क्रमांक 43

H

2012 (I)
भौतिक विज्ञान
प्रश्न पत्र

विषय कोड	पुस्तिका कोड
5	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 करे, 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 ढूंढना 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. केलकुलेटर 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

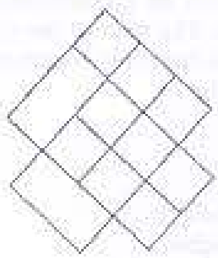
H

भाग A

1. निश्चल हवा में जलती हुई अगरबत्ती की सुगंध प्रेक्षक द्वारा सबसे जल्दी पहचानी जा सकती है जब यह प्रयोग किया जाता है,

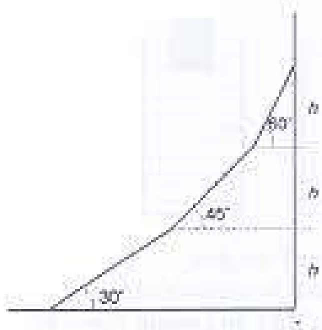
    1. न्यून तुंगता व उच्च तापमान में ।
    2. उच्च तुंगता व न्यून तापमान में ।
    3. न्यून तुंगता व न्यून तापमान में ।
    4. उच्च तुंगता व उच्च तापमान में ।

2. चित्र में कितने वर्ग हैं ?



1. 9	2. 14
3. 15	4. 17

3. एक पहाड़ी रास्ता तीन अलग प्रावण्य वाले भागों में बँटा है, जैसे दर्शाया गया है । पूरी चढ़ाई का औसत प्रावण्य m क्या है ?



1. 1	2. $(1/3) < m < (1/2)$
3. $1 < m < \sqrt{3}$	4. $(1/\sqrt{3}) < m < 1$

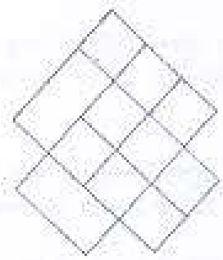
4. तापमान को स्थिर रखते हुए एक संतृप्त शक्कर का घोल बनाया जाता है । इस प्रक्रिया में, निम्न में से कौनसा चित्र शक्कर की सांद्रता व कुल मिलाये गये शक्कर की द्रव्यमान के बीच के रिश्ते को सही दर्शाता है ?

PART A

1. In still air, fragrance of a burning incense stick will be smelt by an observer quickest when the experiment is carried out at

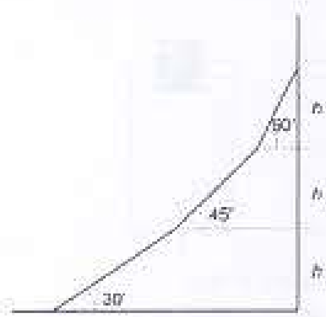
    1. low altitude and high air temperature.
    2. high altitude and low air temperature.
    3. low altitude and low air temperature.
    4. high altitude and high air temperature.

2. How many squares are there in this figure?



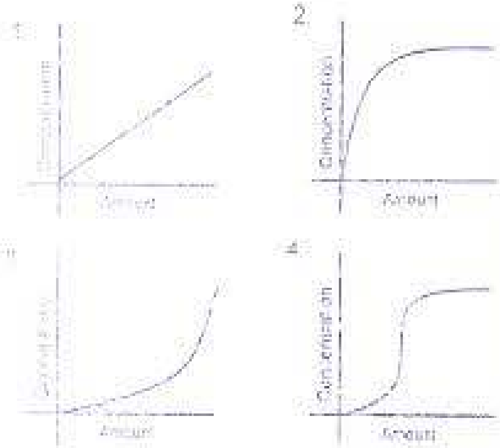
1. 9	2. 14
3. 15	4. 17

3. A mountain road has 3 sections of different slopes as shown. What is the average slope m of the entire climb?



1. 1	2. $(1/3) < m < (1/2)$
3. $1 < m < \sqrt{3}$	4. $(1/\sqrt{3}) < m < 1$

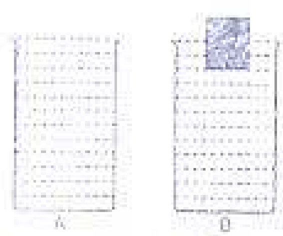
4. Which of the following graphs shows the concentration of a sugar solution as a function of the cumulative amount of sugar added in the process of preparing a saturated solution (the temperature remaining constant)?



5. ज्यामितीय समरूप पर भिन्न ऊँचाई के रेत के ढेर पड़े हैं। दो यादृच्छिक चुने ढेरों के द्रव्यमानों का अनुपात

1. उनकी ऊँचाइयों के अनुपात के समान होगा।
2. उनकी ऊँचाइयों के वर्गों के अनुपात के समान होगा।
3. उनकी ऊँचाइयों के घनों के अनुपात के समान होगा।
4. उनकी ऊँचाइयों के घन मूलों के अनुपात में होगा।

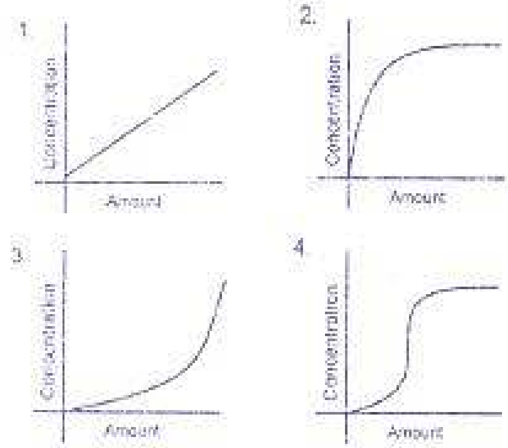
6. आयतन V के दो एकसमान बर्तनों में एक खाली व दूसरे में w वजन का एक लकड़ी का कुंदा है। दोनों बर्तनों में पूर्ण-पूर्ण पानी भरा जाता है। दोनों व्यवस्थाएं चित्र A व B में दर्शायी गयी हैं। अगर पानी का घनत्व ρ है व गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण g है तो



1. A व B समान वजन के हैं।
2. A, B से w अधिक वजनदार है।
3. A, B से $(V\rho g - w)$ अधिक वजनदार है।
4. B, A से $(V\rho g - w)$ अधिक वजनदार है।

7. अगर पिता का रक्तवर्ग O है व माता का AB, उनके बच्चों के रक्तवर्ग क्या-क्या हो सकते हैं?

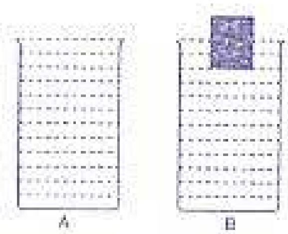
1. O, AB, A
2. A, B
3. A, O
4. B, AB



5. There are sand-piles which are geometrically similar but of different heights. The ratio of the masses of the sand comprising two randomly chosen piles will be equal to the ratio of the

1. pile heights.
2. squares of the pile heights.
3. cubes of the pile heights.
4. cube-roots of the pile heights.

6. There are two identical vessels of volume V each, one empty, and the other containing a block of wood of weight w. The vessels are then filled with water up to the brim. The two arrangements are shown as A and B in the figure. If the density of water is ρ and g is the acceleration due to gravity, then



1. A and B have equal weights.
2. A is heavier than B by an amount w.
3. A is heavier than B by an amount $V\rho g - w$.
4. B is heavier than A by an amount $V\rho g - w$.

7. If the father has blood group O and the mother has blood group AB, what are the possible blood groups of their children?

1. O, AB, A
2. A, B
3. A, O
4. B, AB

8. समान विभवांतर से त्वरित ^{32}P व ^{32}S के नाभिक, एक अचर अनुप्रस्थ चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश करते हैं (P के लिए Z =15 व S के लिए Z =16)। जब वे चुम्बकीय क्षेत्र से बाहर आते हैं, तो

1. दोनों नाभिक बिना किसी विक्षेप के निकलते हैं ।
2. ^{32}P का विक्षेप ^{32}S के विक्षेप से कम है ।
3. ^{32}P का विक्षेप ^{32}S के विक्षेप से अधिक है ।
4. दोनों का विक्षेप समान रहता है ।

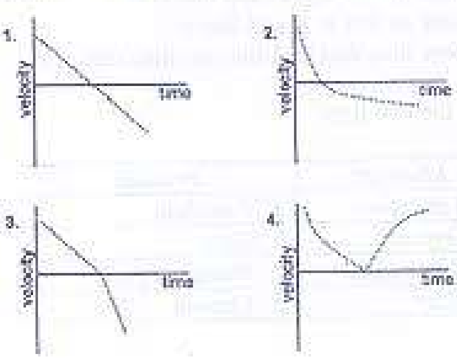
9. जेट वायुयान में एक पर्यटक जो बबलगम चबाता है, उसको जहाज के जमीन पर उतरते समय कान में दर्द नहीं होता, पर दूसरा जो बबलगम नहीं चबाता, उसको कान में दर्द होता है । इसका कारण यह हो सकता है कि

1. बबलगम दर्दनाशक है ।
2. बबलगम का चबाना कानों के दोनों तरफ के दाब का साम्यधारण करता है ।
3. बबलगम के चबाने से कान का परदा बन्द होता है।
4. बबलगम का चबाना दर्द से ध्यान हटाता है ।

10. हर पूर्णिमा में चंद्रग्रहण इसलिये देखा नहीं जाता कि

1. सूर्य का स्थान सभी पूर्णिमाओं में अनुकूल नहीं होता।
2. चन्द्र व पृथ्वी के परिक्रमा पथ के तल एक दूसरे से कम कोणिक अंतर में हैं ।
3. पृथ्वी की आकृति परिपूर्ण गोला नहीं है ।
4. चन्द्र अपनी एक ही गोलार्ध से प्रतिवर्तित करता है।

11. एक लड़का एक पत्थर को किसी एक प्रारंभिक वेग के साथ ऊर्ध्वाधर दिशा में फेंकता है । अगर गुरुत्वाकर्षणीय त्वरण को अचर व एकरूप माना जाये, तो निम्न में से कौन चित्र उसके समय के साथ होने वाले गति परिवर्तन को सही दर्शाता है ?



12. एक ही आकृति, पर अलग–अलग (ρ व 2ρ) घनता वाले दो लटकन एक सख्त एकरूप डण्डे के दोनों छोरों से एक समान लटकाये जाते हैं । जैसे चित्र में दर्शाया गया है, जब डण्डा आलम्ब पर संतुलित रहता है d व d' के बीच का रिश्ता है :

8. Nuclei of ^{32}P and ^{32}S, accelerated through the same potential difference enter a uniform, transverse magnetic field (Z =15 for P and Z = 16 for S). As they emerge from the magnetic field

1. both nuclei emerge undeflected.
2. ^{32}P is deflected less than ^{32}S.
3. ^{32}P is deflected more than ^{32}S.
4. both are equally deflected.

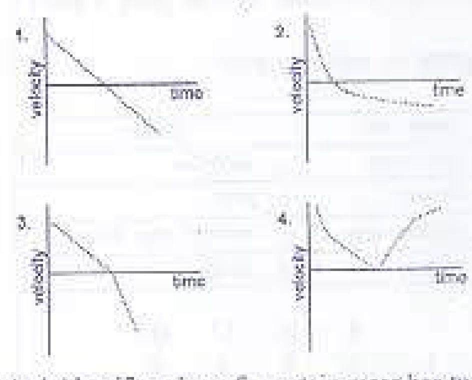
9. A person chewing a bubble gum did not experience ear pain in a jet plane while landing whereas another person not chewing a gum had ear pain. The reason could be

1. chewing gum is a pain killer
2. chewing equilibrates pressure on both sides of the ear drum
3. chewing gum closes the ear drum
4. chewing distracts the person

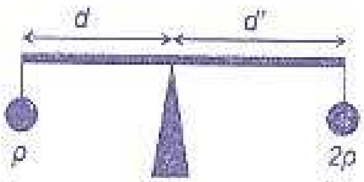
10. The reason why a lunar eclipse does not occur at every full moon is

1. the position of the sun is not favourable at all full moons.
2. the orbital planes of the moon and that of the earth are inclined to each other by a small angle.
3. the shape of the earth is not a perfect sphere.
4. the moon reflects only from one hemisphere.

11. A boy throws a stone vertically upwards with a certain initial velocity. Which of the following graphs depicts the velocity as a function of time, if the acceleration due to gravity is assumed to be uniform and constant?



12. A rigid uniform bar of a certain mass has two bobs of the same size, but with different densities ρ and 2ρ suspended identically from its ends.

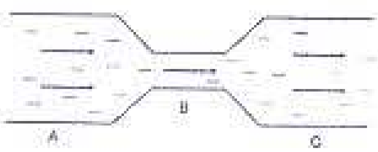


1. $2d = d'$ 2. $d > 2d'$
3. $d = 2d'$ 4. $d < 2d'$

13. बिन्दु A व A' भूमध्य रेखा के ऊपर 0° व 90°पू देशांतर में क्रमशः स्थित हैं । दो और बिन्दु B व B' उन्हीं देशांतरों में क्रमशः, पर 60°द अक्षांश पर स्थित हैं । अक्षांशरेखाओं के ऊपर से A व A' बीच की दूरी, B व B' के बीच की दूरी से इस प्रकार संबंधित है ।

1. $AA' = BB'$ 2. $AA' = 2\,BB'$
3. $AA' = (\sqrt{3})\,BB'$ 4. $AA' = (\sqrt{2})\,BB'$

14.



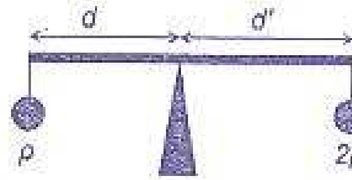
जैसे दर्शाया गया है, एक नली में पानी बह रहा है । A व C के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल समान, व B के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल से अधिक हैं । जब बहाव अक्षुब्ध है, तब B की भित्तियों के ऊपर पड़नेवाला दबाव

1. A व C की तुलना में कम है ।
2. A व C की तुलना में अधिक है ।
3. A व C पर पड़नेवाले दाबों के समान है ।
4. A की तुलना में अधिक, पर C की तुलना में कम ।

15. दोनों सूचियों का सही जोड़ा बनायें :

कच्चा माल	उत्पाद
A. चूना पत्थर	a. पोर्सिलिन
B. जिप्सम	b. काँच
C. सिलिका बालू	c. प्लास्टर ऑफ पैरिस
D. मृत्तिका	d. सिमेंट

	A	B	C	D
1.	a	b	c	d
2.	d	c	b	a
3.	a	c	d	b
4.	d	a	c	b



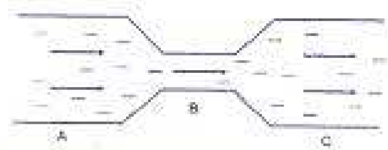
When the bar is level on a fulcrum as shown in the figure, d and d' are related by

1. $2d = d'$ 2. $d > 2d'$
3. $d = 2d'$ 4. $d < 2d'$

13. There are two points A and A' on the equator at longitudes 0° and 90°E, and two other points B and B' on the same longitudes, respectively, but at latitude 60°S. The distances (along the latitudes) between the points A, A' and B, B' are related by

1. $AA' = BB'$ 2. $AA' = 2\,BB'$
3. $AA' = (\sqrt{3})\,BB'$ 4. $AA' = (\sqrt{2})\,BB'$

14.



Water is flowing through a tube as shown. The cross-sectional areas at A and C are equal, and greater than the cross-sectional area at B. If the flow is steady, then the pressure on the walls at B is

1. less than that at A and that at C.
2. more than that at A and that at C.
3. same as that at A and that at C.
4. more than that at A but less than that at C.

15. Match the two lists

Raw Material	*Product*
A. Limestone	a. Porcelain
B. Gypsum	b. Glass
C. Silica sand	c. Plaster of Paris
D. Clay	d. Cement

	A	B	C	D
1.	a	b	c	d
2.	d	c	b	a
3.	a	c	d	b
4.	d	a	c	b

16. करीब ~60,000 साल से पुराने कॉर्बनिक पदार्थों की आयु निर्धारण हेतु ^{14}C प्रणाली का प्रयोग नहीं किया जाता, क्योंकि

1. ऐसे पदार्थों में कार्बन विर्ले ही पाया जाता है ।
2. ऐसे पदार्थ अपने बनावट के पश्चात ^{14}C का संचयन करते हैं ।
3. उस समय ^{14}C का उत्पादन नहीं होता था ।
4. नमूने का अधिकतम ^{14}C विघटित हो चुका होगा ।

17. एक भूकंपमापी *P* तरंग को अंकित करने के 60 सेकेण्ड बाद *S* तरंग को अंकित करता है। अगर *P* व *S* तरंगों की गतियाँ क्रमश: 7 कि० मी० प्रति से० व 6 कि० मी० प्रति से० है,तो भूकंप के केंद्र की भूकंपमापी से दूरी है :

1. 2520कि० मी०　　2. 42 कि० मी०
3. 7070 कि० मी०　　4. 72 कि० मी०

18. रेडियोधर्मी समस्थानिक *P* के विघटन से स्थिर पुत्री समस्थानिक *D* बनती है । दो अर्धायु के बाद *P* व *D* की अणु संख्याओं का अनुपात होगा :

1. 1/4　　2. 3/4
3. 3　　4. 2

19. दो समरूप उपकरणों से मापे गये आंकड़े बिखराव चित्र में दर्शाये गये हैं । चित्रों में बिन्दु A सही मूल्य को दर्शाता है । मापनों की गुणता का सही विवरण निम्न में से किस कथन में मिलता है ?

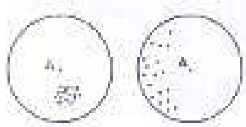


Fig. 1　　Fig. 2

1. चित्र 1 : अच्छी यथार्थता व अच्छी परिशुद्धि
   चित्र 2 : अच्छी यथार्थता व अच्छी परिशुद्धि
2. चित्र 1 : अल्प यथार्थता व अल्प परिशुद्धि
   चित्र 2 : अच्छी यथार्थता व अल्प परिशुद्धि
3. चित्र 1 : अल्प यथार्थता व अच्छी परिशुद्धि
   चित्र 2 : अल्प यथार्थता व अल्प परिशुद्धि
4. चित्र 1 : अल्प यथार्थता व अल्प परिशुद्धि
   चित्र 2 : अल्प यथार्थता व अच्छी परिशुद्धि

20. उच्च तुंगता व समुद्र तल दोनों में यद्यपि CO_2 की मात्रा समान है, उच्च तुंगता की अपेक्षा समुद्र तल पर उगाये जाने वाले पादप में प्रकाश संश्लेषण गति अधिक इसलिये पायी जाती है, कि

1. समुद्रतल पर प्रकाश की तीव्रता अधिक है ।
2. उच्च तुंगता में तापमान कम होता है ।
3. समुद्रतल पर वायुमण्डलीय दवाव अधिक है ।
4. समुद्रतल पर आपेक्षिक आर्द्रता अधिक है ।

16. The ^{14}C dating method is not usually used for dating organic substances older than ~60,000 years, because

1. such objects rarely contain carbon.
2. such objects accumulated ^{14}C after their formation.
3. in those times there was no production of ^{14}C.
4. most of the ^{14}C in the sample would have decayed.

17. A seismograph receives a *S*-wave 60 s after it receives the *P*-wave. If the velocities of *P*- and *S*-waves are 7 km/s and 6 km/s respectively, then the distance of the seismic focus from the seismograph is

1. 2520 km　　2. 42 km
3. 7070 km　　4. 72 km

18. The decay of a radioactive isotope *P* produces a stable daughter isotope *D*. The ratio of the number of atoms of *D* to the number of atoms of *P* after 2 half lives would be

1. 1/4　　2. 3/4
3. 3　　4. 2

19. The scatter plots represent the values measured by two similar instruments. Point A in the figures represents the true value. Which of the following is a correct description of the quality of these measurements?

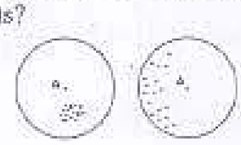


Fig. 1　　Fig. 2

1. Fig.1 : good accuracy, good precision
   Fig. 2 : good accuracy, good precision
2. Fig.1 : poor accuracy, poor precision
   Fig. 2 : good accuracy, poor precision
3. Fig.1 : poor accuracy, good precision
   Fig. 2 : poor accuracy, poor precision
4. Fig.1 : poor accuracy, poor precision
   Fig. 2 : poor accuracy, good precision

20. Even though the concentration of CO_2 is the same at sea level and at high altitude, the photosynthetic rate is higher in a plant grown at sea level than in a plant (of the same species) grown at high altitude. The reason for this is

1. light intensity is more at sea level.
2. temperature is lower at higher altitude.
3. atmospheric pressure is higher at sea level.
4. relative humidity is higher at sea level.

भाग B

21. $x+y+z=5$ से परिभाषित एक तल पर स्थित किसी भी सदिश का लंब सदिश है...

1. $\hat{i}+\hat{j}$ 2. $\hat{j}+\hat{k}$
3. $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$ 4. $2\hat{i}+3\hat{j}+5\hat{k}$

22. आव्यूह $A=\begin{pmatrix}1&2&3\\2&4&6\\3&6&9\end{pmatrix}$ के अभिलक्षणिक मान हैं :

1. $(1, 4, 9)$ 2. $(0, 7, 7)$
3. $(0, 1, 13)$ 4. $(0, 0, 14)$

23. $1\le|z|\le 2$ क्षेत्र में $z=1$ के आसपास $\frac{1}{(z-1)(z-2)}$ के लौरेन्ट श्रेणी के पहले कुछ पद हैं :

1. $\frac{1}{2}\left[1+z+z^2+z^3+\ldots\right]\left[1+\frac{z}{2}+\frac{z^2}{4}+\frac{z^3}{8}+\ldots\right]$
2. $\frac{1}{1-z}+z-(1-z)^2+(1-z)^3+\ldots.$
3. $\frac{1}{z^2}\left[1+\frac{1}{z}+\frac{1}{z^2}+\ldots\right]\left[1+\frac{2}{z}+\frac{4}{z^2}+\ldots\right]$
4. $2(z-1)+5(z-1)^2+7(z-1)^3+\ldots.$

24. किसी निश्चित पदार्थ का विघटनाभिक क्षय माध्य दर λ प्रति सेकण्ड के साथ प्वासों सांख्यिकी का समाधान करती है । सापेक्ष त्रुटि को एक प्रतिशत से कम रखने के लिये विघटनाभिक गणना का न्यूनतम अवकाश (सेकण्ड में) कितनी होनी चाहिए ?

1. $100/\lambda$ 2. $10^4/\lambda^2$
3. $10^4/\lambda$ 4. $1/\lambda$

PART B

21. A vector perpendicular to any vector that lies on the plane defined by $x+y+z=5$, is

1. $\hat{i}+\hat{j}$ 2. $\hat{j}+\hat{k}$
3. $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$ 4. $2\hat{i}+3\hat{j}+5\hat{k}$

22. The eigenvalues of the matrix $A=\begin{pmatrix}1&2&3\\2&4&6\\3&6&9\end{pmatrix}$ are

1. $(1, 4, 9)$ 2. $(0, 7, 7)$
3. $(0, 1, 13)$ 4. $(0, 0, 14)$

23. The first few terms in the Laurent series for $\frac{1}{(z-1)(z-2)}$ in the region $1\le|z|\le 2$, and around $z=1$ is

1. $\frac{1}{2}\left[1+z+z^2+z^3+\ldots\right]\left[1+\frac{z}{2}+\frac{z^2}{4}+\frac{z^3}{8}+\ldots\right]$
2. $\frac{1}{1-z}+z-(1-z)^2+(1-z)^3+\ldots.$
3. $\frac{1}{z^2}\left[1+\frac{1}{z}+\frac{1}{z^2}+\ldots\right]\left[1+\frac{2}{z}+\frac{4}{z^2}+\ldots\right]$
4. $2(z-1)+5(z-1)^2+7(z-1)^3+\ldots.$

24. The radioactive decay of a certain material satisfies Poisson statistics with a mean rate of λ per second. What should be the minimum duration of counting (in seconds) so that the relative error is less than 1%?

1. $100/\lambda$ 2. $10^4/\lambda^2$
3. $10^4/\lambda$ 4. $1/\lambda$

25. मानें कि सम्मिश्र चर $z=x+iy$ के एक वैश्लेषिक फलन $f(z)$ का वास्तविक भाग $u(x,y)=x+\frac{1}{2}(x^2-y^2)$ है । $f(z)$ का अधिकल्पित भाग है :

1. $y+xy$ 2. xy
3. y 4. y^2-x^2

26. मानें कि $y(x)$, अंतराल 0 व 2π के बीच, एक संतत वास्तविक फलन है एवं वह असमघाती अवकल समीकरण $\sin x\frac{d^2y}{dx^2}+\cos x\frac{dy}{dx}=\delta\left(x-\frac{\pi}{2}\right)$ का समाधान करता है । बिन्दु $x=\pi/2$ पर dy/dx का मूल्य

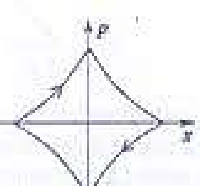
1. संतत है ।
2. का असांतत्य 3 है ।
3. का सांतत्य 1/3 है ।
4. का असांतत्य है 1 ।

27. दो संदूकों में क्रमशः 2 काले व 3 सफेद गेंद, एवं 3 काले व 4 सफेद गेंद हैं । इन दोनों संदूकों में से एक से यादृच्छिकतः एक गेंद निकाली जाती है । इस गेंद के सफेद होने की प्रायिकता क्या है ?

1. 34/70 2. 41/70
3. 36/70 4. 29/70

28. एक सामान्य लोलक, जिसका दोलन छोटा है, के गोलक को पानी में डुबाया जाता है । निम्न में से कौन चित्र लोलक के प्रावस्था–समष्टि चित्र का श्रेष्ठतम प्रतिनिधित्व करता है ?

1.



25. Let $u(x,y)=x+\frac{1}{2}(x^2-y^2)$ be the real part of an analytic function $f(z)$ of the complex variable $z=x+iy$. The imaginary part of $f(z)$ is

1. $y+xy$ 2. xy
3. y 4. y^2-x^2

26. Let $y(x)$ be a continuous real function in the range 0 and 2π, satisfying the inhomogeneous differential equation:

$$\sin x\frac{d^2y}{dx^2}+\cos x\frac{dy}{dx}=\delta\left(x-\frac{\pi}{2}\right).$$

The value of dy/dx at the point $x=\pi/2$

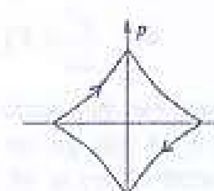
1. is continuous
2. has a discontinuity of 3
3. has a discontinuity of 1/3
4. has a discontinuity of 1

27. A ball is picked at random from one of two boxes that contain 2 black and 3 white and 3 black and 4 white balls respectively. What is the probability that it is white?

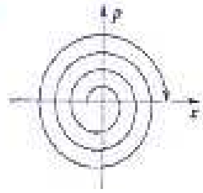
1. 34/70 2. 41/70
3. 36/70 4. 29/70

28. The bob of a simple pendulum, which undergoes small oscillations, is immersed in water. Which of the following figures best represents the phase space diagram for the pendulum?

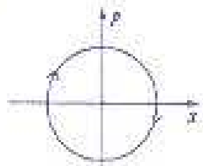
1.



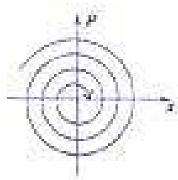
2.



3.



4.



29. आपस में 9×10^9 मी० दूरी पर घटनेवाली दो घटनाएँ एक जड़त्वीय फ्रेम में एककालिक हैं । एक दूसरे फ्रेम, जो 0.8 c की स्थिर गति के साथ (जहाँ $c = 3 \times 10^8$ मी० प्रति से० जो प्रकाश की गति है) चलता है, में इन दोनों घटनाओं के बीच कालांतर होगा :

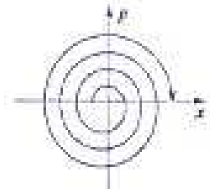
1. 60 से०
2. 40 से०
3. 20 से०
4. 0 से०

30. यदि एक कण, जो एक–विमीय चलन करता है, की लग्रांजी $L = \frac{\dot{x}^2}{2x} - V(x)$ से दिया जाता है, तो उसकी हैमिल्टनी होगी :

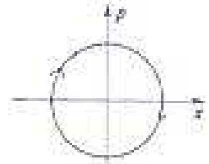
1. $\frac{1}{2}xp^2 + V(x)$
2. $\frac{\dot{x}^2}{2x} + V(x)$
3. $\frac{1}{2}\dot{x}^2 + V(x)$
4. $\frac{p^2}{2x} + V(x)$

31. एक क्षैतिज वर्तुलाकार प्लेटफार्म एक स्थिर कोणीय गति Ω, जो लम्ब, ऊपरी तरफ है, के साथ घूम रहा है । उसके केन्द्र में स्थित एक आदमी द्रव्यमान m की गोली को v के गति से क्षैतिज दिशा में चलाता है । गोली मारनेवाले के निर्देश फ्रेम में गोली का त्वरण होगा :

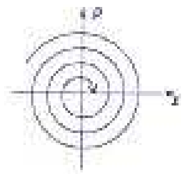
2.



3.



4.



29. Two events, separated by a (spatial) distance 9×10^9 m, are simultaneous in one inertial frame. The time interval between these two events in a frame moving with a constant speed 0.8 c (where the speed of light $c = 3 \times 10^8$ m/s) is

1. 60 s
2. 40 s
3. 20 s
4. 0 s

30. If the Lagrangian of a particle moving in one dimensions is given by $L = \frac{\dot{x}^2}{2x} - V(x)$, the Hamiltonian is

1. $\frac{1}{2}xp^2 + V(x)$
2. $\frac{\dot{x}^2}{2x} + V(x)$
3. $\frac{1}{2}\dot{x}^2 + V(x)$
4. $\frac{p^2}{2x} + V(x)$

31. A horizontal circular platform rotates with a constant angular velocity Ω directed vertically upwards. A person seated at the centre shoots a bullet of mass m horizontally with speed v. The acceleration of the bullet, in the reference frame of the shooter, is

1. उसकी दायीं ओर $2v\Omega$ ।
2. उसकी बायीं ओर $2v\Omega$ ।
3. उसकी दायीं ओर $v\Omega$ ।
4. उसकी बायीं ओर $v\Omega$ ।

32. सदिश विभव $\vec{A}=\frac{1}{2}\vec{F}\times\vec{r}+\frac{10}{r^3}\vec{r}$, जहाँ $\vec{F}$ एक स्थिर सदिश है, से संगत चुंबक क्षेत्र है :

1. $\vec{F}$
2. $-\vec{F}$
3. $\vec{F}+\frac{30}{r^4}\vec{r}$
4. $\vec{F}-\frac{30}{r^4}\vec{r}$

33. एक विद्युतचुम्बकीय तरंग एक पानी–हवा अंतरापृष्ठ पर आपतित होती है । पानी में परावर्तित तरंग के विद्युत क्षेत्र के लम्ब घटक की प्रावस्था सभी आपतन कोण के लिये समान रहता है । चुम्बकीय क्षेत्र **H** की प्रावस्था

1. परिवर्तित नहीं होती
2. $3\pi/2$ परिवर्तित होती है
3. $\pi/2$ परिवर्तित होती है
4. π परिवर्तित होती है

34. स्थिर विद्युत धारा I का वहन करता हुआ एक लंबे सीधे तार से R दूरी पर चुम्बकीय क्षेत्र इस अनुपात में होगा :

1. IR
2. I/R^2
3. I^2/R^2
4. I/R

35. प्रचक्रण–$\frac{1}{2}$ वाले एक कण के प्रचक्रण का घटक एक स्वेच्छ दिशा $\hat{n}$, जिसके दिक्कोज्या (n_x, n_y, n_z) हैं, में नापा जाता है । परिणाम है :

1. 0
2. $\pm\frac{\hbar}{2}n_z$
3. $\pm\frac{\hbar}{2}(n_x+n_y+n_z)$
4. $\pm\frac{\hbar}{2}$

1. $2v\Omega$ to his right
2. $2v\Omega$ to his left
3. $v\Omega$ to his right
4. $v\Omega$ to his left

32. The magnetic field corresponding to the vector potential

$$\vec{A}=\frac{1}{2}\vec{F}\times\vec{r}+\frac{10}{r^3}\vec{r}$$

where $\vec{F}$ is a constant vector, is

1. $\vec{F}$
2. $-\vec{F}$
3. $\vec{F}+\frac{30}{r^4}\vec{r}$
4. $\vec{F}-\frac{30}{r^4}\vec{r}$

33. An electromagnetic wave is incident on a water-air interface. The phase of the perpendicular component of the electric field, $E_\perp$, of the reflected wave into the water is found to remain the same for all angles of incidence. The phase of the magnetic field **H**

1. does not change
2. changes by $3\pi/2$
3. changes by $\pi/2$
4. changes by π

34. The magnetic field at a distance R from a long straight wire carrying a steady current I is proportional to

1. IR
2. I/R^2
3. I^2/R^2
4. I/R

35. The component along an arbitrary direction $\hat{n}$, with direction cosines (n_x, n_y, n_z), of the spin of a spin - $\frac{1}{2}$ particle is measured. The result is

1. 0
2. $\pm\frac{\hbar}{2}n_z$
3. $\pm\frac{\hbar}{2}(n_x+n_y+n_z)$
4. $\pm\frac{\hbar}{2}$

36. m द्रव्यमान वाला एक कण a आमाप वाले एक घन संदूक में स्थित है। संदूक के अंदर $(0 \le x < a,\ 0 \le y < a,\ 0 \le z < a)$ विभव शून्य है व बाहर अनंत है। अगर कण ऊर्जा की अभिलक्षणिक स्थिति $E = \frac{14\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$ में है तो उसका तरंगफलन है :

1. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{3\pi x}{a} \sin\frac{5\pi y}{a} \sin\frac{6\pi z}{a}$
2. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{7\pi x}{a} \sin\frac{4\pi y}{a} \sin\frac{3\pi z}{a}$
3. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{4\pi x}{a} \sin\frac{8\pi y}{a} \sin\frac{2\pi z}{a}$
4. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{\pi x}{a} \sin\frac{2\pi y}{a} \sin\frac{3\pi z}{a}$

36. A particle of mass m is in a cubic box of size a. The potential inside the box $(0 \le x < a,\ 0 \le y < a,\ 0 \le z < a)$ is zero and infinite outside. If the particle is in an eigenstate of energy $E = \frac{14\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$, its wavefunction is

1. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{3\pi x}{a} \sin\frac{5\pi y}{a} \sin\frac{6\pi z}{a}$
2. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{7\pi x}{a} \sin\frac{4\pi y}{a} \sin\frac{3\pi z}{a}$
3. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{4\pi x}{a} \sin\frac{8\pi y}{a} \sin\frac{2\pi z}{a}$
4. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{\pi x}{a} \sin\frac{2\pi y}{a} \sin\frac{3\pi z}{a}$

37. मानें कि गोलीय सममितिक विभव $V(r)$ के लिये हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक फलनों को ψ_{nlm} निर्दिष्ट करता है। तरंग फलन $\psi = \frac{1}{4}\left[\psi_{210} + \sqrt{5}\psi_{21-1} + \sqrt{10}\psi_{211}\right]$ मात्र इनका अभिलक्षणिक फलन होगा :

1. H, $\mathbf{L}^2$ व L_z
2. H व L_z
3. H व $\mathbf{L}^2$
4. $\mathbf{L}^2$ व L_z

37. Let ψ_{nlm} denote the eigenfunctions of a Hamiltonian for a spherically symmetric potential $V(r)$. The wavefunction $\psi = \frac{1}{4}\left[\psi_{210} + \sqrt{5}\psi_{21-1} + \sqrt{10}\psi_{211}\right]$ is an eigenfunction only of

1. H, $\mathbf{L}^2$ and L_z
2. H and L_z
3. H and $\mathbf{L}^2$
4. $\mathbf{L}^2$ and L_z

38. क्रमविनिमेयक $[x^2, p^2]$ है

1. $2i\hbar xp$
2. $2i\hbar(xp + px)$
3. $2i\hbar px$
4. $2i\hbar(xp - px)$

38. The commutator $[x^2, p^2]$ is

1. $2i\hbar xp$
2. $2i\hbar(xp + px)$
3. $2i\hbar px$
4. $2i\hbar(xp - px)$

39. d-विमीय अन्योन्य क्रियाहीन कणों की प्रणाली के बारे में विचारें जो परिक्षेपण संबंध $\varepsilon = Ak^s$ का अनुसरण करती है, जहां ε ऊर्जा, k तरंग सदिश, s एक पूर्णांक व A एक स्थिरांक है। स्थिति घनत्व $N(\varepsilon)$ इस अनुपात में है :

1. $\varepsilon^{\frac{s}{d}+1}$
2. $\varepsilon^{\frac{d}{s}+1}$
3. $\varepsilon^{\frac{d}{s}-1}$
4. $\varepsilon^{\frac{s}{d}-1}$

39. Consider a system of non-interacting particles in d dimensions obeying the dispersion relation $\varepsilon = Ak^s$, where ε is the energy, k is the wavevector, s is an integer and A a constant. The density of states, $N(\varepsilon)$, is proportional to

1. $\varepsilon^{\frac{s}{d}+1}$
2. $\varepsilon^{\frac{d}{s}+1}$
3. $\varepsilon^{\frac{d}{s}-1}$
4. $\varepsilon^{\frac{s}{d}-1}$

40. N समरूप बोसॉन दो ऊर्जा स्तरों के बीच कुल कितने तरीकों में बंटित हो सकते हैं ?

1. $N+1$
2. $N(N-1)/2$
3. $N(N+1)/2$
4. N

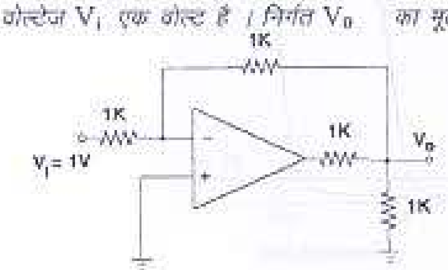
41. N कणों वाले एक गैस जिसकी आयतन V व तापमान T है, की मुक्त ऊर्जा है

$$F = Nk_BT\ln\left[a_0V(k_BT)^{5/2}/N\right],$$

जहाँ a_0 एक स्थिरांक है व k_B बोल्ट्समैन स्थिरांक को निर्दिष्ट करता है । गैस की आंतरिक ऊर्जा है :

1. $\frac{3}{2}Nk_BT$
2. $\frac{5}{2}Nk_BT$
3. $Nk_BT\ln\left[a_0V(k_BT)^{5/2}/N\right]-\frac{3}{2}Nk_BT$
4. $Nk_BT\ln\left[a_0V/(k_BT)^{5/2}\right]$

42. निम्न दर्शाये गये संक्रियात्मक प्रवर्धक परिपथ में निवेश वोल्टेज V_i एक वोल्ट है । निर्गत V_0 का मूल्य है :



1. − 0.33 V
2. − 0.50 V
3. − 1.00 V
4. − 0.25 V

43. एक प्रकाश उत्सर्जक डायोड (प्र उ डा) अग्रदिशिक बायस में 1.5 V व 5 mA पर सक्रिय है । प्र उ डा की बाहरी क्षमता को 80% मानते हुये, प्रति सेकण्ड कितने फोटान उत्सर्जित होते हैं ?

1. 5.0×10^{16}
2. 1.5×10^{16}
3. 0.8×10^{16}
4. 2.5×10^{16}

40. The number of ways in which N identical bosons can be distributed in two energy levels, is

1. $N+1$
2. $N(N-1)/2$
3. $N(N+1)/2$
4. N

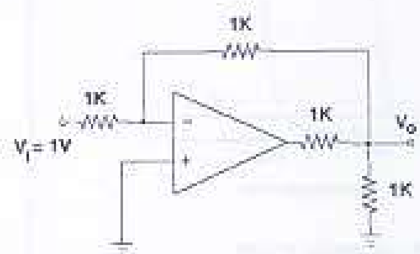
41. The free energy of a gas of N particles in a volume V and at a temperature T is

$$F = Nk_BT\ln\left[a_0V(k_BT)^{5/2}/N\right],$$

where a_0 is a constant and k_B denotes the Boltzmann constant. The internal energy of the gas is

1. $\frac{3}{2}Nk_BT$
2. $\frac{5}{2}Nk_BT$
3. $Nk_BT\ln\left[a_0V(k_BT)^{5/2}/N\right]-\frac{3}{2}Nk_BT$
4. $Nk_BT\ln\left[a_0V/(k_BT)^{5/2}\right]$

42. In the op-amp circuit shown in the figure below, the input voltage V_i is 1 V. The value of the output V_0 is

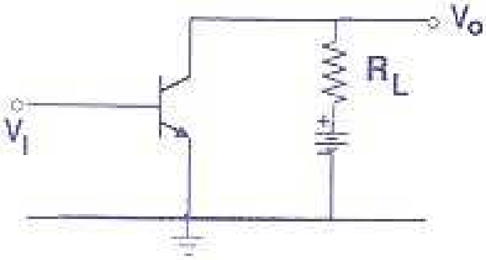


1. − 0.33 V
2. − 0.50 V
3. − 1.00 V
4. − 0.25 V

43. An LED operates at 1.5 V and 5 mA in forward bias. Assuming an 80% external efficiency of the LED, how many photons are emitted per second?

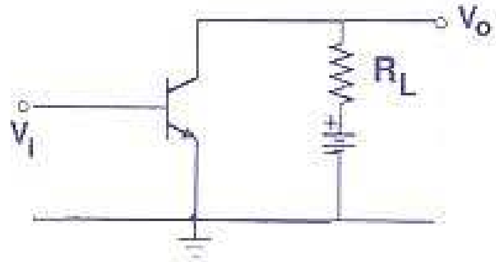
1. 5.0×10^{16}
2. 1.5×10^{16}
3. 0.8×10^{16}
4. 2.5×10^{16}

44. दिये गये परिपथ में ट्रांजिस्टर के $h_{fe} = 35\Omega$ व $h_{ie} = 1000\Omega$ हैं। यदि भार प्रतिरोधक $R_L = 1000\Omega$, तो वोल्टेज व धारा क्रमशः हैं :



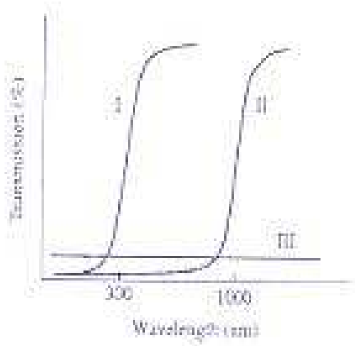
1. − 35 व + 35
2. 35 व − 35
3. 35 व − 0.97
4. 0.98 व − 35

44. The transistor in the given circuit has $h_{fe} = 35\Omega$ and $h_{ie} = 1000\Omega$. If the load resistance $R_L = 1000\Omega$, the voltage and current gain are, respectively,



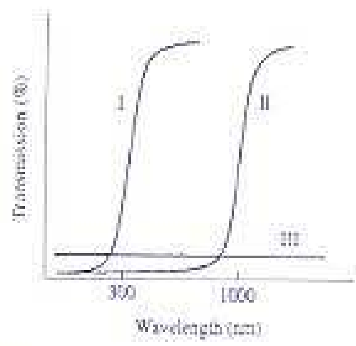
1. − 35 व + 35
2. 35 व − 35
3. 35 व − 0.97
4. 0.98 व − 35

43. धातु, पृथक्कारी व अर्धचालक पतली परतों में प्रयोग में मापे गये पारगमन स्पेक्ट्रा निम्न चित्र में दर्शाये गये हैं। यह निष्कर्ष पर पहुँचा जा सकता है कि क्रमशः I, II व III की संगति होगी :



1. पृथक्कारी, अर्धचालक व धातु
2. अर्धचालक, धातु व पृथक्कारी
3. धातु, अर्धचालक व पृथक्कारी
4. पृथक्कारी, धातु व अर्धचालक

45. The experimentally measured transmission spectra of metal, insulator and semiconductor thin films are shown in the figure. It can be inferred that I, II and III correspond, respectively, to



1. insulator, semiconductor and metal
2. semiconductor, metal and insulator
3. metal, semiconductor and insulator
4. insulator, metal and semiconductor

भाग C

46. प्रतिसममित आव्यूह $A=\begin{pmatrix} 0 & -n_3 & n_2 \\ n_3 & 0 & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & 0 \end{pmatrix}$ जहाँ n_1, n_2 व n_3 मात्रक सदिश के घटक हैं, के अभिलाक्षणिक मान हैं :

1. $0, i, -i$
2. $0, 1, -1$
3. $0, 1+i, -1-i$
4. $0, 0, 0$

46. The eigenvalues of the antisymmetric matrix, $A=\begin{pmatrix} 0 & -n_3 & n_2 \\ n_3 & 0 & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & 0 \end{pmatrix}$ where n_1, n_2 and n_3 are the components of a unit vector, are

1. $0, i, -i$
2. $0, 1, -1$
3. $0, 1+i, -1-i$
4. $0, 0, 0$

47. निम्न में से किस सीमांत का अस्तित्व है ?

1. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}+\ln N\right)$
2. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}-\ln N\right)$
3. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{\sqrt{m}}-\ln N\right)$
4. $\lim_{N\to\infty}\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}$

47. Which of the following limits exists?

1. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}+\ln N\right)$
2. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}-\ln N\right)$
3. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{\sqrt{m}}-\ln N\right)$
4. $\lim_{N\to\infty}\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}$

48. एक थैली में बहुत सी गेंदें हैं, हर एक के ऊपर एक अंक चित्रित है । 'n' अंक वाली ठीक–ठीक 'n' गेंदें हैं (अर्थात् 1 अंक वाली 1, 2 अंक वाली 2, ... ऐसे ही N अंकवाली N गेंदों तक) । एक प्रयोग के अंतर्गत, यादृच्छिक रूप से एक गेंद चुनी जाती है, उसका अंक अंकित किया जाता है व वापस की जाती है । इस प्रयोग को बहुत बार दोहराये जाने पर, निकाले गये अंक का माध्य मूल्य होगा :

1. $\frac{2N+1}{3}$ 2. $\frac{N}{2}$ 3. $\frac{N+1}{2}$ 4. $\frac{N(N+1)}{2}$

48. A bag contains many balls, each with a number painted on it. There are exactly n balls which have the number n (namely one ball with 1, two balls with 2, and so on until N balls with N on them). An experiment consists of choosing a ball at random, noting the number on it and returning it to the bag. If the experiment is repeated a large number of times, the average value of the number will tend to

1. $\frac{2N+1}{3}$ 2. $\frac{N}{2}$ 3. $\frac{N+1}{2}$ 4. $\frac{N(N+1)}{2}$

49. समाकल $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{t^2-R^2}\cos\left(\frac{\pi t}{2R}\right)dt$ का मूल्य है :

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

49. The value of the integral $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{t^2-R^2}\cos\left(\frac{\pi t}{2R}\right)dt$ is

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

50. प्वासों कोष्ठक $\{|\mathbf{r}|, |\mathbf{p}|\}$ का मूल्य है

1. $|\mathbf{r}||\mathbf{p}|$ 2. $\vec{r}.\vec{p}$ 3. 3 4. 1

50. The Poisson bracket $\{|\mathbf{r}|, |\mathbf{p}|\}$ has the value

1. $|\mathbf{r}||\mathbf{p}|$ 2. $\vec{r}.\vec{p}$ 3. 3 4. 1

51. एक-विमीय द्विकूप विभव $V(x)=\frac{1}{4}(x^2-2)^2$ में चलने वाले एक चिरप्रतिष्ठित कण के चलन पर विचारें । यदि कण के धनात्मक अक्ष के न्यून से अत्याणविक विस्थापन पाता है (घर्षण की उपेक्षा करते हुये) तो

1. कण दायें कूप में कोणीय आवृत्ति $\omega=\sqrt{2}$ के साथ सरल आवर्त गति पर चलेगा ।
2. कण दायें कूप में कोणीय आवृत्ति $\omega=2$ के साथ सरल आवर्त गति पर चलेगा ।
3. कण दायें व बायें कूपों के बीच व्यत्यस्त होगा ।
4. कण दायें कूप के अधोभाग के पास जाकर वहीं रह जायेगा ।

51. Consider the motion of a classical particle in a one dimensional double-well potential $V(x)=\frac{1}{4}(x^2-2)^2$. If the particle is displaced infinitesimally from the minimum on the positive x-axis (and friction is neglected), then

1. the particle will execute simple harmonic motion in the right well with an angular frequency $\omega = \sqrt{2}$
2. the particle will execute simple harmonic motion in the right well with an angular frequency $\omega = 2$
3. the particle will switch between the right and left wells
4. the particle will approach the bottom of the right well and settle there

52. एक जड़त्वीय फ्रेम में दो घटनायें 7.5×10^8 मी० दूरी व 6.5 से० समयांतर में घटती हैं, तो इन दोनों घटनाओं के बीच का उचित कालांतर क्या है ?

1. 6.50 से० 2. 6.00 से० 3. 5.75 से० 4. 5.00 से०

52. What is the proper time interval between the occurence of two events if in one inertial frame the events are separated by 7.5×10^8 m and occur 6.5 s apart?

1. 6.50 s 2. 6.00 s 3. 5.75 s 4. 5.00 s

53. धनात्मक z-दिशा में चलते, एक समतल तरंग से वर्णित, एक मुक्त कण एक विभव $V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{यदि } r \le R \\ 0 & \text{यदि } r > R \end{cases}$ से प्रकीर्णित होती है । यदि(R को स्थिर रखते हुये) V_0 को $2V_0$ पर परिवर्तित किया जाय, तो बॉर्न सन्निकटीकरण में अंतरात्मक प्रकीर्णन अनुप्रस्थ

1. अपने पूर्व मूल्य से चौगुना बढ़ता है ।
2. अपने पूर्व मूल्य से दुगुना बढ़ता है ।
3. अपने पूर्व मूल्य का आधा हो जाता है ।
4. अपने पूर्व मूल्य का एक चौथाई हो जाता है ।

53. A free particle described by a plane wave and moving in the positive z-direction undergoes scattering by a potential

$$V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{if } r \le R \\ 0 & \text{if } r > R \end{cases}$$

If V_0 is changed to $2V_0$, keeping R fixed, then the differential scattering cross-section, in the Born approximation,

1. increases to four times the original value
2. increases to twice the original value
3. decreases to half the original value
4. decreases to one fourth the original value

54. एक-विमीय विभव कूप $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{यदि } |x| \le a \\ \infty & \text{यदि } |x| > a \end{cases}$ के लिये एक प्रसामान्यीकृत अभिप्रायोगिक तरंग फलन $\psi(x) = \frac{\sqrt{15}}{4a^{5/2}}(a^2 - x^2)$ के साथ एक विचरण परिकलन किया जाता है । ऊर्जा की निम्नतम अवस्था का आकलन है :

1. $\frac{5\hbar^2}{3ma^2}$ 2. $\frac{3\hbar^2}{2ma^2}$ 3. $\frac{3\hbar^2}{5ma^2}$ 4. $\frac{5\hbar^2}{4ma^2}$

54. A variational calculation is done with the normalized trial wavefunction $\psi(x) = \frac{\sqrt{15}}{4a^{5/2}}\left(a^2 - x^2\right)$ for the one-dimensional potential well

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } |x| \le a \\ \infty & \text{if } |x| > a \end{cases}$$

The ground state energy is estimated to be

1. $\frac{5\hbar^2}{3ma^2}$ 2. $\frac{3\hbar^2}{2ma^2}$ 3. $\frac{3\hbar^2}{5ma^2}$ 4. $\frac{5\hbar^2}{4ma^2}$

55. एक कण एक–विमीय विभव

$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{यदि } x < 0 \\ -V_0 & \text{यदि } 0 \le x \le \ell \\ 0 & \text{यदि } x > \ell \end{cases}$$

में है । यदि कम–से–कम एक परिबद्ध अवस्था है, तो विभव की न्यूनतम गहराई है :

1. $\frac{\hbar^2\pi^2}{8m\ell^2}$ 2. $\frac{\hbar^2\pi^2}{2m\ell^2}$ 3. $\frac{2\hbar^2\pi^2}{m\ell^2}$ 4. $\frac{\hbar^2\pi^2}{m\ell^2}$

55. A particle in one-dimension is in the potential

$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{if } x < 0 \\ -V_0 & \text{if } 0 \le x \le \ell \\ 0 & \text{if } x > \ell \end{cases}$$

If there is at least one bound state, the minimum depth of the potential is

1. $\frac{\hbar^2\pi^2}{8m\ell^2}$ 2. $\frac{\hbar^2\pi^2}{2m\ell^2}$ 3. $\frac{2\hbar^2\pi^2}{m\ell^2}$ 4. $\frac{\hbar^2\pi^2}{m\ell^2}$

56. गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक प्रणाली (r, θ, φ) में निम्न में से कौन एक स्वसंलग्न संकारक है ?

1. $\frac{i\hbar}{\sin^2\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 2. $-i\hbar\frac{\partial}{\partial\theta}$ 3. $-\frac{i\hbar}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 4. $-i\hbar\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}$

56. Which of the following is a self-adjoint operator in the spherical polar coordinate system (r, θ, φ) ?

1. $-\frac{i\hbar}{\sin^2\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 2. $-i\hbar\frac{\partial}{\partial\theta}$ 3. $-\frac{i\hbar}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 4. $-i\hbar\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}$

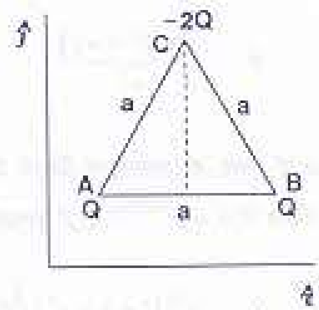
57. निम्न में से कौन लॉरेन्ट्ज़ निश्चर है ?

1. $|\mathbf{E}\times\mathbf{B}|^2$ 2. $|\mathbf{E}|^2-|\mathbf{B}|^2$ 3. $|\mathbf{E}|^2+|\mathbf{B}|^2$ 4. $|\mathbf{E}|^2|\mathbf{B}|^2$

57. Which of the following quantities is Lorentz invariant?

1. $|\mathbf{E}\times\mathbf{B}|^2$ 2. $|\mathbf{E}|^2-|\mathbf{B}|^2$ 3. $|\mathbf{E}|^2+|\mathbf{B}|^2$ 4. $|\mathbf{E}|^2|\mathbf{B}|^2$

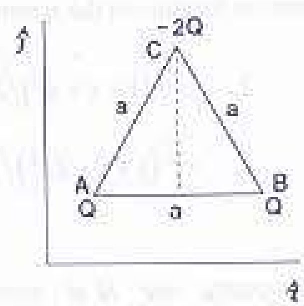
58. पक्ष a के समबाहु त्रिकोण ABC के शीर्षों में चित्र में दर्शानुसार आवेश Q, Q व $-2Q$ रखे जाते हैं ।



मूल-बिन्दु की चुनाव-निरपेक्ष, इस आवेश संरूपण का द्विध्रुव आघूर्ण है

1. $+2aQ\,\hat{i}$ 2. $+\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 3. $-\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 4. 0

58. Charges Q, Q and $-2Q$ are placed on the vertices of an equilateral triangle ABC of sides of length a, as shown in the figure



The dipole moment of this configuration of charges, irrespective of the choice of origin, is

1. $+2aQ\,\hat{i}$ 2. $+\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 3. $-\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 4. 0

59. बिन्दु $\mathbf{r}$ पर स्थित एक चुम्बकीय आघूर्ण $\mathbf{m}$ के कारण होने वाले चुम्बकीय सदिश विभव $\mathbf{A} = \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{r}}{r^3}$ है । यदि $\mathbf{m}$ धनात्मक z अक्ष की दिशा में है तो बिन्दु $\mathbf{r}$ पर चुम्बकीय क्षेत्र का x घटक है :

1. $\frac{3myz}{r^5}$
2. $-\frac{3mxy}{r^5}$
3. $\frac{3mxz}{r^5}$
4. $\frac{3m(z^2 - xy)}{r^5}$

59. The vector potential $\mathbf{A}$ due to a magnetic moment $\mathbf{m}$ at a point $\mathbf{r}$ is given by $\mathbf{A} = \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{r}}{r^3}$. If $\mathbf{m}$ is directed along the positive z-axis, the x-component of the magnetic field, at the point $\mathbf{r}$, is

1. $\frac{3myz}{r^5}$
2. $-\frac{3mxy}{r^5}$
3. $\frac{3mxz}{r^5}$
4. $\frac{3m(z^2 - xy)}{r^5}$

60. एक प्रणाली के कंपन के, आवृत्तियाँ ω_1 व $\omega_2 = 2\omega_1$ के साथ, दो प्रसामान्य विधायें हैं । तापमान T पर प्रणाली की ऊर्जा $4h\omega_1$ से कम होने की प्रायिकता क्या है ? (निम्न में $x = e^{-\beta h \omega_1}$ व Z प्रणाली का संवितरण फलन है)

1. $x^{3/2}(x + 2x^2)/Z$
2. $x^{3/2}(1 + x + x^2)/Z$
3. $x^{3/2}(1 + 2x^2)/Z$
4. $x^{3/2}(1 + x + 2x^2)/Z$

60. A system has two normal modes of vibration, with frequencies ω_1 and $\omega_2 = 2\omega_1$. What is the probability that at temperature T, the system has an energy less than $4h\omega_1$?
[In the following $x = e^{-\beta h \omega_1}$ and Z is the partition function of the system.]

1. $x^{3/2}(x + 2x^2)/Z$
2. $x^{3/2}(1 + x + x^2)/Z$
3. $x^{1/2}(1 + 2x^2)/Z$
4. $x^{3/2}(1 + x + 2x^2)/Z$

61. एक लोहचुम्बक का चुम्बकन M, तापमान T व चुम्बकीय क्षेत्र H के फलन के रूप में समीकरण $M = \tanh\left(\frac{T_c}{T} M + \frac{H}{T}\right)$ से वर्णित है । इन एककों में शून्य क्षेत्र चुम्बकीय प्रवृत्ति $M(0) = M(H = 0)$ के अनुसार इस प्रकार दिया जाता है :

1. $\dfrac{1-M^2(0)}{T-T_c\left(1-M^2(0)\right)}$ 2. $\dfrac{1-M^2(0)}{T-T_c}$

3. $\dfrac{1-M^2(0)}{T+T_c}$ 4. $\dfrac{1-M^2(0)}{T}$

61. The magnetization M of a ferromagnet, as a function of the tempertaure T and the magnetic field H, is described by the equation $M = \tanh\left(\frac{T_c}{T}M + \frac{H}{T}\right)$. In these units, the zero-field magnetic susceptibility in terms of $M(0) = M(H=0)$ is given by

1. $\dfrac{1-M^2(0)}{T-T_c\left(1-M^2(0)\right)}$ 2. $\dfrac{1-M^2(0)}{T-T_c}$

3. $\dfrac{1-M^2(0)}{T+T_c}$ 4. $\dfrac{1-M^2(0)}{T}$

62. द्रवीय He^4 जो परिवेशी दाब में 2.17 K पर रखा गया है, में बोस संघनन संभवित होता है । वायवी He^4, जिसका घनत्व द्रवीय He^4 से एक हजार गुना कम है, में किस तापमान पर बोस संघनन संभवित होगा ? (मानें कि वह परिपूर्ण बोस गैस है)

1. 2.17 mK 2. 21.7 mK 3. 21.7 μK 4. 2.17 μK

62. Bose condensation occurs in liquid He^4 kept at ambient pressure at 2.17 K. At which temperature will Bose condensation occur in He^4 in gaseous state, the density of which is 1000 times smaller than that of liquid He^4?
(Assume that it is a perfect Bose gas.)

1. 2.17 mK 2. 21.7 mK 3. 21.7 μK 4. 2.17 μK

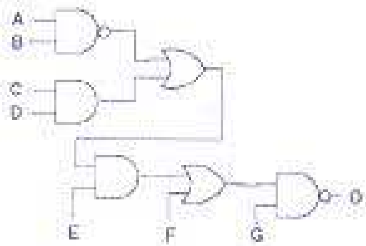
63. एक कोटर, जिसकी भित्तियाँ तापमान T पर हैं, के अंदर स्थित कृष्णिका विकिरण के बारे में विचारें । यदि भित्तियों के तापमान को $2T$ तक बढ़ाया जाय, व विकिरण को नये तापमान पर साम्यावस्था पर आने दिया जाय, तो विकिरण की एन्ट्रोपी इतनी गुना बढ़ती है :

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

63. Consider black body radiation contained in a cavity whose walls are at temperature T. The radiation is in equilibrium with the walls of the cavity. If the temperature of the walls is increased to $2T$ and the radiation is allowed to come to equilibrium at the new temperature, the entropy of the radiation increases by a factor of

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

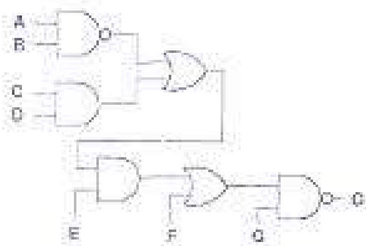
64. दिये गये परिपथ में दशायें I व II में निर्गत O क्रमशः होंगे :
(जहाँ दशा I : A, B = 1; C, D = 0; E, F = 1 व G = 0
दशा II : A, B = 0; C, D = 0; E, F = 0 व G = 1)



1. 1, 0 2. 0, 1 3. 0, 0 4. 1, 1

64. The output, O, of the given circuit in cases I and II, where

Case I : A, B = 1; C, D = 0; E, F = 1 and G = 0
Case II : A, B = 0; C, D = 0; E, F = 0 and G = 1
are, respectively



1. 1, 0 2. 0, 1 3. 0, 0 4. 1, 1

65. एक प्रतिरोध तान प्रमापी को एक इस्पाती जुड़नार के साथ जोड़कर 1000 कि० ग्रा० प्रति वर्ग मी० के तनाव के अधीन लाया जाता है। यदि प्रमापी गुणक 3 है व इस्पात की प्रत्यास्थता गुणांक 2×10^{10} कि०ग्रा० प्रति वर्ग मी० है, तो दिये गये तनाव के कारण तान प्रमापी के प्रतिरोध में हुये प्रभाजी परिवर्तन है :

(सूचना : प्रमापी गुणक, प्रतिरोध के प्रभाजी परिवर्तन व लम्बाई के प्रभाजी परिवर्तन के अनुपात के रूप में परिभाषित है)

1. 1.5×10^{-7} 2. 3.0×10^{-7} 3. 0.16×10^{-10} 4. 0.5×10^{-7}

65. A resistance strain gauge is fastened to a steel fixture and subjected to a stress of 1000 kg/m^2. If the gauge factor is 3 and the modulus of elasticity of steel is 2×10^{10} kg/m^2, then the fractional change in resistance of the strain gauge due to the applied stress is

(**Note:** The gauge factor is defined as the ratio of the fractional change in resistance to the fractional change in length.)

1. 1.5×10^{-7} 2. 3.0×10^{-7} 3. 0.16×10^{-10} 4. 0.5×10^{-7}

66. आयाम 1 V व आवृत्ति f_0 के एक ज्यावक्रीय तरंग रूप पर विचारें । किसी स्वेच्छ प्रारंभिक काल से शुरू करते हुये, तरंग रूप के $1/(2f_0)$ कालांतर में प्रतिदर्श निकाले जाते हैं । यदि संगत फूरिये स्पेक्ट्रम आवृत्ति $\overline{f}$ व $\overline{A}$ आयाम में शिखरित होता है तो

1. $\overline{f} = 2f_0$ व $\overline{A} = 1$ V
2. $\overline{f} = f_0$ व $0 \le \overline{A} \le 1$ V
3. $\overline{f} = 0$ व $\overline{A} = 1$ V
4. $\overline{f} = \frac{f_0}{2}$ व $\overline{A} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ V

66. Consider a sinusoidal waveform of amplitude 1 V and frequency f_0. Starting from an arbitrary initial time, the waveform is sampled at intervals of $1/(2f_0)$. If the corresponding Fourier spectrum peaks at a frequency $\overline{f}$ and an amplitude $\overline{A}$, then

1. $\overline{f} = 2f_0$ and $\overline{A} = 1$ V
2. $\overline{f} = f_0$ and $0 \le \overline{A} \le 1$ V
3. $\overline{f} = 0$ and $\overline{A} = 1$ V
4. $\overline{f} = \frac{f_0}{2}$ and $\overline{A} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ V

67. $^{12}C^{16}O$ का प्रथम अवशोषण स्पेक्ट्रम 3.842 सेंमी$^{-1}$ पर है, जबकि $^{13}C^{16}O$ का 3.673 सेंमी$^{-1}$ पर है । उनके जड़त्व आघूर्णों की अनुपात है :

1. 1.851
2. 1.286
3. 1.046
4. 1.038

67. The first absorption spectrum of $^{12}C^{16}O$ is at 3.842 cm^{-1} while that of $^{13}C^{16}O$ is at 3.673 cm^{-1}. The ratio of their moments of inertia is

1. 1.851
2. 1.286
3. 1.046
4. 1.038

68. एक परमाणु में प्रचक्रण–कक्षा अन्योन्यक्रिया $H = a\mathbf{L}.\mathbf{S}$ से दिया जाता है, जहाँ **L** व **S** क्रमशः एलेक्ट्रोन के कक्षीय व प्रचक्रण कोणीय संवेग हैं । स्तरें $^2P_{3/2}$ व $^2P_{1/2}$ के बीच विपाटन है :

1. $\frac{3}{2}a\hbar^2$
2. $\frac{1}{2}a\hbar^2$
3. $3a\hbar^2$
4. $\frac{5}{2}a\hbar^2$

68. The spin-orbit interaction in an atom is given by $H = a\mathbf{L}.\mathbf{S}$, where **L** and **S** denote the orbital and spin angular momenta, respectively, of the electron. The splitting between the levels $^2P_{3/2}$ and $^2P_{1/2}$ is

1. $\frac{3}{2}a\hbar^2$
2. $\frac{1}{2}a\hbar^2$
3. $3a\hbar^2$
4. $\frac{5}{2}a\hbar^2$

69. $J=1$ से $J=0$ अवस्थाओं पर होने वाले परमाण्विक संक्रमण से संगत स्पेक्ट्रल रेखा 1 kG चुम्बकीय क्षेत्र मे 1.6×10^{-3} Å से विच्छेदित तीन घटकों में विपाटित होती है । यदि शून्य क्षेत्र स्पेक्ट्रल रेखा 1849 Å से संगत है, $J=1$ अवस्था का g-गुणक क्या है ? (आप $\frac{hc}{\mu_B}\approx2\times10^4$ सेंटीमीटर का उपयोग कर सकते हैं)

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

69. The spectral line corresponding to an atomic transition from $J=1$ to $J=0$ states splits in a magnetic field of 1 kG into three components separated by 1.6×10^{-3} Å. If the zero field spectral line corresponds to 1849 Å, what is the g-factor corresponding to the $J=1$ state? (You may use $\frac{hc}{\mu_B}\approx2\times10^4$ cm.)

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

70. एक स्फटिक में जालक रिक्ति की रचना हेतु 1 eV की ऊर्जा की आवश्यकता है । जब स्फटिक 1200 K व 300 K तापमान में क्रमशः साम्यावस्था में है, रिक्तियों की संख्या घनत्व का अनुपात $n(1200\,\mathrm{K})/n(300\,\mathrm{K})$ लगभग है :

1. $\exp(-30)$ 2. $\exp(-15)$ 3. $\exp(15)$ 4. $\exp(30)$

70. The energy required to create a lattice vacancy in a crystal is equal to 1 eV. The ratio of the number densities of vacancies $n(1200\,\mathrm{K})/n(300\,\mathrm{K})$, when the crystal is at equilibrium at 1200 K and 300 K, respectively, is approximately

1. $\exp(-30)$ 2. $\exp(-15)$ 3. $\exp(15)$ 4. $\exp(30)$

71. एक ठोस पदार्थ में फोनानों का परिक्षेपण संबन्ध $\omega^2(k)=\omega_0^2(3-\cos k_x a-\cos k_y a-\cos k_z a)$ से दिया जाता है । अधिक तरंगलम्बाई में फोनानों की गति है :

1. $\omega_0 a/\sqrt{3}$ 2. $\omega_0 a$ 3. $\sqrt{3}\omega_0 a$ 4. $\omega_0 a/\sqrt{2}$

71. The dispersion relation of phonons in a solid is given by

$$\omega^2(k)=\omega_0^2(3-\cos k_x a-\cos k_y a-\cos k_z a).$$

The velocity of the phonons at large wavelength is

1. $\omega_0 a/\sqrt{3}$ 2. $\omega_0 a$ 3. $\sqrt{3}\omega_0 a$ 4. $\omega_0 a/\sqrt{2}$

72. L लम्बाई की एक संदूक में आवर्ती सीमा प्रतिबंध $\psi(x)=\psi(x+L)$ के साथ रहते एक एलेक्ट्रॉन के बारे में विचारें । यदि एलेक्ट्रॉन $\psi_k(x)=\frac{1}{\sqrt{L}}e^{ikx}$ अवस्था में ऊर्जा $\varepsilon_k=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$ के साथ है, तो जब उस पर एक निर्बल आवर्ती विभव $V(x)=V_0\cos gx$ लगाया जाता है, जहाँ g, $2\pi/L$ का एक पूर्णांक बहुगुण है, दूसरी कोटि के क्षोभ सिद्धांत के अनुसार उसकी ऊर्जा की संशुद्धि क्या है ?

1. $V_0^2\varepsilon_g/\varepsilon_k^2$
2. $-\frac{mV_0^2}{2\hbar^2}\left(\frac{1}{g^2+2kg}+\frac{1}{g^2-2kg}\right)$
3. $V_0^2(\varepsilon_k-\varepsilon_g)/\varepsilon_g^2$
4. $V_0^2/(\varepsilon_k+\varepsilon_g)$

72. Consider an electron in a box of length L with periodic boundary condition $\psi(x)=\psi(x+L)$. If the electron is in the $\psi_k(x)=\frac{1}{\sqrt{L}}e^{ikx}$ with energy $\varepsilon_k=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$, what is the correction to its energy, to second order of perturbation theory, when it is subjected to a weak periodic potential $V(x)=V_0\cos gx$, where g is an integral multiple of the $2\pi/L$?

1. $V_0^2\varepsilon_g/\varepsilon_k^2$
2. $-\frac{mV_0^2}{2\hbar^2}\left(\frac{1}{g^2+2kg}+\frac{1}{g^2-2kg}\right)$
3. $V_0^2(\varepsilon_k-\varepsilon_g)/\varepsilon_g^2$
4. $V_0^2/(\varepsilon_k+\varepsilon_g)$

73. ${}^{207}_{82}Pb$ नाभिक की निम्नतम अवस्था का प्रचक्रण सादृश्य $J^P=\frac{1}{2}^-$ है, जबकि पहली उत्तेजित अवस्था का $J^P=\frac{5}{2}^-$ है । जब नाभिक पहली उत्तेजित अवस्था से निम्नतम अवस्था में संक्रमण करता है तो उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय विकिरण हैं :

1. E2 व E3
2. M2 व E3
3. E2 व M3
4. M2 व M3

73. The ground state of ${}^{207}_{82}Pb$ nucleus has spin-parity $J^P=\frac{1}{2}^-$, while the first excited state has $J^P=\frac{5}{2}^-$. The electromagnetic radiation emitted when the nucleus makes a transition from the first excited state to the ground state are

1. E2 and E3
2. M2 and E3
3. E2 and M3
4. M2 and M3

74. निम्न प्रक्रियाओं में प्रभावी अन्योन्यक्रियायें हैं :

A. $K^- + p \to \Sigma^- + \pi^+$
B. $\mu^- + \mu^+ \to K^- + K^+$
C. $\Sigma^+ \to p + \pi^0$

1. A: प्रबल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: निर्बल
2. A: प्रबल, B: निर्बल व C: निर्बल
3. A: निर्बल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: प्रबल
4. A: निर्बल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: निर्बल

74. The dominant interactions underlying the following processes

D. $K^- + p \to \Sigma^- + \pi^+$
E. $\mu^- + \mu^+ \to K^- + K^+$
F. $\Sigma^+ \to p + \pi^0$

are

1. A: strong, B: electromagnetic and C: weak
2. A: strong, B: weak and C: weak
3. A: weak, B: electromagnetic and C: strong
4. A: weak, B: electromagnetic and C: weak

75. यदि द्रव्यमान m_H का हिग्गस् बोसान जो गति $\beta = \frac{v}{c}$ के साथ चल रहा है, उसकी एक युग्म फोटानों में क्षय होती है, तो फोटान युग्म का निश्चर द्रव्यमान है : (सूचना : चार-संवेग p_1 व p_2 के दो कणों की प्रणाली का निश्चर द्रव्यमान $(p_1+p_2)^2$ है ।)

1. βm_H
2. m_H
3. $m_H / \sqrt{1-\beta^2}$
4. $\beta m_H / \sqrt{1-\beta^2}$

75. If a Higgs boson of mass m_H moving with a speed $\beta = \frac{v}{c}$ decays into a pair of photons, then the invariant mass of the photon pair is

[Note: The invariant mass of a system of two particles, with four-momenta p_1 and p_2 is $(p_1+p_2)^2$.]

1. βm_H
2. m_H
3. $m_H / \sqrt{1-\beta^2}$
4. $\beta m_H / \sqrt{1-\beta^2}$