क्रमांक

विषय कोड पुस्तिका कोड

**5** **A**

**H**

# 2016 (I)
# भौतिक विज्ञान
# प्रश्न पत्र

समय : 3:00 घंटे

पूर्णांक : 200 अंक

## अनुदेश

1. **आपने हिन्दी को माध्यम चुना है ।** इस परीक्षा पुस्तिका में पचहत्तर (20 भाग 'A' में + 25 भाग 'B' + 30 भाग 'C' में ) बहुल विकल्प प्रश्न (MCQ) दिए गए हैं । आपको भाग 'A' में से अधिकतम 15 और भाग 'B' में 20 तथा भाग 'C' में से 20 प्रश्नों के उत्तर देने हैं । यदि निर्धारित से अधिक प्रश्नों के उत्तर दिए गए तब केवल पहले भाग 'A' से 15, भाग 'B' से 20 तथा भाग 'C' से 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 रफ काम करने के लिए अतिरिक्त पन्ने 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 नंबर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित वृतों 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 अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिसमें आपकी ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक की अस्वीकृति भी शामिल है, हो सकती है।**
5. भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न के 2 अंक , भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न के 3.5 अंक तथा 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है । प्रत्येक गलत उत्तर का ऋणात्मक मूल्यांक 25 % 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 ढूँढना है ।
7. नकल करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करते हुए पाए जाने वाले परीक्षार्थियों का इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है ।
8. परीक्षार्थी को उत्तर या रफ पन्नों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए ।
9. केलकूलेटर 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 पश्चात आप इसकी कॉर्बनलैस प्रतिलिपि ले जा सकते हैं।**
11. हिन्दी माध्यम/संस्करण के प्रश्न में विसंगति होने/पाये जाने पर अंग्रेजी संस्करण प्रमाणिक होगा ।
12. केवल परीक्षा की पूरी अवधि तक बैठने वाले परीक्षार्थी को ही परीक्षा पुस्तिका साथ ले जाने की अनुमति दी जाएगी ।

रोल नंबर :.....

नाम :.....

परीक्षार्थी द्वारा भरी गई जानकारी को मैं सत्यापित करता हूँ ।

.....

इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

FOR ROUGH WORK

## उपयोगी मूलभूत नियतांक/ USEFUL FUNDAMENTAL CONSTANTS

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

| Element | Symbol | Atomic Number | Atomic Weight | Element | Symbol | Atomic Number | Atomic Weight |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Actinium | Ac | 89 | (227) | Mercury | Hg | 80 | 200.59 |
| Aluminium | Al | 13 | 26.98 | Molybdenum | Mo | 42 | 95.94 |
| Americium | Am | 95 | (243) | Neodymium | Nd | 60 | 144.24 |
| Antimony | Sb | 51 | 121.75 | Neon | Ne | 10 | 20.183 |
| Argon | Ar | 18 | 39.948 | Neptunium | Np | 93 | (237) |
| Arsenic | As | 33 | 74.92 | Nickel | Ni | 28 | 58.71 |
| Astatine | At | 85 | (210) | Nlobium | Nb | 41 | 92.91 |
| Barium | Ba | 56 | 137.34 | Nitrogen | N | 7 | 14.007 |
| Berkelium | Bk | 97 | (249) | Nobelium | No | 102 | (253) |
| Beryllium | Be | 4 | 9.012 | Osmium | Os | 76 | 190.2 |
| Bismuth | Bi | 83 | 208.98 | Oxygen | O | 8 | 15.9994 |
| Boron | B | 5 | 10.81 | Palladium | Pd | 46 | 106.4 |
| Bromine | Br | 35 | 79.909 | Phosphorus | P | 15 | 30.974 |
| Cadmium | Cd | 48 | 112.40 | Platinum | Pt | 78 | 195.09 |
| Calcium | Ca | 20 | 40.08 | Plutonium | Pu | 94 | (242) |
| Californium | Cf | 98 | (251) | Polonium | Po | 84 | (210) |
| Carbon | C | 6 | 12.011 | Potassium | K | 19 | 39.102 |
| Cerium | Ce | 58 | 140.12 | Praseodymium | Pr | 59 | 140.91 |
| Cesium | Cs | 55 | 132.91 | Promethium | Pm | 61 | (147) |
| Chlorine | Cl | 17 | 35.453 | Protactinium | Pa | 91 | (231) |
| Chromium | Cr | 24 | 52.00 | Radium | Ra | 88 | (226) |
| Cobalt | Co | 27 | 58.93 | Radon | Rn | 86 | (222) |
| Copper | Cu | 29 | 63.54 | Rhenium | Re | 75 | 186.23 |
| Curium | Cm | 96 | (247) | Rhodium | Rh | 45 | 102.91 |
| Dysprosium | Dy | 66 | 162.50 | Rubidium | Rb | 37 | 85.47 |
| Einsteinium | Es | 99 | (254) | Ruthenium | Ru | 44 | 101.1 |
| Erbium | Er | 68 | 167.26 | Samarium | Sm | 62 | 150.35 |
| Europium | Eu | 63 | 151.96 | Scandium | Sc | 21 | 44.96 |
| Fermium | Fm | 100 | (253) | Selenium | Se | 34 | 78.96 |
| Fluorine | F | 9 | 19.00 | Silicon | Si | 14 | 28.09 |
| Francium | Fr | 87 | (223) | Silver | Ag | 47 | 107.870 |
| Gadolinium | Gd | 64 | 157.25 | Sodium | Na | 11 | 22.9898 |
| Gallium | Ga | 31 | 69.72 | Strontium | Sr | 38 | 87.62 |
| Germanium | Ge | 32 | 72.59 | Sulfur | S | 16 | 32.064 |
| Gold | Au | 79 | 196.97 | Tantalum | Ta | 73 | 180.95 |
| Hafnium | Hf | 72 | 178.49 | Technetium | Tc | 43 | (99) |
| Helium | He | 2 | 4.003 | Tellurium | Te | 52 | 127.60 |
| Holmium | Ho | 67 | 164.93 | Terbium | Tb | 65 | 158.92 |
| Hydrogen | H | 1 | 1.0080 | Thallium | Tl | 81 | 204.37 |
| Indium | In | 49 | 114.82 | Thorium | Th | 90 | 232.04 |
| Iodine | I | 53 | 126.90 | Thulium | Tm | 69 | 168.93 |
| Iridium | Ir | 77 | 192.2 | Tin | Sn | 50 | 118.69 |
| Iron | Fe | 26 | 55.85 | Titanium | Ti | 22 | 47.90 |
| Krypton | Kr | 36 | 83.80 | Tungsten | W | 74 | 183.85 |
| Lanthanum | La | 57 | 138.91 | Uranium | U | 92 | 238.03 |
| Lawrencium | Lr | 103 | (257) | Vanadium | V | 23 | 50.94 |
| Lead | Pb | 82 | 207.19 | Xenon | Xe | 54 | 131.30 |
| Lithium | Li | 3 | 6.939 | Ytterbium | Yb | 70 | 173.04 |
| Lutetium | Lu | 71 | 174.97 | Yttrium | Y | 39 | 88.91 |
| Magnesium | Mg | 12 | 24.312 | Zinc | Zn | 30 | 65.37 |
| Manganese | Mn | 25 | 54.94 | Zirconium | Zr | 40 | 91.22 |
| Mendelevium | Md | 101 | (256) | | | | |

# भाग \PART 'A'

**1**. अनन्त एकरूप वृत्ताकर चकत्तियां जिनकी प्रत्येक की त्रिज्या $\frac{1}{2}$ है, इस तरह कस कर जमायी गई हैं कि चकत्तियों के केन्द्र पूर्णांक मान वाले $x$ व $y$ निर्देशांक पर हैं। रिक्त स्थान वाले भागों का क्षेत्रफल व कुल क्षेत्रफल का अनुपात है

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

**1**. An infinite number of identical circular discs each of radius $\frac{1}{2}$ are tightly packed such that the centres of the discs are at integer values of coordinates $x$ and $y$. The ratio of the area of the uncovered patches to the total area is

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

**2**. स्टीम चलित एक नाव नदी के बहाव की दिशा में A से B तक 5 दिनों में पहँचुती है। यह नाव B से A तक वापस पहुँचने में 7 दिन लगाती है। एक बेड़ा बहकर A से B तक कितने दिनों में पहुँचेगा (सभी गतियां अपरिवर्तनीय हैं)?

1. 13
2. 35
3. 6
4. 12

**2**. It takes 5 days for a steamboat to travel from A to B along a river. It takes 7 days to return from B to A. How many days will it take for a raft to drift from A to B (all speeds stay constant)?

1. 13
2. 35
3. 6
4. 12

**3**. राम ने कहा "मेरे दोस्त राजू के पास 1000 से अधिक पुस्तकें हैं", श्याम ने कहा "नहीं, उसके पास 1000 से कम पुस्तकें हैं"। गीता ने कहा "ठीक है, राजू के पास कम से कम एक पुस्तक अवश्य है"। यदि इनमें से केवल एक कथन सत्य है, तब राजू के पास कितनी पुस्तकें हैं?

1. 1
2. 1000
3. 999
4. 1001

**3**. "My friend Raju has more than 1000 books", said Ram. "Oh no, he has less than 1000 books", said Shyam. "Well, Raju certainly has at least one book", said Geeta. If only one of these statements is true, how many books does Raju have?

1. 1
2. 1000
3. 999
4. 1001

**4**. निम्न में से कौन सा विषम है?

1. शंकु
2. टोरस (ट्यूबाकार)
3. गोला
4. दीर्घवृत्तज

**4**. Of the following, which is the odd one out?

1. Cone
2. Torus
3. Sphere
4. Ellipsoid

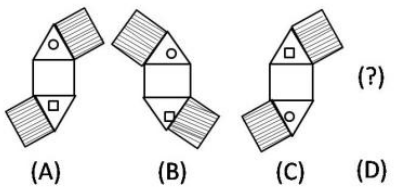
**5**. एक छात्र को परीक्षा में अनुत्तीर्ण घोषित किया जाता है, यदि उसके प्राप्तांक मध्यिका प्राप्तांक के आधे से कम होते हैं। इसका तात्पर्य है:

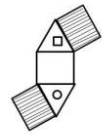
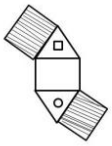
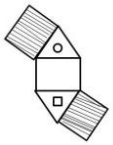
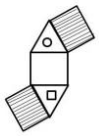
1. परीक्षा में भाग लेने वाले कुल छात्रों में से 1/4 छात्र हमेशा अनुत्तीर्ण होते हैं।
2. यदि छात्र के प्राप्तांक अधिकतम प्राप्तांक के 1/4 से कम हैं तो वह अनुत्तीर्ण होता/होती हैं।
3. यदि छात्र के प्राप्तांक अधिकतम प्राप्तांक के 1/2 से अधिक होते हैं तो वह हमेशा उत्तीर्ण होता/होती है।
4. यह संभव है कि कोई भी छात्र अनुत्तीर्ण ही न हो।

**5**. A student appearing for an exam is declared to have failed the exam if his/her score is less than half the median score. This implies

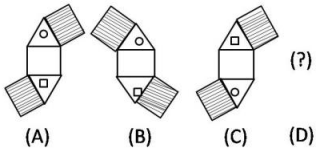
1. 1/4 of the students appearing for the exam always fail.
2. if a student scores less than 1/4 of the maximum score, he/she always fails.
3. if a student scores more than 1/2 of the maximum score, he/she always passes.
4. it is possible that no one fails.

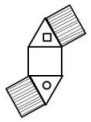
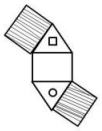
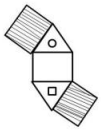
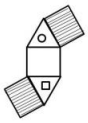
**6**. अगला चित्र 'D' बताओं



1. 
2. 
3. 
4. 

**6.** Find the next figure 'D"




1. 
2. 
3. 
4. 

**7.** *N* एक चार अंकों की संख्या है। यदि सबसे बायें वाले अंक को हटा दिया जाये तो प्राप्त होने वाली तीन अंकों की संख्या *N* की $1/9^{th}$ हो जाती है। इस तरह के कितने *N* सम्भव हैं?

1. 10
2. 9
3. 8
4. 7

**7.** *N* is a four digit number. If the leftmost digit is removed, the resulting three digit number is $1/9^{th}$ of *N*. How many such *N* are possible?

1. 10
2. 9
3. 8
4. 7

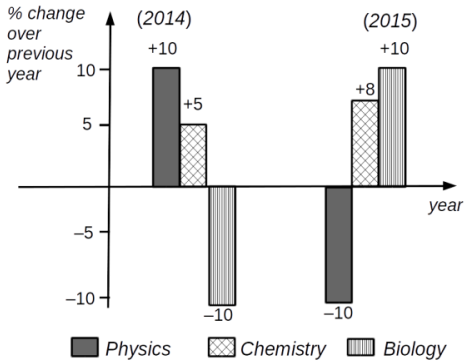
**8.** एक वृत्त की परिधि के एक ही बिन्दु पर वृत्त के दो जीवे AB और CD क्रमश: 60° तथा 120° का कोण बनाते हैं। तब AB : CD है

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

**8.** AB and CD are two chords of a circle subtending 60° and 120° respectively at the same point on the circumference of the circle. Then AB : CD is

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

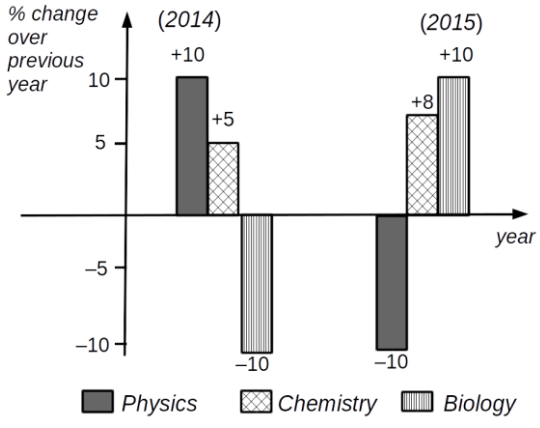
**9.**




उपरोक्त ग्राफ से निम्न में से कौन-सा निष्कर्ष निकला जा सकता है?

1. भौतिक शास्त्र में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की कुल संख्या 2015 तथा 2014 में समान है।
2. 2013 की अपेक्षा 2015 में जैव विज्ञान में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की संख्या कम है।
3. 2014 में जैव विज्ञान में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की संख्या की तुलना में 2015 में रसायन शास्त्र में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की संख्या को अधिक होना चाहिए।
4. 2014 जैव विज्ञान में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की संख्या तथा 2015 में भौतिक शास्त्र में उत्तीर्ण होने वाले विद्यार्थियों की संख्या समान है।

**9.**




Which of the following inferences can be drawn from the above graph?

1. The total number of students qualifying in Physics in 2015 and 2014 is the same
2. The number of students qualifying in Biology in 2015 is less than that in 2013

3. The number of Chemistry students qualifying in 2015 must be more than the number of students who qualified in Biology in 2014
4. The number of students qualifying in Physics in 2015 is equal to the number of students in Biology that qualified in 2014

**10**. चित्र 1 को चित्र 2 में बदलने के लिए न्यूनतम कितनी चालों की आवश्यकता है? एक चाल का तात्पर्य है कि एक सिक्के को हटाकर इस तरह रखना कि वह नई स्थिति में दो अन्य सिक्कों को छुए

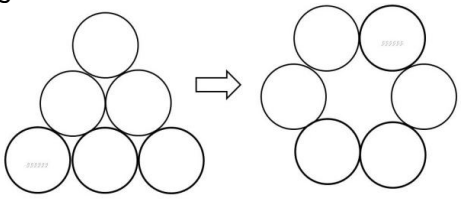


Fig - 1 Fig - 2

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

**10**. What is the minimum number of moves required to transform figure 1 to figure 2? A move is defined as removing a coin and placing it such that it touches two other coins in its new position.

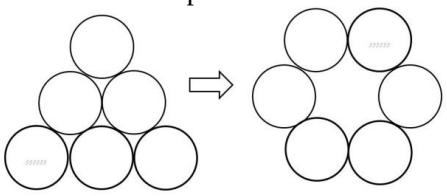
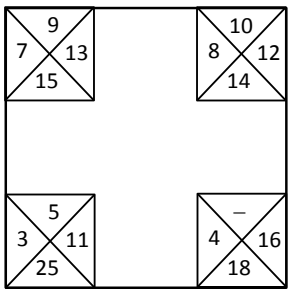


Fig - 1 Fig - 2

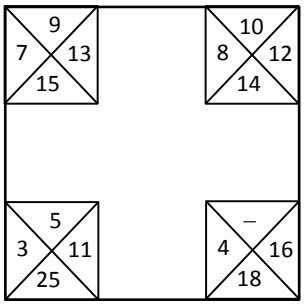
1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

**11**. प्रत्येक कोने में बने वर्ग की संख्याओं में जो संबंध है वही अन्य कोनों के वर्गों की संख्याओं में है। लुप्त संख्या ज्ञात करें।




1. 10
2. 8
3. 6
4. 12

**11**. The relationship among the numbers in each corner square is the same as that in the other corner squares. Find the missing number.




1. 10
2. 8
3. 6
4. 12

**12**. निम्न में से कौन-सा $\sin(0.5°)$ के मान के निकटस्थ है?

1. 0.5
2. $0.5 \times \frac{\pi}{90}$
3. $0.5 \times \frac{\pi}{180}$
4. $0.5 \times \frac{\pi}{360}$

**12**. Which of the following best approximates $\sin(0.5°)$?

1. 0.5
2. $0.5 \times \frac{\pi}{90}$
3. $0.5 \times \frac{\pi}{180}$
4. $0.5 \times \frac{\pi}{360}$

**13**. इस क्रम में आगे क्या आयेगा?



1. 
2. 
3. 
4. 

**13**. What comes next in the sequence?



1. 
2. 
3. 
4. 

**14**. निम्न में से कौन-सा कथन तार्किक रूप से <u>गलत</u> है?

1. मैं हमेशा सत्य बोलता हूँ
2. मैं यदा-कदा असत्य बोलता हूँ
3. मैं यदा-कदा सत्य बोलता हूँ
4. मैं हमेशा असत्य बोलता हूँ

**14**. Which of the following statements is logically **incorrect**?

1. I always speak the truth
2. I occasionally lie
3. I occasionally speak the truth
4. I always lie

**15**. मिनट और घंटे की सुइयां 1:00 pm से प्रारम्भ कर, अगले 6 घंटों में कितनी बार एक दूसरे से 40° का कोण बनायेंगी?

1. 6 2. 7
3. 11 4. 12

**15**. How many times starting at 1:00 pm would the minute and hour hands of a clock make an angle of 40° with each other in the next 6 hours?

1. 6 2. 7
3. 11 4. 12

**16**. दो भाई संता और क्रिस अपने घर से स्कूल पैदल जाते हैं, अगला 40 मिनट में जबकि पिछला 30 मिनट लेता है। एक दिन संता क्रिस से 5 मिनट पहले चला था। कितने मिनट के बाद क्रिस, संता से आगे निकला होगा?

1. 5 2. 15
3. 20 4. 25

**16**. Brothers Santa and Chris walk to school from their house. The former takes 40 minutes while the latter, 30 minutes. One day Santa started 5 minutes earlier than Chris. In how many minutes would Chris overtake Santa?

1. 5 2. 15
3. 20 4. 25

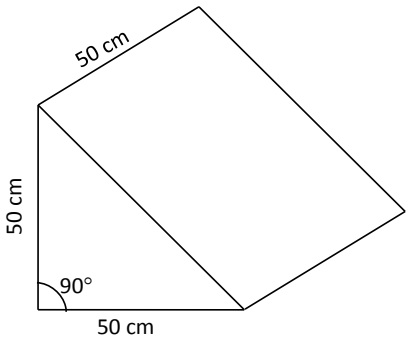
**17**. संख्याओं के समुच्चय (5, 6, 7, *m*, 6, 7, 8, *n*) का अंकगणितीय माध्य 6 तथा बहुलक (सबसे ज्यादा बार आने वाला अंक) 7 है तो $m \times n =$

1. 18 2. 35
3. 28 4. 14

**17**. The set of numbers (5, 6, 7, *m*, 6, 7, 8, *n*) has an arithmetic mean of 6 and mode (most frequently occurring number) of 7. Then $m \times n =$

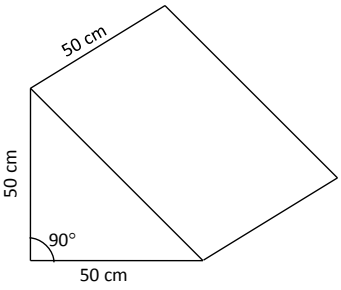
1. 18 2. 35
3. 28 4. 14

**18**. चित्र में त्रिभुजाकार प्रिज़्म के आकार का एक संगमरमर का खण्ड दर्शाया गया है, जिस पृष्ठ पर खण्ड स्थित है उसके समांतर $10 \times 10 \times 5$ सेमी$^3$ माप की अधिकतम कितनी पट्टियां काटी जा सकती हैं?




1. 50 2. 100
3. 125 4. 250

**18**. The diagram shows a block of marble having the shape of a triangular prism. What is the maximum number of slabs of $10 \times 10 \times 5$ cm$^3$ size that can be cut parallel to the face on which the block is resting?




1. 50 2. 100
3. 125 4. 250

**19**. किसी ठोस पदार्थ में एक गोलाकार कोटर है। कोटर को एक द्रव से भरा जाता है जिएमें एक गोलाकार बुलबुला भी है। कोटर व बुलबुले की त्रिज्याएं क्रमश: 2 मिमी व 1 मिमी हैं। कोटर का कितना भाग द्रव से भरा है?

1. $\frac{1}{8}$ 2. $\frac{3}{8}$
3. $\frac{5}{8}$ 4. $\frac{7}{8}$

**19**. A solid contains a spherical cavity. The cavity is filled with a liquid and includes a spherical bubble of gas. The radii of cavity and gas bubble are 2 mm and 1 mm, respectively. What proportion of the cavity is filled with liquid?

1. $\frac{1}{8}$ 2. $\frac{3}{8}$
3. $\frac{5}{8}$ 4. $\frac{7}{8}$

**20**. रिक्त स्थान भरो : F2, _____, D8, C16, B32, A64.

1. C4 2. E4
3. C2 4. G16

**20**. Fill in the blank: F2, _____, D8, C16, B32, A64.

1. C4 2. E4
3. C2 4. G16

## भाग \PART 'B'

**21**. $x = 0$ के आस-पास, फलन $\frac{1}{\cosh(x)}$ का टेलर-अनुक्रम विस्तरण की अभिसरण त्रिज्या है

1. $\infty$ 2. $\pi$
3. $\frac{\pi}{2}$ 4. 1

**21**. The radius of convergence of the Taylor series expansion of the function $\frac{1}{\cosh(x)}$ around $x = 0$, is

1. $\infty$ 2. $\pi$
3. $\frac{\pi}{2}$ 4. 1

**22**. कॉन्टूर समाकलन

$$\frac{1}{2\pi i}\oint_C \frac{e^{4z}-1}{\cosh(z)-2\sinh(z)}\,dz$$

का, एकक चक्रिका $C$ के समांतर वामावर्त चंक्रमणित मान है

1. 0 2. 2
3. $-8/\sqrt{3}$ 4. $-\tanh\left(\frac{1}{2}\right)$

**22**. The value of the contour integral

$$\frac{1}{2\pi i}\oint_C \frac{e^{4z}-1}{\cosh(z)-2\sinh(z)}\,dz$$

around the unit circle $C$ traversed in the anti-clockwise direction, is

1. 0 2. 2
3. $-8/\sqrt{3}$ 4. $-\tanh\left(\frac{1}{2}\right)$

**23**. $z = 0$ के आस-पास टेलर अनुक्रम विस्तरण $F(a,b,c;z) =$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{a(a+1)\cdots(a+n-1)b(b+1)\cdots(b+n-1)}{c(c+1)\cdots(c+n-1)\,n!}z^n$$

से परिभाषित गाऊस हाईपरज्योमेट्रिक फलन $F(a,b,c;z)$ निम्न पुनरावर्तन संबंध का समाधान करता है:

1. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{c}{ab}F(a-1,b-1,c-1;z)$
2. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{c}{ab}F(a+1,b+1,c+1;z)$
3. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{ab}{c}F(a-1,b-1,c-1;z)$
4. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{ab}{c}F(a+1,b+1,c+1;z)$

**23**. The Gauss hypergeometric function $F(a,b,c;z)$, defined by the Taylor series expansion around $z = 0$ as $F(a,b,c;z) =$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{a(a+1)\cdots(a+n-1)b(b+1)\cdots(b+n-1)}{c(c+1)\cdots(c+n-1)\,n!}z^n,$$

satisfies the recursion relation

1. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{c}{ab}F(a-1,b-1,c-1;z)$
2. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{c}{ab}F(a+1,b+1,c+1;z)$
3. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{ab}{c}F(a-1,b-1,c-1;z)$
4. $\frac{d}{dz}F(a,b,c;z) = \frac{ab}{c}F(a+1,b+1,c+1;z)$

**24**. मानें कि $X$ तथा $Y$ दो स्वतंत्र यादृच्छिक चर हैं, जिनमें से प्रत्येक एक ही मानक विचलन $\sigma$ के एक प्रसामान्य बंटन का अनुकरण करता है, परंतु माध्य क्रमश: $+\mu$ तथा $-\mu$ के साथ। तो योगफल $X+Y$ अनुकरण करता है एक

1. बंटन का, जिसके दो चरम $\pm\mu$ पर हैं, तथा माध्य 0 एवं मानक विचलन $\sigma\sqrt{2}$ के साथ।
2. प्रसामान्य बंटन का, माध्य 0 तथा मानक विचलन $2\sigma$ के साथ।
3. बंटन का, जिसके दो चरम $\pm\mu$ पर हैं, तथा माध्य 0 एवं मानक विचलन $2\sigma$ के साथ।
4. प्रसामान्य बंटन, माध्य 0 तथा मानक विचलन $\sigma\sqrt{2}$ के साथ।

**24**. Let $X$ and $Y$ be two independent random variables, each of which follow a normal distribution with the same standard deviation $\sigma$, but with means $+\mu$ and $-\mu$, respectively. Then the sum $X+Y$ follows a
1. distribution with two peaks at $\pm\mu$ and mean 0 and standard deviation $\sigma\sqrt{2}$
2. normal distribution with mean 0 and standard deviation $2\sigma$
3. distribution with two peaks at $\pm\mu$ and mean 0 and standard deviation $2\sigma$
4. normal distribution with mean 0 and standard deviation $\sigma\sqrt{2}$

**25**. प्लैंक ने विमीय विश्लेषण के आधार पर गुरूत्व अचर $G$, प्लैंक का अचर $h$, बोल्ट्स्मान अचर $k_B$ एवं निर्वात में प्रकाश की गति $c$ के घातों को उपयोग करके एक अभिलक्षणिक ताप $T_P$ को परिभाषित किया था। $T_P$ का व्यंजक इसके अनुपात में है:
1. $\sqrt{\frac{hc^5}{k_B^2 G}}$
2. $\sqrt{\frac{hc^3}{k_B^2 G}}$
3. $\sqrt{\frac{G}{hc^4 k_B^2}}$
4. $\sqrt{\frac{hk_B^2}{Gc^3}}$

**25**. Using dimensional analysis, Planck defined a characteristic temperature $T_P$ from powers of the gravitational constant $G$, Planck's constant $h$, Boltzmann constant $k_B$ and the speed of light $c$ in vacuum. The expression for $T_P$ is proportional to
1. $\sqrt{\frac{hc^5}{k_B^2 G}}$
2. $\sqrt{\frac{hc^3}{k_B^2 G}}$
3. $\sqrt{\frac{G}{hc^4 k_B^2}}$
4. $\sqrt{\frac{hk_B^2}{Gc^3}}$

**26**. मानें कि प्रेक्षकों $O$ तथा $O'$ द्वारा उपयोगित निर्देशांक तंत्र क्रमश: $(x,t)$ तथा $(x',t')$ हैं। प्रेक्षक $O'$ गति $v=\beta c$ के साथ उनके अपने आम धन $x$-अक्ष के समांतर चलता है। यदि निर्देशांकों के एकघात संचय $x_+ = x+ct$ तथा $x_- = x-ct$ हैं, तो $O$ तथा $O'$ को संबंधित करनेवाला लोरेन्ट्स रूपांतरण यह रूप लेता है:
1. $x'_+ = \frac{x_- - \beta x_+}{\sqrt{1-\beta^2}}$ तथा $x'_- = \frac{x_+ - \beta x_-}{\sqrt{1-\beta^2}}$,
2. $x'_+ = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}\, x_+$ तथा $x'_- = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} x_-$
3. $x'_+ = \frac{x_+ - \beta x_-}{\sqrt{1-\beta^2}}$ तथा $x'_- = \frac{x_- - \beta x_+}{\sqrt{1-\beta^2}}$,
4. $x'_+ = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\, x_+$ तथा $x'_- = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} x_-$

**26**. Let $(x,t)$ and $(x',t')$ be the coordinate systems used by the observers $O$ and $O'$, respectively. Observer $O'$ moves with a velocity $v=\beta c$ along their common positive $x$-axis. If $x_+ = x+ct$ and $x_- = x-ct$ are the linear combinations of the coordinates, the Lorentz transformation relating $O$ and $O'$ takes the form
1. $x'_+ = \frac{x_- - \beta x_+}{\sqrt{1-\beta^2}}$ and $x'_- = \frac{x_+ - \beta x_-}{\sqrt{1-\beta^2}}$,
2. $x'_+ = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}\, x_+$ and $x'_- = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} x_-$
3. $x'_+ = \frac{x_+ - \beta x_-}{\sqrt{1-\beta^2}}$ and $x'_- = \frac{x_- - \beta x_+}{\sqrt{1-\beta^2}}$,
4. $x'_+ = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\, x_+$ and $x'_- = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} x_-$

**27**. द्रव्यमान $m$ की एक गेंद जो प्रारंभ में आराम की स्थिति में है, 5 मीटर की ऊँचाई से गिरायी जाती है। यदि प्रत्यवस्थान गुणांक 0.9 है, गेंद के दूसरी बार ज़मीन पर पड़ने के तुरन्त पूर्व उसकी गति है लगभग (g = 9.8 मी/से$^2$ मानें)
1. 9.80 मी/से
2. 9.10 मी/से
3. 8.91 मी/से
4. 7.02 मी/से

**27**. A ball of mass $m$, initially at rest, is dropped from a height of 5 meters. If the coefficient of restitution is 0.9, the speed of the ball just before it hits the floor the *second time* is approximately (take g = 9.8 m/s$^2$)
1. 9.80 m/s
2. 9.10 m/s
3. 8.91 m/s
4. 7.02 m/s

**28**. पार्श्व $R$ के एक वर्ग के चार शीर्षों पर चार समान आवेश प्रत्येक $+Q$ रखे जाते हैं। द्रव्यमान $m$ तथा आवेश $+Q$ का एक कण वर्ग के तल पर केंद्र से अल्प दूरी $a\,(\ll R)$ पर रखा जाता है। यदि कण की गतिशीलता तल पर प्रतिबंधित है तो वह छोटे दोलन अनुभव करेगा इस कोणीय आवृत्ति के साथ:
1. $\sqrt{\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
2. $\sqrt{\frac{Q^2}{\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
3. $\sqrt{\frac{\sqrt{2}Q^2}{\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
4. $\sqrt{\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^3 m}}$

**28**. Four equal charges of $+Q$ each are kept at the vertices of a square of side $R$. A particle of mass $m$ and charge $+Q$ is placed in the plane of the square at a short distance $a$ ($\ll R$) from the centre. If the motion of the particle is confined to the plane, it will undergo small oscillations with an angular frequency

1. $\sqrt{\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
2. $\sqrt{\frac{Q^2}{\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
3. $\sqrt{\frac{\sqrt{2}\,Q^2}{\pi\epsilon_0 R^3 m}}$
4. $\sqrt{\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0\, R^3 m}}$

**29**. व्यापकीकृत निर्देशांक एवं संवेग $(q,p)$ युक्त एक तंत्र की हैमिल्टनी $H = p^2q^2$ है। हैमिल्टनी गति-समीकरण का एक समाधान है (निम्न में $A$ तथा $B$ अचर हैं)

1. $p = Be^{-2At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{2At}$
2. $p = Ae^{-2At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{-2At}$
3. $p = Ae^{At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{-At}$
4. $p = 2Ae^{-A^2t}, \quad q = \frac{A}{B}e^{A^2t}$

**29**. The Hamiltonian of a system with generalized coordinate and momentum $(q,p)$ is $H = p^2q^2$. A solution of the Hamiltonian equation of motion is (in the following $A$ and $B$ are constants)

1. $p = Be^{-2At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{2At}$
2. $p = Ae^{-2At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{-2At}$
3. $p = Ae^{At}, \quad q = \frac{A}{B}e^{-At}$
4. $p = 2Ae^{-A^2t}, \quad q = \frac{A}{B}e^{A^2t}$

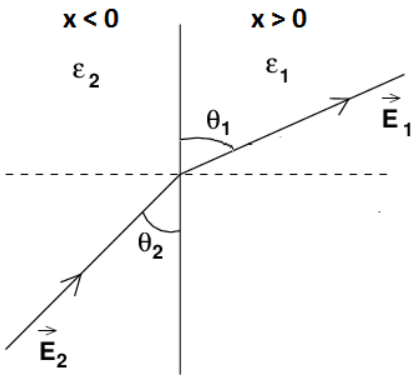
**30**. दो समांतर प्लैट संधारित्र जो दूरियां $x$ तथा $1.1x$ से अलगित हैं, उनके प्लैटों के बीच परावैद्युतांक 3.0 वाले परावैद्युत वस्तु भरे जाते हैं तथा बोल्टता $V$ के एक बैटरी के सिरों से संलग्नित किए जाते हैं। प्रथम संधारित्र से सापेक्ष **द्वितीय** संधारित्र में आवेश अंतर है

1. $+66\%$
2. $+20\%$
3. $-3.3\%$
4. $-10\%$

**30**. Two parallel plate capacitors, separated by distances $x$ and $1.1x$ respectively, have a dielectric material of dielectric constant 3.0 inserted between the plates, and are connected to a battery of voltage $V$. The difference in charge on the second capacitor compared to the first is

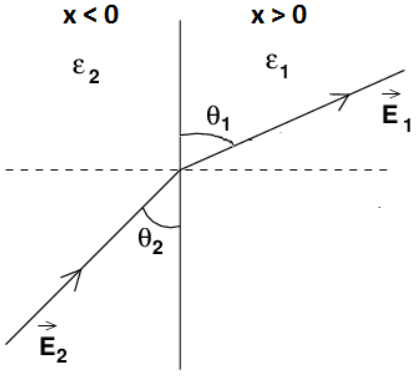
1. $+66\%$
2. $+20\%$
3. $-3.3\%$
4. $-10\%$

**31**. अर्ध समष्टि प्रांत $x > 0$ तथा $x < 0$ क्रमश: परावैद्युतांक $\epsilon_1$ तथा $\epsilon_2$ वाले परावैद्युत माध्यम से भरे जाते हैं। हर प्रांत में एक एकसमान विद्युत क्षेत्र है। दायें अर्ध में अंतरापृष्ठ के साथ विद्युत क्षेत्र कोण $\theta_1$ बनाता है।, बायें अर्ध में संगत कोण $\theta_2$ ऐसा दिया जाता है:




1. $\epsilon_1 \sin\theta_2 = \epsilon_2 \sin\theta_1$
2. $\epsilon_1 \tan\theta_2 = \epsilon_2 \tan\theta_1$
3. $\epsilon_1 \tan\theta_1 = \epsilon_2 \tan\theta_2$
4. $\epsilon_1 \sin\theta_1 = \epsilon_2 \sin\theta_2$

**31**. The half space regions $x > 0$ and $x < 0$ are filled with dielectric media of dielectric constants $\epsilon_1$ and $\epsilon_2$ respectively. There is a uniform electric field in each part. In the right half, the electric field makes an angle $\theta_1$ to the interface. The corresponding angle $\theta_2$ in the left half satisfies




1. $\epsilon_1 \sin\theta_2 = \epsilon_2 \sin\theta_1$
2. $\epsilon_1 \tan\theta_2 = \epsilon_2 \tan\theta_1$
3. $\epsilon_1 \tan\theta_1 = \epsilon_2 \tan\theta_2$
4. $\epsilon_1 \sin\theta_1 = \epsilon_2 \sin\theta_2$

**32.** किसी प्रांत में स्थैतिक चुंबकीय क्षेत्र के $x$- तथा $z$-घटक क्रमश: $B_x = B_0(x^2 - y^2)$ तथा $B_z = 0$ हैं। उसके $y$-घटक के लिये निम्न हलों में से कौन-सा मैक्स्वैल समीकरणों से अविरोधी है?

1. $B_y = B_0 xy$
2. $B_y = -2B_0 xy$
3. $B_y = -B_0(x^2 - y^2)$
4. $B_y = B_0\left(\frac{1}{3}x^3 - xy^2\right)$

**32.** The $x$- and $z$-components of a static magnetic field in a region are $B_x = B_0(x^2 - y^2)$ and $B_z = 0$, respectively. Which of the following solutions for its $y$-component is consistent with the Maxwell equations?

1. $B_y = B_0 xy$
2. $B_y = -2B_0 xy$
3. $B_y = -B_0(x^2 - y^2)$
4. $B_y = B_0\left(\frac{1}{3}x^3 - xy^2\right)$

**33.** एक चुंबकीय क्षेत्र $\boldsymbol{B}$, प्रांत $x > 0$ में $B\hat{z}$ है तथा अन्य सभी जगह शून्य है। $x < 0$ प्रांत से $x > 0$ प्रांत में एक अचर गति $\boldsymbol{v} = v\hat{x}$ के साथ $xy$-तल में एक आयताकार पाश, जिसके पार्श्व $l$ ($x$-दिशा के समांतर) तथा $h$ ($y$-दिशा के समांतर) है, घुसाया जाता है। निम्न $l$ तथा $h$ मानों में किसके लिए उच्चतम **विद्युतवाहक** बल (EMF) जनित होगा?

1. $l = 8,\ h = 3$
2. $l = 4,\ h = 6$
3. $l = 6,\ h = 4$
4. $l = 12,\ h = 2$

**33.** A magnetic field $\boldsymbol{B}$ is $B\hat{z}$ in the region $x > 0$ and zero elsewhere. A rectangular loop, in the $xy$-plane, of sides $l$ (along the $x$-direction) and $h$ (along the $y$-direction) is inserted into the $x > 0$ region from the $x < 0$ region at a constant velocity $\boldsymbol{v} = v\hat{x}$. Which of the following values of $l$ and $h$ will generate the largest EMF?

1. $l = 8,\ h = 3$
2. $l = 4,\ h = 6$
3. $l = 6,\ h = 4$
4. $l = 12,\ h = 2$

**34.** 0 से $L$ तक के अंतराल में स्थित एक एक-विमीय अनम्य बक्से के अंदर स्थित द्रव्यमान $m$ के एक कण की स्थिति प्रसामान्यीकृत तरंग फलन $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\left(\frac{3}{5}\sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right) + \frac{4}{5}\sin\left(\frac{4\pi x}{L}\right)\right)$ से दिया जाता है। यदि उसकी ऊर्जा मापी जाती है, संभव परिणाम तथा ऊर्जा का माध्य मान क्रमश: हैं

1. $\frac{h^2}{2mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{73}{50}\frac{h^2}{mL^2}$
2. $\frac{h^2}{8mL^2}$, $\frac{h^2}{2mL^2}$ and $\frac{19}{40}\frac{h^2}{mL^2}$
3. $\frac{h^2}{2mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{19}{10}\frac{h^2}{mL^2}$
4. $\frac{h^2}{8mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{73}{200}\frac{h^2}{mL^2}$

**34.** The state of a particle of mass $m$ in a one-dimensional rigid box in the interval 0 to $L$ is given by the normalised wavefunction $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\left(\frac{3}{5}\sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right) + \frac{4}{5}\sin\left(\frac{4\pi x}{L}\right)\right)$. If its energy is measured, the possible outcomes and the average value of energy are, respectively

1. $\frac{h^2}{2mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{73}{50}\frac{h^2}{mL^2}$
2. $\frac{h^2}{8mL^2}$, $\frac{h^2}{2mL^2}$ and $\frac{19}{40}\frac{h^2}{mL^2}$
3. $\frac{h^2}{2mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{19}{10}\frac{h^2}{mL^2}$
4. $\frac{h^2}{8mL^2}$, $\frac{2h^2}{mL^2}$ and $\frac{73}{200}\frac{h^2}{mL^2}$

**35.** त्रिविम में कोणीय संवेग संकारक के घटक यदि $\hat{L}_x, \hat{L}_y$ तथा $\hat{L}_z$ हैं, तो क्रमविनिमेयक $[\hat{L}_x,\ \hat{L}_x\hat{L}_y\hat{L}_z]$ को इस पर सरलीकृत किया जा सकता है:

1. $i\hbar L_x(\hat{L}_z^2 - \hat{L}_y^2)$
2. $i\hbar\hat{L}_z\hat{L}_y\hat{L}_x$
3. $i\hbar L_x(2\hat{L}_z^2 - \hat{L}_y^2)$
4. 0

**35.** If $\hat{L}_x, \hat{L}_y$ and $\hat{L}_z$ are the components of the angular momentum operator in three dimensions, the commutator $[\hat{L}_x,\ \hat{L}_x\hat{L}_y\hat{L}_z]$ may be simplified to

1. $i\hbar L_x(\hat{L}_z^2 - \hat{L}_y^2)$
2. $i\hbar\hat{L}_z\hat{L}_y\hat{L}_x$
3. $i\hbar L_x(2\hat{L}_z^2 - \hat{L}_y^2)$
4. 0

**36.** मानें कि हाईड्रोजन परमाणु के कूलुंब विभव को एक व्युत्क्रम-वर्ग पद जोड़कर इस प्रकार परिवर्तित किया जाता है कि कुल विभव $V(\vec{r}) = -\frac{Ze^2}{r} + \frac{g}{r^2}$ बन जाता है, जहां $g$ एक अचर है। परिवर्तित विभव में ऊर्जा के अभिलक्षणिक मान $E_{nlm}$

1. $n$ तथा $l$ पर निर्भर हैं, परंतु $m$ पर नहीं
2. $n$ पर निर्भर हैं परंतु $l$ तथा $m$ पर नहीं
3. $n$ तथा $m$ पर निर्भर हैं, परंतु $l$ पर नहीं
4. सभी तीन क्वांटम संख्याओं $n, l$ तथा $m$ पर सुस्पष्टत: निर्भर हैं

**36**. Suppose that the Coulomb potential of the hydrogen atom is changed by adding an inverse-square term such that the total potential is $V(\vec{r}) = -\frac{Ze^2}{r} + \frac{g}{r^2}$, where $g$ is a constant. The energy eigenvalues $E_{nlm}$ in the modified potential
1. depend on $n$ and $l$, but not on $m$
2. depend on $n$ but not on $l$ and $m$
3. depend on $n$ and $m$, but not on $l$
4. depend explicitly on all three quantum numbers $n$, $l$ and $m$

**37**. किसी समय-निरपेक्ष हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक मानों $E_1$ तथा $E_2$ से संगत अभिलक्षणिक अवस्थायें क्रमश: $|1\rangle$ तथा $|2\rangle$ हैं। यदि समय $t = 0$ पर तंत्र $|\psi(t=0)\rangle = \sin\theta|1\rangle + \cos\theta|2\rangle$ में हैं, तो समय $t$ पर $\langle\psi(t)|\psi(t)\rangle$ का मान होगा:
1. 1
2. $(E_1 \sin^2\theta + E_2 \cos^2\theta)/\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$
3. $e^{iE_1t/\hbar}\sin\theta + e^{iE_2t/\hbar}\cos\theta$
4. $e^{-iE_1t/\hbar}\sin^2\theta + e^{-iE_2t/\hbar}\cos^2\theta$

**37**. The eigenstates corresponding to eigenvalues $E_1$ and $E_2$ of a time-independent Hamiltonian are $|1\rangle$ and $|2\rangle$ respectively. If at $t = 0$, the system is in a state $|\psi(t=0)\rangle = \sin\theta|1\rangle + \cos\theta|2\rangle$ the value of $\langle\psi(t)|\psi(t)\rangle$ at time $t$ will be
1. 1
2. $(E_1 \sin^2\theta + E_2 \cos^2\theta)/\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$
3. $e^{iE_1t/\hbar}\sin\theta + e^{iE_2t/\hbar}\cos\theta$
4. $e^{-iE_1t/\hbar}\sin^2\theta + e^{-iE_2t/\hbar}\cos^2\theta$

**38**. उच्च तापों पर एक द्विपरमाणवीय अणु वाले गैस की प्रति अणु विशिष्ट ऊष्मा है:
1. $8k_B$
2. $3.5\,k_B$
3. $4.5\,k_B$
4. $3k_B$

**38**. The specific heat per molecule of a gas of diatomic molecules at high temperatures is
1. $8k_B$
2. $3.5\,k_B$
3. $4.5\,k_B$
4. $3k_B$

**39**. जब एक आदर्श एकाणविक गैस को प्रारंभिक आयतन $V_0$ से $3V_0$ तक रूद्धोष्मत: विस्तरित किया जाता है, उसका ताप $T_0$ से $T$ में परिवर्तित होता है। तो अनुपात $T/T_0$ है
1. $\frac{1}{3}$
2. $\left(\frac{1}{3}\right)^{2/3}$
3. $\left(\frac{1}{3}\right)^{1/3}$
4. 3

**39**. When an ideal monatomic gas is expanded adiabatically from an initial volume $V_0$ to $3V_0$, its temperature changes from $T_0$ to $T$. Then the ratio $T/T_0$ is
1. $\frac{1}{3}$
2. $\left(\frac{1}{3}\right)^{2/3}$
3. $\left(\frac{1}{3}\right)^{1/3}$
4. 3

**40**. आयतन $V$ का एक बक्सा, जिसमें आदर्श गैस के $N$ अणु हैं, एक छेद वाले दीवार द्वारा दो उपखंडों में बंटित है। यदि छोटे उपखंड का आयतन $V/3$ है, तो उसमें स्थित अणुओं की संख्या का प्रसरण है
1. $N/3$
2. $2N/9$
3. $\sqrt{N}$
4. $\sqrt{N}/3$

**40**. A box of volume $V$ containing $N$ molecules of an ideal gas, is divided by a wall with a hole into two compartments. If the volume of the smaller compartment is $V/3$, the variance of the number of particles in it, is
1. $N/3$
2. $2N/9$
3. $\sqrt{N}$
4. $\sqrt{N}/3$

**41**. एक विम में, अनापेक्षिकीय चिरप्रतिष्ठित कणों के एक गैस को विभव $V(x) = \alpha|x|$ (जहां $\alpha$ एक अचर है) के अधीन किया जाता है। संवितरण फलन है ($\beta = \frac{1}{k_B T}$)
1. $\sqrt{\frac{4m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
2. $\sqrt{\frac{2m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
3. $\sqrt{\frac{8m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
4. $\sqrt{\frac{3m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$

**41**. A gas of non-relativistic classical particles in one dimension is subjected to a potential $V(x) = \alpha\,|x|$ (where $\alpha$ is a constant). The partition function is ($\beta = \frac{1}{k_B T}$)

1. $\sqrt{\frac{4m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
2. $\sqrt{\frac{2m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
3. $\sqrt{\frac{8m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$
4. $\sqrt{\frac{3m\pi}{\beta^3\alpha^2h^2}}$

**42**. किसी एक यंत्र के विद्युत धारा $I$ की वोल्टता $V$ पर निर्भरता है

$$I = I_0\left(1 - \frac{V}{V_0}\right)^2$$

जहां $I_0$ तथा $V_0$ अचर हैं। किसी प्रयोग में यंत्र पर लागू वोल्टता $V$ को बढ़ाते हुये $I$ का मापन किया जाता है। प्राचल $V_0$ तथा $\sqrt{I_0}$ आलेखत: इस प्रकार निर्धारित किये जा सकते हैं:

1. $I$-$V^2$ आलेख की प्रवणता एवं $y$-अंत:खंड
2. $I$-$V^2$ आलेख का $y$-अंत:खंड तथा प्रवणता के अनुपात का ऋण, एवं $y$-अंत:खंड
3. $\sqrt{I}$-$V$ आलेख की प्रवणता एवं $y$-अंत:खंड
4. $\sqrt{I}$-$V$ आलेख का $y$-अंत:खड तथा प्रवणता के अनुपात का ऋण एवं $y$-अंत:खंड

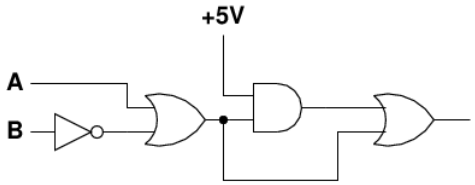
**42**. The dependence of current $I$ on the voltage $V$ of a certain device is given by

$$I = I_0\left(1 - \frac{V}{V_0}\right)^2$$

where $I_0$ and $V_0$ are constants. In an experiment the current $I$ is measured as the voltage $V$ applied across the device is increased. The parameters $V_0$ and $\sqrt{I_0}$ can be graphically determined as

1. the slope and the $y$-intercept of the $I$-$V^2$ graph
2. the negative of the ratio of the $y$-intercept and the slope, and the $y$-intercept of the $I$-$V^2$ graph
3. the slope and the $y$-intercept of the $\sqrt{I}$-$V$ graph
4. the negative of the ratio of the $y$-intercept and the slope, and the $y$-intercept of the $\sqrt{I}$-$V$ graph

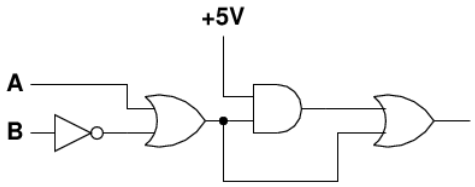
**43**. निम्न दिये गये व्यवस्थात्मक चित्र में मानें कि प्रत्येक तर्क-**द्वार** का संचरण विलंब $t_{\text{gate}}$ है।




परिपथ का संचरण विलंब उच्चतम होगा जब तर्क-निवेश A तथा B इस संक्रमण को करते हैं:

1. $(0,1) \rightarrow (1,1)$
2. $(1,1) \rightarrow (0,1)$
3. $(0,0) \rightarrow (1,1)$
4. $(0,0) \rightarrow (0,1)$

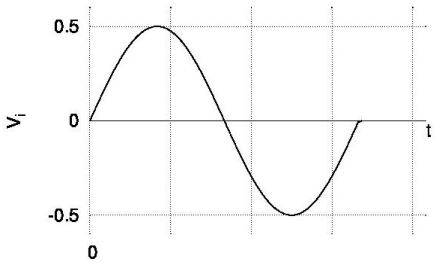
**43**. In the schematic figure given below, assume that the propagation delay of each logic gate is $t_{\text{gate}}$.

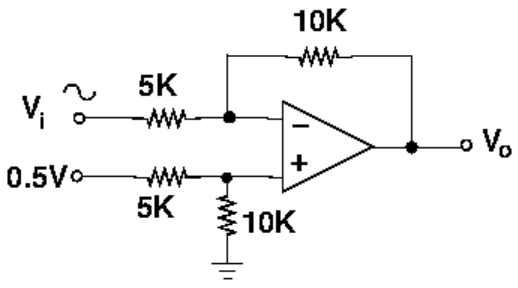



The propagation delay of the circuit will be maximum when the logic inputs A and B make the transition

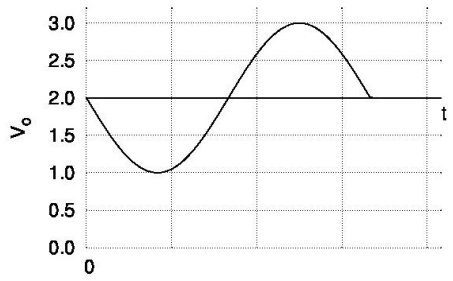
1. $(0,1) \rightarrow (1,1)$
2. $(1,1) \rightarrow (0,1)$
3. $(0,0) \rightarrow (1,1)$
4. $(0,0) \rightarrow (0,1)$

**44**. निम्न दर्शाये गये निविष्ट वोल्टता $V_i$ के लिए परिपथ में निर्गम वोल्टता $V_0$ का, निम्न तरंग रूपों में से कौन-सा श्रेष्ठतम प्रतिनिधित्व करता है?

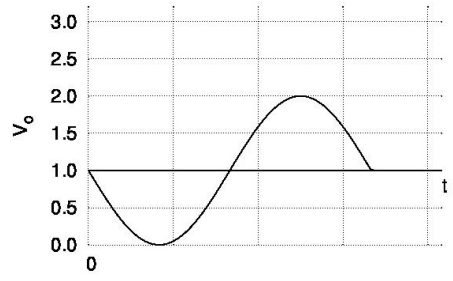


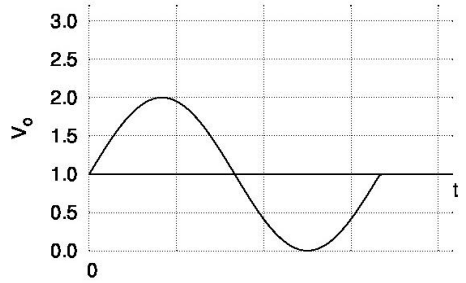
1.



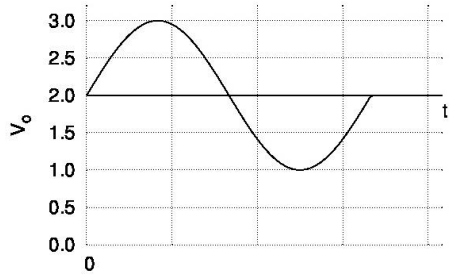

2.



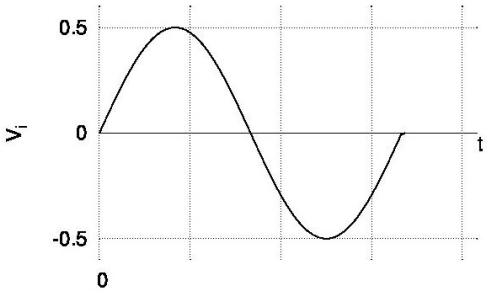

3.

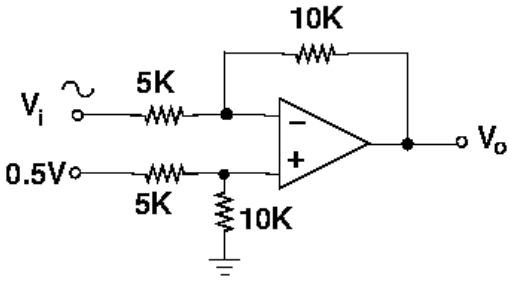



4.

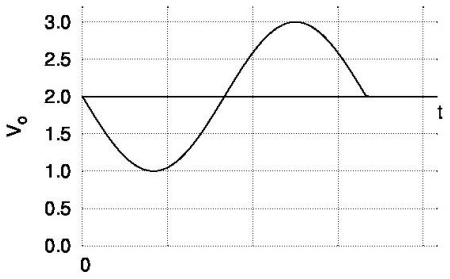



**44**. Given the input voltage $V_i$, which of the following waveforms correctly represents the output voltage $V_0$ in the circuit shown below?

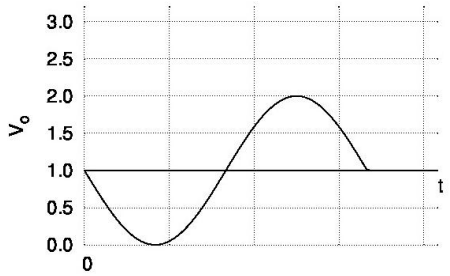


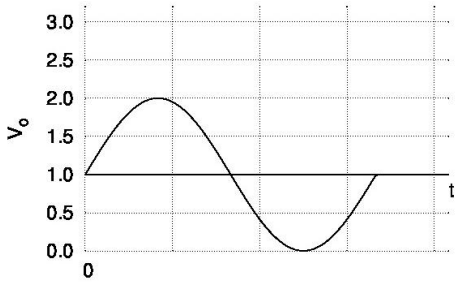

1.



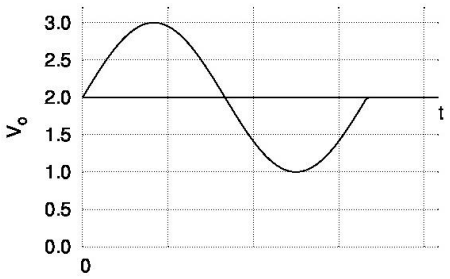

2.




3.




4.




**45**. किसी पदार्थ के एक अवशोषण परत पर एक लाल LED की तीव्रता बंटन तरंगदैर्घ्य $\lambda_0 = 660$ nm पर माध्यित गाऊसियन है, चौड़ाई 20 nm के

साथ। यदि अवशोषण गुणांक तरंगदैर्घ्य के साथ $\alpha_0 - K(\lambda - \lambda_0)$ के रूप में बदलता है, जहां $\alpha_0$ तथा $K$ धन अचर हैं, अवशोषक से निकलता प्रकाश होगा:

1. नील-विस्थापित, गाऊसियन तीव्रता बंटन को बनाये रखते हुए
2. नील-विस्थापित, एक असममित तीव्रता बंटन के साथ
3. लाल-विस्थापित, गाऊसियन तीव्रता बंटन को बनाये रखते हुये
4. लाल-विस्थापित, एक असममित तीव्रता बंटन के साथ

**45**. The intensity distribution of a red LED on an absorbing layer of material is a Gaussian centred at the wavelength $\lambda_0 = 660$ nm and width 20 nm. If the absorption coefficient varies with wavelength as $\alpha_0 - K(\lambda - \lambda_0)$, where $\alpha_0$ and $K$ are positive constants, the light emerging from the absorber will be

1. blue shifted retaining the Gaussian intensity distribution
2. blue shifted with an asymmetric intensity distribution
3. red shifted retaining the Gaussian intensity distribution
4. red shifted with an asymmetric intensity distribution

## भाग \PART 'C'

**46**. फलन

$$f(x) = \delta(x) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{d^n}{dx^n}\delta(x)$$

(जहां $\delta(x)$ डिरैक डेल्टा-फलन है) का फ़ूरिये रूपांतरण $\int dx\, e^{ikx} f(x)$ क्या है?

1. $\frac{1}{1-ik}$
2. $\frac{1}{1+ik}$
3. $\frac{1}{k+i}$
4. $\frac{1}{k-i}$

**46**. What is the Fourier transform $\int dx\, e^{ikx} f(x)$ of

$$f(x) = \delta(x) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{d^n}{dx^n}\delta(x),$$

where $\delta(x)$ is the Dirac delta-function?

1. $\frac{1}{1-ik}$
2. $\frac{1}{1+ik}$
3. $\frac{1}{k+i}$
4. $\frac{1}{k-i}$

**47**. समाकल समीकरण

$$\phi(x,t) = \lambda \int dx'dt' \int \frac{d\omega\, dk}{(2\pi)^2} \frac{e^{-ik(x-x')+i\omega(t-t')}}{\omega^2 - k^2 - m^2 + i\epsilon} \phi^3(x',t')$$

इस अवकल समीकरण से तुल्य है:

1. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} - m^2 + i\epsilon\right)\phi(x,t) = -\frac{1}{6}\lambda\,\phi^3(x,t)$
2. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = \lambda\,\phi^2(x,t)$
3. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = -3\lambda\,\phi^2(x,t)$
4. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = -\lambda\,\phi^3(x,t)$

**47**. The integral equation

$$\phi(x,t) = \lambda \int dx'dt' \int \frac{d\omega\, dk}{(2\pi)^2} \frac{e^{-ik(x-x')+i\omega(t-t')}}{\omega^2 - k^2 - m^2 + i\epsilon} \phi^3(x',t')$$

is equivalent to the differential equation

1. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} - m^2 + i\epsilon\right)\phi(x,t) = -\frac{1}{6}\lambda\,\phi^3(x,t)$
2. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = \lambda\,\phi^2(x,t)$
3. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = -3\lambda\,\phi^2(x,t)$
4. $\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} + m^2 - i\epsilon\right)\phi(x,t) = -\lambda\,\phi^3(x,t)$

**48**. एक छः अवयव समूह $G = \{e, a, b, c, d, f\}$ की समूह गुणन तालिका का एक भाग निम्न दर्शाया गया है (निम्न में $G$ का तत्समक अवयव $e$ है।)

| | $e$ | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $e$ | $e$ | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $f$ |
| $a$ | $a$ | $b$ | $e$ | $d$ | | |
| $b$ | $b$ | $e$ | $x$ | $f$ | $y$ | $z$ |
| $c$ | $c$ | | | | | |
| $d$ | $d$ | | | | | |
| $f$ | $f$ | | | | | |

प्रविष्टियां $x, y$ तथा $z$ को होने चाहिये:

1. $x = a,\ y = d$ तथा $z = c$
2. $x = c,\ y = a$ तथा $z = d$

3. $x = c,\ y = d$ तथा $z = a$
4. $x = a,\ y = c$ तथा $z = d$

**48**. A part of the group multiplication table for a six element group $G = \{e, a, b, c, d, f\}$ is shown below. (In the following $e$ is the identity element of $G$.)

| | $e$ | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $e$ | $e$ | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $f$ |
| $a$ | $a$ | $b$ | $e$ | $d$ | | |
| $b$ | $b$ | $e$ | $x$ | $f$ | $y$ | $z$ |
| $c$ | $c$ | | | | | |
| $d$ | $d$ | | | | | |
| $f$ | $f$ | | | | | |

The entries $x$, $y$ and $z$ should be
1. $x = a,\ y = d$ and $z = c$
2. $x = c,\ y = a$ and $z = d$
3. $x = c,\ y = d$ and $z = a$
4. $x = a,\ y = c$ and $z = d$

**49**. बहुपद $f(x) = 3x^3 - 4x - 5$ के मूलों को पुनरावर्ती न्यूटन-रैफ़सन विधि द्वारा ढूँढ़ते समय, प्रारंभिक अनुमान $x = 2$ लिया जाता है। अगले पुनरावर्त में उसका मान इसके निकटतम है:
1. 1.671
2. 1.656
3. 1.559
4. 1.551

**49**. In finding the roots of the polynomial $f(x) = 3x^3 - 4x - 5$ using the iterative Newton-Raphson method, the initial guess is taken to be $x = 2$. In the next iteration its value is nearest to
1. 1.671
2. 1.656
3. 1.559
4. 1.551

**50.** फ़्रेम F में ऊर्जा $E$ तथा संवेग $\boldsymbol{p}$ वाले एक कण के लिए द्रुतता $y = \frac{1}{2}\ln\left(\frac{E+p_3c}{E-p_3c}\right)$ से परिभाषित है। फ़्रेम F के संदर्भ में वेग $\boldsymbol{v} = (0, 0, \beta c)$ के साथ गतिशील F′ फ़्रेम में द्रुतता $y'$ होगी:
1. $y' = y + \frac{1}{2}\ln(1 - \beta^2)$
2. $y' = y - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$
3. $y' = y + \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$
4. $y' = y + 2\ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$

**50.** For a particle of energy $E$ and momentum $\boldsymbol{p}$ (in a frame F), the rapidity $y$ is defined as $y = \frac{1}{2}\ln\left(\frac{E+p_3c}{E-p_3c}\right)$. In a frame F′ moving with velocity $\boldsymbol{v} = (0, 0, \beta c)$ with respect to F, the rapidity $y'$ will be
1. $y' = y + \frac{1}{2}\ln(1 - \beta^2)$
2. $y' = y - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$
3. $y' = y + \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$
4. $y' = y + 2\ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$

**51.** जनक फलन $F(q, P) = q^2P$ **द्वारा** एक विहित रूपांतरण $(q, p) \to (Q, P)$ हैमिल्टनी $H(q, p) = \frac{p^2}{2\alpha q^2} + \frac{\beta}{4}q^4$ (जहां $\alpha$ तथा $\beta$ अचर हैं) पर किया जाता है। $(Q, P)$ का गति-समीकरण हैं:
1. $\dot{Q} = P/\alpha$ तथा $\dot{P} = -\beta Q$
2. $\dot{Q} = 4P/\alpha$ तथा $\dot{P} = -\beta Q/2$
3. $\dot{Q} = P/\alpha$ तथा $\dot{P} = -\frac{2P^2}{Q} - \beta Q$
4. $\dot{Q} = 2P/\alpha$ तथा $\dot{P} = -\beta Q$

**51.** A canonical transformation $(q, p) \to (Q, P)$ is made through the generating function $F(q, P) = q^2P$ on the Hamiltonian

$$H(q, p) = \frac{p^2}{2\alpha q^2} + \frac{\beta}{4}q^4$$

where $\alpha$ and $\beta$ are constants. The equations of motion for $(Q, P)$ are
1. $\dot{Q} = P/\alpha$ and $\dot{P} = -\beta Q$
2. $\dot{Q} = 4P/\alpha$ and $\dot{P} = -\beta Q/2$
3. $\dot{Q} = P/\alpha$ and $\dot{P} = -\frac{2P^2}{Q} - \beta Q$
4. $\dot{Q} = 2P/\alpha$ and $\dot{P} = -\beta Q$

**52.** त्रिविम में गतिशील एक तंत्र का लाग्रांजी

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}_1^2 + m(\dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) - \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}k(x_2 + x_3)^2$$

से दिया जाता है। गति के स्वंतत्र अचर है/हैं
1. केवल ऊर्जा
2. केवल ऊर्जा, रैखिक संवेग का एक घटक एवं कोणीय संवेग का एक घटक
3. केवल ऊर्जा एवं रैखिक संवेग का एक घटक
4. केवल ऊर्जा एवं कोणीय संवेग का एक घटक

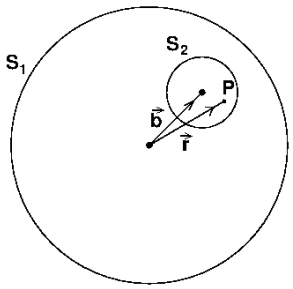
**52.** The Lagrangian of a system moving in three dimensions is

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}_1^2 + m(\dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) - \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}k(x_2 + x_3)^2$$

The independent constant(s) of motion is/are

1. energy alone
2. only energy, one component of the linear momentum and one component of the angular momentum.
3. only energy and one component of the linear momentum
4. only energy and one component of the angular momentum

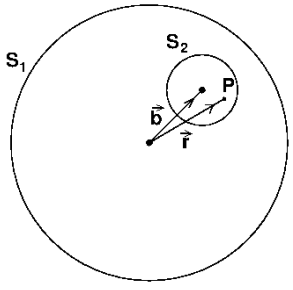
**53.** त्रिज्या $R$ के एक गोले $S_1$ पर विचारें जो एक एकसमान आवेश घनत्व $\rho$ रखता है। उसमें से त्रिज्या $a < R/2$ का एक छोटा गोला $S_2$, काटकर निकाल दिया जाता है। जैसे कि चित्र में दर्शाया गया है, दोनों गोलों के केंद्र सदिश $\vec{b} = \hat{n}R/2$ से पृथकित हैं।




$S_2$ के अंदर बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र है

1. $\frac{\rho R}{3\varepsilon_0}\hat{n}$
2. $\frac{\rho R}{3\varepsilon_0 a}(\vec{r} - \hat{n}a)$
3. $\frac{\rho R}{6\varepsilon_0}\hat{n}$
4. $\frac{\rho a}{3\varepsilon_0 R}\vec{r}$

**53.** Consider a sphere $S_1$ of radius $R$ which carries a uniform charge of density $\rho$. A smaller sphere $S_2$ of radius $a < R/2$ is cut out and removed from it. The centres of the two spheres are separated by the vector $\vec{b} = \hat{n}R/2$, as shown in the figure.




The electric field at a point P inside $S_2$ is

1. $\frac{\rho R}{3\varepsilon_0}\hat{n}$
2. $\frac{\rho R}{3\varepsilon_0 a}(\vec{r} - \hat{n}a)$
3. $\frac{\rho R}{6\varepsilon_0}\hat{n}$
4. $\frac{\rho a}{3\varepsilon_0 R}\vec{r}$

**54.** किसी विशिष्ट निर्देश फ्रेम में **विद्युत** तथा चुंबकीय क्षेत्रों के मान (गाऊसी इकाइयों में) क्रमश: $\boldsymbol{E} = 3\hat{x} + 4\hat{y}$ तथा $\boldsymbol{B} = 3\hat{z}$ हैं। इस फ्रेम के सापेक्ष चलने वाला एक जड़त्वीय प्रेक्षक **विद्युत** क्षेत्र के परिमाण पाता है $|\boldsymbol{E}'| = 4$. उससे मापा गया चुंबक क्षेत्र का परिमाण $|\boldsymbol{B}'|$ है:

1. 5
2. 9
3. 0
4. 1

**54.** The values of the electric and magnetic fields in a particular reference frame (in Gaussian units) are $\boldsymbol{E} = 3\hat{x} + 4\hat{y}$ and $\boldsymbol{B} = 3\hat{z}$, respectively. An inertial observer moving with respect to this frame measures the magnitude of the electric field to be $|\boldsymbol{E}'| = 4$. The magnitude of the magnetic field $|\boldsymbol{B}'|$ measured by him is

1. 5
2. 9
3. 0
4. 1

**55.** एक एकसमान चुंबक क्षेत्र $\boldsymbol{B}$ में विद्युत धारा $I$ को वहन करते एक पाश, जिसकी त्रिज्या $a$ है, को रखा जाता है। यदि पाश से लंब दिशा को $\hat{n}$ से निर्दिष्ट किया जाता है, तो पाश पर बल $\boldsymbol{F}$ तथा बल आघूर्ण $\boldsymbol{T}$ हैं

1. $\boldsymbol{F} = 0$ तथा $\boldsymbol{T} = \pi a^2 I\, \hat{n} \times \boldsymbol{B}$
2. $\boldsymbol{F} = \frac{\mu_0}{4\pi}\boldsymbol{I} \times \boldsymbol{B}$ तथा $\boldsymbol{T} = 0$
3. $\boldsymbol{F} = \frac{\mu_0}{4\pi}\boldsymbol{I} \times \boldsymbol{B}$ तथा $\boldsymbol{T} = I\, \hat{n} \times \boldsymbol{B}$
4. $\boldsymbol{F} = 0$ तथा $\boldsymbol{T} = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0} I\boldsymbol{B}$

**55.** A loop of radius $a$, carrying a current $I$, is placed in a uniform magnetic field $\boldsymbol{B}$. If the normal to the loop is denoted by $\hat{n}$, the force $\boldsymbol{F}$ and the torque $\boldsymbol{T}$ on the loop are

1. $\boldsymbol{F} = 0$ and $\boldsymbol{T} = \pi a^2 I\, \hat{n} \times \boldsymbol{B}$
2. $\boldsymbol{F} = \frac{\mu_0}{4\pi}\boldsymbol{I} \times \boldsymbol{B}$ and $\boldsymbol{T} = 0$
3. $\boldsymbol{F} = \frac{\mu_0}{4\pi}\boldsymbol{I} \times \boldsymbol{B}$ and $\boldsymbol{T} = I\, \hat{n} \times \boldsymbol{B}$
4. $\boldsymbol{F} = 0$ and $\boldsymbol{T} = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0} I\boldsymbol{B}$

**56.** एक तरंग पथक का अनुप्रस्थ काट, पार्श्व $2a$ का एक वर्ग है। तरंग सदिश $k$ की TM विधाओं के लिए सीमा प्रतिबंध $\psi(\pm a, y) = \psi(x, \pm a) = 0$ युक्त समीकरण

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \left(\frac{\omega^2}{c^2} - k^2\right)\right]\psi(x,y) = 0$$

का समाधान करते एक फलन $\psi(x,y)$ के पदों पर अनुप्रस्थ **विद्युत-**चुंबकीय विधायें पायी जाती हैं। न्यूनतम विधा की आवृत्ति $\omega$ है:

1. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{4\pi^2}{a^2}\right)$
2. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{a^2}\right)$
3. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{2a^2}\right)$
4. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{4a^2}\right)$

**56.** A waveguide has a square cross-section of side $2a$. For the TM modes of wavevector $k$, the transverse electromagnetic modes are obtained in terms of a function $\psi(x,y)$ which obeys the equation

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \left(\frac{\omega^2}{c^2} - k^2\right)\right]\psi(x,y) = 0$$

with the boundary condition $\psi(\pm a, y) = \psi(x, \pm a) = 0$. The frequency $\omega$ of the lowest mode is given by

1. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{4\pi^2}{a^2}\right)$
2. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{a^2}\right)$
3. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{2a^2}\right)$
4. $\omega^2 = c^2\left(k^2 + \frac{\pi^2}{4a^2}\right)$

**57.** विभव $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 + g\cos kx$ के अधीन द्रव्यमान $m$ के एक कण पर विचारें। सरल प्रसंवादी (हार्मोनिक) विभव $\frac{1}{2}m\omega^2x^2$ की तुलना में, $g$ में प्रथम कोटि तक आद्यावस्था ऊर्जा में परिवर्तन है:

1. $g\exp\left(-\frac{k^2\hbar}{2m\omega}\right)$
2. $g\exp\left(\frac{k^2\hbar}{2m\omega}\right)$
3. $g\exp\left(-\frac{2k^2\hbar}{m\omega}\right)$
4. $g\exp\left(-\frac{k^2\hbar}{4m\omega}\right)$

**57.** Consider a particle of mass $m$ in a potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 + g\cos kx$. The change in the ground state energy, compared to the simple harmonic potential $\frac{1}{2}m\omega^2x^2$, to first order in $g$ is

1. $g\exp\left(-\frac{k^2\hbar}{2m\omega}\right)$
2. $g\exp\left(\frac{k^2\hbar}{2m\omega}\right)$
3. $g\exp\left(-\frac{2k^2\hbar}{m\omega}\right)$
4. $g\exp\left(-\frac{k^2\hbar}{4m\omega}\right)$

**58.** विभव $V(x) = \alpha|x|$ में स्थित द्रव्यमान $m$ के एक कण के WKB सन्निकटन

$$\sqrt{2m}\int_a^b \sqrt{E - V(x)}dx = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\pi,$$

(जहां $a$ तथा $b$ वर्तन बिंदु हैं तथा $n = 0,1,2\cdots$) में निर्धारित ऊर्जा-स्तरों है

1. $E_n = \left[\frac{\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
2. $E_n = \left[\frac{3\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{2m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
3. $E_n = \left[\frac{3\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
4. $E_n = \left[\frac{\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{2m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$

**58.** The energy levels for a particle of mass $m$ in the potential $V(x) = \alpha|x|$, determined in the WKB approximation

$$\sqrt{2m}\int_a^b \sqrt{E - V(x)}dx = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\pi,$$

(where $a, b$ are the turning points and $n = 0,1,2\cdots$), are

1. $E_n = \left[\frac{\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
2. $E_n = \left[\frac{3\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{2m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
3. $E_n = \left[\frac{3\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$
4. $E_n = \left[\frac{\hbar\pi\alpha}{4\sqrt{2m}}\left(n + \frac{1}{2}\right)\right]^{2/3}$

**59.** एक विम में द्रव्यमान $m$ का एक कण विभव $V(x) = -\alpha\delta(x)$ (जहां $\alpha$ एक धन अचर है), के प्रभाव में गतिशील है। उसकी आद्य अवस्था में गुणनफल $(\Delta x)(\Delta p)$ में अनिश्चितता है:

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

**59.** A particle of mass $m$ moves in one dimension under the influence of the potential $V(x) = -\alpha\delta(x)$, where $\alpha$ is a positive constant. The uncertainty in the product $(\Delta x)(\Delta p)$ in its ground state is

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

**60.** विभव $V(x) = \frac{\hbar^2\beta}{6m}x^4$ में द्रव्यमान $m$ का एक कण पर विचारें। प्रसामान्यीकृत प्रयत्न तरंगफलन $\psi(x) = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha x^2/2}$ के उपयोग से आकलित आद्य अवस्था ऊर्जा है

[$\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x^2 e^{-\alpha x^2} = \frac{1}{2\alpha}$ तथा

$\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x^4 e^{-\alpha x^2} = \frac{3}{4\alpha^2}$ का उपयोग करें ]

1. $\frac{3}{2m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
2. $\frac{8}{3m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
3. $\frac{2}{3m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
4. $\frac{3}{8m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$

**60.** The ground state energy of a particle of mass $m$ in the potential $V(x) = \frac{\hbar^2\beta}{6m}x^4$, estimated using the normalized trial wavefunction $\psi(x) = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha x^2/2}$, is

[Use $\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x^2 e^{-\alpha x^2} = \frac{1}{2\alpha}$ and

$\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x^4 e^{-\alpha x^2} = \frac{3}{4\alpha^2}$].

1. $\frac{3}{2m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
2. $\frac{8}{3m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
3. $\frac{2}{3m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$
4. $\frac{3}{8m}\,\hbar^2\beta^{1/3}$

**61**. संख्या घनत्व $10^{12}$ परमाणु प्रति घन सें.मी. पर Cs परमाणुओं के एक गैस पर विचारें। जब अंतर्कण दूरी कणों के तापीय दे ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य के समान है, गैस का ताप इसके निकटतम है:
(Cs अणु का द्रव्यमान $22.7 \times 10^{-26}$ कि.ग्रा. लें)

1. $1 \times 10^{-9}$ K
2. $7 \times 10^{-5}$ K
3. $1 \times 10^{-3}$ K
4. $2 \times 10^{-8}$ K

**61**. Consider a gas of Cs atoms at a number density of $10^{12}$ atoms/cc. When the typical inter-particle distance is equal to the thermal de Broglie wavelength of the particles, the temperature of the gas is nearest to (Take the mass of a Cs atom to be $22.7 \times 10^{-26}$ kg.)

1. $1 \times 10^{-9}$ K
2. $7 \times 10^{-5}$ K
3. $1 \times 10^{-3}$ K
4. $2 \times 10^{-8}$ K

**62**. नियत आयतन पर एक तंत्र की आंतरिक ऊर्जा $E(T)$ ताप $T$ पर इस प्रकार निर्भर पाया गया: $E(T) = aT^2 + bT^4$. तो ताप के एक फलन के रूप में एंट्रॉपी $S(T)$ है

1. $\frac{1}{2}aT^2 + \frac{1}{4}bT^4$
2. $2aT^2 + 4bT^4$
3. $2aT + \frac{4}{3}bT^3$
4. $2aT + 2bT^3$

**62**. The internal energy $E(T)$ of a system at a fixed volume is found to depend on the temperature $T$ as $E(T) = aT^2 + bT^4$. Then the entropy $S(T)$, as a function of temperature, is

1. $\frac{1}{2}aT^2 + \frac{1}{4}bT^4$
2. $2aT^2 + 4bT^4$
3. $2aT + \frac{4}{3}bT^3$
4. $2aT + 2bT^3$

**63**. एक रेडियोधर्मी तत्व $X$, $Y$ पर क्षयित होता है, जो आगे एक स्थायी तत्व $Z$ तक क्षयित होता है। $X$ से $Y$ तक का क्षयांक $\lambda_1$ है तथा $Y$ से $Z$ तक का क्षयांक $\lambda_2$ है। यदि, प्रारंभ में केवल $X$ के $N_0$ परमाणु थे, अल्प समयों ($t \ll 1/\lambda_1$ तथा $1/\lambda_2$) पर $Z$ के परमाणुओं की संख्या होगी

1. $\frac{1}{2}\lambda_1\lambda_2 N_0 t^2$
2. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_1+\lambda_2)}N_0 t$
3. $(\lambda_1+\lambda_2)^2 N_0 t^2$
4. $(\lambda_1+\lambda_2)N_0 t$

**63**. A radioactive element $X$ decays to $Y$, which in turn decays to a stable element $Z$. The decay constant from $X$ to $Y$ is $\lambda_1$, and that from $Y$ to $Z$ is $\lambda_2$. If, to begin with, there are only $N_0$ atoms of $X$, at **short** times ($t \ll 1/\lambda_1$ as well as $1/\lambda_2$) the number of atoms of $Z$ will be

1. $\frac{1}{2}\lambda_1\lambda_2 N_0 t^2$
2. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_1+\lambda_2)}N_0 t$
3. $(\lambda_1+\lambda_2)^2 N_0 t^2$
4. $(\lambda_1+\lambda_2)N_0 t$

**64**. एक संधारित्री पारक्रमक दो पूर्णत: आच्छादित अर्धवर्तुलीय समांतर प्लैटों से बना है। अपने आम केंद्र के सापेक्ष प्लैटों में एक को $10^\circ$ कोण तक घुमाया जाता है। कोर-प्रभावों की उपेक्षा करते हुए मूल के सापेक्ष नये विन्यास में पारक्रमक की संवेदनशीलता अनुपात $I_n : I_o$ है

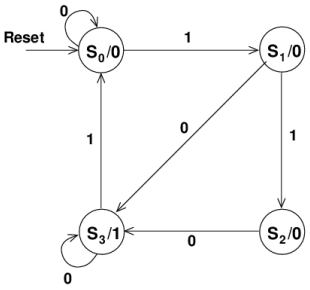
1. 8:9
2. 11:12
3. 17:18
4. 35:36

**64**. Two completely overlapping semi-circular parallel plates comprise a capacitive transducer. One of the plates is rotated by an angle of 10° relative to their common centre. Ignoring edge effects, the ratio, $I_n : I_o$, of sensitivity of the transducer in the new configuration with respect to the original one, is

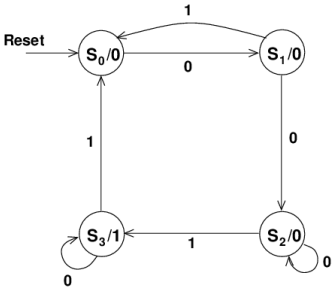
1. 8:9
2. 11:12
3. 17:18
4. 35:36

**65**. एक बिट अनुक्रमी सरिता में तीन या अधिक क्रमागत 1 का संसूचन निम्न अवस्था चित्रों में कौन-सा करता है?

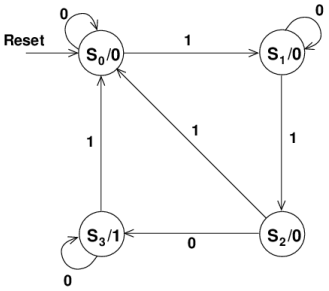
1.



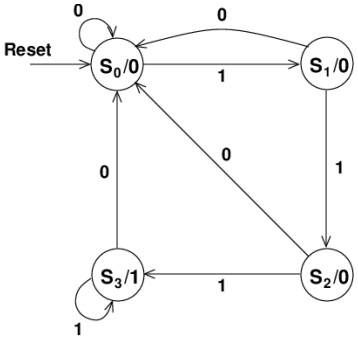

2.




3.

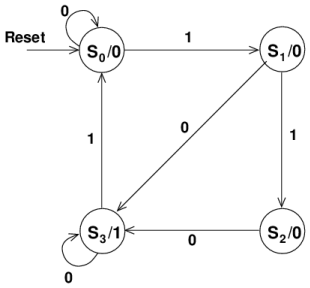



4.

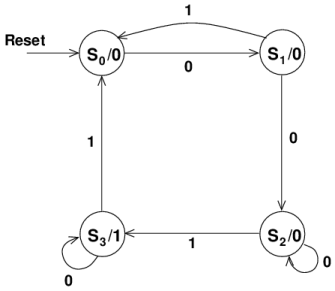



**65**. The state diagram that detects three or more consecutive 1's in a serial bit stream is

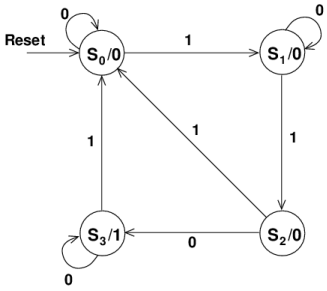
1.



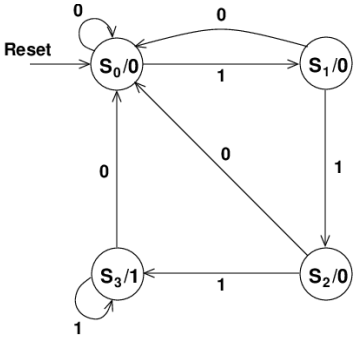

2.




3.




4.




**66**. भारी क्वॉर्क सीमांत में, भारी छद्म-अदिश मैसॉनों के क्षयांक $f_p$ उनके अपने द्रव्यमान $m_p$ से $f_p = \frac{a}{\sqrt{m_p}}$ **द्वारा** संबंधित हैं। यहां $a$ एक आनुभविक प्राचल है, जिसका निर्धारण बाकी है। मान $m_p = 6400 \pm 160$ MeV तथा $f_p = 180 \pm 15$ MeV एक मैसॉन के असहसंबंधित मापन से संगत हैं। $a$ के आकलन में त्रुटि है

1. 175 $(\text{MeV})^{3/2}$ 2. 900 $(\text{MeV})^{3/2}$
3. 1200 $(\text{MeV})^{3/2}$ 4. 2400 $(\text{MeV})^{3/2}$

**66**. The decay constants $f_p$ of the heavy pseudo-scalar mesons, in the heavy quark limit, are related to their masses $m_p$ by the relation $f_p = \frac{a}{\sqrt{m_p}}$, where $a$ is an empirical parameter to be determined. The values $m_p = 6400 \pm 160$ MeV and $f_p = 180 \pm 15$ MeV correspond to uncorrelated measurements of a meson. The error on the estimate of $a$ is

1. 175 $(\text{MeV})^{3/2}$ 2. 900 $(\text{MeV})^{3/2}$
3. 1200 $(\text{MeV})^{3/2}$ 4. 2400 $(\text{MeV})^{3/2}$

**67.** ग्रैफ़ीन, जो कॉर्बन परमाणुओं का एक समतलीय एकाणवीय परत है, में इलेक्ट्रॉनों पर विचारें। यदि पूरे $k$-स्पेस में इलेक्ट्रॉनों का परिक्षेपण संबंध $\varepsilon(k) = ck$ (जहां $c$ एक अचर है) लिया जाता है, तो फ़ेर्मी ऊर्जा $\varepsilon_F$ इलेक्ट्रांनों की संख्या-घनत्व $\rho$ पर इस प्रकार निर्भर है:

1. $\varepsilon_F \propto \rho^{1/2}$ 2. $\varepsilon_F \propto \rho$
3. $\varepsilon_F \propto \rho^{2/3}$ 4. $\varepsilon_F \propto \rho^{1/3}$

**67.** Consider electrons in graphene, which is a planar monatomic layer of carbon atoms. If the dispersion relation of the electrons is taken to be $\varepsilon(k) = ck$ (where $c$ is constant) over the entire $k$-space, then the Fermi energy $\varepsilon_F$ depends on the number density of electrons $\rho$ as

1. $\varepsilon_F \propto \rho^{1/2}$ 2. $\varepsilon_F \propto \rho$
3. $\varepsilon_F \propto \rho^{2/3}$ 4. $\varepsilon_F \propto \rho^{1/3}$

**68.** मानें कि परमाणुओं की एक-विमीय श्रंखला में फ़ोनानों की आवृत्ति तरंग सदिश के अनुपात में है। यदि $n$ परमाणुओं की संख्या घनत्व है तथा $c$ फ़ोनानों की गति है, तो डेबाई आवृत्ति है

1. $2\pi cn$ 2. $\sqrt{2}\pi cn$
3. $\sqrt{3}\pi cn$ 4. $\pi cn/2$

**68.** Suppose the frequency of phonons in a one-dimensional chain of atoms is proportional to the wavevector. If $n$ is the number density of atoms and $c$ is the speed of the phonons, then the Debye frequency is

1. $2\pi cn$ 2. $\sqrt{2}\pi cn$
3. $\sqrt{3}\pi cn$ 4. $\pi cn/2$

**69.** किसी स्फ़टिक में एक इलेक्ट्रॉन की बैंड ऊर्जा, एक विशिष्ट $k$-दिशा के लिए $\varepsilon(k) = A - B\cos 2ka$ के रूप में हैं, जहां $A$ तथा $B$ अचर हैं तथा $0 < ka < \pi$. $k$ का निम्न परिसर पर इलेक्ट्रोन का होल-जैसा व्यवहार होगा:

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

**69.** The band energy of an electron in a crystal for a particular $k$-direction has the form $\varepsilon(k) = A - B\cos 2ka$, where $A$ and $B$ are positive constants and $0 < ka < \pi$. The electron has a hole-like behaviour over the following range of $k$:

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

**70.** $^{22}$Ti के बाह्य कोश की आद्य अवस्था का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$ है। मानक स्पैक्ट्रॉस्कोपिक निर्दिष्टों में, इस विन्यास के लिए निम्न में से कौन-सा संभव नहीं है?

1. $^1F_3$ 2. $^1S_0$
3. $^1D_2$ 4. $^3P_0$

**70.** The ground state electronic configuration of $^{22}$Ti is $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$. Which state, in the standard spectroscopic notations, is not possible in this configuration?

1. $^1F_3$ 2. $^1S_0$
3. $^1D_2$ 4. $^3P_0$

**71.** चुंबकीय क्षेत्र 0.3 T के उपयोग करते हुये एक साधारण ज़ीमान प्रभाव प्रयोग में 660 nm मानावलीय (स्पेक्ट्रमी) रेखा के घटकों के बीच का विपाटन है

1. 12 pm 2. 10 pm
3. 8 pm 4. 6 pm

**71.** In a normal Zeeman effect experiment using a magnetic field of strength 0.3 T, the splitting between the components of a 660 nm spectral line is

1. 12 pm 2. 10 pm
3. 8 pm 4. 6 pm

**72.** एक दो-स्तर परमाणु के ऊर्जा स्तरों 2 eV से पृथकृत है। मानें कि आद्य अवस्था में $4 \times 10^{20}$ परमाणु हैं तथा लेसिंग के शुरू होने के तुरंत पहले $7 \times 10^{20}$ परमाणु उत्तेजित अवस्था में पंपित किये जाते हैं। केवल एक लेसर पल्स में कितनी ऊर्जा निकलेगी?

1. 24.6 J
2. 22.4 J
3. 98 J
4. 48 J

**72.** The separation between the energy levels of a two-level atom is 2 eV. Suppose that $4 \times 10^{20}$ atoms are in the ground state and $7 \times 10^{20}$ atoms are pumped into the excited state just before lasing starts. How much energy will be released in a single laser pulse?

1. 24.6 J
2. 22.4 J
3. 98 J
4. 48 J

**73.** बृहत् हैड्रॉन कोल्लाइडर (LHC) में 27 कि.मी. लंबी एक वर्तुलाकार पथ में दो समान ऊर्जा वाले प्रोटॉन बीम उल्टी दिशाओं में पारित होती हैं। एक प्रोटॉन-प्रेटॉन युगल की द्रव्यमान-केंद्र-ऊर्जा यदि 14 TeV है, तो पूरे पथ को पारित करने में प्रोटॉन को लगने वाले उचित काल का श्रेष्ठतम सन्निकटन निम्न में से क्या है?

1. 12 ns
2. 1.2 μs
3. 1.2 ns
4. 0.12 μs

**73.** In the large hadron collider (LHC), two equal energy proton beams traverse in opposite directions along a circular path of length 27 km. If the total centre of mass energy of a proton-proton pair is 14 TeV, which of the following is the best approximation for the proper time taken by a proton to traverse the entire path?

1. 12 ns
2. 1.2 μs
3. 1.2 ns
4. 0.12 μs

**74.** मानें कि द्रव बिंदु प्रतिमान में $E_S$ प्रति न्यूक्लियॉन की पृष्ठीय ऊर्जा निर्दिष्ट करती है। अनुपात $E_S(^{27}_{13}\text{Al}) : E_S(^{64}_{30}\text{Zn})$ है

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

**74.** Let $E_S$ denote the contribution of the surface energy per nucleon in the liquid drop model. The ratio $E_S(^{27}_{13}\text{Al}) : E_S(^{64}_{30}\text{Zn})$ is

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

**75.** कोश प्रतिमान के अनुसार $^{27}_{13}\text{Al}$ नाभिक का नाभिकीय चुंबकीय आघूर्ण है (यह दिया गया है कि एक प्रोटॉन के लिए $g_l = 1$, $g_s = 5.586$, तथा एक न्यूट्रॉन के लिए $g_l = 0$, $g_s = -3.826$.)

1. $-1.913\ \mu_N$
2. $14.414\ \mu_N$
3. $4.793\ \mu_N$
4. 0

**75.** According to the shell model, the nuclear magnetic moment of the $^{27}_{13}\text{Al}$ nucleus is (Given that for a proton $g_l = 1$, $g_s = 5.586$, and for a neutron $g_l = 0$, $g_s = -3.826$.)

1. $-1.913\ \mu_N$
2. $14.414\ \mu_N$
3. $4.793\ \mu_N$
4. 0

FOR ROUGH WORK

FOR ROUGH WORK