}{(d^2-x^2)^2} - \frac{8x^2}{(d^2-x^2)^3} \right]$$

$$= \left( \frac{-2dq^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{1}{(d^2-x^2)^3} \left[ 2(d^2-x^2)^2 - 8x^2 \right]$$



$x = 0$  પર

$$= \left( \frac{-2dq^2}{4\pi \epsilon_0} \right) \left( \frac{1}{d^6} \right) (2d^2), \text{ જે } < 0 \text{ છે.}$$

તેથી, અસ્થાયી સંતુલન છે.

### પ્રકરણ 3

3.1 (b)

3.2 (a)

3.3 (c)

3.4 (b)

3.5 (a)

3.6 (a)

3.7 (b), (d)

3.8 (a), (d)

3.9 (a), (b)

3.10 (b), (c)

3.11 (a), (c)

3.12 જ્યારે કોઈ ઇલેક્ટ્રોન જંકશન તરફ આવે છે તો તે એકસમાન  $E$  સિવાય તે જંકશન પાસે તારની સપાટી ઉપર સંગ્રહ થયેલ વિદ્યુતભારો(જે ડ્રિફ્ટ વેગ  $v_d$  નિયત રાખે છે)નો પણ સામનો કરે છે. આ વિદ્યુતક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્ર વેગમાનની દિશા બદલે છે.

3.13 વિશ્રાંતિકાળ (relaxation time) ઇલેક્ટ્રોન અને આયનોના વેગો ઉપર આધાર રાખે છે. આપાત વિદ્યુતક્ષેત્ર ઇલેક્ટ્રોન્સના વેગોને 1 mm/s ના ક્રમની ઝડપ દ્વારા પ્રભાવિત (અસર) કરે છે, જે એક મહત્વની અસર છે. બીજી તરફ, T માં ફેરફાર, વેગને  $10^2$  m/s ક્રમની અસર પહોંચાડે છે. જે  $\tau$  માં નોંધપાત્ર ફેરફાર કરી શકે છે.

[ $\rho = \rho(E, T)$  જેમાં, E લાગુ પાડેલ સામાન્ય વોલ્ટેજ પરનો આધાર અવગણી શકાય તેવો હોય છે.]

3.14 વ્હીસ્ટનબ્રિજમાં તટસ્થ બિંદુ (null point) પદ્ધતિનો ફાયદો એ છે કે, ગેલ્વેનોમિટરનો અવરોધ સંતુલન બિંદુને અસર કરતો નથી અને અવરોધો તથા ગેલ્વેનોમિટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ કે ગેલ્વેનોમિટરના આંતરિક અવરોધ શોધવાની કોઈ જરૂર હોતી નથી. પરિપથમાં ક્રિઓર્ફના નિયમનો ઉપયોગ કરી અજ્ઞાત અવરોધ  $R_{અજ્ઞાત}$  શોધી શકાય છે. અન્ય પદ્ધતિઓમાં આપણને અવરોધો તથા ગેલ્વેનોમિટરમાંથી વહેતા બધા પ્રવાહો અને ગેલ્વેનોમિટરના આંતરિક અવરોધના ચોક્કસ માપનની જરૂર પડશે.

**3.15** ધાતુની પટ્ટીઓનો અવરોધ ઓછો હોય છે અને તેને તટસ્થબિંદુ માટે પોટેન્શિયોમિટરની લંબાઈ  $l_1$  માં ગણતરીમાં લેવાની જરૂર નથી. આપણે ફક્ત સુરેખ ખંડ (દરેકની લંબાઈ 1 મીટર) પર તારની લંબાઈ માપવાની હોય છે. જે સેમી માપપટ્ટી અથવા મીટરપટ્ટીની મદદથી સરળતાથી સચોટ રીતે માપી શકાય છે.

**3.16** બે બાબતો વિચારવી જરૂરી છે : (i) ધાતુનું મૂલ્ય અને (ii) ધાતુની સારી સુવાહકતા. મૂલ્યનું પરિબળ ચાંદીનો ઉપયોગ કરતા અટકાવે છે. ઉપરાંત Cu અને Al સારા સુવાહકો છે.

**3.17** મિશ્ર ધાતુઓ માટે અવરોધના તાપમાન ગુણાંકનું મૂલ્ય નાનું (તાપમાન સંવેદનશીલતા ઓછી) અને અવરોધકતા વધુ હોય છે.

**3.18** પાવરવ્યય  $P_c = I^2 R_c$

જ્યાં,  $R_c$  એ જોડાણ તારોનો અવરોધ છે.

$$P_c = \frac{P^2}{V^2} R_c$$

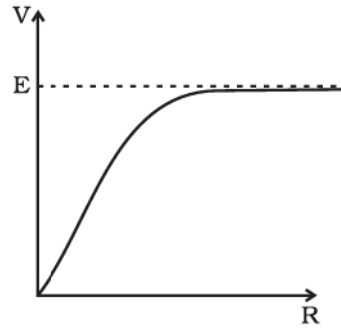
પાવરવ્યય  $P_c$  ઘટાડવા તેનું ટ્રાન્સમિશન ઊંચા વોલ્ટેજે કરવું જોઈએ.

**3.19** જો R વધારવામાં આવે તો, તારમાંથી પસાર થતા પ્રવાહમાં ઘટાડો થશે અને તેથી વીજસ્થિતિમાન પ્રચલન પણ ઘટશે. જેના લીધે સંતુલન લંબાઈ વધશે. આથી, J બિંદુ B તરફ સ્થાનાંતરિત થશે.

**3.20** (i)  $E_1$  નો ધન છેડો X સાથે જોડેલ છે અને  $E_1 > E$ .

(ii)  $E_1$  નો ઋણ છેડો X સાથે જોડેલ છે.

**3.21**



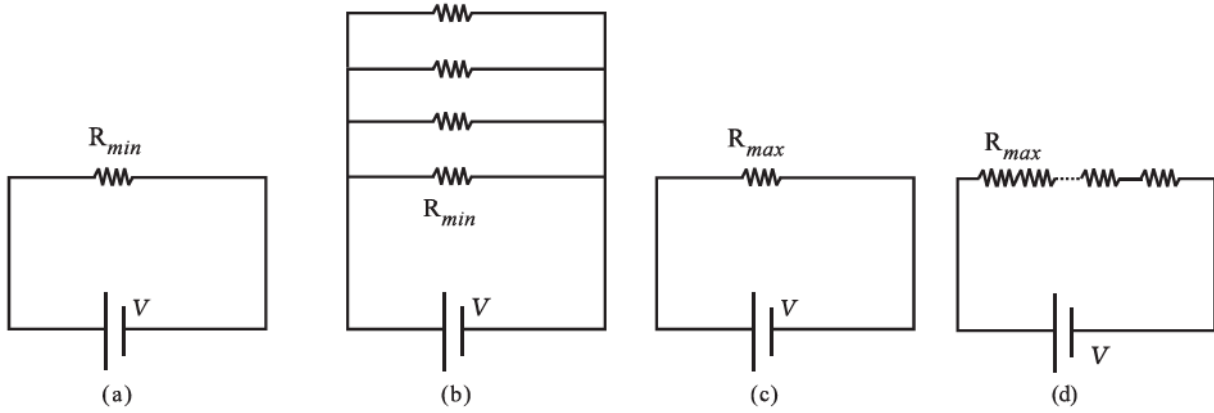
**3.22** 
$$I = \frac{E}{R+nR}; \frac{E}{R+\frac{R}{n}} = 10I$$

$$\frac{1+n}{1+\frac{1}{n}} = 10 = \frac{1+n}{n+1} n = n$$

$$\therefore n = 10$$

**3.23** 
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}, \quad \frac{R_{\min}}{R_p} = \frac{R_{\min}}{R_1} + \frac{R_{\min}}{R_2} + \dots + \frac{R_{\min}}{R_n} > 1$$

$$\text{અને } R_S = R_1 + \dots + R_n \geq R_{\max}$$



પ્રવાહ માટે આકૃતિ (b),  $R_{\min}$  આકૃતિ (a) નો સમતુલ્ય માર્ગ પ્રદાન કરે છે. પરંતુ તે ઉપરાંત બાકીના  $(n - 1)$  અવરોધો માટે  $(n - 1)$  માર્ગ છે. આકૃતિ (b) માં પ્રવાહ > આકૃતિ (a) માં પ્રવાહ આકૃતિ (b) માં પરિણામી અવરોધ <  $R_{\min}$ . બીજો પરિપથ સ્પષ્ટ રીતે મોટો અવરોધ આપે છે. તમે આકૃતિ (c) અને (d) નો ઉપયોગ કરી  $R_S > R_{\max}$  સાબિત કરી શકો છો.

$$3.24 \quad I = \frac{6 - 4}{2 + 8} = 0.2A$$

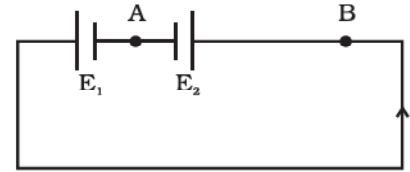
$E_1$  ના છેડાઓ વચ્ચે

$$\text{P.D.} = 6 - 0.2 \times 2 = 5.6 \text{ V}$$

$E_2$  ના છેડાઓ વચ્ચે

$$\text{P.D.} = V_{AB} = 4 + 0.2 \times 8 = 5.6 \text{ V}$$

બિંદુ B એ બિંદુ A કરતાં ઊંચા સ્થિતિમાને હશે.



$$3.25 \quad I = \frac{E + E}{R + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = E - Ir_1 = E - \frac{2E}{r_1 + r_2 + R} r_1 = 0$$

$$\text{અથવા } E = \frac{2Er_1}{r_1 + r_2 + R}$$

$$1 = \frac{2r_1}{r_1 + r_2 + R}$$

$$r_1 + r_2 + R = 2r_1$$

$$R = r_1 - r_2$$

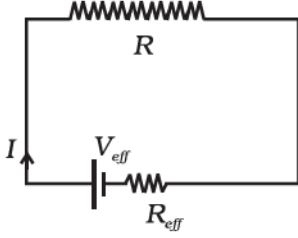
$$3.26 \quad R_A = \frac{\rho l}{\pi(10^{-3} \times 0.5)^2}$$

$$R_B = \frac{\rho l}{\pi[(10^{-3})^2 - (0.5 \times 10^{-3})^2]}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{(10^{-3})^2 - (0.5 \times 10^{-3})^2}{(.5 \times 10^{-3})^2} = 3:1$$

**3.27** આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર કોઈ પણ શાખા (Branch)ના સમગ્ર નેટવર્કને ઘટાડીને આપણે સરળ સ્વરૂપે રજૂ કરવાનું વિચારી શકીએ છીએ, ત્યારે R માંથી પસાર થતો

$$\text{પ્રવાહ } I = \frac{V_{eff}}{R_{eff} + R} \text{ છે.}$$



પારિમાણિક રીતે  $V_{eff} = V_{eff} (V_1, V_2, \dots, V_n)$  એ વોલ્ટેજના પરિમાણ છે અને  $R_{eff} = R_{eff}(R_1, R_2, \dots, R_m)$  એ અવરોધના પરિમાણ છે.

તેથી જો દરેકમાં  $n$ -ગણો વધારો થાય તો,

$$V_{eff}^{new} = nV_{eff}, R_{eff}^{new} = nR_{eff} \text{ અને } R^{new} = nR.$$

આમ, પ્રવાહ સમાન જ રહે છે.

**3.28** કિરોઈના જંકશનના નિયમ અનુસાર

$$I_1 = I + I_2$$

કિરોઈના બંધગાળા (loop)ના નિયમ અનુસાર

$$10 = IR + 10I_1 \dots (i)$$

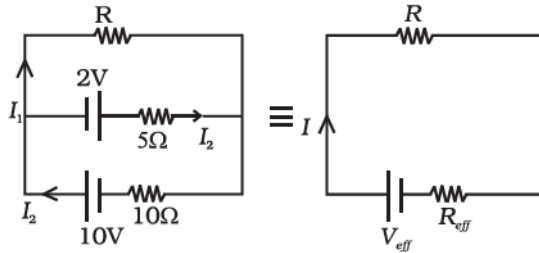
$$2 = 5I_2 - RI = 5(I_1 - I) - RI$$

$$4 = 10I_1 - 10I - 2RI \dots (ii)$$

$$(i) - (ii) \Rightarrow 6 = 3RI + 10I \text{ અથવા } 2 = I\left(R + \frac{10}{3}\right)$$

$$2 = (R + R_{eff})I \text{ ને } V_{eff} = (R + R_{eff})I \text{ સાથે સરખાવતાં અને } V_{eff} = 2V$$

$$R_{eff} = \frac{10}{3} \Omega$$



**3.29** પાવર વપરાશ = 2 units/hour = 2KW = 2000J/s

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2000}{220} \approx 9A$$

તારમાં પાવરવ્યય =  $RI^2$  J/s

$$= \rho \frac{l}{A} I^2 = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{10}{\pi \times 10^{-6}} \times 81 \text{ J/s}$$

$$= 4 \text{ J/s}$$

$$= 0.2 \%$$

$$\text{Al તારમાં પાવરવ્યય} = 4 \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 1.6 \times 4 = 6.4 \text{ J/s} = 0.32\%$$

3.30 ધારો કે પોટેન્શિયોમિટરના તારનો અવરોધ  $R'$  છે.

$$\frac{10 \times R'}{50 + R'} < 8 \Rightarrow 10 R' < 400 + 8 R'$$

$$2R' < 400 \text{ અથવા } R' < 200\Omega.$$

$$\frac{10 \times R'}{10 + R'} > 8 \Rightarrow 2R' > 80 \Rightarrow R' > 40$$

$$\frac{10 \times \frac{3}{4}R'}{10 + R'} < 8 \Rightarrow 7.5R' < 80 + 8R'$$

$$R' > 160 \Rightarrow 160 < R' < 200.$$

160  $\Omega$  અને 200  $\Omega$  ની વચ્ચે  $R'$  કોઈ મૂલ્ય પ્રાપ્ત કરશે.

400 cm ના તારના બે છેડા વચ્ચે વોલ્ટેજ ડ્રોપ  $> 8V$ .

300 cm ના તારના છેડા વચ્ચે વોલ્ટેજ ડ્રોપ  $< 8V$ .

$$\phi \times 400 > 8V \quad (\phi \rightarrow \text{વીજસ્થિતિમાન પ્રચલન})$$

$$\phi \times 300 < 8V$$

$$\phi > 2V/m$$

$$< 2\frac{2}{3} V/m$$

3.31 (a)  $I = \frac{6}{6} = 1 A = nev_d A$

$$v_d = \frac{1}{10^{29} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-6}} = \frac{1}{1.6} \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2} m_e v_d^2 \times nAl$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times \frac{1}{2.56} \times 10^{-8} \times 10^{29} \times 10^{-6} \times 10^{-1} \approx 2 \times 10^{-17} \text{ J}$$

(b) ઓહમિક વ્યય =  $RI^2 = 6 \times 1^2 = 6 \text{ J/s}$

$$\frac{2 \times 10^{-17}}{6} \text{ s} \approx 10^{-17} \text{ s માં ઇલેક્ટ્રોન્સ બધી જ ગતિઊર્જા ગુમાવી દેશે.}$$

#### પ્રકરણ 4

4.1 (d)

4.2 (a)

4.3 (a)

4.4 (d)

4.5 (a)

4.6 (d)

4.7 (a), (b)

4.8 (b), (d)

4.9 (b), (c)

4.10 (b), (c), (d)

4.11 (a), (b), (d)

4.12 ચુંબકીયક્ષેત્રને લંબરૂપે ગતિ કરતા વિદ્યુતભારિત કણ માટે,  $\frac{mv^2}{R} = qvB$

$$\therefore \frac{qB}{m} = \frac{v}{R} = \omega$$

$$\therefore [\omega] = \left[ \frac{qB}{m} \right] = \left[ \frac{v}{R} \right] = [T]^{-1}.$$

4.13  $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = 0$

$$\Rightarrow \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} dt = 0$$

$$\Rightarrow \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = 0$$

$\mathbf{F}$  વેગ પર આધારિત છે જે દર્શાવે છે કે  $\mathbf{F}$  અને  $\mathbf{v}$  વચ્ચેનો કોણ  $90^\circ$  છે. જો  $\mathbf{v}$  (દિશા) બદલાય, તો  $\mathbf{F}$  (દિશા) પણ બદલાય તેથી ઉપરની શરત સંતોષાય છે.

4.14 ચુંબકીયબળ નિર્દેશ ફેમ પર આધારિત છે. આમાંથી ઉદ્ભવતો પરિણામી પ્રવેગ જડત્વીય નિર્દેશ ફેમો માટે નિર્દેશ ફેમ પર આધારિત નથી. (નિરપેક્ષ ભૌતિકવિજ્ઞાન – non-relativistic physics)

4.15 કણ વારાફરતી પ્રવેગિત અને પ્રતિ પ્રવેગિત થશે. આથી બંને Dee's માં ગતિમાર્ગની ત્રિજ્યા બદલાશે નહિ.

4.16  $O_2$  પાસે  $I_1$  ને લીધે ચુંબકીયક્ષેત્ર  $y$ -અક્ષની દિશામાં છે. બીજો તાર  $y$ -અક્ષની દિશામાં આથી બળ શૂન્ય છે.

$$4.17 \quad \mathbf{B} = \frac{1}{4}(\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}} + \hat{\mathbf{k}}) \frac{\mu_0 I}{2R}$$

4.18 પરિમાણરહિત રાશિ નથી  $[T]^{-1} = [\omega] = \left[ \frac{eB}{m} \right]$

$$4.19 \quad \mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{i}}, E_0 > 0, \mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{k}}$$

4.20  $d\mathbf{I}_1$  ઉપર  $d\mathbf{I}_2$  ને લીધે લાગતું બળ શૂન્ય છે.

$d\mathbf{I}_2$  ઉપર  $d\mathbf{I}_1$  ને લીધે લાગતું બળ અશૂન્ય છે.

4.21  $i_G (G + R_1) = 2, 2V$  અવધિ માટે

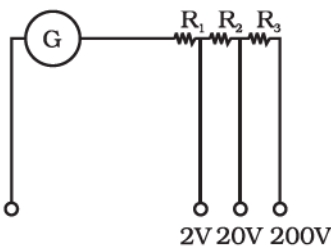
$$i_G (G + R_1 + R_2) = 20 \quad 20V \text{ અવધિ માટે}$$

$$\text{અને } i_G (G + R_1 + R_2 + R_3)$$

$$= 200, 200V \text{ અવધિ માટે}$$

$$\text{સાદું રૂપ આપતાં, } R_1 = 1990\Omega$$

$$R_2 = 18 \text{ k}\Omega \text{ અને } R_3 = 180 \text{ k}\Omega$$



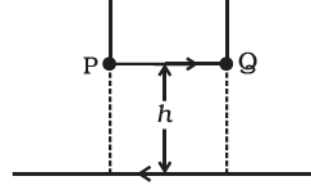
4.22  $F = BIl \sin \theta = BIl$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi h}$$

$$F = mg = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi h}$$

$$h = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi mg} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 250 \times 25 \times 1}{2\pi \times 2.5 \times 10^{-3} \times 9.8} = 51 \times 10^{-4}$$

$h = 0.51 \text{ cm}$



4.23 જ્યારે ચુંબકીયક્ષેત્ર લાગુ પાડેલ ન હોય, ત્યારે  $\Sigma \tau = 0$

$$Mgl = W_{\text{coil}} l$$

$$500 \text{ g } l = W_{\text{coil}} l$$

$$W_{\text{coil}} = 500 \times 9.8 \text{ N}$$

જ્યારે ચુંબકીયક્ષેત્ર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યારે,

$$Mgl + mgl = W_{\text{coil}} l + IBL \sin 90^\circ$$

$$mgl = BIL l$$

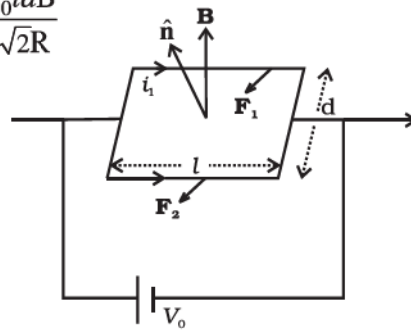
$$m = \frac{BIL}{g} = \frac{0.2 \times 4.9 \times 1 \times 10^{-2}}{9.8} = 10^{-3} \text{ kg} = 1 \text{ g}$$

4.24  $F_1 = i_1 l B = \frac{V_0}{R} l B$       $\tau_1 = \frac{d}{2\sqrt{2}} F_1 = \frac{V_0 l d B}{2\sqrt{2} R}$

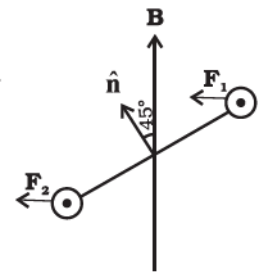
$$F_2 = i_2 l B = \frac{V_0}{2R} l B$$
      $\tau_2 = \frac{d}{2\sqrt{2}} F_2 = \frac{V_0 l d B}{4\sqrt{2} R}$

પરિણામી ટોર્ક  $\tau = \tau_1 - \tau_2$

$$\tau = \frac{1}{4\sqrt{2}} \frac{V_0 A B}{R}$$



ઉપરનો દેખાવ



બાજુથી (પાશ્વ) દેખાવ

4.25 કારણ કે  $\mathbf{B}$  એ  $x$ -અક્ષની દિશામાં છે. વર્તુળાકાર કક્ષા માટે બે કણોના વેગમાનો  $y$ - $z$  સમતલમાં છે. ધારો કે ઇલેક્ટ્રોન અને પોઝિટ્રોનના વેગમાનો અનુક્રમે  $\mathbf{p}_1$  અને  $\mathbf{p}_2$  છે. આ બંને  $R$  ત્રિજ્યાનાં વર્તુળોનું નિરૂપણ કરે છે. આ બંને વિરુદ્ધ દિશાનાં વર્તુળોનું નિરૂપણ કરે છે. જો  $\mathbf{p}_1$  એ  $y$ -અક્ષ સાથે  $\theta$  ખૂણો બનાવે, તો  $\mathbf{p}_2$  પણ તેટલો જ ખૂણો બનાવે. સંબંધિત વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વેગમાનોને લંબ જ અને  $R$  અંતરે હોવા જોઈએ. ઇલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર  $C_e$  અને પોઝિટ્રોનનું કેન્દ્ર  $C_p$  પાસે વિચારો



Ce ના યામ

$$Ce \equiv (0, -R \sin \theta, R \cos \theta) \text{ છે.}$$

Cp ના યામ

$$Cp \equiv (0, -R \sin \theta, \frac{3}{2} R - R \cos \theta) \text{ છે.}$$

જો બંને વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર  $2R$  કરતા વધુ હોય, તો બંને વર્તુળાકાર કક્ષાઓ સંપાત થશે નહિ.

ધારો કે Cp અને Ce વચ્ચેનું અંતર  $d$  છે.

$$\begin{aligned} \text{તેથી, } d^2 &= (2R \sin \theta)^2 + \left(\frac{3}{2} R - 2R \cos \theta\right)^2 \\ &= 4R^2 \sin^2 \theta + \frac{9}{4} R^2 - 6R^2 \cos \theta + 4R^2 \cos^2 \theta \\ &= 4R^2 + \frac{9}{4} R^2 - 6R^2 \cos \theta \end{aligned}$$

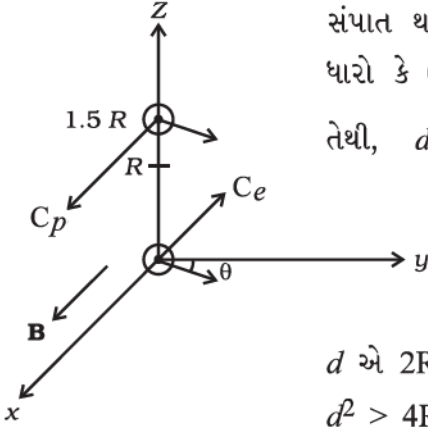
$d$  એ  $2R$  કરતાં વધુ હોવું જોઈએ.

$$d^2 > 4R^2$$

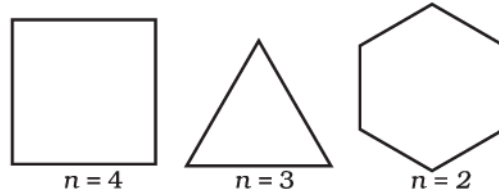
$$\Rightarrow 4R^2 + \frac{9}{4} R^2 - 6R^2 \cos \theta > 4R^2$$

$$\Rightarrow \frac{9}{4} > 6 \cos \theta$$

$$\text{અથવા } \cos \theta < \frac{3}{8}$$



#### 4.26



$$\text{ક્ષેત્રફળ : } A = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \quad A = a^2 \quad A = \frac{3\sqrt{3}}{4} a^2$$

બધા માટે વિદ્યુતપ્રવાહ  $I$  સમાન છે.

$$\text{ચુંબકીય ચાકમાત્રા } m = nIA$$

$$\therefore m = I a^2 \sqrt{3} \quad 3a^2 I \quad 3\sqrt{3} a^2 I$$

(નોંધ :  $m$  ગુણોત્તર શ્રેણીમાં છે.)

4.27 (a)  $B(z)$  એ  $z$ -અક્ષની જ દિશાનો નિર્દેશ કરે છે અને તેથી  $J(L)$  એ  $L$ નું એકંદરે વધતું વિધેય છે.

$$(b) J(L) + \text{મોટા અંતરેથી } C \text{ પર યોગદાન} = \mu_0 I$$

$$\therefore \text{જેમ } L \rightarrow \infty$$

$$\text{મોટા અંતરેથી યોગદાન} \rightarrow 0 \text{ (કારણ કે } B \propto 1/r^3)$$

$$J(\infty) = \mu_0 I$$

$$(c) B_z = \frac{\mu_0 IR^2}{2(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} B_z dz = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_0 IR^2}{2(z^2 + R^2)^{3/2}} dz$$

$$z = R \tan \theta \text{ લેતાં, } dz = R \sec^2 \theta d\theta$$

$$\therefore \int_{-\infty}^{\infty} B_z dz = \frac{\mu_0 I}{2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos \theta d\theta = \mu_0 I$$

$$(d) B(z)_{\text{ચોરસ}} < B(z)_{\text{વર્તુળ ગૂંચળું}}$$

$$\therefore \mathcal{J}(L)_{\text{ચોરસ}} < \mathcal{J}(L)_{\text{વર્તુળ ગૂંચળું}}$$

પરંતુ (b)માંની દલીલોનો ઉપયોગ કરતાં,

$$\mathcal{J}(\infty)_{\text{ચોરસ}} < \mathcal{J}(\infty)_{\text{વર્તુળ}}$$

- 4.28 જ્યારે,  $i_1 = 10\text{mA}$   $i_G \cdot G = (i_1 - i_G) (S_1 + S_2 + S_3)$   
 $i_2 = 100\text{mA}$   $i_G (G + S_1) = (i_2 - i_G) (S_2 + S_3)$   
 $i_3 = 1\text{A}$   $i_G (G + S_1 + S_2) = (i_3 - i_G) (S_3)$   
 સાદું રૂપ આપતાં,  $S_1 = 1\text{W}$ ,  $S_2 = 0.1\text{W}$  અને  $S_3 = 0.01\text{W}$

- 4.29 (a) શૂન્ય

(b)  $\frac{\mu_0 i}{2\pi R}$ , ડાબી બાજુ AO ને લંબ

(c)  $\frac{\mu_0 i}{\pi R}$ , ડાબી બાજુ AO ને લંબ

### પ્રકરણ 5

- 5.1 (c)

- 5.2 (a)

- 5.3 (c)

- 5.4 (b)

- 5.5 (b)

- 5.6 (a), (d)

- 5.7 (a), (d)

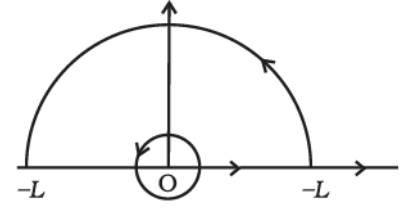
- 5.8 (a), (d)

- 5.9 (a), (c), (d)

- 5.10 (b), (c), (d)

5.11  $\mu_p \approx \frac{e\hbar}{2m_p}$  અને  $\mu_e \approx \frac{e\hbar}{2m_e}$ ,  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

$$\mu_p \gg \mu_e \text{ કારણ કે } m_p \gg m_e.$$



5.12  $B l = \mu_0 M l = \mu_0 (I + I_M)$  અને  $H = 0 = I$

$M l = I_M = 10^6 \times 0.1 = 10^5 \text{ A}$

5.13  $x \propto$  ઘનતા  $\rho$ . હવે  $\frac{\rho_N}{\rho_{Cu}} = \frac{28g/22.4Lt}{8g/cc} = \frac{3.5}{22.4} \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-4}$ .

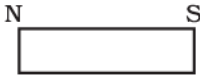
$\frac{x_N}{x_{Cu}} = 5 \times 10^{-4}$  (આપેલ માહિતીમાંથી).

તેથી મુખ્ય તફાવત ઘનતાના લીધે છે.

5.14 પ્રતિયુંબકત્વ (ડાયા મેગ્નેટિઝમ) ઇલેક્ટ્રોનોની કક્ષીય ગતિને લીધે હોય છે. જે લાગુ પાડેલ ક્ષેત્રની વિરુદ્ધ યુંબકીય ચાકમાત્રા ઉત્પન્ન કરે છે, આથી તે તાપમાનને કારણે વધુ અસર પામતું નથી.

પેરામેગ્નેશિયમ અને ફેરામેગ્નેશિયમ યુંબકીય ચાકમાત્રા લાગુ પાડેલ ક્ષેત્રની દિશામાં ગોઠવાય છે. જો તાપમાન વધે તો આ ગોઠવણીમાં વિક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી બંનેની સસેપ્ટિબિલિટી તાપમાન વધવાથી ઘટે છે.

5.15



(i) યુંબકથી દૂર

(ii) યુંબકીય ચાકમાત્રા ડાબીથી જમણી તરફ

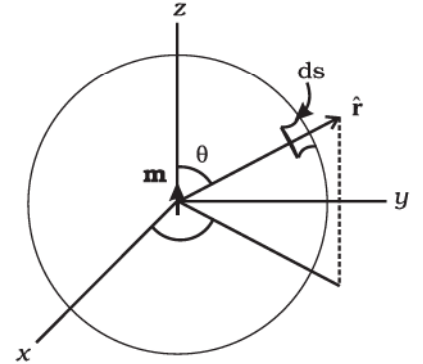
5.16

$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3\mathbf{m} \cdot \hat{\mathbf{r}}}{r^3}$ ,  $m = m\hat{\mathbf{k}}$

$d\mathbf{s} = \hat{\mathbf{r}} \cdot r^2 \sin\theta d\theta d\phi$

$0 \leq \theta \leq \pi, 0 \leq \phi \leq 2\pi$

$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \frac{\mu_0 m}{4\pi} \int \frac{3\cos\theta}{r^3} r^2 \sin\theta d\theta d\phi$   
 $= 0$  [ $\theta$  સંકલનને લીધે]



5.17

પરિણામી  $m = 0$ .

આકૃતિમાં માત્ર શક્યતા દર્શાવી છે.

5.18

$E(r) = c B(r)$ ,  $p = \frac{m}{c}$ . દ્વિ-ધ્રુવીનું દળ અને

જડત્વની ચાકમાત્રા સમાન છે.

5.19

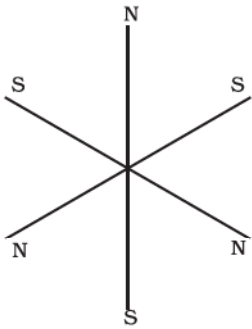
$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mB}}$   $I' = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} I$  અને  $m' = \frac{m}{2}$ .  $T' = \frac{1}{2} T$

5.20

ગજિયા યુંબકમાંથી પસાર થતી  $\mathbf{B}$  ની રેખા વિચારો. તે બંધ ગાળો રચતી હોવી જ જોઈએ. ધારો કે C એમ્પિરિયન લૂપ છે.

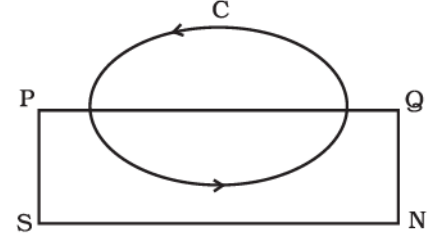
$\int_Q^P \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_Q^P \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} \cdot d\mathbf{l} > 0$

$\oint_{PQP} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = 0$



$$\int_P^Q \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} < 0$$

$P \rightarrow Q$  ગજિયા ચુંબકની અંદર છે.  
તેથી  $\mathbf{H}$  એ  $d\mathbf{l}$  સાથે ગુરુકોણ બનાવશે.



5.21 (i)  $z$ -અક્ષની દિશામાં

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{r^3}$$

$$\int_a^R \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{\mu_0}{4\pi} 2m \int_a^R \frac{dz}{z^3} = \frac{\mu_0 m}{2\pi} \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{a^2}\right)$$

(ii)  $R$  ત્રિજ્યાના વર્તુળના ચોથા ભાગની દિશામાં

$$B_\theta = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{-m \cdot \hat{\theta}}{R^3} = \frac{-\mu_0}{4\pi} \frac{m}{R^3} (-\sin\theta)$$

$$\mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{\mu_0 m}{4\pi R^2} \sin\theta d\theta$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{\mu_0 m}{4\pi R^2}$$

(iii)  $x$ -axis ની દિશામાં

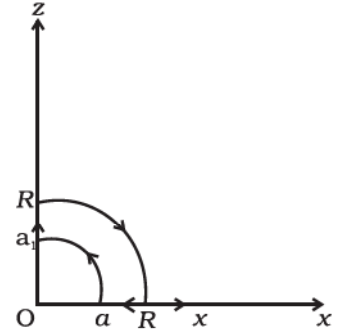
$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{-m}{x^3}\right)$$

$$\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

(iv)  $a$  ત્રિજ્યાના વર્તુળના ચોથા ભાગની દિશામાં

$$\mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{-\mu_0 m}{4\pi a^2} \sin\theta d\theta, \quad \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{-\mu_0 m}{4\pi a^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta d\theta = \frac{-\mu_0 m}{4\pi a^2}$$

$$\text{સરવાળો કરતાં } \oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = 0$$



5.22  $\chi$  પરિમાણરહિત છે.

$\chi$  એ  $H$  ની હાજરીમાં પ્રેરિત થતી ચુંબકીય ચાકમાત્રા ઉપર આધાર રાખે છે.  $H$  એ  $e$  વિદ્યુતભાર ધરાવતા પરમાણ્વીય ઈલેક્ટ્રોનોને સંયોજિત કરે છે.

$m$  ઉપર તેની અસર પ્રવાહ  $I$  દ્વારા થાય છે, જેમાં  $e$  નું બીજું પરિબળ સામેલ હોય છે. સંયોજન " $\mu_0 e^2$ " એ 'વિદ્યુતભાર'  $Q$  ના પરિમાણ પર આધારિત નથી.

$$\chi = \mu_0 e^2 m^\alpha \nu^\beta R^\gamma$$

$$\mu_0 c^2 = \frac{1}{c^2} \frac{e^2}{\epsilon_0} \sim \frac{1}{c^2} \frac{e^2}{\epsilon_0 R} \cdot R \sim \frac{\text{ઊર્જા-વિસ્તાર}}{c^2}$$

$$[\chi] = M^0 L^0 T^0 Q^0 = \frac{ML^3 T^{-2}}{L^2 T^{-2}} M^\alpha \left(\frac{L}{T}\right)^\beta L^\gamma Q^0$$

$$\alpha = -1, \beta = 0, \gamma = -1$$

$$\chi = \frac{\mu_0 e^2}{mR} \sim \frac{10^{-6} \times 10^{-38}}{10^{-30} \times 10^{-10}} \sim 10^{-4}$$

$$5.23 \quad (i) \quad |\mathbf{B}| = \frac{\mu_0 m}{4\pi R^3} (4\cos^2\theta + \sin^2\theta)^{1/2}$$

$$\frac{|\mathbf{B}|^2}{\left(\frac{\mu_0}{4\pi R^3}\right)^2 m^2} = 3\cos^2\theta + 1, \quad \theta = \frac{\pi}{2} \text{ પાસે ન્યૂનતમ.}$$

$|\mathbf{B}|$  ચુંબકીય વિષુવવૃત્ત પર ન્યૂનતમ છે.

$$(ii) \quad \text{નતીકોણ (dip angle) } \tan = \frac{B_V}{B_H} = 2\cot\theta$$

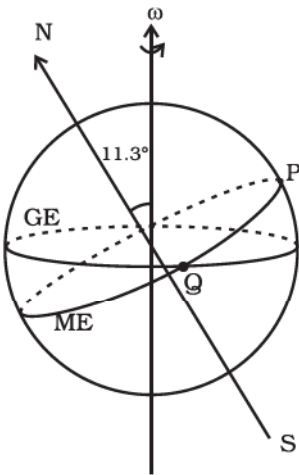
$\theta = \frac{\pi}{2}$  પાસે નતીકોણ શૂન્ય બને છે. ચુંબકીય વિષુવવૃત્ત ફરીથી ચોક્કસ સ્થાને છે.

$$(iii) \quad \text{જ્યારે } \left|\frac{B_V}{B_H}\right| = 1 \text{ ત્યારે નતીકોણ (dip angle) } \pm 45^\circ.$$

$$2\cot\theta = 1$$

$$\theta = \tan^{-1}2 \text{ ચોક્કસ સ્થાને છે.}$$

5.24 સંલગ્ન આકૃતિનો સંદર્ભ લો.



1. P બિંદુ S સમતલમાં છે.

(સોય ઉત્તર તરફ નિર્દેશ કરશે.)

દિક્પાતકોણ (declination) = 0

P એ ચુંબકીય વિષુવવૃત્ત પર પણ છે.

$\therefore$  નતીકોણ (dip angle) = 0

2. Q એ ચુંબકીય વિષુવવૃત્ત પર છે.

$\therefore$  નતીકોણ (dip angle) = 0

પરંતુ દિક્પાતકોણ =  $11.3^\circ$

$$5.25 \quad n_1 = \frac{L}{2\pi R} \quad n_2 = \frac{L}{4a}$$

$$m_1 = n_1 I A_1 \quad m_2 = n_2 I A_2$$

$$= \frac{L}{2\pi R} I \pi R^2 \quad = \frac{L}{4a} I a^2 = \frac{L}{4} I a$$

$$I_1 = \frac{MR^2}{2} \text{ (વ્યાસમાંથી પસાર થતી કોઈ અક્ષને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા)}$$

$$I_2 = \frac{Ma^2}{12}$$

$$\omega_1^2 = \frac{m_1 B}{I_1} \quad \omega_2^2 = \frac{m_2 B}{I_2}$$

$$\frac{m_1}{I_1} = \frac{m_2}{I_2}$$

$$\frac{LR}{2\pi} \times \frac{I}{\frac{MR^2}{2}} = \frac{\frac{L}{4} Ia}{\frac{Ma^2}{12}} \Rightarrow a = \frac{3\pi}{4} R$$

### પ્રકરણ 6

6.1 (c)

6.2 (b)

6.3 (a)

6.4 (d)

6.5 (a)

6.6 (b)

6.7 (a), (b), (d)

6.8 (a), (b), (c)

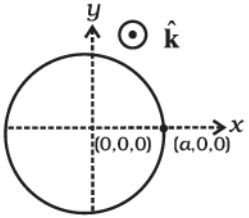
6.9 (a), (d)

6.10 (b), (c)

6.11 તારનો કોઈ પણ ભાગ ગતિમાં ન હોવાથી ગતિકીય emf શૂન્ય છે. ચુંબક સ્થિર હોવાથી ચુંબકીયક્ષેત્રમાં સમય સાથે ફેરફાર થતો નથી. એનો અર્થ એ થાય કે કોઈ જ વિદ્યુત ચુંબકીય બળ ઉદ્ભવતું નથી, તેથી પરિપથમાં પ્રવાહ પસાર થતો નથી.

6.12 પ્રવાહ વધશે. તારને એકબીજાથી દૂર ખેંચવામાં આવે છે ત્યારે તેમની વચ્ચે થતી જગ્યામાં ફ્લક્સ લીકેજ (ઘટાડો) થાય છે. લેન્ઝના નિયમ મુજબ પ્રેરિત વિદ્યુતચાલક બળ આ ઘટાડાનો વિરોધ કરે છે. જે પૂર્તતા વિદ્યુતપ્રવાહના વધારાથી થાય છે.

- 6.13** પ્રવાહ ઘટી જશે. જ્યારે સોલેનોઇડમાં લોખંડનો ગર્ભ (core) જેવો દાખલ કરવામાં આવે છે કે, ચુંબકીયક્ષેત્રમાં વધારો થાય છે અને ફ્લક્સમાં વધારો થાય છે. લેન્ઝના નિયમ મુજબ પ્રેરિત વિદ્યુતચાલક બળ આ વધારાનો વિરોધ કરે છે જેની પૂર્તતા વિદ્યુત-પ્રવાહ ઘટાડા દ્વારા થાય છે.
- 6.14** પ્રારંભમાં ધાતુની રિંગમાંથી કોઈ જ ફ્લક્સ પસાર થતું નથી. જ્યારે રિંગમાંથી પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી ફ્લક્સ પસાર થાય છે. લેન્ઝના નિયમ અનુસાર આ વધારાનો વિરોધ થાય છે જે ત્યારે જ શક્ય બને કે જ્યારે રિંગ સોલેનોઇડથી દૂર જાય. આકૃતિ 6.5માં દર્શાવેલ વિગતો પરથી આ ઘટનાનું વિશ્લેષણ કરી શકાય છે. જો સોલેનોઇડમાં પ્રવાહ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબનો હોય, તો ફ્લક્સ (નીચે તરફની દિશામાં)માં વધારો થાય છે અને તેને કારણે રિંગમાં વિષમ ઘડી દિશામાં (રિંગની ઉપરથી જોતાં) પ્રવાહ હોય છે જે સોલેનોઇડમાં વહેતા પ્રવાહની વિપરીત દિશામાં છે. આ પ્રવાહો એકબીજાને અપાકર્ષે છે, તેથી રિંગ ઉપર તરફ ઊંચકાય છે.
- 6.15** જ્યારે સોલેનોઇડમાંથી પસાર થતા પ્રવાહમાં ઘટાડો થાય છે ત્યારે રિંગમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા સોલેનોઇડના પ્રવાહની દિશામાં જ હોય છે. પરિણામે અહીં અધોદિશામાં બળ લાગતું હશે. આનો અર્થ રિંગ કાર્ડબોર્ડ ઉપર જ રહેશે. કાર્ડબોર્ડનું રિંગ પરની ઉપર તરફની પ્રક્રિયા વધી જશે.
- 6.16** ચુંબક માટે ધાતુની પાઈપમાં એડી પ્રવાહો ઉત્પન્ન થાય છે. આ પ્રવાહો ચુંબકની ગતિનો વિરોધ કરશે. તેથી ચુંબકનો અધોદિશાનો પ્રવેગ ગુરુત્વપ્રવેગ કરતાં ઓછો હોય છે. બીજી તરફ બિનચુંબકીય લોખંડનો સળિયો એડી પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરતો નથી. તેથી તે ગુરુત્વીય પ્રવેગની અસર હેઠળ પતન પામે છે. આમ, ચુંબક નીચે આવવા માટે વધુ સમય લેશે.
- 6.17** રિંગમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ



$$\phi = B_0(\pi a^2) \cos \omega t$$

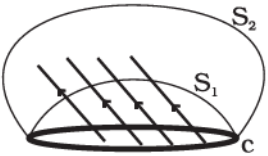
$$\varepsilon = B(\pi a^2) \omega \sin \omega t$$

$$I = B(\pi a^2) \omega \sin \omega t / R$$

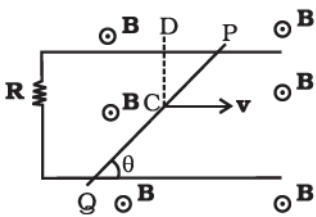
$$\text{પ્રવાહ } t = \frac{\pi}{2\omega}; I = \frac{B(\pi a^2)\omega}{R} \hat{j} \text{ દિશામાં}$$

$$t = \frac{\pi}{\omega}; I = 0$$

$$t = \frac{3\pi}{2\omega}; I = \frac{B(\pi a^2)\omega}{R}, -\hat{j} \text{ દિશામાં}$$



- 6.18** બંને પૃષ્ઠો માટે ફ્લક્સનો જવાબ સમાન મળશે. કોઈ પણ પૃષ્ઠમાંથી પસાર થતી ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓની સંખ્યા એટલે ફ્લક્સ. (ક્ષેત્રફળ  $\Delta A \perp \mathbf{B}$  માં  $dN = B\Delta A$  ક્ષેત્રરેખા દોરી શકાય છે.) ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B}$  ની ક્ષેત્રરેખાનો અંત અથવા અવકાશમાંથી તેની શરૂઆત થતી નથી (તેઓ બંધગાળા રચે છે). પૃષ્ઠ  $S_1$  માંથી પસાર થતી ક્ષેત્રરેખાની સંખ્યા જેટલી જ સંખ્યાની ક્ષેત્રરેખાઓ પૃષ્ઠ  $S_2$  માંથી પસાર થાય છે.



- 6.19** ગતિકીય વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાંકન કરેલ CD લાઈન પર ( $\mathbf{v}$  અને  $\mathbf{B}$  બંનેને લંબ અને  $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  ની દિશામાં) =  $\mathbf{vB}$

PQ પર લાગતું E.M.F.

$$= (\text{PQ ની લંબાઈ}) \times (\text{PQ પરનું વિદ્યુતક્ષેત્ર})$$

$$= \frac{d}{\cos\theta} \times vB \cos\theta = d v B$$

તેથી  $I = \frac{d v B}{R}$  જે વીજભાર  $q$  થી સ્વતંત્ર છે.

**6.20** AB માં પ્રવાહના ફેરફારનો દર મહત્તમ છે, તેથી  $5s < t < 10s$  વચ્ચે મહત્તમ back emf ઉદ્ભવશે.

જો  $\left(t = 3s, \frac{dI}{dt} = 1/5\right)$  માટે  $u = L \cdot 1/5$  (L અચળ છે.)

$$5s < t < 10s \text{ માટે, } u_1 = -L \frac{3}{5} = -\frac{3}{5}L = -3e$$

$$\text{આમ, } t = 7 \text{ s પાસે } u_1 = -3e$$

$10s < t < 30s$  માટે

$$u_2 = L \frac{2}{20} = \frac{L}{10} = \frac{1}{2}e$$

$t > 30s$  માટે,  $u_2 = 0$

**6.21** અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ  $= \frac{10^{-2}}{2} = 5\text{mH}$

$$\text{ફ્લક્સ} = 5 \times 10^{-3} \times 1 = 5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

**6.22** ધારો કે,  $t = 0$  સમયે સમાંતર તાર  $y = 0$  અને  $y = d$  પાસે છે અને AB  $x = 0$  પર છે. જે  $v\hat{i}$  વેગથી ગતિ કરે છે.

$t$  સમયે AB તાર  $x(t) = vt$  પર છે.

$$\text{ગતિકીય e.m.f.} = (B_0 \sin \omega t) v d (-\hat{j})$$

OBAC માં થતાં ક્ષેત્રના ફેરફારને કારણે,

$$\text{e.m.f.} = -B_0 \omega \cos \omega t x(t) d$$

$$\text{કુલ e.m.f.} = -B_0 d [\omega x \cos(\omega t) + v \sin(\omega t)]$$

$$\text{OBAC માં વીજપ્રવાહ (સમઘડી દિશામાં)} = \frac{B_0 d}{R} (\omega x \cos \omega t + v \sin \omega t)$$

$$\hat{i} \text{ દિશામાં જરૂરી બળ} = \frac{B_0 d}{R} (\omega x \cos \omega t + v \sin \omega t) \times d \times B_0 \sin \omega t$$

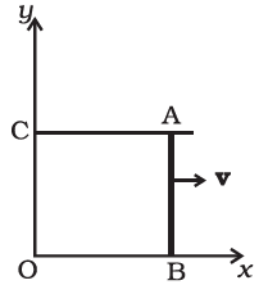
$$= \frac{B_0^2 d^2}{R} (\omega x \cos \omega t + v \sin \omega t) \sin \omega t.$$

**6.23** (i) ધારો કે  $t$  સમયે તારની સ્થિતિ  $x = x(t)$  છે.

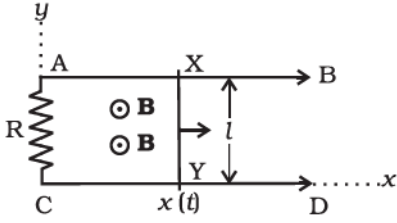
$$\therefore \text{ફ્લક્સ} = B(t) l x(t)$$

$$\therefore E = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{dB(t)}{dt} l x(t) - B(t) l \cdot v(t)$$

(બીજું પદ ગતિકીય વિદ્યુતચાલક બળને કારણે છે.)







$$I = \frac{1}{R} E$$

$$\text{બળ} = \frac{lB(t)}{R} \left[ -\frac{dB}{dt} l x(t) - B(t) l v(t) \right] \hat{i}$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{l^2 B}{R} \frac{dB}{dt} x(t) - \frac{l^2 B^2}{R} \frac{dx}{dt}$$

$$(ii) \frac{dB}{dt} = 0, \quad \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{l^2 B^2}{mR} \frac{dx}{dt} = 0$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{l^2 B^2}{mR} v = 0$$

$$v = A \exp\left(\frac{-l^2 B^2 t}{mR}\right)$$

$$t = 0 \text{ માટે } v = u$$

$$v(t) = u \exp(-l^2 B^2 t / mR)$$

$$(iii) I^2 R = \frac{B^2 l^2 v^2(t)}{R^2} \times R = \frac{B^2 l^2}{R} u^2 \exp(-2l^2 B^2 t / mR)$$

$$\text{પાવરવ્યય} = \int_0^t I^2 R dt = \frac{B^2 l^2}{R} u^2 \frac{mR}{2l^2 B^2} [1 - e^{-(l^2 B^2 t / mR)}]$$

$$= \frac{m}{2} u^2 - \frac{m}{2} v^2(t)$$

= ગતિઊર્જામાં થતો ઘટાડો

**6.24** સમય  $t = 0$  અને  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  ની વચ્ચે સળિયો OP, ભૂજા BD સાથે સંપર્કમાં

આવે છે, ત્યારે  $t$  સમયે  $0 < t < \frac{\pi}{4\omega}$ .

ધારો કે સંપર્ક લંબાઈ OQ  $x$  જેટલી છે.

ક્ષેત્રફળ ODQ માંથી પસાર થતું ફ્લક્સ

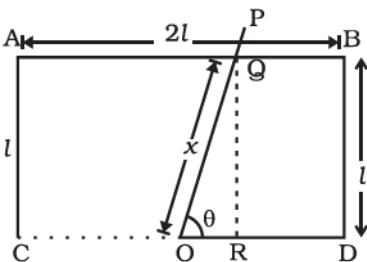
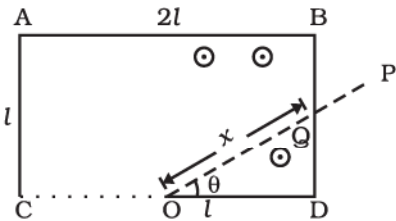
$$\phi = B \frac{1}{2} QD \times OD = B \frac{1}{2} l \tan \theta \times l$$

$$= \frac{1}{2} B l^2 \tan \theta \text{ જ્યાં, } \theta = \omega t$$

આ રીતે ઉદ્ભવતા emf નું મૂલ્ય

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{2} B l^2 \omega \sec^2 \omega t$$

રચાતો પ્રવાહ  $I = \frac{\varepsilon}{R}$  જ્યાં, R સંપર્કમાં રહેલા સળિયાનો અવરોધ છે.



$$R = \lambda x = \frac{\lambda l}{\cos \omega t}$$

$$\therefore I = \frac{1}{2} \frac{Bl^2 \omega}{\lambda l} \sec^2 \omega t \cos \omega t = \frac{Bl\omega}{2\lambda \cos \omega t}$$

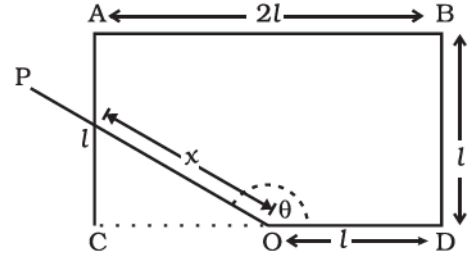
સમયગાળા  $\frac{\pi}{4\omega} < t < \frac{3\pi}{\omega}$  માં સળિયો, ભૂજા AB ના સંપર્કમાં છે. સંપર્ક સળિયા (OQ)ની

લંબાઈ  $x$  હોય, તો OQBD માંથી પસાર થતું ફ્લક્સ

$$\phi = \left( l^2 + \frac{1}{2} \frac{l^2}{\tan \theta} \right) B \quad \text{જ્યાં, } \theta = \omega t$$

આમ, emf નું મૂલ્ય  $\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{2} Bl^2 \omega \frac{\sec^2 \omega t}{\tan^2 \omega t}$

પસાર થતો પ્રવાહ  $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{\lambda x} = \frac{\varepsilon \sin \omega t}{\lambda l} = \frac{1}{2} \frac{Bl\omega}{\lambda \sin \omega t}$



સમયગાળો  $\frac{3\pi}{\omega} < t < \frac{\pi}{\omega}$  માં સળિયો OC ભૂજાને સ્પર્શે છે તથા OQABD માંથી

પસાર થતું ફ્લક્સ

$$\phi = \left( 2l^2 - \frac{l^2}{2 \tan \omega t} \right) B$$

માટે emf નું મૂલ્ય,

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{B\omega l^2 \sec^2 \omega t}{2 \tan^2 \omega t}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{\lambda x} = \frac{1}{2} \frac{Bl\omega}{\lambda \sin \omega t}$$

### 6.25 તારથી $r$ જેટલા અંતરે

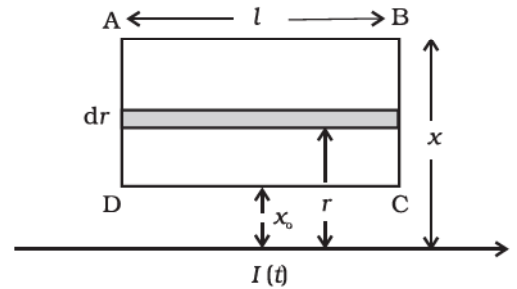
$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

(પેપરનાં પૃષ્ઠમાંથી બહાર તરફ)

લૂપ સાથે સંકળાયેલ કુલ ફ્લક્સ

$$\text{ફ્લક્સ} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} l \int_{x_0}^x \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{x}{x_0}$$

$$\frac{1}{R} \frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} = I = \frac{\mu_0 l}{2\pi R} \ln \frac{x}{x_0}$$



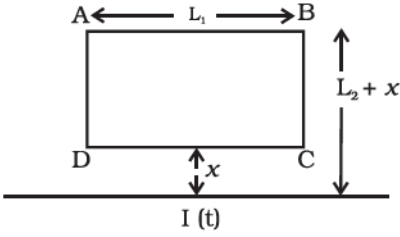
6.26 જો લૂપમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ  $I(t)$  હોય, તો

$$I(t) = \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

$t$  સમયમાં પસાર થતો વીજભાર  $Q$  હોય, તો

$$I(t) = \frac{dQ}{dt} \text{ અથવા } \frac{dQ}{dt} = \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

$$\text{સંકલન કરતાં, } Q(t_1) - Q(t_2) = \frac{1}{R} [\phi(t_1) - \phi(t_2)]$$



$$\begin{aligned} \phi(t_1) &= L_1 \frac{\mu_0}{2\pi} \int_x^{L_2+x} \frac{dx'}{x'} I(t_1) \\ &= \frac{\mu_0 L_1}{2\pi} I(t_1) \ln \frac{L_2+x}{x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{વીજભારનું મૂલ્ય, } Q &= \frac{\mu_0 L_1}{2\pi} \ln \frac{L_2+x}{x} [I_0 - 0] \\ &= \frac{\mu_0 L_1 I_1}{2\pi} \ln \left( \frac{L_2+x}{x} \right) \end{aligned}$$

6.27  $2\pi bE = \text{E.M.F.} = \frac{B \cdot \pi a^2}{\Delta t}$  જ્યાં,  $E$  રિંગની બધી જ તરફ ઉદ્ભવેલ વિદ્યુતક્ષેત્ર છે.

$$\begin{aligned} \text{ટોર્ક} &= b \times \text{બળ} = QEb = Q \left[ \frac{B\pi a^2}{2\pi b \Delta t} \right] b \\ &= Q \frac{Ba^2}{2\Delta t} \end{aligned}$$

કોણીય વેગમાનમાં થતો ફેરફાર  $\Delta L$  હોય, તો

$$\Delta L = \text{ટોર્ક} \times \Delta t = Q \frac{Ba^2}{2}$$

પ્રારંભિક કોણીય વેગમાન = 0

$$\text{અંતિમ કોણીય વેગમાન} = mb^2 \omega = \frac{QBa^2}{2}$$

$$\omega = \frac{QBa^2}{2mb^2}$$

$$6.28 \quad m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg \sin \theta - \frac{B \cos \theta d}{R} \left( \frac{dx}{dt} \right) \times (Bd) \cos \theta$$

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \theta - \frac{B^2 d^2}{mR} (\cos \theta)^2 v$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{B^2 d^2}{mR} (\cos \theta)^2 v = g \sin \theta$$

$$v = \frac{g \sin \theta}{\left( \frac{B^2 d^2 \cos^2 \theta}{mR} \right)} + A \exp \left( -\frac{B^2 d^2}{mR} (\cos^2 \theta) t \right)$$

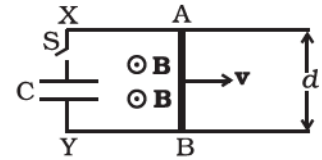
(જ્યાં, A પ્રારંભિક સ્થિતિઓ પરથી મેળવેલ અચળાંક છે.)

$$= \frac{mgR \sin \theta}{B^2 d^2 \cos^2 \theta} \left( 1 - \exp \left( -\frac{B^2 d^2}{mR} (\cos^2 \theta) t \right) \right)$$

6.29 જો કેપેસિટર પરનો વીજભાર  $Q(t)$  હોય, તો  
(નોંધો પ્રવાહ A થી B તરફ છે.)

$$I = \frac{vBd}{R} - \frac{Q}{RC}$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{RC} + \frac{dQ}{dt} = \frac{vBd}{R}$$



$$\therefore Q = vBdC + Ae^{-t/RC}$$

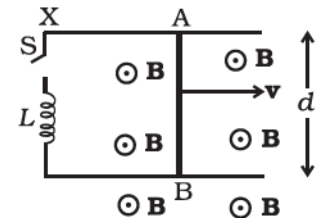
$$\Rightarrow Q = vBdC [1 - e^{-t/RC}]$$

(સમય  $t = 0$  માટે,  $Q = 0 = A = -vBdC$ )

વિકલન કરતાં,  $I = \frac{vBd}{R} e^{-t/RC}$  મળે.

$$6.30 \quad -L \frac{dI}{dt} + vBd = IR$$

$$L \frac{dI}{dt} + IR = vBd$$



$$I = \frac{vBd}{R} + Ae^{-Rt/L}$$

$$t = 0 \text{ પર } I = 0 \Rightarrow A = -\frac{vBd}{R}$$

$$I = \frac{vBd}{R}(1 - e^{-Rt/L})$$

**6.31** ફ્લક્સમાં ફેરફારનો દર  $\frac{d\phi}{dt} = (\pi l^2) B_0 l \frac{dz}{dt} = IR.$

$$I = \frac{\pi l^2 B_0 \lambda}{R} v$$

$$\text{ઊર્જાવ્યય પ્રતિસેકન્ડ} = I^2 R = \frac{(\pi l^2 \lambda)^2 B_0^2 v^2}{R}$$

આ ઊર્જાવ્યય, સ્થિતિઊર્જાના ફેરફાર  $PE = mg \frac{dz}{dt} = mgv$  ને લીધે થાય છે.

( $v$  અચળ હોવાને કારણે ગતિઊર્જા અચળ છે.)

$$\text{આમ, } mgv = \frac{(\pi l^2 \lambda B_0)^2 v^2}{R}$$

$$\text{અથવા } v = \frac{mgR}{(\pi l^2 \lambda B_0)^2}.$$

**6.32** સોલેનોઇડ  $S$  ને કારણે ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B = \mu_0 n I$

નાના ગૂંચળામાં ચુંબકીય ફ્લક્સ, અહીં,  $\phi = NBA$  જ્યાં  $A = \pi b^2$

$$\text{માટે } e = \frac{-d\phi}{dt} = \frac{-d}{dt}(NBA)$$

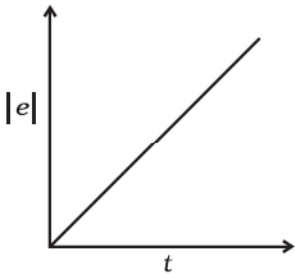
$$= -N\pi b^2 \frac{d(B)}{dt} = -N\pi b^2 \frac{d}{dt}(\mu_0 n I)$$

$$= -N\pi b^2 \mu_0 n \frac{dI}{dt}$$

$$= -Nn\pi\mu_0 b^2 \frac{d}{dt}(mt^2 + C) = -\mu_0 Nn\pi b^2 2mt$$

$$e = -\mu_0 Nn\pi b^2 2mt$$

પ્રેરિત emf નું મૂલ્ય, સમય સાથે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ બદલાય છે, જ્યારે ઋણ નિશાની પ્રેરિત emf ની વિરોધક પ્રકૃતિ સૂચવે છે.



## પ્રકરણ 7

7.1 (b)

7.2 (c)

7.3 (c)

7.4 (b)

7.5 (c)

7.6 (c)

7.7 (a)

7.8 (a), (d)

7.9 (c), (d)

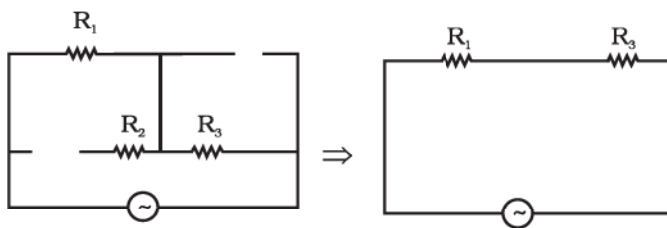
7.10 (a), (b), (d)

7.11 (a), (b), (c)

7.12 (c), (d)

7.13 (a), (d)

7.14 ચુંબકીય ઊર્જાએ ગતિઊર્જાને અનુરૂપ અને વિદ્યુતઊર્જાએ સ્થિતિઊર્જાને અનુરૂપ છે.

7.15 ઊંચી આવૃત્તિએ કેપેસિટર  $\approx$  શોર્ટ સર્કિટ (રીએક્ટન્સ ઓછો) અને ઇન્ડક્ટર  $\approx$  ઓપન સર્કિટ (રીએક્ટન્સ ઊંચો). સમતુલ્ય પરિપથ  $Z \approx R_1 + R_3$  આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ મળે.

7.16 (a) હા, જો બંને પરિપથમાં rms વોલ્ટેજ સમાન છે, તો અનુનાદની સ્થિતિમાં LCR માં rms પ્રવાહ એટલો જ હશે. જેટલો પરિપથ R માં હશે.

(d) ના, કારણ કે,  $R \leq Z$ , આથી,  $I_a \geq I_b$ .

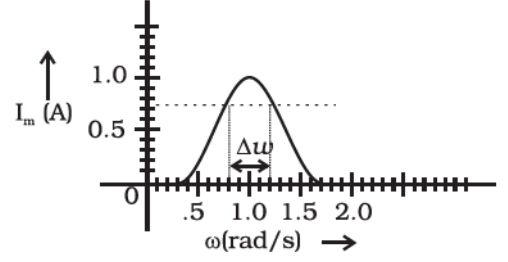
7.17 હા, ના.

7.18 આવૃત્તિઓને અનુરૂપ બેન્ડવિડ્થ

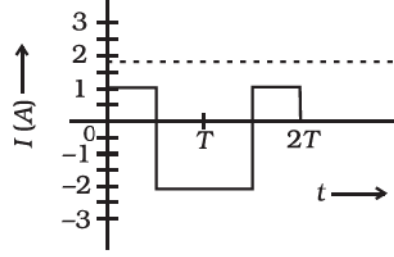
$$\text{જ્યાં, } I_m = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{\max} \approx 0.7 I_{\max}$$

જે આકૃતિમાં દર્શાવી છે.

$$\Delta\omega = 1.2 - 0.8 = 0.4 \text{ rad/s}$$



7.19  $I_{\text{rms}} = 1.6\text{A}$  આકૃતિમાં ટ્રૂટક રેખાથી દર્શાવેલ છે.



7.20 ઋણથી શૂન્ય અને શૂન્યથી ધન : અનુનાદ આવૃત્તિએ શૂન્ય

7.21 (a) A

(b) શૂન્ય

(c) L અથવા C અથવા LC

7.22 a.c. પ્રવાહની દિશા ઉદ્ગમની આવૃત્તિ સાથે બદલાય છે અને આકર્ષણ બળનું સરેરાશ શૂન્ય થશે. આથી, પ્રવાહની દિશાથી સ્વતંત્ર હોય તેવા ગુણધર્મોનાં પદોમાં a.c. એમ્પિયર વ્યાખ્યાયિત કરવો પડે. જૂલ ઉષ્મા આવો ગુણધર્મ ધરાવે છે અને તેથી એ.સી.નાં rms મૂલ્યો વ્યાખ્યાયિત કરવામાં તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

$$\begin{aligned} 7.23 \quad X_L &= \omega L = 2\pi\nu L \\ &= 3.14\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + L^2} \\ &= \sqrt{(3.14)^2 + (1)^2} = \sqrt{10.86} \\ &\simeq 3.3\Omega \end{aligned}$$

$$\tan\phi = \frac{\omega L}{R} = 3.14$$

$$\phi = \tan^{-1}(3.14)$$

$$\simeq 72^\circ$$

$$\simeq \frac{72 \times \pi}{180} \text{ rad}$$

$$\text{સમયગાળો } \Delta t = \frac{\phi}{\omega} = \frac{72 \times \pi}{180 \times 2\pi \times 50} = \frac{1}{250} \text{ s}$$

7.24  $P_L = 60W, I_L = 0.54A$

$$V_L = \frac{60}{0.54} = 110 V$$

ટ્રાન્સફોર્મર સ્ટેપ-ડાઉન છે અને આઉટપુટ વોલ્ટેજ ઈનપુટ વોલ્ટેજ કરતાં અડધો છે.

તેથી,  $i_p = \frac{1}{2} \times I_2 = 0.27 A$

7.25 કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચેના અંતરાલનો અવરોધ અનંત હોવાને લીધે તે પોતાનામાંથી ડી.સી. પ્રવાહનું વહન થવા દેતું નથી. જ્યારે કેપેસિટરની પ્લેટો વચ્ચે a.c. વોલ્ટેજ આપવામાં આવે ત્યારે પ્લેટો વારાફરતી વિદ્યુતભારિત અને વિદ્યુતવિભારિત થાય છે. કેપેસિટરમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ એ આ બદલાતા જતા વોલ્ટેજ (અથવા વિદ્યુતભાર)નું પરિણામ છે. આથી, જો વોલ્ટેજ વધુ દરથી બદલાશે તો કેપેસિટરમાંથી વધારે પ્રવાહ પસાર થશે. એટલે કે, જો સ્રોતની આવૃત્તિ વધુ હોય. આ સૂચવે છે કે આવૃત્તિ વધારતાં કેપેસિટરનો રીએક્ટન્સ ઘટે છે; તેનું મૂલ્ય  $\frac{1}{\omega C}$  વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

7.26 લેન્ડના નિયમ અનુસાર ઈન્ડક્ટર back emf ઉત્પન્ન કરી પોતાનામાં પસાર થતા પ્રવાહનો વિરોધ કરે છે. પ્રેરિત વોલ્ટેજની ધ્રુવીયતા (polarity) એવી રીતે હોય છે કે, પ્રવાહનું મૂળ મૂલ્ય જળવાઈ રહે. જો પ્રવાહમાં ઘટાડો થાય તો, પ્રેરિત emf ની ધ્રુવીયતા એવી રીતે હશે કે પ્રવાહમાં વધારો થાય અને આનાથી ઊલટું પણ શક્ય છે. પ્રેરિત emf એ પ્રવાહના ફેરફારમાં દરના સપ્રમાણમાં છે, આથી જો ફેરફારનો દર વધુ હશે તો તે પ્રવાહના વહન સામે મોટો રીએક્ટન્સ પૂરો પાડશે. જેમકે, જો સ્રોતની આવૃત્તિ વધુ હોય. ઈન્ડક્ટરનો રીએક્ટન્સ એ આવૃત્તિના સપ્રમાણમાં હોય છે, તેનું મૂલ્ય  $\omega L$  વડે આપવામાં આવે છે.

7.27 પાવર  $P = \frac{V^2}{Z} \Rightarrow \frac{50000}{2000} = 25 = Z$

$$Z^2 = R^2 + (X_C - X_L)^2 = 625$$

$$\tan \phi = \frac{X_C - X_L}{R} = -\frac{3}{4}$$

$$625 = R^2 + \left(-\frac{3}{4}R\right)^2 = \frac{25}{16}R^2$$

$$R^2 = 400 \Rightarrow R = 20\Omega$$

$$X_C - X_L = -15\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{223}{25} = 9A$$

$$I_M = \sqrt{2} \times 9 = 12.6A$$



જો  $R$ ,  $X_C$  અને  $X_L$  બમણા કરવામાં આવે, તો  $\tan \phi$  માં કોઈ પરિવર્તન થશે નહિ.

$Z$  બમણો થશે, પ્રવાહ અડધો થશે.

પાવર ઘટી અડધો થાય છે.

**7.28** (i) Cu ના તારનો અવરોધ

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 20000}{\pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 10^{-4}} = 4\Omega$$

$$220 \text{ V પર } I : VI = 10^6 \text{ W ; } I = \frac{10^6}{220} = 0.45 \times 10^4 \text{ A}$$

$RI^2 =$  પાવરવ્યય

$$= 4 \times (0.45)^2 \times 10^8 \text{ W}$$

$$> 10^6 \text{ W}$$

આ પદ્ધતિ પાવર ટ્રાન્સમિશન માટે ઉપયોગી નથી.

(ii)  $V'I' = 10^6 \text{ W} = 11,000 I'$

$$I' = \frac{1}{1.1} \times 10^2$$

$$RI'^2 = \frac{1}{1.21} \times 4 \times 10^4 = 3.3 \times 10^4 \text{ W}$$

$$\text{પાવરવ્યયમાં ઋતિ} = \frac{3.3 \times 10^4}{10^6} = 3.3 \%$$

**7.29**  $Ri_1 = v_m \sin \omega t$   $i_1 = \frac{v_m \sin \omega t}{R}$

$$\frac{q_2}{C} + L \frac{dq_2^2}{dt^2} = v_m \sin \omega t$$

ધારો કે  $q_2 = q_m \sin (\omega t + \phi)$

$$q_m \left( \frac{q_m}{C} - L\omega^2 \right) \sin (\omega t + \phi) = v_m \sin \omega t$$

$$q_m = \frac{v_m}{\frac{1}{C} - L\omega^2}, \phi = 0; \frac{1}{C} - \omega^2 L > 0$$

$$v_R = \frac{v_m}{L\omega^2 - \frac{1}{C}}, \phi = \pi L\omega^2 - \frac{1}{C} > 0$$

$$i_2 = \frac{dq_2}{dt} = \omega q_m \cos(\omega t + \phi)$$

$i_1$  અને  $i_2$  સમાન કળામાં નથી. આપણે ધારી લઈએ કે  $\frac{1}{C} - \omega^2 L > 0$

$$i_1 + i_2 = \frac{v_m \sin \omega t}{R} + \frac{v_m}{L\omega - \frac{1}{\omega C}} \cos \omega t$$

હવે,  $A \sin \omega t + B \cos \omega t = C \sin(\omega t + \phi)$

$$C \cos \phi = A, C \sin \phi = B; C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\text{તેથી, } i_1 + i_2 = \left[ \frac{v_m^2}{R^2} + \frac{v_m^2}{[\omega L - 1/\omega C]^2} \right]^{1/2} \sin(\omega t + \phi)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{R}{X_L - X_C}$$

$$\frac{1}{Z} = \left\{ \frac{1}{R^2} + \frac{1}{(L\omega - 1/\omega C)^2} \right\}^{1/2}$$

**7.30**  $Li \frac{di}{dt} + Ri^2 + \frac{qi}{c} = vi$ ;  $Li \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} Li^2 \right) =$  ઇન્ડક્ટરમાં સંગૃહીત ઊર્જાના

ફેરફારનો દર

$Ri^2 =$  જૂલ ઉષ્માવ્યય

$$\frac{q}{C} i = \frac{d}{dt} \left( \frac{q^2}{2C} \right) = \text{કેપેસિટરમાં સંગૃહીત ઊર્જાના ફેરફારનો દર}$$

ચાલકબળ દ્વારા ઊર્જાના ફેરફારનો દર =  $vi$  જે (i) ઓહમિક વ્યય અને (ii) સંગૃહીત ઊર્જા વધારવામાં ખર્ચાશે.

$$\int_0^T dt \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} i^2 + \frac{q^2}{C} \right) + \int_0^T Ri^2 dt = \int_0^T v i dt$$

$$0 + (+ve) = \int_0^T vidt$$

$$\int_0^T vidt > 0 \text{ જો કળા-તફાવત તીવ્ર અચળાંક હોય, તો}$$

$$7.31 \quad (i) \quad L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = v_m \sin \omega t$$

$$\text{હવે, } q = q_m \sin(\omega t + \phi) = -q_m \cos(\omega t + \phi)$$

$$i = i_m \sin(\omega t + \phi) = q_m \omega \sin(\omega t + \phi)$$

$$i_m = \frac{v_m}{Z} = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}; \phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_C - X_L}{R}\right)$$

$$(ii) \quad U_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L \left[ \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}} \right]^2 \sin^2(\omega t + \phi)$$

$$U_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2C} \left[ \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}} \right]^2 \frac{1}{\omega^2} \cos^2(\omega t + \phi)$$

(iii) સ્વતંત્ર છોડતાં, તે એક LC દોલક છે. કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થતું જશે અને બધી ઊર્જા L ને મળે અને આ પ્રક્રિયા ઊલટાશે તથા તેનું પુનરાવર્તન થતું રહેશે.

## પ્રકરણ 8

8.1 (c)

8.2 (b)

8.3 (b)

8.4 (d)

8.5 (d)

8.6 (c)

8.7 (c)

8.8 (a), (d)

8.9 (a), (b), (c)

8.10 (b), (d)

8.11 (a), (c), (d)

8.12 (b), (d)

8.13 (a), (c), (d)

8.14 વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો તલ ધ્રુવીભૂત હોય છે. આથી રીસિવિંગ એન્ટેના તરંગના વિદ્યુતીય/ ચુંબકીય ભાગને સમાંતર હોવું જોઈએ.

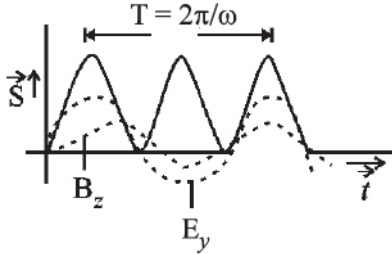
8.15 માઈક્રોવેવની આવૃત્તિ પાણીના અણુઓની અનુનાદિય આવૃત્તિ સાથે સુસંગત હોય છે.

$$8.16 \quad i_C = i_D = \frac{dq}{dt} = -2\pi q_0 v \sin 2\pi v t$$

8.17 આવૃત્તિ ઘટાડવાથી રીએક્ટન્સ  $X_c = \frac{1}{\omega C}$  વધે છે જે વહન પ્રવાહને ઘટાડા માટે પ્રેરે છે. આ કિસ્સામાં  $i_D = i_C$ ; આથી સ્થળાંતર પ્રવાહ ઘટે છે.

$$8.18 \quad I_{av} = \frac{1}{2} c \frac{B_0^2}{\mu_0} = \frac{1}{2} \times \frac{3 \times 10^8 \times (12 \times 10^{-8})^2}{1.26 \times 10^{-6}} = 1.71 \text{ W/m}^2$$

8.19

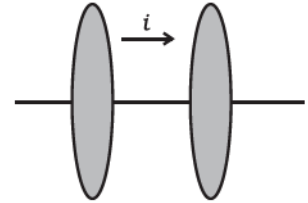


8.20 વિદ્યુતચુંબકીય (EM) તરંગો વિકિરણ દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે. ધૂમકેતુની પૂંછડીઓ સૌર કિરણોત્સર્ગ (Solar radiation)ને કારણે છે.

$$8.21 \quad B = \frac{\mu_0 2I_D}{4\pi r} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} = \frac{\mu_0}{2\pi r} \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

$$= \frac{\mu_0 \epsilon_0}{2\pi r} \frac{d}{dt} (E\pi r^2)$$

$$= \frac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2} \frac{dE}{dt}$$



8.22 (a)  $\lambda_1 \rightarrow$  માઈક્રોવેવ (સૂક્ષ્મ તરંગો),  $\lambda_2 \rightarrow$  UV (અલ્ટ્રાવાયોલેટ)(પારજાંબલી)

$\lambda_3 \rightarrow$  ક્ષ-કિરણો (X-rays),  $\lambda_4 \rightarrow$  પારરક્ત (ઇન્ફ્રારેડ)

(b)  $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4 < \lambda_1$

(c) માઈક્રોવેવ – રડાર

UV – આંખની LASIK સર્જરી

ક્ષ-કિરણો – હાડકાંમાં ભાંગતૂટની ઓળખ (હાડકાંની ઝીણવટપૂર્વક તપાસ)  
(bone scanning)

પારરક્ત – ઓપ્ટિકલ સંદેશાવ્યવહાર

**8.23** જેવી રીતે,  $\mathbf{S} = c^2 \epsilon_0 (\mathbf{E} \times \mathbf{B})$  તેવી રીતે,

$$\begin{aligned} S_{av} &= c^2 \epsilon_0 |\mathbf{E}_0 \times \mathbf{B}_0| \frac{1}{T} \int_0^T \cos^2(kx - \omega t) dt \\ &= c^2 \epsilon_0 E_0 B_0 \frac{1}{T} \times \frac{T}{2} \\ &= c^2 \epsilon_0 E_0 \left( \frac{E_0}{c} \right) \times \frac{1}{2} \left( \text{કારણ કે } c = \frac{E_0}{B_0} \right) \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 c \\ &= \frac{E_0^2}{2\mu_0 c} \text{ કારણ કે } \left( c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \right) \end{aligned}$$

**8.24**  $i_D = C \frac{dV}{dt}$

$$1 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-6} \frac{dV}{dt}$$

$$\therefore \frac{dV}{dt} = \frac{1}{2} \times 10^3 = 5 \times 10^2 \text{ V/s}$$

આથી,  $5 \times 10^2 \text{ V/s}$  નો બદલાતો સ્થિતિમાનનો તફાવત લાગુ પાડીને ઈચ્છિત મૂલ્યનો સ્થાનાંતરિત પ્રવાહ પેદા કરી શકાય છે.

**8.25** દબાણ

$$\begin{aligned} P &= \frac{\text{બળ}}{\text{ક્ષેત્રફળ}} = \frac{F}{A} = \frac{1}{A} \frac{\Delta p}{\Delta t} \left( F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \text{વેગમાનના ફેરફારનો દર} \right) \\ &= \frac{1}{A} \cdot \frac{U}{\Delta t c} \quad (\Delta p C = \Delta U = \text{તરંગ દ્વારા } \Delta t \text{ સમયમાં આપેલ ઊર્જા}) \\ &= \frac{I}{C} \left( \text{તીવ્રતા } I = \frac{U}{A \Delta t} \right) \end{aligned}$$

**8.26** તીવ્રતા ઘટીને ચોથા ભાગની થશે. આમ થવાનું કારણ, જેમ પ્રકાશનું કિરણજૂથ  $4\pi r^2$  ક્ષેત્રફળના ગોળીય વિસ્તારમાં પ્રસરણ પામશે તેમ ફેલાશે, પરંતુ લેસર ફેલાતું નથી અને તેથી તેની તીવ્રતા અચળ જળવાઈ રહે છે.

**8.27** EM તરંગો (વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો)માં વિદ્યુતક્ષેત્ર દોલિત થતું ક્ષેત્ર છે અને તેથી તેના કારણે વિદ્યુતભારિત કણ પર લાગતું વિદ્યુતીય બળ પણ દોલિત થશે. પૂર્ણાંક સંખ્યાના ચક્ર પર આ વિદ્યુતીય બળનું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થાય છે. કેમકે દરેક અર્ધચક્ર દરમિયાન તેની દિશા ઊલટાય છે. આથી, વિદ્યુતક્ષેત્ર એ વિકિરણ દબાણ માટે જવાબદાર નથી.

$$\mathbf{E} = \frac{\lambda \hat{\mathbf{e}}_s}{2\pi\epsilon_0 a} \hat{\mathbf{j}}$$

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi a} \hat{\mathbf{i}}$$

$$= \frac{\mu_0 \lambda v}{2\pi a} \hat{\mathbf{i}}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{S} &= \frac{1}{\mu_0} (\mathbf{E} \times \mathbf{B}) = \frac{1}{\mu_0} \left( \frac{\lambda \hat{\mathbf{j}}_s}{2\pi\epsilon_0 a} \hat{\mathbf{j}} \times \frac{\mu_0 \lambda v}{2\pi a} \hat{\mathbf{i}} \right) \\ &= \frac{-\lambda^2 v}{4\pi^2 \epsilon_0 a^2} \hat{\mathbf{k}} \end{aligned}$$

**8.29** પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર  $d$  લો. આથી વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E = \frac{V_0}{d} \sin(2\pi vt)$ . ઓહ્મના નિયમ પરથી, વહન પ્રવાહનતા આપી શકાય.

$$\Rightarrow J^c = \frac{1}{\rho} \frac{V_0}{d} \sin(2\pi vt) = \frac{V_0}{\rho d} \sin(2\pi vt)$$

$$= J_0^c \sin 2\pi vt$$

$$\text{જ્યાં, } J_0^c = \frac{V_0}{\rho d}.$$

સ્થળાંતર પ્રવાહનતા નીચે મુજબ આપી શકાય :

$$J^d = \epsilon \frac{\partial E}{\partial t} = \epsilon \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \frac{V_0}{d} \sin(2\pi vt) \right\}$$

$$= \frac{\epsilon 2\pi v V_0}{d} \cos(2\pi vt)$$

$$= J_0^d \cos(2\pi vt), \text{ જ્યાં, } J_0^d = \frac{2\pi v \epsilon V_0}{d}$$

$$\begin{aligned}\frac{J_o^d}{J_o^c} &= \frac{2\pi v \epsilon V_o}{d} \cdot \frac{\rho d}{V_o} \\ &= 2\pi v \epsilon \rho = 2\pi \times 80 \epsilon_0 v \times 0.25 = 4\pi \epsilon_0 v \times 10 \\ &= \frac{10 v}{9 \times 10^9} = \frac{4}{9}\end{aligned}$$

**8.30** (i) સ્થાનાંતર પ્રવાહઘનતા નીચેના સંબંધ પરથી શોધી શકાય :

$$\begin{aligned}\mathbf{J}_D &= \epsilon_0 \frac{d\mathbf{E}}{dt} \\ &= \epsilon_0 \mu_0 I_0 \frac{\partial}{\partial t} \cos(2\pi vt) \cdot \ln\left(\frac{s}{a}\right) \hat{\mathbf{k}} \\ &= \frac{1}{c^2} I_0 2\pi v^2 (-\sin(2\pi vt)) \ln\left(\frac{s}{a}\right) \hat{\mathbf{k}} \\ &= \left(\frac{v}{c}\right)^2 2\pi I_0 \sin(2\pi vt) \ln\left(\frac{a}{s}\right) \hat{\mathbf{k}} \\ &= \frac{2\pi}{\lambda^2} I_0 \ln\left(\frac{a}{s}\right) \sin(2\pi vt) \hat{\mathbf{k}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(ii) } I^d &= \int J_D s ds d\theta \\ &= \frac{2\pi}{\lambda^2} I_0 2\pi \int_{s=0}^a \ln\left(\frac{a}{s}\right) \cdot s ds \sin(2\pi vt) \\ &= \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I_0 \int_{s=0}^a \frac{1}{2} ds^2 \ln\left(\frac{a}{s}\right) \cdot \sin(2\pi vt) \\ &= \frac{a^2}{4} \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I_0 \int_{s=0}^a d\left(\frac{s}{a}\right)^2 \ln\left(\frac{a}{s}\right) \cdot \sin(2\pi vt) \\ &= -\frac{a^2}{4} \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I_0 \int_0^1 \ln \xi d\xi \cdot \sin(2\pi vt) \\ &= +\left(\frac{a}{2}\right)^2 \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I_0 \sin 2\pi vt \quad (\because \text{સંકલનનું મૂલ્ય } -1 \text{ છે.})\end{aligned}$$

(iii) स्थानांतर प्रवाह

$$I^d = \left( \frac{a}{2} \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 I_0 \sin 2\pi vt = I_0^d \sin 2\pi vt$$

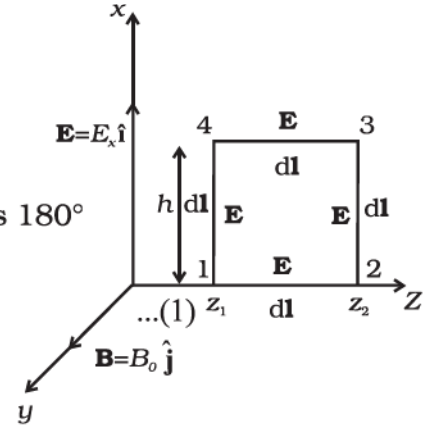
$$\frac{I_0^d}{I_0} = \left( \frac{a\pi}{\lambda} \right)^2$$

8.31

(i)  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \int_1^2 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} + \int_2^3 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} + \int_3^4 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} + \int_4^1 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$

$$= \int_1^2 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \cos 90^\circ + \int_2^3 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \cos 0 + \int_3^4 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \cos 90^\circ + \int_4^1 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \cos 180^\circ$$

$$= \mathbf{E}_0 h [\sin(kz_2 - \omega t) - \sin(kz_1 - \omega t)]$$



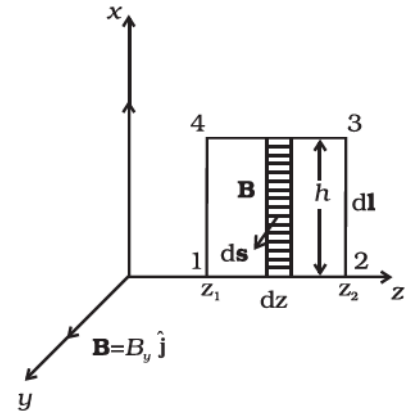
(ii)  $\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$  गणना माटे, आपण लंबयोरस

1234 ने दरेक  $ds = h dz$  क्षेत्रफळ धरावती

पट्टीओधी बनेलो विचारो.

$$\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \int \mathbf{B} ds \cos 0 = \int \mathbf{B} ds = \int_{z_1}^{z_2} B_0 \sin(kz - \omega t) h dz$$

$$= \frac{-B_0 h}{k} [\cos(kz_2 - \omega t) - \cos(kz_1 - \omega t)] \quad \dots(2)$$



(iii)  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{-d\phi_B}{dt}$

समीकरण(1) अने (2)मां मेणवेळ संबंधनो उपयोग करी अने सादुं रूप आपतां, आपणने नीचे मुजबनुं समीकरण मणे :

$$E_0 h [\sin(kz_2 - \omega t) - \sin(kz_1 - \omega t)]$$

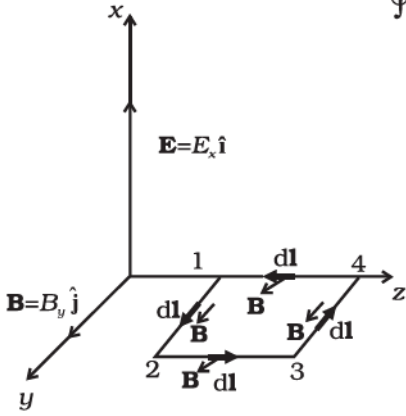
$$= \frac{B_0 h}{k} \omega [\sin(kz_2 - \omega t) - \sin(kz_1 - \omega t)]$$

$$E_0 = B_0 \frac{\omega}{k}$$

$$\frac{E_0}{B_0} = c$$

(iv)  $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$  नुं मूल्य मेणववा, आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे आपणो बंधगाणो 1234, YZ समतलमां विचारो.





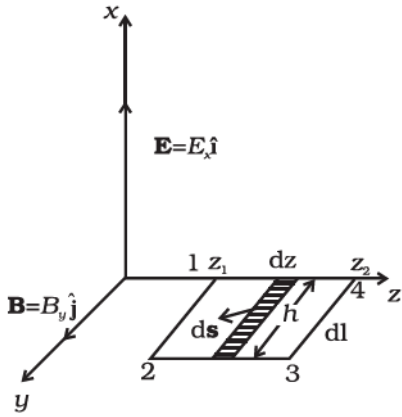
$$\begin{aligned}\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} &= \int_1^2 \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} + \int_2^3 \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} + \int_3^4 \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} + \int_4^1 \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} \\ &= \int_1^2 B dl \cos 0 + \int_2^3 B dl \cos 90^\circ + \int_3^4 B dl \cos 180^\circ + \int_4^1 B dl \cos 90^\circ \\ &= B_0 h [\sin(kz_1 - \omega t) - \sin(kz_2 - \omega t)]\end{aligned}\quad (3)$$

હવે,  $\phi_E = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$ , ગણવા માટે આપણે લંબચોરસ 1234 ને

દરેક  $hdz$  ક્ષેત્રફળ ધરાવતી પટ્ટીઓથી બનેલો વિચારો.

$$\begin{aligned}\phi_E &= \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \int E ds \cos 0 = \int E ds = \int_{Z_1}^{Z_2} E_0 \sin(kz_1 - \omega t) hdz \\ &= \frac{-E_0 h}{k} [\cos(kz_2 - \omega t) - \cos(kz_1 - \omega t)]\end{aligned}$$

$$\therefore \frac{d\phi_E}{dt} = \frac{E_0 h \omega}{k} [\sin(kz_1 - \omega t) - \sin(kz_2 - \omega t)] \quad \dots(4)$$



$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \left( I + \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right) \text{ માં,}$$

$I =$  વહનપ્રવાહ  $= 0$  (શૂન્યાવકાશમાં)

$$\therefore \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

સમીકરણ(3) અને (4)માં મેળવેલ સંબંધનો ઉપયોગ કરતાં અને સાદું રૂપ આપતાં, આપણને નીચે મુજબ સમીકરણ મળે :

$$B_0 = E_0 \frac{\omega}{k} \cdot \mu_0 \epsilon_0$$

$$\frac{E_0 \omega}{B_0 k} = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} \text{ પરંતુ } E_0/B_0 = c \text{ અને } \omega = ck$$

$$\text{અથવા } cc = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}. \text{ આથી, } c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}.$$

8.32 (a) E - ક્ષેત્રનો ફાળો  $u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$

B - ક્ષેત્રનો ફાળો  $u_B = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$

કુલ ઊર્જા ઘનતા  $u = u_E + u_B = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$

$E^2$  અને  $B^2$  નાં મૂલ્યો બિંદુથી બિંદુ અને ક્ષણથી ક્ષણ બદલાતાં હોય છે.

આથી,  $E^2$  અને  $B^2$  નાં અસરકારક મૂલ્યોએ તેમની સમય સરેરાશ છે.

$$(E^2)_{av} = E_0^2 [\sin^2(kz - \omega t)]_{av}$$

$$(B^2)_{av} = (B^2)_{av} = B_0^2 [\sin^2(kz - \omega t)]_{av}$$

$\sin^2\theta$  અને  $\cos^2\theta$  ના આલેખો આકારની રીતે સમરૂપ છે, પરંતુ  $\frac{\pi}{2}$  જેટલા ખસેલા હોય છે. આથી,  $\sin^2\theta$  અને  $\cos^2\theta$  નાં સરેરાશ મૂલ્યો  $\pi$  ના કોઈ પણ પૂર્ણાંક ગુણાંક પર સમાન જ મળશે તથા

$$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1.$$

આથી સંમિતિને આધારે  $\sin^2\theta$  નું સરેરાશ =  $\cos^2\theta$  નું સરેરાશ =  $\frac{1}{2}$

$$\therefore (E^2)_{av} = \frac{1}{2} E_0^2 \text{ અને } (B^2)_{av} = \frac{1}{2} B_0^2$$

સમીકરણ(1) માં કિંમત મૂકતાં,

$$u = \frac{1}{4} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{4} \frac{B_0^2}{\mu} \quad \dots(2)$$

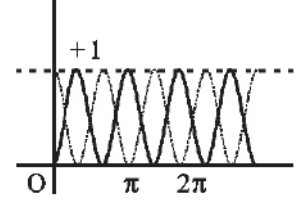
(b) આપણે જાણીએ છીએ કે,

$$\frac{E_0}{B_0} = c \text{ અને } c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$$\therefore \frac{1}{4} \frac{B_0^2}{\mu_0} = \frac{E_0^2 / c^2}{4\mu_0} = \frac{E_0^2}{4\mu_0} \mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{4} \epsilon_0 E_0^2.$$

આથી,  $u_{av} = \frac{1}{4} \epsilon_0 E_0^2 + \frac{1}{4} \epsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$  અને

$$I_{av} = u_{av} c = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 c$$



... (1)

## પ્રકરણ 9

9.1 (a)

9.2 (d)

9.3 (c)

9.4 (b)

9.5 (c)

9.6 (c)

9.7 (b)

9.8 (b)

9.9 (b)

9.10 (d)

9.11 (a)

9.12 (a), (b), (c)

9.13 (d)

9.14 (a), (d)

9.15 (a), (b)

9.16 (a), (b), (c)

9.17 વાદળી રંગ કરતાં લાલ રંગ માટે વક્રીભવનાંક ઓછો છે. આથી લેન્સ પર આપાત સમાંતર પ્રકાશ બીજા લાલ રંગના પ્રકાશની સરખામણીમાં વાદળી રંગનો પ્રકાશ અક્ષ તરફ વધારે વાંકો વળશે (વક્રીભવન વધુ પામશે). આથી વાદળી પ્રકાશ માટે કેન્દ્રલંબાઈ લાલ પ્રકાશ કરતાં ઓછી હશે.

9.18 સામાન્ય વ્યક્તિ માટે નિકટ દૃષ્ટિ (near vision) 25 cm છે. કોઈ વસ્તુને 10 ગણી મોટી જોવા માટે,

$$m = \frac{D}{f} \Rightarrow f = \frac{D}{m} = \frac{25}{10} = 2.5 = 0.025 \text{ m}$$

$$P = \frac{1}{0.025} = 40 \text{ ડાયોપ્ટર}$$

9.19 ના, લેન્સને ઉલટાવવાથી પ્રતિબિંબની સ્થિતિ બદલાશે નહિ.

9.20 ધારો કે માધ્યમ  $\mu_2$  માંથી અવલોકન કરતાં વસ્તુની આભાસી ઊંડાઈ  $O_1$  છે.

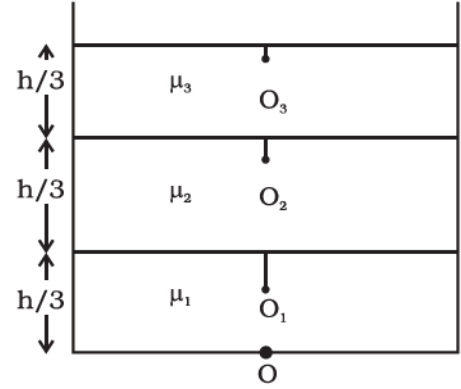
$$O_1 = \frac{\mu_2 h}{\mu_1}$$

માધ્યમ  $\mu_3$  માંથી અવલોકન કરતાં આભાસી ઊંડાઈ  $O_2$  છે.

$$O_2 = \frac{\mu_3}{\mu_2} \left( \frac{h}{3} + O_1 \right) = \frac{\mu_3}{\mu_2} \left( \frac{h}{3} + \frac{\mu_2 h}{\mu_1} \right) = \frac{h}{3} \left( \frac{\mu_3}{\mu_2} + \frac{\mu_3}{\mu_1} \right)$$

બહારથી અવલોકન કરતાં, આભાસી ઊંચાઈ

$$\begin{aligned}
 O_3 &= \frac{1}{\mu_3} \left( \frac{h}{3} + O_2 \right) \\
 &= \frac{1}{\mu_3} \left[ \frac{h}{3} + \frac{h}{3} \left( \frac{\mu_3 + \mu_3}{\mu_2 + \mu_1} \right) \right] \\
 &= \frac{h}{3} \left( \frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} \right)
 \end{aligned}$$



9.21 લઘુત્તમ વિચલન માટે,

$$\mu = \frac{\sin \left[ \frac{(A+D_m)}{2} \right]}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$$

$\therefore D_m = A$  આપેલ છે.

$$\therefore \mu = \frac{\sin A}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{2 \sin \frac{A}{2} \cos \frac{A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = 2 \cos \frac{A}{2}$$

$$\therefore \cos \frac{A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ અથવા } \frac{A}{2} = 30^\circ \quad \therefore A = 60^\circ$$

9.22 ધારો કે વસ્તુના બે છેડા અનુક્રમે  $u_1 = u - L/2$  અને  $u_2 = u + L/2$ , અંતરે છે.

આથી,  $|u_1 - u_2| = L$ . ધારો કે બે છેડાઓનાં પ્રતિબિંબો અનુક્રમે  $v_1$  અને  $v_2$  એ રચાય

છે. આથી પ્રતિબિંબની લંબાઈ  $L' = |v_1 - v_2|$  થશે.  $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  અથવા  $v = \frac{fu}{u-f}$

પરથી બે છેડાઓના પ્રતિબિંબ  $v_1 = \frac{f(u-L/2)}{u-f-L/2}$ ,  $v_2 = \frac{f(u+L/2)}{u-f+L/2}$  પર હશે.

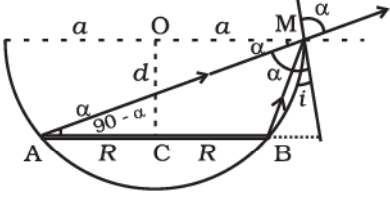
$$\text{આથી, } L' = |v_1 - v_2| = \frac{f^2 L}{(u-f)^2 \times L^2 / 4}$$

વસ્તુની લંબાઈ ઓછી છે અને તેને કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં મોટા અંતરે રાખેલી છે.

આપણી પાસે  $L^2/4 \ll (u-f)^2$

આથી, સમીકરણનું અંતિમ સ્વરૂપ  $L' = \frac{f^2}{(u-f)^2} L$  મળશે.

9.23 આકૃતિ પરથી, પ્રવાહી ભર્યા પહેલાં આપાતકિરણની દિશા AM છે. પ્રવાહી ભર્યા પછી આપાતકિરણની દિશા BM છે. બંને કિસ્સાઓમાં વક્રીભૂત કિરણ AM ની દિશામાં સમાન જ છે.



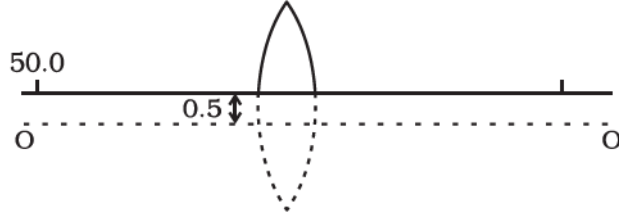
$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\sin \alpha}$$

$$\sin i = \frac{a - R}{\sqrt{d^2 + (a - R)^2}} \text{ અને}$$

$$\sin \alpha = \cos(90 - \alpha) = \frac{a + R}{\sqrt{d^2 + (a - R)^2}}$$

$$\text{કિંમતો મૂકતાં, } d = \frac{\mu(a^2 - R^2)}{\sqrt{(a + R)^2 - \mu(a - R)^2}} \text{ મળે છે.}$$

9.24



જો લેન્સને કાપવામાં ન આવ્યો હોત, તો વસ્તુ મુખ્ય અક્ષ  $OO'$  થી 0.5 cm ની ઊંચાઈ હોત. આ કિસ્સા માટે પ્રતિબિંબ ધ્યાનમાં લેતાં,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f} = \frac{1}{-50} + \frac{1}{25} = \frac{1}{50}$$

$$\therefore v = 50 \text{ cm}$$

$$\text{મોટવણી } m = \frac{v}{u} = -\frac{50}{50} = -1 \text{ છે.}$$

આથી પ્રતિબિંબ ધ્રુવથી 50 cm અને મુખ્ય અક્ષથી 0.5 cm નીચે રચાશે. આ રીતે કાપેલા લેન્સની ધાર પાસેથી પસાર થતી X-અક્ષની સાપેક્ષે પ્રતિબિંબના યામ (50 cm, -1 cm) છે.

9.25 લેન્સના સૂત્ર  $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$  પરથી  $u$  અને  $v$  ની પ્રતિવર્તિતતા જોઈ શકાય છે.

તે સ્પષ્ટ છે કે અહીં બે શક્યતાઓ છે કે જેમના માટે પ્રતિબિંબ પડદા પર રચાશે. ધારી લો કે પહેલી સ્થિતિ એ છે કે, જ્યારે લેન્સ O પાસે છે.

અહીં,  $-u + v = D$  આપેલ છે.

$$\Rightarrow u = -(D - v)$$

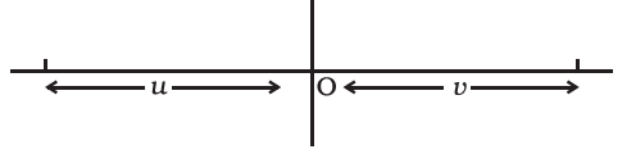
આ કિંમત લેન્સના સૂત્રમાં મૂકતાં,

$$\frac{1}{D - v} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{v+D-v}{(D-v)v} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow v^2 - Dv + Df = 0$$

$$\Rightarrow v = \frac{D}{2} \pm \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$$



$$u = -(D - v) = -\left(\frac{D}{2} \pm \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}\right)$$

આથી, જો વસ્તુઅંતર  $\frac{D}{2} - \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$  છે, તો પ્રતિબિંબ  $\frac{D}{2} + \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$  પાસે હશે.

જો વસ્તુઅંતર  $\frac{D}{2} + \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$  છે, તો પ્રતિબિંબ  $\frac{D}{2} - \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$  પાસે હશે.

આ બે વસ્તુઅંતરો માટે ધ્રુવો વચ્ચેનું અંતર

$$\frac{D}{2} + \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2} - \left(\frac{D}{2} - \frac{\sqrt{D^2 - 4Df}}{2}\right) = \sqrt{D^2 - 4Df} \text{ છે.}$$

$$\text{હવે, } d = \sqrt{D^2 - 4Df}$$

જો  $u = \frac{D}{2} + \frac{d}{2}$  તો પ્રતિબિંબ  $v = \frac{D}{2} - \frac{d}{2}$  પાસે હશે.

$$\therefore \text{ મોટવણી } m_1 = \frac{D-d}{D+d}$$

$$\text{જો } u = \frac{D-d}{2} \text{ તો } v = \frac{D+d}{2}$$

$$\therefore \text{ મોટવણી } m_2 = \frac{D+d}{D-d} \text{ આથી } \frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{D+d}{D-d}\right)^2$$

**9.26** ધારો કે તકતીનો વ્યાસ  $d$  છે. જો આપાતકિરણ O પાસેના ડોટ (ટપકાં) પરથી સપાટી

પાસે  $\frac{d}{2}$  અંતરે ક્રાંતિકોણ પર હોય, તો બિંદુ અદૃશ્ય થઈ જશે.

ધારો કે આપાતકોણ  $i$  છે.

$$\text{આથી, } \sin i = \frac{1}{\mu}$$

$$\text{હવે, } \frac{d/2}{h} = \tan i$$

$$\Rightarrow \frac{d}{2} = h \tan i = h \left[ \sqrt{\mu^2 - 1} \right]^{-1}$$

$$\therefore d = \frac{2h}{\sqrt{\mu^2 - 1}}$$

- 9.27** (i) ધારો કે સામાન્ય આરામદાયક સ્થિતિમાં આંખ માટે દૂર બિંદુએ (far point) પાવર  $P_f$  છે.

$$\text{તેથી, } P_f = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.1} + \frac{1}{0.02} = 60 \text{ D}$$

સુધારાત્મક લેન્સ (corrective lens) સાથે દૂર બિંદુ પર વસ્તુઅંતર  $\infty$  છે.

$$P'_f = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0.02} = 50 \text{ D}$$

આરામદાયક સ્થિતિમાં આંખનો યશમાં સાથે અસરકારક પાવર એ આંખ અને યશમાંના પાવર  $P_g$  ના સરવાળા જેટલો હશે.

$$\therefore P'_f = P_f + P_g$$

$$\therefore P_g = -10 \text{ D}$$

- (ii) સામાન્ય આંખ માટે તેનો પાવર 4 ડાયોપ્ટર છે. ધારો કે સામાન્ય આંખ માટે નજીકની દૃષ્ટિ-ક્ષમતા  $P_n$  છે.

$$\text{તેથી, } 4 = P_n - P_f \text{ અથવા } P_n = 64 \text{ D.}$$

ધારો કે નજીક બિંદુ  $x_n$  છે. તેથી,

$$\frac{1}{x_n} + \frac{1}{0.02} = 64 \text{ અથવા } \frac{1}{x_n} + 50 = 64$$

$$\frac{1}{x_n} = 14$$

$$\therefore x_n = \frac{1}{14} \approx 0.07 \text{ m}$$

- (iii) યશમાં સાથે  $P'_n = P'_f + 4 = 54$

$$54 = \frac{1}{x'_n} + \frac{1}{0.02} = \frac{1}{x'_n} + 50$$

$$\frac{1}{x'_n} = 4$$

$$\therefore x'_n = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ m}$$

- 9.28**  $i$  આપાતકોણથી માધ્યમમાં દાખલ થતું કોઈ કિરણ સપાટી AC તરફ જશે. જો સપાટી AC પર લંબ સાથે ક્રાંતિકોણ કરતાં મોટો ખૂણો ( $\phi$ ) બનાવે તો,

$$\Rightarrow \sin r \geq \frac{1}{\mu}$$

$$\Rightarrow \cos r \geq \frac{1}{\mu}$$

$$\text{અથવા } 1 - \cos^2 r \leq 1 - \frac{1}{\mu^2}$$

$$\text{i.e. } \sin^2 r \leq 1 - \frac{1}{\mu^2}$$

$$\text{કારણ કે, } \sin i = \mu \sin r$$

$$\frac{1}{\mu^2} \sin^2 i \leq 1 - \frac{1}{\mu^2}$$

$$\text{અથવા } \sin^2 i \leq \mu^2 - 1$$

જ્યારે  $i = \frac{\pi}{2}$  હશે ત્યારે ખૂણો  $\phi$  નાનામાં નાનો હશે. જો તે ક્રાંતિકોણ કરતાં મોટો

હશે ત્યારે બાકીના બધા આપાતકોણ ક્રાંતિકોણ કરતાં મોટા હશે.

$$\text{આથી, } 1 \leq \mu^2 - 1$$

$$\text{અથવા } \mu^2 \geq 2$$

$$\Rightarrow \mu \geq \sqrt{2}$$

**9.29** પ્રવાહીમાં  $x$  અને  $x + dx$  વચ્ચે આવેલ કિરણનો એક ભાગ વિચારો કે ધારો કે,  $x$  પાસે આપાતકોણ  $\theta$  અને ધારો કે તે  $y$  ઊંચાઈના પાતળા સ્તંભમાં દાખલ થાય છે. વાંકું વળવાના લીધે તે  $x + dx$  પાસે  $\theta + d\theta$  ખૂણે  $y + dy$  ઊંચાઈએ બહાર નીકળશે. સ્નેલના નિયમ અનુસાર,

$$\mu(y) \sin \theta = \mu(y + dy) \sin (\theta + d\theta)$$

$$\text{અથવા } \mu(y) \sin \theta \simeq \left( \mu(y) + \frac{d\mu}{dy} dy \right) (\sin \theta \cos d\theta + \cos \theta \sin d\theta)$$

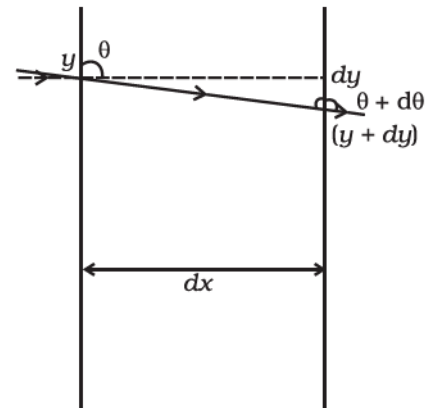
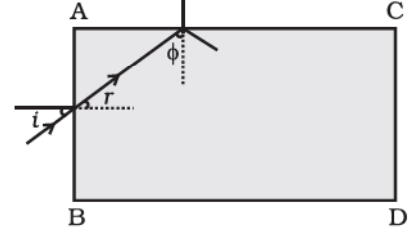
$$\simeq \mu(y) \sin \theta + \mu(y) \cos \theta d\theta + \frac{d\mu}{dy} dy \sin \theta$$

$$\text{અથવા } \mu(y) \cos \theta d\theta \simeq \frac{-d\mu}{dy} dy \sin \theta$$

$$d\theta \simeq \frac{-1}{\mu} \frac{d\mu}{dy} dy \tan \theta$$

$$\text{પરંતુ, } \tan \theta = \frac{dx}{dy} \text{ (આકૃતિ પરથી)}$$

$$\therefore d\theta = \frac{-1}{\mu} \frac{d\mu}{dy} dx$$





$$\therefore \theta = \frac{-1}{\mu} \frac{d\mu}{dy} \int_0^d dx = \frac{-1}{\mu} \frac{d\mu}{dy} d$$

**9.30**  $r$  અને  $r + dr$  અંતરે બે સમતલ વિચારો. ધારો કે સમતલ  $r$  પાસે પ્રકાશ  $\theta$  ખૂણે આપાત થાય છે તથા  $r + dr$  પાસે  $\theta + d\theta$  ખૂણે બહાર નીકળે છે.

સ્નેલના નિયમ પરથી,

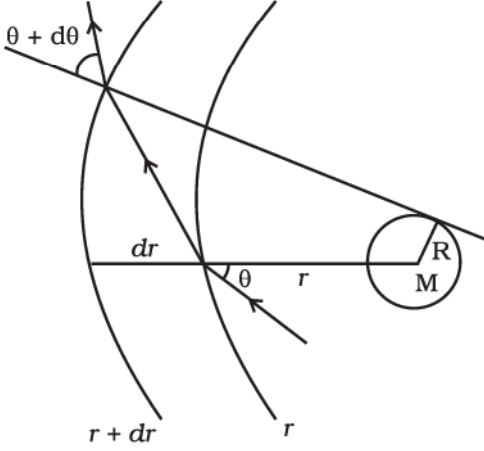
$$n(r)\sin\theta = n(r + dr)\sin(\theta + d\theta)$$

$$\Rightarrow n(r)\sin\theta \simeq \left( n(r) + \frac{dn}{dr} dr \right) (\sin\theta \cos d\theta + \cos\theta \sin d\theta)$$

$$\simeq \left( n(r) + \frac{dn}{dr} dr \right) (\sin\theta + \cos\theta d\theta)$$

વિકલનનો ગુણાકાર અવગણતાં,

$$n(r)\sin\theta \simeq n(r)\sin\theta + \frac{dn}{dr} dr \sin\theta + n(r) \cos\theta d\theta$$



$$\Rightarrow -\frac{dn}{dr} \tan\theta = n(r) \frac{d\theta}{dr}$$

$$\Rightarrow \frac{2GM}{r^2 c^2} \tan\theta = \left( 1 + \frac{2GM}{rc^2} \right) \frac{d\theta}{dr} \approx \frac{d\theta}{dr}$$

$$\therefore \int_0^{\theta_0} d\theta = \frac{2GM}{c^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\tan\theta dr}{r^2}$$

$$\text{હવે, } r^2 = x^2 + R^2 \text{ અને } \tan\theta = \frac{R}{x}$$

$$2rdr = 2xdx$$

$$\int_0^{\theta_0} d\theta = \frac{2GM}{c^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{R}{x} \frac{xdx}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$x = R \tan\phi$  મૂકતાં,

$$dx = R \sec^2\phi d\phi$$

$$\therefore \theta_0 = \frac{2GMR}{c^2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{R \sec^2\phi d\phi}{R^3 \sec^3\phi}$$

$$= \frac{2GM}{Rc^2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\phi d\phi = \frac{4GM}{Rc^2}$$

9.31 કારણ કે, દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક  $-1$  છે.  $\theta_r$  ઋણ છે અને  $\theta_i$  ધન છે.

$$\text{હવે, } |\theta_i| = |\theta_r| = |\theta'_r|$$

બહાર નીકળતા કિરણનું અંદર દાખલ થતા કિરણથી કુલ વિચલન  $4\theta_i$  છે. કિરણો receiving તકતી સુધી નહિ પહોંચે. જો

$$\frac{\pi}{2} \leq 4\theta_i \leq \frac{3\pi}{2} \quad (\text{ખૂણો } y\text{-અક્ષથી ઘડિયાળની દિશામાં માપેલ છે.})$$

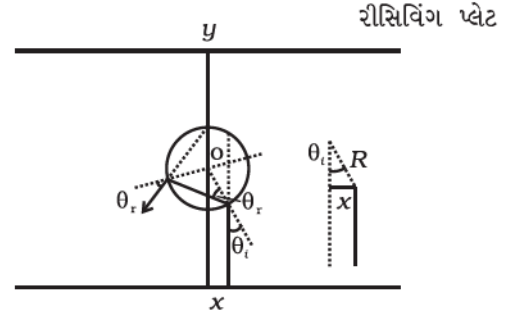
$$\frac{\pi}{8} \leq \theta_i \leq \frac{3\pi}{8}$$

$$\text{હવે, } \sin \theta_i = \frac{x}{R}$$

$$\frac{\pi}{8} \leq \sin^{-1} \frac{x}{R} \leq \frac{3\pi}{8}$$

$$\text{અથવા } \frac{\pi}{8} \leq \frac{x}{R} \leq \frac{3\pi}{8}$$

$$\text{આથી, } \frac{R\pi}{8} \leq x \leq \frac{R3\pi}{8} \quad (\text{માટે ઉદ્ગમમાંથી ઉત્સર્જિત પ્રકાશ receiving તકતી સુધી નહિ પહોંચે.})$$



9.32 (i) S થી  $P_1$  સુધીની મુસાફરી માટે લાગતો સમય,

$$t_1 = \frac{SP_1}{c} = \frac{\sqrt{u^2 + b^2}}{c} \approx \frac{u}{c} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{b^2}{u^2} \right) \quad (b \ll u_0 \text{ ધારણા હેઠળ})$$

$P_1$  થી O સુધીની મુસાફરી માટે લાગતો સમય,

$$t_2 = \frac{P_1O}{c} = \frac{\sqrt{v^2 + b^2}}{c} = \frac{v}{c} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{b^2}{v^2} \right)$$

લેન્સમાંથી પસાર થવા માટે કિરણને લાગતો સમય,

$$t_l = \frac{(n-1)w(b)}{c} \quad \text{છે. જ્યાં, } n \text{ માધ્યમનો વક્રીભવનાંક છે.}$$

આથી કુલ સમય,

$$t = \frac{1}{c} \left[ u + v + \frac{1}{2} b^2 \left( \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \right) + (n-1) w(b) \right] \quad \text{મૂકતી, } \frac{1}{D} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

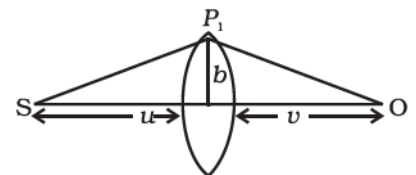
$$\text{તેથી, } t = \frac{1}{c} \left( u + v + \frac{1}{2} \frac{b^2}{D} + (n-1) \left( w_0 + \frac{b^2}{\alpha} \right) \right)$$

ફમેટના સિદ્ધાંત પરથી,

$$\frac{dt}{db} = 0 = \frac{b}{CD} - \frac{2(n-1)b}{c\alpha}$$

$$\alpha = 2(n-1)D$$

આથી, જો  $\alpha = 2(n-1)D$  હોય, તો લેન્સ અભિસારી થશે. તે  $b$  થી સ્વતંત્ર છે



અને તેથી S માંથી આવતાં બધાં જ પેરેક્ષિયલ કિરણો O પાસે ભેગાં થશે. (અર્થાત્  $b \ll n$  અને  $b \ll v$ )

તેથી,  $\frac{1}{D} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ , કેન્દ્રલંબાઈ D છે.

(ii) આ કિસ્સામાં,

$$t = \frac{1}{c} \left( u + v + \frac{1}{2} \frac{b^2}{D} + (n-1) k_1 \ln \left( \frac{k_2}{b} \right) \right)$$

$$\frac{dt}{db} = 0 = \frac{b}{D} - (n-1) \frac{k_1}{b}$$

$$\Rightarrow b^2 = (n-1) k_1 D$$

$$\therefore b = \sqrt{(n-1) k_1 D}$$

આથી, b ઊંચાઈ પાસેથી પસાર થતાં બધાં જ કિરણો પ્રતિબિંબ રચવામાં યોગદાન આપશે.

$$\beta = \frac{b}{v} = \frac{\sqrt{(n-1) k_1 D}}{v} = \sqrt{\frac{(n-1) k_1 uv}{v^2(u+v)}} = \sqrt{\frac{(n-1) k_1 u}{(u+v)v}}$$

## પ્રકરણ 10

- 10.1 (c)  
 10.2 (a)  
 10.3 (a)  
 10.4 (c)  
 10.5 (d)  
 10.6 (a), (b), (d)  
 10.7 (b), (d)  
 10.8 (a), (b)  
 10.9 (a), (b)  
 10.10 હા  
 10.11 ગોળીય  
 10.12 પૃથ્વીની ત્રિજ્યાની સરખામણીમાં ખૂબ જ વધારે ત્રિજ્યા ધરાવતાં ગોળીય આથી તે લગભગ સમતલ છે.  
 10.13 ધ્વનિતરંગોની આવૃત્તિ 20 Hz થી 20 kHz છે. તેને અનુરૂપ તરંગલંબાઈ અનુક્રમે 15 m અને 15 mm છે. વિવર્તન અસરો ત્યારે જ જોવા મળશે જો સ્લિટની પહોળાઈ  $\alpha \sim \lambda$  જેટલી હોય.

પ્રકાશના તરંગોની તરંગલંબાઈ  $\sim 10^{-7}$  m. આથી, વિવર્તન અસરો જ્યારે  $\alpha \sim 10^{-7}$  m ત્યારે દર્શાવશે.

જ્યારે ધ્વનિ માટે તેઓ  $15 \text{ mm} < \alpha < 15 \text{ m}$  ત્યારે દર્શાવશે.

- 10.14** બે ટપકાં વચ્ચેનું રેખીય અંતર  $l = \frac{2.54}{300} \text{ cm} \approx 0.84 \times 10^{-2} \text{ cm}$ .  $Z$  અંતરે આ ખૂણો રચાય છે. (નાનો ખૂણો રચાય છે.)

$$\phi \sim l/z \therefore z = \frac{l}{\phi} = \frac{0.84 \times 10^{-2} \text{ cm}}{5.8 \times 10^{-4}} \sim 14.5 \text{ cm}$$

- 10.15** માત્ર વિશિષ્ટ કિસ્સામાં જ્યારે (III) ની દગ્ અક્ષ (pass axis) એ (I) અથવા (II) ને સમાંતર હશે ત્યારે પ્રકાશ નિર્ગમન પામશે નહિ. બીજા બધા કિસ્સામાં પ્રકાશ નિર્ગમન પામશે કારણ કે (II) ની દગ્ અક્ષ એ (III)ની દગ્ અક્ષને બને ત્યાં સુધી લંબ હોતી નથી.

- 10.16** પરાવર્તન દ્વારા ધ્રુવીભવન ત્યારે જ થશે (શક્ય બને) જ્યારે આપાતકોણ બ્રુસ્ટરકોણ

$$\text{જેટલો હોય. એટલે કે } \tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}, \text{ જ્યાં, } n_2 < n_1.$$

$$\text{જ્યારે પ્રકાશ એવા માધ્યમમાં ગતિ કરે જેનો ક્રાંતિકોણ } \sin \theta_C = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{જ્યાં, } n_2 < n_1.$$

$$\text{મોટા ખૂણા માટે } |\tan \theta_B| > |\sin \theta_C|, \theta_B < \theta_C.$$

આમ, પરાવર્તન દ્વારા ધ્રુવીભવન ચોક્કસપણે થશે જ.

**10.17**  $d_{\min} = \frac{1.22 \lambda}{2 \sin \beta}$

જ્યાં,  $\beta$  એ વસ્તુ દ્વારા વસ્તુકાય (objective) દ્વારા રચાયેલ ખૂણો છે.

5500 Å ના પ્રકાશ માટે,

$$d_{\min} = \frac{1.22 \times 5.5 \times 10^{-7}}{2 \sin \beta} \text{ m}$$

100 V વડે પ્રવેગિત થયેલા ઈલેક્ટ્રોન માટે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{1.227}{\sqrt{100}} = 0.13 \text{ nm} = 0.13 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\therefore d'_{\min} = \frac{1.22 \times 1.3 \times 10^{-10}}{2 \sin \beta}$$

$$\therefore \frac{d'_{\min}}{d_{\min}} = \frac{1.3 \times 10^{-10}}{5.5 \times 10^{-7}} \sim 0.2 \times 10^{-3}$$

$$10.18 \quad T_2P = D + x, \quad T_1P = D - x$$

$$\begin{aligned} S_1P &= \sqrt{(S_1T_1)^2 + (PT_1)^2} \\ &= [D^2 + (D - x)^2]^{1/2} \end{aligned}$$

$$S_2P = [D^2 + (D + x)^2]^{1/2}$$

ન્યૂનતમ ત્યારે જ રચાય જ્યારે,

$$[D^2 + (D + x)^2]^{1/2} - [D^2 + (D - x)^2]^{1/2} = \frac{\lambda}{2}$$

જો  $x = D$ , તો

$$(D^2 + 4D^2)^{1/2} = \frac{\lambda}{2}$$

$$(5D^2)^{1/2} = \frac{\lambda}{2} \quad \therefore D = \frac{\lambda}{2\sqrt{5}}$$

10.19 P સિવાય :

$$A = A_{\perp} + A_{\parallel}$$

$$A_{\perp} = A_{\perp}^1 + A_{\perp}^2 = A_{\perp}^0 \sin(kx - \omega t) + A_{\perp}^0 \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$A_{\parallel} = A_{\parallel}^{(1)} + A_{\parallel}^{(2)}$$

$$A_{\parallel} = A_{\parallel}^0 [\sin(kx - \omega t) + \sin(kx - \omega t + \phi)]$$

જ્યાં,  $A_{\perp}^0$ ,  $A_{\parallel}^0$  એ કિરણજૂથમાં કાં તો લંબ ( $\perp$ ) અને સમાંતર ( $\parallel$ ) ધ્રુવીભવન માટેના કંપવિસ્તારો છે.

$\therefore$  તીવ્રતા =

$$= \left\{ |A_{\perp}^0|^2 + |A_{\parallel}^0|^2 \right\} [\sin^2(kx - \omega t)(1 + \cos^2\phi + 2\sin\phi) + \sin^2(kx - \omega t) \sin^2\phi]_{\text{સરેરાશ}}$$

$$= \left\{ |A_{\perp}^0|^2 + |A_{\parallel}^0|^2 \right\} \left( \frac{1}{2} \right) \cdot 2(1 + \cos\phi)$$

$$= 2|A_{\perp}^0|^2 \cdot (1 + \cos\phi) \quad \text{કારણ કે } |A_{\perp}^0|_{\text{સરેરાશ}} = |A_{\parallel}^0|_{\text{સરેરાશ}}$$

P સાથે :

ધારો કે  $A_{\perp}^2$  રોકી દીધેલ છે.

$$\begin{aligned} \text{તીવ્રતા} &= (A_{\parallel}^1 + A_{\parallel}^2)^2 + (A_{\perp}^1)^2 \\ &= |A_{\perp}^0|^2 (1 + \cos \phi) + |A_{\perp}^0|^2 \cdot \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_0 &= 4|A_{\perp}^0|^2 \\ &= \text{મુખ્ય (પ્રથમ) અધિકતમ પાસે પોલરાઈઝર સિવાય તીવ્રતા આપેલ છે.} \end{aligned}$$

પોલરાઈઝર સાથે મુખ્ય અધિકતમ પાસે તીવ્રતા,

$$\begin{aligned} &= |A_{\perp}^0|^2 \left(2 + \frac{1}{2}\right) \\ &= \frac{5}{8} I_0 \end{aligned}$$

પોલરાઈઝર સાથે પ્રથમ અધિકતમ પાસે તીવ્રતા,

$$\begin{aligned} &= |A_{\perp}^0|^2 (1 - 1) + \frac{|A_{\perp}^0|^2}{2} \\ &= \frac{I_0}{8} \end{aligned}$$

**10.20** પથ-તફાવત =  $2d \sin\theta + (\mu - 1)l$

$\therefore$  મુખ્ય મહત્તમ માટે,

$$2d \sin\theta + 0.5l = 0$$

$$\sin\theta_0 = \frac{-l}{4d} = \frac{-1}{16} \quad \left(\because l = \frac{d}{4}\right)$$

$$\therefore OP = D \tan\theta_0 \approx -\frac{D}{16}$$

પ્રથમ ન્યૂનતમ માટે,

$$\therefore 2d \sin\theta_1 + 0.5l = \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\sin\theta_1 = \frac{\pm\lambda/2 - 0.5l}{2d} = \frac{\pm\lambda/2 - \lambda/8}{2\lambda} = \pm \frac{1}{4} - \frac{1}{16}$$

ધન બાજુ પર,  $\sin \theta^+ = \frac{3}{16}$

ઋણ બાજુ પર,  $\sin \theta^- = -\frac{5}{16}$

ધન બાજુ પર પ્રથમ મુખ્ય અધિકતમનું અંતર,

$$D \tan \theta^+ = D \frac{\sin \theta^+}{\sqrt{1 - \sin^2 \theta}} = D \frac{3}{\sqrt{16^2 - 3^2}} \text{ ઓથી ઉપર તરફ.}$$

ઋણ બાજુ પર અંતર  $D \tan \theta^- = \frac{5}{\sqrt{16^2 - 5^2}}$  ઓની નીચે તરફ.

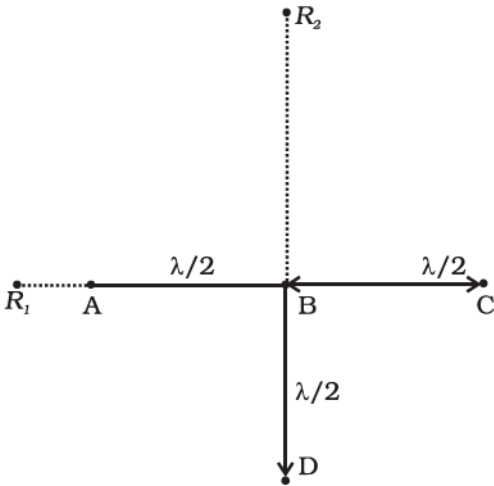
- 10.21** (i) A થી  $d$  અંતરે રહેલા  $R_1$  પાસે અંતરાય વિચારો.  $R_1$  પાસે A ને કારણે તરંગ  $y_A = a \cos \omega t$  લો. A અને B માંથી આવતા સંકેત (signal) માટે પથ-તફાવત,  $\frac{\lambda}{2}$  છે અને તેથી કળા-તફાવત  $\pi$  છે.

આથી,  $R_1$  પાસે B ને કારણે તરંગ,

$$y_B = a \cos(\omega t - \pi) = -a \cos \omega t$$

C અને A માંથી આવતા સિગ્નલનો પથ-તફાવત  $\lambda$  છે અને તેથી કળા-તફાવત  $2\pi$  છે. આથી,  $R_1$  પાસે C ને કારણે તરંગ  $y_C = a \cos \omega t$  છે.

D અને A માંથી આવતા સિગ્નલનો પથ-તફાવત,



$$\sqrt{d^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} - (d - \lambda/2)$$

$$= d \left(1 + \frac{\lambda}{4d^2}\right)^{1/2} - d + \frac{\lambda}{2}$$

$$= d \left(1 + \frac{\lambda^2}{8d^2}\right)^{1/2} - d + \frac{\lambda}{2}$$

જો  $d \gg \lambda$  હોય, તો પથ-તફાવત

$\sim \frac{\lambda}{2}$  અને તેથી કળા-તફાવત  $\pi$  થશે.

$$\therefore y_D = -a \cos \omega t$$

આમ,  $R_1$  પાસે પકડાતો (લેવામાં આવતો) સંકેત (signal)

$$y_A + y_B + y_C + y_D = 0$$

B માંથી  $R_2$  પાસે પકડાતો સંકેત (signal)  $y_B = a_1 \cos \omega t$ .

D પાસે અને B પાસે સિગ્નલ વચ્ચેનો પથ-તફાવત  $\frac{\lambda}{2}$  છે.

$$\therefore y_D = -a_1 \cos \omega t$$

A પાસે અને B પાસે સિગ્નલ વચ્ચેનો પથ-તફાવત

$$\sqrt{(d)^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} - d = d \left(1 + \frac{\lambda^2}{4d^2}\right)^{1/2} - d \sim \frac{1}{8} \frac{\lambda^2}{d^2}$$

$$\therefore 3 \text{ કળા-તફાવત } \frac{2\pi}{8\lambda} \cdot \frac{\lambda^2}{d^2} = \frac{\pi\lambda}{4d} = \phi \sim 0$$

$$\text{આથી, } y_A = a_1 \cos(\omega t - \phi)$$

$$\text{તે જ રીતે, } y_C = a_1 \cos(\omega t - \phi)$$

$\therefore R_2$  દ્વારા પકડાતો (લેવામાં આવતો) સંકેત

$$y_A + y_B + y_C + y_D = y = 2a_1 \cos(\omega t - \phi)$$

$$\therefore |y|^2 = 4a_1^2 \cos^2(\omega t - \phi)$$

$$\therefore \langle I \rangle = 2a_1^2$$

આથી,  $R_1$  મોટા સિગ્નલને પકડશે.

(ii) જો B ને બંધ કરવામાં આવે તો,

$$R_1 \text{ વડે પકડાતો સંકેત } y = a \cos \omega t$$

$$\therefore \langle I_{R_1} \rangle = \frac{1}{2} a^2$$

$$R_2 \text{ વડે પકડાતો સંકેત } y = a \cos \omega t$$

$$\therefore \langle I_{R_2} \rangle = \frac{1}{2} a^2$$

આમ,  $R_1$  અને  $R_2$  દ્વારા પકડાતો સંકેત સમાન હશે.

(c) જો D ને બંધ કરવામાં આવે તો,

$$R_1 \text{ વડે પકડાતો સંકેત, } y = a \cos \omega t$$

$$\therefore \langle I_{R_1} \rangle = \frac{1}{2} a^2$$

$$R_2 \text{ વડે પકડાતો સંકેત, } y = 3a \cos \omega t$$

$$\therefore \langle I_{R_2} \rangle = \frac{1}{2} 9a^2$$

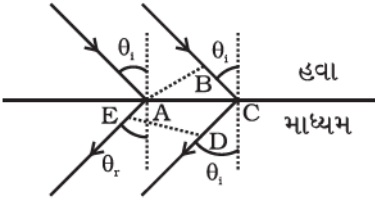
આમ,  $R_2$  વડે પકડાતો સંકેત એ  $R_1$  ની સરખામણીમાં મોટો હશે.

(iv) આમ,  $R_1$  પાસે સંકેત B ને બંધ કરવામાં આવેલ છે. તેમ દર્શાવશે અને  $R_2$  પાસે ઉન્નત (મોટું થયેલ) સિગ્નલ (સંકેત) દર્શાવશે કે D ને બંધ કરવામાં આવેલ છે.

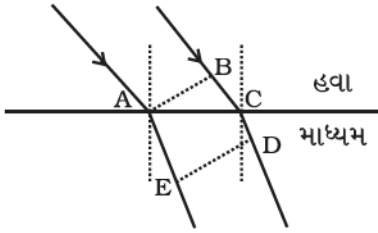
**10.22** (i) ધારો કે ધારણા સાચી છે, તેથી બે સમાંતર કિરણો આકૃતિ 1 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આગળ વધે છે. ED એ તરંગઅગ્ર દર્શાવે છે તેવું ધારતાં, તેનાં પરનાં બધાં જ બિંદુઓની કળા સમાન હશે. સમાન પ્રકાશીય પથલંબાઈ ધરાવતાં બધાં બિંદુઓ સમાન કળામાં જ હોવા જોઈએ.

$$\text{આમ, } -\sqrt{\epsilon_r \mu_r} AE = BC - \sqrt{\epsilon_r \mu_r} CD$$





આકૃતિ 1



આકૃતિ 2

$$\text{અથવા } BC = \sqrt{\epsilon_r \mu_r} (CD - AE)$$

$$BC > 0, CD > AE$$

ધારણા તર્કસંગત છે તેવું દર્શાવીએ. જો તેમ છતાં, પ્રકાશ સામાન્ય સંજોગોમાં સામાન્ય દ્રવ્ય તરીકે આગળ વધે છે. (દા.ત., ચોથા ચરણમાં, આકૃતિ 2)

$$\text{તેથી, } -\sqrt{\epsilon_r \mu_r} AE = BC - \sqrt{\epsilon_r \mu_r} CD$$

$$\text{અથવા } BC = \sqrt{\epsilon_r \mu_r} (CD - AE)$$

$$\text{આથી, } AE > CD, BC < 0$$

જે દર્શાવે છે કે આ શક્ય નથી.

આથી, ધારણા સાચી છે.

(ii) આકૃતિ 1 પરથી,

$$BC = AC \sin \theta_i \text{ અને } CD - AE = AC \sin \theta_r :$$

$$\text{આથી, } -\sqrt{\epsilon_r \mu_r} (AE - DC) = BC$$

$$-n \sin \theta_r = \sin \theta_i$$

**10.23**  $i$  ખૂણે આપાત થતું કિરણ વિચારો. આ કિરણનો થોડો ભાગ હવા-ફિલ્મ આંતર સપાટી પાસેથી પરાવર્તન પામશે અને થોડો ભાગ અંદર વક્રીભવન પામશે. ફિલ્મ-કાય આંતર સપાટી પાસેથી આ અંશત: પરાવર્તન પામશે અને થોડો (બાકીનો) ભાગ પ્રસરણ પામશે. પરાવર્તિત કિરણનો ભાગ ફિલ્મ-હવા આંતર સપાટી પાસેથી પરાવર્તન પામશે અને થોડો ભાગ  $r_2$  એ  $r_1$  ને સમાંતર રહે તેમ પ્રસરણ પામશે. અલબત્ત, ક્રમિક પરાવર્તનો અને પ્રસરણોમાં તરંગનો કંપવિસ્તાર સતત ઘટતો જશે. આથી, કિરણો  $r_1$  અને  $r_2$  નું વર્તન પ્રભાવી રહેશે. જો આપાત પ્રકાશ લેન્સ દ્વારા પ્રસરણ પામે તો,  $r_1$  અને  $r_2$  વિનાશક દબલ રચશે. A અને D પાસેથી બંને પરાવર્તનો ઓછાથી વધારે વક્રીભવનાંક તરફના હોય છે અને આથી, અહીં પરાવર્તનને લીધે કળાનો ફેરફાર હશે નહિ.  $r_2$  અને  $r_1$  વચ્ચેનો પ્રકાશીય પથ-તફાવત,

$$n(AD + CD) - AB \text{ છે.}$$

જો  $d$  એ ફિલ્મની જાડાઈ હોય, તો

$$AD = CD = \frac{d}{\cos r}$$

$$AB = AC \sin i$$

$$\frac{AC}{2} = d \tan r$$

$$\therefore AC = 2d \tan r$$

$$\text{આથી, } AB = 2d \tan r \sin i$$

આમ, પ્રકાશીય પથ-તફાવત,

$$2n \frac{d}{\cos r} - 2d \tan r \sin i$$

$$= 2 \cdot \frac{\sin i}{\sin r \cos r} d - 2d \frac{\sin r}{\cos r} \sin i$$

$$= 2d \sin \left[ \frac{1 - \sin^2 r}{\sin r \cos r} \right]$$

$$= 2nd \cos r$$

આ તરંગો માટે, વિનાશક દખલ (વ્યતીકરણ) માટે આ  $\frac{\lambda}{2}$  થવું જ જોઈએ.

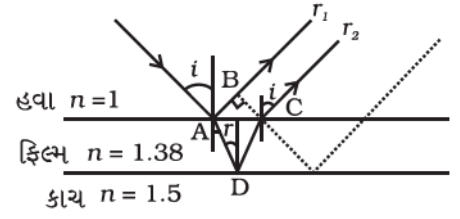
$$\Rightarrow 2nd \cos r = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{અથવા } nd \cos r = \frac{\lambda}{4}$$

કેમેરાના લેન્સ માટે, ઉદ્ગમો ઊર્ધ્વ સમતલમાં હોય છે અને આથી,  $i \simeq r \simeq 0$ .

$$\therefore nd \simeq \frac{\lambda}{4}$$

$$\Rightarrow d = \frac{5500 \text{ \AA}}{1.38 \times 4} \simeq 1000 \text{ \AA}$$



### પ્રશ્ન 11

- 11.1 (d)
- 11.2 (b)
- 11.3 (d)
- 11.4 (c)
- 11.5 (b)
- 11.6 (a)
- 11.7 (a)
- 11.8 (c)
- 11.9 (c), (d)
- 11.10 (a), (c)
- 11.11 (b), (c)
- 11.12 (a), (b), (c)
- 11.13 (b), (d)

$$11.14 \quad \lambda_p / \lambda_d = p_x / p_p = \frac{\sqrt{2m_\alpha E_\alpha}}{\sqrt{2m_p E_p}} = \sqrt{8} : 1$$

$$11.15 \quad (i) \quad E_{\max} = 2h\nu - \phi$$

(ii) એક જ ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા 2 ફોટોનના શોષણની સંભાવના ખૂબ જ ઓછી છે. આથી, આવા ઉત્સર્જન અવગણી શકાય. (નગણ્ય હોય છે.)

11.16 પ્રથમ કિસ્સામાં પૂરી પાડવામાં આવેલી ઊર્જા કરતાં ઓછી ઊર્જા આપવામાં આવી છે. બીજા કિસ્સામાં દ્રવ્યને એવી રીતે ઊર્જા પૂરી પાડવામાં આવી છે કે, જેથી ઉત્સર્જિત ફોટોન પાસે વધારે ઊર્જા હોય. આ સ્થિર પદાર્થોમાં બની શકતું નથી.

11.17 ના, મોટા ભાગના ઇલેક્ટ્રોન ધાતુમાં વિખેરાયેલા હોય છે. માત્ર થોડાક જ ધાતુની સપાટીમાંથી બહાર આવી જાય છે.

11.18 કુલ E અચળ છે.

X-કિરણ અને દૃશ્ય વિસ્તારના ફોટોનની સંખ્યા ધારો કે  $n_1$  અને  $n_2$  છે.

$$n_1 E_1 = n_2 E_2$$

$$n_1 \frac{hc}{\lambda_1} = n_2 \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{500}$$

11.19 વેગમાન ધાતુમાં રૂપાંતરિત (તબદીલ, transferred) થાય છે. સૂક્ષ્મ સ્તરે, પરમાણુ ફોટોનનું શોષણ કરે છે અને તેનું વેગમાન મુખ્યત્વે ન્યુક્લિયસ અને ઇલેક્ટ્રોનમાં રૂપાંતરિત થાય છે. ઉત્તેજિત ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થાય છે. ન્યુક્લિયસ અને ઇલેક્ટ્રોનમાં રૂપાંતરિત વેગમાનને ધ્યાનમાં લેવા માટે વેગમાન સંરક્ષણ જરૂરી છે.

$$11.20 \quad \text{મહત્તમ ઊર્જા} = h\nu - \phi$$

$$\left(\frac{1230}{600} - \phi\right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1230}{400} - \phi\right)$$

$$\phi = \frac{1230}{1200} = 1.02 \text{ eV}$$

$$11.21 \quad \Delta x \Delta p \simeq \hbar$$

$$\Delta p \simeq \frac{\hbar}{\Delta x} \simeq \frac{1.05 \times 10^{-34} \text{ Js}}{10^{-9} \text{ m}} = 1.05 \times 10^{-25}$$

$$E = \frac{p^2}{2m} = \frac{(1.05 \times 10^{-25})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} = \frac{1.05^2}{18.2} \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{1.05^2}{18.2 \times 1.6} \text{ eV}$$

$$= 3.8 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

11.22  $I = n_A n_A = n_B v_B$

$$\frac{n_A}{n_B} = 2 = \frac{v_B}{v_A}$$

B ના કિરણજૂથની આવૃત્તિ A ની આવૃત્તિ કરતાં બમણી હશે.

11.23  $p_c = |p_A| + |p_B| = \frac{h}{\lambda_A} + \frac{h}{\lambda_B} = \frac{h}{\lambda_c} = \frac{h}{\lambda_c}$

જો  $p_A, p_B > 0$  અથવા  $p_A, p_B < 0$

અથવા  $\lambda_c = \frac{\lambda_A \lambda_B}{\lambda_A + \lambda_B}$

જો  $p_A > 0, p_B < 0$  અથવા  $p_A < 0, p_B > 0$

$$p_c = h \frac{\lambda_B - \lambda_A}{|\lambda_A \cdot \lambda_B|} = \frac{h}{\lambda_c}$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda_B \cdot \lambda_A}{|\lambda_A - \lambda_B|}$$

11.24  $2d \sin\theta = \lambda = d = 10^{-10} \text{ m}$

$$p = \frac{h}{10^{-10}} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{10^{-10}} = 6.6 \times 10^{-24} \text{ kgms}^{-1}$$

$$E = \frac{(6.6 \times 10^{-24})^2}{2 \times (1.7 \times 10^{-27})} \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.6^2}{2 \times 1.7} \times 1.6 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

$$= 20.5 \times 10^{-2} \text{ eV} = 0.21 \text{ eV}$$

11.25  $6 \times 10^{26} \text{ Na}$  ના પરમાણુનું દ્રવ્યમાન 23 kg.

લક્ષ્યનું કદ =  $(10^{-4} \times 10^{-3}) = 10^{-7} \text{ m}^3$

સોડિયમની ઘનતા =  $(d) = 0.97 \text{ kg/m}^3$

$6 \times 10^{26} \text{ Na}$  પરમાણુનું કદ =  $\frac{23}{0.97} \text{ m}^3 = 23.7 \text{ m}^3$

Na ના 1 પરમાણુએ પ્રાપ્ત કરેલ કદ =  $\frac{23}{0.97 \times 6 \times 10^{26}} \text{ m}^3 = 3.95 \times 10^{-26} \text{ m}^3$

લક્ષ્યમાં સોડિયમ પરમાણુની સંખ્યા =  $\frac{10^{-7}}{3.95 \times 10^{-26}} = 2.53 \times 10^{18}$

$10^{-4} \text{ m}^2$  ના કિરણપુંજમાં ફોટોનની સંખ્યા/સેકન્ડ =  $n$

ઊર્જા પ્રતિ સેકન્ડ  $nh\nu = 10^{-4} \text{ J} \times 100 = 10^{-2} \text{ W}$

$$h\nu (\lambda = 660 \text{ nm માટે}) = \frac{1234.5}{600}$$

$$= 2.05 \text{ eV} = 2.05 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.28 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = \frac{10^{-2}}{3.28 \times 10^{-19}} = 3.05 \times 10^{16} / \text{s}$$

$$n = \frac{1}{3.2} \times 10^{17} = 3.1 \times 10^{16}$$

જો P એ પ્રતિ પરમાણુ ઉત્સર્જનની સંભાવના હોય, તો પ્રતિ ફોટોન, ઉત્સર્જિત ફોટો ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા/સેકન્ડ

$$= P \times 3.1 \times 10^{16} \times 2.53 \times 10^{18}$$

$$\text{પ્રવાહ} = P \times 3.1 \times 10^{16} \times 2.53 \times 10^{18} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ A}$$

$$= P \times 1.25 \times 10^{16} \text{ A}$$

આ 100  $\mu\text{A}$  જેટલું થવું જ જોઈએ અથવા

$$P = \frac{100 \times 10^{-6}}{1.25 \times 10^{16}}$$

$$\therefore P = 8 \times 10^{-21}$$

આમ, એક પરમાણુ પરથી એક ફોટોન વડે ફોટો ઉત્સર્જનની સંભાવના 1 કરતાં ખૂબ જ નાની છે. તેથી કરીને એક પરમાણુ વડે બે ફોટોનનું શોષણ નગણ્ય છે. (અવગણી શકાય છે.)

$$11.26 \text{ બાહ્ય ઊર્જા વડે થતું કાર્ય} = +\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{4} \int_d^\infty \frac{q^2}{x^2} dx = \frac{1}{4} \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d}$$

$$d = 0.1 \text{ nm સાથે, ઊર્જા} = \frac{(1.6 \times 10^{-19}) \times 9 \times 10^9}{4(10^{-10}) \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$= \frac{1.6 \times 9}{4} \text{ eV} = 3.6 \text{ eV}$$

11.27 (i) B માટે ઉચ્ચ આવૃત્તિએ સ્ટોપિંગ પોટેન્શિયલ = 0. આથી તેને ઊંચું (વધારે) વર્ક ફંક્શન હશે.

$$(ii) \text{ ઢાળ} = \frac{h}{e} = \frac{2}{(10-5) \times 10^{14}} \text{ A માટે}$$

$$= \frac{2.5}{(15-10) \times 10^{14}} \text{ B માટે}$$

$$h = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{5} \times 2 \times 10^{-14} = 6.04 \times 10^{-34} \text{ Js A માટે}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.5 \times 10^{-14}}{5} = 8 \times 10^{-34} \text{ Js B માટે}$$

જ્યાં સુધી  $h$  નાં મૂલ્યો (ગણતરી પરથી) જુદાં મળે છે. પ્રયોગ એ સૈદ્ધાંતિક (વાદ) સાથે સુસંગત નથી.

**11.28**  $m_A v = m_A v_1 + m_B v_2$

$$\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2$$

$$\therefore \frac{1}{2} m_A (v - v_1)(v + v_1) = \frac{1}{2} m_B v_2^2$$

$$\therefore v + v_1 = v_2$$

અથવા  $v = v_2 - v_1$

$$\therefore v_1 = \left( \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} \right) v \quad \text{અને} \quad v_2 = \left( \frac{2m_A}{m_A + m_B} \right) v$$

$$\therefore \lambda_{\text{પ્રારંભિક}} = \frac{h}{m_A v}$$

$$\lambda_{\text{અંતિમ}} = \frac{h}{m_A v} = \left| \frac{h(m_A + m_B)}{m_A(m_A - m_B)v} \right|$$

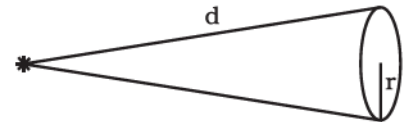
$$\therefore \Delta \lambda = \frac{h}{m_A v} \left[ \left| \frac{m_A + m_B}{m_A - m_B} \right| - 1 \right]$$

**11.29** (i)  $\frac{dN}{dt} = \frac{P}{(hc/\lambda)} = 5 \times 10^{19} / s$

(ii)  $\frac{hc}{\lambda} = 2.49 \text{ eV} > W_0 : \text{ હા}$

(iii)  $P \cdot \frac{\pi r^2}{4\pi d^2} \Delta t = W_0, \Delta t = 28.4 \text{ s}$

(iv)  $N = \left( \frac{dN}{dt} \right) \times \frac{\pi r^2}{4\pi d^2} \times \Delta t = 2$



## પ્રકરણ 12

- 12.1 (c)
- 12.2 (c)
- 12.3 (a)
- 12.4 (a)
- 12.5 (a)
- 12.6 (a)
- 12.7 (a)
- 12.8 (a), (c)
- 12.9 (a), (b)
- 12.10 (a), (b)
- 12.11 (b), (d)
- 12.12 (b), (d)
- 12.13 (c), (d)
- 12.14 આઈન્સ્ટાઈનની દ્રવ્ય-ઊર્જા સમતુલ્યતા  $E = mc^2$  આવે છે એટલે જ, H-પરમાણુનું દ્રવ્યમાન  $= m_p + m_e - \frac{B}{c^2}$ , જ્યાં,  $B \approx 13.6\text{eV}$  એ બંધનઊર્જા છે.
- 12.15 કારણ કે બંને ન્યુક્લિયસ ઇલેક્ટ્રોન કરતા ઘણાં ભારે છે.
- 12.16 કારણ કે ઇલેક્ટ્રોન ફક્ત વિદ્યુત ચુંબકીય રીતે જ આંતરક્રિયા કરે છે.
- 12.17 હા. બોહ્રનું સૂત્રમાં વિદ્યુતભારોના ગુણાકારનો સમાવેશ કરે છે એટલે.
- 12.18 ના, કારણ કે બોહ્રના મોડેલ પ્રમાણે,  $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$  અને જુદી-જુદી ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોન જુદી-જુદી કક્ષામાં હોવાથી  $n$  નાં જુદાં જુદાં મૂલ્યો આવે. એટલે જ કોણીય વેગમાન પણ જુદું-જુદું આવે કેમકે  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ .
- 12.19 બોહ્રના સૂત્ર  $E_n = -\frac{me^4}{8\epsilon_0 n^2 h^2}$  માં 'm' એ રિડ્યુસડ દ્રવ્યમાન છે. H-પરમાણુ માટે,  $m \approx m_e$ . પોઝિટ્રોનિયમ માટે  $m \approx \frac{m_e}{2}$ . એટલે જ, પોઝિટ્રોનિયમ માટે  $E_1 \approx -6.8\text{eV}$ .

**12.20**  $2e$  વિદ્યુતભાર ધરાવતા ન્યુક્લિયસ અને  $-e$  વિદ્યુતભાર ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોન માટે કક્ષાઓ

$E_n = -\frac{4me^4}{8\epsilon_0^2 n^2 h^2}$ . ધરા-અવસ્થામાં દરેક ઊર્જા  $E$  ધરાવતા બે ઇલેક્ટ્રોન હશે અને કુલ ધરા-અવસ્થા ઊર્જા  $-(4 \times 13.6) eV$  હશે.

**12.21**  $v =$  ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ

$a_0 =$  બોહ્ર ત્રિજ્યા

$\therefore$  એકમ સમયમાં પરિભ્રમણની સંખ્યા  $= \frac{2\pi a_0}{v}$

$\therefore$  વિદ્યુતપ્રવાહ  $= \frac{2\pi a_0}{v} e$

**12.22**  $v_{mn} = cRZ^2 \left[ \frac{1}{(n+p)^2} - \frac{1}{n^2} \right]$ ,

જ્યાં,  $m = n + p$ , ( $p = 1, 2, 3, \dots$ ) અને  $R =$  રીડબર્ગ અચળાંક

માટે  $p \ll n$ .

$$v_{mn} = cRZ^2 \left[ \frac{1}{n^2} \left( 1 + \frac{p}{n} \right)^{-2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

$$v_{mn} = cRZ^2 \left[ \frac{1}{n^2} - \frac{2p}{n^3} - \frac{1}{n^2} \right]$$

$$v_{mn} = cRZ^2 \frac{2p}{n^3} \approx \left( \frac{2cRZ^2}{n^3} \right) p$$

આથી,  $v_{mn}$  એ આશરે 1, 2, 3, ... ના ક્રમનો હોય છે.

**12.23** બામર શ્રેણીની  $H_\gamma$  રેખા એ  $n = 5$  થી  $n = 2$  ના સંક્રમણને અનુરૂપ છે. એટલે જ ધરા-અવસ્થા  $n = 1$  માં આવેલા ઇલેક્ટ્રોનને પહેલાં  $n = 5$  અવસ્થામાં મૂકવો પડશે. આને માટે જરૂરી ઊર્જા  $= E_1 - E_5 = 13.6 - 0.54 = 13.06 eV$ .

જો કોણીય વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય તો ફોટોનનું વેગમાન

$=$  ઇલેક્ટ્રોનના કોણીય વેગમાનનો ફેરફાર

$$= L_5 - L_2 = 5\hbar - 2\hbar = 3\hbar = 3 \times 1.06 \times 10^{-34}$$

$$= 3.18 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2/\text{s}$$

**12.24**  $H$  નું રિડ્યુસ્ડ દ્રવ્યમાન  $\mu_H = \frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{M}} \approx m_e \left( 1 - \frac{m_e}{M} \right)$



$$D \text{ નું રિડ્યુસ્ડ દ્રવ્યમાન } \mu_D = m_e \left(1 - \frac{m_e}{2M}\right) = m_e \left(1 - \frac{m_e}{2M}\right) \left(1 + \frac{m_e}{2M}\right)$$

$$h\nu_{ij} = (E_i - E_j) \propto \mu \text{ એટલે જ } \lambda_{ij} \propto \frac{1}{\mu}$$

જો હાઈડ્રોજન/ડ્યુટેરિયમ, તરંગલંબાઈ  $\lambda_H / \lambda_D$  હોય,

$$\frac{\lambda_D}{\lambda_H} = \frac{\mu_H}{\mu_D} = \left(1 + \frac{m_e}{2M}\right)^{-1} = \left(1 - \frac{1}{2 \times 1840}\right)$$

$$\lambda_D = \lambda_H \times (0.99973)$$

માટે રેખાઓ  $\rightarrow 1217.7 \text{ \AA}, 1027.7 \text{ \AA}, 974.04 \text{ \AA}, 951.143 \text{ \AA}.$

**12.25** ન્યુક્લિયર ગતિને ધ્યાનમાં રાખીને સ્થાયી અવસ્થાની ઊર્જાઓ

$$E_n = -\frac{\mu Z^2 e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n^2}\right) \text{ લેવાય.}$$

હાઈડ્રોજનના રિડ્યુસ્ડ દ્રવ્યમાનને  $\mu_H$  ડ્યુટેરિયમના રિડ્યુસ્ડ દ્રવ્યમાનને  $\mu_D$  લેતાં, હાઈડ્રોજનમાં લાયમન શ્રેણીની પ્રથમ રેખાની આવૃત્તિ માટે,

$$h\nu_H = \frac{\mu_H e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} \frac{\mu_H e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2}.$$

એટલે જ સંક્રાંતિની તરંગલંબાઈ  $\lambda_H = \frac{3}{4} \frac{\mu_H e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c}$ . ડ્યુટેરિયમને તે જ રેખા માટેની

$$\text{સંક્રાંતિની તરંગલંબાઈ } \lambda_D = \frac{3}{4} \frac{\mu_D e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c}.$$

$$\therefore \Delta\lambda = \lambda_D - \lambda_H$$

માટે પ્રતિશત તફાવત

$$100 \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_H} = \frac{\lambda_D - \lambda_H}{\lambda_H} \times 100 = \frac{\mu_D - \mu_H}{\mu_H} \times 100$$

$$= \frac{\frac{m_e M_D}{(m_e + M_D)} - \frac{m_e M_H}{(m_e + M_H)}}{m_e M_H / (m_e + M_H)} \times 100$$

$$= \left[ \left( \frac{m_e + M_H}{m_e + M_D} \right) \frac{M_D}{M_H} - 1 \right] \times 100$$

$m_e \ll M_H < M_D$  હોવાથી

$$\begin{aligned}
 \frac{\Delta\lambda}{\lambda_H} \times 100 &= \left[ \frac{M_H}{M_D} \times \frac{M_D}{M_H} \left( \frac{1+m_e/M_H}{1+m_e/M_D} \right) - 1 \right] \times 100 \\
 &= \left[ (1+m_e/M_H)(1+m_e/M_D)^{-1} - 1 \right] \times 100 \\
 &\simeq \left[ \left( 1 + \frac{m_e}{M_H} - \frac{m_e}{M_D} - 1 \right) \right] \times 100 \\
 &\approx m_e \left[ \frac{1}{M_H} - \frac{1}{M_D} \right] \times 100 \\
 &= 9.1 \times 10^{-31} \left[ \frac{1}{1.6725 \times 10^{-27}} - \frac{1}{3.3374 \times 10^{-27}} \right] \times 100 \\
 &= 9.1 \times 10^{-4} [0.5979 - 0.2996] \times 100 \\
 &= 2.714 \times 10^{-2} \%
 \end{aligned}$$

**12.26** H-પરમાણુના બિંદુવત્ ન્યુક્લિયસ માટે :

$$\text{ધરા-અવસ્થા : } mvr = \hbar, \frac{mv^2}{r_B} = -\frac{e^2}{r_B^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\therefore m \frac{\hbar^2}{m^2 r_B^2} \cdot \frac{1}{r_B} = + \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{1}{r_B^2}$$

$$\therefore \frac{\hbar^2}{m} \cdot \frac{4\pi\epsilon_0}{e^2} = r_B = 0.51 \text{ \AA}$$

સ્થિતિઊર્જા,

$$-\left( \frac{e^2}{4\pi r_0} \right) \cdot \frac{1}{r_B} = -27.2 \text{ eV};$$

$$\text{ગતિઊર્જા} = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} m \cdot \frac{\hbar^2}{m^2 r_B^2} = \frac{\hbar^2}{2mr_B^2} = +13.6 \text{ eV}$$

R ત્રિજ્યા ધરાવતા ગોળાકાર ન્યુક્લિયસ માટે,

જો  $R < r_B$  હોય, તો એ જ પરિણામ

જો  $R \gg r_B$  હોય, તો  $r'_B$  ત્રિજ્યા ધરાવતા ગોળાની અંદર ઈલેક્ટ્રોન ગતિ કરશે.

(જ્યાં,  $r'_B$  = નવી બોહ્ર ત્રિજ્યા)

$$\text{અંદરનો વિદ્યુતભાર } r'_B{}^4 = e \left( \frac{r'_B{}^3}{R^3} \right)$$

$$\therefore r'_B = \frac{\hbar^2}{m} \left( \frac{4\pi\epsilon_0}{e^2} \right) \frac{R^3}{r_B'^3}$$

$$r_B'^4 = (0.51 \text{ \AA}) \cdot R^3. \quad R = 10 \text{ \AA}$$

$$= 510 (\text{\AA})^4$$

$$\therefore r'_B \approx (510)^{1/4} \text{ \AA} < R$$

$$\text{ગતિઊર્જા} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m}{2} \cdot \frac{\hbar^2}{m^2 r_B'^2} = \frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{1}{r_B'^2}$$

$$= \left( \frac{\hbar^2}{2mr_B'^2} \right) \cdot \left( \frac{r_B'^2}{r_B'^2} \right) = (13.6 \text{ eV}) \frac{(0.51)^2}{(510)^{1/2}} = \frac{3.54}{22.6} = 0.16 \text{ eV}$$

$$\text{સ્થિતિઊર્જા} = + \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \cdot \left( \frac{r_B'^2 - 3R^2}{2R^3} \right)$$

$$= + \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r_B} \right) \cdot \left( \frac{r_B(r_B'^2 - 3R^2)}{R^3} \right)$$

$$= + (27.2 \text{ eV}) \left[ \frac{0.51(\sqrt{510} - 300)}{1000} \right]$$

$$= + (27.2 \text{ eV}) \cdot \left( \frac{-141}{1000} \right) = -3.83 \text{ eV}$$

**12.27** ન્યુક્લિયસ ભારે હોવાથી, પરમાણુનો રીકોઈલ (recoil) વેગમાન અવગણી શકાય અને તેની સંક્રાંતિની બધી જ ઊર્જા ઓગર ઇલેક્ટ્રોનને તબદીલ કરી લેવાય. Cr માં એક જ વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોવાથી, ઊર્જા-અવસ્થાઓ બોહ્ર મોડેલ વડે આપેલી વિચારી શકાય.  $n$  મી અવસ્થાની ઊર્જા  $E_n = -Z^2 R \frac{1}{n^2}$  જ્યાં,  $R$  એ રીડબર્ગ અચળાંક છે અને  $Z = 24$ .

2 થી 1 ની સંક્રાંતિમાં છૂટી પડેલી ઊર્જા

$$\Delta E = Z^2 R \left( 1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{4} Z^2 R.$$

$$n = 4 \text{ ઇલેક્ટ્રોનને બહાર કાઢવા માટેની ઊર્જા } E_4 = Z^2 R \frac{1}{16}.$$

માટે, ઓગર ઇલેક્ટ્રોનની ગતિઊર્જા,

$$\begin{aligned} \text{K.E.} &= Z^2 R \left( \frac{3}{4} - \frac{1}{16} \right) = \frac{1}{16} Z^2 R \\ &= \frac{11}{16} \times 24 \times 24 \times 13.6 \text{ eV} \\ &= 5385.6 \text{ eV} \end{aligned}$$

**12.28**  $m_p c^2 = 10^{-6} \times \text{ઇલેક્ટ્રોનનું દળ} \times c^2$

$$\begin{aligned} &\approx 10^{-6} \times 0.5 \text{ MeV} \\ &\approx 10^{-6} \times 0.5 \times 1.6 \times 10^{-13} \\ &\approx 0.8 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\frac{\hbar}{m_p c} = \frac{\hbar c}{m_p c^2} = \frac{10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.8 \times 10^{-19}} \approx 4 \times 10^{-7} \text{ m} \gg \text{બૉહ્ર ત્રિજ્યા}$$

$$|\mathbf{F}| = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r^2} + \frac{\lambda}{r} \right] \exp(-\lambda r)$$

જ્યાં,  $\lambda^{-1} = \frac{\hbar}{m_p c} \approx 4 \times 10^{-7} \text{ m} \gg r_B$

$$\therefore \lambda \ll \frac{1}{r_B} \quad \therefore \lambda r_B \ll 1$$

$$U(r) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\exp(-\lambda r)}{r}$$

$$mvr = \hbar \quad \therefore v = \frac{\hbar}{mr}$$

વળી,  $\frac{mv^2}{r} \approx \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \left[ \frac{1}{r^2} + \frac{\lambda}{r} \right]$

$$\therefore \frac{\hbar^2}{mr^3} = \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right) \left[ \frac{1}{r^2} + \frac{\lambda}{r} \right]$$

$$\therefore \frac{\hbar^2}{m} = \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right) [r + \lambda r^2]$$

$$\text{જો } \lambda = 0; r = r_B = \frac{\hbar}{m} \cdot \frac{4\pi\epsilon_0}{e^2}$$

$$\therefore \frac{\hbar^2}{m} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot r_B$$

$\lambda^{-1} \gg r_B$ , હોવાથી,  $r = r_B + \delta$  મૂકો.

$$\therefore r_B = r_B + \delta + \lambda(r_B^2 + \delta^2 + 2\delta r_B)$$

$$\text{અથવા } 0 = \lambda r_B^2 + \delta(1 + 2\lambda r_B)$$

$$\therefore \delta = \frac{-\lambda r_B^2}{1 + 2\lambda r_B} \approx \lambda r_B^2 (1 - 2\lambda r_B) = -\lambda r_B^2 \text{ જ્યારે } \lambda r_B \ll 1$$

$$\therefore V(r) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\exp(-\lambda\delta - \lambda r_B)}{r_B + \delta}$$

$$\therefore V(r) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r_B} \left[ \left(1 - \frac{\delta}{r_B}\right) \cdot (1 - \lambda r_B) \right]$$

$\cong (-27.2 \text{ eV})$  બદલાવું નથી.

$$\begin{aligned} \text{ગતિઊર્જા} &= -\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot \frac{\hbar^2}{mr^2} = \frac{\hbar^2}{2(r_B + \delta)^2} = \frac{\hbar^2}{2r_B^2} \left(1 - \frac{2\delta}{r_B}\right) \\ &= (13.6\text{eV})[1 + 2\lambda r_B] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{કુલ ઊર્જા} &= -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_B} + \frac{\hbar^2}{2r_B^2} [1 + 2\lambda r_B] \\ &= -27.2 + 13.6[1 + 2\lambda r_B] \text{ eV} \end{aligned}$$

$$\text{ઊર્જામાં થતો ફેરફાર} = 13.6 \times 2\lambda r_B \text{ eV} = 27.2 \lambda r_B \text{ eV}$$

**12.29**  $\epsilon = 2 + \delta$  લો.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{R_0^\delta}{r^{2+\delta}} = \wedge \frac{R_0^\delta}{r^{2+\delta}},$$

$$\begin{aligned} \text{જ્યાં, } \frac{q_1 q_2}{4\pi_0 \epsilon} &= \wedge, \wedge = (1.6 \times 10^{-19})^2 \times 9 \times 10^9 = 23.04 \times 10^{-29} \\ &= \frac{mv^2}{r} \end{aligned}$$

$$v^2 = \frac{\wedge R_0^\delta}{mr^{1+\delta}}$$

$$(i) \quad mvr = n\hbar, \therefore r = \frac{n\hbar}{mv} = \frac{n\hbar}{m} \left[ \frac{m}{\wedge R_0^\delta} \right]^{1/2} r^{1/2+\delta/2}$$

$$r \text{ માટે ઉકેલતા, } r_n = \left[ \frac{n^2 \hbar^2}{m \wedge R_0^\delta} \right]^{\frac{1}{1-\delta}} \text{ મળે.}$$

$$n = 1 \text{ માટે અને અચળાંકની કિંમત મૂકતાં, } r_1 = \left[ \frac{\hbar^2}{m \wedge R_0^\delta} \right]^{\frac{1}{1-\delta}}$$

$$r_1 = \left[ \frac{1.05^2 \times 10^{-68}}{9.1 \times 10^{-31} \times 2.3 \times 10^{-28} \times 10^{+19}} \right]^{\frac{1}{2.9}}$$

$$= 8 \times 10^{-11} = 0.08 \text{ nm } (< 0.1 \text{ nm})$$

$$(ii) \quad v_n = \frac{n\hbar}{mr_n} = n\hbar \left( \frac{m \wedge R_0^\delta}{n^2 \hbar^2} \right)^{\frac{1}{1-\delta}} \quad n = 1 \text{ માટે } v_1 = \frac{\hbar}{mr_1} = 1.44 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$(iii) \quad \text{ગતિઊર્જા} = \frac{1}{2}mv_1^2 = 9.43 \times 10^{-19} \text{ J} = 5.9 \text{ eV}$$

$$R_0 = -\frac{\wedge}{R_0} \text{ સુધી સ્થિતિઊર્જા :}$$

$$R_0 \text{ થી } r \text{ સુધી સ્થિતિઊર્જા} = +\wedge R_0^\delta \int_{R_0}^r \frac{dr}{r^{2+\delta}} = +\frac{\wedge R_0^\delta}{-1-\delta} \left[ \frac{1}{r^{1+\delta}} \right]_{R_0}^r$$

$$= -\frac{\wedge R_0^\delta}{1+\delta} \left[ \frac{1}{r^{1+\delta}} - \frac{1}{R_0^{1+\delta}} \right]$$

$$= -\frac{\wedge}{1+\delta} \left[ \frac{R_0^\delta}{r^{1+\delta}} - \frac{1}{R_0} \right]$$

$$\text{સ્થિતિઊર્જા} = -\frac{\wedge}{1+\delta} \left[ \frac{R_0^\delta}{r^{1+\delta}} - \frac{1}{R_0} + \frac{1+\delta}{R_0} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{સ્થિતિઊર્જા} &= -\frac{\wedge}{-0.9} \left[ \frac{R_0^{-1.9}}{r^{-0.9}} - \frac{1.9}{R_0} \right] \\ &= \frac{2.3}{0.9} \times 10^{-18} [(0.8)^{0.9} - 1.9] \text{ J} = -17.3 \text{ eV} \end{aligned}$$

$$\text{કુલ ઊર્જા} = (-17.3 + 5.9) = -11.4 \text{ eV}$$

### પ્રશ્ન 13

13.1 (c)

13.2 (b)

13.3 (b)

13.4 (a)

13.5 (a)

13.6 (b)

13.7 (b)

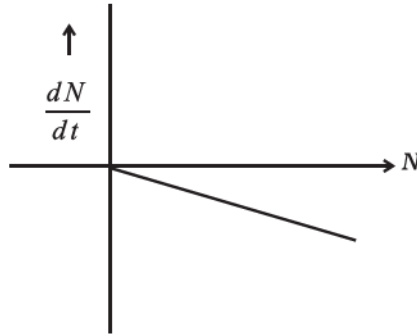
13.8 (a), (b)

13.9 (b), (d)

13.10 (c), (d)

13.11 ના,  $H_1^3$  ની બંધનઊર્જા વધુ હોય છે.

13.12



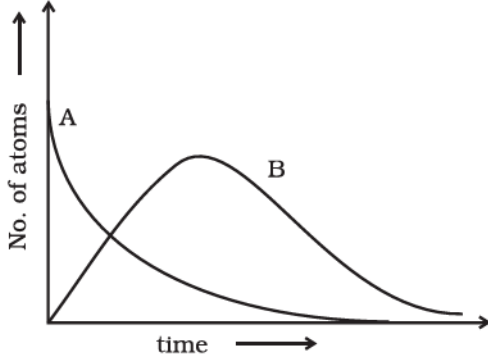
13.13 B માટે  $\lambda$  વધુ હોવાથી તેની સરેરાશ આયુ ટૂંકી થશે.

13.14 ઉત્તેજિત ઇલેક્ટ્રોન કારણ કે ઇલેક્ટ્રોનના ઊર્જા કક્ષાઓની ઊર્જા MeV નહિ પણ eV ની અવધિમાં હોય છે. જો કે,  $\gamma$ -વિકિરણની ઊર્જા MeV માં હોય છે.

**13.15** વેગમાનનું સંરક્ષણ કરવા માટે  $2\gamma$  ફોટોન ઉત્પન્ન થશે કે જે વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરશે.

**13.16** પ્રોટોન ધન ભારિત હોય છે અને તેઓ એકબીજાને વિદ્યુતીય રીતે અપાકર્ષે છે. 10 કે તેથી વધુ પ્રોટોન ધરાવતા ન્યુક્લિયસમાં આ અપાકર્ષણ એટલું વધી જાય છે કે તેમાં સ્થિરતા માટે ફક્ત આકર્ષણ બળ ઉત્પન્ન કરે તેવા વધારાના ન્યુટ્રોનની જરૂર પડે છે.

**13.17**



$t = 0$  સમયે  $N_A = N_0$  જ્યારે  $N_B = 0$ . સમયના વધારા સાથે,  $N_A$  ચરઘાતાંકીય રીતે ઘટશે અને B ના પરમાણુઓની સંખ્યા વધીને મહત્તમ થશે અને અંતે ઘટીને અનંત સમયે શૂન્ય બનશે (ચરઘાતાંકીય ક્ષયના નિયમને અનુસરીને.).

**13.18** 
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{R_0}{R}$$

$$= \frac{5760}{0.693} \ln \frac{16}{12} = \frac{5760}{0.693} \ln \frac{4}{3}$$

$$= \frac{5760}{0.693} \times 2.303 \log \frac{4}{3} = 2391.12 \text{ વર્ષ}$$

**13.19** એકબીજાથી  $d$  અંતરે આવેલી બે વસ્તુઓને સ્પષ્ટ રીતે અલગ જોવા માટેના સિગ્નલ (proving signal)ની તરંગલંબાઈ  $\lambda$  એ  $d$  કરતાં ઓછી હોવી જોઈએ. માટે જ, ન્યુક્લિઓનમાં જુદા ભાગોને શોધી કાઢવા, ઈલેક્ટ્રોનની તરંગલંબાઈ  $10^{-15} \text{ m}$  કરતાં ઓછી હોવી જોઈએ.

$$\lambda = \frac{h}{p} \text{ અને } K \approx pc \Rightarrow K \approx pc = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-15}} \text{ eV}$$

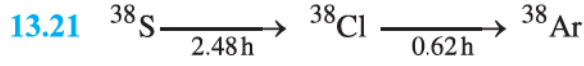
$$= 10^9 \text{ eV} = 1 \text{ GeV}$$

**13.20** (a)  ${}_{11}^{23}\text{Na} : Z_1 = 11, N_1 = 12$

$\therefore {}_{11}^{23}\text{Na}$  નો મીરર આઈસોબાર (સમભારિય) =  ${}_{12}^{23}\text{Mg}$

(b)  $Z_2 > Z_1$  હોવાથી, Mg ની બંધનઊર્જા Na કરતાં વધુ હોય છે.





$t$  સમયે,  ${}^{38}\text{S}$  ના સક્રિય ન્યુક્લિયસોની સંખ્યા  $N_1(t)$  અને  ${}^{38}\text{Cl}$  ના સક્રિય ન્યુક્લિયસોની સંખ્યા  $N_2(t)$  લો.

$$\frac{dN_1}{dt} = -\lambda_1 N_1 = {}^{38}\text{Cl} \text{ ના નિર્માણનો દર}$$

$$\text{વધુમાં } \frac{dN_2}{dt} = -\lambda_2 N_2 + \lambda_1 N_1$$

$$\text{પણ, } N_1 = N_0 e^{-\lambda_1 t}$$

$$\therefore \frac{dN_2}{dt} = -\lambda_1 N_0 e^{-\lambda_1 t} - \lambda_2 N_2$$

બંને બાજુએ  $e^{\lambda_2 t} dt$  નો ગુણાકાર કરતાં અને ફરીથી ગોઠવણી કરતાં,

$$e^{\lambda_2 t} dN_2 + \lambda_2 N_2 e^{\lambda_2 t} dt = \lambda_1 N_0 e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} dt$$

બંને બાજુ સંકલન કરતાં,

$$N_2 e^{\lambda_2 t} = \frac{N_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + C$$

$$t = 0 \text{ સમયે } N_2 = 0 \text{ હોવાથી } C = -\frac{N_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$\therefore N_2 e^{\lambda_2 t} = \frac{N_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} - 1)$$

$$\therefore N_2 = \frac{N_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

$$\text{મહત્તમ કાઉન્ટ માટે } \frac{dN_2}{dt} = 0$$

$$\text{ઉકેલ કરતા, } t = \left( \ln \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right) / (\lambda_1 - \lambda_2)$$

$$= \ln \frac{2.48}{0.62} / (2.48 - 0.62)$$

$$= \frac{\ln 4}{1.86} = \frac{2.303 \log 4}{1.86}$$

$$= 0.745 \text{ s}$$

13.22 ઊર્જાના સંરક્ષણ પરથી,

$$E - B = K_n + K_p = \frac{p_n^2}{2m} + \frac{p_p^2}{2m} \quad \dots(1)$$

વેગમાનના સંરક્ષણ પરથી,

$$p_n + p_p = \frac{E}{c} \quad \dots(2)$$

જો  $E = B$  લઈએ તો પ્રથમ સમીકરણ પરથી  $p_n = p_p = 0$  અને તેથી દ્વિતીય સમીકરણ ન સંતોષાય અને તે પ્રક્રિયા થઈ શકે નહિ.

પ્રક્રિયાને સંભવ થવા માટે,  $E = B + \lambda$  લો, જ્યાં  $\lambda \ll B$ .

પછી, સમીકરણ (2)માંથી  $p_n$  ને સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

$$\lambda = \frac{1}{2m}(p_p^2 + p_n^2) = \frac{1}{2m}(p_p^2 + (p_p - E/c)^2)$$

$$\therefore 2p_p^2 - \frac{2E}{c}p_p + \left(\frac{E^2}{c^2} - 2m\lambda\right) = 0$$

$$\therefore p_p = \frac{2E/c \pm \sqrt{4E^2/c^2 - 8\left(\frac{E^2}{c^2} - 2m\lambda\right)}}{4}$$

$p_p$  ને વાસ્તવિક હોવા માટે નિશ્ચાયક ધન હોવો જોઈએ.

$$\text{તેથી, } \frac{4E^2}{c^2} - 8\left(\frac{E^2}{c^2} - 2m\lambda\right) = 0$$

$$\text{અથવા } 16m\lambda = \frac{4E^2}{c^2}, \therefore \lambda = \frac{E^2}{4mc^2} \approx \frac{B^2}{4mc^2}.$$

**13.23** H-પરમાણુની બંધનઊર્જા  $E = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV}$  ... (1)

જો પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન દરેકનો વિદ્યુતભાર  $e'$  હોય અને તેઓ સમાન વિદ્યુતબળથી દોરવાના હોય, તો ઉપરના સમીકરણમાં ઈલેક્ટ્રોનના દ્રવ્યમાન  $m$  ને બદલે પ્રોટોન-ન્યુટ્રોનનું રિડ્યુસડ દ્રવ્યમાન  $m'$  અને ઈલેક્ટ્રોનના વિદ્યુતભાર  $e$  ને બદલે  $e'$  લેતાં,

$$m' = \frac{M}{2} = \frac{1836m}{2} = 918m$$

$$\therefore \text{બંધનઊર્જા} = \frac{918me'^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 2.2 \text{ MeV (આપેલ)} \dots (2)$$

(2) ને (1) વડે ભાગતાં,

$$918\left(\frac{e'}{e}\right)^4 = \frac{2.2 \text{ MeV}}{13.6 \text{ eV}}$$

$$\Rightarrow \frac{e'}{e} \approx 11$$

13.24  $\beta$  ક્ષય પહેલાં, ન્યુટ્રોન સ્થાયી હોય છે, માટે  $E_n = m_n c^2, p_n = 0$

$\beta$  ક્ષય પછી, વેગમાનના સંરક્ષણ પરથી,

$$p_n = p_p + p_e \text{ અથવા}$$

$$p_p + p_e = 0 \Rightarrow |p_p| = |p_e| = p$$

$$\text{વળી, } E_p = (m_p^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$E_e = (m_e^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}} = (m_e^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}}$$

ઊર્જાના સંરક્ષણ પરથી,

$$(m_p^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}} + (m_e^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}} = m_n c^2$$

$$m_p c^2 \approx 936 \text{ MeV}, m_n c^2 \approx 938 \text{ MeV}, m_e c^2 = 0.51 \text{ MeV}$$

$n$  અને  $p$  વચ્ચેનો ઊર્જા-તફાવત નાનો હોવાથી,  $pc$  નાનું હશે.  $pc \ll m_p c^2$  જ્યારે,  $pc$  એ  $m_e c^2$  કરતા વધુ હોઈ શકે.

$$\Rightarrow m_p c^2 + \frac{p^2 c^2}{2m_p c^2} \approx m_n c^2 - pc$$

$$\text{પ્રથમ ક્રમ પર } pc \approx m_n c^2 - m_p c^2 = 938 \text{ MeV} - 936 \text{ MeV} = 2 \text{ MeV}$$

આ વેગમાન આપે છે.

$$\text{પછી, } E_p = (m_p^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{936^2 + 2^2} \approx 936 \text{ MeV}$$

$$E_e = (m_e^2 c^4 + p^2 c^2)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{(0.51)^2 + 2^2} \approx 2.06 \text{ MeV}$$

13.25 (i)  $t_{1/2} = 40 \text{ min}$  (આશરે)

(ii) આલેખનો ઢાળ =  $-\lambda$

$$\text{તેથી, } \lambda = -\left(\frac{-4.16 + 3.11}{1}\right) = 1.05 \text{ h}$$

$$\text{તેથી, } t_{1/2} = \frac{0.693}{1.05} = 0.66 \text{ h}$$

$$= 39.6 \text{ min અથવા } 40 \text{ min (આશરે)}$$

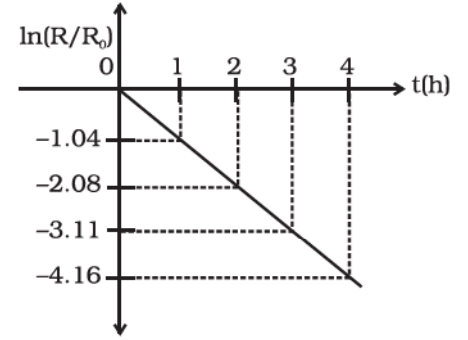
$$\begin{aligned} 13.26 \text{ (i) } S_{pSn} &= (M_{119,70} + M_H - M_{120,70}) c^2 \\ &= (118.9058 + 1.0078252 - 119.902199) c^2 \\ &= 0.0114362 c^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{pSb} &= (M_{120,70} + M_H - M_{121,70}) c^2 \\ &= (119.902199 + 1.0078252 - 120.903822) c^2 \\ &= 0.0059912 c^2 \end{aligned}$$

$S_{pSn} > S_{pSb}$  હોવાથી Sn નો ન્યુક્લિયસ Sb ના ન્યુક્લિયસ કરતાં વધુ સ્થાયી છે.

(ii) આ દર્શાવે છે કે ન્યુક્લિયસનું શેલ માળખું (shell structure) એ પરમાણુના શેલ માળખાને સમાન છે.

આ, બંધનઊર્જા/ન્યુક્લિઓનના વક્રમાં મળતા શિખરો (peaks)ની સમજૂતી પણ આપે છે.

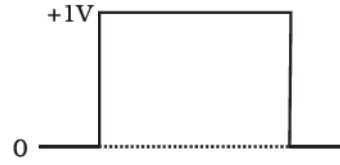


## પ્રકરણ 14

- 14.1 (d)  
 14.2 (b)  
 14.3 (b)  
 14.4 (d)  
 14.5 (b)  
 14.6 (c)  
 14.7 (b)  
 14.8 (c)  
 14.9 (a), (c)  
 14.10 (a), (c)  
 14.11 (b), (c), (d)  
 14.12 (b), (c)  
 14.13 (a), (b), (d)  
 14.14 (b), (d)  
 14.15 (a), (c), (d)  
 14.16 (a), (d)

- 14.17** ડોપિંગ પરમાણુની સાઈઝ એવી હોવી જોઈએ કે, જેથી તે શુદ્ધ અર્થવાહકના લેટિસ બંધારણને વિકૃતિ ન કરે તથા તે Si કરે. Ge સાથે સહસંયોજક-બંધ બનાવવા માટે સહેલાઈથી વિદ્યુતભાર વાહકોને ફાળો આપે.
- 14.18** તેમના પરમાણુની સાઈઝને અનુરૂપ Sn માટે ઊર્જા ગેપ 0 eV, C માટે 5.4 eV, Si માટે 1.1 eV અને Ge માટે 0.7eV છે.
- 14.19** ના, કારણ કે વોલ્ટમિટરનો અવરોધ જંક્શનના અવરોધની સરખામણીમાં ઘણો વધારે હોવો જોઈએ, જ્યારે અહીં જંક્શનનો અવરોધ લગભગ અનંત છે.

**14.20**



- 14.21** (i)  $10 \times 20 \times 30 \times 10^{-3} = 6V$
- (ii) જો dc સપ્લાય વોલ્ટેજ 5V હોય, તો આઉટપુટ પીક  $V_{cc} = 5V$  થી વધારે ન હોઈ શકે. તેથી,  $V_0 = 5V$ .
- 14.22** ના, વિવર્ધિત આઉટપુટ માટે જરૂરી વધારાનો પાવર DC સ્રોત પાસેથી મેળવવામાં આવે છે.
- 14.23** (i) ઝેનર જંક્શન ડાયોડ અને સોલર સેલ
- (ii) ઝેનર બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ
- (iii) Q-શોર્ટસર્કિટ પ્રવાહ
- P-ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ

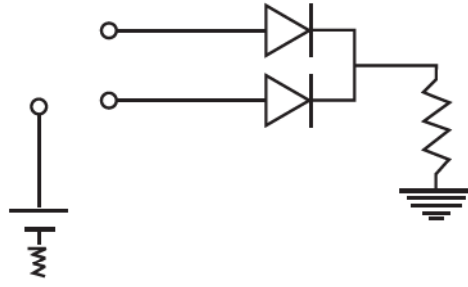
**14.24** આપાત પ્રકાશના ફોટોનની ઊર્જા

$$hv = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.06 \text{ eV}$$

ફોટો ડાયોડ દ્વારા આપાત વિકિરણની પરખ થઈ શકે તે માટે આપાત વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જા બેન્ડગેપ ઊર્જા કરતાં વધુ હોવી જોઈએ. આ હકીકત ફક્ત  $D_2$  માટે સાચી છે. તેથી, ફક્ત  $D_2$  ડાયોડ વિકિરણની પરખ કરી શકશે.

- 14.25**  $I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_1}$ . જો  $R_1$  નું મૂલ્ય વધશે, તો  $I_B$  ઘટશે. હવે  $I_C = \beta I_B$  હોવાથી પરિણામ સ્વરૂપે  $I_C$  ઘટશે એટલે કે એમિટર અને વોલ્ટમિટરનાં અવલોકનોમાં ઘટાડો થશે.

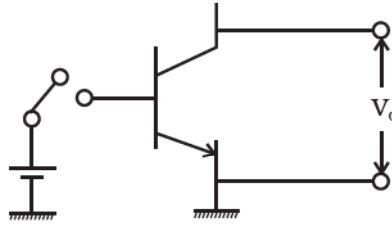
14.26



OR gate નીચે દર્શાવેલ ટ્રુથ ટેબલ પ્રમાણે આઉટપુટ આપે છે :

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

14.27



ઈનપુટ	આઉટપુટ
A	A
0	1
1	0

14.28 તત્ત્વ અર્ધવાહકો (elemental semi-conductor's)ની બેન્ડ ગેપ એવી હોય છે કે જેથી ઉત્સર્જન IR ક્ષેત્રમાં થાય.

14.29 ટ્રુથ ટેબલ

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND ગેટ

14.30  $I_{Zmax} = \frac{P}{V_Z} = 0.2 \text{ A} = 200\text{mA}$

$R_S = \frac{V_s - V_Z}{I_{Zmax}} = \frac{2}{0.2} = 10 \Omega$

- 14.31**  $I_3$  શૂન્ય છે કારણ કે તે શાખામાં રહેલો ડાયોડ રિવર્સ બાયસમાં છે. શાખામાં AB અને EF દરેકમાં રહેલો અવરોધ

$$(125 + 25)\Omega = 150\Omega.$$

AB અને EF સમાન અને સમાંતર શાખાઓ હોવાથી તેમનો અસરકારક અવરોધ

$$\frac{150}{2} = 75\Omega.$$

$$\therefore \text{પરિપથનો કુલ અવરોધ} = (75 + 25)\Omega = 100\Omega$$

$$\therefore \text{પ્રવાહ } I_1 = \frac{5}{100} = 0.05\text{ A}$$

AB અને EF ના અવરોધો હોવાથી તથા  $I_1 = I_2 + I_3 + I_4$ ,  $I_3 = 0$

$$\therefore I_2 = I_4 = \frac{0.05}{2} = 0.025\text{ A}$$

- 14.32**  $V_{be} = 0$  હોવાથી,  $R_b$  ના બે છેડા વચ્ચે વોલ્ટેજ ડ્રોપ 10V મળશે.

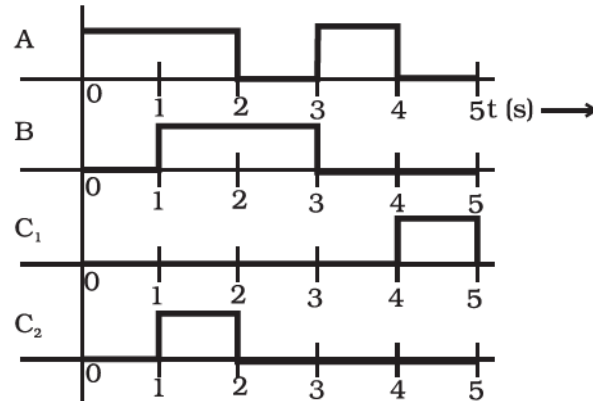
$$\therefore I_b = \frac{10}{400 \times 10^3} = 25\mu\text{A}$$

હવે,  $V_{ce} = 0$ ,  $R_c$  ના બે છેડા વચ્ચે વોલ્ટેજ ડ્રોપ, i.e.  $I_c R_c = 10\text{V}$ .

$$\therefore I_c = \frac{10}{3 \times 10^3} = 3.33 \times 10^{-3} = 3.33\text{ mA}$$

$$\therefore \beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{3.33 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-6}} = 1.33 \times 10^2 = 133$$

- 14.33**



- 14.34** આઉટપુટ લાક્ષણિકતા પરથી બિંદુ Q પાસે  $V_{CE} = 8\text{V}$  અને  $I_C = 4\text{ mA}$

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

$$R_c = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$$

$$R_c = \frac{16 - 8}{4 \times 10^{-3}} = 2 \text{ K}\Omega$$

હવે,

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$$

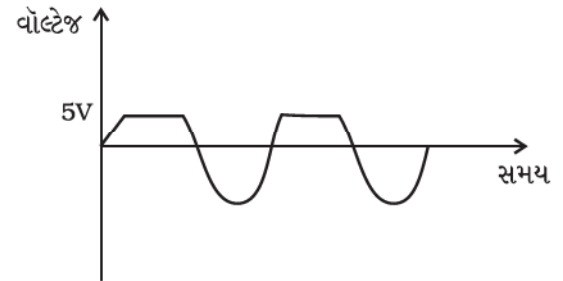
$$R_B = \frac{16 - 0.7}{30 \times 10^{-6}} = 510 \text{ K}\Omega$$

$$\text{તથા } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-6}} = 133$$

$$\begin{aligned} \text{વોલ્ટેજ ગેઈન} &= A_V = -\beta \frac{R_C}{R_B} \\ &= -133 \times \frac{2 \times 10^3}{510 \times 10^3} \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{પાવર ગેઈન} &= A_P = \beta \times A_V \\ &= -\beta^2 \frac{R_C}{R_B} \\ &= (133)^2 \times \frac{2 \times 10^3}{510 \times 10^3} \\ &= 69 \end{aligned}$$

- 14.35** જ્યારે ઈનપુટ વોલ્ટેજ 5V કરતાં વધારે હશે. ડાયોડમાંથી પ્રવાહ વહેશે.  
જ્યારે ઈનપુટ 5V કરતાં ઓછા હશે.  
ડાયોડ એક ખૂલ્લો પરિપથ હશે.



- 14.36** (i) 'n' વિસ્તારમાં As ને કારણે  $e^-$  ની સંખ્યા,  
 $n_e = N_D = 1 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{28}$  પરમાણુ/m<sup>3</sup>  
 $n_e = 5 \times 10^{22}$ /m<sup>3</sup>  
માઈનોરિટી કેરિયર (હોલ)ની સંખ્યા,



$$n_h = \frac{n_i^2}{n_e} = \frac{(1.5 \times 10^{16})^2}{5 \times 10^{22}} = \frac{2.25 \times 10^{32}}{5 \times 10^{22}}$$

$$n_h = 0.45 \times 10^{10}/\text{m}^3$$

આ જ રીતે, બોરોનનું ડોપિંગ કરવામાં આવે છે ત્યારે 'p' પ્રકાર રચાય છે, જેમાં

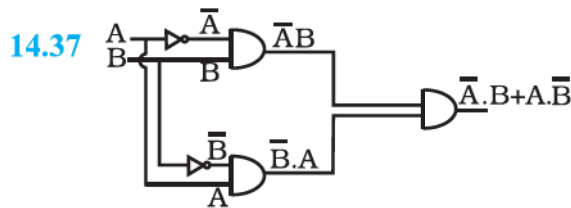
$$\begin{aligned} n_h &= N_A = 200 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{28} \\ &= 1 \times 10^{25}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

જે 'n' પ્રકારની વેફરમાં રહેલા  $e^-$  ની સંખ્યાની સરખામણીમાં ખૂબ જ વધારે છે. જેમાં બોરોન ડિક્યુઝ કરવામાં આવે છે.

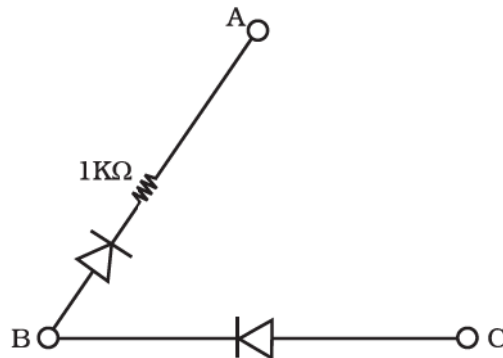
તેથી આ રીતે બનાવેલ 'p' ક્ષેત્રમાં માઈનોરિટી કેરિયરની સંખ્યા,

$$\begin{aligned} n_e &= \frac{n_i^2}{n_h} = \frac{2.25 \times 10^{32}}{1 \times 10^{25}} \\ &= 2.25 \times 10^7/\text{m}^3 \end{aligned}$$

(ii) આમ, જ્યારે રિવર્સ બાયસ કરવામાં આવે ત્યારે 'n' વિસ્તારમાં રહેલા  $0.45 \times 10^{10}/\text{m}^3$ , હોલ, p-વિસ્તારમાં રહેલા માઈનોરિટી  $e^- 2.25 \times 10^7/\text{m}^3$  ની સરખામણીમાં રિવર્સ સેચ્યુરેશન પ્રવાહમાં વધારે ફાળો આપશે.



14.38



$$14.39 \quad I_C \approx I_E \quad \therefore I_C (R_C + R_E) + V_{CE} = 12 \text{ V}$$

$$R_E = 9 - R_C = 1.2 \text{ K}\Omega$$

$$\therefore V_E = 1.2 \text{ V}$$

$$V_B = V_E + V_{BE} = 1.7 \text{ V}$$

$$I = \frac{V_B}{20\text{K}} = 0.085 \text{ mA}$$

$$R_B = \frac{12 - 1.7}{I_C/\beta + 0.085} = \frac{10.3}{0.01 + 1.085} = 108 \text{ K}\Omega$$

$$14.40 \quad I_E = I_C + I_B \quad I_C = \beta I_B \quad \dots(1)$$

$$I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E = V_{CC} \quad \dots(2)$$

$$R I_B + V_{BE} + I_E R_E = V_{CC} \quad \dots(3)$$

સમીકરણ (3) પરથી,  $I_e \approx I_C = \beta I_B$

$$(R + \beta R_E) = V_{CC} - V_{BE}, \quad I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R + \beta R_E} = \frac{11.5}{200} \text{ mA}$$

સમીકરણ (2) પરથી,

$$R_C + R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{\beta I_B} = \frac{2}{11.5} (12 - 3) \text{ K}\Omega = 1.56 \text{ K}\Omega$$

$$R_C = 1.56 - 1 = 0.56 \text{ K}\Omega$$

## પ્રશ્નપત્રની રચના

ભૌતિકવિજ્ઞાન

ધોરણ XII

સમય : ત્રણ કલાક

મહત્તમ ગુણ : 70 / 100

પ્રશ્નપત્રનાં વિવિધ પરિમાણો ઉપર ભારાંક અથવા ગુણભાર નીચે પ્રમાણે હશે :

### A. પ્રકરણ/યુનિટના ગુણભાર : (NCERT/GSEB અનુસાર)

ક્રમ	યુનિટ	ગુણ	
		NCERT	GSEB
1.	સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્ર પ્રવાહ વિદ્યુત	15	24
2.	વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો અને ચુંબકત્વ. વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને એ.સી. પ્રવાહ	16	26
3.	વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો પ્રકાશ શાસ્ત્ર	17	25
4.	વિકિરણ અને દ્રવ્યનો દ્વૈત સ્વભાવ પરમાણુ અને ન્યુક્લિઅસ	10	18
5.	સેમીકન્ડક્ટ ઈલેક્ટ્રોનિક્સ કમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ	12	07
	<b>કુલ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

### B. પ્રશ્નોના ગુણભાર : (NCERT/GSEB અનુસાર)

ક્રમ	પ્રશ્નો પ્રકાર	દરેક પ્રશ્નના ગુણ		કુલ પ્રશ્નો		કુલ ગુણ	
		NCERT	GSEB	NCERT	GSEB	NCERT	GSEB
1.	હેતુલક્ષી પ્રશ્નો VSA / O	01	01	08	50	08	50
2.	ટૂંકજવાબી પ્રશ્ન SA (I)	02	02	10	08	20	16
3.	ટૂંકજવાબી પ્રશ્ન SA (II)	03	03	09	06	27	18
4.	લાંબા પ્રશ્નો (LA)	05	04	03	04	15	16
	<b>કુલ</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>30</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

- એક ગુણનો પ્રશ્ન, અતિટૂંકમાં ઉત્તર અથવા માત્ર એક વિકલ્પ સાચો હોય તેવા બહુવિકલ્પ પ્રકારના પ્રશ્ન હોઈ શકે.
- બે ગુણનો પ્રશ્ન, ટૂંકમાં ઉત્તર અથવા એકથી વધુ વિકલ્પ સાચા હોય તેવા બહુવિકલ્પ પ્રશ્ન હોઈ શકે.

### C. વિકલ્પો માટેનું માળખું :

- વિકલ્પો સમગ્રયતા નથી.
- કેટલાક પ્રશ્નોમાં આંતરિક વિકલ્પો ચોક્કસ પસંદગીનાં ધોરણે (અથવા કોઈ પ્રકાર માટે) છે.

D. પ્રશ્નોના કઠિનતા મૂલ્ય મુજબ ગુણભારાંક :

ક્રમ	અંદાજિત કઠિતાનું સ્તર	ટકાવારી
1.	સરળ	15
2.	મધ્યમ	70
3.	મુશ્કેલ	15

નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર I  
Blue Print (NCERT મુજબ રૂપરેખા)

	વિષય	VSA (1 ગુણ)	SA II (2 ગુણ)	SA I (3 ગુણ)	LA (5 ગુણ)	કુલ
I	સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્ર	1 (1)	4 (2)	3 (1)	—	8 (4)
II	પ્રવાહવિદ્યુત	1 (1)	—	6 (2)	—	7 (3)
III	વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર અને ચુંબકત્વ	1 (1)	2 (1)	—	5 (1)	8 (3)
IV	વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને AC પ્રવાહ	1 (1)	2 (1)	—	5 (1)	8 (3)
V	વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો	1 (1)	2 (1)	—	—	3 (2)
VI	કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર / તરંગ પ્રકાશશાસ્ત્ર	—	—	9 (3)	5 (1)	14 (4)
VII	વિકિરણનો દ્વેત સ્વભાવ અને દ્રવ્ય	—	4 (2)	—	—	4 (2)
VIII	પરમાણુ અને ન્યુક્લિયસ	1 (1)	2 (1)	3 (1)	—	6 (3)
IX	સેમિકન્ડક્ટર ઈલેક્ટ્રોનિક્સ	2 (2)	2 (1)	3 (1)	—	7 (4)
X	કોમ્પ્યુનિકેશન સિસ્ટમ	—	2 (1)	3 (1)	—	5 (2)
	કુલ	8 (8)	20 (10)	27 (9)	15 (3)	70 (30)

## નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર-I

ભૌતિકવિજ્ઞાન XII (NCERT મુજબ)

સમય : ત્રણ કલાક

ગુણ : 70

સામાન્ય સૂચનાઓ :

- બધા પ્રશ્નો ફરજિયાત છે.
- કુલ 30 પ્રશ્નો છે. પ્રશ્ન 1 થી 8 પ્રત્યેકના 1 ગુણ છે. પ્રશ્ન 9 થી 18 દરેકના 2 ગુણ છે. પ્રશ્ન 19 થી 27 દરેકના 3 ગુણ છે અને પ્રશ્ન 28 થી 30 દરેક પ્રશ્નના 5 ગુણ છે.
- આ પ્રશ્નપત્રમાં દરેક પ્રશ્નોમાં વિકલ્પ નથી. તેમ છતાં, 5 ગુણના ત્રણેય પ્રશ્નોમાં આંતરિક વિકલ્પ આપવામાં આવ્યા છે. આ પ્રશ્નોમાં તમારે કોઈ પણ એક વિકલ્પનો જ ઉત્તર લખવાનો છે.
- કેલ્ક્યુલેટરનો ઉપયોગ કરી શકાશે નહિ.
- તમેને જરૂર જણાય ત્યાં નીચેનાં ભૌતિક અચળાંકોનો ઉપયોગ કરી શકો છો :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

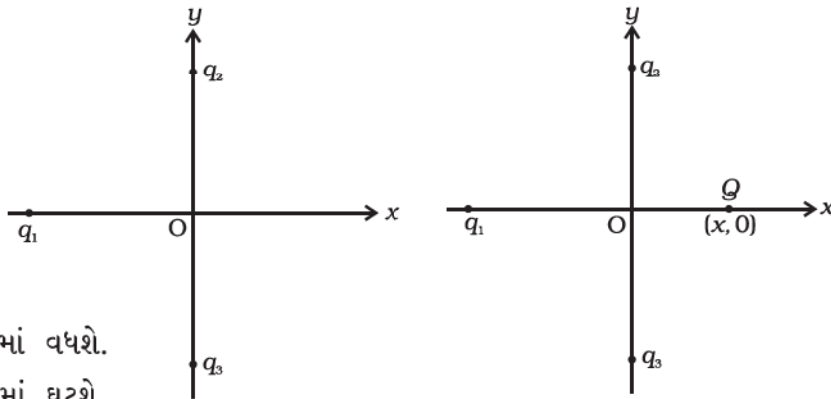
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} \text{ (બોલ્ટ્ઝમેનનો અચળાંક)}$$

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mole (એવોગેડ્રો અંક)}$$

$$m_p = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg (ન્યુટ્રોનનું દળ)}$$

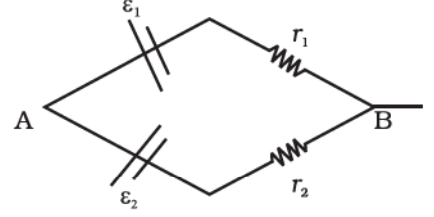
- બે ધન વીજભારો  $q_2$  અને  $q_3$  ને  $y$ -અક્ષ પર મૂકેલા છે. તેમના કારણે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે  $X$ -અક્ષ પર રાખેલા વીજભાર  $q_1$  પર પરિણામી બળ  $+x$  દિશામાં લાગે છે. જો ધન વીજભાર  $Q$  ને  $(x, 0)$ , પાસે ઉમેરવામાં આવે તો  $q_1$  પર લાગતું બળ...



- ધન- $x$  દિશામાં વધશે.
- ધન- $x$  દિશામાં ઘટશે.
- ઋણ- $x$  દિશા તરફ લાગશે.
- વધશે પરંતુ દિશામાં ફેરફાર થશે, કારણ કે  $Q$  એ  $q_2$  અને  $q_3$  સાથે આંતરક્રિયા કરશે.

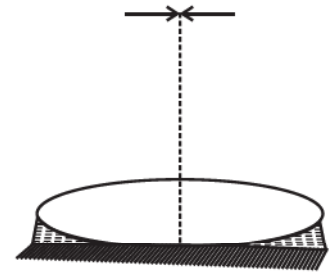
2. બે બેટરીઓના emf  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  ( $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ ) અને આંતરિક અવરોધો અનુક્રમે  $r_1$  અને  $r_2$  છે. તેમને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સમાંતર જોડેલી છે.

- (a) બંને બેટરીનું સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  ની વચ્ચે હશે. i.e.  $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_{eq} < \mathcal{E}_2$ .
- (b) સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_1$  કરતાં ઓછું હશે.
- (c) હંમેશાં સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$  હશે.
- (d)  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $r_1$  અને  $r_2$  થી સ્વતંત્ર હશે.



3. પ્રોટોનનું સ્પિન અને તેની ચુંબકીય ચાકમાત્રા ઈલેક્ટ્રોનના જેવી જ છે, તો દ્રવ્યના ચુંબકત્વ માટે તેની અસરને કેમ અવગણવામાં આવે છે ?
4. જો LC પરિપથને આવર્ત દોલનો કરતા સ્પ્રિંગ-બ્લોકના તંત્રને સમતુલ્ય ગણવામાં આવે, તો LC પરિપથની કઈ ઊર્જાને સ્થિતિઊર્જા સમાન અને કઈ ઊર્જાને ગતિઊર્જાને સમાન ગણી શકાય ?
5. એક કેપેસિટર સાથે ચલ આવૃત્તિવાળા ac ઉદ્દગમને જોડેલ છે. આવૃત્તિના ઘટાડાની સાથે સ્થાનાંતર પ્રવાહ કઈ રીતે બદલાશે ?
6. એક જોડ-ક્ષય દરમિયાન એક ઈલેક્ટ્રોન અને એક પ્રોઝિટ્રોન એકબીજાનો વિનાશ કરી ગેમા-વિકિરણ ઉત્પન્ન કરે છે. વેગમાનનું સંરક્ષણ કેવી રીતે થશે ?
7. p-n જંકશનને સમાંતર ઉદ્ભવતા પોટેન્શિયલ બેરિયર પરનું માપન, જંકશનને સમાંતર વોલ્ટમિટરને જોડી કરી શકાય ?
8. અર્ધવાહકોનું તાપમાન વધે તેમ તેમની વાહકતા વધે છે. કારણ કે,
- (a) વીજભારવાહકોની સંખ્યા-ઘનતા વધે છે.
- (b) રિલેક્સેશન સમય વધે છે.
- (c) વીજભારવાહકોની સંખ્યા-ઘનતા અને રિલેક્સેશન સમય બંને વધે છે.
- (d) વીજભારવાહકોની સંખ્યા-ઘનતા વધે છે અને રિલેક્સેશન સમય ઘટે છે પરંતુ આ ઘટાડો વીજભારવાહકોની સંખ્યા-ઘનતામાં થતા વધારાની સરખામણીમાં ઘણો જ નાનો હોય છે.
9. બે વીજભારો  $q$  અને  $-3q$  ને  $x$ -અક્ષ પર એકબીજાથી ' $d$ ' અંતરે રાખેલા છે. ત્રીજા વીજભાર  $2q$  ને કયા સ્થાને મૂકતાં તેના પર કોઈ બળ લાગશે નહિ ?
10. સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરમાં બેટરી જોડેલી રાખી, પ્લેટોની વચ્ચે ડાઈઇલેક્ટ્રિક સ્લેબ (ચોસલું) દાખલ કરવામાં આવે છે, તો તેના (i) વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત (ii) કેપેસિટી (iii) વિદ્યુતક્ષેત્ર અને (iv) સંગૃહીત ઊર્જા પર શી અસર થશે ?
11. બોહ્ર મોડેલમાં ભ્રમણ કરતાં ઈલેક્ટ્રોનની ચુંબકીય દ્વિ-ધ્રુવી ચાકમાત્રાનું સૂત્ર તારવો.
12. એક તારને સોલેનોઇડના સ્વરૂપમાં વિંટાળી, DC ઉદ્દગમ સાથે જોડી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. હવે ગૂંચળાને એ રીતે ખેંચવામાં આવે કે બે ક્રમિક આંટા વચ્ચે અવકાશ રહે, તો વિદ્યુતપ્રવાહ વધશે કે ઘટશે ? સમજાવો.
13. તમને  $2\mu\text{F}$  નું સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર આપેલ છે, તો તમે તેની પ્લેટોની વચ્ચે  $1\text{ mA}$  જેટલો તાત્કાલિક સ્થાનાંતર પ્રવાહ કેવી રીતે મેળવશો ?

14. પ્રકાશનાં બે ઉદ્ગમો છે. પ્રત્યેક 100 W જેટલા પાવરનું ઉત્સર્જન કરે છે. એક 1 nm તરંગલંબાઈના X-કિરણોનું ઉત્સર્જન કરે છે અને બીજું ઉદ્ગમ 500 nm તરંગલંબાઈના દૃશ્ય પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે, તો આપેલ તરંગલંબાઈ માટે X-કિરણોના ફોટોન અને દૃશ્ય પ્રકાશના ફોટોનની સંખ્યાનો ગુણોત્તર ગણો.
15. એક કણ ઈલેક્ટ્રોનની ઝડપ કરતાં ત્રણ ગણી ઝડપથી ગતિ કરે છે. આ કણની અને ઈલેક્ટ્રોનની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈઓનો ગુણોત્તર  $1.813 \times 10^{-4}$  છે, તો કણનું દ્રવ્યમાન ગણો તથા કણની ઓળખ કરો.
16. બે અલગ કરેલા હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ સ્વીકારો. દરેક પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોન ઉત્તેજિત કક્ષામાં છે. બોહ્ર મોડેલ મુજબ આ ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જા જુદી હોય પરંતુ તેમનું કક્ષીય કોણીય વેગમાન સમાન હોય એવું શક્ય બની શકે ?
17. p-n જંકશન માટે 'ડિપ્લેશન સ્ટર' અને 'પોટેન્શિયલ બેરિયર' ટર્મ શું છે ?
18. જો સમગ્ર પૃથ્વીને સ્પેશ તરંગોનો ઉપયોગ કરતી LOS કમ્યુનિકેશનથી જોડવી હોય (એન્ટેના પરિમાણ અને ટાવરની ઊંચાઈ પર કોઈ મર્યાદા નથી.), તો ઓછામાં ઓછા કેટલા એન્ટેનાની જરૂર પડે ? આ ટાવરની ઊંચાઈનું સૂત્ર પૃથ્વીની ત્રિજ્યાના સ્વરૂપમાં તારવો.
19. વિદ્યુત ડાઈપોલના વિષવવૃત્ત પર કોઈ બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રનું સૂત્ર (સદિશ સ્વરૂપમાં) મેળવો. આ ક્ષેત્રમાં ખૂબ જ લાંબા અંતરે કેવો ફેરફાર થશે ?
20. રિલેક્સેશન સમય એટલે શું ? મુક્ત ઈલેક્ટ્રોન સંખ્યા-ઘનતા અને રિલેક્સેશન સમયના સ્વરૂપમાં અવરોધકતાનું સૂત્ર તારવો.
21. R અવરોધના n સમાન અવરોધકોને emf E અને આંતરિક અવરોધ R ધરાવતી બેટરી સાથે પ્રથમ શ્રેણિમાં જોડવામાં આવે છે. પસાર થતો પ્રવાહ I માલૂમ પડે છે. હવે આ n અવરોધોને આ જ બેટરી સાથે સમાંતરમાં જોડતાં પ્રવાહનું મૂલ્ય 10 ગણું થાય છે. 'n' નું મૂલ્ય કેટલું હશે ?
22. એક સમબહિર્ગોળ લેન્સ (વક્રીભવનાંક 1.50)ને સમતલ અરીસા પર, પ્રવાહીના સ્તરની સાથે સંપર્કમાં રહે તે રીતે આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે રાખેલ છે. એક નાની સોયને તેની ધાર મુજબ અક્ષ પર રહે તે રીતે અક્ષને સમાંતર, તેનું ઊલટું પ્રતિબિંબ મળે ત્યાં સુધી ખસેડવામાં આવે છે. લેન્સથી સોયનું અંતર 45.0 cm મળે છે. હવે પ્રવાહીને દૂર કરી ફરીથી પ્રયોગ કરતાં નવું અંતર 30.0 cm મળે છે. પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક કેટલો હશે ?



23. સંપર્કમાં રહેલા પાતળા લેન્સના સંયોજન માટે કેન્દ્રલંબાઈ શોધવાનું સૂત્ર તારવો.
24. એકબીજામાં ભળી ન જતાં હોય તેવાં ત્રણ પ્રવાહીની ઘનતા  $d_1 > d_2 > d_3$  અને વક્રીભવનાંક  $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$  હોય તેમને એક બીકરમાં રાખેલ છે. પ્રત્યેક પ્રવાહીના સ્તંભની ઊંચાઈ  $\frac{h}{3}$  છે. બીકરના તળિયામાં એક ટપકું કરેલું છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ માટે આ ટપકાંની આભાસી ઊંડાઈ શોધો.
25. રેડિયો એક્ટિવ પદાર્થ માટે 'અર્ધઆયુ' અને 'સરેરાશ જીવનકાળ'ની વ્યાખ્યા લખો. આ બંને વચ્ચેનો સંબંધ શું છે ?

26. NOR, OR અને NOT ગેટના યોગ્ય સંયોજન વડે નીચેનાં સત્યાર્થતા કોષ્ટકો મળે તેવાં પરિપથો દોરો :

ટ્રુથ ટેબલ (Truth Table)

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

(i)

(ii)

27. AM તરંગ માટે મોડ્યુલેશન અંકની વ્યાખ્યા લખો. જે AM તરંગ માટે મહત્તમ કંપવિસ્તાર 'a' અને ન્યૂનતમ કંપવિસ્તાર 'b' હોય તેના માટે મોડ્યુલેશન અંક કેટલો હશે ?

28. (i) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ (રિંગ)ની અક્ષ પર કોઈ બિંદુ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્રનું સૂત્ર તારવો.

(ii) એક ગૂંચળાને 100 આંટા (અડોઅડ વિંટાળેલા) છે. તેની ત્રિજ્યા 10 cm છે. તેમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ 1A છે. તેના કેન્દ્ર પાસે ચુંબકીયક્ષેત્રનું મૂલ્ય શોધો.

અથવા

એમ્પિયરના સર્કિટલનો નિયમ લખો. એક લાંબા તારનો આડછેદ વર્તુળાકાર (ત્રિજ્યા a) છે અને તેમાંથી સ્થાયી પ્રવાહ I પસાર થાય છે. આ પ્રવાહ I આડછેદમાં સમાન રીતે વહેંચાયેલો છે. એમ્પિયરના સર્કિટલના નિયમની મદદથી  $r < a$  અને  $r > a$  હોય તેવા વિસ્તારમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર શોધો.

29. એક શ્રેણી LCR પરિપથમાં આપાત વોલ્ટેજ  $v = v_m \sin \omega t$  છે. પરિપથમાંથી પસાર થતા પ્રવાહ માટેનું સમીકરણ અને પ્રવાહ તથા વોલ્ટેજ વચ્ચેની કળાનું સૂત્ર મેળવો. અનુનાદીય આવૃત્તિ કેટલી હશે ?

અથવા

એક શુદ્ધ ઈન્ડક્ટર L ને  $v = v_m \sin \omega t$  જેટલો AC વોલ્ટેજ લાગુ પાડવામાં આવે છે. પરિપથમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહનું સૂત્ર મેળવો. સાબિત કરો કે, ઈન્ડક્ટરને એક સંપૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન પૂરો પાડવામાં આવતો સરેરાશ પાવર શૂન્ય છે.

30. (i) હાઈગેન્સનો સિદ્ધાંત લખો અને સમજાવો. તેનો ઉપયોગ કરી વક્રીભવનાંક માટે સ્નેલનો નિયમ મેળવો.

(ii) જ્યારે પ્રકાશ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે તેની ઝડપ ઘટે છે. શું ઝડપમાં થતો ઘટાડો એ પ્રકાશતરંગ સાથે સંકલિત ઊર્જામાં પણ ઘટાડો સૂચવે છે ?

અથવા

સંયુક્ત માઈક્રોસ્કોપ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબની યોગ્ય નામ નિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો. તેની મોટવણીનું સૂત્ર તારવો. તેની વિવર્ધત શક્તિ કેવી રીતે વધારી શકાય ?



## નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર-I

### ભૌતિકવિજ્ઞાન XII

#### ઉકેલ અને ગુણપ્રદાન-યોજના

1. (a) (1)
2. (a) (1)
3.  $\mu_p \approx \frac{e\hbar}{2m_p}$  અને  $\mu_e \approx \frac{e\hbar}{2m_e}$ ,  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  (1)  
 $\mu_e \gg \mu_p$  કારણ કે  $m_p \gg m_e$  (1)
4. ચુંબકીય ઊર્જા એ ગતિઊર્જાને અનુરૂપ તથા વિદ્યુતઊર્જા એ સ્થિતિઊર્જાને અનુરૂપ છે.  $(\frac{1}{2}), (\frac{1}{2})$
5. આવૃત્તિને ઘટાડતાં, રિએક્ટન્સ  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  વધશે જે કન્ડક્શન પ્રવાહમાં ઘટાડો કરશે.  
 આ કિસ્સામાં  $i_D = i_C$ ; તેથી સ્થાનાંતર પ્રવાહ ઘટશે.  $(\frac{1}{2}), (\frac{1}{2})$
6. બે  $\gamma$  ફોટોન્સ ઉત્પન્ન થશે જે વેગમાનના સંરક્ષણ માટે વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરશે. (1)
7. ના, કારણ કે જંક્શન અવરોધની સાપેક્ષમાં વોલ્ટમિટરનો અવરોધ ઘણો વધારે હોવો જોઈએ.  
 જ્યારે જંક્શન અવરોધ લગભગ અનંત છે.  $(\frac{1}{2}), (\frac{1}{2})$
8. (d) (1)
9. P પાસે :  $2q$  પર  $q$  ના કારણે બળ ડાબી બાજુ અને  $-3q$  ના કારણે જમણી બાજુ લાગશે.  
 $\therefore \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{6q^2}{4\pi\epsilon_0 (d+x)^2}$  (1)  
 $\therefore (d+x)^2 = 3x^2$   
 $\therefore 2x^2 - 2dx - d^2 = 0$   
 $x = \frac{d}{2} \pm \frac{\sqrt{3}d}{2}$  (1)  
 (ઋણ ચિહ્ન લેતાં,  $x$  નું મૂલ્ય  $q$  તથા  $-3q$  ની વચ્ચે હશે જે માન્ય નથી.)  
 $x = \frac{d}{2} + \frac{\sqrt{3}d}{2} = \frac{d}{2} (1 + \sqrt{3})$ ,  $q$  ની ડાબી બાજુ (1)
10. જ્યારે બેટરી જોડાયેલ હોય છે ત્યારે,  
 (i) વીજસ્થિતિમાનનો તફાવત  $V$  અચળ રહેશે. (1)  
 (ii) કેપેસિટી  $C$  વધશે. (1)  
 (iii) વિદ્યુતક્ષેત્ર ઘટશે. (1)  
 (iv) સંગ્રહ પામતી ઊર્જા  $(1/2)CV^2$ ,  $C$  ના વધવા સાથે વધશે. (1)

11.  $I = e / T$  (1/2)

$T = 2\pi r / v$  (1/2)

$\mu_l = IA = I\pi r^2 = evr / 2$  (1/2)

$\mu_l = \frac{e}{2m_e} l$  (1/2)

12. પ્રવાહ વધશે. જેવા તારોને એકબીજાથી દૂર ખેંચવામાં આવે છે. ખાલી જગ્યાઓમાંથી ફ્લક્સ લીક થાય છે. લેન્ઝના નિયમ અનુસાર પ્રેરિત e.m.f. આ ઘટાડાનો વિરોધ કરશે, જેને પ્રવાહમાં વધારા દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે. (1,1)

13.  $i_D = C \frac{dV}{dt}$  (1/2)

$1 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-6} \frac{dV}{dt}$

$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{2} \times 10^3 = 5 \times 10^2 \text{ V/s}$  (1/2)

આમ,  $5 \times 10^2 \text{ V/s}$  ના બદલાતા જતાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત દ્વારા ઈચ્છિત મૂલ્યનો સ્થાનાંતરિત પ્રવાહ મેળવી શકાય છે. (1)

14. કુલ E અચળ છે. (1/2)

ધારો કે  $n_1$  અને  $n_2$  X-કિરણો તથા દૃશ્ય પ્રકાશના ફોટોનની સંખ્યા છે.

$n_1 E_1 = n_2 E_2$  (1/2)

$n_1 \frac{hc}{\lambda_1} = n_2 \frac{hc}{\lambda_2}$

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  (1/2)

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{500}$  (1/2)

15.  $m$  દળ ધરાવતાં  $v$  વેગથી ગતિ કરતાં ગતિમાન કણની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ,

$\lambda = h/p = h/mv$

દળ,  $m = h/\lambda v$  (1/2)

ઇલેક્ટ્રોન માટે દળ,  $m_e = h/\lambda_e v_e$

હવે,  $v/v_e = 3$  જાણીએ છીએ અને  $\lambda/\lambda_e = 1.813 \times 10^{-4}$  (1/2)

$$\text{તેથી કણનું દળ } m = m_e (\lambda_e / \lambda) (v_e / v) \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$m = (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (1/3) \times (1/1.813 \times 10^{-4})$$

$$m = 1 \times 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg.}$$

તેથી આટલું દળ ધરાવતો કણ કાં તો પ્રોટોન અથવા ન્યુટ્રોન હશે.  $\left(\frac{1}{2}\right)$

16. ના, કારણ કે બોહ્ર મોડેલ અનુસાર,  $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$  (1)

અને જુદી-જુદી ઊર્જા ધરાવતાં ઇલેક્ટ્રોન જુદાં-જુદાં મૂલ્યોવાળા  $n$  સ્તરોમાં હોય છે.

તેથી તેમના કોણીય વેગમાન જુદાં-જુદાં હશે, કારણ કે,  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ . (1)

17. વ્યાખ્યા : ડેપ્લેશન સ્તર (1)

વ્યાખ્યા : બેરિયર સ્થિતિમાન (1)

18.  $d_m^2 = 2(R + h_T)^2$   $\left(\frac{1}{2}\right)$

$$8Rh_T = 2(R + h_T)^2 \quad (\because d_m = 2\sqrt{2Rh_T})$$

$$4Rh_T = R^2 + h_T^2 + 2Rh_T$$

$$(R - h_T)^2 = 0$$

$$R = h_T \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

ફક્ત સ્પેસ વેવ આવૃત્તિ વપરાયેલ હોવાથી  $\lambda \ll h_T$ . તેથી ફક્ત ટાવરની ઊંચાઈ ગણતરીમાં લેવાશે.

ત્રિ-પરિમાણમાં  $h_T = R$  ના 6 એન્ટેના ટાવર હશે. (1)

19. ગણતરી (Derivation) (2)

મોટા અંતર માટે,  $E \propto 1/r^3$  (1)

20. વ્યાખ્યા તથા ગણતરી (3)

21.  $I = E/(R + nR)$  (1)

$$10I = E/(R + R/n) \quad (1)$$

$$(1 + n)/(1 + 1/n) = 10 = \{(1 + n)/(n + 1)\}n = n, n = 10. \quad (1)$$

22.  $\mu = 1.5$ . બહિર્ગોળ લેન્સ અને સમતલ બહિર્ગોળ પ્રવાહી લેન્સના સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ 45 cm છે. જ્યારે પ્રવાહી દૂર કરવામાં આવે ત્યારે માત્ર બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ  $f_1 = 30$  cm મળે છે. જો સમતલ બહિર્ગોળ પ્રવાહી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ  $f_2$  હોય, તો

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{45} - \frac{1}{30} = \frac{-1}{90}, f_2 = -90 \text{ cm} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

લેન્સ મેકરના સૂત્રનો ઉપયોગ કરતાં, ( $R_1 = R$ ,  $R_2 = -R$ )

$$\frac{1}{f_2} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{30} = (1.5 - 1) \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) \Rightarrow R = 30 \text{ cm} \quad \left(\frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{2}\right)$$

સમતલ બહિર્ગોળ લેન્સ માટે,

$$\frac{1}{f_2} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \left( \frac{1}{2} \right)$$

$$-\frac{1}{90} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{\infty} - \frac{1}{30} \right) = \frac{\mu - 1}{-30}$$

$$\mu = 1.33 \quad \left( \frac{1}{2} \right)$$

23. ગણતરી,  $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots$  (3)

24. ધારો કે,  $\mu_2$  વસ્તુને જોતાં આભાસી ઊંડાઈ  $O_1$  છે :

$$O_1 = \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{h}{3}$$

$\mu_3$  જોતાં આભાસી ઊંડાઈ  $O_2$  છે :

$$O_2 = \frac{\mu_3}{\mu_2} \left( \frac{h}{3} + O_1 \right) = \frac{\mu_3}{\mu_2} \left( \frac{h}{3} + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{h}{3} \right) = \frac{h}{3} \left( \frac{\mu_3}{\mu_2} + \frac{\mu_3}{\mu_1} \right)$$

બહારથી જોતાં આભાસી ઊંડાઈ :

$$O_3 = \frac{1}{\mu_3} \left( \frac{h}{3} + O_2 \right) = \frac{1}{\mu_3} \left[ \frac{h}{3} + \frac{h}{3} \left( \frac{\mu_3}{\mu_2} + \frac{\mu_3}{\mu_1} \right) \right]$$

$$= \frac{h}{3} \left( \frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} \right) \quad (1)$$

25. વ્યાખ્યા અને વર્ણન : અર્ધઆયુ (1/2), (1/2)

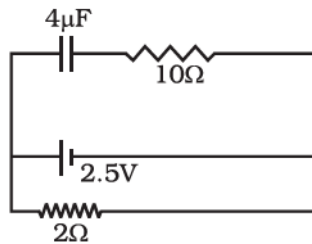
વ્યાખ્યા અને વર્ણન : સરેરાશ આયુ (1/2), (1/2)

તે બંને વચ્ચેનો સંબંધ (1)

26. A, B = (0,1) અને (1,0) માટે આઉટપુટ સંમિત નથી. એક ઈનપુટ માટે NOT ગેટ (1)

(i) ત્રણ શૂન્ય છે. NOR ગેટ :

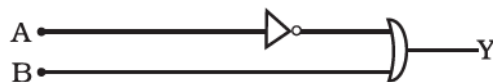
આમ,



(1)

(ii) ત્રણ એક છે. OR ગેટ :

આમ,



(1)

27.  $\mu = A_m/A_c$  (1)

$a = A_c + A_m$

$b = A_c - A_m$  (1/2)

$A_c = (a + b)/2, A_m = (a-b)/2$  (1/2)

$\mu = (a - b)/(a + b)$  (1)

28. (i) તારવણી (3)

(ii) કોઈલ સજ્જડ બાંધેલ હોવાથી, આપણે દરેક વર્તુળાકાર આંટાની સમાન ત્રિજ્યા  $R = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$ .

$N = 100$ . ચુંબકીયક્ષેત્રનું મૂલ્ય,

$B = \mu_0 N I / 2R = 4\pi \times 10^{-7} \times 10^{-2} \times 1/(2 \times 10^{-1}) = 2\pi \times 10^{-4} = 6.28 \times 10^{-4} \text{ T}$ . (2)

અથવા

એમ્પિયરના નિયમનું કથન (1)

$B = \mu_0 I / 2\pi r$  સૂત્રની તારવણી,  $r > a$  માટે (2)

$B = (\mu_0 I / 2\pi a^2) r$  સૂત્રની તારવણી  $r < a$  માટે (2)

29. તારવણી (4)

અનુનાદ આવૃત્તિ (1)

અથવા

તારવણી (3)

સાબિતી (2)

30. (i) કથન અને સમજૂતી (1)

સ્નેલના નિયમની તારવણી (3)

(ii) ના, તરંગ દ્વારા વહન પામતી ઊર્જા તરંગના કંપવિસ્તાર પર આધાર રાખે છે, નહિ કે તરંગના પ્રસરણની ઝડપ પર. (1)

અથવા

(iii) નામનિર્દેશ સહિતની તરંગાકૃતિ (1)

$m = \frac{L}{f_0} \left( 1 + \frac{D}{f_e} \right)$  ની તારવણી (2)

મેગ્નિફાઈંગ પાવર વધારવા માટે, ઓબ્જેક્ટિવ અને આઈપીસ નાની કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં હોવા જોઈએ. વ્યવહારમાં કેન્દ્રલંબાઈ 1 cm કરતાં નાની બનાવવી કઠિન છે તથા L ના મોટા મૂલ્ય માટે મોટા લેન્સોની જરૂર પડે છે. (1)

નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર II  
Blue Print (NCERT મૂળ રૂપરેખા)

	વિષય	VSA (1 ગૃહ)	SA II (2 ગૃહ)	SA I (3 ગૃહ)	LA (5 ગૃહ)	કુલ
I	સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્ર	1 (1)	2 (1)	—	5 (1)	8 (3)
II	પ્રવાહવિદ્યુત	—	4 (2)	3 (1)	—	7 (3)
III	વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર અને ચુંબકત્વ	1 (1)	4 (2)	3 (1)	—	8 (4)
IV	વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને AC પ્રવાહ	1 (1)	2 (1)	—	5 (1)	8 (3)
V	વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો	1 (1)	2 (1)	—	—	3 (2)
VI	કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર / તરંગ પ્રકાશશાસ્ત્ર	2 (2)	4 (2)	3 (1)	5 (1)	14 (6)
VII	વિકિરણનો દ્વેત સ્વભાવ અને દ્રવ્ય	1 (1)	—	3 (1)	—	4 (2)
VIII	પરમાણુ અને ન્યુક્લિયસ	—	—	6 (2)	—	6 (2)
IX	સેમિકન્ડક્ટર ઈલેક્ટ્રોનિક્સ	1 (1)	—	6 (2)	—	7 (3)
X	કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ	—	2 (1)	3 (1)	—	5 (2)
	કુલ	8 (8)	20 (10)	27 (9)	15 (3)	70 (30)

## નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર-II

ભૌતિકવિજ્ઞાન : ધોરણ XII

સમય : ત્રણ કલાક

ગુણ : 70

સામાન્ય સૂચનાઓ :

- દરેક પ્રશ્ન ફરજિયાત છે.
- કુલ 30 પ્રશ્નો આપેલા છે. પ્રશ્ન 1થી 8 સુધીનો દરેકનો એક ગુણ, પ્રશ્ન 9થી 18 સુધી દરેકના 2 ગુણ, પ્રશ્ન 19થી 27 સુધી દરેકના 3 ગુણ અને પ્રશ્ન 28થી 30 સુધી દરેકના 5 ગુણ છે.
- કોઈ એકંદરે પસંદગી નથી તેમ છતાં 5 ગુણના ત્રણેય પ્રશ્નોમાં આંતરિક વિકલ્પ આપવામાં આવ્યો છે. આ પ્રશ્નોમાં તમારો કોઈ પણ એક વિકલ્પનો ઉત્તર લખવાનો છે.
- કેલ્ક્યુલેટરના ઉપયોગની અનુમતિ નથી.
- જ્યારે જરૂર જણાય ત્યારે તમે નીચે આપેલા ભૌતિક અચળાંકોનો ઉપયોગ કરી શકો છો :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

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

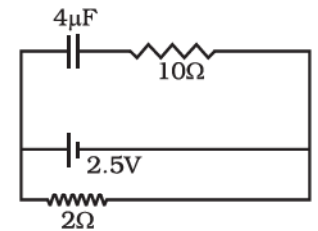
$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} \text{ (બોલ્ટ્ઝમેનનો અચળાંક)}$$

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mole (એવોગેડ્રો અંક)}$$

$$m_N = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg (ન્યુટ્રોનનું દળ)}$$

- 4  $\mu\text{F}$  ના કેપેસિટરને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડવામાં આવે છે. બેટરીનો આંતરિક અવરોધ  $0.5 \Omega$  છે. કેપેસિટરની પ્લેટો પરનો વીજભાર

- 0
- 4  $\mu\text{C}$
- 16  $\mu\text{C}$
- 8  $\mu\text{C}$



- સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર  $\mathbf{B} = B_0 \hat{k}$  માં બે વીજભારો પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં સમાન સર્પિલ (હેલિકલ) માર્ગ પર ગતિ કરે છે.

- તેમની ચાકમાત્રાનો z-ઘટક સમાન હશે.
- તેમના વિદ્યુતભારો સમાન જ હોવા જોઈએ.
- તેઓ કણ-પ્રતિકણ હોવા જરૂરી છે.

- વીજભાર અને દળનો ગુણોત્તર :  $\left(\frac{e}{m}\right)_1 + \left(\frac{e}{m}\right)_2 = 0$

3. એક સોલોનોઈડને બેટરી સાથે જોડતાં તેમાંથી સ્થાયી પ્રવાહ પસાર થાય છે. જો સોલોનોઈડમાં લોખંડનો ગર્ભ દાખલ કરવામાં આવે, તો પ્રવાહ વધશે કે ઘટશે ? સમજાવો.
4. પ્રોફેસર સી. વી. રામને, પારદર્શક શૂન્યાવકાશિત ચેમ્બરમાં એક હલકા મુક્ત બોલને, લેસર કિરણ આપાત કરી હવામાં સ્થગિત કરી, તેના વિદ્યાર્થીઓને આશ્ચર્યચકિત કરી દીધા હતા. અહીં EM તરંગોનો કયો ગુણધર્મ પ્રદર્શિત થાય છે ? આ ગુણધર્મનું એક વધારે ઉદાહરણ આપો.
5. વિમાનની અંદરથી મુસાફર,
  - (a) મેઘધનુષને ક્યારેય જોઈ ન શકે.
  - (b) પ્રાથમિક અને ગૌણ મેઘધનુષને સમકેન્દ્રી વર્તુળ તરીકે જોઈ શકે.
  - (c) પ્રાથમિક અને ગૌણ મેઘધનુષને સમકેન્દ્રી ચાપ તરીકે જોઈ શકે.
  - (d) ક્યારેય ગૌણ મેઘધનુષને જોઈ ન શકે.
6. સૂર્યપ્રકાશ માટે પૃથ્વી પર તરંગ-અગ્રનો આકાર કેવો હોય છે ?
7. એક ઈલેક્ટ્રોન (દળ  $m$ ) પ્રારંભિક વેગ  $\mathbf{v} = v_0\mathbf{i}$  ( $v_0 > 0$ ) સાથે વિદ્યુતક્ષેત્ર  $\mathbf{E} = -E_0\mathbf{i}$  ( $E_0 = \text{અચળ} > 0$ ) માં છે.  $t$  સમયે તેની દ-બ્રોગલી તરંગલંબાઈ

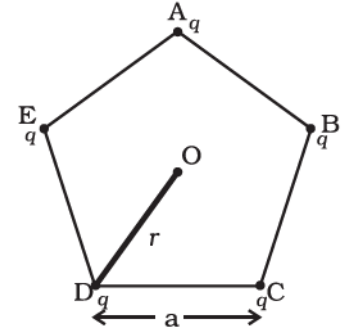
(a)  $\frac{\lambda_0}{\left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)}$

(b)  $\lambda_0 \left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)$

(c)  $\lambda_0$

(d)  $\lambda_0 t$

8. સમજાવો કે મૂળભૂત અર્ધવાહકો (elemental semiconductors)નો ઉપયોગ દેખીતાં LED's (visible LED's) બનાવવા માટે કેમ થઈ શકે નહિ ?
9.  $a$  બાજુવાળા પંચકોણનાં શિરોબિંદુઓ પર પાંચ સમાન વીજભાર  $q$  રાખેલાં છે.
  - (i) જો કોઈ એક શિરોબિંદુ (ધારો કે A) પરથી વીજભાર દૂર કરવામાં આવે, તો O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?
  - (ii) જો A પાસેના વીજભાર  $q$  ની જગ્યાએ  $-q$  વીજભાર મૂકવામાં આવે, તો O પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર કેટલું હશે ?
10. બે બેટરીના emf  $E_1$  અને  $E_2$  તથા તેમના આંતરિક અવરોધ અનુક્રમે  $r_1$  અને  $r_2$  છે. તેમના સમાંતર જોડાણ માટેના સમતુલ્ય emf નું સૂત્ર તારવો.
11. એક સેલ અને રિહોસ્ટેટની મદદથી વિદ્યુતસ્થિતિમાન વિભાજક (potential divider)નો પરિપથ દોરો. આઉટપુટના છેડાઓ પણ દર્શાવો.
12. જો ચુંબકીય મોનોપોલ એકાકી ધ્રુવ શક્ય હોત, તો ચુંબકત્વ માટેના ગાઉસના નિયમમાં શું પરિવર્તન કરવું પડે ?
13. ડાયામેગ્નેટિઝમ, પેરામેગ્નેટિઝમ અને ફેરો મેગ્નેટિઝમ માટે સસેપ્ટિબિલિટી તાપમાન પર આધારિત હોય છે, તેની પરમાણ્વીય દૃષ્ટિએ ચર્ચા કરો.
14. એક લેમ્પને કેપેસિટર સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ છે. dc અને ac જોડાણો માટે તમારાં અવલોકનોની ધારણા કરો. જો પ્રત્યેક કિસ્સામાં કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ ઘટાડવામાં આવે તો શું થશે ?





15. 25 MHz આવૃત્તિવાળું સમતલ વિદ્યુત-ચુંબકીય તરંગ મુક્ત અવકાશમાં  $x$ -દિશામાં ગતિ કરે છે. અવકાશમાં કોઈ ચોક્કસ બિંદુ પાસે ચોક્કસ સમયે  $E = 6.3 \hat{j} \text{ V/m}$  છે. આ બિંદુ પાસે  $B$  કેટલું હશે ?
16. લેન્સના પાવરની વ્યાખ્યા લખો. દર્શાવો કે તે કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્તના સમપ્રમાણમાં હોય છે.
17. બે સ્લીટોને એકબીજાથી એક મિલીમીટર દૂર રાખી પડદાને એક મીટર દૂર રાખ્યો છે. જ્યારે 500 nm તરંગલંબાઈના લીલા-ભૂરા પ્રકાશનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે બે ક્રમિક શલાકા વચ્ચેનું અંતર (fringe separation) કેટલું હશે ?
18. 10 kHz આવૃત્તિ અને 10 વોલ્ટ મહત્તમ વોલ્ટેજ ધરાવતાં સંદેશાના સિગ્નલનું મોડ્યુલેશન કરવા માટે 1 MHz આવૃત્તિ અને 20 વોલ્ટ મહત્તમ વોલ્ટેજ ધરાવતાં કેરિયર તરંગનો ઉપયોગ થાય છે : (a) મોડ્યુલેશન અંક અને (b) ઉત્પન્ન થતા સાઈડ બેન્ડ શોધો.
19. પોટેન્શિયોમિટરની મદદથી સેલનો આંતરિક અવરોધ શોધવા માટેનો પરિપથ દોરો. આ પદ્ધતિ કયા સિદ્ધાંત પર રચાયેલી છે તે સમજાવો.
20. ડાયામેગ્નેટિઝમ, પેરામેગ્નેટિઝમ અને ફેરોમેગ્નેટિઝમનો તમે શું અર્થ કરશો ?
21. એક જ વસ્તુ માટે માઈક્રોસ્કોપ દ્વારા 5000 Å તરંગલંબાઈના પ્રકાશ માટે બે બિંદુઓ વચ્ચેના લઘુત્તમ અંતર (least separation)નો ગુણોત્તર શોધો. ઇલેક્ટ્રોનને 100V વડે પ્રવેગિત કરી પ્રકાશિતકર્તા પદાર્થ તરીકે ઉપયોગ થયો છે.
22. એક લેસર  $6.0 \times 10^{14}$  Hz આવૃત્તિવાળા એકરંગી પ્રકાશને ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્સર્જિત થતો પાવર  $2.0 \times 10^{-3}$  W છે. (i) પ્રકાશના કિરણમાં ફોટોનની ઊર્જા કેટલી ? (ii) ઉદ્દગમ દ્વારા દર સેકન્ડે સરેરાશ કેટલા ફોટોન ઉત્સર્જિત થશે ?
23. હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે ઇલેક્ટ્રોનની 'શક્ય કક્ષાઓ' માટેનો બોહ્રનો અધિતર્ક લખો. આ અધિતર્કને દ-બ્રોગ્લીએ કઈ રીતે સમજાવ્યો ?
24. ઉદાહરણ આપી બીટા-ક્ષયની પદ્ધતિ સમજાવો. ટ્રિટ્યમનો અર્ધઆયુ 12.5y છે અને તેમાંથી બીટા-ક્ષય થાય છે. 25 y પછી શુદ્ધ ટ્રિટ્યમનો કેટલો ભાગ અવિભંજિત રહેશે ?
25. રેક્ટિફિકેશન એટલે શું ? યોગ્ય નામનિર્દેશનવાળા પરિપથની મદદથી પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફિકેશન સમજાવો.
26. p-n જંકશન ડાયોડ માટે (i) ફોરવર્ડ બાયસ અને (ii) રીવર્સ બાયસ  $V \rightarrow I$  લાક્ષણિકતાઓ કેવી રીતે મેળવી શકાય તે પરિપથની મદદથી ટૂંકમાં સમજાવો. મળતા વક્રનો આકાર દોરો.
27. (i) કમ્યુનિકેશન પદ્ધતિનો બ્લોક ડયાગ્રામ દોરો.  
(ii) AM (Amplitude Modulated) તરંગ માટે 'ડિટેક્શન' એટલે શું ? 'ડિટેક્શન' માટેનાં જરૂરી પગલાંઓ ટૂંકમાં વર્ણવો.
28. ડાઈપોલના કારણે તેના પરિમાણ કરતાં મોટા અંતરે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનું સૂત્ર તારવો. ડાઈપોલના કારણે મળતું વિદ્યુતસ્થિતિમાન એક વીજભારના કારણે મળતાં વિદ્યુતસ્થિતિમાન કરતાં કઈ રીતે જુદું પડે છે ?

#### અથવા

વિદ્યુતક્ષેત્રમાં બે વીજભારોના તંત્રના કારણે સ્થિતિઊર્જાનું સૂત્ર તારવો.

બે વીજભારોના તંત્રમાં  $7\mu \text{ C}$  વીજભાર અને  $-2 \mu \text{ C}$  વીજભારો અનુક્રમે  $(-9 \text{ cm}, 0, 0)$  અને  $(9 \text{ cm}, 0, 0)$  પાસે મૂકેલાં છે અને બાહ્ય વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E = A (1/r^2)$  જ્યાં,  $A = 9 \times 10^5 \text{ C m}^2$  છે. તંત્રની સ્થિતિઊર્જા ગણો.

29. ગૂંચળાના 'આત્મપ્રેરકત્વ'ની વ્યાખ્યા લખો. આડછેદનું ક્ષેત્રફળ  $A$ , લંબાઈ  $l$  અને એકમ લંબાઈ દીઠ  $n$  આંટાઓ ધરાવતાં લાંબા સોલેનોઈડ માટે આત્મપ્રેરકત્વનું સૂત્ર તારવો. સાબિત કરો કે, આત્મપ્રેરકત્વ, યંત્રશાસ્ત્રમાં દ્રવ્યમાન સાથે સંબંધ ધરાવે છે.

અથવા

ગૂંચળાના 'અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ'ની વ્યાખ્યા લખો. તે કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?

બે સમકેન્દ્રી ગૂંચળા પૈકી એક નાની ત્રિજ્યા  $r_1$  અને બીજું મોટી ત્રિજ્યા  $r_2$ , જ્યાં,  $r_1 \ll r_2$  છે, તેમને તેમની અક્ષ એક જ રહે તે રીતે રાખેલાં છે. આ ગોઠવણ માટે અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ મેળવો.

30. કાચના એક પ્રિઝમ વડે બે વક્રીભવનો દર્શાવતી કિરણાકૃતિ દોરો. આકૃતિની મદદથી વિચલનકોણ આપાતકોણ પર આધારિત છે તે સમજાવો. તેના પરથી લઘુત્તમ વિચલનકોણનો પ્રિઝમકોણ અને વક્રીભવનાંક સાથેનો સંબંધ દર્શાવતું સૂત્ર તારવો.

અથવા

- (i) એક વક્રીભવનકાર સપાટીના કારણે થતાં વક્રીભવનના સૂત્રનો ઉપયોગ કરી, લેન્સ મેકર્સ સમીકરણ તારવો.
- (ii) 1.55 વક્રીભવનાંક ધરાવતા કાચમાંથી, બંને બાજુ સમાન વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતા ડબલ બહિર્ગોળ લેન્સો બનાવવામાં આવ્યા છે. જો તેની કેન્દ્રલંબાઈ 20.0 cm જોઈતી હોય, તો વક્રતાત્રિજ્યા કેટલી હોવી જોઈએ ?

## નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર-II

ભૌતિકવિજ્ઞાન : ધોરણ XII

ઉકેલ અને ગુણપ્રદાન-યોજના

1. (a) (1)
2. (d) (1)
3. પ્રવાહ ઘટી જશે. લોખંડના ગર્ભને સોલેનોઇડમાં દાખલ કરતાં ચુંબકીયક્ષેત્ર તથા ફ્લક્સ વધે છે. લેન્ઝના નિયમ અનુસાર પ્રેરિત e.m.f. આ વધારાનો વિરોધ કરવો જોઈએ, જે પ્રવાહના ઘટાડા દ્વારા પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. (1)
4. EM તરંગો વિકિરણ દબાણ લગાડે છે. ધૂમકેતુની પૂંછડી સૌર વિકિરણને કારણે હોય છે.  $\left(\frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{2}\right)$
5. (b) (1)
6. ગોળીય, પૃથ્વીની ત્રિજ્યાની સરખામણીમાં ઘણી વધારે ત્રિજ્યા જેથી તે લગભગ સમતલ છે.  $\left(\frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{2}\right)$
7. (a) (1)
8. તાત્વિક અર્ધવાહકોના બેન્ડ ગેપ એવા હોય છે કે, ઉત્સર્જન ઈન્ફ્રારેડ વિસ્તારમાં મળે.  $\left(\frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{2}\right)$
9. (i)  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$  OA ની દિશામાં (1)
- (ii)  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{r^2}$  OA ની દિશામાં (1)
10.  $I = I_1 + I_2$   $\left(\frac{1}{2}\right)$ 

$$= \frac{E_1 - V}{r_1} + \frac{E_2 - V}{r_2}$$

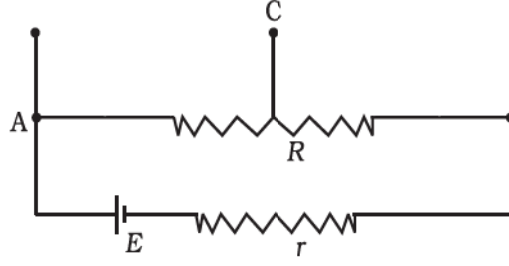
$$I = \left( \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \right) - V \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

$$V = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2} - I \left( \frac{r_1 + r_2}{r_1 + r_2} \right) \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$V = E_{eq} - I r_{eq} \text{ સાથે સરખામણી કરતાં,} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\text{આપણને } E_{eq} = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2} \text{ મળે છે.} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

11. આકૃતિમાં જરૂરી પરિપથ દર્શાવેલ છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ A અને C વચ્ચે મળે છે. (1,1)



12. ચુંબકત્વ માટેનો ગાઉસનો નિયમ દર્શાવે છે કે, કોઈ બંધગાળા સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ  $\mathbf{B}$  હંમેશાં શૂન્ય હોય છે.  $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0$  (1)

જો મોનોપોલનું અસ્તિત્વ હોય, તો જમણી બાજુ મોનોપોલ (ચુંબકીય વીજભાર  $q_m$ ) અને  $\mu_0$  ના ગુણાકાર બરાબર મળે.

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu q_m \quad (1)$$

13. ડાયમેગ્નેટિઝમ, ઈલેક્ટ્રોનોની કક્ષીય ગતિને કારણે હોય છે, જે લાગુ પાડેલ ક્ષેત્રની વિરુદ્ધ દિશામાં ચુંબકીય ચાકમાત્રા ઉત્પન્ન કરે છે અને તેથી તે તાપમાનને કારણે ખાસ અસર પામતી નથી. (1)

પેરામેગ્નેટિઝમ અને ફેરોમેગ્નેટિઝમ લાગુ પાડેલ ક્ષેત્રની દિશામાં આણ્વિક ચુંબકીય ચાકમાત્રાની ગોઠવણને કારણે છે. તાપમાનના વધારા સાથે આ ગોઠવણ અસ્તવ્યસ્ત થાય છે અને તેથી તાપમાનના વધારા સાથે બંનેની સસેપ્ટિબિલિટી ઘટે છે. (1)

14. જ્યારે કેપેસિટર સાથે dc ઉદ્ગમ જોડવામાં આવે છે. કેપેસિટર ચાર્જ થાય છે. ચાર્જિંગ બાદ પરિપથમાં પ્રવાહ વહેતો નથી અને બલ્બ ચાલુ થતો નથી. જો C નું મૂલ્ય ઘટાડવામાં આવે તોપણ કોઈ ફેર પડતો નથી. (1)

ac ઉદ્ગમ સાથે કેપેસિટર ( $1/\omega C$ ) જેટલો કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ આપે છે અને પરિપથમાં પ્રવાહ વહે છે. પરિણામે બલ્બ પ્રકાશિત થશે. C ના મૂલ્યમાં ઘટાડો રિએક્ટન્સમાં વધારો કરશે. પરિણામે બલ્બ પહેલાં કરતાં ઓછો પ્રકાશિત થશે. (1)

15.  $\mathbf{B}$  નું મૂલ્ય,

$$\begin{aligned} \mathbf{B} &= \frac{\mathbf{E}}{c} \\ &= \frac{6.3 \text{ V/m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 2.1 \times 10^{-8} \text{ T} \end{aligned} \quad (1)$$

તેમની દિશા શોધવા માટે, આપણે જાણીએ છીએ કે,  $\mathbf{E}$   $y$ -દિશામાં અને તરંગ  $x$ -અક્ષ પર પ્રસરણ પામે છે. તેથી  $\mathbf{B}$   $x$  અને  $y$ -અક્ષને લંબદિશામાં હોવું જોઈએ. સદિશ બીજગણિતનો ઉપયોગ કરતાં,  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$   $x$ -દિશામાં હોવું જોઈએ. હવે,  $(+\mathbf{j}) \times (+\mathbf{k}) = \mathbf{i}$ ,  $\mathbf{B}$   $z$ -દિશામાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

$$\text{તેથી, } \mathbf{B} = 2.1 \times 10^{-8} \mathbf{k} \text{ T.} \quad (1)$$

16. ડયાગ્રામ સાથે  $P = \tan \delta$  (1)

$$= h/f = \frac{1}{f}$$

$\delta$  ના મૂલ્ય માટે,  $\tan \delta \sim \delta$ .  $P = 1/f$  (1)

17. શલાકા વચ્ચેનું અંતર  $= \frac{D\lambda}{d}$  (1)

$$= \frac{1 \times 5 \times 10^{-7}}{1 \times 10^{-3}} 0.5 \text{ mm}$$
 (1)

18. મોડ્યુલેશન ઈન્ડેક્સ  $= \frac{10}{20} = 0.5$  (1)

1010 kHz અને 990 kHz પર સાઈડ બેન્ડ છે. (1)

19. ડયાગ્રામ (1)

$$E = \phi l_1 \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$V = \phi l_2 \quad E/V = l_1/l_2 \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$E = I(r + R), V = IR$$

$$E/V = (r + R)/R \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$r = R\{(l_1/l_2) - 1\} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

20. ડયામેગ્નેટિઝમ (1)

પેરામેગ્નેટિઝમ (1)

ફેરોમેગ્નેટિઝમ (1)

21.  $d_{\min} = \frac{1.22 \lambda}{2 \sin \beta}$  (1/2)

જ્યાં,  $\beta$  ઓબ્ઝર્વેટિવ દ્વારા વસ્તુ સાથે બનાવેલ કોણ છે.

5500 Å ના પ્રકાશ માટે

$$d_{\min} = \frac{1.22 \times 5.5 \times 10^{-7}}{2 \sin \beta} m \quad (1)$$

100V થી પ્રવેગિત થતા ઈલેક્ટ્રોન માટે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{1.227}{\sqrt{100}} = 0.13 \text{ nm} = 0.13 \times 10^{-9} m \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\therefore d'_{\min} = \frac{1.22 \times 1.3 \times 10^{-10}}{2 \sin \beta} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{d_{\min}}{d'_{\min}} = 0.2 \times 10^{-3} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

22. (i) દરેક ફોટોનની ઊર્જા,

$$E = hv = (6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}) (6.0 \times 10^{14} \text{ Hz})$$

$$= 3.98 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (1)$$

(ii) જો ઉદ્ગમ દ્વારા દર સેકન્ડે ઉત્સર્જતા ફોટોન N હોય, તો બીમમાં પ્રસારિત થતો પાવર P દરેક ફોટોન ઊર્જા E ના N ગણો હશે. જેથી,  $P = NE$ .

$$N = \frac{P}{E} \quad (1)$$

$$= \frac{2.0 \times 10^{-3} \text{ W}}{3.98 \times 10^{-19} \text{ J}} = 5.0 \times 10^{15} \text{ ફોટોન્સ પ્રતિ સેકન્ડ} \quad (1)$$

23. પૂર્વધારણા (1)

ડી-બ્રોગ્લી સમજૂતી (2)

24. સમજૂતી (1)

દાખલો (1)

જવાબ : નમૂના  $\frac{1}{4}$  (1)

25. રેક્ટિફિકેશન (1/2)

નામનિર્દેશ સહિતનો ડાયાગ્રામ (1/2)

સમજૂતી (2)

26. લાક્ષણિક વકો મેળવવા માટે જરૂરી પરિપથ ડાયાગ્રામ (1)

સમજૂતી (1)

વકનો આકાર (1)

27. (i) કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ (1)

(ii) ડિટેક્ટરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ (1)

સમજૂતી (1)

28. તારવણી (4)

તફાવત (1)

અથવા

તારવણી (3)

દાખલાનો ઉકેલ (2)

29. વ્યાખ્યા (1)

સમજૂતીની તારવણી (2)

સાબિતી (2)

અથવા

અન્યોન્ય પ્રેરણની વ્યાખ્યા (1)

ફેક્ટર પર નિર્ભરતા (1)

દાખલાનો ઉકેલ (3)

30. નામનિર્દેશ સહિત ડાયાગ્રામ (1)

$\delta$  વિરુદ્ધ  $e$  નો આલેખ (1)

$\delta_m = (\mu - 1)A$  ની તારવણી (3)

અથવા

(i) તારવણી (3)

(ii)  $\mu = 1.55, R_1 = R$   $\left(\frac{1}{2}\right)$

$$R_2 = -R, f = 20 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{20} = (1.55 - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1.10}{R} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$R = 20 \times 1.1 = 22 \text{ cm} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

## Blue Print (ગુજરાત બોર્ડ મુખ્ય રૂપરેખા)

ધોરણ : XII વિષય : ભૌતિકવિજ્ઞાન

વાર્ષિક પરીક્ષા

કુલ ગુણ : 100

સમય : 3 કલાક

ભૌતિકવિજ્ઞાન નમૂનારૂપ પ્રશ્નો

ક્રમ નં.	પ્રકરણનું નામ	PART A						PART B												
		MCQ			જ્ઞાન (Knowledge)		સમજ (Understanding)		ઉપયોગન (Application)		ઉચ્ચ શૈક્ષિક કૌશલ્ય (Higher Order Thinking Skill)				કુલ ગુણ					
		K	U	A	H	SA-I	SA-II	LA	SA-I	SA-II	LA	SA-I	SA-II	LA		SA-I	SA-II	LA		
1	વિદ્યુતભારો અને વિદ્યુતભેત્રો	1(1)	1(1)	1(1)	2(2)	2(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	07(6)	
2	સ્થિતવિદ્યુત સ્થિતિમાન અને...	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)												4(1)			08(5)
3	પ્રવાહવિદ્યુત	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)															09(6)
4	ગતિમાન વિદ્યુતભારો અને...	-	1(1)	1(1)	1(1)	2(1)														08(5)
5	ચુંબકત્વ અને દ્રવ્ય	-	1(1)	1(1)	1(1)															05(4)
6	વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ	-	1(1)	1(1)	1(1)															05(4)
7	પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ	-	1(1)	2(2)	1(1)															08(5)
8	વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો	1(1)	1(1)	1(1)	-	2(1)														05(4)
9	કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર અને...	1(1)	2(2)	1(1)	1(1)															06(6)
10	તરંગ પ્રકાશશાસ્ત્ર	1(1)	1(1)	2(2)	1(1)															11(7)
11	વિકિરણ અને દ્રવ્યતા...	-	1(1)	1(1)	1(1)															06(4)
12	પરમાણુઓ	-	1(1)	1(1)	1(1)															07(4)
13	ન્યુક્લિયસ	-	1(1)	1(1)	1(1)															05(4)
14	સેમિકન્ડક્ટર અને ઈલે...	-	1(1)	1(1)	-	2(1)														05(4)
	<b>Sub Total</b>	<b>6(6)</b>	<b>15(15)</b>	<b>17(17)</b>	<b>12(12)</b>	<b>6(3)</b>														<b>100(68)</b>
	<b>Total</b>		<b>50(50)</b>			<b>6(3)</b>														<b>100(68)</b>

- નોંધ : 1. કૌંસમાં દર્શાવેલ અંક-પ્રશ્નની સંખ્યા અને બહારનો અંક ગુણ દર્શાવે છે.  
2. \* ની નિશાનીવાળો પ્રશ્ન આંતરિક વિકલ્પ દર્શાવે છે.  
3. આ બ્લ્યુપ્રિન્ટ નમૂનારૂપ છે, જેના આધારે આપેલ પ્રશ્નપત્ર તૈયાર કરવામાં આવેલ છે.  
4. અન્ય નવા પ્રશ્નપત્ર માટે યુનિટવાર ફાળવેલ ગુણભારની મર્યાદામાં અલગ બ્લ્યુપ્રિન્ટ હોઈ શકે.



ભૌતિકવિજ્ઞાન  
ધોરણ XII

નમૂનાનું પ્રશ્નપત્ર (ગુજરાત બોર્ડ મુજબ રૂપરેખા)

સમય : ત્રણ કલાક

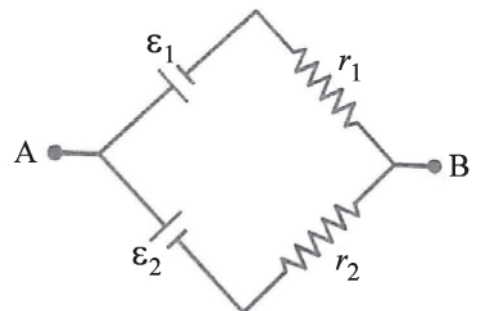
ગુણ : 100

સામાન્ય સૂચનાઓ :

- (1) આ પ્રશ્નપત્રના ભાગ A માં હેતુલક્ષી પ્રકારના 50 પ્રશ્નો છે. બધા જ પ્રશ્નો ફરજિયાત છે.
- (2) પ્રશ્નોની ક્રમ-સંખ્યા 1 થી 50 છે અને દરેક પ્રશ્નનો ગુણ 1 છે.
- (3) કાળજીપૂર્વક દરેક પ્રશ્નનો અભ્યાસ કરી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરવો.
- (4) આપને અલગથી આપેલ OMR પત્રકમાં જે-તે પ્રશ્ન-નંબર સામે (A) O, (B) O, (C) O, (D) O આપેલા છે. તે પ્રશ્નનો જે જવાબ સાચો હોય તેના વિકલ્પના વર્તુળને પેનથી પૂર્ણ ઘટ્ટ ● કરવાનું રહેશે.
- (5) રફ કાર્ય આ ટેસ્ટ બુકલેટમાં આપેલી જગ્યા પર કરવાનું રહેશે.
- (6) પ્રશ્નપત્રકમાં ઉપરની જમણી બાજુમાં આપેલા પ્રશ્નપત્રકમાં સેટ નં.ને OMR પત્રકમાં આપેલી જગ્યામાં લખવાનું રહેશે.
- (7) વિદ્યાર્થીઓ જરૂર જણાય ત્યાં સાદા કેલ્ક્યુલેટર અને લોગ ટેબલનો ઉપયોગ કરી શકશે.

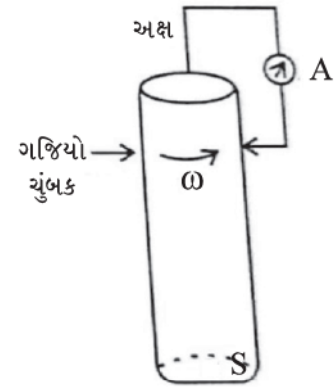
ભાગ A

1. જેનો કુલ સરવાળો શૂન્ય નથી તેવા વિદ્યુતભારોના સમૂહથી મોટા અંતરે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠો લગભગ ..... હશે.  
(a) ગોળાકાર (b) સમતલ (c) પરવલય (d) દીર્ઘવૃત્તીય
2. સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં એક ધન વિદ્યુતભારિત કણને સ્થિર સ્થિતિમાંથી મુક્ત કરવામાં આવે છે, તો વિદ્યુતભારની વિદ્યુત સ્થિતિઊર્જા...  
(a) અચળ રહેશે કારણ કે વિદ્યુતક્ષેત્ર સમાન છે.  
(b) વધશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં ગતિ કરે છે.  
(c) ઘટશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં ગતિ કરે છે.  
(d) ઘટશે કારણ કે વિદ્યુતભાર વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં ગતિ કરે છે.
3. ઇલેક્ટ્રોનની નીચે આપેલી લાક્ષણિકતાઓમાંથી કઈ વાહકમાં પ્રવાહ નક્કી કરે છે ?  
(a) ફક્ત ડ્રિફ્ટવેગ (b) ફક્ત ઉષ્મીયવેગ (Thermal)  
(c) ડ્રિફ્ટવેગ અને ઉષ્મીયવેગ બંને (d) ડ્રિફ્ટવેગ અને ઉષ્મીયવેગ પૈકી એક પણ નહિ.
4.  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  જેટલો emf ( $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ ) અને અનુક્રમે  $r_1$  અને  $r_2$  જેટલા આંતરિક અવરોધોવાળી બે બેટરીઓને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સમાંતરમાં જોડેલી છે, તો...  
(a) બે બેટરીઓનું સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $\mathcal{E}_1$  અને  $\mathcal{E}_2$  ની વચ્ચે મળે એટલે કે  $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_{eq} < \mathcal{E}_2$ .  
(b) સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq}$  એ  $\mathcal{E}_1$  કરતાં ઓછું.  
(c) હંમેશાં સમતુલ્ય emf  $\mathcal{E}_{eq} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$  વડે આપવામાં આવે છે.  
(d)  $\mathcal{E}_{eq}$  એ આંતરિક અવરોધો  $r_1$  અને  $r_2$  થી સ્વતંત્ર છે.

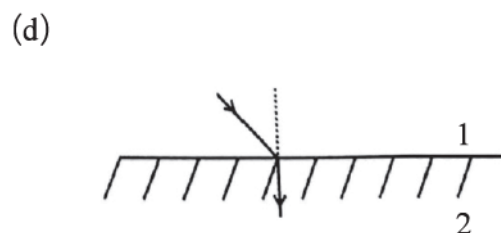
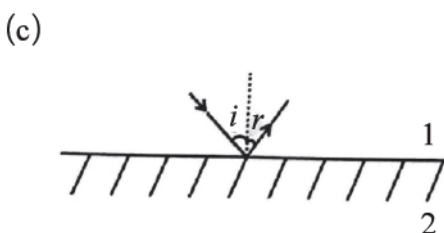
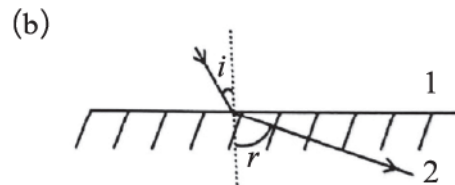
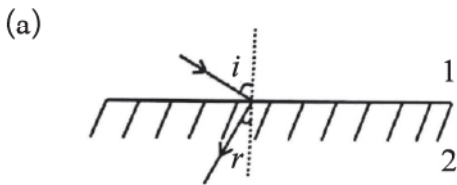


5. મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી અવરોધ R માપવામાં આવે છે. એક વિદ્યાર્થી સ્ટાન્ડર્ડ અવરોધ S ની પસંદગી 100  $\Omega$  કરે છે. તે તટસ્થ બિંદુ (null point)  $l_1 = 2.9$  સેમી પર મેળવે છે. તેને ચોકસાઈ સુધારવા પ્રયત્ન કરવા માટે કહેવામાં આવે છે. આ માટે નીચેનામાંથી કઈ રીત ઉપયોગી છે ?
- (a) તેને  $l_1$  નું માપન વધુ ચોકસાઈથી કરવું જોઈએ.  
 (b) તેને S બદલીને 1000  $\Omega$  કરી અને પ્રયોગ ફરી કરવો જોઈએ.  
 (c) તેને S બદલીને 3  $\Omega$  કરી અને પ્રયોગ ફરી કરવો જોઈએ.  
 (d) મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી તેને વધુ ચોકસાઈપૂર્વક માપનની આશા છોડી દેવી જોઈએ.
6. 400 સેમી લંબાઈના પોટેન્શિયો મીટરનો ઉપયોગ કરી જેમના emf નાં સંનિકટ (approximately) મૂલ્યો 5 V અને 10 V છે. તેવા બે વિદ્યુતકોષોની ચોકસાઈપૂર્વક સરખામણી કરવામાં આવે છે. તો...
- (a) પોટેન્શિયો મિટરમાં ઉપયોગમાં લેવાતી બેટરીનો વોલ્ટેજ 8 V હોવો જોઈએ.  
 (b) પોટેન્શિયો મિટરની બેટરીનો વોલ્ટેજ 15 V હોઈ શકે અને R ને એવી રીતે ગોઠવી શકાય કે તારના છેડાઓ વચ્ચેનો વોલ્ટેજ ડ્રોપ 10 V થી સહેજ વધુ હોય.  
 (c) તારના પ્રથમ 50 cm ના ભાગમાં સ્વયં વોલ્ટેજ ડ્રોપ 10 V હોવો જોઈએ.  
 (d) પોટેન્શિયો મિટરનો ઉપયોગ મોટા ભાગે અવરોધોની સરખામણી માટે થતો હોય છે, વોલ્ટેજો માટે નહિ.
7. ચુંબકીય ચાકમાત્રા M ધરાવતી પ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપને બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર **B** માં યાદચ્છિક રીતે ગોઠવેલ છે. લૂપને તેના સમતલને લંબ અક્ષથી  $30^\circ$  નું ભ્રમણ કરાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય.
- (a) MB                      (b)  $\sqrt{3}\frac{MB}{2}$                       (c)  $\frac{MB}{2}$                       (d) શૂન્ય
8. એક ઇલેક્ટ્રોનને પ્રવાહધારિત લાંબા સોલેનોઇડની અક્ષ પર સમાન વેગથી પ્રક્ષેપિત કરવામાં આવે છે. નીચેનામાંથી કયું વિધાન સત્ય છે ?
- (a) ઇલેક્ટ્રોન અક્ષની દિશામાં પ્રવેગિત થશે.  
 (b) અક્ષને અનુલક્ષીને ઇલેક્ટ્રોનનો માર્ગ વર્તુળાકાર હશે.  
 (c) ઇલેક્ટ્રોન અક્ષ સાથે  $45^\circ$  ના ખૂણે બળ અનુભવશે અને તેથી હેલિકલ (સ્પાઈરલ) માર્ગે ગતિ કરશે.  
 (d) સોલેનોઇડની અક્ષ પર ઇલેક્ટ્રોન સમાન વેગથી ગતિ ચાલુ રાખશે.
9. એકસમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B = B_0 \hat{k}$  માં બે વિદ્યુતભારિત કણો સંપૂર્ણ રીતે પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં હોય એવા સમાન સર્પિલાકાર (helical) માર્ગો પર ગતિ કરે છે.
- (a) તેમના વેગમાનનાં z-ઘટકો સમાન હોવાં જોઈએ.  
 (b) તેમના વિદ્યુતભારો સમાન હોવા જોઈએ.  
 (c) તેઓ અનિવાર્ય પણે કણ-પ્રતિકણની જોડી રજૂ કરે છે.  
 (d) વિદ્યુતભાર અને દળ ગુણોત્તર :  $\left(\frac{e}{m}\right)_1 + \left(\frac{e}{m}\right)_2 = 0$  ને સંતોષે છે.
10. પૃથ્વીનું ચુંબકીયક્ષેત્ર, તેના કેન્દ્ર પર રાખેલ બિંદુ ડાઈપોલ વડે આપવામાં આવે છે. ડાઈપોલની અક્ષ પૃથ્વીની અક્ષ સાથે  $11.3^\circ$  નો ખૂણો રચે છે. મુંબઈ ખાતે ડેક્લિનેશન લગભગ શૂન્ય છે, તો
- (a)  $11.3^\circ$  (પશ્ચિમ)થી  $11.3^\circ$  E (પૂર્વ) ડેક્લિનેશન બદલાય છે.  
 (b) લઘુત્તમ ડેક્લિનેશન  $0^\circ$  છે.  
 (c) ગ્રીનિચ (Greenwich)માંથી પસાર થતી ડાઈપોલની અક્ષ અને પૃથ્વીની અક્ષથી બનતું સમતલ પસાર થાય છે.  
 (d) સરેરાશ રીતે પૃથ્વી પર ડેક્લિનેશન હંમેશાં ઋણ હોય છે.

11. ઓરડાના તાપમાને કોઈ કાયમી ચુંબકમાં
- (a) દરેક અણુની ચુંબકીય ચાકમાત્રા શૂન્ય હોય છે.  
 (b) દરેક સ્વતંત્ર અણુઓને શૂન્યેતર ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓ હોય છે, જે બધી વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી હોય છે.  
 (c) ડોમેઈન્સ અંશતઃ ગોઠવાયેલી હોય છે.  
 (d) બધી જ ડોમેઈન્સ વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી હોય છે.
12. કોઈ પેરામેગ્નેટિક નમૂનાને 4K તાપમાને 0.6 T ના બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રાખતાં તે 8 Am<sup>-1</sup> જેટલું પરિણામી મેગ્નેટાઈઝેશન (ચુંબકીયકરણ) દર્શાવે છે. જ્યારે આ નમૂનાને 16 K તાપમાને 0.2 T ના બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવે, તો મેગ્નેટાઈઝેશન ..... હશે.
- (a)  $\frac{32}{3}$  Am<sup>-1</sup>      (b)  $\frac{2}{3}$  Am<sup>-1</sup>      (c) 6 Am<sup>-1</sup>      (d) 2.4 Am<sup>-1</sup>
13. x-y સમતલમાં L મીટર બાજુવાળું એક ચોરસ એવા વિસ્તારમાં આવેલું કે જ્યાં, પ્રવર્તતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B = B_0 (2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k})$  T વડે આપી શકાય છે. (જ્યાં - અચળાંક છે) તો ચોરસમાંથી પસાર થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ...
- (a)  $2 B_0 L^2$  Wb      (b)  $3 B_0 L^2$  Wb      (c)  $4 B_0 L^2$  Wb      (d)  $\sqrt{29} B_0 L^2$
14. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ એક નળાકારીય બાર મેગ્નેટને તેની અક્ષને અનુલક્ષીને ભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે. જો તેની અક્ષ સાથે એક વાહક તાર જોડી તેના નળાકાર પૃષ્ઠ સાથે કોઈ જોડાણ અગ્ર દ્વારા સંપર્ક કરાવવામાં આવે તો...
- (a) એમિટરમાં dc પ્રવાહનું વહન થશે.  
 (b) એમિટરમાંથી કોઈ પ્રવાહનું વહન થશે નહિ.  
 (c) એમિટરમાંથી  $T = 2\pi/\omega$  આવર્તકાળ ધરાવતો સાઈન પ્રકારનો (Sinosoidal) AC પ્રવાહ વહેશે.  
 (d) એમિટરમાંથી સમય સાથે બદલાતો જતો સાઈન પ્રકારનો ન હોય (non-sinosoidal) તેવો પ્રવાહ વહેશે.
15. A આડછેદનું ક્ષેત્રફળ, l લંબાઈ અને ચોક્કસ આંટાની સંખ્યા ધરાવતા સોલેનોઈડનું આત્મપ્રેરકત્વ વધે છે. જ્યારે...
- (a) l અને A માં વધારો થાય.      (b) l ઘટે અને A વધે.  
 (c) l વધે અને A ઘટે.      (d) l અને A બંને ઘટે.
16. આંતરિક અવરોધ  $R_g$  અને આંતરિક રિએક્ટન્સ  $X_g$  ધરાવતું એક AC જનરેટર છે. આ જનરેટરનો ઉપયોગ નિષ્ક્રિય અવરોધ  $R_L$  અને રિએક્ટન્સ  $X_L$  ને પાવર સપ્લાય કરવા માટે થાય છે. જનરેટર વડે લોડ અવરોધને મહત્તમ પાવર સપ્લાય કરવા માટે  $X_L$  નું મૂલ્ય ..... જેટલું રાખવું જોઈએ.
- (a) શૂન્ય      (b)  $X_g$       (c)  $-X_g$       (d)  $R_g$

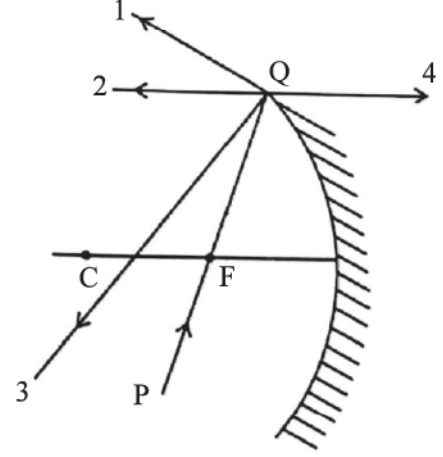


17. એક જનરેટર સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ LCR પરિપથની અનુનાદીય આવૃત્તિ ઘટાડવા માટે,
- જનરેટરની આવૃત્તિ ઘટાડવી જોઈએ.
  - પ્રથમ કેપેસિટર સાથે સમાંતર જોડાણમાં બીજું કેપેસિટર જોડવું જોઈએ.
  - ઇન્ડક્ટરમાં રહેલા લોખંડના ગર્ભને દૂર કરવો જોઈએ.
  - કેપેસિટરમાં રહેલા ડાયઇલેક્ટ્રિકને દૂર કરવું જોઈએ.
18. 12 watt ના વિદ્યુતગોળા સાથે જોડેલ સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરનો આઉટપુટ વોલ્ટેજ 24 V મળે છે, તો મહત્તમ પ્રવાહનું મૂલ્ય .....
- $1/\sqrt{2} A$
  - $\sqrt{2} A$
  - 2 A
  - $2\sqrt{2} A$
19. એક AC પરિપથમાં 2A પ્રવાહ તથા 220 વોલ્ટ વીજસ્થિતિમાનનો તફાવત છે. જો પરિપથમાં વપરાતો પાવર 40 W હોય, તો પાવરફેક્ટર .....
- 0.9
  - 0.09
  - 1.8
  - 0.18
20. કાર્બન મોનોક્સાઇડના અણુને કાર્બન અને ઓક્સિજન પરમાણુમાં વિભાજિત કરવા 11 eV ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આ વિભાજન મેળવવા માટેના યોગ્ય વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણની લઘુત્તમ આવૃત્તિ, વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટના ..... વિભાગમાં આવેલી હશે.
- દૃશ્ય
  - ઇન્ફ્રારેડ
  - અલ્ટ્રાવાયોલેટ
  - માઇક્રોવેવ
21. જો **E** અને **B** વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોના અનુક્રમે વિદ્યુતક્ષેત્ર સદિશ અને ચુંબકીયક્ષેત્ર સદિશ હોય, તો વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ પ્રસરણની દિશા .....ની દિશામાં હશે.
- E**
  - B**
  - B × E**
  - E × B**
22. વિદ્યુતચુંબકીય તરંગની તીવ્રતામાં વિદ્યુતક્ષેત્ર અને ચુંબકીયક્ષેત્રનાં ઘટકોના યોગદાનનો ગુણોત્તર .....
- $c : 1$
  - $c^2 : 1$
  - 1 : 1
  - $\sqrt{c} : 1$
23. ઋણ વક્રીભવનાંક ધરાવતાં કેટલાંક દ્રવ્યો પ્રયોગશાળામાં વિકસાવવામાં આવ્યાં છે. આકૃતિ 9.3માં દર્શાવ્યા મુજબ હવાના માધ્યમ (માધ્યમ 1)માંથી પ્રકાશિય કિરણ આવા માધ્યમ (માધ્યમ 2) પર આપાત થતું હોય, તો નીચેનામાંથી કયા ગતિમાર્ગને આ કિરણ અનુસરશે ?



24. આયનોસ્ફિયર દ્વારા થતા રેડિયોતરંગોના પરાવર્તન સાથે સામ્યતા ધરાવતી ઘટના...
- સમતલ અરીસા વડે પ્રકાશનું પરાવર્તન છે.
  - મરીચિકા દરમિયાન હવામાં થતા પ્રકાશના પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન જેવી છે.
  - મેઘધનુષની રચના દરમિયાન પાણીના અણુઓ દ્વારા થતા પ્રકાશના વર્ણવિપથન જેવી.
  - હવાના રજકણો દ્વારા થતા પ્રકાશના પ્રકીર્ણન જેવી.

25. અંતર્ગોળ અરીસા પર આપાત થતું કિરણ PQ વડે દર્શાવેલ છે. જ્યારે અરીસા પરથી પરાવર્તન પછી જે દિશામાં કિરણ જઈ શકે છે, તે ચાર કિરણો 1, 2, 3 અને 4 વડે દર્શાવેલ છે (જુઓ આકૃતિ). આ ચાર પૈકી કયું કિરણ સાચા પરાવર્તિત કિરણની દિશા દર્શાવે છે ?



- 1
- 2
- 3
- 4

26. પ્રિઝમની એક સપાટી પર  $\theta$  કોણે આપાત થતું કિરણ બીજી સપાટીમાંથી લંબરૂપે નિર્ગમન પામે છે. જો પ્રિઝમના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક 1.5 અને પ્રિઝમકોણ  $5^\circ$  હોય, તો આપાતકોણ  $\theta$  .....
- $7.5^\circ$
  - $5^\circ$
  - $15^\circ$
  - $2.5^\circ$

27. શ્વેત પ્રકાશનું એક નાનું તરંગ સ્પંદ હવામાંથી કાચના સ્લેબ પર લંબરૂપે આપાત થાય છે. કાચમાં ગતિ કર્યા બાદ સૌપ્રથમ કયો રંગ નિર્ગમન પામશે ?
- વાદળી
  - લીલો
  - જાંબલી
  - લાલ

28.  $10^4 \text{ \AA}$  પહોળાઈ ધરાવતી સ્લિટ ઉપર સૂર્યપ્રકાશ આપાત થતો વિચારો. સ્લિટમાંથી જોવા મળતું પ્રતિબિંબ...
- કેન્દ્ર (મધ્યબિંદુ) પાસે સફેદ રંગની તીક્ષ્ણ સ્લિટ હોય છે.
  - મધ્યમાંની સફેદ રંગની તેજસ્વી સ્લિટ, ધાર સુધી (પહોંચતાં) શૂન્ય તીવ્રતામાં પરિવર્તિત બને છે.
  - કેન્દ્રમાંની સફેદ રંગની તેજસ્વી સ્લિટ જુદા-જુદા રંગોના વિસ્તારમાં ફેલાય છે.
  - માત્ર ફેલાયેલી સ્લિટ સફેદ રંગની હોય છે.

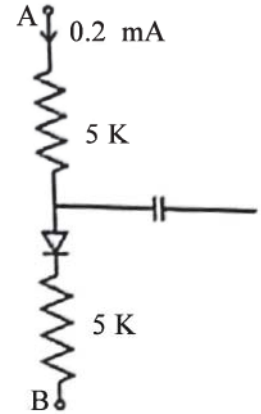
29.  $d$  પહોળાઈના કાચના લંબઘન (slab) (વક્રીભવનાંક  $n$ ) પર હવામાંથી  $\theta$  આપાતકોણે આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ વિચારો. કાચની ઉપરની સપાટી અને નીચેની સપાટી પરથી પરાવર્તિત કિરણો વચ્ચેનો કળા-તફાવત.

- $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{\frac{1}{2}} + \pi$
- $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{\frac{1}{2}}$
- $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{\frac{1}{2}} + \frac{\pi}{2}$
- $\frac{4\pi d}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta\right)^{\frac{1}{2}} + 2\pi$

30. યંગના બે (double) સ્લિટના પ્રયોગમાં, સફેદ પ્રકાશ ઉદ્ગમ તરીકે છે. એક સ્લિટને લાલ રંગના ફિલ્ટર અને બીજી સ્લિટને વાદળી ફિલ્ટર વડે ઢાંકી દેવામાં આવે છે. આ કિસ્સામાં...
- (a) ત્યાં એકાંતરે લાલ અને વાદળી રંગની વ્યતીકરણ ભાત હશે.  
 (b) ત્યાં લાલ રંગની વ્યતીકરણ ભાત વાદળી રંગની ભાત કરતાં અલગ હશે.  
 (c) ત્યાં વ્યતીકરણ શલાકાઓ હશે નહિ.  
 (d) ત્યાં લાલ રંગની વ્યતીકરણ ભાત વાદળી રંગની ભાત સાથે ભળી ગયેલી (mix) હશે.
31. એક કણને ઊંચાઈ H પરથી પડતો મૂકવામાં આવે છે. કણની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈએ ઊંચાઈના વિધેય તરીકે .....ના પ્રમાણમાં હોય છે.
- (a) H                      (b)  $H^{1/2}$                       (c)  $H^0$                       (d)  $H^{-1/2}$
32. પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન, ઈલેક્ટ્રોન અને  $\alpha$ -કણ પાસે સમાન ઊર્જા છે, તો તેમની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈઓની સરખામણી ..... અનુસાર આપી શકાય.
- (a)  $\lambda_p = \lambda_n > \lambda_e > \lambda_\alpha$                       (b)  $\lambda_\alpha > \lambda_p = \lambda_n > \lambda_e$   
 (c)  $\lambda_e > \lambda_p = \lambda_n > \lambda_\alpha$                       (d)  $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_n = \lambda_\alpha$
33. ઈલેક્ટ્રોન (દ્રવ્યમાન  $m$ )  $V = v_0 \hat{i}$  ( $v_0 > 0$ ) જેટલા પ્રારંભિક વેગ સાથે  $E = -E_0 \hat{i}$  ( $E_0 = \text{અચળ} > 0$ ) જેટલા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં છે. તેની  $t$  સમયે ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ..... વડે આપી શકાય.
- (a)  $\frac{\lambda_0}{\left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)}$                       (b)  $\lambda_0 \left(1 + \frac{eE_0 t}{m v_0}\right)$                       (c)  $\lambda_0$                       (d)  $\lambda_0 t$
34. ધરા સ્થિતિમાં આવેલા બે H-પરમાણુ અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત પામે છે. તેમની સંયુક્ત ગતિઊર્જાના ઘટાડાનું મહત્તમ મૂલ્ય,
- (a) 10.20 eV                      (b) 20.40 eV                      (c) 13.6 eV                      (d) 27.2 eV
35. કોઈ એક ઉત્તેજિત અવસ્થામાં આવેલ પરમાણુઓનો સમૂહ ક્ષય પામે છે,
- (a) સામાન્ય રીતે નીચી ઊર્જાવાળી કોઈ પણ અવસ્થામાં.  
 (b) ફક્ત બાહ્ય વિદ્યુતક્ષેત્રથી ઉત્તેજિત કરાયો હોય, તો જ નીચી અવસ્થામાં.  
 (c) બધા જ એકસાથે નીચી અવસ્થામાં.  
 (d) ફક્ત જ્યારે સંઘાત પામે ત્યારે જ ફોટોન ઉત્સર્જિત કરે.
36. બોહ્ર ત્રિજ્યા  $a_0 = 53 \text{ pm}$  લેતાં, બોહ્ર મોડેલના આધારે,  $\text{Li}^{++}$  આયનની ધરા સ્થિતિમાં ત્રિજ્યા આશરે .....
- (a) 53 pm                      (b) 27 pm                      (c) 18 pm                      (d) 13 pm
37. જ્યારે કોઈ એક અણુનું ન્યુક્લિયસ રેડિયો એક્ટિવ ક્ષય પામે, તે અણુની ઈલેક્ટ્રોનિક ઊર્જાકક્ષાઓ,
- (a) કોઈ પણ પ્રકારની રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે નહિ.  
 (b)  $\alpha$ -અને  $\beta$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ  $\gamma$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે નહિ.  
 (c)  $\alpha$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ બીજા માટે નહિ.  
 (d)  $\beta$ -રેડિયો એક્ટિવિટી માટે બદલાશે પણ બીજા માટે નહિ.

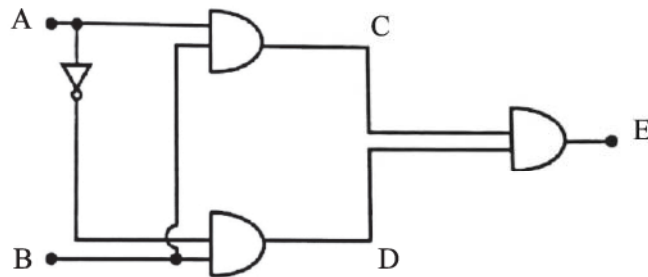
38. ભારે સ્થાયી ન્યુક્લિયસો પ્રોટોન કરતાં વધુ ન્યુટ્રોન ધરાવે છે. આનું કારણ એ હકીકત છે કે,
- પ્રોટોન કરતાં ન્યુટ્રોન ભારે હોય છે.
  - પ્રોટોન વચ્ચે સ્થિત વિદ્યુતબળ અપાકર્ષી હોય છે.
  - ન્યુટ્રોન બીટા ( $\beta$ ) ક્ષય દ્વારા પ્રોટોનમાં ક્ષય પામે છે.
  - ન્યુટ્રોન વચ્ચેનાં ન્યુક્લિયર બળો પ્રોટોન વચ્ચેનાં બળો કરતાં નબળાં હોય છે.
39. 1 વર્ષ અર્ધવાયુ ધરાવતા રેડિયો એક્ટિવ પદાર્થના પ્રારંભમાં દરેક 10,000 અણુઓ ધરાવતા એવા મોટી સંખ્યામાં પાત્રો ધારીએ. 1 વર્ષ પછી,
- બધાં જ પાત્રો પદાર્થના 5000 અણુઓ ધરાવશે.
  - બધાં જ પાત્રો પદાર્થના સમાન સંખ્યામાં અણુઓ ધરાવશે કે જે સંખ્યા આશરે 5000 હશે.
  - સામાન્ય રીતે પાત્રોમાં અસમાન સંખ્યામાં અણુઓ હશે પણ તેમની સરેરાશ આશરે 5000ની નજીકમાં હશે.
  - કોઈ પણ પાત્રમાં 5000 અણુઓથી વધુ ન હોઈ શકે.

40. આકૃતિમાં દર્શાવેલ પરિપથમાં જો ડાયોડનો ફોરવર્ડ બાયસ વોલ્ટેજ ડ્રોપ 0.3 V હોય, તો A અને B વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત .....



- 1.3 V
- 2.3 V
- 0
- 0.5 V

41. આપેલ પરિપથ (જુઓ આકૃતિ) માટે ટ્રુથ ટેબલ...



(a)	A	B	E
	0	0	1
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	0

(b)	A	B	E
	0	0	1
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1

(c)	A	B	E
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	0
	1	1	1

(D)	A	B	E
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0

42. સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E = 3 \times 10^3 \text{ N/C}$  માં તેને લંબરૂપે મૂકેલ 1 cm લંબાઈની બાજુવાળા ચોરસ પૃષ્ઠમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ .....
- (a)  $40 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1}$  (b)  $30 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1}$  (c)  $45 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1}$  (d)  $25 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1}$
43. એક અનંત લંબાઈનો રેખીય વિદ્યુતભાર 2 cm અંતરે  $9 \times 10^4 \text{ N/C}$  વિદ્યુતક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ગણો.
- (a)  $0.5 \mu\text{C m}^{-1}$  (b)  $0.2 \mu\text{C m}^{-1}$  (c)  $4.5 \mu\text{C m}^{-1}$  (d)  $0.1 \mu\text{C m}^{-1}$
44. 12 pF નું એક કેપેસિટર 50 V ની બેટરી સાથે જોડેલું છે. કેપેસિટરમાં કેટલી સ્થિતિ વિદ્યુતઊર્જા સંગ્રહ પામી હશે ?
- (a)  $15 \times 10^{-9} \text{ J}$  (b)  $600 \times 10^{-9} \text{ J}$  (c)  $60 \times 10^{-9} \text{ J}$  (d)  $30 \times 10^{-9} \text{ J}$
45. કોઈ માધ્યમમાં  $d$  અંતરે રાખેલા બે વિજાતીય વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતું આકર્ષણ બળ  $F$  છે, તો તે જ માધ્યમમાં તે બે વિદ્યુતભારોને કેટલા અંતરે મૂકવાથી તેમની વચ્ચે લાગતું આકર્ષણ બળ  $3F$  થાય ?
- (a)  $\frac{d}{2}$  (b)  $\frac{d}{3}$  (c)  $\frac{d}{\sqrt{3}}$  (d)  $\frac{d}{\sqrt{2}}$
46. એક બંધ સપાટીની અંદર તથા બહાર અનુક્રમે  $q_1$  અને  $q_2$  વિદ્યુતભારો છે. આ પૃષ્ઠના કોઈ બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર  $E$  તથા ફ્લક્સ  $\phi$  છે. જો  $q_1 = 0$  તથા  $q_2 \neq 0$  હોય, તો .....
- (a)  $E \neq 0, \phi = 0$  (b)  $E = 0, \phi \neq 0$  (c)  $E = 0, \phi = 0$  (d)  $E \neq 0, \phi \neq 0$
47. 1 mc વિદ્યુતભારમાંથી બહાર નીકળતી વિદ્યુતભારની વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની સંખ્યા .....
- ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ MKS}$ )
- (a)  $1.13 \times 10^{11}$  (b)  $9 \times 10^9$  (c)  $9 \times 10^{-9}$  (d)  $1.13 \times 10^8$
48.  $10^{-8} \text{ C}$  વિદ્યુતભાર ધરાવતો 1 g દળવાળો એક નાનો ગોળો એક વિદ્યુતક્ષેત્રમાં 600 V ના સ્થિતિમાન ધરાવતાં બિંદુ A થી શૂન્ય સ્થિતિમાન ધરાવતાં બિંદુ B સુધી ગતિ કરે છે, તો તેની ગતિઊર્જામાં થતો ફેરફાર ..... erg.
- (a) 60 (b) 45 (c)  $-6 \times 10^{-6}$  (d) -60
49. માઈક્રોસ્કોપના Oil Immersion ઓબ્જેક્ટિવ વડે વસ્તુ અંગેની બારીકાઈથી માહિતી મળી શકે છે. કારણ કે આવા ઓબ્જેક્ટિવ માટે...
- (a) વધારે મોટવણી હોય છે. (b) વધારે વિભેદનશક્તિ હોય છે.
- (c) વ્યાસ મોટો હોય છે. (d) ઉપરનામાંથી એક પણ નહિ.
50. એક વ્યક્તિ તળાવના શાંત પાણી પરથી પરાવર્તિત થયેલો સૂર્યનો તલધ્રુવીભૂત પ્રકાશ મેળવે છે. જો પાણીનો વક્રીભવનાંક 1.327 હોય, તો સૂર્ય ક્ષિતિજથી કેટલા કોણે હશે ?
- (a)  $57^\circ$  (b)  $75^\circ$  (c)  $37^\circ$  (d)  $53^\circ$



ભાગ B

સમય : 2 કલાક

ગુણ : 50

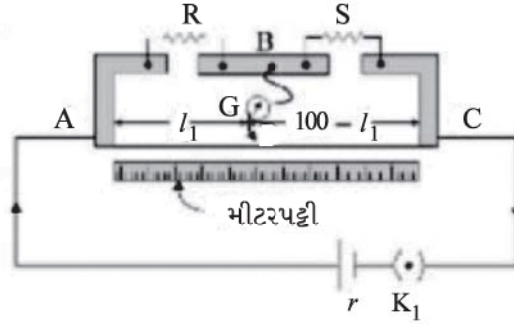
સૂચનાઓ :

- (1) આ પ્રશ્નપત્રના ભાગ B માં કુલ ત્રણ વિભાગ છે.
- (2) બધા જ પ્રશ્નો ફરજિયાત છે. વિકલ્પો આંતરિક છે.
- (3) જમણી બાજુના અંક પ્રશ્નના ગુણ દર્શાવે છે.

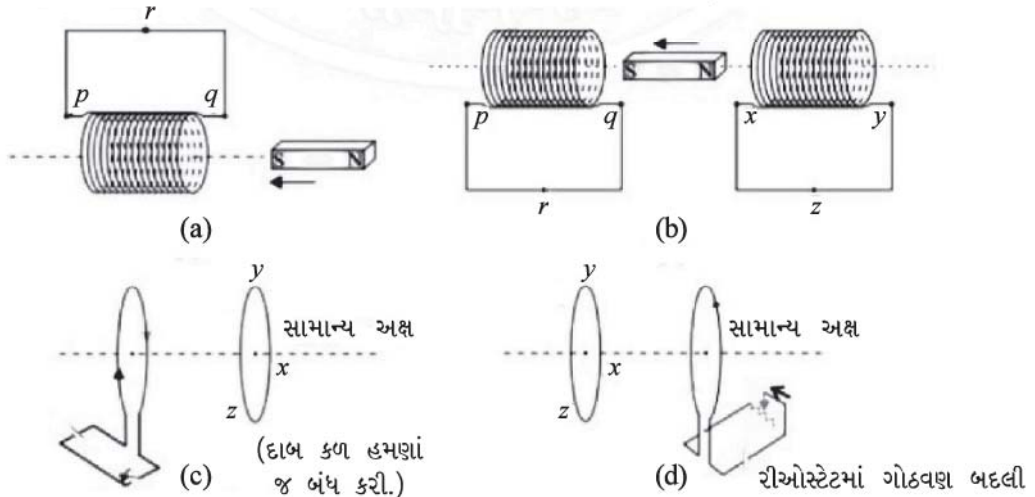
વિભાગ A

નીચે આપેલ પ્રશ્ન નં. 1 થી 8 ટૂંકજવાબી પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો : (દરેકના 2 ગુણ) (16)

1. વિદ્યુત ક્ષેત્રરેખા વ્યાખ્યાયિત કરી તેની અગત્યની બે લાક્ષણિકતા જણાવો.
2. મીટરબ્રિજમાં તટસ્થ બિંદુ A થી 33.7 cm અંતરે મળે છે. જો S સાથે સમાંતરે 12 અવરોધ જોડવામાં આવે, તો તટસ્થ બિંદુ 51.9 cm અંતરે મળે છે, તો R અને S નાં મૂલ્યો શોધો.



3. કારની બેટરીને તેને ચાલુ કરતી મોટર સાથે જોડતા તાર 300 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહન કરે છે (થોડાક સમય માટે). આ તાર 70 cm લાંબા હોય અને તેમની વચ્ચેનું અંતર 1.5 cm હોય, તો એકમ લંબાઈ દીઠ આ તારો વચ્ચે લાગતું બળ કેટલું હશે ? આ બળ આકર્ષી હશે કે અપાકર્ષી ?
4. ખૂબ નજીક વિંટાળેલા 800 આંટાવાળા અને  $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતા સોલેનોઇડમાંથી 3.0 A વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય છે. સોલેનોઇડ કઈ રીતે ગજિયા-ચુંબકની જેમ વર્તશે તે સમજાવો. તેની સાથે સંકળાયેલ મેગ્નેટિક મોમેન્ટ કેટલી હશે ? અથવા  
પૃથ્વીનું ચુંબકીયક્ષેત્ર વિષુવવૃત્ત પાસે લગભગ 0.4 G છે. તો પૃથ્વીની દ્વિ-ધ્રુવી ચાકમાત્રા શોધો.
5. નીચેની આકૃતિઓ (a) થી (d) દ્વારા વર્ણવેલ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા જણાવો :



6. વિદ્યુત-ચુંબકીય તરંગોની કોઈ પણ ચાર લાક્ષણિકતાઓ જણાવો.  
7.  $^{16}_8\text{O}$  ના ઉદાહરણ દ્વારા ન્યુક્લિયસની બંધનઊર્જા સમજાવો.

અથવા

એક atomic mass unit (u)ને સમતુલ્ય ઊર્જા પ્રથમ Joule અને પછી MeV માં શોધો.  $^{16}_8\text{O}$  ની દળક્ષતિને MeV/c<sup>2</sup> માં દર્શાવો.

8. વોલ્ટેજ નિયંત્રક તરીકે ઝેનર ડાયોડનો ઉપયોગ યોગ્ય પરિપથ સહિત સમજાવો.

વિભાગ B

નીચે આપેલ પ્રશ્ન નં. 9 થી 14 ટૂંકજવાબી પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો : (દરેકના 3 ગુણ) (18)

9. 220 V ના વોલ્ટેજ પર એક ઓરડામાં એક દિવસમાં 5 કલાક AC ચાલે છે. 10 m લાંબા અને 1 mm ત્રિજ્યાના તાંબાના તારથી તે ઓરડામાં વાયરિંગ કરેલું છે. દરરોજના 10 કોમર્શિયલ યુનિટ પાવર વપરાય છે, તો તારમાં કેટલામા ભાગની જૂલઉષ્મા જશે. જો એલ્યુમિનિયમના તેટલા જ વ્યાસવાળા તારનું વાયરિંગ કરવામાં આવે, તો કેટલા ટકા જૂલઉષ્માનો વ્યય થશે ?

$$[\rho_{\text{cu}} = 1.7 \times 10^{-8} \text{ m}, S_{\text{AL}} = 2.7 \times 10^{-8} \text{ m}]$$

અથવા

કોષોનું સમાંતર જોડાણ એટલે શું ? બે કોષોનાં સમાંતર જોડાણ માટે સમતુલ્ય emf નું સૂત્ર મેળવો.

10. R ત્રિજ્યા અને N આંટા ધરાવતા એક વર્તુળાકાર ગૂંચળામાંથી I વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય છે, તો તેની અક્ષ પર કેન્દ્રથી x અંતરે ઉદ્ભવતું ચુંબકીયક્ષેત્ર  $B = \frac{\mu_0 I R^2 N}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$  છે, તેમ સાબિત કરો.

11. હાઈગેન્સનો સિદ્ધાંતની મદદથી સમતલ તરંગોનું વક્રીભવન સમજાવો.

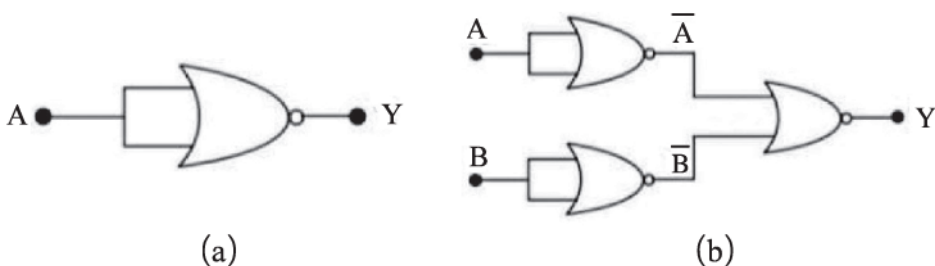
12. બે ટેકરીઓ ઉપર રહેલા બે ટાવરો એકબીજાથી 40 km દૂર છે. તેમને જોડતી રેખા, બરાબર વચ્ચે આવેલી ટેકરીની 50 m ઉપરથી પસાર થાય છે. નોંધપાત્ર અસરો સિવાય બે ટાવરો વચ્ચે મોકલી શકાય તેવા રેડિયો-તરંગોની સૌથી વધુ તરંગ-લંબાઈ કેટલી હશે ?

13. (a)  $5.4 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$  ની ઝડપથી ગતિ કરતા ઈલેક્ટ્રોન અને  
(b)  $30.0 \text{ ms}^{-1}$  ની ઝડપથી ગતિ કરતા 150 g ના બોલ, સાથે સંકળાયેલ ડિ-બ્રોગ્લી તરંગ-લંબાઈ કેટલી હશે ?

અથવા

ફોટો ઈલેક્ટ્રિક અસર પ્રકાશના તરંગવાદથી સમજાવી શકાતી નથી. શા માટે ?

14. માત્ર NOR ગેટનો ઉપયોગ કરીને આકૃતિ મુજબ બનતાં પરિપથો માટે ટ્રુથટેબલ લખો. આ પરિપથો વડે થતાં લૉજિક ઓપરેશન (OR, AND, NOT) નક્કી કરો.



વિભાગ C

નીચે આપેલ પ્રશ્ન નં. 15 થી 18 ટૂંકજવાબી પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો : (દરેકના 4 ગુણ) (16)

15. બે વિદ્યુતભારો  $-q$  અને  $+q$  અનુક્રમે  $(0, 0, -a)$  અને  $(0, 0, a)$  બિંદુઓએ રહેલાં છે.  
 (a)  $(0, 0, z)$  અને  $(x, y, 0)$  બિંદુઓએ વિદ્યુતસ્થિતિમાન કેટલું છે ?  
 (b) સ્થિતિમાન, ઊગમબિંદુથી કોઈ બિંદુના અંતર  $r$  પર,  $r/a \gg 1$  હોય ત્યારે કેવી રીતે આધારિત છે તે દર્શાવતું સૂત્ર મેળવો.  
 (c) એક નાના પરીક્ષણ વિદ્યુતભારને  $x$ -અક્ષ પર  $(5, 0, 0)$  બિંદુથી  $(-7, 0, 0)$  બિંદુ સુધી લઈ જવામાં કેટલું કાર્ય થશે ? જો પરીક્ષણ વિદ્યુતભારનો માર્ગ તે જ બિંદુઓ વચ્ચે  $x$ -અક્ષ પર ન હોત, તો જવાબમાં ફેર પડે ?
16. એક ac પરિપથમાં માત્ર ઈન્ડક્ટર  $L$  જોડેલ છે. આ પરિપથ માટે પ્રવાહનું સૂત્ર તારવી ઈન્ડક્ટીવ રીએક્ટન્સ સમજાવે અને પરિપથના સરેરાશ પાવરનું સૂત્ર મેળવો.

અથવા

220 V, 50 Hz ac સ્રોત સાથે  $200 \Omega$  નો અવરોધક અને  $15.0 \mu\text{F}$  ના કેપેસિટરને શ્રેણીમાં જોડવામાં આવેલ છે. (a) પરિપથનો પ્રવાહ ગણો. (b) અવરોધક અને કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચે વોલ્ટેજ (rms) શોધો. શું આ વોલ્ટેજનો બેજિક સરવાળો સ્રોત વોલ્ટેજ કરતાં વધુ છે ? જો હા, તો આ વિસંગતતાનો ઉકેલ જણાવો.

17. અરીસાનાં સૂત્રો ઉપયોગ કરીને સાબિત કરો કે,  
 (a) અંતર્ગોળ અરીસાના  $f$  અને  $2f$ ની વચ્ચે વસ્તુને મૂકવામાં આવે, તો વસ્તુનું સાચું પ્રતિબિંબ  $2f$ થી દૂર મળે.  
 (b) બહિર્ગોળ અરીસો હંમેશાં વસ્તુનાં સ્થાનથી સ્વતંત્ર એવું આભાસી પ્રતિબિંબ જ આપે છે.  
 (c) બહિર્ગોળ અરીસા વડે મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં કદમાં નાનું અને અરીસાના ધ્રુવ તેમજ મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે જ હોય છે.
18. રીડબર્ગ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી, હાઈડ્રોજન વર્ણપટની લાયમન શ્રેણીની પ્રથમ ચાર વર્ણપટ રેખાઓની તરંગ-લંબાઈઓની ગણતરી કરો.

## ભૌતિકવિજ્ઞાન

### ધોરણ XII

### ઉકેલ અને ગુણભાર-યોજના (ગુજરાત બોર્ડ મુજબ)

#### ભાગ A

- |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. (a)  | 2. (c)  | 3. (a)  | 4. (a)  | 5. (c)  | 6. (b)  | 7. (d)  |
| 8. (d)  | 9. (d)  | 10. (a) | 11. (c) | 12. (b) | 13. (c) | 14. (a) |
| 15. (b) | 16. (c) | 17. (b) | 18. (a) | 19. (b) | 20. (c) | 21. (d) |
| 22. (c) | 23. (a) | 24. (b) | 25. (b) | 26. (a) | 27. (d) | 28. (a) |
| 29. (a) | 30. (c) | 31. (d) | 32. (b) | 33. (a) | 34. (a) | 35. (a) |
| 36. (c) | 37. (b) | 38. (b) | 39. (c) | 40. (b) | 41. (c) | 42. (b) |
| 43. (b) | 44. (a) | 45. (c) | 46. (a) | 47. (d) | 48. (a) | 49. (b) |
| 50. (c) |         |         |         |         |         |         |

#### ભાગ B

#### વિભાગ A

- પાન નં. 24 પરથી,  
 વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓએ વિદ્યુતભારોની ગોઠવણી... } (1)  
 દિશા સ્પષ્ટપણે દર્શાવી શકાય છે. }  
 પાન નં. 25 પરથી, કોઈ પણ બે લાક્ષણિકતાઓ લખો.  $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)$  (1)
- પાન નં. 121 (ઉદાહરણ 3.9)  
 મૂળ સમતોલન સ્થિતિ માટે શરત લખો.  $\left(\frac{1}{2}\right)$   
 નવી સમતોલન સ્થિતિ માટે શરત લખો.  $\left(\frac{1}{2}\right)$   
 બંને શરતો પરથી  $R = 6.86 \Omega$   $\left(\frac{1}{2}\right)$   
 અને  $S = 13.5 \Omega$  મેળવો.  $\left(\frac{1}{2}\right)$
- $f = \frac{F}{l} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$  સૂત્ર લખો.  $\left(\frac{1}{2}\right)$   
 યોગ્ય કિંમતો મૂકી  $f = 1.2 \text{ N/m}$  મેળવો. (1)  
 બળ અપાકર્ષી હશે.  $\left(\frac{1}{2}\right)$

4. સોલેનોઇડમાં વહેતા પ્રવાહની દિશા પરથી તે કેવી રીતે ગણિયા ચુંબક તરીકે વર્તે છે તેની સમજૂતી આપે. (1)

$$m_s = NIA \text{ પરથી } m_s = 0.6 \text{ Am}^2 \text{ અથવા} \quad (1)$$

$$= 0.6 \text{ J/T મેળવે.}$$

અથવા

4. પાન 186 (ઉદાહરણ 5.8)

$$B = \frac{\mu \cdot m}{4\pi r^3} \text{ સૂત્ર લખે.} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

યોગ્ય કિંમતો મૂકી ગણતરી કરે. (1)

$$m = 1.05 \times 10^{23} \text{ Am}^3 \text{ મેળવે.} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

5. (a)  $qrpq$  માર્ગો  $\left(\frac{1}{2}\right)$

(b)  $prq$  માર્ગો અથવા  $yzx$  માર્ગો  $\left(\frac{1}{2}\right)$

(c)  $yzx$  માર્ગો  $\left(\frac{1}{2}\right)$

(d)  $zyx$  માર્ગો  $\left(\frac{1}{2}\right)$

6. પાન નં. 275 થી 278 પરથી કોઈ પણ ચાર લાક્ષણિકતાઓ લખે. (દરેકનો  $\left(\frac{1}{2}\right)$  ગુણ) (2)

7. (પાન નં. 442-443) દળક્ષતિ સમજાવે. (1)

$\Delta M$  નું સૂત્ર લખે.

$E_b$  નું સૂત્ર લખે.

અથવા

પાન નં. 443 (ઉદાહરણ 13.3)

$$1u = 1.4924 \times 10^{-10} \text{ J મેળવે.} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= 931.5 \text{ MeV મેળવે.} \quad \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\Delta M = 127.5 \text{ MeV}/C^2 \text{ મેળવે.} \quad (1)$$

8. પાન નં. 486 મુજબ પરિપથ દોરે.  $\left(\frac{1}{2}\right)$

સમજૂતી આપે.  $\left(1\frac{1}{2}\right)$

**વિભાગ B**

9. યુનિટને J/s માં ફેરવે અને એક કલાકમાં પાવર  $P = 2000 \text{ J/s}$  મેળવે.  $\left(\frac{1}{2}\right)$

$$P = I^2 R$$

$$= \left(\frac{P}{V}\right) l \frac{l}{A} \text{ પરથી} \quad (1)$$

$P = 4W$  મેળવે.

તાંબાના તારમાં ખર્ચાતો પાવરવ્યય 0.2 % મેળવે.

એલ્યુમિનિયમના તારમાં ખર્ચાતો પાવર  $P' = 6.4 \text{ J/s}$  મેળવે

અને ટકામાં = 0.32 % મેળવે.

$\left(\frac{1}{2}\right)$

$\left(\frac{1}{2}\right)$

$\left(\frac{1}{2}\right)$

અથવા

આકૃતિ 3.21 દોરે અને પ્રવાહનું વિભાજન સમજાવે.

A અને C બિંદુઓ વચ્ચેના વોલ્ટેજનું સૂત્ર તારવે. (3.71)

આ સૂત્રને  $V = \mathcal{E}_{eq} - Ir_{eq}$  સાથે સરખાવી  $\mathcal{E}_{eq}$  નું સૂત્ર લખે. (3.73)

(1)

$\left(1\frac{1}{2}\right)$

$\left(\frac{1}{2}\right)$

10. આકૃતિ 4.11 દોરે.

આકૃતિની સમજૂતી આપી સમીકરણ 4.13 મેળવે.

$\vec{B}$  નાં ઘટકોની સમજૂતી આપી અક્ષીય ઘટક લખે.

આકૃતિની ભૂમિતિ અને સંકલનનો ઉપયોગ કરી સમીકરણ 4.15 મેળવે.

11. આકૃતિ 10.4 દોરી તેની સમજૂતી આપો.

આકૃતિની ભૂમિતિ પરથી  $\sin i$  અને  $\sin r$  મેળવે.

વક્રીભવનનાંકનાં સૂત્રો લખી સ્નેલનો નિયમ મેળવે.

$\left(\frac{1}{2}\right)$

(1)

$\left(\frac{1}{2}\right)$

(1)

(1)

(1)

(1)

12. ફેનલ અંતરનું સૂત્ર  $Z_F = \frac{a^2}{\lambda}$  લખે.

$Z_F = 20,000 \text{ m}$  અને  $a = 50 \text{ m}$  મૂકી  $\lambda = 0.125 \text{ m}$  મેળવે.

13. ઉદાહરણ 11.4 (પાન 401)

(a) ઇલેક્ટ્રોન માટે  $\lambda = \frac{h}{p}$  પરથી  $\lambda = 0.135 \text{ nm}$  મેળવો.

(b) દડા માટે  $\lambda = \frac{h}{p}$  પરથી  $\lambda = 1.47 \times 10^{-34}$  મેળવે.

$\left(\frac{1}{2}\right)$

$\left(2\frac{1}{2}\right)$

$\left(1\frac{1}{2}\right)$

$\left(1\frac{1}{2}\right)$

અથવા

પાન નં. 393 મુજબ હોરોઇલેક્ટ્રિક અસરનાં પરિણામો સામે તરંગવાદનાં પરિણામોની સરખામણી કરે. (3)  
(ગમે તે ત્રણ) (દરેકનો એક ગુણ)

14. આકૃતિ (a) માટે

A	$y = \bar{A}$
0	1
1	0

આપેલ ગેટ NOT ગેટ છે.

$\left(\frac{1}{2}\right)$

$\left(\frac{1}{2}\right)$

આકૃતિ (b) માટે

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$y = \overline{A+B}$
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1

(1½)

આપેલ ગેટ AND ગેટ છે.

(1)

વિભાગ C

15.  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{q_1}{r_1} - \frac{q_2}{r_2} \right]$  પરથી,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{(z^2 - a^2)}$  મેળવે. (2)

$V = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 (r^2 - a^2 \cos^2 \theta)}$  પરથી,  $a \ll r$  શરત માટે,  $V \propto \frac{1}{r^2}$  મેળવે. (1)

$W = q_0 (V_1 - V_2) = 0$  (1)

16. પાન નં. 251 (ઉદા. 7.6)

પાન નં. 237 પરથી આકૃતિ 7.5 દોરે.

(½)

કિર્ચોફના નિયમ પરથી સમીકરણ (7.10) લખે.

(½)

સમીકરણ (7.12) તારવે.

(1)

સમીકરણ (7.14) લખી સમજાવે.

(1)

પાવર શૂન્ય છે તે સાબિત કરે.

(1)

અથવા

પ્રવાહ  $I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = 0.7542 \text{ A}$  મેળવે. (1)

$V_R = IR = 150.8 \text{ V}$  મેળવે.

(½)

$V_C = IC_C = 160.07 \text{ V}$  મેળવે.

(½)

કુલ વોલ્ટેજ પાયથાગોરસના પ્રમેય પરથી  $V = 220 \text{ V}$  મેળવે.

(1)

કેપેસિટર અને અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વોલ્ટેજ સોત વોલ્ટેજ જેટલો થાય. જો કળા-તફાવત યોગ્ય હોય.

(1)

17. (a) અરીસાના અને  $2f < u < f$  શરત પરથી  $-v > -2f$  મેળવે.

(1)

(b) અરીસાના સૂત્ર માટે પ્રતિબિંબ બહિર્ગોળ અરીસા માટે અરીસાની પાછળ ( $v > 0$ ) મળે છે તે સાબિત કરે.

(1)

(c) અરીસાના સૂત્ર પરથી અને  $u < 0$  પરથી  $v < f$  મેળવે. (1)

(d)  $f > u > 0$  અને અરીસાના સૂત્ર પરથી  $v > 0$  અને  $V > u$  પરથી  $m = \frac{v}{u} > 1$  મેળવે. (1)

18. પાન નં. 430 (ઉદા. 12.6)

$$\lambda_{if} = \frac{hc}{R \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)} \text{ m}$$

$$\text{પરથી } \lambda_{21} = 1218 \text{ \AA} \quad (1)$$

$$\lambda_{31} = 1028 \text{ \AA} \quad (1)$$

$$\lambda_{41} = 974.3 \text{ \AA} \quad (1)$$

$$\lambda_{51} = 951.4 \text{ \AA} \quad (1)$$

