क्रमांक
5045

विषय कोड	पुस्तिका कोड		माध्यम
5	**B**		**H**

2019 (I)
भौतिक विज्ञान
प्रश्न पत्र

समय *: 3:00* पूर्णांक *: 200* अंक

'अनुदेश'

1. आपने हिन्दी को माध्यम चुना है। इस परीक्षा पुस्तिका में पचहत्तर (20 भाग 'A' में + 25 भाग 'B' में + 30 भाग 'C' में) बहुल विकल्प प्रश्न (MCQ) दिए गए हैं। आपको भाग '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 तब भाग 'A' से केवल पहले 15, भाग 'B' से केवल पहले 20 तथा भाग 'C' से केवल पहले 20 उत्तरों की जांच की जाएगी।
2. 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 रफ़ कार्य करने के लिए अतिरिक्त पृष्ठ संलग्न हैं।
3. 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।
4. **आप अपनी ओ.एम.आर उत्तर पत्रक में रोल नम्बर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित वृत्तों को काले बॉल पेन से अवश्य काला करें। यह मात्र परीक्षार्थी की ही ज़िम्मेदारी 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 अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपकी हानि, जिसमें आपकी ओ.एम.आर उत्तर पत्रक की अस्वीकृति भी शामिल है, हो सकती है।**
5. भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न 2 अंक, भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न 3.5 अंक तथा भाग 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है। प्रत्येक गलत उत्तर पर ऋणात्मक मूल्यांकन 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।
6. 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 ढूंढना है।
7. नकल करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करते हुए पाए जाने वाले परीक्षार्थियों को इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है।
8. परीक्षार्थी को उत्तर पत्रक या रफ़ पृष्ठों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए।
9. केलकुलेटर का उपयोग करने की अनुमति नहीं है।
10. परीक्षा समाप्ति पर छिद्र बिन्दु चिन्हित स्थान से ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक को विभाजित करें। इन्विजीलेटर को मूल ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक सौंपने के पश्चात् आप इसकी कॉर्बनलेस प्रतिलिपि ले जा सकते हैं।
11. हिन्दी माध्यम/संस्करण के प्रश्न में विसंगति होने/पाये जाने पर अंग्रेजी संस्करण प्रामाणिक होगा।
12. केवल परीक्षा की पूरी अवधि तक बैठने वाले परीक्षार्थियों को ही परीक्षा पुस्तिका की प्रतिलिपि साथ ले जाने की अनुमति दी जाएगी।

रोल नंबर :...............................

नाम :.......................................

परीक्षार्थी द्वारा भरी गई जानकारी को मैं सत्यापित करता हूँ। ....

इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

2019 (I)
PHYSICAL SCIENCES
TEST BOOKLET

Time : 3:00 Hours *Maximum Marks: 200*

INSTRUCTIONS

1. 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.

भाग/PART-A

1. कुल 12 गेंदें जिनमें लाल, हरे, नीले तथा पीले रंग की तीन-तीन हैं, एक डब्बे में रख कर मिला दी जाती हैं। यदि यादृच्छिक 3 गेंदें उठाई जाएं, उनके बदले कुछ रखे बिना, तो तीनों के एक ही रंग का होने की प्रायिकता होगी

1. 1/4	2. 1/12
3. 1/36	4. 1/55

1. 12 balls, 3 each of the colours red, green, blue and yellow are put in a box and mixed. If 3 balls are picked at random, without replacement, the probability that all 3 balls are of the same colour is

1. 1/4	2. 1/12
3. 1/36	4. 1/55

2. अन्य लोक से आए कुछ जीवों ने पाया कि सूर्योदय से पूर्व मुर्गे हर दिन बांग देते हैं। मुर्गों तथा सूर्योदयों के बारे में कोई और जानकारी न हो तो, निम्न में से कौन-से निष्कर्ष मान्य नहीं होगें?
   1. मुर्गों का बांग देना तथा सूर्योदय स्वतंत्र चक्रीय घटनायें होगी जिनकी आवर्तिता समान होगी
   2. दोनों की कारक घटनायें एक हों
   3. मुर्गे की बांग के कारण सूर्योदय होता हो
   4. सूर्योदय मुर्गे की बांग का कारण नहीं हो सकता क्यों कि बांग सूर्योदय से पहले घटित होती है

2. Some aliens observe that roosters call before sunrise every day. Having no other information about roosters and sunrises, which of the following inferences would NOT be valid?
   1. Rooster-call and sunrise may be independent cyclic events with the same periodicity
   2. Both may be triggered by a common cause
   3. Rooster-call may be causing the sunrise
   4. Sunrise cannot be the cause of rooster call as the rooster-call precedes sunrise

3. केवल 5, 8 तथा 12 लिटर के डब्बों का उपयोग करके टंकी में भरे इक्कीस लिटर पानी को 3 समान भागों में बांटना है। इसके लिए कम से कम कितनी बार पानी को एक से दूसरे पात्र में अंतरित करना होगा

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

3. Twenty-one litres of water in a tank is to be divided into three equal parts using only 5, 8 and 12 litre capacity cans. The minimum number of transfers needed to achieve this is

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

4. चार एजेंट एल्फा, बीटा, गामा तथा डेल्टा में से तीन को एक साथ एक मुहिम पर भेजा जाना है। यदि एल्फा तथा बीटा साथ न भेजे जा सकते हों, बीटा एवं गामा साथ न भेजे जा सकते हों और गामा एवं डेल्टा साथ न भेजे जा सकते हों, तब निम्न में से क्या सही है?
   1. कोई से भी तीन एजेंट भेजे जा सकते है
   2. एल्फा, डेल्टा के साथ बीटा, गामा में कोई एक भेजा जा सकता है
   3. बीटा, गामा के साथ एल्फा और डेल्टा में से कोई एक भेजा जा सकता हैं
   4. यह मुहिम असंभव है

4. Of four agents Alpha, Beta, Gamma and Delta, three have to be sent together on a mission. If Alpha and Beta cannot go together, Beta and Gamma cannot go together and Gamma and Delta cannot go together, then which of the following holds?
   1. Any three agents can be sent.
   2. Alpha, Delta and any one out of Beta and Gamma can be sent.
   3. Beta, Gamma and any one out of Alpha and Delta can be sent.
   4. The mission is impossible.

5. एक जीवाणु कोशिका में प्रोटीन संश्लेषण कोशिका द्रव्य में यादृच्छिक स्थान पर होता है। समुचित क्रिया के लिए प्रोटीन को कोशिका के एक ध्रुव तक पहुंचना होता है। प्रोटीन ध्रुव तक पहुंचेगा
   1. रासायनिक आकर्षण से
   2. यादृच्छिक गति से
   3. एन्ज़ाईम क्रिया से
   4. विपरीत आवेशों के बीच आकर्षण से

5. In a bacterial cell, a protein is synthesized at random location in the cytoplasm. The protein has to reach one pole of the cell for its appropriate function. The protein reaches the pole by
   1. chemical attraction
   2. random movement
   3. enzymatic action
   4. attraction between opposite charges

6. एक बहुमूल्य रत्न टूट कर 1:2:3:4 के अनुपात के अलग-अलग भारों के टुकड़ों में टूट जाता है। ऐसे रत्न का मूल्य उसके भार के वर्ग के समानुपाती होता है। टूटने से रत्न के मूल्य में कितने प्रतिशत हानि हुई?

1. 0   2. 30
3. 70   4. 90

6. A precious stone breaks into four pieces having weights in the proportion 1:2:3:4. The value of such a stone is proportional to the square of its weight. What is the percent loss in the value incurred due to breaking?

1. 0   2. 30
3. 70   4. 90

7. एक साथ आरंभ करके दो दौड़ाक क्रमश: 6 तथा 8 मिनट में एक चक्र पूरा करते हैं। यदि वे स्थिर गति से दौड़ रहे हों तो वे कितने मिनट बाद पहली बार फिर से आरंभ रेखा पर मिलेंगे?

1. 8   2. 24
3. 32   4. 60

7. Two runners starting together run on a circular path taking 6 and 8 minutes, respectively, to complete one round. How many minutes later do they meet again for the first time on the start line, assuming constant speeds?

1. 8   2. 24
3. 32   4. 60

8. विद्यार्थियों द्वारा कक्षा में प्राप्त श्रेणियों का वितरण निम्न सारणी के प्रकार है

श्रेणी	भिन्नात्मक समष्टि
A	0.1
B	0.4
C	0.3
D	0.2

कक्षा में विद्यार्थियों की न्यूनतम संभव संख्या क्या है?

1. 2   2. 4
3. 8   4. 10

8. The distribution of grades secured by students in a class is given in the table below.

Grade	Fraction of the population
A	0.1
B	0.4
C	0.3
D	0.2

What is the least possible population of the class?

1. 2   2. 4
3. 8   4. 10

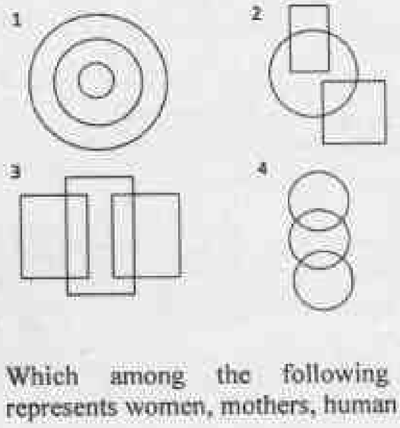
9. नौ संख्यायें $x_1, x_2, x_3 \dots x_9$ आरोही क्रम में है। उनका औसत m पहली सभी आठ संख्याओं से दृढ़त: अधिक है। निम्न में से कौन-सा सत्य है?

1. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) > m$ तथा Average $(x_2, x_3, \dots x_9) > m$
2. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) < m$ तथा Average $(x_2, x_3, \dots x_9) < m$
3. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) = m$ तथा Average $(x_2, x_3, \dots x_9) > m$
4. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) < m$ तथा Average $(x_2, x_3, \dots x_9) = m$

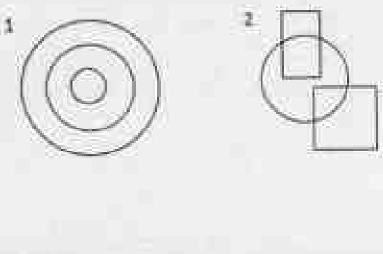
9. The nine numbers $x_1, x_2, x_3 \dots x_9$, are in ascending order. Their average m is strictly greater than all the first eight numbers. Which of the following is true?

1. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) > m$ and Average $(x_2, x_3, \dots x_9) > m$
2. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) < m$ and Average $(x_2, x_3, \dots x_9) < m$
3. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) = m$ and Average $(x_2, x_3, \dots x_9) > m$
4. Average $(x_1, x_2 \dots x_9, m) < m$ and Average $(x_2, x_3, \dots x_9) = m$

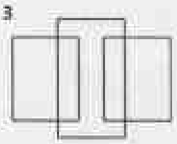
10. इनमें से कौन सा चित्र महिलाओं, माताओं, मानव जाति का प्रतिनिधित्व करता है?



10. Which among the following diagrams represents women, mothers, human beings?



3



4

11. एक लड़का तथा एक लड़की निम्न वक्तव्य देते हैं जिनमें से अधिकतम एक सत्य है:

सफ़ेद शर्ट में कोई कहे: "मैं लड़की हूँ" (कथन-I)

नीली शर्ट में कोई कहे: "मैं लड़का हूँ" (कथन- II)

निम्न में कौन सा सही निष्कर्ष है?

1. कथन-I सही है पर कथन- II गलत है
2. कथन- II सही है पर कथन- I गलत है
3. दोनों, कथन- I तथा II, गलत है
4. कथनों-I तथा II की शुद्धता निश्चित नहीं की जा सकती

11. A boy and a girl make the following statements, of which at most one is correct:

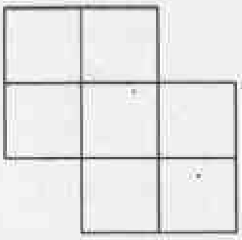
The one in a white shirt says: "I am a girl" (statement-I)

The one in a blue shirt says: "I am a boy" (statement-II)

Which of the following is the correct inference?

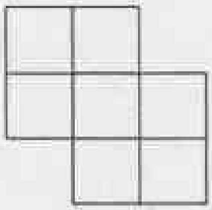
1. Statement-I is correct but statement-II is incorrect
2. Statement-II is correct but statement-I is incorrect
3. Both the statements I and II are incorrect
4. The correctness of the statements I and II cannot be ascertained.

12. निम्न चित्र में कितने चतुर्भुज हैं?



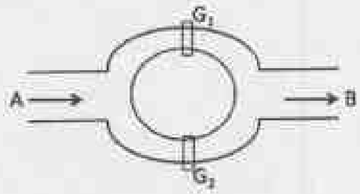
1. 17	2. 18
3. 19	4. 20

12. How many quadrilaterals does the following figure have?



1. 17	2. 18
3. 19	4. 20

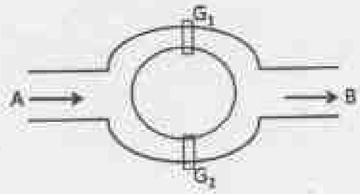
13. नहरों की एक व्यवस्था निम्न प्रकार है



पानी दो रास्तों से होकर A से B बहता है। द्वार G_1 तथा G_2 बहाव को नियंत्रित करने के लिए स्वतंत्र रूप से चलाए जाते है। द्वार G_1 के खुले रहने की प्रायिकता 10% है जबकि G_2 की 20%. पानी के A से B की ओर बहने की प्रायिकता होगी

1. 10%	2. 20%
3. 28%	4. 30%

13. A canal system is shown in the figure



Water flows from A to B through two channels. Gates G_1 and G_2 are operated independently to regulate the flow. Probability of G_1 to be open is 10% while that of G_2 is 20%. The probability that water will flow from A to B is

1. 10%	2. 20%
3. 28%	4. 30%

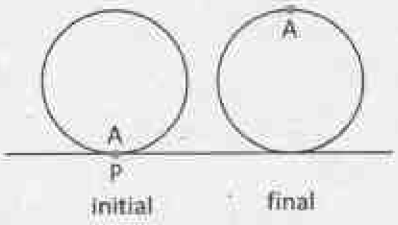
14. मोटाई t वाले कागज की एक लंबी रीम को कस कर लपेटा जाता है। जैसे-जैसे यह मोटी होती जाती है, एक चक्कर में लपेटे जाने वाले कागज़ की लंबाई पिछले चक्कर में लपेटे गए कागज़ की लंबाई से नीचे में इतनी बढ़ जाएगी

1. t	2. $2t$
3. πt	4. $2\pi t$

14. A long ream of paper of thickness t is rolled tightly. As the roll becomes larger, the length of the paper wrapped in one turn exceeds the length in the previous turn by

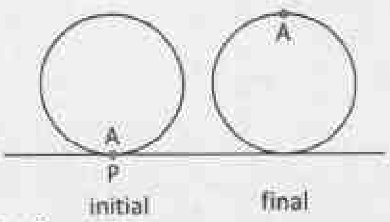
1. t	2. $2t$
3. πt	4. $2\pi t$

15. त्रिज्या r वाले पहिए पर बिंदु A क्षैतिज धरातल को P बिंदु पर स्पर्श करता है। प्रथम घूर्णन में A के सर्वोच्च स्थिति में पहुंचने तक यह पहिया बिना फिसले लुढ़कता है। अंतिम दूरी AP कितनी होगी?



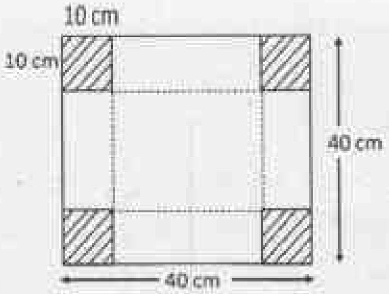
1. $2r$
2. $r\sqrt{(1+\pi^2)}$
3. $r\sqrt{(4+\pi^2)}$
4. $2r\sqrt{(1+\pi^2)}$

15. Point A on a wheel of radius r touches the horizontal plane at point P. It rolls without slipping, till point A is at the highest position in the first turn. What is the final distance AP?



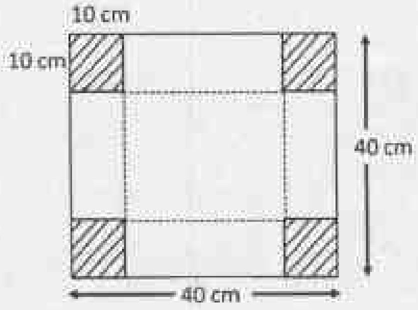
1. $2r$
2. $r\sqrt{(1+\pi^2)}$
3. $r\sqrt{(4+\pi^2)}$
4. $2r\sqrt{(1+\pi^2)}$

16. एक खुला आयताकार डब्बा चित्र में दर्शित रूप से चारों सर्वसम कोनों को काट कर निकालने और फिर बिंदुदार रेखा पर कागज़ को मोड़ कर बनाया जा सकता है। डब्बे की धारिता होगी (cm^3 में)



1. 8000	2. 1000
3. 4000	4. 6000

16. An open rectangular box is made by excluding the four identical corners of a piece of paper as shown in the diagram and folding it along the dotted lines



The capacity of the box (in cm^3) is

1. 8000	2. 1000
3. 4000	4. 6000

17. निम्न में से सबसे बड़ी राशि कौन सी है?

$2^{50}, 3^{40}, 4^{30}, 5^{20}$

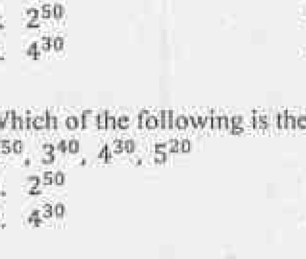
1. 2^{50}	2. 3^{40}
3. 4^{30}	4. 5^{20}

17. Which of the following is the largest?

$2^{50}, 3^{40}, 4^{30}, 5^{20}$

1. 2^{50}	2. 3^{40}
3. 4^{30}	4. 5^{20}

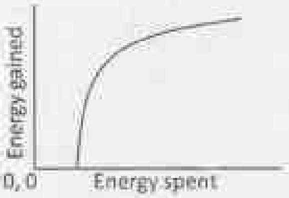
18. एक बंदर फल खाने के लिए पेड़ पर चढ़ता है। फल खाने से मिली ऊर्जा और अलग-अलग डालियों पर चढ़ने में व्यय ऊर्जा का संबंध चित्र में प्रदर्शित है।



अर्जित तथा व्यय की गई उर्जा का अनुपात उस बिंदु पर अधिकतम होगा जहां

1. वक्र का ढाल अधिकतम है
2. वक्र का ढाल एक है
3. मूल बिंदु से जाने वाली स्पर्श रेखा जहां वक्र को स्पर्श करे
4. वक्र के उच्चतम बिंदु पर

18. A monkey climbs a tree to eat fruits. The amount of energy gained from eating fruits and the energy spent in climbing on different branches have a relationship shown in the figure.



The ratio of energy gained to energy spent will be the maximum

1. at a point where the slope of the curve is the maximum
2. at a point where the slope of the curve is unity
3. at a point on the curve where the tangent passes through the origin
4. at the highest point on the curve

19. एक बेलन की लंबाई के लिए 10 बार मापने पर 10 अलग-अलग मान मिलते हैं। मानों के इस समूह के लिए निम्न कथनों पर विचार करें।

A. इनमें से पांच मान माध्य से अधिक तथा पांच माध्य से कम होंगे

B. इनमें से पांच मान माध्यिका से अधिक तथा पांच से कम होंगे

C. कम से कम एक मान माध्य से अधिक होगा

D. कम से कम एक मान माध्यिका पर होगा

इनमें से कौन-सा कथन अनिवार्यत: सही है?

1. B तथा C	2. A तथा C
3. B तथा D	4. A, C तथा D

19. The length of a cylinder is measured 10 times, yielding 10 distinct values. For this set of values, consider the following statements.

A. Five of these values will lie above the mean and five below it

B. Five of these values will lie above the median and five below it

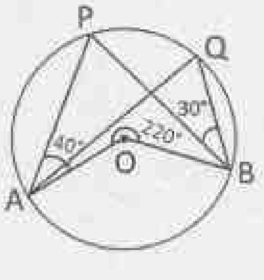
C. At least one value will lie above the mean

D. At least one value will lie at the median

Which of the statements are necessarily correct?

1. B and C	2. A and C
3. B and D	4. A, C and D

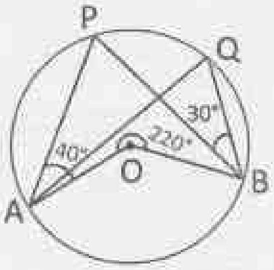
20. दिए वृत्त में, O केंद्र है, $\angle PAO = 40°, \angle PBQ = 30°$ तथा बाह्य कोण $\angle AOB = 220°$.



तब $\angle AQB$ होगा

1. 70°	2. 80°
3. 60°	4. 110°

20. In the given circle, O is the centre, $\angle PAO = 40°, \angle PBQ = 30°$ and outer angle $\angle AOB = 220°$.



Then $\angle AQB$ is

1. 70°	2. 80°
3. 60°	4. 110°

भाग/PART-B

21. अंतराल $-L \le x \le L$, में सीमित द्रव्यमान m वाला मुक्त कण का तरंग फलन $\psi(x) = A(L+x)(L-x)$ है, जहां A प्रसामान्यीकरण स्थिरांक है। कण की ऊर्जा $\frac{\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ होने की प्रायिकता होगी

1. 0
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
3. $\frac{1}{2\sqrt{3}}$
4. $\frac{1}{\sqrt{\pi}}$

21. The wavefunction of a free particle of mass m, constrained to move in the interval $-L \le x \le L$, is $\psi(x) = A(L+x)(L-x)$, where A is the normalization constant. The probability that the particle will be found to have the energy $\frac{\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ is

1. 0
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
3. $\frac{1}{2\sqrt{3}}$
4. $\frac{1}{\sqrt{\pi}}$

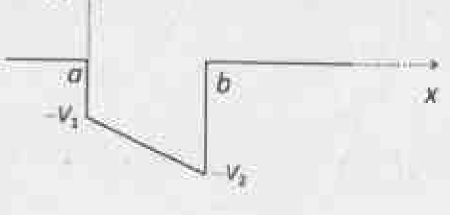
22. केंद्रीय विभव में विचरण कर रहे कण का तरंग फलन $\psi(\mathbf{r}) = zf(r)$ है, जहां $\mathbf{r} = (x, y, z)$ कण का स्थिति सदिश है और $f(r)$, $r = |\mathbf{r}|$ का फलन है। यदि कण का कुल कोणीय संवेग $\mathbf{L}$ हो तो L^2 का मान होना चाहिए

1. $2\hbar^2$
2. $\hbar^2$
3. $4\hbar^2$
4. $\frac{3}{4}\hbar^2$

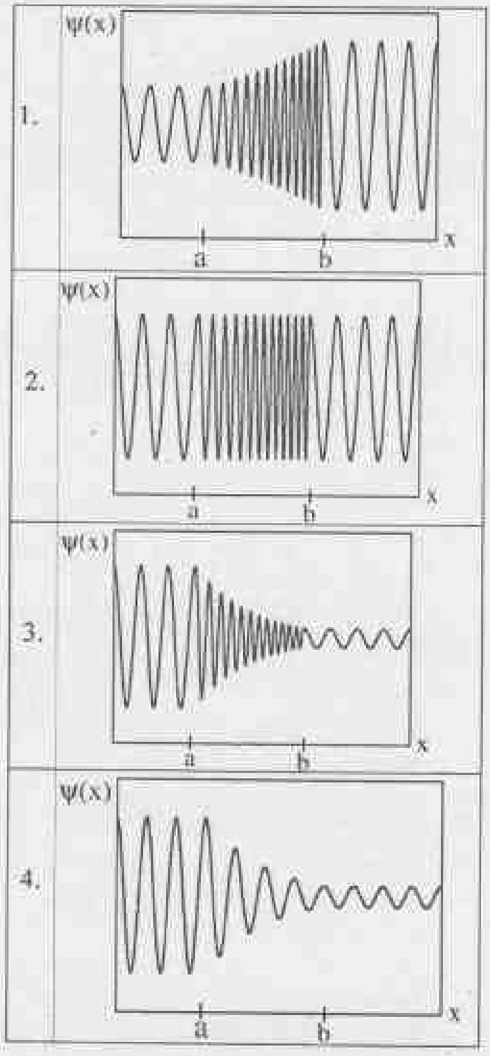
22. A particle moving in a central potential is described by a wavefunction $\psi(\mathbf{r}) = zf(r)$ where $\mathbf{r} = (x, y, z)$ is the position vector of the particle and $f(r)$ is a function of $r = |\mathbf{r}|$. If $\mathbf{L}$ is the total angular momentum of the particle, the value of L^2 must be

1. $2\hbar^2$
2. $\hbar^2$
3. $4\hbar^2$
4. $\frac{3}{4}\hbar^2$

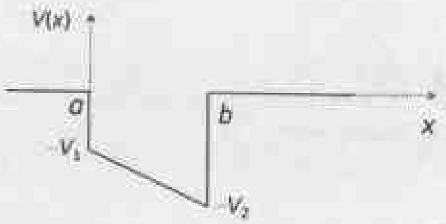
23. द्रव्यमान m तथा ऊर्जा $E > 0$ का कण एक विम में निम्नदर्शित विभव से प्रकीर्णन होता है।



यदि कण $x = -\infty$ से $x = \infty$, की ओर जा रहा था तो उसके तरंग फलन के लिए निम्न में कौन-सा ग्राफ सबसे अच्छा गुणात्मक चित्रण है?

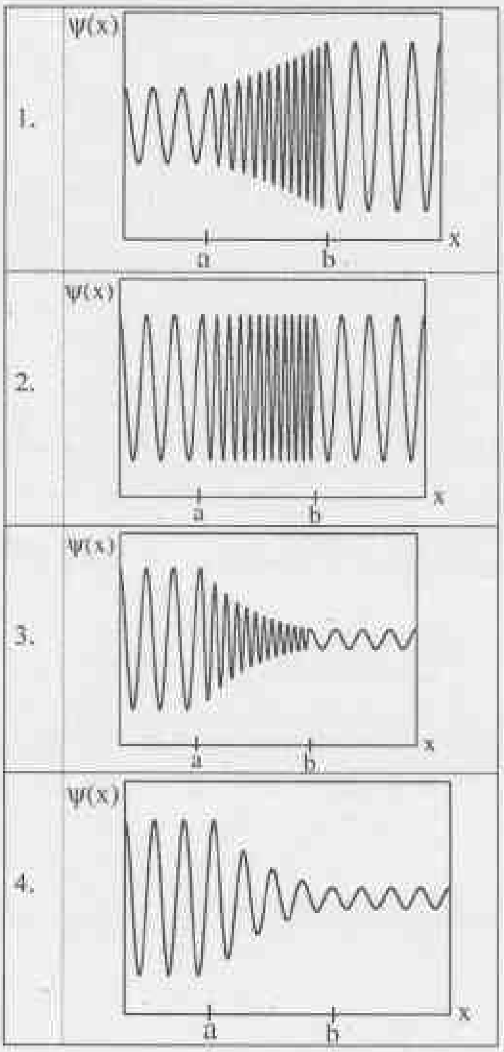


23. A particle of mass m and energy $E > 0$, in one dimension is scattered by the potential shown below.



If the particle was moving from $x = -\infty$ to $x = \infty$, which of the following graphs gives

the best qualitative representation of the wavefunction of this particle?



24. कोई वस्तु गद्दे से 10 m की ऊँचाई से उस गद्दे पर गिराई जाती है। वस्तु के टकराने पर गद्दा 0.1 m दब जाता है। यदि मानें कि गद्दा स्थिर प्रतिरोध बल लगाता है, तो गद्दे से टकराने पर g की इकाई में, वस्तु का मंदन गुरुत्वीय त्वरण होगा

1. $10g$
2. $50g$
3. $100g$
4. g

24. An object is dropped on a cushion from a height 10 m above it. On being hit, the cushion is depressed by 0.1 m. Assuming that the cushion provides a constant resistive force, the deceleration of the object after hitting the cushion, in terms of the acceleration due to gravity g, is

1. $10g$
2. $50g$
3. $100g$
4. g

25. एक टर्न-टेबल (चरखी) स्थिर ω_0 कोणीय वेग से घूम रही है। इस घूर्णी मंच पर लगाए गए घूर्णी फ्रेम में एक कण त्रिज्या की दिशा में बाहर की ओर समान गति v_0 से चलता है। ऐसे एक जड़त्वीय फ्रेम, जिसका मूल बिंदु घूर्णी मंच के केंद्र में है, से देखे जाने पर $r\theta$-निर्देशांकों में इस कण का त्वरण होगा

1. $-r\omega_0^2\hat{r}$
2. $2r\omega_0^2\hat{r} + v_0\omega_0\hat{\theta}$
3. $r\omega_0^2\hat{r} + 2v_0\omega_0\hat{\theta}$
4. $-r\omega_0^2\hat{r} + 2v_0\omega_0\hat{\theta}$

25. A turn-table is rotating with a constant angular velocity ω_0. In the rotating frame fixed to the turntable, a particle moves radially outwards at a constant speed v_0. The acceleration of the particle in the $r\theta$ - coordinates, as seen from an inertial frame, the origin of which is at the centre of the turntable, is

1. $-r\omega_0^2\hat{r}$
2. $2r\omega_0^2\hat{r} + v_0\omega_0\hat{\theta}$
3. $r\omega_0^2\hat{r} + 2v_0\omega_0\hat{\theta}$
4. $-r\omega_0^2\hat{r} + 2v_0\omega_0\hat{\theta}$

26. मानें कि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर एक वृत्ताकार कक्षा में परिक्रमा करती है। कल्पना करें कि गुरुत्वीय स्थिरांक G के मान में समय के साथ धीरे-धीरे परिवर्तन होता है। अगर 10 लाख वर्ष में इसका मान आधा हो जाता है, तो इस काल में

1. पृथ्वी की परिक्रमा की कक्षा की त्रिज्या दुगुनी हो जाएगी
2. पृथ्वी की कुल ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है
3. पृथ्वी का कक्षीय कोणीय संवेग बढ़ जाएगा
4. पृथ्वी की परिक्रमा की कक्षा की त्रिज्या अपरिवर्तित रहेगी

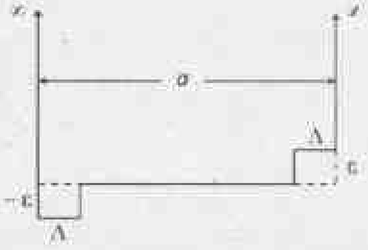
26. Assume that the earth revolves in a circular orbit around the sun. Suppose the gravitational constant G varies slowly as a function of time. In particular, it decreases to half its initial value in the course of one million years. Then during this time the

1. radius of the earth's orbit will increase by a factor of two
2. total energy of the earth remains constant
3. orbital angular momentum of the earth will increase
4. radius of the earth's orbit remains the same

27. द्रव्यमान m का एक कण विभव $V(x) = kx^4, (k > 0)$ में एक विम में गतिमान है। समय $t = 0$ पर यह कण स्थिर अवस्था $x = A$ से चलना आरंभ करता है। परिबद्ध गति के लिए इसका अवधि काल
1. $A^{-1/2}$ के समानुपाती है
2. A^{-1} के समानुपाती है
3. A पर निर्भर नहीं करता
4. सु-परिभाषित नहीं है (तंत्र अव्यवस्थित है)

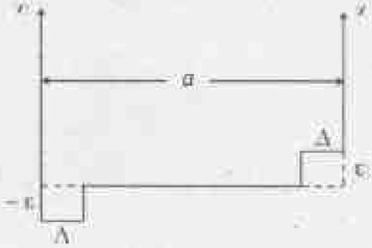
27. A particle of mass m moves in one dimension in the potential $V(x) = kx^4, (k > 0)$. At time $t = 0$, the particle starts from rest at $x = A$. For bounded motion, the time period of its motion is
1. proportional to $A^{-1/2}$
2. proportional to A^{-1}
3. independent of A
4. not well-defined (the system is chaotic)

28. 'बॉक्स में कण' ('पार्टिकल इन अ बॉक्स') चौड़ाई a वाला अनंत वर्ग कूप विभव में है। इस विभव को दिए चित्र के अनुरूप परिवर्द्धित कर दिया जाता है ($\Delta \ll a$ मानें)



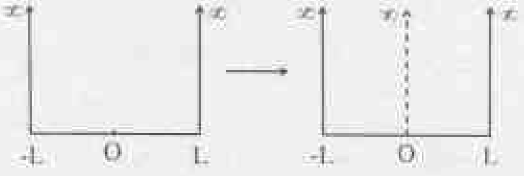
क्षोभ जोड़े जाने के पूर्व की निम्नतम ऊर्जा अवस्था की तुलना में निम्नतम ऊर्जा अवस्था अब
1. ε कोटि (ऑर्डर) की टर्म से बढ़ जाएगी
2. ε कोटि (ऑर्डर) की टर्म से घट जाएगी
3. ε^2 कोटि (ऑर्डर) की टर्म से बढ़ जाएगी
4. ε^2 कोटि (ऑर्डर) की टर्म से घट जाएगी

28. The infinite square-well potential of a particle in a box of size a is modified as shown in the figure below (assume $\Delta \ll a$)



The energy of the ground state, compared to the ground state energy before the perturbation was added
1. increases by a term of order ε
2. decreases by a term of order ε
3. increases by a term of order ε^2
4. decreases by a term of order ε^2

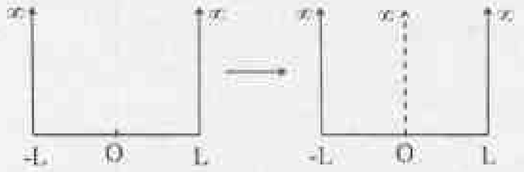
29. द्रव्यमान m का एक क्वांटम कण (एक विम में) चित्रानुसार एक दृढ़ बक्स में सीमित है तथा अपनी न्यूनतम ऊर्जा अवस्था में है। बक्स के मध्य में एक अत्यंत पतली दीवार बहुत धीरे-धीरे अनंत तक इस तरह से उठाई जाती है जिससे कि पूरे समय प्रणाली निम्नतम ऊर्जा अवस्था में ही रहती है। दीवार को ऊपर उठाने में ऊर्जा व्यय शून्य है। जब दीवार को पूरा ऊपर उठा दिया गया है और मूल बक्स को दो भागों में विभक्त कर दिया गया है, तब इस प्रणाली पर किया गया काम होगा



1. $\frac{3\pi^2\hbar^2}{8mL^2}$
2. $\frac{\pi^2\hbar^2}{8mL^2}$
3. $\frac{\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$
4. 0

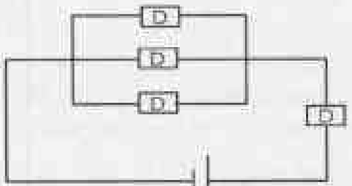
29. A quantum particle of mass m in one dimension, confined to a rigid box as shown in the figure, is in its ground state. An infinitesimally thin wall is very slowly raised to infinity at the centre of the box, in such a way that the system remains in its ground state at all times. Assuming that no energy is lost in raising the wall, the work done on the

system when the wall is fully raised, eventually separating the original box into two compartments, is



1. $\frac{3\pi^2\hbar^2}{8mL^2}$
2. $\frac{\pi^2\hbar^2}{8mL^2}$
3. $\frac{\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$
4. 0

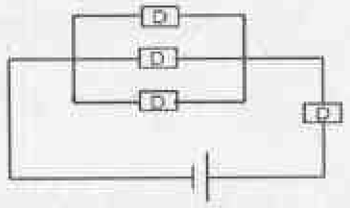
30. निम्न परिपथ में, किसी यंत्र D के अवरोधक (इन्सुलेटर) होने की प्रायिकता p तथा संचालक (कंडक्टर) होने की प्रायिकता $(1-p)$ है।



परिपथ से शून्येतर विद्युतधारा गुजरने की प्रायिकता होगी

1. $2-p-p^3$
2. $(1-p)^4$
3. $(1-p)^2p^2$
4. $(1-p)\,(1-p^3)$

30. In the following circuit, each device D may be an insulator with probability p, or a conductor with probability $(1-p)$.



The probability that a non-zero current flows through the circuit is

1. $2-p-p^3$
2. $(1-p)^4$
3. $(1-p)^2p^2$
4. $(1-p)\,(1-p^3)$

31. परिसीमा प्रतिबंध $y(x=1)=0$ के साथ अवकल समीकरण $x\frac{dy}{dx}+(1+x)y=e^{-x}$ का हल होगा

1. $\frac{(x-1)}{x}e^{-x}$
2. $\frac{(x-1)}{x^2}e^{-x}$
3. $\frac{(1-x)}{x^2}e^{-x}$
4. $(x-1)^2e^{-x}$

31. The solution of the differential equation $x\frac{dy}{dx}+(1+x)y=e^{-x}$ with the boundary condition $y(x=1)=0$, is

1. $\frac{(x-1)}{x}e^{-x}$
2. $\frac{(x-1)}{x^2}e^{-x}$
3. $\frac{(1-x)}{x^2}e^{-x}$
4. $(x-1)^2e^{-x}$

32. निश्चित समाकलन $\int_0^{\pi}\frac{d\theta}{5+4\cos\theta}$ का मान होगा

1. $4\pi/3$
2. $2\pi/3$
3. π
4. $\pi/3$

32. The value of the definite integral $\int_0^{\pi}\frac{d\theta}{5+4\cos\theta}$ is

1. $4\pi/3$
2. $2\pi/3$
3. π
4. $\pi/3$

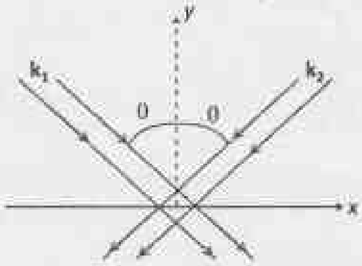
33. n-भुजाओं के नियमित बहुभुज आकृति के एक समतलीय तार पाश पर विचार करें जिसके लिए केंद्र से शीर्ष की दूरी R है। यदि स्थिर विद्युतधारा I इस तार में से गुजरती है तो पाश के केन्द्र में चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण होगा

1. $\frac{\mu_0 I}{2R}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$
2. $\frac{\mu_0 nI}{4\pi R}\sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$
3. $\frac{\mu_0 nI}{2\pi R}\tan\left(\frac{2\pi}{n}\right)$
4. $\frac{\mu_0 nI}{2\pi R}\tan\left(\frac{\pi}{n}\right)$

33. Consider a planar wire loop as an n-sided regular polygon, in which R is the distance from the centre to a vertex. If a steady current I flows through the wire, the magnitude of the magnetic field at the centre of the loop is

1. $\frac{\mu_0 I}{2R}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$
2. $\frac{\mu_0 nI}{4\pi R}\sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$
3. $\frac{\mu_0 nI}{2\pi R}\tan\left(\frac{2\pi}{n}\right)$
4. $\frac{\mu_0 nI}{2\pi R}\tan\left(\frac{\pi}{n}\right)$

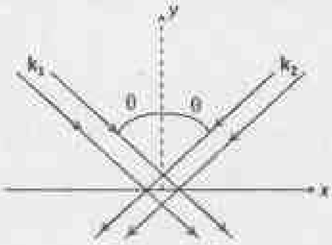
34. तरंग दैर्ध्य 0.5 μm तथा एक जैसे आयाम वाली दो संसुक्त समतलीय विद्युत चुंबकीय तरंगें z-दिशा में रैखिक रूप से ध्रुवित है तथा $y = 0$ तल पर गिरती हैं। उनके तरंग सदिश $\boldsymbol{k}_1$ तथा $\boldsymbol{k}_2$ चित्रानुसार हैं।



यदि कोण θ का मान 30° है, तल पर बने व्यतिकरण चित्राम के लिए उपांत (फ्रिंज)-अंतराल होगा

1. 1.0 μm
2. 0.29 μm
3. 0.58 μm
4. 0.5 μm

34. Two coherent plane electromagnetic waves of wavelength 0.5 μm (both have the same amplitude and are linearly polarized along the z-direction) fall on the $y = 0$ plane. Their wave vectors $\boldsymbol{k}_1$ and $\boldsymbol{k}_2$ are as shown in the figure.



If the angle θ is 30°, the fringe spacing of the interference pattern produced on the plane is

1. 1.0 μm
2. 0.29 μm
3. 0.58 μm
4. 0.5 μm

35. दो समांग परावैद्युत माध्यमों की अंतरापिष्ठ के लिए निम्न में से कौन सा विकल्प सही परिसीमा प्रतिबंध **नहीं** है? (निम्न में $\hat{n}$ अंतरापिष्ठ के लिए ऊर्ध्वाधर इकाई सदिश तथा σ एवं $\boldsymbol{J}_s$ क्रमश: सतह आवेश एवं धारा घनत्व हैं।)

1. $\hat{n} \times (\boldsymbol{D}_1 - \boldsymbol{D}_2) = 0$
2. $\hat{n} \times (\boldsymbol{H}_1 - \boldsymbol{H}_2) = \boldsymbol{J}_s$
3. $\hat{n} \cdot (\boldsymbol{D}_1 - \boldsymbol{D}_2) = \sigma$
4. $\hat{n} \cdot (\boldsymbol{B}_1 - \boldsymbol{B}_2) = 0$

35. Which of the following is **not** a correct boundary condition at an interface between two homogeneous dielectric media? (In the following $\hat{n}$ is a unit vector normal to the interface, σ and $\boldsymbol{J}_s$ are the surface charge and current densities, respectively.)

1. $\hat{n} \times (\boldsymbol{D}_1 - \boldsymbol{D}_2) = 0$
2. $\hat{n} \times (\boldsymbol{H}_1 - \boldsymbol{H}_2) = \boldsymbol{J}_s$
3. $\hat{n} \cdot (\boldsymbol{D}_1 - \boldsymbol{D}_2) = \sigma$
4. $\hat{n} \cdot (\boldsymbol{B}_1 - \boldsymbol{B}_2) = 0$

36. मानक कार्तीय आधार पर एक-अक्षीय विषम दैशिक माध्यम का विद्युतशीलता टेंसर है
$\begin{pmatrix} 4\varepsilon_0 & 0 & 0 \\ 0 & 4\varepsilon_0 & 0 \\ 0 & 0 & 9\varepsilon_0 \end{pmatrix}$, जहां ε_0 स्थिरांक है। इस माध्यम में y-दिशा में चल रही x -दिशा में ध्रुवित समतलीय विद्युत चुंबकीय तरंग की तरंग संख्या (शून्य में इस तरंग की तरंग संख्या k_0 के पदों में) है

1. $4k_0$
2. $2k_0$
3. $9k_0$
4. $3k_0$

36. The permittivity tensor of a uniaxial anisotropic medium, in the standard Cartesian basis, is $\begin{pmatrix} 4\varepsilon_0 & 0 & 0 \\ 0 & 4\varepsilon_0 & 0 \\ 0 & 0 & 9\varepsilon_0 \end{pmatrix}$, where ε_0 is a constant. The wave number of an electromagnetic plane wave polarized along the x -direction, and propagating along the y -direction in this medium (in terms of the wave number k_0 of the wave in vacuum) is

1. $4k_0$
2. $2k_0$
3. $9k_0$
4. $3k_0$

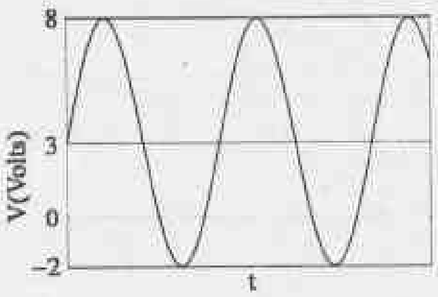
37. किसी 3×3 आव्यूह A के अवयव उसके पंक्ति और स्तंभ सूचकांकों के उत्पाद है $A_{ij} = ij$, (जहां $i, j = 1,2,3$)। A के अभिलक्षणिक मान होंगें

1. (7, 7, 0)
2. (7, 4, 3)
3. (14, 0, 0)
4. $\left(\frac{14}{3}, \frac{14}{3}, \frac{14}{3}\right)$

37. The elements of a 3×3 matrix A are the products of its row and column indices $A_{ij} = ij$ (where $i, j = 1,2,3$). The eigenvalues of A are

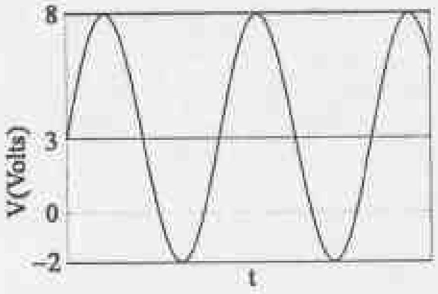
1. (7, 7, 0)
2. (7, 4, 3)
3. (14, 0, 0)
4. $\left(\frac{14}{3}, \frac{14}{3}, \frac{14}{3}\right)$

38. निम्न चित्रानुसार 1Ω के एक प्रतिरोध R पर प्रत्यावर्ती (ac) सिग्नल लगाया गया। प्रतिरोध में क्षय हुई शक्ति होगी



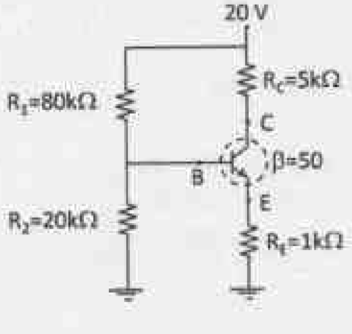
1. 12.5 W
2. 9 W
3. 25 W
4. 21.5 W

38. An ac signal of the type as shown in the figure, is applied across a resistor $R = 1\Omega$.



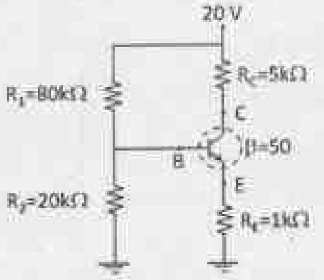
The power dissipated across the resistor is
1. 12.5 W
2. 9 W
3. 25 W
4. 21.5 W

39. एक npn ट्रांजिस्टर वोल्टेज विभाजक विन्यास में निम्न चित्रानुसार जुड़ा हुआ है।



यदि प्रतिरोधक R_2 को परिपथ से हटा दें तो आधार पर वोल्ट V_B तथा संग्राही पर वोल्ट V_C के परिवर्तन इस प्रकार होंगे
1. V_B तथा V_C दोनों बढ़ जाएंगें
2. V_B तथा V_C दोनों घट जाएंगें
3. V_B घटेगा जबकि V_C बढ़ जाएगा
4. V_B बढ़ेगा जबकि V_C घट जाएगा

39. An npn-transistor is connected in a voltage divider configuration as shown in the figure below.



If the resistor R_2 is disconnected, the voltages V_B at the base and V_C at the collector change as follows.
1. both V_B and V_C increase
2. both V_B and V_C decrease
3. V_B decreases, but V_C increases
4. V_B increases, but V_C decreases

40. आदर्श गैस की अवस्था समीकरण $pV = RT$ है। बहुत कम तापमानों पर स्थिर दबाव में आयतन प्रसार गुणांक $\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}$
1. $1/T^2$ के रूप में अपसारी होगा
2. $1/T$ के रूप में अपसारी होगा
3. T के रूप में विलुप्त होगा
4. तापमान से अप्रभावित रहेगा

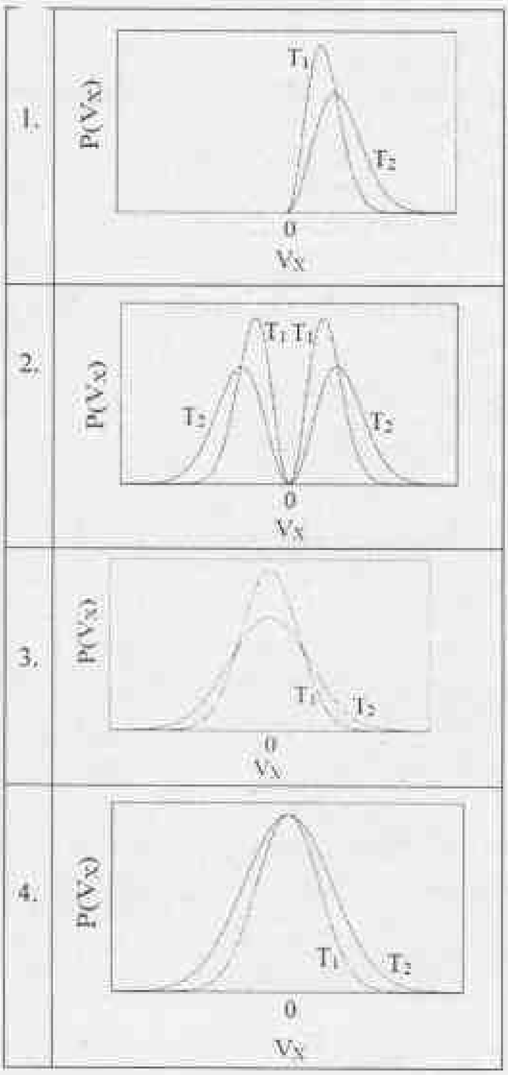
40. The equation of state of an ideal gas is $pV = RT$. At very low temperatures, the volume expansion coefficient $\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}$ at constant pressure
1. diverges as $1/T^2$
2. diverges as $1/T$
3. vanishes as T
4. is independent of the temperature

41. लगभग 10^{23} विभेद्य कणों की प्रणाली में हर कण 20 सुस्पष्ट अवस्थाओं में से किसी में भी हो सकता है। प्रतिकण एन्ट्रॉपी का अधिकतम मान इसके समीपतम होगा
1. $20k_B$
2. $3k_B$
3. $10(\ln 2)k_B$
4. $20(\ln 2)k_B$

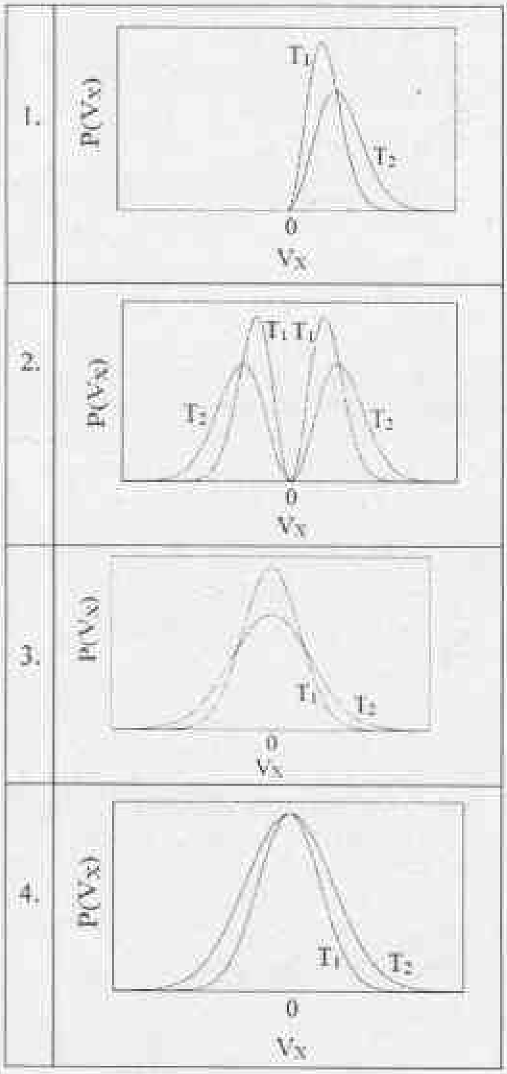
41. In a system comprising of approximately 10^{23} distinguishable particles, each particle may occupy any of 20 distinct states. The maximum value of the entropy per particle is nearest to

1. $20k_B$
2. $3k_B$
3. $10\,(\ln 2)k_B$
4. $20\,(\ln 2)k_B$

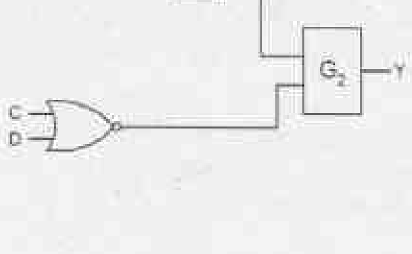
42. तापमान T_1 तथा T_2 पर (जहां $T_1 < T_2$ है) ऊष्मीय साम्य अवस्था में चिर प्रतिष्ठित गैस के बारे में सोचे। निम्न में से कौन सा ग्राफ़ वेग के x-घटक के प्राविकता घनत्व फलन के व्यवहार का सही गुणात्मक निरूपण करता है?



42. Consider a classical gas in thermal equilibrium at temperatures T_1 and T_2, where $T_1 < T_2$. Which of the following graphs correctly represents the qualitative behaviour of the probability density function of the x-component of the velocity?



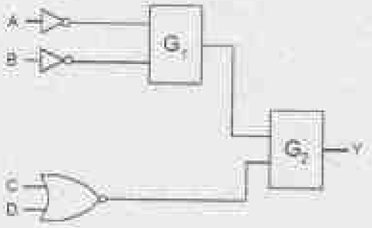
43. निम्न तर्क परिपथ में Y को निर्गम मानें।



यदि $Y = AB + \bar{C}\bar{D}$ है तो द्वार G_1 तथा G_2 को क्रमश: निम्नानुसार ही होना होगा

1. OR तथा NAND
2. NOR तथा OR
3. AND तथा NAND
4. NAND तथा OR

43. Let Y denote the output in the following logical circuit.



If $Y = AB + \bar{C}\bar{D}$, the gates G_1 and G_2 must, respectively, be

1. OR and NAND
2. NOR and OR
3. AND and NAND
4. NAND and OR

44. चिरप्रतिष्ठित एक विमीय अ-रैखिक दोलक का हेमिल्टनी $H = \frac{1}{2m}p^2 + \lambda x^4$ है, जहां $\lambda > 0$ एक स्थिरांक है। ऐसे N स्वतंत्र दोलकों के संग्रह की विशिष्ठ ऊष्मा होगी

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

44. The Hamiltonian of a classical nonlinear one dimensional oscillator is $H = \frac{1}{2m}p^2 + \lambda x^4$, where $\lambda > 0$ is a constant. The specific heat of a collection of N independent such oscillators is

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

45. एक सरल दोलक का उपयोग करके गुरुत्वीय त्वरण g को मापने के प्रयोग में, दोलक की लंबाई और आवृत्ति को तीन सार्थक अंकों तक मापा जाता है। कैल्क्युलेटर के उपयोग से g के मापों के माध्य तथा अनिश्चितता δg क्रमश: 9.82147 m/s^2 तथा 0.02357 m/s^2 निकले। निम्न में से कौन सा प्रायोगिक रूप से निर्धारित मूल्य प्रस्तुत करने का सबसे सही तरीका होगा?

1. 9.82 ± 0.02 m/s^2
2. 9.8215 ± 0.02 m/s^2
3. 9.82147 ± 0.02357 m/s^2
4. 9.82 ± 0.02357 m/s^2

45. In an experiment to measure the acceleration due to gravity g using a simple pendulum, the length and time period of the pendulum are measured to three significant figures. The mean value of g and the uncertainty δg of the measurements are then estimated using a calculator from a large number of measurements and found to be 9.82147 m/s^2 and 0.02357 m/s^2, respectively. Which of the following is the most accurate way of presenting the experimentally determined value of g?

1. 9.82 ± 0.02 m/s^2
2. 9.8215 ± 0.02 m/s^2
3. 9.82147 ± 0.02357 m/s^2
4. 9.82 ± 0.02357 m/s^2

भाग/PART-C

46. किसी तरंग की तरंग संख्या k तथा कोणीय आवृत्ति ω परिक्षेपण संबंध $\omega^2 = \alpha k + \beta k^3$ से जुड़े हैं, जहां α तथा β धनात्मक स्थिरांक हैं। जिस तरंग संख्या पर प्रावस्था वेग तथा समूह वेग एक जैसे हो जाते हैं, वह है

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

46. The wave number k and the angular frequency ω of a wave are related by the dispersion relation $\omega^2 = \alpha k + \beta k^3$, where α and β are positive constants. The wave number for which the phase velocity equals the group velocity, is

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

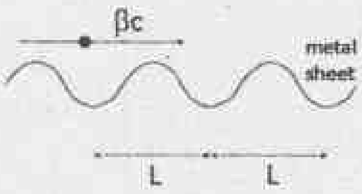
47. एक स्थिर जड़त्वीय प्रेक्षक A किसी क्षेत्र में वैद्युत क्षेत्र $E = (\alpha, 0, 0)$ तथा चुंबकीय क्षेत्र $B = (\alpha, 0, 2\alpha)$ मापता है, जहां α एक स्थिरांक है। A के सापेक्ष स्थिर वेग से चलते हुए एक अन्य जड़त्वीय प्रेक्षक B के मापन के अनुसार $E' = (E'_x, \alpha, 0)$ तथा $B' = (\alpha, B'_y, \alpha)$. तब $c = 1$ इकाइयों में E'_x तथा B'_y के मान होंगे क्रमश:

1. -2α तथा α
2. 2α तथा $-\alpha$
3. α तथा -2α
4. $-\alpha$ तथा 2α

47. An inertial observer A at rest measures the electric and magnetic field $\boldsymbol{E} = (\alpha, 0, 0)$ and $\boldsymbol{B} = (\alpha, 0, 2\alpha)$ in a region, where α is a constant. Another inertial observer B, moving with a constant velocity with respect to A, measures the fields as $\boldsymbol{E}' = (E'_x, \alpha, 0)$ and $\boldsymbol{B}' = (\alpha, B'_y, \alpha)$. Then, in units $c = 1$, E'_x and B'_y are given, respectively, by

1. -2α and α
2. 2α and $-\alpha$
3. α and -2α
4. $-\alpha$ and 2α

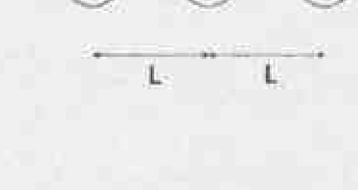
48. एक बिंदु आवेश समान वेग βc से धनात्मक x-दिशा में एक धातु की नालीदार चादर के समांतर परंतु बहुत निकट से जा रहा है (चित्र देखें)।



गति की दिशा में किसी प्रेक्षक तक पहुंचने वाली विद्युत चुंबकीय तरंगों का तरंग दैर्ध्य होगा

1. $\frac{L}{\beta}\sqrt{1-\beta^2}$
2. $L\sqrt{1-\beta^2}$
3. $L\beta\sqrt{1-\beta^2}$
4. L

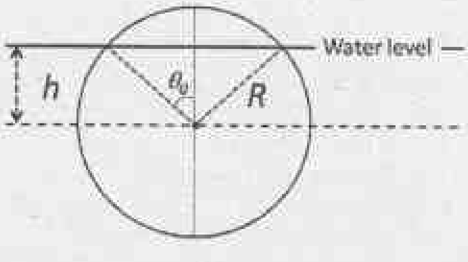
48. A point charge is moving with a uniform velocity βc along the positive x-direction, parallel to and very close to a corrugated metal sheet (see the figure below).



The wavelength of the electromagnetic radiation received by an observer along the direction of motion is

1. $\frac{L}{\beta}\sqrt{1-\beta^2}$
2. $L\sqrt{1-\beta^2}$
3. $L\beta\sqrt{1-\beta^2}$
4. L

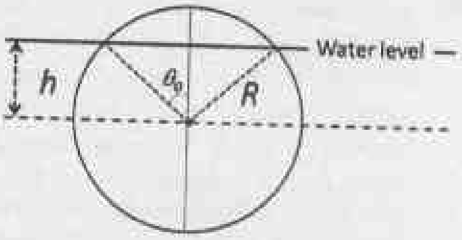
49. आपेक्षिक घनत्व 0.5 के कॉर्क का R त्रिज्या का ठोस गोला पानी में तैर रहा है। कॉर्क को पानी में इस तरह दबा कर डुबा देते हैं कि इसका द्रव्यमान केंद्र पानी की सतह के नीचे h दूरी पर है (जहां $0 < h < R$) और फिर दबाव हटा लेते हैं। जल स्तर के ऊपर रहने वाले कॉर्क के भाग का आयतन $\pi R^3\left(\frac{2}{3} - \cos\theta_0 + \frac{1}{3}\cos^3\theta_0\right)$ है जहां कोण θ_0 चित्र में दर्शित है।



दबाव हटाने के क्षण पर कॉर्क पर ऊपर की ओर लग रहे बल की h पर निर्भरता होगी

1. $\frac{h}{R} - \frac{1}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
2. $\frac{h}{R} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
3. $\frac{h}{R} - \frac{2}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
4. $\frac{h}{R} + \frac{2}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$

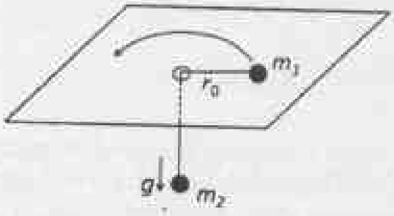
49. A solid spherical cork of radius R and specific gravity 0.5 floats on water. The cork is pushed down so that its centre of mass is at a distance h (where $0 < h < R$) below the surface of water, and then released. The volume of the part of the cork above water level is $\pi R^3\left(\frac{2}{3} - \cos\theta_0 + \frac{1}{3}\cos^3\theta_0\right)$, where θ_0 is the angle as shown in the figure.



At the moment of release, the dependence of the upward force on the cork on h is

1. $\frac{h}{R} - \frac{1}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
2. $\frac{h}{R} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
3. $\frac{h}{R} - \frac{2}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$
4. $\frac{h}{R} + \frac{2}{3}\left(\frac{h}{R}\right)^3$

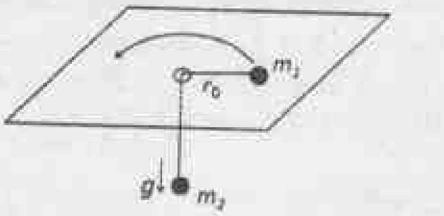
50. द्रव्यमान m_1 तथा m_2 के कण एक द्रव्यमान-रहित ℓ लंबाई के धागे से जुड़े हुए हैं, जैसा नीचे चित्रित है।



समतल पर रखा द्रव्यमान m_1 वाला कण त्रिज्या r_0 तथा कोणीय संवेग L के साथ वृत्ताकार घमता है। छोटा सा त्रिज्यीय विस्थापन $\epsilon \ll r_0$ किए जाने पर, इसका त्रिज्यीय निर्देशांक r_0 के इर्द-गिर्द दोलन करने लगता है। दोलन की आवृत्ति होगी

1. $\sqrt{\frac{7m_2 g}{(m_1+\frac{m_2}{2})r_0}}$
2. $\sqrt{\frac{7m_2 g}{(m_1+m_2)r_0}}$
3. $\sqrt{\frac{3m_2 g}{(m_1+\frac{m_2}{2})r_0}}$
4. $\sqrt{\frac{3m_2 g}{(m_1+m_2)r_0}}$

50. Two particles of masses m_1 and m_2 are connected by a massless thread of length ℓ as shown in figure below.



The particle of mass m_1 on the plane undergoes a circular motion with radius r_0 and angular momentum L. When a small radial displacement ϵ (where $\epsilon \ll r_0$) is applied, its radial coordinate is found to oscillate about r_0. The frequency of the oscillations is

1. $\sqrt{\frac{7m_2 g}{(m_1+\frac{m_2}{2})r_0}}$
2. $\sqrt{\frac{7m_2 g}{(m_1+m_2)r_0}}$
3. $\sqrt{\frac{3m_2 g}{(m_1+\frac{m_2}{2})r_0}}$
4. $\sqrt{\frac{3m_2 g}{(m_1+m_2)r_0}}$

51. किसी कण के निर्देशांक x का समय के साथ परिवर्तन अवकल समीकरण

$$\frac{d^4x}{dt^4} + 2\Omega^2\frac{d^2x}{dt^2} + (\Omega^4 - A^4)x = 0$$

से वर्णित है। यदि $\Omega > A$ है, तो कण

1. अंततः मूल बिंदु पर आकर रुक जाएगा
2. अंततः असीम ($|x| \to \infty$) की ओर जाएगा
3. मूल बिंदु के इर्द-गिर्द दोलन करेगा
4. अंततः बिंदु Ω/A या $-\Omega/A$ पर आकर रुक जाएगा

51. The time evolution of a coordinate x of a particle is described by the equation

$$\frac{d^4x}{dt^4} + 2\Omega^2\frac{d^2x}{dt^2} + (\Omega^4 - A^4)x = 0$$

For $\Omega > A$, the particle will

1. eventually come to rest at the origin
2. eventually drift to infinity ($|x| \to \infty$)
3. oscillate about the origin
4. eventually come to rest at Ω/A or $-\Omega/A$

52. द्रव्यमान m के क्वांटम कण का हेमिल्टनी $H = \frac{p^2}{2m} + \alpha|x|^r$ है, जहां α तथा r धनात्मक स्थिरांक हैं। n के बड़े मानों के लिए n-वां स्तर की ऊर्जा E_n की n पर निर्भरता निम्न प्रकार होगी

1. n^{2r}
2. n^{r+2}
3. $n^{1/(r+2)}$
4. $n^{2r/(r+2)}$

52. The Hamiltonian of a quantum particle of mass m is $H = \frac{p^2}{2m} + \alpha|x|^r$, where α and r are positive constants. The energy E_n of the n^{th} level, for large n, depends on n as

1. n^{2r}
2. n^{r+2}
3. $n^{1/(r+2)}$
4. $n^{2r/(r+2)}$

53. अगर θ प्रकीर्णन कोण हो तो आंशिक तरंग प्रसार में अवकली प्रकीर्णन परिक्षेत्र $\frac{d\sigma}{d(\cos\theta)} = \left|\sum_l (2l+1)e^{i\delta_l}\sin\delta_l P_l(\cos\theta)\right|^2$ है। किसी न्यूट्रॉन-नाभिक प्रकीर्णन में दो निम्नतम कला विस्थापन s-तरंग के लिए δ_0 तथा p-तरंग के लिए δ_1 है, जहां $\delta_1 \approx \delta_0/2$ है। अन्य कला विस्थापनों की बहुत छोटा होने के कारण उपेक्षा कर दी जाए तो अवकली परिक्षेत्र का न्यूनतम मान $\cos\theta$ के इस मान के लिए होगा

1. 0
2. ± 1
3. $-\frac{2}{3}\cos^2\delta_1$
4. $\frac{1}{3}\cos^2\delta_1$

53. In the partial wave expansion, the differential scattering cross-section is given by

$$\frac{d\sigma}{d(\cos\theta)} = \left|\sum_l (2l+1)e^{i\delta_l}\sin\delta_l P_l(\cos\theta)\right|^2$$

where θ is the scattering angle. For a certain neutron-nucleus scattering, it is found that the two lowest phase shifts δ_0 and δ_1 corresponding to s-wave and p-wave, respectively, satisfy $\delta_1 \approx \delta_0/2$. Assuming that the other phase shifts are negligibly small, the differential cross-section reaches its minimum for $\cos\theta$ equal to

1. 0
2. ± 1
3. $-\frac{2}{3}\cos^2\delta_1$
4. $\frac{1}{3}\cos^2\delta_1$

54. आवेशित, प्रचक्रण-रहित द्रव्यमान m का कण आकर्षक विभव $V(x,y,z) = \frac{1}{2}k(x^2+y^2+z^2)$ में है, जहां k एक धनात्मक स्थिरांक है। अब एक हल्का सा चुंबकीय क्षेत्र $\boldsymbol{B} = B_0\hat{k}$ (यहां B_0 स्थिरांक है) क्षोभ की तरह लगा दिया जाता है। अक्षोभित हेमिल्टनी की दूसरी उत्तेजित ऊर्जा कितनी सुस्पष्ट ऊर्जा अवस्थाओं में टूटेगी?

1. 5
2. 4
3. 2
4. 1

54. A charged, spin-less particle of mass m is subjected to an attractive potential $V(x,y,z) = \frac{1}{2}k(x^2+y^2+z^2)$, where k is a positive constant. Now a perturbation in the form of a weak magnetic field $\boldsymbol{B} = B_0\hat{k}$ (where B_0 is a constant) is switched on. Into how many distinct levels will the second excited state of the unperturbed Hamiltonian split?

1. 5
2. 4
3. 2
4. 1

55. किसी परमाणु से द्रव्यमान m के आवेशित कण के प्रत्यास्थ प्रकीर्णन को विभव $V(r) = \frac{\alpha}{r}e^{-r/R}$ से वर्णित किया जा सकता है, जहां α तथा R धनात्मक स्थिरांक है। यदि आपाती कण की तरंग संख्या k तथा प्रकीर्णन कोण 2θ हों तो बॉर्न सन्निकटन अपनाने पर अवकलीय परिक्षेत्र होगा

1. $\frac{m^2\alpha^2R^4}{4\hbar^4(1+k^2R^2\sin^2\theta)}$
2. $\frac{m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(2k^2R^2+\sin^2\theta)^2}$
3. $\frac{2m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(2k^2R^2+\sin^2 2\theta)}$
4. $\frac{4m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(1+4k^2R^2\sin^2\theta)^2}$

55. The elastic scattering of a charged particle of mass m off an atom can be approximated by the potential $V(r) = \frac{\alpha}{r}e^{-r/R}$, where α and R are positive constants. If the wave number of the incoming particle is k and the scattering angle is 2θ, the differential cross-section in the Born approximation is

1. $\frac{m^2\alpha^2R^4}{4\hbar^4(1+k^2R^2\sin^2\theta)}$
2. $\frac{m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(2k^2R^2+\sin^2\theta)^2}$
3. $\frac{2m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(2k^2R^2+\sin^2 2\theta)}$
4. $\frac{4m^2\alpha^2R^4}{\hbar^4(1+4k^2R^2\sin^2\theta)^2}$

56. चुंबकन m के फलन में चुंबकीय प्रणाली की मुक्त ऊर्जा $F = \frac{1}{2}am^2 - \frac{1}{4}bm^4 + \frac{1}{6}m^6$ है, जहां a एवं b धनात्मक स्थिरांक है। a को स्थिर रखते हुए b का वह क्रांतिक मान जिससे ऊपर जाने पर F का मान चुंबकन के शून्येतर मान पर न्यूनतम होगा, वह है

1. $\sqrt{10a/3}$
2. $\sqrt{16a/3}$
3. $\frac{10}{3}\sqrt{a}$
4. $\frac{16}{3}\sqrt{a}$

56. The free energy of a magnetic system, as a function of its magnetisation m, is $F = \frac{1}{2}am^2 - \frac{1}{4}bm^4 + \frac{1}{6}m^6$, where a and b are positive constants. At a fixed value of a, the critical value of b,above which the minimum of F will be at a non-zero value of magnetisation, is
   1. $\sqrt{10a/3}$
   2. $\sqrt{16a/3}$
   3. $\frac{10}{3}\sqrt{a}$
   4. $\frac{16}{3}\sqrt{a}$

57. इष्टतम निष्पादन के लिए ऑप-एंप (op-amp) पर आधारित धारा-वोल्टेज परिवर्तक परिपथ के निवेश तथा निर्गम प्रतिबाधा को ऐसा होना चाहिए
   1. निम्न निवेश प्रतिबाधा तथा उच्च निर्गम प्रतिबाधा
   2. निम्न निवेश प्रतिबाधा तथा निम्न निर्गम प्रतिबाधा
   3. उच्च निवेश प्रतिबाधा तथा उच्च निर्गम प्रतिबाधा
   4. उच्च निवेश प्रतिबाधा तथा निम्न निर्गम प्रतिबाधा

57. For optimal performance of an op-amp based current-to-voltage converter circuit, the input and output impedance should be
   1. low input impedance and high output impedance
   2. low input impedance and low output impedance
   3. high input impedance and high output impedance
   4. high input impedance and low output impedance

58. यदि समीकरण $x = 2\sin x$ के धनात्मक मूल निकालने के लिए न्यूटन-राफ्सन पद्धति से चलें तो पुनरावृत्ति समीकरण होगा
   1. $x_{n+1} = \frac{2x_n - 2(\sin x_n + x_n \cos x_n)}{1 - 2\cos x_n}$
   2. $x_{n+1} = \frac{2(\sin x_n - x_n \cos x_n)}{1 - 2\cos x_n}$
   3. $x_{n+1} = \frac{x_n^2 - 1 + 2(\cos x_n - x_n \sin x_n)}{x_n - 2\sin x_n}$
   4. $x_{n+1} = \frac{x_n^2 - 1 - 2(\cos x_n + \sin x_n)}{x_n - 2\sin x_n}$

58. If the Newton-Raphson method is used to find the positive root of the equation $x = 2\sin x$, the iteration equation is
   1. $x_{n+1} = \frac{2x_n - 2(\sin x_n + x_n \cos x_n)}{1 - 2\cos x_n}$
   2. $x_{n+1} = \frac{2(\sin x_n - x_n \cos x_n)}{1 - 2\cos x_n}$
   3. $x_{n+1} = \frac{x_n^2 - 1 + 2(\cos x_n - x_n \sin x_n)}{x_n - 2\sin x_n}$
   4. $x_{n+1} = \frac{x_n^2 - 1 - 2(\cos x_n + \sin x_n)}{x_n - 2\sin x_n}$

59. प्रणोदित सरल आवर्ती दोलक का गति समीकरण $\ddot{x} + \omega^2 x = A\cos\Omega t$ है, जहां A स्थिरांक है। अनुनाद $\Omega = \omega$ पर, ज्यादा समय बितने पर दोलनों का आयाम
   1. परिमित मान में संतृप्त हो जाता है
   2. समय के साथ $\sqrt{t}$ के अनुसार बढ़ता है
   3. समय के साथ एक घाती रूप से बढ़ता है
   4. समय के साथ चर घातांकी रूप में बढ़ता है

59. The equation of motion of a forced simple harmonic oscillator is $\ddot{x} + \omega^2 x = A\cos\Omega t$, where A is a constant. At resonance $\Omega = \omega$, the amplitude of oscillations at large times
   1. saturates to a finite value
   2. increases with time as $\sqrt{t}$
   3. increases linearly with time
   4. increases exponentially with time

60. $\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ तथा $\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$ से आच्छादित आधार में किसी संकारक A को आव्यूह $\begin{pmatrix}2 & 1\\1 & 2\end{pmatrix}$ से दिखा सकते हैं। $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\1\end{pmatrix}$ तथा $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\-1\end{pmatrix}$ से आच्छादित आधार में A का आव्यूह रूप निम्न प्रकार होगा
   1. $\begin{pmatrix}2 & 0\\0 & 2\end{pmatrix}$
   2. $\begin{pmatrix}3 & 0\\0 & 1\end{pmatrix}$
   3. $\begin{pmatrix}3 & 1\\0 & 1\end{pmatrix}$
   4. $\begin{pmatrix}3 & 0\\1 & 1\end{pmatrix}$

60. The operator A has a matrix representation $\begin{pmatrix}2 & 1\\1 & 2\end{pmatrix}$ in the basis spanned by $\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ and $\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$. In another basis spanned by $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\1\end{pmatrix}$ and $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\-1\end{pmatrix}$, the matrix representation of A is
   1. $\begin{pmatrix}2 & 0\\0 & 2\end{pmatrix}$
   2. $\begin{pmatrix}3 & 0\\0 & 1\end{pmatrix}$
   3. $\begin{pmatrix}3 & 1\\0 & 1\end{pmatrix}$
   4. $\begin{pmatrix}3 & 0\\1 & 1\end{pmatrix}$

61. संकारक $x\frac{d}{dx}\delta(x)$, जहां $\delta(x)$ डिराक डेल्टा फलन है, वास्तविक रेखा मे वास्तविक मान वर्ग-समाकलनीय फलनों पर सक्रिय है। ऐसे मे संकारक निम्न के तुल्य है

1. $-\delta(x)$
2. $\delta(x)$
3. x
4. 0

61. The operator $x\frac{d}{dx}\delta(x)$, where $\delta(x)$ is the Dirac delta function, acts on the space of real-valued square-integrable functions on the real line. This operator is equivalent to

1. $-\delta(x)$
2. $\delta(x)$
3. x
4. 0

62. एक विमीय यादृच्छिक भ्रमण का हर चरण मे या तो प्रायिकता 1/4 के साथ उसी बिंदु पर ठहरा रहता है, या तो समान प्रायिकता 3/8 से दाँये या बाँये Δ दूरी चलता है। N चरणों के बाद इसका वर्ग-माध्य मूल विस्थापन होगा

1. $\Delta\sqrt{N}$
2. $\Delta\sqrt{\frac{9N}{16}}$
3. $\Delta\sqrt{\frac{3N}{4}}$
4. $\Delta\sqrt{\frac{3N}{8}}$

62. At each time step, a random walker in one-dimension either remains at the same point with probability $\frac{1}{4}$, or moves by a distance Δ to the right or left with probabilities 3/8 each. After N time steps, its root mean squared displacement is

1. $\Delta\sqrt{N}$
2. $\Delta\sqrt{\frac{9N}{16}}$
3. $\Delta\sqrt{\frac{3N}{4}}$
4. $\Delta\sqrt{\frac{3N}{8}}$

63. तीन आइसिंग स्पिन S_1, S_2 तथा S_3, में से हर एक ± 1 का मान ले सकता है। उनका हेमिल्टनी $H = -J\,(S_1S_2 + S_2S_3) - hS_1$ है, जहां J तथा h धनात्मक स्थिरांक है। तापमान $T = 1/(k_B\beta)$ पर साम्यावस्था में S_3 का माध्य होगा

1. $\tanh^3(\beta J)$
2. $\tanh(\beta h)\tanh^2(\beta J)$
3. $\sinh(\beta h)\sinh^2(\beta J)$
4. 0

63. The Hamiltonian of three Ising spins S_1, S_2 and S_3, each taking values ± 1, is $H = -J\,(S_1S_2 + S_2S_3) - hS_1$, where J and h are positive constants. The mean value of S_3 in equilibirium at a temperature $T = 1/(k_B\beta)$, is

1. $\tanh^3(\beta J)$
2. $\tanh(\beta h)\tanh^2(\beta J)$
3. $\sinh(\beta h)\sinh^2(\beta J)$
4. 0

64. 632.8 nm पर उत्सर्जित कर रही He-Ne लेसर की गुहिका 35 cm की दूरी पर रखे गये दो दर्पणों से बनी है। यदि लेसर गुहिका में होने वाले दोलन 1.3 GHz लब्धि बैंड विस्तार के अंदर हैं तो गुहिका में अनुमत अनुदैर्घ्य 'मोड' की संख्या होगी

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

64. The cavity of a He-Ne laser emitting at 632.8 nm, consists of two mirrors separated by a distance of 35 cm. If the oscillations in the laser cavity occur at frequencies within the gain bandwidth of 1.3 GHz, the number of longitudinal modes allowed in the cavity is

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

65. ${}^{8}_{4}$Be नाभिक अपनी उत्तेजित अवस्था से दो α-कणों में क्षयित हो जाता है जो प्रचक्रण-समता (पैरिटी) 0^+ वाला एक स्थिति में हैं। यदि इस क्षय का माध्य जीवन-काल 10^{-22} s हो तो उत्तेजित नाभिक के लिए प्रचक्रण-समता का मान होगा

1. 2^+
2. 3^+
3. 0^-
4. 4^-

65. An excited state of a ${}^{8}_{4}$Be nucleus decays into two α-particles which are in a spin-parity 0^+ state. If the mean life-time of this decay is 10^{-22} s, the spin-parity of the excited state of the nucleus is

1. 2^+
2. 3^+
3. 0^-
4. 4^-

66. न्यूट्रिनों ν_e तथा इलेक्ट्रॉन e^- की प्रत्यास्थ प्रकीर्णन, अर्थात् $\nu_e + e^- \to \nu_e + e^-$ प्रतिक्रिया का अन्योन्य क्रिया हेमिल्टनी

$$H_{int} = \frac{1}{\sqrt{2}}G_F\int d^3x\,(\bar{\psi}_e(x)\gamma^\mu\psi_{\nu_e}(x))(\bar{\psi}_{\nu_e}(x)\gamma_\mu\psi_e(x))$$

वर्णन संभव है। उपरिवर्णित प्रक्रिया का जो परिक्षेत्र है वह संहति-केन्द्र की ऊर्जा E पर निम्न प्रकार निर्भर करेगा

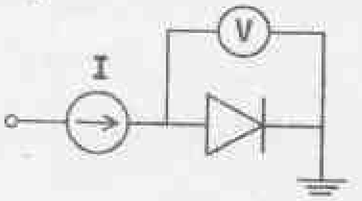
1. $1/E^2$
2. E^2
3. E
4. $\sqrt{E}$

66. The elastic scattering of a neutrino ν_e by an electron e^-, i.e. the reaction $\nu_e + e^- \to \nu_e + e^-$, can be described by the interaction Hamiltonian
$H_{int} = \frac{1}{\sqrt{2}} G_F \int d^3x \left(\bar{\psi}_{\nu_e}(x)\gamma^\mu \psi_{\nu_e}(x)\right)\left(\bar{\psi}_{e}(x)\gamma_\mu \psi_e(x)\right)$
The cross-section of the above process depends on the centre of mass energy E, as
1. $1/E^2$
2. E^2
3. E
4. $\sqrt{E}$

67. क्षयों $\rho_0 \to \pi^+ + \pi^-$, $\pi^0 \to \gamma + \gamma$, $\mu^- \to e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$ के लिए माध्य जीवनकाल τ_ρ, τ_π तथा τ_μ है, तो ये निम्न को संतुष्ट करेंगे
1. $\tau_\pi < \tau_\rho < \tau_\mu$
2. $\tau_\mu < \tau_\rho < \tau_\pi$
3. $\tau_\rho < \tau_\pi < \tau_\mu$
4. $\tau_\rho < \tau_\mu < \tau_\pi$

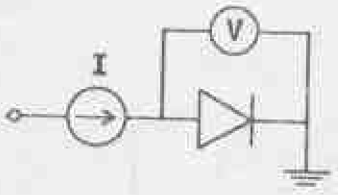
67. The mean life-time of the following decays: $\rho_0 \to \pi^+ + \pi^-$, $\pi^0 \to \gamma + \gamma$, $\mu^- \to e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$, are τ_ρ, τ_π and τ_μ, respectively. They satisfy
1. $\tau_\pi < \tau_\rho < \tau_\mu$
2. $\tau_\mu < \tau_\rho < \tau_\pi$
3. $\tau_\rho < \tau_\pi < \tau_\mu$
4. $\tau_\rho < \tau_\mu < \tau_\pi$

68. डायोड अग्रधारा को $I = \kappa T^\alpha e^{-E_g/k_BT}(\exp(eV/k_BT) - 1)$ से अभिव्यक्त करते हैं, जहां E_g अर्धचालक का बैंड अंतराल है, V डायोड पर हो वाला वोल्टता पात है, T कक्ष ताप के आसपास काम कर रहे डायोड का तापमान है एवं α तथा κ स्थिरांक हैं। डायोड को निम्न परिपथ में ऊष्मीय संवेदक के रूप में उपयोग किया गया है।



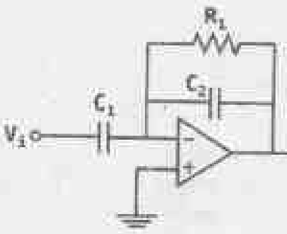
यदि T के मापन के लिए आदर्श वोल्टमीटर का उपयोग करके V मापा गया है तो वोल्टता V में T के साथ होने वाले परिवर्तन का सबसे सर्वश्रेष्ठ सन्निकटन वर्णन यह होगा (निम्न a तथा b स्थिरांक है)
1. $aT^2 + b$
2. $aT + b$
3. $aT^3 + b$
4. $aT + bT^2$

68. The forward diode current is given by $I = \kappa T^\alpha e^{-E_g/k_BT}(\exp(eV/k_BT) - 1)$, where E_g is the band gap of the semiconductor, V is the voltage drop across the diode, T is the temperature of the diode operating near room temperature and, α and κ are constants. A diode is used as a thermal sensor in the circuit shown below.



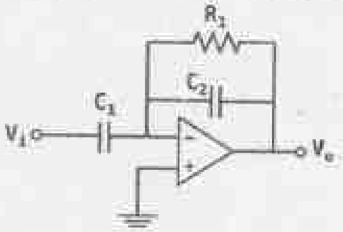
If V is measured using an ideal voltmeter to estimate T, the variation of the voltage V as a function of T is best approximated by (in the following a and b are constants)
1. $aT^2 + b$
2. $aT + b$
3. $aT^3 + b$
4. $aT + bT^2$

69. एक ऑप-एंप (op-amp) के साथ प्रतिरोधक $R_1 = 1$ kΩ एवं संधारित्रों $C_1 = 1$ µF तथा $C_2 = 0.1$ µF से बनाया परिपथ नीचे दिया गया है।



यह परिपथ निम्न के रूप में कार्य करेगा
1. उच्च पारक फिल्टर
2. निम्न पारक फिल्टर
3. बैंड पारक फिल्टर
4. बैंड अस्वीकारक फिल्टर

69. A circuit constructed using op-amp, resistor $R_1 = 1$ kΩ and capacitors $C_1 = 1$ µF and $C_2 = 0.1$ µF, is shown in the figure below.



This circuit will act as a
1. high pass filter
2. low pass filter
3. band pass filter
4. band reject filter

70. जालक स्थिरांक a_0 वाले BCC (कायकेंद्रित घन संरचना) क्रिस्टल में तृतीय-निकटतम प्रतिवेशी दूरी होगी

1. a_0
2. $3a_0/2$
3. $\sqrt{3}a_0$
4. $\sqrt{2}a_0$

70. The third-nearest neighbour distance in a BCC (Body centered cubic) crystal with lattice constant a_0 is

1. a_0
2. $3a_0/2$
3. $\sqrt{3}a_0$
4. $\sqrt{2}a_0$

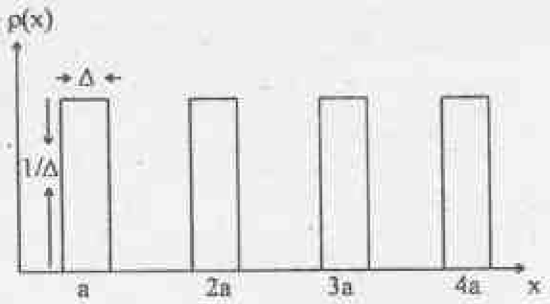
71. अर्धचालक में कूलंबीय अन्योन्य क्रिया से बद्ध इलेक्ट्रॉन तथा होल युग्म को एक्साईटॉन कहते हैं। इलेक्ट्रॉन तथा होल के प्रभावी द्रव्यमान क्रमश: $0.1m_e$ तथा $0.5m_e$ हैं जहां m_e इलेक्ट्रॉन का विराम द्रव्यमान है। अर्धचालक का परावैद्युतांक 10 है। एक्साईटॉन के ऊर्जा स्तरों को हाईड्रोज़न के ऊर्जा स्तरों जैसा मान लें तो, (रिडबर्ग स्थिरांक की इकाई में) एक्साईटॉन की बंधन ऊर्जा निम्न के सबसे नजदीक है

1. 2×10^{-3}
2. 2×10^{-4}
3. 8×10^{-4}
4. 3×10^{-3}

71. A bound electron and hole pair interacting via Coulomb interaction in a semiconductor is called an exciton. The effective masses of an electron and a hole are about $0.1m_e$ and $0.5m_e$ respectively, where m_e is the rest mass of the electron. The dielectric constant of the semiconductor is 10. Assuming that the energy levels of the excitons are hydrogen-like, the binding energy of an exciton (in units of the Rydberg constant) is closest to

1. 2×10^{-3}
2. 2×10^{-4}
3. 8×10^{-4}
4. 3×10^{-3}

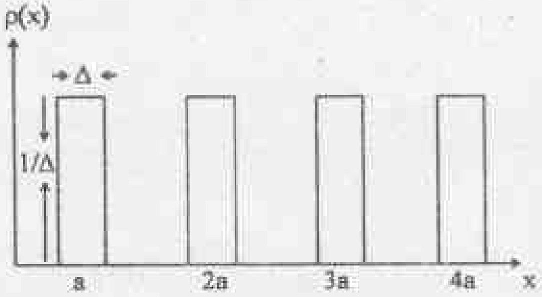
72. एक विम में बने परमाणुओं के एक विन्यास पर विचारें। जिसका समुदाय औसत आवर्ती घनत्व वितरण चित्र में प्रदर्शित है



यदि k तरंग संख्या है और घनत्व-घनत्व सहसंबंध फलन का फूरियर ट्रांस्फार्म $S(k,\Delta)$ से दिया जाए, तो अनुपात $S(k,\Delta)/S(k,0)$ होगा

1. $\cos\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
2. $\cos^2\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
3. $\frac{2}{k\Delta}\sin\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
4. $\frac{4}{k^2\Delta^2}\sin^2\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$

72. Consider an array of atoms in one dimension with an ensemble averaged periodic density distribution as shown in the figure.



If k is the wave number and $S(k,\Delta)$ denotes the Fourier transform of the density-density correlation function, the ratio $S(k,\Delta)/S(k,0)$ is

1. $\cos\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
2. $\cos^2\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
3. $\frac{2}{k\Delta}\sin\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$
4. $\frac{4}{k^2\Delta^2}\sin^2\left(\frac{k\Delta}{2}\right)$

73. कोणीय संवेग अवस्था $(J = 2, J_3 = 1)$ वाला एक द्विआवेशित आयन ध्रुवित इलेक्ट्रॉन गैस $(S_3 = 1/2)$ से मिलने पर उदासीन हो जाता है। यदि इस प्रक्रिया में शून्य कक्षीय कोणीय संवेग का विनिमय हुआ है तो उदासीन परमाणु के $(J = 2, J_3 = 2)$ अवस्था में होने की प्रायिकता होगी

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

73. A doubly charged ion in the angular momentum state $(J = 2, J_3 = 1)$ meets a gas of polarized electrons $(S_3 = 1/2)$ and gets neutralized. If the orbital angular momentum transferred in the process is zero, the probability that the neutral atom is in the $(J = 2, J_3 = 2)$ state is

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

74. हाईड्रोजन गैस में अंतर-परमाणुक विभव का प्रभाव लगभग 5 Å तक सीमित है। ऊष्मीय साम्यावस्था में परमाणु-परमाणु प्रकीर्णन जिस अधिकतम तापमान तक प्रमुखतः s-तरंग वाला है, वह है

1. 500 K
2. 100 K
3. 1 K
4. 1 mK

74. The range of the inter-atomic potential in gaseous hydrogen is approximately 5 Å. In thermal equilibrium, the maximum temperature for which the atom-atom scattering is dominantly s-wave, is

1. 500 K
2. 100 K
3. 1 K
4. 1 mK

75. किसी अणु की घूर्णन गति के संगत ऊर्जा स्तर $E_J = BJ(J+1)\ \text{cm}^{-1}$ है, जहां $J = 0,1,2,\ldots$ तथा B स्थिरांक है। शुद्ध घूर्णी रामन संक्रमण चयन नियम $\Delta J = 0, \pm 2$ का पालन करता है। अणु के किरणित होने पर समीपतम स्टोक्स तथा एंटी स्टोक्स रेखाओं के मध्य की दूरी (cm^{-1} में) होगी

1. $6B$
2. $12B$
3. $4B$
4. $8B$

75. The energy levels corresponding to the rotational motion of a molecule are $E_J = BJ(J+1)\ \text{cm}^{-1}$ where $J = 0,1,2,\ldots$ and B is a constant. Pure rotational Raman transitions follow the selection rule $\Delta J = 0, \pm 2$. When the molecule is irradiated, the separation between the closest Stokes and anti-Stokes lines (in cm^{-1}) is

1. $6B$
2. $12B$
3. $4B$
4. $8B$

FOR ROUGH WORK

FOR ROUGH WORK