

5

B

H

2018 (II)  
भौतिक विज्ञान  
प्रश्न पत्र

समय : 3:00 घंटे

पूर्णांक : 200 अंक

**'अनुदेश'**

- आपने हिन्दी को माध्यम चुना है। इस परीक्षा पुस्तिका में प्रथम उत्तर (20 भाग 'A' में + 25 भाग 'B' में + 30 भाग 'C' में) बहुत विकल्प प्रश्न (MCQ) दिए गए हैं। आपको रकम 'A' में से अधिकतम 15 और भाग 'B' में से 20 तथा भाग 'C' में से 20 प्रश्नों के उत्तर देने हैं। यदि निर्धारित से अधिक प्रश्नों के उत्तर दिए गए जब केवल पहले भाग 'A' से 15, भाग 'B' से 20 तथा भाग 'C' से 20 उत्तरों की जांच की जाएगी।
- ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक अलग से दिया गया है। अपना रोल नम्बर और केन्द्र का नाम लिखने से पहले यह जांच लीजिए कि पुस्तिका में पृष्ठ पूरे और सही हैं तथा कहीं से कटे-फटे नहीं हैं। यदि ऐसा है तो आप इन्विजीलेटर से उसी कोड की पुस्तिका बदलने का निवेदन कर सकते हैं। इसी तरह से ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक को भी जांच लें। इस पुस्तिका में रफ कार्य करने के लिए अतिरिक्त पृष्ठ संलग्न हैं।
- ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक के पृष्ठ 1 में दिए गए स्थान पर अपना रोल नम्बर, नाम तथा इस परीक्षा पुस्तिका का क्रमांक लिखिए, साथ ही अपना हस्ताक्षर भी अवश्य करें।
- आप अपनी ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक में रोल नम्बर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित बूटों को काले बॉल पेन से अवश्य काला करें। यह एक मात्र परीक्षार्थी की जिम्मेदारी है कि वह ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक में दिए गए निर्देशों का पूरी सावधानी से पालन करें, ऐसा न करने पर कम्प्यूटर विवरणों का सही तरीके से अकूटिल नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिसमें आपकी ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक की अस्वीकृति भी शामिल है, हो सकती है।
- भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न के 2 अंक, भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न के 3.5 अंक तथा भाग 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है। प्रत्येक गलत उत्तर पर कृपातमक सूचकांकन 25% (भाग 'A' में 0.50 अंक, भाग 'B' में 0.875 अंक तथा भाग 'C' में 1.25 अंक) की दर से किया जाएगा।
- प्रत्येक प्रश्न के नीचे चार विकल्प दिए गए हैं। इनमें से केवल एक विकल्प ही सही अथवा सर्वोत्तम हल है। आपको प्रत्येक प्रश्न का सही अथवा सर्वोत्तम हल देना है।
- गलत करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करने हुए पाए जाने वाले परीक्षार्थियों का इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है।
- परीक्षार्थी को उत्तर पत्रक या रफ पृष्ठों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए।
- कैलकुलेटर का उपयोग करने की अनुमति नहीं है।
- परीक्षा समाप्ति पर छिद्र विन्दु चिह्नित स्थान से ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक को विभाजित करें। इन्विजीलेटर को मूल ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक सौंपने के पश्चात्, आप इसकी कॉपी-लेख प्रतिलिपि ले जा सकते हैं।
- हिन्दी माध्यम/संस्करण के प्रश्न में चिह्नित होनेवाले प्रश्नों पर अयोग्य संस्करण प्रमाणिक होगा।
- केवल परीक्षा की पूरी अवधि तक बैठने वाले परीक्षार्थियों को ही परीक्षा पुस्तिका सांग ले जाने की अनुमति दी

रोल नंबर : .....

परीक्षार्थी द्वारा सही गई जानकारी को मैं  
सत्यापित करता हूँ।

नाम : .....

इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

### INSTRUCTIONS

1. You have opted for English as medium of Question Paper. This Test Booklet contains seventy five (20 Part 'A' + 25 Part 'B' + 30 Part 'C') Multiple Choice Questions (MCQs). You are required to answer a maximum of 15, 20 and 20 questions from part 'A' 'B' and 'C' respectively. If more than required number of questions are answered, only first 15, 20, 20 questions in Parts 'A' 'B' and 'C' respectively, will be taken up for evaluation.
2. OMR answer sheet has been provided separately. Before you start filling up your particulars, please ensure that the booklet contains requisite number of pages and that these are not torn or mutilated. If it is so, you may request the Invigilator to change the booklet of the same code. Likewise, check the OMR answer sheet also. Sheets for rough work have been appended to the test booklet.
3. Write your Roll No., Name and Serial Number of this Test Booklet on the OMR Answer sheet in the space provided. Also put your signatures in the space earmarked.
4. You must darken the appropriate circles with a black ball pen related to Roll Number, Subject Code, Booklet Code and Centre Code on the OMR answer sheet. It is the sole responsibility of the candidate to meticulously follow the instructions given on the Answer Sheet, failing which, the computer shall not be able to decipher the correct details which may ultimately result in loss, including rejection of the OMR answer sheet.
5. Each question in Part 'A' carries 2 marks, Part 'B' 3.5 marks, Part 'C' 5 marks respectively. There will be negative marking @ 25% (Part 'A' 0.50 marks, Part 'B' 0.875 marks and Part 'C' 1.25 marks) for each wrong answer.
6. Below each question in Part 'A', 'B' and 'C' four alternatives or responses are given. Only one of these alternatives is the "correct" option to the question. You have to find, for each question, the correct or the best answer.
7. Candidates found copying or resorting to any unfair means are liable to be disqualified from this and future examinations.
8. Candidate should not write anything anywhere except on answer sheet or sheets for rough work.
9. Use of calculator is not permitted.
10. After the test is over, at the perforation point, tear the OMR answer sheet, hand over the original OMR answer sheet to the invigilator and retain the carbonless copy for your record.
11. Candidates who sit for the entire duration of the exam will only be permitted to carry their Test booklet.

उपयोगी मूलभूत नियतांक/LIST OF FUNDAMENTAL CONSTANTS

$m_e$	Mass of electron	इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
$h$	Planck's constant	प्लांक नियतांक	$6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
$e$	Charge of electron	इलेक्ट्रॉन का आवेश	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
$k_B$	Boltzmann constant	बोल्ट्समान नियतांक	$1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
$c$	Speed of light in vacuum	निर्वात में प्रकाश का वेग	$3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
$G$	Newton constant	न्यूटन नियतांक	$6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
$R_y$	Rydberg constant	रिडबर्ग नियतांक	$1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
$N_A$	Avogadro number	अवोगाद्रो संख्या	$6.023 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
$\epsilon_0$	Permittivity of vacuum	परार्द्धकता अंतर	$8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
$\mu_0$	Permeability of vacuum	चुंबकीय व्याप्यता	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
$R$	Molar gas constant	मोलर गैस नियतांक	$8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$
	1 eV	1 eV	$1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
	1 amu	1 amu	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## भाग/PART- A

1. अन्यथा बिल्कुल एक जैसे दो कैमरों A तथा B के सूक्ष्मछिद्रों के व्यास क्रमशः 500 माइक्रॉन तथा 200 माइक्रॉन हैं। सब कैमरे A में बनी छवि
  1. कैमरे B से अधिक स्पष्ट होगी।
  2. कैमरे B से गहरे रंग की होगी।
  3. कैमरे B से कम स्पष्ट और अधिक चमकदार होगी।
  4. कैमरे B से अधिक स्पष्ट और अधिक चमकदार होगी।
1. The diameters of the pinholes of two otherwise identical cameras A and B are 500  $\mu\text{m}$  and 200  $\mu\text{m}$ , respectively. Then the image in camera A will be
  1. sharper than in B
  2. darker than in B
  3. less sharp and brighter than in B
  4. sharper and brighter than in B
2. वक्र  $y = 2x^2$  तथा  $y = 4x$  एक दूसरे को कितने बिंदुओं पर काटेंगे?
  1. केवल 1 बिन्दु पर।
  2. केवल दो बिंदुओं पर।
  3. दो से अधिक बिंदुओं पर।
  4. किसी भी बिंदु पर नहीं।
2. The curves of  $y = 2x^2$  and  $y = 4x$  intersect each other at
  1. only one point.
  2. exactly two points.
  3. more than two points.
  4. no point at all.
3.  $1^2 - 2^2 + 3^2 - 4^2 + 5^2 - \dots + 17^2 - 18^2 + 19^2$  का क्या मान है?
 

1. -5	2. 12
3. 95	4. 190
3. What is the value of  $1^2 - 2^2 + 3^2 - 4^2 + 5^2 - \dots + 17^2 - 18^2 + 19^2$ ?
 

1. -5	2. 12
3. 95	4. 190
4. किसी जन्म-दिवस समारोह में हर बच्चे को 2 चॉकलेट, हर मां को 1 चॉकलेट मिलती है जबकि किसी पिता को कोई चॉकलेट नहीं मिलती है। कुल मिलाकर 69 लोगों को 70 चॉकलेट मिलती हैं। यदि बच्चों की संख्या सब माताओं और पिताओं की संख्याओं के योग की आधी हो तो वहां कितने पिता हैं?
 

1. 22	2. 23
3. 24	4. 69
4. At a birthday party, every child gets 2 chocolates, every mother gets 1 chocolate, while no father gets a chocolate. In total 69 persons get 70 chocolates. If the number of children is half of the number of mothers and fathers put together, then how many fathers are there?
 

1. 22	2. 23
3. 24	4. 69
5. एक आयताकार 30 cm  $\times$  40 cm फोटोक्रेम के मध्य में, चारों ओर 5 cm का हाशिया छोड़ते हुए, एक चित्र चिपकाया गया है। इस हाशिए का क्षेत्रफल है
 

1. 600 $\text{cm}^2$	2. 350 $\text{cm}^2$
3. 400 $\text{cm}^2$	4. 700 $\text{cm}^2$
5. A rectangular photo frame of size 30 cm  $\times$  40 cm has a photograph mounted at the centre leaving a 5 cm border all around. The area of the border is
 

1. 600 $\text{cm}^2$	2. 350 $\text{cm}^2$
3. 400 $\text{cm}^2$	4. 700 $\text{cm}^2$
6. एक पर्यटक 20 km पूर्व दिशा में जाता है, फिर दांये मुड़ कर 6 km जाता है, उसके बाद 6 km पश्चिम दिशा में जाता है। फिर वह अपने बांये मुड़ कर नार किलो मीटर जाता है तथा अंततः दांये मुड़ कर 14 किलो मीटर जाता है। अब वह आरंभिक बिन्दु से कहां पर है?
 

1. 6 km पूर्व में	2. 20 km पश्चिम में
3. 14 km उत्तर में	4. 10 km दक्षिण में

6. A tourist drives 20 km towards east, turns right and drives 6 km, then drives 6 km towards west. He then turns to his left and drives 4 km and finally turns right and drives 14 km. Where is he from his starting point?
1. 6 km towards east
  2. 20 km towards west
  3. 14 km towards north
  4. 10 km towards south
7. एक परीक्षा में एक-एक अंक के 100 प्रश्न दिए गए हैं। परीक्षा के बाद, 20 प्रश्नों का मूल्यांकन न करने का निर्णय होता है जिससे कुल 100 अंक 80 प्रश्नों पर दिए जाते हैं। छात्र A ने हटाए गए प्रश्नों में से 4 प्रश्नों के सही उत्तर दिए थे तथा उसको 40 अंक मिले जबकि छात्र B ने हटाए गए प्रश्नों में से 10 के सही उत्तर दिए थे और 35 अंक प्राप्त किए। इस परिस्थिति में
1. A तथा B दोनों को बराबर लाभ मिला।
  2. A तथा B ने समान हानि उठाई।
  3. B को A की तुलना में अधिक हानि हुई।
  4. A को B की तुलना में अधिक हानि हुई।
7. In an examination 100 questions of 1 mark each are given. After the examination, 20 questions are deleted from evaluation, leaving 80 questions with a total of 100 marks. Student A had answered 4 of the deleted questions correctly and got 40 marks, whereas student B had answered 10 of the deleted questions correctly and got 35 marks. In this situation
1. A and B were equally benefitted.
  2. A and B lost equally.
  3. B lost more than A.
  4. A lost more than B.
8. एक वृत्ताकार धावन पथ में एक-एक मीटर चौड़ी छः लेन हैं। सबसे बाहरी लेन के धावक को सबसे अन्दर की लेन के धावक से (मीटर इकाई में) कितना आगे रखना होगा कि एक लैप में दोनों को बराबर दूरी तय करनी पड़े?
1.  $6\pi$
  2.  $10\pi$
  3.  $12\pi$
  4.  $36\pi$
8. A circular running track has six lanes, each 1 m wide. How far ahead (in metres) should the runner in the outermost lane start from, so as to cover the same distance in one lap as the runner in the innermost lane?
1.  $6\pi$
  2.  $10\pi$
  3.  $12\pi$
  4.  $36\pi$
9. निम्न पर्यवेक्षणों के समूह के लिए {60, 65, 65, 70, 70, 70, 70, 82, 85, 90, 95, 95, 100, 160, 160}। निम्न में से कौन सा वक्तव्य सही है?
1. बहुलक < माध्यिका < माध्य
  2. बहुलक < माध्य < माध्यिका
  3. माध्य < माध्यिका < बहुलक
  4. माध्यिका < बहुलक < माध्य
9. For the following set of observed values {60, 65, 65, 70, 70, 70, 70, 82, 85, 90, 95, 95, 100, 160, 160}, which of the statements is true?
1. mode < median < mean
  2. mode < mean < median
  3. mean < median < mode
  4. median < mode < mean
10. यदि  $D = ABC + BCA + CAB$  हो जहाँ A, B तथा C दशमलव पद्धति के अंक हैं, तब D इन से विभाज्य है
1. 37 तथा 29
  2. 37 से लेकिन 29 से नहीं
  3. 29 से लेकिन 37 से नहीं
  4. 29 और 37 में से किसी से नहीं
10. If  $D = ABC + BCA + CAB$  where A, B and C are decimal digits, then D is divisible by
1. 37 and 29
  2. 37 but not 29
  3. 29 but not 37
  4. neither 29 nor 37

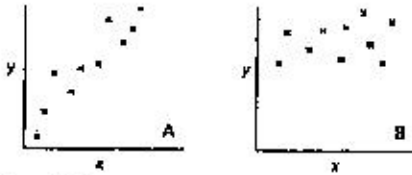
11. X तथा Y दो घटकों को मिलके संघटक A, B तथा C  $a:b:c$  तथा  $c:b:a$  क्रमशः के अनुपात में हैं, मिश्रित किया गया है। परिणामसतः क्रान्त मिश्रण में A, B तथा C के समान अनुपात में हों, इसके लिए आवश्यक है कि

$$\begin{array}{ll} 1. & b = \frac{c+d}{2} \\ 2. & c = \frac{a+b}{2} \\ 3. & c = \frac{a-b}{2} \\ 4. & b = \frac{c+a}{2} \end{array}$$

11. Two solutions X and Y containing ingredients A, B and C in proportions  $a:b:c$  and  $c:b:a$ , respectively, are mixed. For the resultant mixture to have A, B and C in equal proportion, it is necessary that

$$\begin{array}{ll} 1. & b = \frac{c+d}{2} \\ 2. & c = \frac{a+b}{2} \\ 3. & c = \frac{a-b}{2} \\ 4. & b = \frac{c+a}{2} \end{array}$$

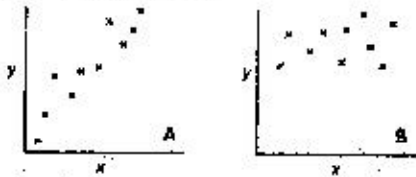
12. चित्र में संपल A तथा B के x तथा y घटकों के जोड़ी के प्रेक्षण को छितराये हुए प्लॉट से दर्शाया गया है



निम्नलिखित में से कौन सा कथन प्लॉटों से सुझाया गया है?

1. x तथा y के मध्य सह-संबंध A में B की अपेक्षा अधिक मजबूत है।
2. x तथा y के मध्य सह-संबंध B में अनुपस्थित है।
3. x तथा y के मध्य सह-संबंध A में B की अपेक्षा कमजोर है।
4. y तथा x के मध्य कारण-प्रभाव संबंध A में है लेकिन B में नहीं है।

12. Scatter plots for pairs of observations on the variables x and y in samples A and B are shown in the figure.



Which of the following is suggested by the plots?

1. Correlation between x and y is stronger in A than in B.
2. Correlation between x and y is absent in B.
3. Correlation between x and y is weaker in A than in B.
4. y and x have a cause-effect relationship in A, but not in B.

13. एक समतल धरातल पर टाइले लगाने के संदर्भ में निम्न में से कौन सा बहुभुज विलग है?

1. समबाहु त्रिभुज
2. वर्ग
3. नियमित पंचभुज
4. नियमित षटभुज

13. In the context of tiling a plane surface, which of the following polygons is the odd one out?

1. Equilateral triangle
2. Square
3. Regular pentagon
4. Regular hexagon

14. एक आदर्श लोलक ऊर्ध्व से  $30^\circ$  के कोणीय आयाम से दोलन करता है। यदि इसे किसी साहचर्यक समय अंतराल पर देखा जाये तो इसके ऊर्ध्व से कोणीय विचलन का सर्वाधिक संभाव्य मान होगा

1.  $0^\circ$
2.  $\pm 10^\circ$
3.  $\pm 20^\circ$
4.  $\pm 30^\circ$

14. An ideal pendulum oscillates with angular amplitude of  $30^\circ$  from the vertical. If it is observed at a random instant of time, its angular deviation from the vertical is most likely to be

1.  $0^\circ$
2.  $\pm 10^\circ$
3.  $\pm 20^\circ$
4.  $\pm 30^\circ$

15. यदि 'SEIDOOON' का अक्षर्य 'NOODLES' है तो 'SPUOS' से क्या आक्षर्य होगा?

1. SALAD
2. SOUPS
3. RASAM
4. ONION

15. If 'SPUDGON' means 'NOODLES' then what does 'SPUGOS' mean?

1. SALAD                      2. SOUPS  
3. RASAM                     4. ONION

16. कोई भी विद्यार्थी केवल रसायन विज्ञान, केवल जीव विज्ञान या दोनों को चुनने के लिए स्वतंत्र है। यदि 32 विद्यार्थियों में से 16 ने रसायन विज्ञान को चुना है तथा 25 ने जीव विज्ञान को, तो कितने विद्यार्थियों ने जीव विज्ञान को तो चुना है, परंतु रसायन विज्ञान को नहीं?

1. 9                                2. 16  
3. 25                              4. 7

16. A student is free to choose only Chemistry, only Biology or both. If out of 32 students, Chemistry has been chosen by 16 and Biology by 25, then how many students have chosen Biology but not Chemistry?

1. 9                                2. 16  
3. 25                              4. 7

17. किसी हवाई वाहन के डैनों व इंजिनों द्वारा उत्पन्न उत्क्षेपण (हवा द्वारा उपरिमुखी बल)

1. नीचे उतरते समय धनात्मक (ऊपर की ओर) तथा ज़मीन से उठते वक़्त ऋणात्मक (नीचे की ओर) है।  
2. नीचे उतरते समय ऋणात्मक (नीचे की ओर) तथा ज़मीन से उठते वक़्त धनात्मक (ऊपर की ओर) है।  
3. नीचे उतरते समय तथा ज़मीन से उठते समय दोनों में ऋणात्मक है।  
4. नीचे उतरते समय तथा ज़मीन से उठते समय दोनों में धनात्मक है।

17. The lift (upward force due to air) generated by the wings and engines of an aircraft is

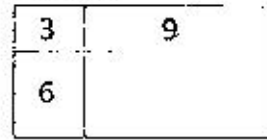
1. positive (upwards) while landing and negative (downwards) while taking off.  
2. negative (downwards) while landing and positive (upwards) while taking off.  
3. negative (downwards) while landing as well as while taking off.  
4. positive (upwards) while landing as well as while taking off.

18. एक आयत के तीन भागों के क्षेत्रफल को वर्ग सेंमी इकाई में दिया गया है। आयत का कुल क्षेत्रफल कितना है?



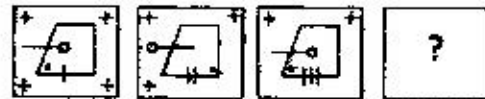
1. 18                                2. 24  
3. 36                              4. 108

18. Areas of three parts of a rectangle are given in unit of  $\text{cm}^2$ . What is the total area of the rectangle?



1. 18                                2. 24  
3. 36                              4. 108

19. नीचे दी गयी श्रेणी में लापता चित्र को ज्ञात करें



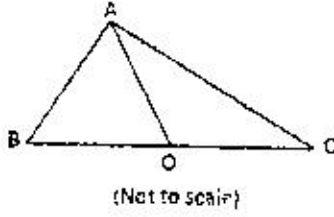
1. 2.   
3. 4.

19. Find the missing figure in the following sequence.

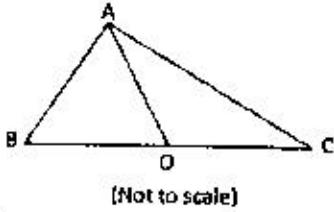


1. 2.   
3. 4.

20. त्रिभुज ABC में AB = 11, BC = 61, AC = 60. तथा BC का मध्य बिंदु O है। तब AO है



1. 18.5                      2. 24.0  
3. 30.5                      4. 36.0
20. In triangle ABC, AB = 11, BC = 61, AC = 60, and O is the mid-point of BC. Then AO is



1. 18.5                      2. 24.0  
3. 30.5                      4. 36.0

### भाग/PART- B

21. बिलकुल एक-जैसे, प्रचरण- $\frac{1}{2}$  वाले तीन कण लंबाई  $L$  के एक-विमीय आयतन में सीमित, पर अन्यथा स्वतंत्र हैं। मानते हुए कि वे अन्योन्य क्रियाहीन हैं,  $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$  की इकाई में दो निम्नतम ऊर्जा-अविलक्षणिक अवस्थाओं की ऊर्जा है
1. 3 तथा 6                      2. 6 तथा 9  
3. 6 तथा 11                      4. 3 तथा 9

21. Three identical spin- $\frac{1}{2}$  particles of mass  $m$  are confined to a one-dimensional box of length  $L$ , but are otherwise free. Assuming that they are non-interacting, the energies of the lowest two energy eigenstates, in units of  $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ , are
1. 3 and 6                      2. 6 and 9  
3. 6 and 11                      4. 3 and 9

22. स्थिर आयतन पर धातु की ऊष्मा धारिता  $C_V$  तापमान के फलन के रूप में  $\alpha T + \beta T^3$  है, जहाँ

$\alpha$  तथा  $\beta$  स्थिरांक हैं। स्थिर आयतन पर एंथैल्पी की ताप-निर्भरता है

1.  $\alpha T + \frac{1}{3} \beta T^3$                       2.  $\alpha T + \beta T^3$   
3.  $\frac{1}{2} \alpha T + \frac{1}{3} \beta T^3$                       4.  $\frac{1}{2} \alpha T + \frac{1}{4} \beta T^3$

22. The heat capacity  $C_V$  at constant volume of a metal, as a function of temperature, is  $\alpha T + \beta T^3$ , where  $\alpha$  and  $\beta$  are constants. The temperature dependence of the entropy at constant volume is

1.  $\alpha T + \frac{1}{3} \beta T^3$                       2.  $\alpha T + \beta T^3$   
3.  $\frac{1}{2} \alpha T + \frac{1}{3} \beta T^3$                       4.  $\frac{1}{2} \alpha T + \frac{1}{4} \beta T^3$

23. अणु के घूर्णन ऊर्जा स्तर  $E_\ell = \frac{\hbar^2}{2I_0} \ell(\ell + 1)$  है, जहाँ  $\ell = 0, 1, 2, \dots$  तथा  $I_0$  इसका जड़त्व आघूर्ण है। इन अणुओं की तनु गैस में घूर्णन ऊर्जा का कम ताप पर प्रति अणु हेल्महोल्ट्स ऊर्जा को योगदान है लगभग

1.  $-k_B T \left(1 + \frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}\right)$                       2.  $-k_B T e^{-\frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}}$   
3.  $-k_B T$                       4.  $-3k_B T e^{-\frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}}$

23. The rotational energy levels of a molecule are  $E_\ell = \frac{\hbar^2}{2I_0} \ell(\ell + 1)$ , where  $\ell = 0, 1, 2, \dots$  and  $I_0$  is its moment of inertia. The contribution of the rotational motion to the Helmholtz free energy per molecule, at low temperatures in a dilute gas of these molecules, is approximately

1.  $-k_B T \left(1 + \frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}\right)$                       2.  $-k_B T e^{-\frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}}$   
3.  $-k_B T$                       4.  $-3k_B T e^{-\frac{\hbar^2}{I_0 k_B T}}$

24. द्वि-परमाणु अणु की कंपनिक गति को  $\omega$  कोणीय आवृत्ति के सरल आवर्ती दोलन की गति जैसा माना जा सकता है। यदि इन अणुओं की गैस  $T$  तापमान पर दो तो क्या प्रायिकता है कि यादृच्छिक उठाया गया अणु निम्नतम कंपन अवस्था में होगा?

1.  $1 - e^{-\frac{\hbar \omega}{k_B T}}$                       2.  $e^{-\frac{\hbar \omega}{2k_B T}}$   
3.  $\tanh\left(\frac{\hbar \omega}{k_B T}\right)$                       4.  $\frac{1}{2} \operatorname{cosech}\left(\frac{\hbar \omega}{2k_B T}\right)$



24. The vibrational motion of a diatomic molecule may be considered to be that of a simple harmonic oscillator with angular frequency  $\omega$ . If a gas of these molecules is at a temperature  $T$ , what is the probability that a randomly picked molecule will be found in its lowest vibrational state?

1.  $1 - e^{-\frac{h\omega}{k_B T}}$
2.  $e^{-\frac{h\omega}{2k_B T}}$
3.  $\tanh\left(\frac{h\omega}{k_B T}\right)$
4.  $\frac{1}{2} \operatorname{cosech}\left(\frac{h\omega}{2k_B T}\right)$

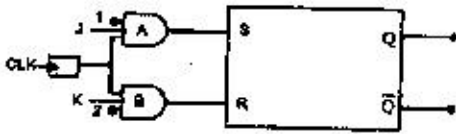
25. स्थिर रासायनिक विभव पर वृहत विहित समुच्चय में आदर्श फर्मी गैस की कल्पना कीजिए। मध्यमान अधिष्ठान संख्या  $\bar{n}$  वाले एकक कण ऊर्जा स्तर की अधिष्ठान संख्या का प्रसरण है

1.  $\bar{n}(1 - \bar{n})$
2.  $\sqrt{\bar{n}}$
3.  $\bar{n}$
4.  $\frac{1}{\sqrt{\bar{n}}}$

25. Consider an ideal Fermi gas in a grand canonical ensemble at a constant chemical potential. The variance of the occupation number of the single particle energy level with mean occupation number  $\bar{n}$  is

1.  $\bar{n}(1 - \bar{n})$
2.  $\sqrt{\bar{n}}$
3.  $\bar{n}$
4.  $\frac{1}{\sqrt{\bar{n}}}$

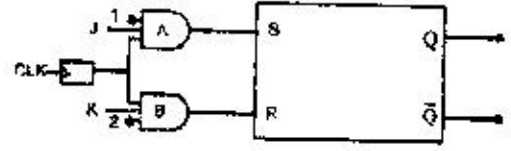
26. निम्न परिपथ देखिए जिसमें एक RS फ्लिप-फ्लॉप तथा दो AND कपाट हैं।



इनमें से कौन-सा संपर्क पूरे परिपथ को JK फ्लिप-फ्लॉप की तरह काम करेगा?

1. Q को पिन 1 से तथा  $\bar{Q}$  को पिन 2 से जोड़ने पर
2. Q को पिन 2 से तथा  $\bar{Q}$  को पिन 1 से जोड़ने पर
3. Q को K निवेश तथा  $\bar{Q}$  को J निवेश से जोड़ने पर
4. Q को J निवेश तथा  $\bar{Q}$  को K निवेश से जोड़ने पर

26. Consider the following circuit, consisting of an RS flip-flop and two AND gates.



Which of the following connections will allow the entire circuit to act as a JK flip-flop?

1. connect Q to pin 1 and  $\bar{Q}$  to pin 2
2. connect Q to pin 2 and  $\bar{Q}$  to pin 1
3. connect Q to K input and  $\bar{Q}$  to J input
4. connect Q to J input and  $\bar{Q}$  to K input

27. निम्न सत्यापन सारणी से  $Y(A, B, C)$  के मान निकालें हैं, जहाँ A, B तथा C द्वि-आधारी चर हैं।

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

निर्गत Y को इस प्रकार दिखाया जा सकता है

1.  $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C}$
2.  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$
3.  $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$
4.  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$

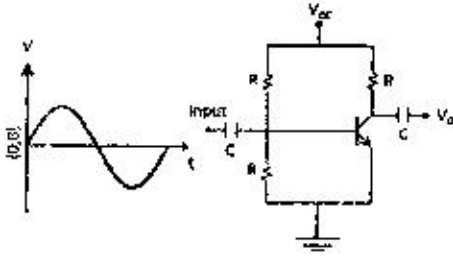
27. The truth table below gives the value  $Y(A, B, C)$  where A, B and C are binary variables.

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

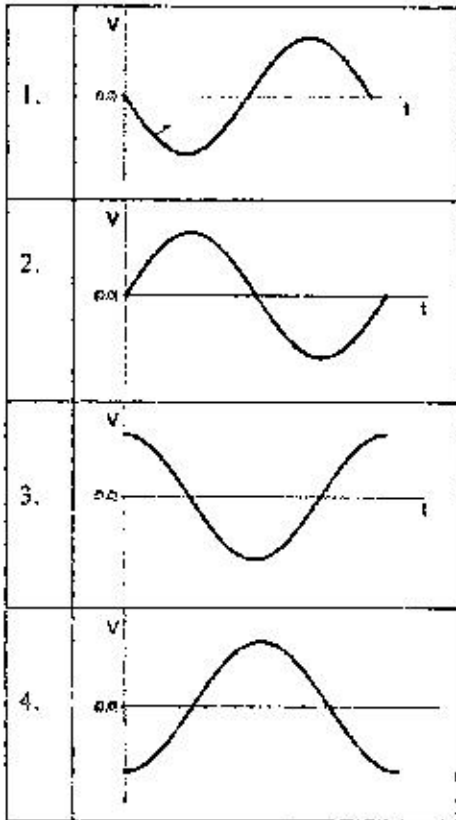
The output  $Y$  can be represented by

1.  $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$
2.  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$
3.  $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC$
4.  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$

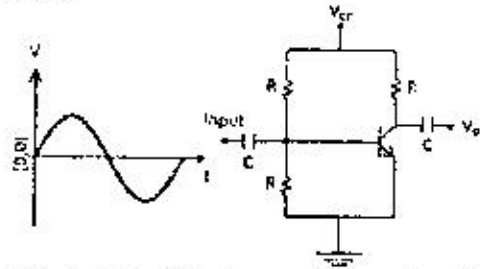
28. निम्न परिपथ को एक ज्यावकीय सिग्नल दिया जाता है।



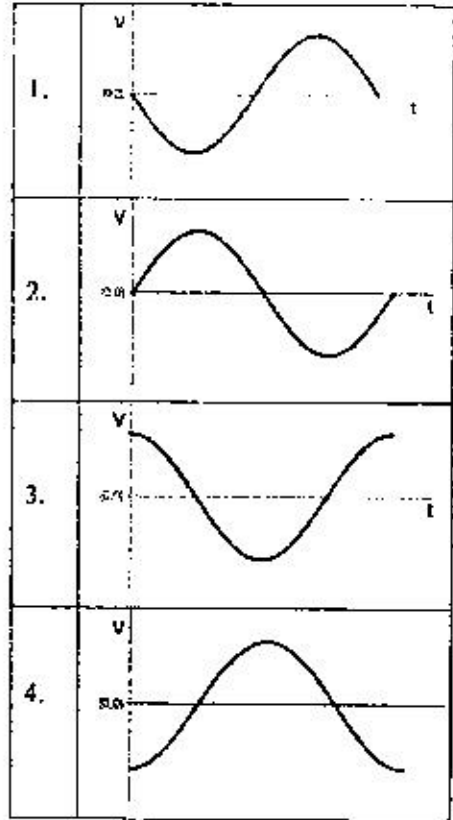
इनमें से कौन-सा ग्राफ निर्गत तरंग रूप को सबसे अच्छी तरह दर्शाता है?



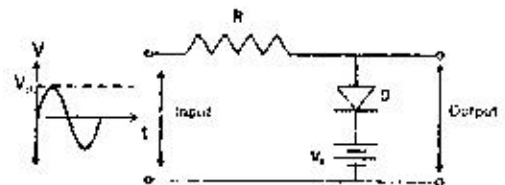
28. A sinusoidal signal is an input to the following circuit



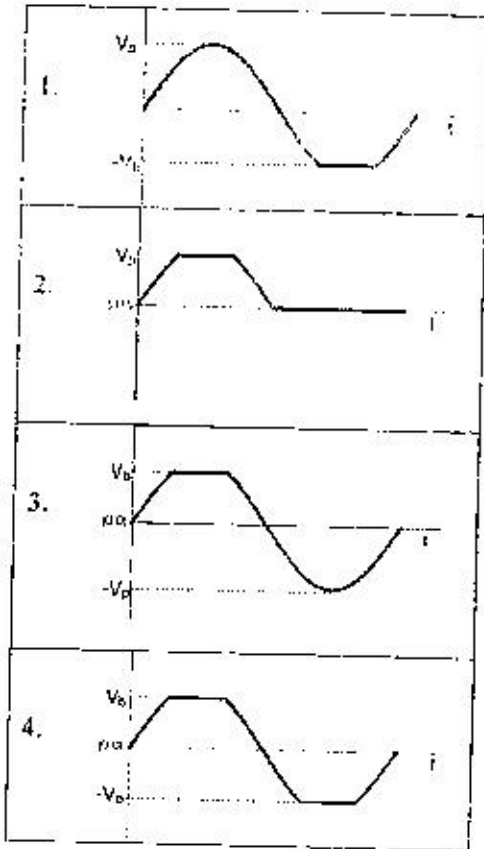
Which of the following graphs best describes the output waveform?



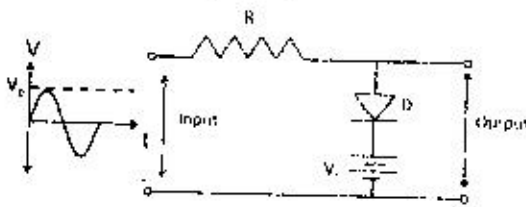
29. निम्न परिपथ में, जिसमें एक-दिश वोल्टेज  $V_b$  निवेशित है, शिखर मान  $V_p$  वाला ज्यावकीय वोल्टेज दिया जाता है



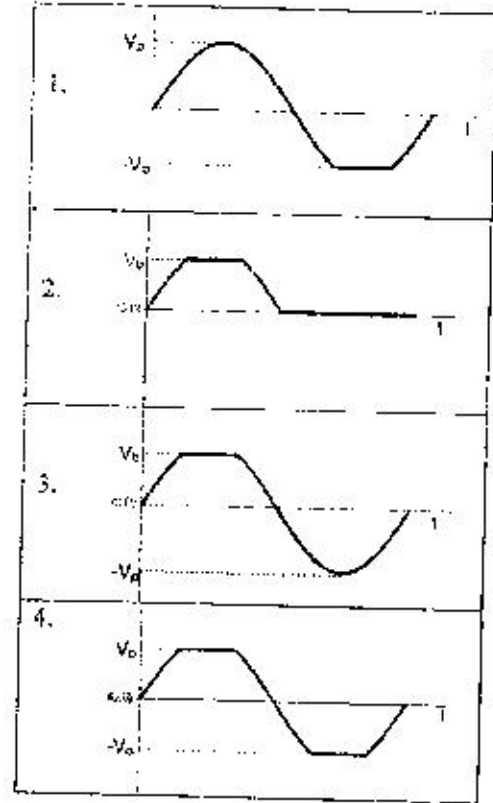
आदर्श डायोड मानने तो निम्न में से कौन सा कलक निर्गत तरंग रूप को सबसे अच्छी तरह दर्शाता है?



29. A sinusoidal voltage having a peak value of  $V_p$  is an input to the following circuit, in which the DC voltage is  $V_b$ .



Assuming an ideal diode, which of the following best describes the output waveform?



30. आव्यूह  $e^A$  का एक अभिलक्षणिक मान  $e^a$  है,

जहाँ आव्यूह  $A = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a \\ 0 & a & 0 \end{pmatrix}$  है। तो  $e^A$  के

अन्य दो अभिलक्षणिक मानों का गुणन है

1.  $e^{2a}$
2.  $e^{-a}$
3.  $e^{-2a}$
4. 1

30. One of the eigenvalues of the matrix  $e^A$  is

$e^a$ , where  $A = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a \\ 0 & a & 0 \end{pmatrix}$ . The product of

the other two eigenvalues of  $e^A$  is

1.  $e^{2a}$
2.  $e^{-a}$
3.  $e^{-2a}$
4. 1

31. बहुपद  $f(x) = 1 + 5x + 3x^2$  को लेजेंड्रे बहुपदों

$(P_0(x) = 1, P_1(x) = x, P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1))$  का

एकधल संचय रूप  $f(x) = \sum c_n P_n(x)$  है। तो  $c_1$  का मान है

1.  $1/4$
2.  $1/2$
3. 2
4. 4



36. केंद्रीय केप्लर विभव  $V(r) = -k/r$  (जहाँ  $k$  शनात्मक स्थिरांक है) से वर्णित आकर्षण में द्रव्यमान  $m$  का शून्यतर कोणीय संवेग वाला कण अपकेंद्री बाधा के कारण कभी केंद्र तक पहुँच नहीं सकता। यदि हम विभव को ऐसे बदल कर लिखें

$$V(r) = -\frac{k}{r} - \frac{\beta}{r^2}$$

तो पता चलेगा कि कोणीय संवेग  $\ell_c$  का एक क्रांतिकमान है जिससे कम मान पर कोई अपकेंद्री बाधा नहीं है।  $\ell_c$  का यह मान है

1.  $[12km^2\beta]^{1/2}$
2.  $[12km^2\beta]^{-1/2}$
3.  $[12km^2\beta]^{1/4}$
4.  $[12km^2\beta]^{-1/4}$

36. In the attractive Kepler problem described by the central potential  $V(r) = -k/r$  (where  $k$  is a positive constant), a particle of mass  $m$  with a non-zero angular momentum can never reach the centre due to the centrifugal barrier. If we modify the potential to

$$V(r) = -\frac{k}{r} - \frac{\beta}{r^2}$$

one finds that there is a critical value of the angular momentum  $\ell_c$  below which there is no centrifugal barrier. This value of  $\ell_c$  is

1.  $[12km^2\beta]^{1/2}$
2.  $[12km^2\beta]^{-1/2}$
3.  $[12km^2\beta]^{1/4}$
4.  $[12km^2\beta]^{-1/4}$

37. बिंदु  $x = 0$  के इर्द-गिर्द  $V = V_0 \cosh\left(\frac{x}{l}\right)$  के प्रभाव में छोटे दोलन कर रहे द्रव्यमान  $m$  के कण का दोलन काल है

1.  $\pi \sqrt{\frac{ml^2}{V_0}}$
2.  $2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{2V_0}}$
3.  $2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{V_0}}$
4.  $2\pi \sqrt{\frac{2ml^2}{V_0}}$

37. The time period of a particle of mass  $m$ , undergoing small oscillations around  $x = 0$ , in the potential  $V = V_0 \cosh\left(\frac{x}{l}\right)$ , is

1.  $\pi \sqrt{\frac{ml^2}{V_0}}$
2.  $2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{2V_0}}$
3.  $2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{V_0}}$
4.  $2\pi \sqrt{\frac{2ml^2}{V_0}}$

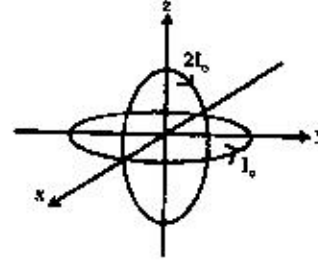
38. प्रचक्रण- $\frac{1}{2}$  वाले आपेक्षकीय कण  $A$  के क्षय  $A \rightarrow B + C$  के बारे में सोचिए। निम्न में से कौन सा कथन कण  $A$  के विरामस्थ तंत्र में सत्य है?

1.  $B$  तथा  $C$  दोनों का प्रचक्रण  $\frac{1}{2}$  हो सकता है
2.  $B$  तथा  $C$  के द्रव्यमानों का योग  $A$  की द्रव्यमान से अधिक है
3. कणों के द्रव्यमानों से  $B$  की ऊर्जा अनन्य रूप में जानी जा सकती है
4.  $B$  तथा  $C$  दोनों का प्रचक्रण पूर्णकी हो सकता है

38. Consider the decay  $A \rightarrow B + C$  of a relativistic spin- $\frac{1}{2}$  particle  $A$ . Which of the following statements is true in the rest frame of the particle  $A$ ?

1. The spin of both  $B$  and  $C$  may be  $\frac{1}{2}$
2. The sum of the masses of  $B$  and  $C$  is greater than the mass of  $A$
3. The energy of  $B$  is uniquely determined by the masses of the particles
4. The spin of both  $B$  and  $C$  may be integral

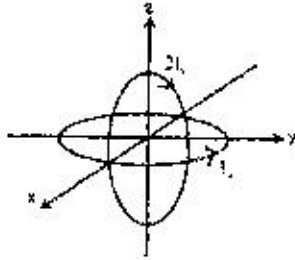
39. बिज्या  $R$  के दो गोल पाश जिनमें विद्युत् धारा बह रही है, एक दूसरे से लंबवत रखे गये हैं (चित्र देखें)।



$xy$ -तल में रखे पाश में  $I_0$  जबकि  $xz$ -तल में  $2I_0$  धारा बहती है, तो मूल बिंदु पर परिणामी चुंबकीय क्षेत्र  $\vec{B}$  है

1.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [2\hat{j} + \hat{k}]$
2.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [2\hat{j} - \hat{k}]$
3.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [-2\hat{j} + \hat{k}]$
4.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [-2\hat{j} - \hat{k}]$

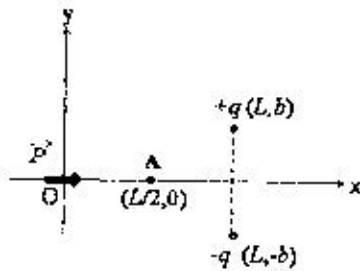
39. Two current-carrying circular loops, each of radius  $R$ , are placed perpendicular to each other, as shown in the figure below.



The loop in the  $xy$ -plane carries a current  $I_0$  while that in the  $xz$ -plane carries a current  $2I_0$ . The resulting magnetic field  $\vec{B}$  at the origin is

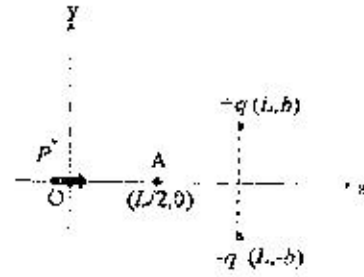
1.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [2\hat{j} + \hat{k}]$
2.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [2\hat{j} - \hat{k}]$
3.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [-2\hat{j} + \hat{k}]$
4.  $\frac{\mu_0 I_0}{2R} [-2\hat{j} - \hat{k}]$

40. द्विध्रुव आघूर्ण  $\vec{p} = qb \hat{i}$  वाले एक वैद्युत द्विध्रुव मूल बिंदु पर रखा गया है। इसके पास दो आवेशों  $+q$  बिन्दु  $(L, b)$  तथा  $-q$  बिन्दु  $(L, -b)$  पर चित्रानुसार हैं। बिंदु  $(L/2, 0)$  पर स्थिर वैद्युत विभव है



1.  $\frac{qb}{\pi \epsilon_0} \left( \frac{1}{L^2} + \frac{2}{L^2 + 4b^2} \right)$
2.  $\frac{4qbL}{\pi \epsilon_0 (L^2 + 4b^2)^{3/2}}$
3.  $\frac{qb}{\pi \epsilon_0 L^2}$
4.  $\frac{3qb}{\pi \epsilon_0 L^2}$

40. An electric dipole of dipole moment  $\vec{p} = qb \hat{i}$  is placed at the origin in the vicinity of two charges  $+q$  and  $-q$  at  $(L, b)$  and  $(L, -b)$ , respectively, as shown in the figure below.



The electrostatic potential at the point  $(L/2, 0)$  is

1.  $\frac{qb}{\pi \epsilon_0} \left( \frac{1}{L^2} + \frac{2}{L^2 + 4b^2} \right)$
2.  $\frac{4qbL}{\pi \epsilon_0 (L^2 + 4b^2)^{3/2}}$
3.  $\frac{qb}{\pi \epsilon_0 L^2}$
4.  $\frac{3qb}{\pi \epsilon_0 L^2}$

41. यंग (Young) के द्वि-रेखाछिद्र प्रयोग में एकवर्णी रेखा-ध्रुवित प्रकाश का उपयोग होता है। आपत्ती किरण के ध्रुवीकरण से  $45^\circ$  का कोण बनाने वाले पारण अक्ष के रेखिक ध्रुवक को इनमें से एक रेखा छिद्र के सामने रखा जाता है। यदि पर्दे पर बने व्यतिक्रम चित्राम की अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रता क्रमशः  $I_{max}$  तथा  $I_{min}$  हो तो अनुपात  $\frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$  से परिभाषित दृश्यता है

1.  $\frac{\sqrt{2}}{3}$
2.  $\frac{2}{3}$
3.  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$
4.  $\sqrt{\frac{2}{3}}$

41. A monochromatic and linearly polarised light is used in a Young's double slit experiment. A linear polarizer, whose pass axis is at an angle  $45^\circ$  to the polarization of the incident wave, is placed in front of one of the slits. If  $I_{max}$  and  $I_{min}$ , respectively, denote the maximum and minimum intensities of the interference pattern on the screen, the visibility, defined as the ratio  $\frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$ , is

1.  $\frac{\sqrt{2}}{3}$
2.  $\frac{2}{3}$
3.  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$
4.  $\sqrt{\frac{2}{3}}$

42. आपेक्षिक वेदुतांक  $\epsilon = 4$  के अचुंबकीय माध्यम में विद्युत चुंबकीय तरंग सरलित होती है। इस तरंग के लिए चुंबकीय क्षेत्र

$$\vec{H}(x, y) = k H_0 \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$$

है, जहाँ  $H_0$  स्थिरांक है। इसके संगत विद्युत क्षेत्र  $\vec{E}(x, y)$  है

1.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (-\sqrt{3}i + j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
2.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (\sqrt{3}i + j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
3.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (\sqrt{3}i - j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
4.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (-\sqrt{3}i - j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$

42. An electromagnetic wave propagates in a non-magnetic medium with relative permittivity  $\epsilon = 4$ . The magnetic field for this wave is

$$\vec{H}(x, y) = k H_0 \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$$

where  $H_0$  is a constant. The corresponding electric field  $\vec{E}(x, y)$  is

1.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (-\sqrt{3}i + j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
2.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (\sqrt{3}i + j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
3.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (\sqrt{3}i - j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$
4.  $\frac{1}{4} \mu_0 H_0 c (-\sqrt{3}i - j) \cos(\omega t - \alpha x - \alpha\sqrt{3}y)$

43.  $V(x, y, z) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 + 2m \omega^2 y^2 + 8m \omega^2 z^2$  से वर्णित विभव वाले विषम दैशिक सरल आवर्ती दोलक की निम्नतम अवस्था ऊर्जा ( $\hbar\omega$  की इकाई में) है

1. 5/2
2. 7/2
3. 3/2
4. 1/2

43. The ground state energy of an anisotropic harmonic oscillator described by the potential  $V(x, y, z) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 + 2m \omega^2 y^2 + 8m \omega^2 z^2$  (in units of  $\hbar\omega$ ) is

1. 5/2
2. 7/2
3. 3/2
4. 1/2

44. निम्नतम अवस्था  $|0\rangle$  में द्रव्यमान  $m$  तथा कोणीय आवृत्ति  $\omega$  वाले सरल आवर्ती दोलक की स्थिति तथा संवेग में अनिश्चितताओं के गुणनफल  $\Delta x \Delta p$  का मान  $\hbar/2$  है। अवस्था  $e^{-i\hat{p}\ell/\hbar}|0\rangle$  में (जहाँ  $\ell$  स्थिरांक तथा  $\hat{p}$  संवेग संकारक है) गुणनफल  $\Delta x \Delta p$  का मान है

1.  $\frac{\hbar}{2} \sqrt{\frac{m\omega\ell^2}{\hbar}}$
2.  $\hbar$
3.  $\frac{\hbar}{2}$
4.  $\frac{\hbar^2}{m\omega\ell^2}$

44. The product  $\Delta x \Delta p$  of uncertainties in the position and momentum of a simple harmonic oscillator of mass  $m$  and angular frequency  $\omega$  in the ground state  $|0\rangle$ , is  $\hbar/2$ . The value of the product  $\Delta x \Delta p$  in the state  $e^{-i\hat{p}\ell/\hbar}|0\rangle$  (where  $\ell$  is a constant and  $\hat{p}$  is the momentum operator) is

1.  $\frac{\hbar}{2} \sqrt{\frac{m\omega\ell^2}{\hbar}}$
2.  $\hbar$
3.  $\frac{\hbar}{2}$
4.  $\frac{\hbar^2}{m\omega\ell^2}$

45. यदि हाईड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन का तरंग फलन हो

$$\psi(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{200}(\vec{r}) + \sqrt{\frac{2}{3}} \phi_{21-1}(\vec{r}) - \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{100}(\vec{r})$$

जहाँ  $\phi_{nlm}(\vec{r})$  मानक प्रतीकों में हैमिल्टोनियन की अभिलक्षणिक अवस्थाएँ हैं। इस अवस्था में ऊर्जा का प्रत्याशा मान है

1. -10.8 eV
2. -6.2 eV
3. -9.5 eV
4. -5.1 eV

45. Let the wavefunction of the electron in a hydrogen atom be

$$\psi(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{200}(\vec{r}) + \sqrt{\frac{2}{3}} \phi_{21-1}(\vec{r}) - \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{100}(\vec{r})$$

where  $\phi_{nlm}(\vec{r})$  are the eigenstates of the Hamiltonian in the standard notation. The expectation value of the energy in this state is

1. -10.8 eV
2. -6.2 eV
3. -9.5 eV
4. -5.1 eV

## PART/भाग-C

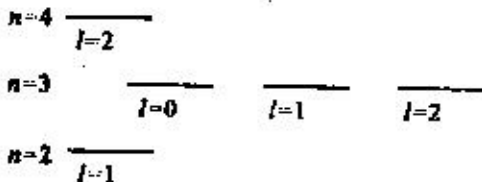
46. आंकड़ों के समुच्चय  
{10.0, 10.0, 9.9, 9.9, 9.8, 9.9, 9.9, 9.9, 9.8, 9.9}  
का मानक विचलन किसके समीपतम् होगा?
1. 0.10
  2. 0.07
  3. 0.01
  4. 0.04

46. The standard deviation of the following set of data  
{10.0, 10.0, 9.9, 9.9, 9.8, 9.9, 9.9, 9.9, 9.8, 9.9}  
is nearest to
1. 0.10
  2. 0.07
  3. 0.01
  4. 0.04

47. द्विपरमाणु अणु HF समस्थानिक  $^{19}\text{F}$  के लिए घूर्णनी बँड में  $40\text{ cm}^{-1}$  पर अवशोषण रेखा दिखाता है। समस्थानिक  $^{18}\text{F}$  के लिए संगत रेखा लगभग इतनी खिसक जाएगी
1.  $0.05\text{ cm}^{-1}$
  2.  $0.11\text{ cm}^{-1}$
  3.  $0.33\text{ cm}^{-1}$
  4.  $0.01\text{ cm}^{-1}$

47. The diatomic molecule HF has an absorption line in the rotational band at  $40\text{ cm}^{-1}$  for the isotope  $^{19}\text{F}$ . The corresponding line for the isotope  $^{18}\text{F}$  will be shifted by approximately
1.  $0.05\text{ cm}^{-1}$
  2.  $0.11\text{ cm}^{-1}$
  3.  $0.33\text{ cm}^{-1}$
  4.  $0.01\text{ cm}^{-1}$

48. परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन की उत्तेजित अवस्था ( $n = 4, l = 2$ ) का चित्र में दिखाए गए किसी भी (एक या अधिक) निम्नतर ऊर्जा स्तरों में क्षय हो सकता है

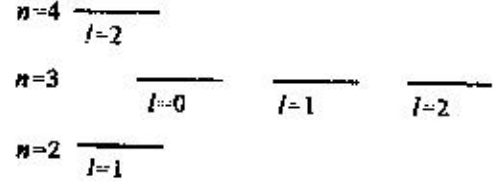


कुल उत्तेजित प्रकाश में से एक-चौथाई प्रकाश अवस्था ( $n = 2, l = 1$ ) में क्षय के कारण है। वरण नियमों के आधार पर, अवस्था ( $n = 3, l =$

1) में क्षय होने पर उत्सर्जन रेखा की निम्नात्मक तीव्रता होगी

1.  $3/4$
2.  $1/2$
3.  $1/4$
4. 0

48. The excited state ( $n = 4, l = 2$ ) of an electron in an atom may decay to one or more of the lower energy levels shown in the diagram below.



Of the total emitted light, a fraction  $1/4$  comes from the decay to the state ( $n = 2, l = 1$ ). Based on selection rules, the fractional intensity of the emission line due to the decay to the state ( $n = 3, l = 1$ ), will be

1.  $3/4$
2.  $1/2$
3.  $1/4$
4. 0

49. एक प्रकाश गुहिका का आयतन  $1\text{ cm}^3$  है।  $0.1\text{ nm}$  की बँड-चौड़ाई में (जिसका मध्य  $\lambda = 500\text{ nm}$  पर) उसके लिए निम्न कोटि के मोड (mode) संभव होंगे

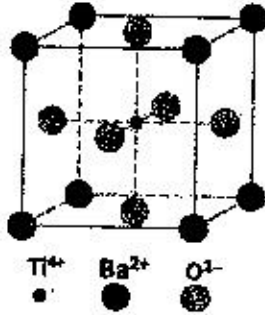
1.  $10^3$
2.  $10^5$
3.  $10^{10}$
4.  $10^7$

49. The volume of an optical cavity is  $1\text{ cm}^3$ . The number of modes it can support within a bandwidth of  $0.1\text{ nm}$ , centred at  $\lambda = 500\text{ nm}$ , is of the order of

1.  $10^3$
2.  $10^5$
3.  $10^{10}$
4.  $10^7$

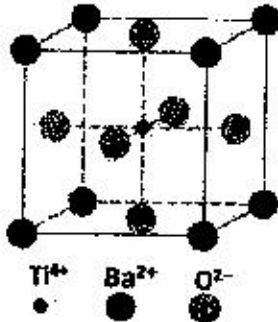
50. बेरियम टायटेनेट ( $\text{BaTiO}_3$ ) क्लास (क्रिस्टल) एक घनात्मक पेरॉव्स्काईट संरचना है, जहाँ  $\text{Ba}^{2+}$  आयन एक इकाई घन के शीर्षों पर हैं,  $\text{O}^{2-}$  आयन फलकों के केन्द्र में जबकि  $\text{Ti}^{2+}$  केंद्र में है। क्लास (क्रिस्टल) के प्रकाशीय फोनोंन मोड (mode) की संख्या होगी





1. 12                      2. 15  
3. 5                        4. 18

50. Barium Titanate ( $\text{BaTiO}_3$ ) crystal has a cubic perovskite structure, where the  $\text{Ba}^{2+}$  ions are at the vertices of a unit cube, the  $\text{O}^{2-}$  ions are at the centres of the faces while the  $\text{Ti}^{4+}$  is at the centre. The number of optical phonon modes of the crystal is



1. 12                      2. 15  
3. 5                        4. 18

51. घनीय केलस (क्रिस्टल) में प्रकाशीय फोनॉन के लिए परिक्षेपण  $\omega(k) = \omega_0 - ak^2$  से व्यक्त करते हैं, जहाँ  $\omega_0$  तथा  $a$  धनात्मक स्थिरांक हैं।  $\omega_0$  से कुछ ही कम आवृत्ति के इन फोनॉन का अवस्था-घनत्व को योगदान निम्न के समानुपाती होगा
1.  $(\omega_0 - \omega)^{1/2}$                       2.  $(\omega_0 - \omega)^{3/2}$   
3.  $(\omega_0 - \omega)^2$                         4.  $(\omega_0 - \omega)$

51. The dispersion relation of optical phonons in a cubic crystal is given by  $\omega(k) = \omega_0 - ak^2$  where  $\omega_0$  and  $a$  are positive constants. The contribution to the density of states due to these phonons with frequencies just below  $\omega_0$  is proportional to
1.  $(\omega_0 - \omega)^{1/2}$                       2.  $(\omega_0 - \omega)^{3/2}$   
3.  $(\omega_0 - \omega)^2$                         4.  $(\omega_0 - \omega)$

S-B-II

S/27 CISR/18-5BH-3

52. सिलिकॉन केलस (क्रिस्टल) को फास्फोरस परमाणुओं से भादित (डोप) किया गया। (हाईड्रोजन परमाणु की बंधन ऊर्जा 13.6 eV, सिलिकॉन का परावैद्युतांक 12 तथा क्रिस्टल में इलेक्ट्रॉन की प्रभावी द्रव्यमान  $0.4 m_e$  है।) दाता के ऊर्जा स्तर तथा चालन बैंड के अधस्थल के बीच का अंतर इसके समीप है
1. 0.01 eV                      2. 0.08 eV  
3. 0.02 eV                        4. 0.04 eV

52. A silicon crystal is doped with phosphorus atoms. (The binding energy of a H atom is 13.6 eV, the dielectric constant of silicon is 12 and the effective mass of electrons in the crystal is  $0.4 m_e$ .) The gap between the donor energy level and the bottom of the conduction band is nearest to
1. 0.01 eV                      2. 0.08 eV  
3. 0.02 eV                        4. 0.04 eV

53. माने कि निम्न ऊर्जा पर पाइऑन-न्यूक्लियॉन प्रकीर्णन, जिसमें 'आइसोस्पिन' संरक्षित रहता है,  $V_{eff} = F(r) \vec{I}_\pi \cdot \vec{I}_N$  से भली-भांति वर्णित है, जहाँ  $F(r)$  रेडियल पृथक्करण  $r$  का फलन है तथा  $\vec{I}_\pi$  एवं  $\vec{I}_N$  क्रमशः पाइऑन तथा न्यूक्लियॉन के आइसोस्पिन सदिश हैं। संपूर्ण आइसोस्पिन  $I = 3/2$  तथा  $1/2$  के संगत प्रकीर्णन क्रॉस सेक्शनों का अनुपात  $\sigma_{I=3/2}/\sigma_{I=1/2}$  होगा
1. 3/2                                2. 1/4  
3. 5/4                                4. 1/2

53. Assume that pion-nucleon scattering at low energies, in which isospin is conserved, is described by the effective interaction potential  $V_{eff} = F(r) \vec{I}_\pi \cdot \vec{I}_N$ , where  $F(r)$  is a function of the radial separation  $r$  and  $\vec{I}_\pi$  and  $\vec{I}_N$  denote, respectively, the isospin vectors of a pion and the nucleon. The ratio  $\sigma_{I=3/2}/\sigma_{I=1/2}$  of the scattering cross-sections corresponding to total isospins  $I = 3/2$  and  $1/2$ , is
1. 3/2                                2. 1/4  
3. 5/4                                4. 1/2

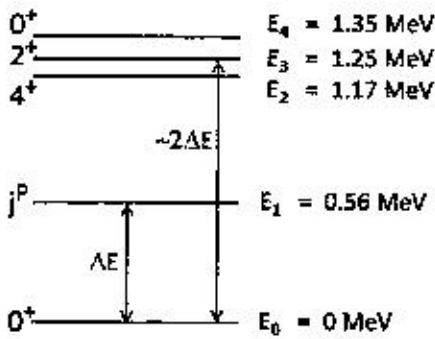
54. एक नाभिक प्रचरण-समता  $2^+$  की उत्तेजित अवस्था से गामा किरण उत्सर्जन के साथ निम्नतम ऊर्जा अवस्था में क्षय होता है जिसके लिए प्रचरण-समता  $0^+$  है। इसके संगत विकिरण किस प्रकार का होगा?

1. चुंबकीय द्विध्रुव
2. वैद्युत चतुर्ध्रुवी
3. वैद्युत द्विध्रुव
4. चुंबकीय चतुर्ध्रुवी

54. A nucleus decays by the emission of a gamma ray from an excited state of spin-parity  $2^+$  to the ground state with spin-parity  $0^+$ . What is the type of the corresponding radiation?

1. magnetic dipole
2. electric quadrupole
3. electric dipole
4. magnetic quadrupole

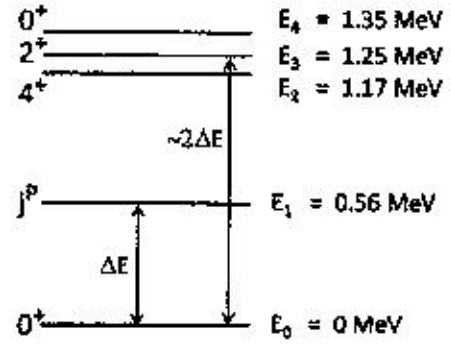
55. सम-सम नाभिक के कंपनिक उत्तेजनों के कारण निम्नस्थ ऊर्जा स्तर चित्र में दिखाए गए हैं।



स्तर  $E_1$  की प्रचरण-समता  $j^P$  होगी

1.  $1^+$
2.  $1^-$
3.  $2^-$
4.  $2^+$

55. The low lying energy levels due to the vibrational excitations of an even-even nucleus are shown in the figure below.



The spin-parity  $j^P$  of the level  $E_1$  is

1.  $1^+$
2.  $1^-$
3.  $2^-$
4.  $2^+$

56. समीकरण  $\frac{d^2y(x)}{dx^2} = f(x)$  के लिए परिसीमा मान  $y(0) = 0$  तथा  $y(1) = 0$  के साथ ग्रीन-फलन  $G(x, x')$  होगा

1.  $G(x, x') = \begin{cases} \frac{1}{2}x(1-x'), & 0 < x < x' < 1 \\ \frac{1}{2}x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
2.  $G(x, x') = \begin{cases} x(x'-1), & 0 < x < x' < 1 \\ x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
3.  $G(x, x') = \begin{cases} -\frac{1}{2}x(1-x'), & 0 < x < x' < 1 \\ \frac{1}{2}x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
4.  $G(x, x') = \begin{cases} x(x'-1), & 0 < x < x' < 1 \\ x'(x-1), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$

56. The Green's function  $G(x, x')$  for the equation  $\frac{d^2y(x)}{dx^2} = f(x)$ , with the boundary values  $y(0) = 0$  and  $y(1) = 0$ , is

1.  $G(x, x') = \begin{cases} \frac{1}{2}x(1-x'), & 0 < x < x' < 1 \\ \frac{1}{2}x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
2.  $G(x, x') = \begin{cases} x(x'-1), & 0 < x < x' < 1 \\ x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
3.  $G(x, x') = \begin{cases} -\frac{1}{2}x(1-x'), & 0 < x < x' < 1 \\ \frac{1}{2}x'(1-x), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$
4.  $G(x, x') = \begin{cases} x(x'-1), & 0 < x < x' < 1 \\ x'(x-1), & 0 < x' < x < 1 \end{cases}$

57. यदि एक  $4 \times 4$  तत्समक आव्यूह हो और  $4 \times 4$  समिश्र आव्यूह  $A$ , संबंध  $A^t A = 4I$  को संतुष्ट करे तो  $A$  के स्वतंत्र वास्तविक प्राचलों की संख्या होगी

1. 32
2. 10
3. 12
4. 16

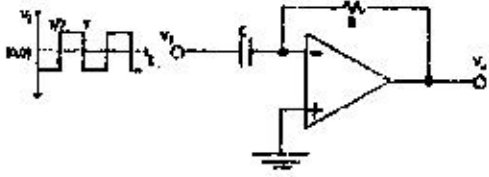


1.  $\frac{x_0^2}{2 \sin^2 t_0}$       2.  $\frac{1}{2} x_0^2 \tan t_0$   
 3.  $\frac{1}{2} x_0^2 \cot t_0$       4.  $\frac{x_0^2}{2 \cos^2 t_0}$
61. चिरप्रतिष्ठित एक-विमीय सरल आवर्ती दोलक का हैमिल्टोनियन, उपयुक्त इकाइयों में,  
 $H = \frac{1}{2}(p^2 + x^2)$  है। गतिकीय चर  $(p + \sqrt{2}x)$  का संपूर्ण समय अवकलज होगा  
 1.  $\sqrt{2}p - x$       2.  $p - \sqrt{2}x$   
 3.  $p + \sqrt{2}x$       4.  $x + \sqrt{2}p$
61. The Hamiltonian of a classical one-dimensional harmonic oscillator is  $H = \frac{1}{2}(p^2 + x^2)$ , in suitable units. The total time derivative of the dynamical variable  $(p + \sqrt{2}x)$  is  
 1.  $\sqrt{2}p - x$       2.  $p - \sqrt{2}x$   
 3.  $p + \sqrt{2}x$       4.  $x + \sqrt{2}p$
62. द्रव्यमान  $m$  तथा विद्युत आवेश  $e$  का एक अपेक्षकीय कण तीव्रता  $\mathcal{E}$  वाले एक समान वैद्युत क्षेत्र में चल रहा है।  $t = 0$  पर स्थिर स्थिति से आरंभ करके  $c/2$  का वेग प्राप्त करने में इसको कितना समय लगेगा?  
 1.  $\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$       2.  $\frac{mc}{e\mathcal{E}}$   
 3.  $\sqrt{2} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$       4.  $\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$
62. A relativistic particle of mass  $m$  and charge  $e$  is moving in a uniform electric field of strength  $\mathcal{E}$ . Starting from rest at  $t = 0$ , how much time will it take to reach the speed  $c/2$ ?  
 1.  $\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$       2.  $\frac{mc}{e\mathcal{E}}$   
 3.  $\sqrt{2} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$       4.  $\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{mc}{e\mathcal{E}}$
63. एक जड़त्वीय फ्रेम में एक-समान वैद्युत  $\vec{E}$  तथा एक-समान चुंबकीय क्षेत्र  $\vec{B}$  एक-दूसरे के लंबवत हैं तथा (उपयुक्त इकाइयों में) समीकरण  $|\vec{E}|^2 - |\vec{B}|^2 = 29$  को सतुष्ट करते हैं। पहले फ्रेम के सापेक्ष नियत वेग से चल रहे एक अन्य जड़त्वीय फ्रेम में चुंबकीय क्षेत्र  $2\sqrt{5}k$  है। तब दूसरे फ्रेम में पहले पर्यवेक्षण के संगत वैद्युत क्षेत्र होगा  
 1.  $\frac{7}{\sqrt{2}}(i + j)$       2.  $7(i + k)$   
 3.  $\frac{7}{\sqrt{2}}(i + k)$       4.  $7(i + j)$
63. In an inertial frame, uniform electric and magnetic fields  $\vec{E}$  and  $\vec{B}$  are perpendicular to each other and satisfy  $|\vec{E}|^2 - |\vec{B}|^2 = 29$  (in suitable units). In another inertial frame, which moves at a constant velocity with respect to the first frame, the magnetic field is  $2\sqrt{5}k$ . In the second frame, an electric field consistent with the previous observations is  
 1.  $\frac{7}{\sqrt{2}}(i + j)$       2.  $7(i + k)$   
 3.  $\frac{7}{\sqrt{2}}(i + k)$       4.  $7(i + j)$
64. कोणीय आवृत्ति  $\omega$  की विद्युत चुंबकीय तरंग किसी माध्यम में संचरित हो रही है। इस माध्यम तथा प्रयुक्त आवृत्ति बैंड के लिए अपवर्तनांक  $n(\omega) \approx 1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$  है, जहां  $\omega_0$  स्थिरांक है। तब  $\omega = \omega_0/2$  होने पर समूह वेग तथा प्रावस्था वेग का अनुपात  $v_g/v_p$  होगा  
 1. 3      2. 1/4  
 3. 2/3      4. 2
64. Electromagnetic wave of angular frequency  $\omega$  is propagating in a medium in which, over a band of frequencies, the refractive index is  $n(\omega) \approx 1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$ , where  $\omega_0$  is a constant. The ratio  $v_g/v_p$  of the group velocity to the phase velocity at  $\omega = \omega_0/2$  is  
 1. 3      2. 1/4  
 3. 2/3      4. 2
65. सम-वितरित सतह आवेश तथा द्रव्यमान घनत्व वाले घूर्णन कर रहे गोलीय कोश का कुल आवेश  $Q$  तथा द्रव्यमान  $M$  हैं। यदि इसका कोणीय संवेग  $L$  तथा चुंबकीय आघूर्ण  $\mu$  हो तो अनुपात  $\mu/L$  का मान होगा  
 1.  $\frac{Q}{3M}$       2.  $\frac{2Q}{3M}$   
 3.  $\frac{Q}{2M}$       4.  $\frac{3Q}{4M}$

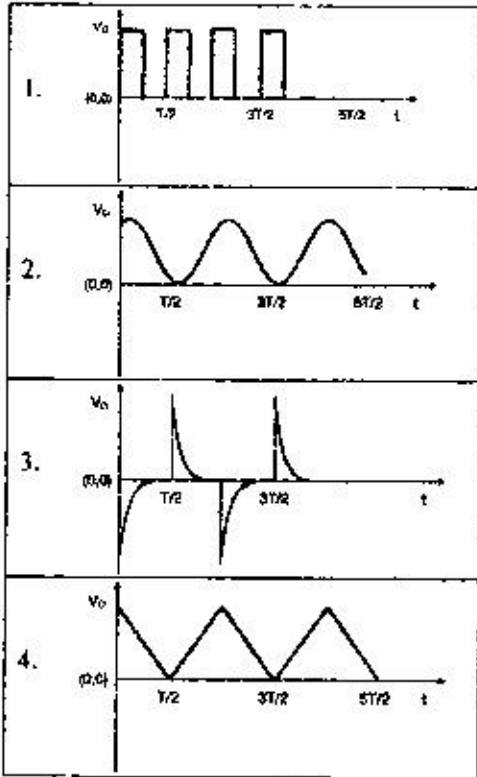
65. A rotating spherical shell of uniform surface charge and mass density has total mass  $M$  and charge  $Q$ . If its angular momentum is  $L$  and magnetic moment is  $\mu$ , then the ratio  $\mu/L$  is
1.  $\frac{Q}{2M}$
  2.  $\frac{7Q}{3M}$
  3.  $\frac{Q}{2M}$
  4.  $\frac{3Q}{4M}$
66. संकारक  $A_x = L_y p_x - L_x p_y$  है, जहाँ  $L_i$  तथा  $p_i$  क्रमशः कोणीय संवेग तथा संवेग संकारक (ऑपरेटर) के घटक हैं। यदि  $x$  से आशय स्थिति संकारक के  $x$ -घटक से हो तो कम्यूटेटर  $[A_x, x]$  होगा
1.  $-i\hbar(zp_x + yp_y)$
  2.  $-i\hbar(zp_x - yp_y)$
  3.  $i\hbar(zp_x + yp_y)$
  4.  $i\hbar(zp_x - yp_y)$
66. Consider the operator  $A_x = L_y p_x - L_x p_y$ , where  $L_i$  and  $p_i$  denote, respectively, the components of the angular momentum and momentum operators. The commutator  $[A_x, x]$ , where  $x$  is the  $x$ -component of the position operator, is
1.  $-i\hbar(zp_x + yp_y)$
  2.  $-i\hbar(zp_x - yp_y)$
  3.  $i\hbar(zp_x + yp_y)$
  4.  $i\hbar(zp_x - yp_y)$
67. एक-विमीय तंत्र के लिए हैमिल्टोनियन  $H = \frac{p^2}{2m} + \lambda|x|$  है, (जहाँ  $\lambda > 0$ )। निम्नतम अवस्था की ऊर्जा के  $\lambda$  पर निर्भरता इस प्रकार है
1.  $\lambda^{5/3}$
  2.  $\lambda^{2/3}$
  3.  $\lambda^{4/3}$
  4.  $\lambda^{1/3}$
67. A one-dimensional system is described by the Hamiltonian  $H = \frac{p^2}{2m} + \lambda|x|$  (where  $\lambda > 0$ ). The ground state energy varies as a function of  $\lambda$  as
1.  $\lambda^{5/3}$
  2.  $\lambda^{2/3}$
  3.  $\lambda^{4/3}$
  4.  $\lambda^{1/3}$
68. यदि हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन की स्थिति मापी जाए तो  $r \geq a_0$  दूरी पर इसके मिलने की प्रायिकता (जहाँ  $a_0$  बोर त्रिज्या है) निम्न के समीपतम होगी
1. 0.91
  2. 0.66
  3. 0.32
  4. 0.13
68. If the position of the electron in the ground state of a Hydrogen atom is measured, the probability that it will be found at a distance  $r \geq a_0$  ( $a_0$  being Bohr radius) is nearest to
1. 0.91
  2. 0.66
  3. 0.32
  4. 0.13
69. प्रचरण- $\frac{1}{2}$  के कणों के तंत्र के लिए  $\sigma_x$  अभिलक्षणिक अवस्था में अभिलक्षणिक मान  $+1$  है। इस तंत्र को  $x$ -अक्ष के इर्द-गिर्द  $60^\circ$  से घुमाने के बाद उनमें से जो कण अभिलक्षणिक मान  $+1$  के साथ  $\sigma_x$  अभिलक्षणिक अवस्था में मिलेंगे उन्हें निम्न के रूप में निम्न से व्यक्त कर सकते हैं
1.  $1/3$
  2.  $2/3$
  3.  $1/4$
  4.  $3/4$
69. A system of spin- $\frac{1}{2}$  particles is prepared to be in the eigenstate of  $\sigma_x$  with eigenvalue  $+1$ . The system is rotated by an angle of  $60^\circ$  about the  $x$ -axis. After the rotation, the fraction of the particles that will be measured to be in the eigenstate of  $\sigma_x$  with eigenvalue  $+1$  is
1.  $1/3$
  2.  $2/3$
  3.  $1/4$
  4.  $3/4$
70. एक विमीय  $N$  स्पिन 'आइसिंग' मॉडल ( $N$  बड़ी संख्या है) हैमिल्टोनियन
- $$H = -J \sum_{i=1}^N \sigma_i \sigma_{i+1}$$
- है, जहाँ स्पिन  $\sigma_i = \pm 1$  तथा  $J$  धनात्मक स्थिरांक है। प्रतिलेम तापमान  $\beta = 1/k_B T$  पर अपने निकटस्थ पड़ोसियों के स्पिन के बीच का सहसंबंध-फलन  $\langle \sigma_i \sigma_{i+1} \rangle$  होगा
1.  $e^{-\beta J} / (e^{\beta J} + e^{-\beta J})$
  2.  $e^{-2\beta J}$
  3.  $\tanh(\beta J)$
  4.  $\coth(\beta J)$
70. The Hamiltonian of a one-dimensional Ising model of  $N$  spins ( $N$  large) is
- $$H = -J \sum_{i=1}^N \sigma_i \sigma_{i+1}$$
- where the spin  $\sigma_i = \pm 1$  and  $J$  is a positive constant. At inverse temperature  $\beta = 1/k_B T$ , the correlation function between the nearest neighbour spins  $\langle \sigma_i \sigma_{i+1} \rangle$  is
1.  $e^{-\beta J} / (e^{\beta J} + e^{-\beta J})$
  2.  $e^{-2\beta J}$
  3.  $\tanh(\beta J)$
  4.  $\coth(\beta J)$



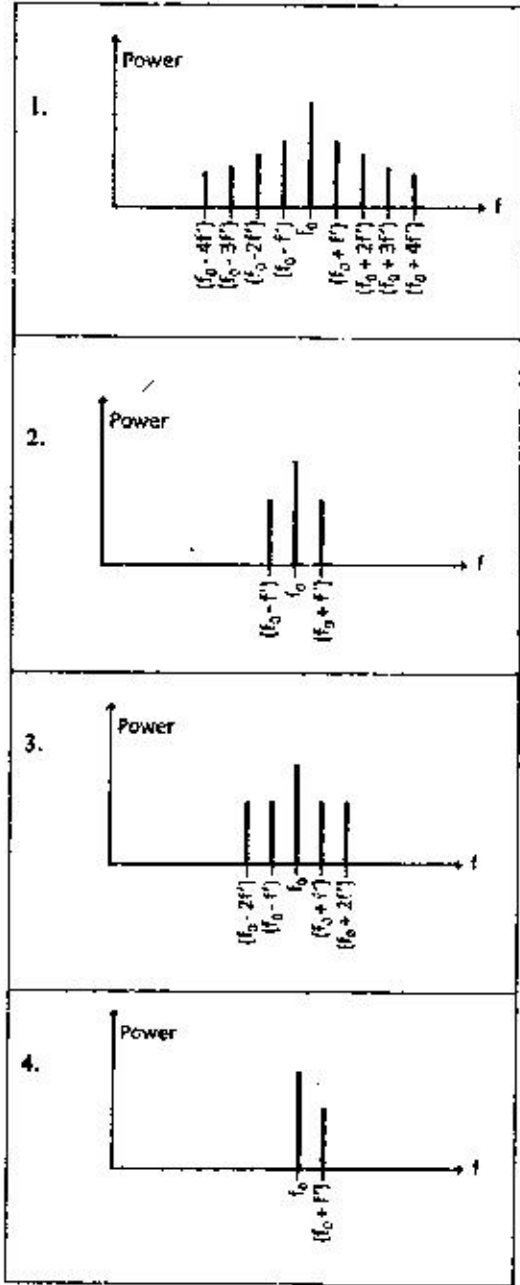
74. The input  $V_i$  to the following circuit is a square wave as shown in the following figure.



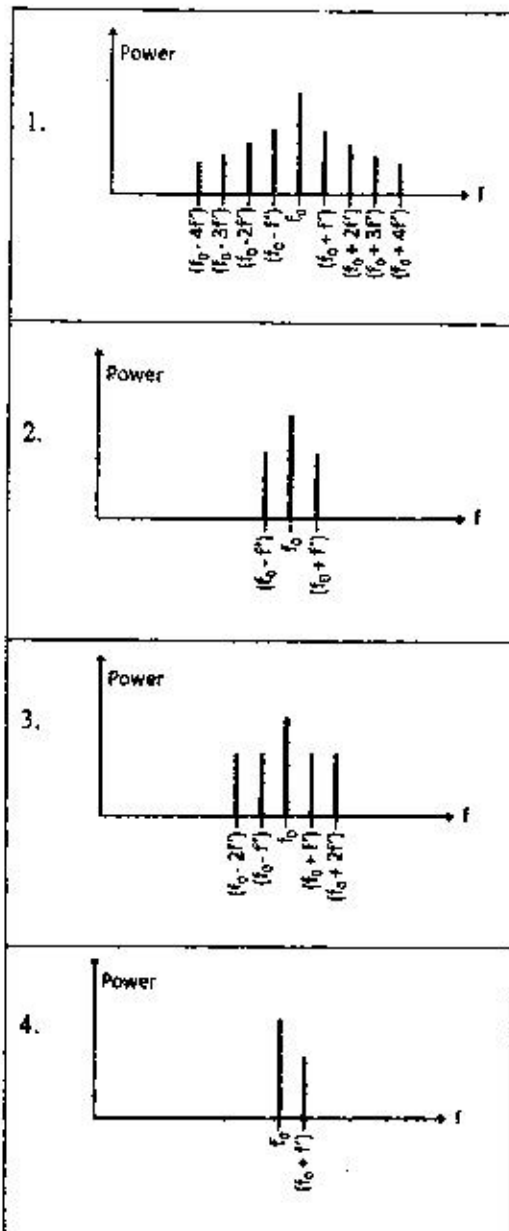
Which of the waveforms best describes the output?



75. आवृत्ति  $f_0$  के वाहक सिग्नल का आयाम ज्यामैत्रीय रूप में आवृत्ति  $f' \ll f_0$  पर मॉडुलित किया जाता है। निम्न में से कौन-सा ग्राफ शक्ति मानावली (स्पेक्ट्रम) को सबसे अच्छी तरह दर्शाता है?



75. The amplitude of a carrier signal of frequency  $f_0$  is sinusoidally modulated at a frequency  $f' \ll f_0$ . Which of the following graphs best describes its power spectrum?





FOR ROUGH WORK

FOR ROUGH WORK

5-B-H



