क्रमांक **454**

H

2013 (I)
भौतिक विज्ञान
प्रश्न पत्र

विषय कोड **5** पुस्तिका कोड **A**

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. उत्तर पत्र 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 पुस्तिका बदलने का निवेदन कर सकते हैं । इसी तरह से उत्तर पत्र को भी जांच लें। इस पुस्तिका में रफ काम करने के लिए अतिरिक्त पन्ने संलग्न हैं।
3. उत्तर पत्र के पृष्ठ 1 में दिए गए स्थान पर अपना रोल नम्बर, नाम, अपना पता तथा इस परीक्षा पुस्तिका का क्रमांक लिखिए । आपके हस्ताक्षर भी जरूरी हैं ।
4. आप अपनी ओ.एम.आर. उत्तर पुस्तिका में रोल नंबर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित वृत्तों को अवश्य काला कर दें । यह एक मात्र परीक्षार्थी की जिम्मेदारी है कि वह उत्तर पुस्तिका में दिए गए निर्देशों का पूरी सावधानी से पालन करें, ऐसा न करने पर कम्प्यूटर विवरणों को सही तरीके से अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिससे आपकी उत्तर पुस्तिका की अस्वीकृति भी शामिल, 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 अभ्यर्थियों का इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है ।
8. अभ्यर्थी को उत्तर या रफ पन्नों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए ।
9. परीक्षा समाप्त हो जाने पर परीक्षा पुस्तिका और उत्तर पत्र को इन्विजीलेटर को अवश्य सौंप दीजिए ।
10. केलकूलेटर का उपयोग करने की अनुमति नहीं है ।
11. किसी प्रश्न में विसंगति के मामले में अंग्रेजी संस्करण प्रबल होगा ।

रोल नंबर .....

नाम .....

अभ्यर्थी द्वारा भरी गई जानकारी को मैं सत्यापित करता हूँ ।

.....
इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

भाग 'क' / PART 'A'

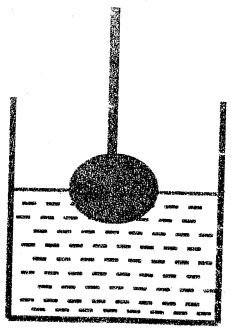
1. तल में मूलबिन्दु में केंद्रित एक समबाहु त्रिकोण है । मूलबिन्दु से उसकी भुजाओं की दूरी 3.5 से. मी. है । उसके परिवृत्त का क्षेत्रफल वर्ग से. मी में है:

1. 38.5 2. 49
3. 63.65 4. 154

1. There is an equilateral triangle in the XY plane with its centre at the origin. The distance of its sides from the origin is 3.5 cm. The area of its circumcircle in cm^2 is

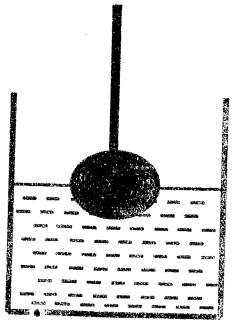
1. 38.5 2. 49
3. 63.65 4. 154

2. त्रिज्या $R/2$ का एक लोहे का गोला, जो एक डोरी के एक सिरे बंधा हुआ है, एक बेलन रूपी पात्र (जिसकी निचली त्रिज्या R है) में रखे हुये पानी में इस प्रकार डुबाया जाता है कि गोले का ठीक आधा भाग पानी के अंदर है । पात्र में पानी का स्तर इतना बढेगा:



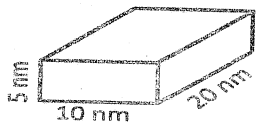
1. $R/3$ 2. $R/4$
3. $R/8$ 4. $R/12$

2. A sphere of iron of radius $R/2$ fixed to one end of a string was lowered into water in a cylindrical container of base radius R to keep exactly half the sphere dipped. The rise in the level of water in the container will be

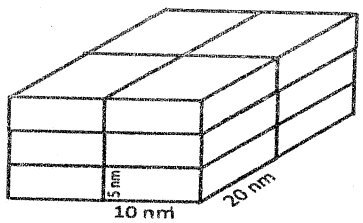


1. $R/3$ 2. $R/4$
3. $R/8$ 4. $R/12$

3. इकाई कोष्ठकों , जिनकी आमाप 10 X 20 X 5 घन नै. मी. है, को एकत्रित करते हुये एक स्फटिक का, निम्न चित्र में दर्शाये अनुसार, विकास होता है। आयतन 1 घन से. मी,. के एक स्फटिक के बनने में कितनी इकाई कोष्ठकों की आवश्यकता होगी ?



Unit Cell (not to scale)



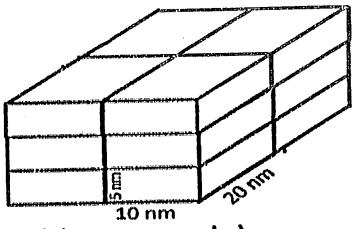
Crystal (not to scale)

1. 10^6 2. 10^9
3. 10^{12} 4. 10^{18}

3. A crystal grows by stacking of unit cells of 10×20×5 nm size as shown in the diagram given below. How many unit cells will make a crystal of $1cm^3$ volume ?



Unit Cell (not to scale)



Crystal (not to scale)

1. 10^6 2. 10^9
3. 10^{12} 4. 10^{18}

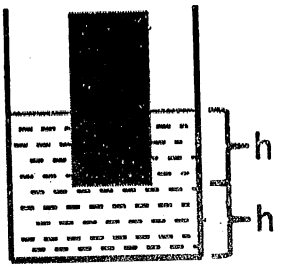
4. $\frac{1}{1\times2}+\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\cdots\infty$ तक का मान क्या है ?

1. 2/3 2. 1
3. 2 4. ∞

4. What is the value of $\frac{1}{1\times2}+\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\cdots$ to ∞ ?

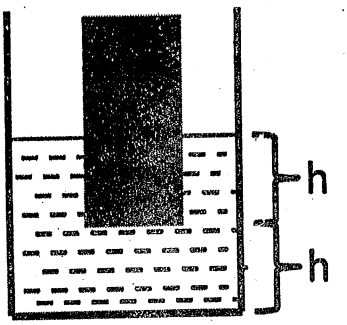
1. 2/3 2. 1
3. 2 4. ∞

5. निचले क्षेत्रफल A का एक ठोस बेलन, एक बेलन रूपी पात्र, जिसका निचला क्षेत्रफल 2 A है, में रखे पानी के अन्दर इस प्रकार डुबाया जाता है कि बेलन की h ऊर्धवाधर लम्बाई पानी के अंदर है, तथा बेलन का निचला छोर पात्र के निचले भाग से h ऊंचाई पर है। यदि बेलन को पात्र से निकाल दिया जाय, तो पात्र में पानी का स्तर क्या होगा ?



1. $2h$ 2. $\frac{3}{2}h$
3. $\frac{4}{3}h$ 4. $\frac{5}{4}h$

5. A solid cylinder of basal area A was held dipped in water in a cylindrical vessel of basal area $2A$ vertically such that a length h of the cylinder is immersed. The lower tip of the cylinder is at a height h from the base of the vessel. What will be the height of water in the vessel when the cylinder is taken out?



1. $2h$ 2. $\frac{3}{2}h$
3. $\frac{4}{3}h$ 4. $\frac{5}{4}h$

6. एक अर्धवर्तुल , जिसकी त्रिज्या R है, में उसके व्यास को एक भुजा रखते हुये बनाये जा सकने वाले अंतर्त्रिकोणों में सबसे बड़े का क्षेत्रफल है :

1. R^2 2. $R^2\sqrt{2}$
3. $R^2\sqrt{3}$ 4. $2R^2$

6. Of all the triangles that can be inscribed in a semicircle of radius R with the diameter as one side, the biggest one has the area

1. R^2 2. $R^2\sqrt{2}$
3. $R^2\sqrt{3}$ 4. $2R^2$

7. सबसे बड़े अंक को चुनें

1. 2^{500} 2. 3^{400}
3. 4^{300} 4. 5^{200}

7. Choose the largest number:

1. 2^{500} 2. 3^{400}
3. 4^{300} 4. 5^{200}

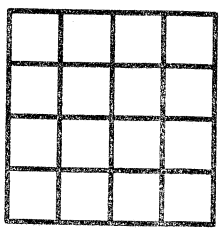
8. सन् 2013 का एक दैनिक-फलक तिथिपत्र में 10 से. मी. X 10 से. मी. के फलक हैं । तिथिपत्र के सभी फलकों को 5 मी. X 7.3 मी. आमाप वाले एक कमरे के ज़मीन पर फैलाया जाता है । जमीन का क्या प्रतिशत फलकों से आच्छादित होगा ?

1. 0.1 2. 1
3. 10 4. 100

8. A daily sheet calendar of the year 2013 contains sheets of 10×10 cm size. All the sheets of the calendar are spread over the floor of a room of 5m×7.3m size. What percentage of the floor will be covered by these sheets?

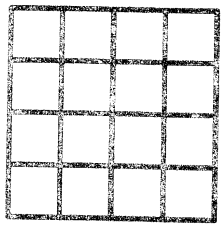
1. 0.1 2. 1
3. 10 4. 100

9. निम्न चित्र में कितने आयत हैं(जो वर्ग नहीं हैं) है?



1. 56 2. 70
3. 86 4. 100

9. How many rectangles (which are not squares) are there in the following figure?



1. 56 2. 70
3. 86 4. 100

10. परिभाषित करें : a⊗b = एल सी एम (a,b) + जी सी डी (a,b) तथा a⊕b = a^b+b^a।(1⊕2) ⊗ (3⊕4) का मान क्या है ? यहां एल सी एम = लघुत्तम समापवर्त्य तथा जी सी डी = महत्तम आम भाजक हैं ।

1. 145 2. 286
3. 436 4. 572

10. Define a⊗b = lcm(a,b) + gcd(a,b) and a⊕b = a^b+b^a. What is the value of (1⊕2) ⊗ (3⊕4) ? Here lcm = least common multiple and gcd=greatest common divisor.

1. 145 2. 286
3. 436 4. 572

11. एक तार का उपयोग करके , हर कोर के लिये एक ही लट का उपयोग करके , एक वर्ग पिरेमिड बनाना है । तार को कम के कम कितनी बार काटनी पड़ेगी ताकि पिरेमिड़ बन सके ?

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

11. A square pyramid is to be made using a wire such that only one strand of wire is used for each edge. What is the minimum number of times that the wire has to be cut in order to make the pyramid?

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

12. एक क्षैतिज मैदान से R की ऊँचाई पर त्रिज्या R के एक क्षैतिज वर्तुल में एक कौआ उड़ रहा है। मैदान में खड़े कुछ पुरुषों में हर एक ने पाया कि कौए की कोणिक ऊँचाई एक अचर कोण θ ($< 45^0$) था, जब वह उसके निकटतम था। तो ये सभी पुरुषों को मैदान पर एक वर्तुल में होना चाहिए, जिसकी त्रिज्या

1. $R+R\sin\theta$ है।
2. $R+R\cos\theta$ है।
3. $R+R\tan\theta$ है।
4. $R+R\cot\theta$ है।

12. A crow is flying along a horizontal circle of radius R at a height R above the horizontal ground. Each of a number of men on the ground found that the angular height of the crow was a fixed angle θ ($< 45^0$) when it was closest to him. Then all these men must be on a circle on the ground with a radius

1. $R+R\sin\theta$
2. $R+R\cos\theta$
3. $R+R\tan\theta$
4. $R+R\cot\theta$

13. ऐसी कितनी धनात्मक पूर्णांकों की जोड़ियां हैं, जिनके उच्चतम आम भाजक 20 तथा लघुत्तम समापवर्तक 600 हो?

1. 4 2. 0
3. 1 4. 7

13. How many pairs of positive integers have gcd 20 and lcm 600?
(gcd = greatest common divisor; lcm= least common multiple)

1. 4 2. 0
3. 1 4. 7

14. जब एक शाम के प्रीतिभोज में मिस् ब्लैक, मिस् ब्राउन तथा मिस् व्हाइट् मिले, मिस् ब्राउन ने कहा "यह रोचक है कि हम लोगों के पहनावे भी व्हाइट, ब्राउन या ब्लैक हैं, पर प्रत्येक के लिए नाम व रंग मिलते नहीं।" मिस् व्हाइट् ने जवाब दिया, "लेकिन तुम्हारा सफेद पहनावा तुम्हें जचता नहीं" सही जवाब को चुनें

1. मिस् व्हाइट् का पहनावा ब्राउन था।
2. मिस् ब्लैक का पहनावा सफेद था।
3. मिस् व्हाइट् का पहनावा ब्लैक था।
4. मिस् ब्लैक का पहनावा ब्लैक था।

14. During an evening party, when Ms. Black, Ms. Brown and Ms. White met, Ms. Brown remarked, "It is interesting that our dresses are white, black or brown, but for each of us the name does not match the colour of the dress!". Ms. White replied, "But your white dress does not suit you!". Pick the correct answer.

1. Ms White's dress was brown.
2. Ms. Black's dress was white.
3. Ms. White's dress was black.
4. Ms. Black's dress was black.

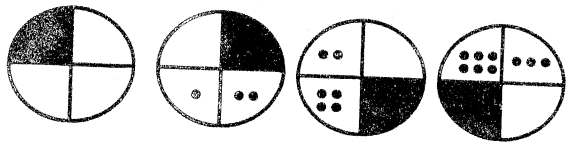
15. प्रथम 15 धनात्मक पूर्णांकों में से दो पूर्णांक यादृच्छिक रूप से वापस किये बिना चुने जाते हैं। इन दो पूर्णांकों के जोड़ का 20 होने की प्रायिकता क्या है?

1. $\frac{3}{4}$ 2. $\frac{1}{21}$
3. $\frac{1}{105}$ 4. $\frac{1}{20}$

15. Two integers are picked at random from the first 15 positive integers without replacement. What is the probability that the sum of the two numbers is 20?

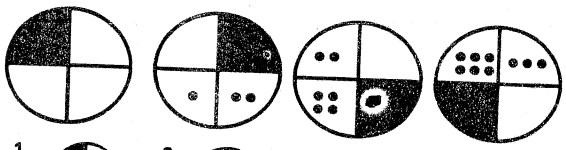
1. $\frac{3}{4}$ 2. $\frac{1}{21}$
3. $\frac{1}{105}$ 4. $\frac{1}{20}$

16. निम्न अनुक्रम में सही अगले चित्र को पहचानें



1. 
2. 
3. 
4. 

16. Identify the next figure in the sequence



1. 
2. 
3. 
4. 

17. सोमवार से शुक्रवार तक चालित एक ग्राहक सर्वेक्षण में, अतिबाज़ारों में शिशु देख-भाल सुविधा मांगने वाले ग्राहकों में 23 % मर्द थे तथा बाकी औरतें थीं। उनमें से 19.9 % नारियाँ तथा 8.8 % पुरुष सुविधा के लिये पैसे देने के लिये तैयार थे ।

A. शिशु देख-भाल सुविधा मांगने वाले पुरुष तथा नारी ग्राहकों का अनुपात क्या है ?

B. यदि सर्वेक्षण सप्ताहांत में किया गया होता तो नतीजा कैसे बदलेगा ?

उपरोक्त आंकड़ों के साथ

1. केवल सवाल A का जवाब दिया जा सकता है ।
2. केवल सवाल B का जवाब दिया जा सकता है ।
3. सवाल A तथा सवाल B, दोनों के जवाब दिये जा सकते हैं ।
4. न तो सवाल A , न तो B का जवाब दिया जा सकता है ।

17. In a customer survey conducted during Monday to Friday, of the customers who asked for child care facilites in super markets, 23% were men and the rest, women. Among them, 19.9% of the women and 8.8% of the men were willing to pay for the facilities.

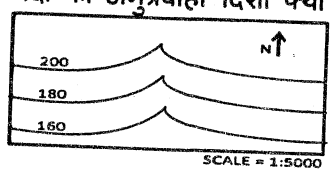
A. What is the ratio of the men to women customers who wanted child care facilities?

B. If the survey had been conducted during the weekend instead, how will the result change?

With the above data,

1. Only A can be answered
2. Only B can be answered
3. Both A and B can be answered
4. Neither A nor B can be answered

18. किसी क्षेत्र में समान तुंगता के भूसतहों को जोड़ती हुयी कांटूर रेखाएँ निम्न मानचित्र में दर्शाई गई हैं। कांटूर रेखाओं का उल्टे "V" आकार वाले भाग एक घाटी का संकेत देते हैं, जिसमें एक नदी बहती है । नदी की अनुप्रवाही दिशा क्या है ?



1. उत्तर 2. दक्षिण
3. पूर्व 4. पश्चिम

18. The map given below shows contour lines which connect points of equal ground surface elevation in a region. Inverted 'V' shaped portions of contour lines represent a valley along which a river flows. What is the downstream direction of the river?



1. North
2. South
3. East
4. West

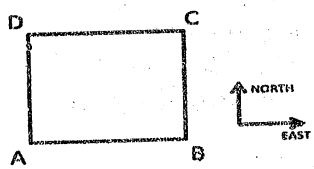
19. गर्मी की छुट्टियों के दौरान एक छात्रावास के 20 मित्रों में प्रत्येक ने हर दूसरे को एक चिट्ठी लिखी । कुल लिखी गयी चिट्ठियों की संख्या थी :

1. 20
2. 400
3. 200
4. 380

19. During a summer vacation, of 20 friends from a hostel, each wrote a letter to each of all others. The total number of letters written was

1. 20
2. 400
3. 200
4. 380

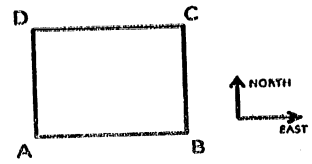
20.



एक व्यक्ति को A से C तक जाकर एक वर्गाकार क्षेत्र को पार करना है। उस व्यक्ति को केवल पूर्व की तरफ, या उत्तर की तरफ, या इन दोनों के एक संयोजन में ही चलना है। तो व्यक्ति से पारित कुल दूरी

1. हर कदम की दूरी पर निर्भर है।
2. कुल लिए गए कदमों की संख्या पर निर्भर है।
3. अलग अलग पथों के लिए अलग अलग है।
4. सभी पथों के लिए एक है।

20.



A person has to cross a square field by going from A to C. The person is only allowed to move towards the east or towards the north or use a combination of these movements. The total distance travelled by the person

1. depends on the length of each step
2. depends on the total number of steps
3. is different for different paths
4. is the same for all paths

भाग 'ख'/PART 'B'

21. द्रव्यमान m के दो सर्वसम बोसॉन एक एक-विमीय विभव $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$ में रखे जाते है। बोसॉन एक कमजोर विभव

$$V_{12} = V_0 \exp[-m\Omega(x_1 - x_2)^2/4\hbar]$$

के द्वारा अन्योन्यक्रिया करते हैं, जहां x_1 तथा x_2 कणों के निर्देशांक हैं ; यह दिया गया है कि आवर्ती दोलक की आधारावस्था का तरंग फलन $\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$ है, तो V_0 के प्रथम कोटि में, डिबारोन तंत्र की आधा अवस्था ऊर्जा है :

(1) $\hbar\omega + 2V_0$

(2) $\hbar\omega + \frac{V_0\Omega}{\omega}$

(3) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\Omega}{2\omega}\right)^{-1/2}$

(4) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\omega}{\Omega}\right)$

21. Two identical bosons of mass m are placed in a one-dimensional potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$. The bosons interact via a weak potential,

$$V_{12} = V_0 \exp[-m\Omega(x_1 - x_2)^2/4\hbar]$$

where x_1 and x_2 denote coordinates of the particles. Given that the ground state wavefunction of the harmonic oscillator is $\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$. The ground state energy of the two-boson system, to the first order in V_0, is:

(1) $\hbar\omega + 2V_0$

(2) $\hbar\omega + \frac{V_0\Omega}{\omega}$

(3) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\Omega}{2\omega}\right)^{-1/2}$

(4) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\omega}{\Omega}\right)$

22. एक टॉटीदार पात्र, जिसमें 25°C ताप का 30 ग्राम जल है, में 0°C ताप का दस ग्राम बरफ डाला जाता है। जब तंत्र ऊष्मीय साम्यावस्था में आता है, तो उसका अंतिम ताप क्या है? (जल की विशिष्ट ऊष्मा 1 कैलोरी प्रति ग्राम प्रति °C तथा बरफ के पिघलने का गुप्त ऊष्मा 80 कैलोरी प्रति ग्राम है)

(1) 0° C

(2) 7.5° C

(3) 12.5° C

(4) −1.25° C

22. Ten grams of ice at 0°C is added to a beaker containing 30 grams of water at 25°C. What is the final temperature of the system when it comes to thermal equilibrium? (The specific heat of water is 1cal/gm/°C and latent heat of melting of ice is 80 cal/gm.)

(1) 0° C

(2) 7.5° C

(3) 12.5° C

(4) −1.25° C

23. एक बर्तन के दो उपखंड हैं जिनके आयतन V_1 तथा V_2 हैं, जिनमें क्रमशः दाब p_1 तथा p_2 के ताप T_1 तथा T_2 के आदर्श गैस है। यदि उपखंडों के बीच का दीवार निकाल दिया जाये, तो परिणामी साम्यावस्था ताप होगा :

(1) $\frac{p_1T_1+p_2T_2}{p_1+p_2}$

(2) $\frac{V_1T_1+V_2T_2}{V_1+V_2}$

(3) $\frac{p_1V_1+p_2V_2}{(p_1V_1/T_1)+(p_2V_2/T_2)}$

(4) $(T_1T_2)^{1/2}$

23. A vessel has two compartments of volume V_1 and V_2, containing an ideal gas at pressures p_1 and p_2 , and temperatures T_1 and T_2 respectively. If the wall separating the compartments is removed,

the resulting equilibrium temperature will be

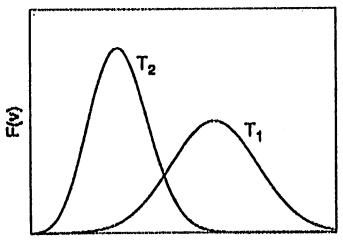
(1) $\frac{p_1T_1+p_2T_2}{p_1+p_2}$

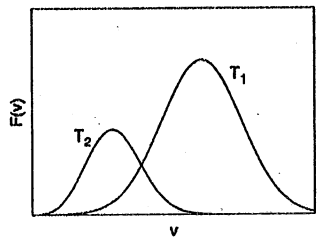
(2) $\frac{V_1T_1+V_2T_2}{V_1+V_2}$

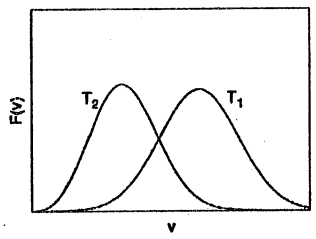
(3) $\frac{p_1V_1+p_2V_2}{(p_1V_1/T_1)+(p_2V_2/T_2)}$

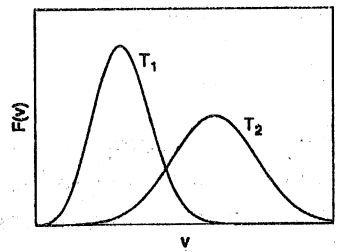
(4) $(T_1T_2)^{1/2}$

24. *ताप $T_1 > T_2$ के लिये, त्रिविम में अणु की गति v के प्रयिकता बंटन $F(v)$ की गुणात्मक ताप निर्भरता का सही प्रतिनिधित्व निम्न चित्र करता है :*

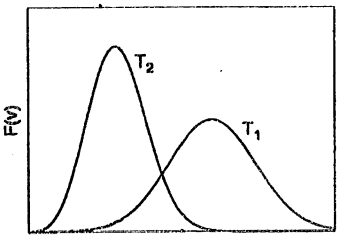
(1)


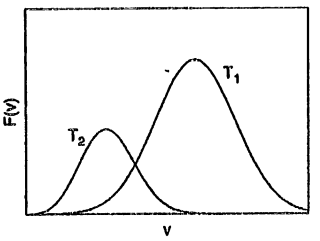
(2)


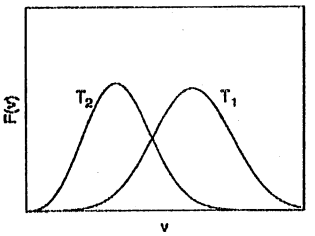
(3)


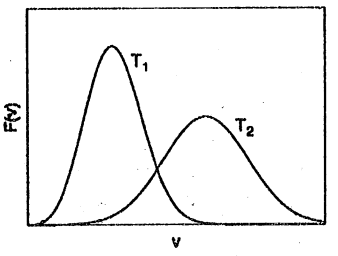
(4)


24. For temperature $T_1 > T_2$, the qualitative temperature dependence of the probability distribution $F(v)$ of the speed v of a molecule in three dimensions is correctly represented by the following figure:

(1)


(2)


(3)


(4)


25. *अन्योन्यक्रियाहीन, प्रचक्रण -½ के आवेशित कण का एक तंत्र एक बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखा गया है । निम्न ताप T में (c एक स्थिरांक है) आद्य अवस्था ऊर्जा से अधिक ऊर्जा का अग्रण आचरण इस प्रकार है :*

(1) cT

(2) cT^3

(3) $e^{-c/T}$

(4) c (T पर निर्भर नहीं करता)

25. A system of non-interacting spin-½ charged particles are placed in an external magnetic field. At low temperature T, the leading behavior of the excess energy above the ground state energy, depends on T as: (c is a constant)

(1) cT
(2) cT^3
(3) $e^{-c/T}$
(4) c (is independent of T)

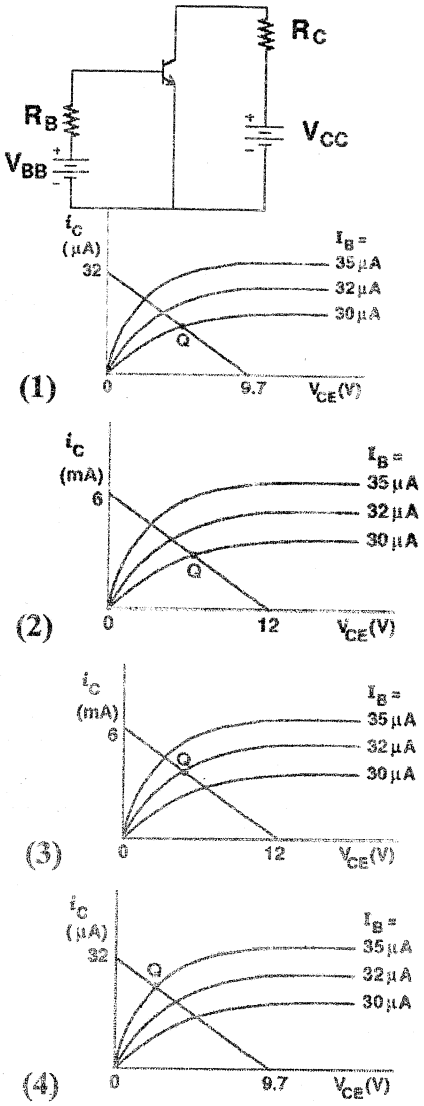
26. सरल लोलक की लम्बाई L तथा आवर्तकाल T के मापन से गुरुत्वीय त्वरण g निर्धारित किया जाता है। यदि T तथा L के मापन में हुई अनिश्चितायें क्रमशः ΔT तथा ΔL हैं, तो g के मापन में सर्वोत्तम अनुमान भिन्नात्मक त्रुटि $\Delta g/g$ है :

(1) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|\Delta T|}{T}$
(2) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|2\Delta T|}{T}$
(3) $\sqrt{\frac{|\Delta L|^2}{L} + \frac{|\Delta T|^2}{T}}$
(4) $\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2}$

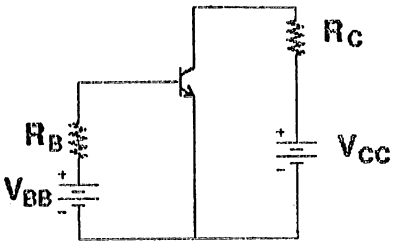
26. The acceleration due to gravity g is determined by measuring the time period T and the length L of a simple pendulum. If the uncertainties in the measurements of T and L are ΔT and ΔL respectively, the fractional error $\Delta g/g$ in measuring g is best approximated by

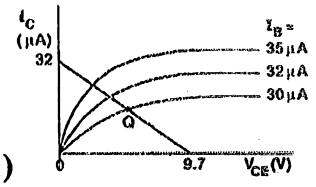
(1) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|\Delta T|}{T}$
(2) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|2\Delta T|}{T}$
(3) $\sqrt{\frac{|\Delta L|^2}{L} + \frac{|\Delta T|^2}{T}}$
(4) $\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2}$

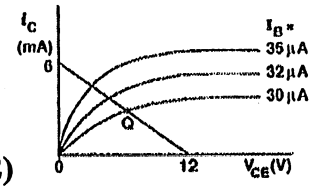
27. दर्शाये गए परिपथ में एक सिलिकोन ट्रांसिस्टर अंतर्निर्मित वोल्टेज 0.7V के साथ उपयोग किया गया है, $V_{BB} = 9.7V$, $R_B = 300\ k\Omega$, $V_{CC} = 12\ V$ तथा $R_C = 2\ k\Omega$ के साथ। निम्न चित्रों में कौन–सा उद्भार रेखा तथा निष्क्रियता बिन्दु Q का सही प्रतिनिधित्व करता है ?

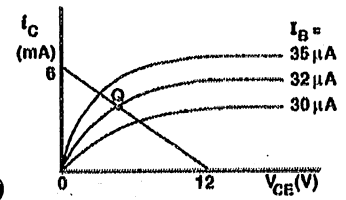


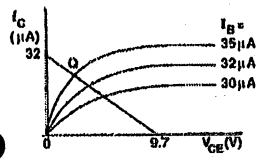
27. A silicon transistor with built-in voltage 0.7V is used in the circuit shown, with $V_{BB} = 9.7V$, $R_B = 300\ k\Omega$, $V_{CC} = 12\ V$ and $R_C = 2\ k\Omega$. Which of the following figures correctly represents the load line and the quiescent Q point?



(1)


(2)


(3)


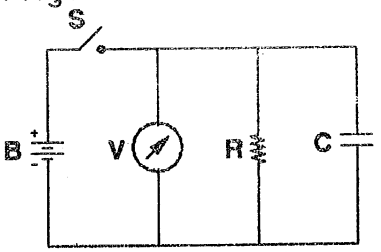
(4)


28. *यदि एक 8–बिट उत्तरोत्तर सन्निकटन अनुरूप–अंकीय–परिवर्तक* (ADC) *के अनुरूप निवेश को* 1.0 V *से* 2.0 V *तक बढ़ाते हैं, तो परिवर्तन काल*

(1) *अपरिवर्तित रहेगा*
(2) *दुगुना होगा*
(3) *अपने मूल मूल्य से आधा होगा*
(4) *चार गुना बढ़ेगा*

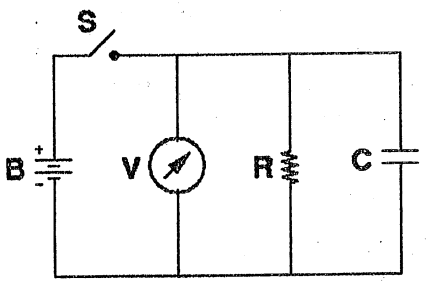
28. If the analog input to an 8-bit successive approximation ADC is increased from 1.0 V to 2.0 V, then the conversion time will
(1) remain unchanged
(2) double
(3) decrease to half its original value
(4) increase four times

29. *जैसे दर्शाया गया है, एक विद्युतरोधी कैबिल का विद्युतरोधी प्रतिरोध R, उसको संधारित्र* C, *वोल्टमीटर तथा बैटरी* B *के साथ समांतर जोड़कर मापा जाता है। स्विच* S *के बंध होने के* 1000 *सेकण्ड बाद कैबिल के आरपार वोल्टेज को* 150V *से* 15V *तक गिरता है। यदि कैबिल की धारिता* $5\mu F$ *है, तो उसका विद्युतरोधी प्रतिरोध लगभग है :*



(1) $10^9\,\Omega$
(2) $10^8\,\Omega$
(3) $10^7\,\Omega$
(4) $10^6\,\Omega$

29. The insulation resistance R of an insulated cable is measured by connecting it in parallel with a capacitor C, a voltmeter, and battery B as shown. The voltage across the cable dropped from 150V to 15V, 1000 seconds after the switch S is closed. If the capacitance of the cable is $5\mu F$ then its insulation resistance is approximately



(1) $10^9\,\Omega$
(2) $10^8\,\Omega$
(3) $10^7\,\Omega$
(4) $10^6\,\Omega$

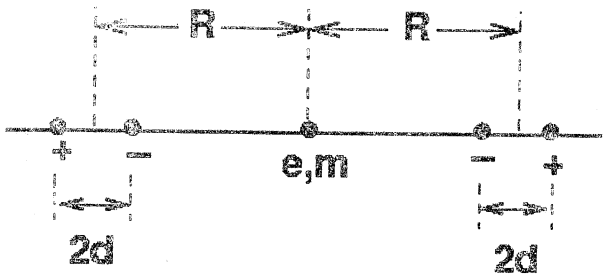
30. सन्निकटन $\cos\theta \approx 1$ तीन दशमलव बिन्दुओं तक वैध है जहां तक $|\theta|$ (मानें कि, $180°/\pi \simeq 57.29°$) इससे कम है :
(1) 1.28°
(2) 1.81°
(3) 3.28°
(4) 4.01°

30. The approximation $\cos\theta \approx 1$ is valid up to 3 decimal places as long as $|\theta|$ is less than: (take $180°/\pi \simeq 57.29°$)
(1) 1.28°
(2) 1.81°
(3) 3.28°
(4) 4.01°

31. अपने विरामस्थ तंत्र S में एक चक्रिका का क्षेत्रफल एक है (कुछ मात्रक में) । चक्रिका के समतल के साथ-साथ S के संदर्भ में u की गति से चलने वाला एक प्रेक्षक O चक्रिका को विकृत पाता है । प्रेक्षक O के विरामस्थ तंत्र में मापे गये चक्रिका का क्षेत्रफल है (निर्वात में प्रकाश की गति c है)
(1) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}$
(2) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1/2}$
(3) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$
(4) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1}$

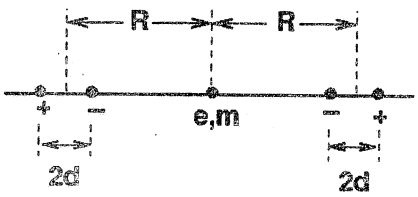
31. The area of a disc in its rest frame S is equal to 1 (in some units). The disc will appear distorted to an observer O moving with a speed u with respect to S along the plane of the disc. The area of the disc measured in the rest frame of the observer O is (c is the speed of light in vacuum)
(1) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}$
(2) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1/2}$
(3) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$
(4) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1}$

32. जैसे चित्र में दर्शाया गया है, इकाई आवेश के दो स्थाई सरेख द्विध्रुवों को जोड़ने वाली रेखा के मध्य में द्रव्यमान m तथा आवेश e का एक कण स्थित है। (कण दोनों द्विध्रुवों को जोडनेवाली रेखा पर ही चलने के लिये बाध्यित है) यह मानते हुये कि द्विध्रुवों की लंबाई उनके बीच की दूरी की तुलना में बहुत कम है, कण के दोलन की प्राकृतिक आवृत्ति है :



(1) $\sqrt{\frac{6e^2R^2}{\pi\varepsilon_o md^5}}$
(2) $\sqrt{\frac{6e^2R}{\pi\varepsilon_o md^4}}$
(3) $\sqrt{\frac{6e^2d^2}{\pi\varepsilon_o mR^5}}$
(4) $\sqrt{\frac{6e^2d}{\pi\varepsilon_o mR^4}}$

32. A particle of charge e and mass m is located at the midpoint of the line joining two fixed collinear dipoles with unit charges as shown in the figure. (The particle is constrained to move only along the line joining the dipoles.) Assuming that the length of the dipoles is much shorter than their separation, the natural frequency of oscillation of the particle is



(1) $\sqrt{\frac{6e^2R^2}{\pi\varepsilon_0 md^5}}$

(2) $\sqrt{\frac{6e^2R}{\pi\varepsilon_0 md^4}}$

(3) $\sqrt{\frac{6e^2d^2}{\pi\varepsilon_0 mR^5}}$

(4) $\sqrt{\frac{6e^2d}{\pi\varepsilon_0 mR^4}}$

33. *स्थिर गति $\vec{u}$ के साथ चलने वाले प्रोटानों का एक संकीर्ण किरण से एक धारा I का सृजन होता है। किरण के बाहर, अक्ष से r (जो किरण की चौडाई की तुलना में अत्याधिक है) की दूरी पर, प्वाइन्टिंग सदिश $\vec{S}$ की दिशा तथा परिमाण क्रमशः हैं :*

(1) $\vec{S} \perp \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(2) $\vec{S} \parallel (-\vec{u})$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

(3) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(4) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

33. A current I is created by a narrow beam of protons moving in vacuum with constant velocity $\vec{u}$. The direction and magnitude, respectively, of the Poynting vector $\vec{S}$ outside the beam at a radial distance r (much larger than the width of the beam) from the axis, are

(1) $\vec{S} \perp \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(2) $\vec{S} \parallel (-\vec{u})$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

(3) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(4) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\epsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

34. *जब सदिश विभव $\vec{A}$, $\vec{A} \rightarrow \vec{A} + \hat{r}$, जहां $\vec{r} = r(t)\hat{r}$ है, के अनुसार परिवर्तित होता है, (उपयुक्त मात्रकों में) यदि विद्युत तथा चुंबकीय क्षेत्र अपरिवर्तित हैं, तो अदिश विभव (Φ) को समक्षणिकतः इस प्रकार परिवर्तित हो जाना चाहिये :*

(1) $\Phi - r$

(2) $\Phi + r$

(3) $\Phi - \partial r/\partial t$

(4) $\Phi + \partial r/\partial t$

34. If the electric and magnetic fields are unchanged when the vector potential $\vec{A}$ changes (in suitable units) according to $\vec{A} \rightarrow \vec{A} + \hat{r}$, where $\vec{r} = r(t)\hat{r}$, then the scalar potential Φ must simultaneously change to

(1) $\Phi - r$

(2) $\Phi + r$

(3) $\Phi - \partial r/\partial t$

(4) $\Phi + \partial r/\partial t$

35. *$\rho = \rho_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 e^{-r/r_0} \cos^2\varphi$ के रूप में अक्षतः सममित एक स्थैतिक आवेश बंटन पर विचारें। इस आवेश बंटन के परिणाम होने वाले द्विध्रुव आघूर्ण का त्रिज्यीय घटक है :*

(1) $2\pi\rho_0 r_0^4$

(2) $\pi\rho_0 r_0^4$

(3) $\rho_0 r_0^4$

(4) $\pi\rho_0 r_0^4/2$

35. Consider an axially symmetric static charge distribution of the form,

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 e^{-r/r_0} \cos^2\varphi$$

The radial component of the dipole moment due to this charge distribution is

(1) $2\pi\rho_0 r_0^4$

(2) $\pi\rho_0 r_0^4$

(3) $\rho_0 r_0^4$

(4) $\pi\rho_0 r_0^4/2$

36. *उस आधार में जिसमें प्रचक्रण का z-घटक S_z विकर्णित है, एक इलेक्ट्रॉन* $\psi = \begin{pmatrix} (1+i)/\sqrt{6} \\ \sqrt{2/3} \end{pmatrix}$ *की प्रचक्रण अवस्था में है। प्रचक्रण के S_z घटक का मापन, मान $\hbar/2$ तथा $-\hbar/2$ देगा, इसकी प्रायिकतायें क्रमशः हैं :*

(1) 1/2 *तथा* 1/2
(2) 2/3 *तथा* 1/3
(3) 1/4 *तथा* 3/4
(4) 1/3 *तथा* 2/3

36. In a basis in which the z-component S_z of the spin is diagonal, an electron is in a spin state

$$\psi = \begin{pmatrix} (1+i)/\sqrt{6} \\ \sqrt{2/3} \end{pmatrix}$$

The probabilities that a measurement of S_z will yield the values $\hbar/2$ and $-\hbar/2$ are, respectively,

(1) 1/2 and 1/2
(2) 2/3 and 1/3
(3) 1/4 and 3/4
(4) 1/3 and 2/3

37. *एक एक–विमीय आवर्ती दोलक की प्रसामन्यीकृत अवस्था* $|\psi\rangle = b_1|0\rangle + b_2|1\rangle$ *पर विचारें जहां* $|0\rangle$ *तथा* $|1\rangle$ *क्रमशः आद्य अवस्था तथा प्रथम उत्तेजित अवस्थाओं को निर्दिष्ट करते हैं, तथा* b_1 *तथा* b_2 *एवं वास्तविक अचर हैं । विस्थापन* x *का प्रत्याशित मान अवस्था* $|\psi\rangle$ *में न्यूनतम तब होगा जब*

(1) $b_2 = 0\,,\ (b_1 = 1)$
(2) $b_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} b_1$
(3) $b_2 = \frac{1}{2} b_1$
(4) $b_2 = b_1$

37. Consider the normalized state $|\psi\rangle$ of a particle in a one-dimensional harmonic oscillator:

$$|\psi\rangle = b_1|0\rangle + b_2|1\rangle$$

where $|0\rangle$ and $|1\rangle$ denote the ground and first excited states respectively, and b_1 and b_2 are real constants. The expectation value of the displacement x in the state $|\psi\rangle$ will be a minimum when

(1) $b_2 = 0\,,\ (b_1 = 1)$
(2) $b_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} b_1$
(3) $b_2 = \frac{1}{2} b_1$
(4) $b_2 = b_1$

38. *अंतरिक्ष किरणों के एक म्युऑन* (μ^-) *को एक प्रोटान फँसाता है, एक हाइड्रोजन जैसे अणु बनाने के लिए । यह दिया हुआ है कि म्युऑन इलेक्ट्रॉन की तुलना में 200 गुना भारी है । ऐसे अणु की स्पैक्ट्रल रेखा की दीर्घतम तरंग–दैर्ध्य होगा (लाइमन श्रेणी के अनुरूप)*

(1) 5.62 Å
(2) 6.67 Å
(3) 3.75 Å
(4) 13.3 Å

38. A muon (μ^-) from cosmic rays is trapped by a proton to form a hydrogen-like atom. Given that a muon is approximately 200 times heavier than an electron, the longest wavelength of the spectral line (in the analogue of the Lyman series) of such an atom will be

(1) 5.62 Å
(2) 6.67 Å
(3) 3.75 Å
(4) 13.3 Å

39. *गोलतः सममित विभव में स्थित एक कण का अप्रसामान्यीकृत तरंग फलन* $\psi(\vec{r}) = zf(r)$ *से दिया जाता है, जहां* $f(r)$ *त्रिज्यीय चर* r *का फलन है। संकारक* $\vec{L}^2$ *(अर्थात् कक्षिक कोणिक संवेग का वर्ग) का अभिलक्षणिक मान है :*

(1) $\hbar^2/4$
(2) $\hbar^2/2$
(3) $\hbar^2$
(4) $2\hbar^2$

39. The un-normalized wavefunction of a particle in a spherically symmetric potential is given by

$$\psi(\vec{r}) = zf(r)$$

where $f(r)$ is a function of the radial variable r. The eigenvalue of the operator $\vec{L}^2$ (namely the square of the orbital angular momentum) is

(1) $\hbar^2/4$
(2) $\hbar^2/2$
(3) $\hbar^2$
(4) $2\hbar^2$

40. *जब दिया गया है कि*

$$\sum_{n=0}^{\infty} H_n(x)\frac{t^n}{n!} = e^{-t^2+2tx}$$

$H_4(0)$ *का मान है :*

(1) 12
(2) 6
(3) 24
(4) -6

40. Given that

$$\sum_{n=0}^{\infty} H_n(x)\frac{t^n}{n!} = e^{-t^2+2tx}$$

the value of $H_4(0)$ is

(1) 12
(2) 6
(3) 24
(4) -6

41. $\hat{n}$ *एक मात्रक सदिश है जो* xy*-तल में* $\hat{\imath}$ *के संदर्भ में* $120°$ *कोण पर है। सदिशों* $\vec{u} = a\hat{\imath} + b\,\hat{n}$ *एवं* $\vec{v} = a\,\hat{n} + b\hat{\imath}$ *के बीच का कोण* $60°$ *होगा यदि*

(1) $b = \sqrt{3}a/2$
(2) $b = 2a/\sqrt{3}$
(3) $b = a/2$
(4) $b = a$

41. A unit vector $\hat{n}$ on the xy-plane is at an angle of $120°$ with respect to $\hat{\imath}$. The angle between the vectors $\vec{u} = a\hat{\imath} + b\,\hat{n}$ and $\vec{v} = a\hat{n} + b\hat{\imath}$ will be $60°$ if

(1) $b = \sqrt{3}a/2$
(2) $b = 2a/\sqrt{3}$
(3) $b = a/2$
(4) $b = a$

42. $z = x + iy$ *लेते हुए, निम्न फलनों* $f(x,y)$ *में से क्या* z *का (संकुल) वैश्लेषिक फलन* <u>*नहीं*</u> *है ?*

(1) $f(x,y) = (x + iy - 8)^3$
$(4 + x^2 - y^2 + 2ixy)^7$
(2) $f(x,y) = (x + iy)^7(1 - x - iy)^3$
(3) $f(x,y) = (x^2 - y^2 + 2ixy - 3)^5$
(4) $f(x,y) = (1 - x + iy)^4(2 + x + iy)^6$

42. With $z = x + iy$, which of the following functions $f(x,y)$ is <u>NOT</u> a (complex) analytic function of z ?

(1) $f(x,y) = (x + iy - 8)^3$
$(4 + x^2 - y^2 + 2ixy)^7$
(2) $f(x,y) = (x + iy)^7(1 - x - iy)^3$
(3) $f(x,y) = (x^2 - y^2 + 2ixy - 3)^5$
(4) $f(x,y) = (1 - x + iy)^4(2 + x + iy)^6$

43. *विभव* $V(r) = -k/r$, *जहां* k *एक स्थिरांक है, में द्रव्यमान* m *तथा कोणीय संवेग* L *का एक ग्रह एक वृत्ताकार कक्षा में भ्रमण करता है। यदि उसे हल्का त्रिज्यीय क्षोभ दिया जाता है, उसके त्रिज्यीय दोलन की कोणीय आवृत्ति है :*

(1) $mk^2/\sqrt{2}L^3$
(2) mk^2/L^3
(3) $\sqrt{2}mk^2/L^3$
(4) $\sqrt{3}mk^2/L^3$

43. A planet of mass m and an angular momentum L moves in a circular orbit in a potential, $V(r) = -k/r$, where k is a constant. If it is slightly perturbed radially, the angular frequency of radial oscillations is

(1) $mk^2/\sqrt{2}L^3$
(2) mk^2/L^3
(3) $\sqrt{2}mk^2/L^3$
(4) $\sqrt{3}mk^2/L^3$

44. *एक विम में चलते द्रव्यमान m के एक कण का लग्रांजी*

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 - bx$$

से दिया जाता है, जहां b एक स्थिरांक है । (निम्न में c_1 तथा c_2 स्थिरांक लेते हैं) कण निर्देशांक $x(t)$ समय t पर इससे दिया जाता है।

(1) $-\frac{b}{2m}t^2 + c_1t + c_2$

(2) $c_1t + c_2$

(3) $c_1\cos\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sin\left(\frac{bt}{m}\right)$

(4) $c_1\cosh\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sinh\left(\frac{bt}{m}\right)$

44. The Lagrangian of a particle of mass m moving in one dimension is given by

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 - bx$$

where b is a positive constant. The coordinate of the particle $x(t)$ at time t is given by: (in the following c_1 and c_2 are constants)

(1) $-\frac{b}{2m}t^2 + c_1t + c_2$

(2) $c_1t + c_2$

(3) $c_1\cos\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sin\left(\frac{bt}{m}\right)$

(4) $c_1\cosh\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sinh\left(\frac{bt}{m}\right)$

45. *एकसमान त्रिज्या r तथा लंबाई ℓ का एक बेलन तथा त्रिज्या R का एक गोला एक आनत समतल पर छोडे जाते हैं जब दोनों के संहति–केन्द्र एक ही ऊँचाई पर हैं । यदि वे फिसले बिना लोटन करते हैं तथा यदि गोला समतल के अधोभाग पर गति V के साथ पहुंचता है, तो बेलन समतल के अधोभाग पर इस गति के साथ पहुंचेगा:*

(1) $V\sqrt{\frac{14r\ell}{15R^2}}$

(2) $4V\sqrt{\frac{r}{15R}}$

(3) $\frac{4V}{\sqrt{15}}$

(4) $V\sqrt{\frac{14}{15}}$

45. A uniform cylinder of radius r and length ℓ, and a uniform sphere of radius R are released on an inclined plane when their centres of mass are at the same height. If they roll down without slipping, and if the sphere reaches the bottom of the plane with a speed V, then the speed of the cylinder when it reaches the bottom is:

(1) $V\sqrt{\frac{14r\ell}{15R^2}}$

(2) $4V\sqrt{\frac{r}{15R}}$

(3) $\frac{4V}{\sqrt{15}}$

(4) $V\sqrt{\frac{14}{15}}$

भाग 'ग' PART 'C'

46. *सदिश विभव के घटक* $A_\mu \equiv (A_0, A_1, A_2, A_3)$, $A_\mu = k(-xyz, yzt, zxt, xyt)$ *से दिये जाते हैं, जहां* k *एक स्थिरांक है। विद्युत क्षेत्र के तीन घटक हैं :*

(1) $k(yz, zx, xy)$ (2) $k(x, y, z)$

(3) (0, 0, 0) (4) $k(xt, yt, zt)$

46. The components of a vector potential $A_\mu \equiv (A_0, A_1, A_2, A_3)$ are given by

$$A_\mu = k(-xyz, yzt, zxt, xyt)$$

where k is a constant. The three components of the electric field are

(1) $k(yz, zx, xy)$ (2) $k(x, y, z)$

(3) (0, 0, 0) (4) $k(xt, yt, zt)$

47. *बॉर्न सन्निकटन में, युकावा विभव* $V(r) = \frac{\beta e^{-\mu r}}{r}$ *के लिय (निम्न में* $b = 2k\sin\frac{\theta}{2}, E = \hbar^2k^2/2m$*) प्रकीर्णी आयाम* $f(\theta)$ *इससे दिया जाता है :*

(1) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^2}$ (2) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)}$

(3) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2\sqrt{\mu^2+b^2}}$ (4) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^3}$

47. In the Born approximation, the scattering amplitude $f(\theta)$ for the Yukawa potential

$$V(r) = \frac{\beta e^{-\mu r}}{r}$$

is given by: (in the following $b = 2k\sin\frac{\theta}{2}, E = \hbar^2k^2/2m$)

(1) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^2}$ (2) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)}$

(3) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2\sqrt{\mu^2+b^2}}$ (4) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^3}$

48. *यदि विभव* $V = V(r)$ *के साथ वाली हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक फलन को* ψ_{nlm} *निर्दिष्ट करता है, तो अवस्था* $\psi = \frac{1}{5}[3\psi_{211} + \psi_{210} - \sqrt{15}\,\psi_{21-1}]$ *में संकारक* $L_x^2 + L_y^2$ *का प्रत्याशित मान है :*

(1) $39\hbar^2/25$ (2) $13\hbar^2/25$

(3) $2\,\hbar^2$ (4) $26\hbar^2/25$

48. If ψ_{nlm} denotes the eigenfunction of the Hamiltonian with a potential $V = V(r)$ then the expectation value of the operator $L_x^2 + L_y^2$ in the state

$$\psi = \frac{1}{5}[3\psi_{211} + \psi_{210} - \sqrt{15}\,\psi_{21-1}]$$

is

(1) $39\hbar^2/25$
(2) $13\hbar^2/25$
(3) $2\,\hbar^2$
(4) $26\hbar^2/25$

49. *xy-समतल में रखी गयी, 1.0 से.मी.^{2} क्षेत्रफल वाली एक पतली धातवी चद्दर के अंदर y-अक्ष की दिशा में दोलायमान धारा $I(t) = I_0 \exp(-i\omega t)$ प्रवाहित होती है। धातवी चद्दर के सतहों से प्रसारित ऊर्जा की गति इकाई क्षेत्रफल पर 100 मी. दूरी पर है:*

(1) $I_0\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(2) $I_0{}^2\omega^2/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(3) $I_0{}^2\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(4) $I_0\omega^2/(24\pi\varepsilon_0 c^3)$

49. An oscillating current $I(t) = I_0 \exp(-i\omega t)$ flows in the direction of the y-axis through a thin metal sheet of area 1.0 cm^2 kept in the xy-plane. The rate of total energy radiated per unit area from the surfaces of the metal sheet at a distance of 100 m is

(1) $I_0\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(2) $I_0{}^2\omega^2/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(3) $I_0{}^2\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(4) $I_0\omega^2/(24\pi\varepsilon_0 c^3)$

50. *एक द्वि–विमीय अनंत चौकोर कूप*

$$V(x,y) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \quad 0 < y < a \\ \infty & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

के बारे में विचारें। उसके प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक फलन हैं

$$\psi_{n_x,n_y}(x,y) = \frac{2}{a}\sin\left(\frac{n_x\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n_y\pi y}{a}\right)$$

जहां $n_x, n_y = 1,2,3,\cdots$। यदि अब एक क्षोभ

$$H' = \begin{cases} V_0 & 0 < x < a/2\,, \quad 0 < y < a/2 \\ 0 & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

लागू किया जाता है, तो प्रथम उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा पर कोटि V_0 तक का संशोधन है :

(1) $\frac{V_0}{4}$
(2) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{64}{9\pi^2}\right]$
(3) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{16}{9\pi^2}\right]$
(4) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{32}{9\pi^2}\right]$

50. Consider a two-dimensional infinite square well

$$V(x,y) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \quad 0 < y < a \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

Its normalized eigenfunctions are

$$\psi_{n_x,n_y}(x,y) = \frac{2}{a}\sin\left(\frac{n_x\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n_y\pi y}{a}\right)$$

where $n_x, n_y = 1,2,3,\cdots$. If a perturbation

$$H' = \begin{cases} V_0 & 0 < x < \frac{a}{2},\ 0 < y < \frac{a}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

is applied, then the correction to the energy of the first excited state to order V_0 is

(1) $\frac{V_0}{4}$ (2) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{64}{9\pi^2}\right]$

(3) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{16}{9\pi^2}\right]$ (4) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{32}{9\pi^2}\right]$

51. *दो आइसिंग प्रचकण तंत्र, S_1 तथा S_2 जो अन्योन्यक्रिया ऊर्जा $\varepsilon = -J S_1 S_2$ के साथ जब ताप T पर ऊष्मिक साम्यावस्था में हैं, तब ± 1 मान रखते हैं, इसके बारे में विचारें । अत्याधिक T के लिये, प्रणाली की माध्य ऊर्जा $C/k_B T$ के अनुसार बदलती है, जहां C है :*

(1) $-2J^2$ (2) $-J^2$
(3) J^2 (4) $4J$

51. Consider a system of two Ising spins S_1 and S_2 taking values ± 1 with interaction energy given by $\varepsilon = -J S_1 S_2$, when it is in thermal equilibrium at temperature T. For large T, the average energy of the system varies as $C/k_B T$, with C given by

(1) $-2J^2$ (2) $-J^2$
(3) J^2 (4) $4J$

52. *तीन कण A, B, C जिनमें हर एक का धर्म S है जो दो मान ± 1 ले सकता है । मानें कि किसी क्षण में $S_A = 1$, $S_B = 1$ तथा $S_C = -1$ हैं। दूसरे क्षण में हर $S, -S$ में परिवर्तित, प्रायिकता $1/3$ के साथ हो सकता है। $S_A + S_B + S_C$ अपरिवर्तित रहे, इसकी प्रायिकता है :*

(1) 2/3 (2) 1/3
(3) 2/9 (4) 4/9

52. Consider three particles A, B and C, each with an attribute S that can take two values ± 1. Let $S_A = 1$, $S_B = 1$ and $S_C = -1$ at a given instant. In the next instant, each S value can change to $-S$ with probability 1/3. The probability that $S_A + S_B + S_C$ remains unchanged is

(1) 2/3 (2) 1/3
(3) 2/9 (4) 4/9

53. *विचरणात्मक अभिप्रायोगिक फलन $\psi(x) = A\exp(-bx^2)$ के उपयोग से, आकर्षिक डेल्टा–फलन विभव युक्त हैमिल्टनी, अर्थात्, $H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$ की आद्यावस्था ऊर्जा का परिसर है :*
[संकेत: $\int_0^\infty e^{-t} t^a dt = \Gamma(a+1)$]

(1) $-m\alpha^2/4\pi\hbar^2$ (2) $-m\alpha^2/2\pi\hbar^2$

(3) $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$ (4) $-m\alpha^2/\sqrt{5}\pi\hbar^2$

53. The bound on the ground state energy of the Hamiltonian with an attractive delta-function potential, namely

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$$

using the variational principle with the trial wavefunction $\psi(x) = A\exp(-bx^2)$ is

[Note: $\int_0^\infty e^{-t}t^a dt = \Gamma(a+1)$]

(1) $-m\alpha^2/4\pi\hbar^2$

(2) $-m\alpha^2/2\pi\hbar^2$

(3) $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$

(4) $-m\alpha^2/\sqrt{5}\pi\hbar^2$

54. *दो पृथक तंत्रों के बारे में विचारें, जिन में से हर एक में तीन सर्वसम अन्योन्यक्रियाहीन कण हैं। दोनों के एकल कण अवस्थायें, ऊर्जायें ε_0, $3\varepsilon_0$ तथा $5\varepsilon_0$ $(\varepsilon_0 > 0)$ के साथ हैं, जहां एक तंत्र प्रचकण- $\frac{1}{2}$ वाले प्रणाली फेर्मियानों से समष्टित है तथा दूसरी, बोसॉनों से समष्टित है। जहां E_F तथा E_B क्रमशः फेर्मियानिक तथा बोसॉनिक तंत्रों की आद्य अवस्था ऊर्जायें हैं, $E_F - E_B$ का मूल्य क्या है ?*

(1) $6\varepsilon_0$

(2) $2\varepsilon_0$

(3) $4\varepsilon_0$

(4) ε_0

54. Consider two different systems each with three identical non-interacting particles. Both have single particle states with energies ε_0, $3\varepsilon_0$ and $5\varepsilon_0$, $(\varepsilon_0 > 0)$. One system is populated by spin- $\frac{1}{2}$ fermions and the other by bosons. What is the value of $E_F - E_B$ where E_F and E_B are the ground state energies of the fermionic and bosonic systems respectively?

(1) $6\varepsilon_0$

(2) $2\varepsilon_0$

(3) $4\varepsilon_0$

(4) ε_0

55. *एक अभिबंधी प्रवर्धक का निवेश $V_i(t) = V_i\sin(\omega t + \theta_i)$ के अनुसार है, जहां V_i, ω, θ_i क्रमशः निवेश संकेत के आयाम, आवृत्ति तथा कला हैं। इस संकेत को एक निर्देश संकेत जिसकी आवृत्ति ω वही है, आयाम V_r तथा कला θ_r हैं, से गुणा किया जाता है। यदि गुणा किये गये संकेत एक निम्न आवृत्ति निस्यन्दक, जिसका अंतक आवृत्ति ω है, को दिया जाता है, तो अंतिम निर्गम संकेत है :*

(1) $\frac{1}{2}V_iV_r\cos(\theta_i - \theta_r)$

(2) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) - \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

(3) $V_iV_r\sin(\theta_i - \theta_r)$

(4) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) + \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

55. The input to a lock-in amplifier has the form $V_i(t) = V_i\sin(\omega t + \theta_i)$ where V_i, ω, θ_i are the amplitude, frequency and phase of the input signal respectively. This signal is multiplied by a reference signal of the same frequency ω, amplitude V_r and phase θ_r. If the multiplied signal is fed to a low pass filter of cut-off frequency ω, then the final output signal is

(1) $\frac{1}{2}V_iV_r\cos(\theta_i - \theta_r)$

(2) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) - \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

(3) $V_iV_r\sin(\theta_i - \theta_r)$

(4) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) + \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

56. *सीमा प्रतिबंध* $u(0,t) = 0 = u(L,t)$ *तथा प्रारम्भिक प्रतिबंध* $u(x,0) = \sin(\pi x/L)$ *तथा* $\frac{\partial}{\partial t}u(x,t)|_{t=0} = \sin(2\pi x/L)$ *को तृप्त करता हुआ आंशिक अवकल समीकरण*

$\frac{\partial^2}{\partial t^2}u(x,t) - \frac{\partial^2}{\partial x^2}u(x,t) = 0$ *का हल है :*

(1) $\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\cos(2\pi t/L)$
(2) $2\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) - \sin(\pi x/L)\cos(2\pi t/L)$
(3) $\sin(\pi x/L)\cos(2\pi t/L) + \frac{L}{\pi}\sin(2\pi x/L)\sin(\pi t/L)$
(4) $\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\sin(2\pi t/L)$

56. The solution of the partial differential equation

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}u(x,t) - \frac{\partial^2}{\partial x^2}u(x,t) = 0$$

satisfying the boundary conditions $u(0,t) = 0 = u(L,t)$ and initial conditions $u(x,0) = \sin(\pi x/L)$ and $\frac{\partial}{\partial t}u(x,t)|_{t=0} = \sin(2\pi x/L)$ is

(1) $\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\cos(2\pi t/L)$
(2) $2\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) - \sin(\pi x/L)\cos(2\pi t/L)$
(3) $\sin(\pi x/L)\cos(2\pi t/L) + \frac{L}{\pi}\sin(2\pi x/L)\sin(\pi t/L)$
(4) $\sin(\pi x/L)\cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\sin(2\pi t/L)$

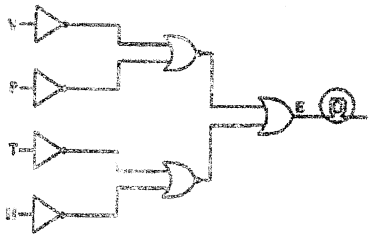
57. *हाईड्रोजन-ड्यूटीरियम् अणु* HD *के बारे में विचारें। यदि दो परमाणुओं के बीच की दूरी* 0.08 *नैनो मीटर है, तथा हाईड्रोजन परमाणु भार* 938 MeV/c^2 *है, तो दो न्यूनतम घूर्णी अवस्था ऊर्जाओं में अंतर* ΔE *लगभग है :*

(1) 10^{-1}eV
(2) 10^{-2}eV
(3) 2×10^{-2}eV
(4) 10^{-3}eV

57. Consider the hydrogen-deuterium molecule HD. If the mean distance between the two atoms is 0.08 nm and the mass of the hydrogen atom is 938 MeV/c^2, then the energy difference ΔE between the two lowest rotational states is approximately

(1) 10^{-1}eV
(2) 10^{-2}eV
(3) 2×10^{-2}eV
(4) 10^{-3}eV

58. *एक मोटर गाड़ी की गति* v, *टायर दाब* p, *ताप* t *तथा आपेक्षिक आर्द्रता* h *को क्रमशः चार अंकरूप निर्गम* V, P, T, H *मॉनीटर करते हैं, जो, जब प्राचल क्रमशः* 85 *कि. मी. प्रति घंटा,* 2 *बॉर,* 40° *तथा* 50% *से ऊपर हो जाते हैं,* 0 *से* 1 *में परिवर्तित होते हैं। निर्गम* E *पर बत्ती को जलाने के लिये एक तर्क परिपथ का प्रयोग किया जाता है।*



निम्न प्रतिबंधों में क्या बत्ती को जलायेगी ?

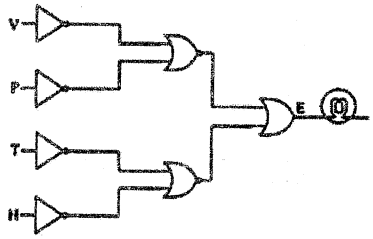
(1) $v < 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C , $h > 50$ %

(2) $v < 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(3) $v > 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(4) $v > 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t < 40°$ C, $h > 50$ %

58. Four digital outputs V, P, T and H monitor the speed v, tyre pressure p, temperature t and relative humidity h of a car. These outputs switch from 0 to 1 when the values of the parameters exceed 85 km/hr, 2 bar, 40° C and 50%, respectively. A logic circuit that is used to switch ON a lamp at the output E is shown below.



Which of the following conditions will switch the lamp ON ?

(1) $v < 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C , $h > 50$ %

(2) $v < 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(3) $v > 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(4) $v > 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t < 40°$ C, $h > 50$ %

59. *प्रारंभिक प्रतिबंध* $x(0) = 1$ *के साथ, अवकल समीकरण* $\frac{dx}{dt} = x^2$ *का हल फूट पड़ता है जब* t *इसके निकट आता है :*

(1) 1 **(2)** 2

(3) 1/2 **(4)** ∞

59. The solution of the differential equation

$$\frac{dx}{dt} = x^2$$

with the initial condition $x(0) = 1$ will blow up as t tends to

(1) 1
(2) 2
(3) 1/2
(4) ∞

60. *मानें कि u अंतराल [0,1] में एकसमान बंटित यादृच्छिक चर है तथा $V = -c \ln u$ जहां c एक वास्तविक स्थिरांक है। यदि अंतराल [0,∞) में मानक विचलन एक के साथ V को चरघातांकीरूप में बंटित होना है तो c का मान होना चाहिए:*

(1) $\ln 2$
(2) 1/2
(3) 1
(4) −1

60. Let u be a random variable uniformly distributed in the interval [0,1] and $V = -c \ln u$, where c is a real constant. If V is to be exponentially distributed in the interval [0,∞) with unit standard deviation, then the value of c should be

(1) $\ln 2$
(2) 1/2
(3) 1
(4) −1

61. $\frac{1}{s^2(s+1)}$ *का व्युत्क्रम लप्लास रूपान्तरण है :*

(1) $\frac{1}{2}t^2e^{-t}$
(2) $\frac{1}{2}t^2 + 1 - e^{-t}$
(3) $t - 1 + e^{-t}$
(4) $\frac{1}{2}t^2\,(1 - e^{-t})$

61. The inverse Laplace transform of $\frac{1}{s^2(s+1)}$ is

(1) $\frac{1}{2}t^2e^{-t}$
(2) $\frac{1}{2}t^2 + 1 - e^{-t}$
(3) $t - 1 + e^{-t}$
(4) $\frac{1}{2}t^2\,(1 - e^{-t})$

62. *d दिक्स्थान–विम में एक दृढ़–पिंड की स्वातंत्र्य कोटि की संख्या होगी*

(1) $2d$
(2) 6
(3) $d(d+1)/2$
(4) $d!$

62. The number of degrees of freedom of a rigid body in d space-dimensions is

(1) $2d$
(2) 6
(3) $d(d+1)/2$
(4) $d!$

63. *द्रव्यमान m का एक कण अपनी विभव ऊर्जा $V(x) = ax - bx^3$ की स्थायी साम्यावस्था स्थान में है, जहां a, b स्थिरांक हैं। उसकी गति को अस्थायी बनाने के लिये उसको न्यूनतम वेग इतना देना चाहिये :*

(1) $(64a^3/9m^2b)^{1/4}$ (2) $(64a^3/27m^2b)^{1/4}$

(3) $(16a^3/27m^2b)^{1/4}$ (4) $(3a^3/64m^2b)^{1/4}$

63. A particle of mass m is at the stable equilibrium position of its potential energy

$$V(x) = ax - bx^3$$

where a, b are positive constants. The minimum velocity that has to be imparted to the particle to render its motion unstable is

(1) $(64a^3/9m^2b)^{1/4}$ (2) $(64a^3/27m^2b)^{1/4}$

(3) $(16a^3/27m^2b)^{1/4}$ (4) $(3a^3/64m^2b)^{1/4}$

64. *यदि आव्यूह A तथा B क्रमविनिमेय संबंध $[A, B] = I$ को तृप्त करते हैं जहाँ I तत्समक संकारक है, तो*

(1) $[e^A, B] = e^A$ (2) $[e^A, B] = [e^B, A]$

(3) $[e^A, B] = [e^{-B}, A]$ (4) $[e^A, B] = I$

64. If the operators A and B satisfy the commutation relation $[A, B] = I$, where I is the identity operator, then

(1) $[e^A, B] = e^A$ (2) $[e^A, B] = [e^B, A]$

(3) $[e^A, B] = [e^{-B}, A]$ (4) $[e^A, B] = I$

65. *एक तंत्र हैमिल्टनी*

$$H = \frac{1}{2}(p_x - ay)^2 + \frac{1}{2}(p_y - bx)^2$$

से नियंत्रित है, जहां a तथा b स्थिरांक हैं, एवं p_x, p_y, x तथा y के संवेग संयुग्मी हैं। a तथा b के किन मानों पर राशियां $(p_x - 3y)$ एवं $(p_y + 2x)$ संरक्षित होंगी ?

(1) $a = -3,\ b = 2$ (2) $a = 3,\ b = -2$

(3) $a = 2,\ b = -3$ (4) $a = -2,\ b = 3$

65. A system is governed by the Hamiltonian

$$H = \frac{1}{2}(p_x - ay)^2 + \frac{1}{2}(p_y - bx)^2$$

where a and b are constants and p_x, p_y are momenta conjugate to x and y respectively.

For what values of a and b will the quantities $(p_x - 3y)$ and $(p_y + 2x)$ be conserved?

(1) $a = -3,\ b = 2$
(2) $a = 3,\ b = -2$
(3) $a = 2,\ b = -3$
(4) $a = -2,\ b = 3$

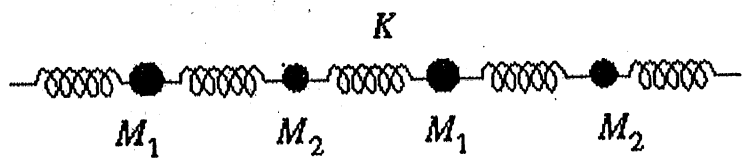
66. *आवृत्ति निर्भर ड्रूड़ फार्मुला के उपयोग से, संचारण–लाइन की तरह उपयोग में आने वाली धात्विक तार का प्रभावी गतिज प्रेरकत्व क्या है ? [निम्न में इलेक्ट्रोन द्रव्यमान m, इलेक्ट्रोन घनत्व n, तार–दीर्घता ℓ, तथा तार अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A हैं]*

(1) $mA/(ne^2\ell)$
(2) zero
(3) $m\ell/(ne^2A)$
(4) $m\sqrt{A}/(ne^2\ell^2)$

66. Using the frequency-dependent Drude formula, what is the effective kinetic inductance of a metallic wire that is to be used as a transmission line? [In the following, the electron mass is m, density of electrons is n, and the length and cross-sectional area of the wire are ℓ and A respectively.]

(1) $mA/(ne^2\ell)$
(2) zero
(3) $m\ell/(ne^2A)$
(4) $m\sqrt{A}/(ne^2\ell^2)$

67. *द्रव्यमान M_1 तथा M_2 के साथ निम्न एक–विमीय द्वि–परमाणवीय जालक (जैसे चित्र में दर्शाया गया है) के लिये फोटोन परिक्षेपण*

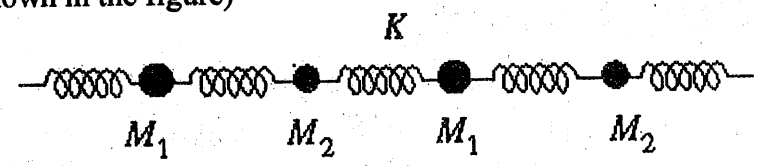


$$\omega^2(q) = K\left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}\right)\left[1 \pm \sqrt{1 - \frac{4M_1M_2}{(M_1+M_2)^2}\sin^2\left(\frac{qa}{2}\right)}\right]$$

से दिया जाता है, जहां a जालक प्राचल तथा K कमानी स्थिरांक हैं। ध्वनि की गति है :

(1) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{2M_1M_2}}\,a$
(2) $\sqrt{\frac{K}{2(M_1+M_2)}}\,a$
(3) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{M_1M_2}}\,a$
(4) $\sqrt{\frac{KM_1M_1}{2(M_1+M_2)^3}}\,a$

67. The phonon dispersion for the following one-dimensional diatomic lattice with masses M_1 and M_2 (as shown in the figure)



is given by

$$\omega^2(q) = K\left(\frac{1}{M_1}+\frac{1}{M_2}\right)\left[1 \pm \sqrt{1-\frac{4M_1M_2}{(M_1+M_2)^2}\sin^2\left(\frac{qa}{2}\right)}\right]$$

where a is the lattice parameter and K is the spring constant. The velocity of sound is

(1) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{2M_1M_2}}\,a$ (2) $\sqrt{\frac{K}{2(M_1+M_2)}}\,a$

(3) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{M_1M_2}}\,a$ (4) $\sqrt{\frac{KM_1M_1}{2(M_1+M_2)^3}}\,a$

68. *एक हल्की नाभिक* (Z,A) *की बंधन–ऊर्जा* MeV *में, सन्निकटित फार्मुला*

$$B(A,Z) \approx 16A - 20A^{2/3} - \frac{3}{4}Z^2A^{-1/3} + 30\frac{(N-Z)^2}{A}$$

से दी जाती है, जहां $N = A - Z$, *न्यूट्रॉन संख्या है। किसी* A *के सदृश समभारिक परमाणुओं में सबसे स्थायी परमाणु का* Z *मान है :*

(1) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{160}\right)^{-1}$ (2) $\frac{A}{2}$

(3) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{120}\right)^{-1}$ (4) $\frac{A}{2}\left(1+\frac{A^{4/3}}{64}\right)$

68. The binding energy of a light nucleus (Z, A) in MeV is given by the approximate formula

$$B(A,Z) \approx 16A - 20A^{2/3} - \frac{3}{4}Z^2A^{-1/3} + 30\frac{(N-Z)^2}{A}$$

where $N = A - Z$ is the neutron number. The value of Z of the most stable isobar for a given A is

(1) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{160}\right)^{-1}$ (2) $\frac{A}{2}$

(3) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{120}\right)^{-1}$ (4) $\frac{A}{2}\left(1+\frac{A^{4/3}}{64}\right)$

69. *कण* a *तथा उसके प्रतिकण के विलोपन, अर्थात् प्रकिया* $a + \bar{a} \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ *से म्यूऑन निर्मित होते हैं ।*

म्यूआन का विराम द्रव्यमान 105 MeV/c^2 *है तथा उचित जीव काल* 2 *माइक्रो सेकण्ड है। यदि संघट्ट ऊर्जा संहति–केन्द्र फ्रेम में* 2.1 GeV *है तो अन्योन्यक्रिया बिन्दु से* 6 *कि. मी. दूरी पर स्थित संसूचक पर पहुंचने से पहले म्यूऑनों का यह भिन्न क्षय होगा ।*

(1) e^{-1} (2) $1 - e^{-1}$

(3) $1 - e^{-2}$ (4) e^{-10}

69. Muons are produced through the annihilation of particle a and its antiparticle, namely the process

$$a + \bar{a} \rightarrow \mu^+ + \mu^-$$

A muon has a rest mass of 105 MeV/c^2 and its proper life time is 2 μs. If the center of mass energy of the collision is 2.1 GeV in the laboratory frame that coincides with the center-of-mass frame, then the fraction of muons that will decay before they reach a detector placed 6 km away from the interaction point is

(1) e^{-1} (2) $1 - e^{-1}$

(3) $1 - e^{-2}$ (4) e^{-10}

70. *0.75 कि.मी. दीर्घ द्वि–तार संचारण लाइन में दो चालक केन्द्र से केन्द्र दूरी 0.2 मी. अलग हैं। यदि हर चालक का व्यास 4 से.मी. है, तो लाइन की धारिता है*

(1) 8.85 μF (2) 88.5 nF
(3) 8.85 pF (4) 8.85 nF

70. The conductors in a 0.75 km long two-wire transmission line are separated by a centre-to-centre distance of 0.2 m. If each conductor has a diameter of 4 cm, then the capacitance of the line is

(1) 8.85 μF (2) 88.5 nF
(3) 8.85 pF (4) 8.85 nF

71. *एक–विमीय धातु का इलेक्ट्रोन परिक्षेपण संबंध*

$$\varepsilon_k = 2\varepsilon_0 \left[\sin^2 \frac{ka}{2} - \frac{1}{6} \sin^2 ka \right]$$

से दिया जाता है, जहां k संवेग, a जालक स्थिरांक, ε_0 एक स्थिरांक जिसकी विमा ऊर्जा का है, तथा $|ka| \leq \pi$ है। यदि चालक बैंड में हर परमाणु के इलेक्ट्रोनों की माध्य संख्या 1/3 है, तो फ़र्मी ऊर्जा है :

(1) $\varepsilon_0/4$ (2) ε_0
(3) $2\varepsilon_0/3$ (4) $5\varepsilon_0/3$

71. The electron dispersion relation for a one-dimensional metal is given by

$$\varepsilon_k = 2\varepsilon_0 \left[\sin^2 \frac{ka}{2} - \frac{1}{6} \sin^2 ka \right]$$

where k is the momentum, a is the lattice constant, ε_0 is a constant having dimensions of energy and $|ka| \leq \pi$. If the average number of electrons per atom in the conduction band is 1/3, then the Fermi energy is

(1) $\varepsilon_0/4$
(2) ε_0
(3) $2\varepsilon_0/3$
(4) $5\varepsilon_0/3$

72. *हाईड्रोजन परमाणु की इलेक्ट्रोनिक ऊर्जा अवस्थायें* $E_n = -13.6/n^2$eV *से दिये जाते हैं। यदि एक लेसर के उपयोग से* $n = 100$ *स्तर तक वरणात्मक उत्तेजन कराना है, तो लेसर का उच्चतम अनुमत आवृत्ति रेखा–विस्तार है:*

(1) 6.5 MHz
(2) 6.5 GHz
(3) 6.5 Hz
(4) 6.5 kHz

72. The electronic energy levels in a hydrogen atom are given by $E_n = -13.6/n^2$ eV. If a selective excitation to the $n = 100$ level is to be made using a laser, the maximum allowed frequency line-width of the laser is

(1) 6.5 MHz
(2) 6.5 GHz
(3) 6.5 Hz
(4) 6.5 kHz

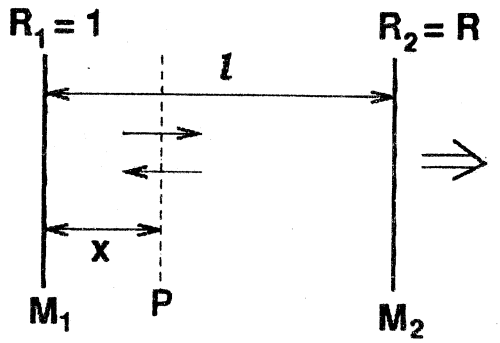
73. *द्विविम इलोक्ट्रोन तंत्र की ऊर्जा परिक्षेपण यदि* $E = u\hbar k$ *है, जहां* u *गति तथा* k *संवेग हैं, अवस्था घनत्व* $D(E)$ *ऊर्जा पर इस प्रकार निर्भर है :*

(1) $1/\sqrt{E}$
(2) $\sqrt{E}$
(3) E
(4) constant

73. If the energy dispersion of a two-dimensional electron system is $E = u\hbar k$ where u is the velocity and k is the momentum, then the density of states $D(E)$ depends on the energy as

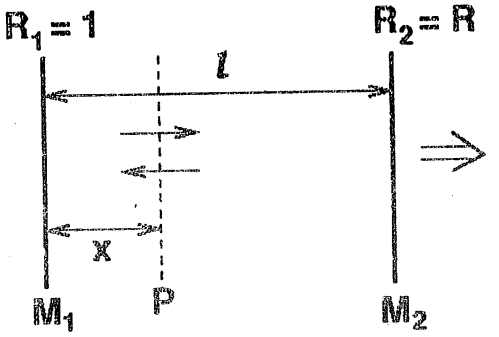
(1) $1/\sqrt{E}$
(2) $\sqrt{E}$
(3) E
(4) constant

74. *चित्र में दर्शाये गये लेसर अनुनादक गुहिका के बारे में विचारें :*
यदि दर्पण M_1 *पर विकिरण की तीव्रता* I_1 *है, तथा* α *दर्पणों के बीच के माध्यम की लब्धि गुणांक है,* M_1 *से दूरी* x *पर समतल* P *पर फ़ोटोनों की ऊर्जा घनत्व है :*



(1) $(I_1/c)e^{-\alpha x}$
(2) $(I_1/c)e^{\alpha x}$
(3) $(I_1/c)(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})$
(4) $(I_1/c)e^{2\alpha x}$

74. Consider the laser resonator cavity shown in the figure.



If I_1 is the intensity of the radiation at mirror M_1 and α is the gain coefficient of the medium between the mirrors, then the energy density of photons in the plane P at a distance x from M_1 is

(1) $(I_1/c)e^{-\alpha x}$ (2) $(I_1/c)e^{\alpha x}$

(3) $(I_1/c)(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})$ (4) $(I_1/c)e^{2\alpha x}$

75. *प्रचक्रण ½ वाला एक कण* A *का क्षय* $A \rightarrow B + C + D$ *के अनुसार होता है, जहां विदित है कि* B *तथा* C *भी प्रचक्रण ½ वाले कण हैं। कण* D *के लिये अनुमत प्रचक्रण मूल्यों का संपूर्ण समुच्चय है :*

(1) $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}, 3, \cdots$ (2) 0, 1

(3) केवल $\frac{1}{2}$ (4) $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \cdots$

75. A spin-½ particle A undergoes the decay

$$A \rightarrow B + C + D$$

where it is known that B and C are also spin-½ particles. The complete set of allowed values of the spin of the particle D is

(1) $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}, 3, \cdots$ (2) 0, 1

(3) $\frac{1}{2}$ only (4) $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \cdots$