क्रमांक

विषय कोड पुस्तिका कोड

5 **B**

2015 (II)
भौतिक विज्ञान
प्रश्न पत्र

H

समय **: 3:00 घंटे**

पूर्णांक **: 200 अंक**

अनुदेश

1. **आपने हिन्दी को माध्यम चुना है ।** इस परीक्षा पुस्तिका में पचहत्तर (20 भाग 'A' में + 25 भाग 'B' + 30 भाग 'C' में) बहुल विकल्प प्रश्न (MCQ) दिए गए हैं । आपको भाग 'A' में से अधिकतम 15 और भाग 'B' में 20 तथा भाग 'C' में से 20 प्रश्नों के उत्तर देने हैं । यदि निर्धारित से अधिक प्रश्नों के उत्तर दिए गए तब केवल पहले भाग 'A' से 15, भाग 'B' से 20 तथा भाग 'C' से 20 उत्तरों की जांच की जाएगी ।
2. **ओ.एम.आर.** उत्तर पत्रक अलग से दिया गया है । अपना रोल नम्बर और केन्द्र का नाम लिखने से पहले यह जांच लीजिए कि पुस्तिका में पृष्ठ पूरे और सही हैं तथा कहीं से कटे–फटे नहीं हैं । यदि ऐसा है तो आप इन्विजीलेटर से उसी कोड की पुस्तिका बदलने का निवेदन कर सकते हैं । इसी तरह से **ओ.एम.आर.** उत्तर पत्रक को भी जांच लें । इस पुस्तिका में रफ काम करने के लिए अतिरिक्त पन्ने संलग्न हैं ।
3. **ओ.एम.आर.** उत्तर पत्रक के पृष्ठ 1 में दिए गए स्थान पर अपना रोल नम्बर, नाम तथा इस परीक्षा पुस्तिका का क्रमांक लिखिए, साथ ही अपना हस्ताक्षर भी अवश्य करें ।
4. **आप अपनी ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक में रोल नंबर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित वृतों को काले बॉल पेन से अवश्य काला करें। यह एक मात्र परीक्षार्थी की जिम्मेदारी है कि वह ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक में दिए गए निर्देशों का पूरी सावधानी से पालन करें, ऐसा न करने पर कम्प्यूटर विवरणों का सही तरीके से अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिसमें आपकी ओ.एम.आर. उत्तर** पत्रक **की अस्वीकृति भी शामिल है, हो सकती है।**
5. भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न के 2 अंक , भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न के 3.5 अंक तथा 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है । प्रत्येक गलत उत्तर का ऋणात्मक मूल्यांक 25 % की दर से किया जाएगा ।
6. प्रत्येक प्रश्न के नीचे चार विकल्प दिए गए हैं । इनमें से केवल एक विकल्प ही "सही" अथवा "सर्वोत्तम हल" है । आपको प्रत्येक प्रश्न का सही अथवा सर्वोत्तम हल ढूंढना है ।
7. नकल करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करते हुए पाए जाने वाले परीक्षार्थियों का इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है ।
8. परीक्षार्थी को उत्तर या रफ पन्नों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए ।
9. केलकूलेटर का उपयोग करने की अनुमति नहीं है ।
10. **परीक्षा समाप्ति पर छिद्र बिन्दु चिन्हित स्थान से ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक को विभाजित करें। इन्विजीलेटर को मूल ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक सौंपने के पश्चात आप इसकी कॉर्बनलैस प्रतिलिपि ले जा सकते हैं।**
11. हिन्दी माध्यम/संस्करण के प्रश्न में विसंगति होने/पाये जाने पर अंग्रेजी संस्करण प्रमाणिक होगा ।
12. केवल परीक्षा की पूरी अवधि तक बैठने वाले परीक्षार्थी को ही परीक्षा पुस्तिका साथ ले जाने की अनुमति दी जाएगी ।

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

नाम :..

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

....

इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

FOR ROUGH WORK

उपयोगी मूलभूत नियतांक/ USEFUL FUNDAMENTAL CONSTANTS

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

LIST OF THE ATOMIC WEIGHTS OF THE ELEMENTS

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

* Based on mass of C^{12} at 12.000… . The ratio of these weights of those on the order chemical scale (in which oxygen of natural isotopic composition was assigned a mass of 16.0000…) is 1.000050. (Values in parentheses represent the most stable known isotopes)

***भाग* \PART 'A'**

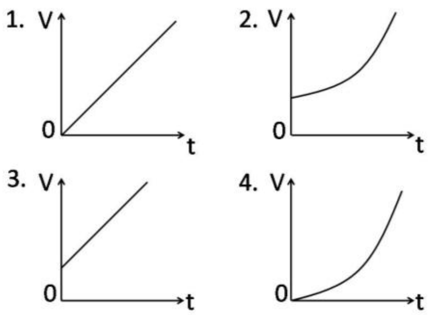
1. एक दूकानदार एक उत्पाद को Rs. 100 में खरीदता है तथा उसे 10% लाभ में बेचता है। ग्राहक उसी चीज़ को उसी दूकानदार को 10% नुकसान भोगते हुये बेच देता है। इस लेन-देन में दूकानदार को मिलता है

1. कोई लाभ या नुकसान नहीं
2. Rs. 11
3. Re. 1
4. Rs. 20

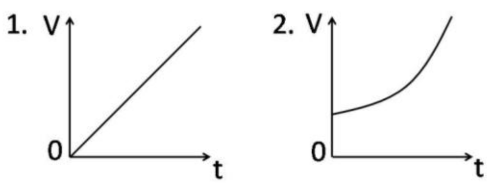
1. A shopkeeper purchases a product for Rs.100 and sells it making a profit of 10%. The customer resells it to the same shopkeeper incurring a loss of 10%. In these dealings the shopkeeper makes

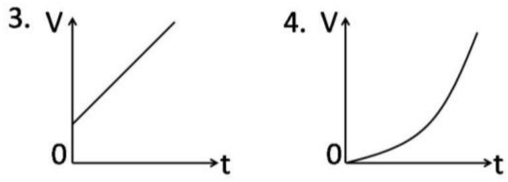
1. no profit, no loss
2. Rs. 11
3. Re. 1
4. Rs. 20

2. एक बर्तन में जल अधूरा भरा जाता है। और जल उसमें डाला जाता है, समय के सीधे अनुपात की गति से [अर्थात्, $\frac{dV}{dt} \propto t$] । जल के कुल आयतन V को समय t के साथ-साथ परिवर्तन को निम्न रेखाचित्रों में से कौन-सा सही दर्शाता है?



2. A vessel is partially filled with water. More water is added to it at a rate directly proportional to time [$i.e., \frac{dV}{dt} \propto t$]. Which of the following graphs depicts correctly the variation of total volume V of water with time t?





3. द्विविमी समतल पर, रेखाओं $y = x, y = 1 - x$ तथा $x = 0$ से बनाया गया त्रिभुज है: (x तथा y अक्ष समान मापक्रम के हैं)

1. द्विसमभुज एवं लंबकोण
2. द्विसमभुज परंतु लंबकोण नहीं
3. लंबकोण परंतु द्विसमभुज नहीं
4. न तो द्विसमभुज, न तो लंबकोण

3. The triangle formed by the lines $y = x, y = 1 - x$ and $x = 0$ in a two dimensional plane is (x and y axes have the same scale)

1. isosceles and right-angled
2. isosceles but not right-angled
3. right-angled but not isosceles
4. neither isosceles nor right-angled

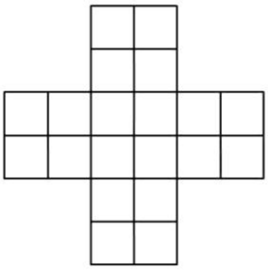
4. कथन A: निम्न कथन सत्य है।
कथन B: उपरोक्त कथन झूठ है।
सही निष्कर्ष को निम्न में से चुनें:

1. कथन A तथा कथन B दोनों हमेशा सही हैं।
2. कथन A तथा कथन B दोनों सही हो सकते हैं, यदि A तथा B के बीच कम-से-कम एक और कथन होता।
3. कथन A तथा कथन B दोनों सही हो सकते हैं, यदि A तथा B के बीच कम-से-कम दो और कथन होते।
4. कथन A तथा कथन B दोनों स्वतंत्र: कभी सही नहीं हो सकते।

4. Statement A. The following statement is true
Statement B. The preceding statement is false.
Choose the correct inference from the following:

1. Statements A and B are always true
2. Statements A and B can be true if there is at least one statement between A and B
3. Statements A and B can be true if there are at least two statements between A and B
4. Statements A and B can never be true, independently.

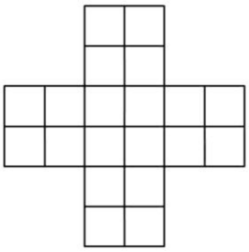
5.



उपरोक्त चित्र में वर्गों की संख्या है

1. 30 2. 29
3. 25 4. 20

5.



The number of squares in the above figure is

1. 30 2. 29
3. 25 4. 20

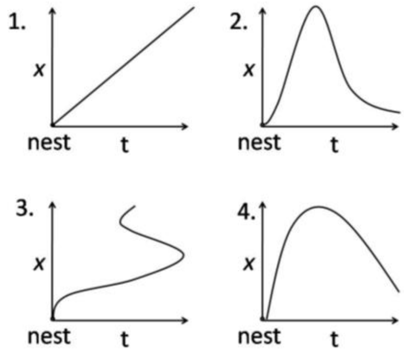
6. एक व्यक्ति 10 km/h की गति से अनुढ़ाल, 6 km/h की गति से ऊर्ध्व, तथा 7.5 km/h की गति से समतल में चलता है। यदि उसे स्थान A से दूसरे स्थान B तक जाने के लिए 3 घंटे लगते हैं, तथा वापसी के लिए 1 घंटा, A तथा B के बीच की दूरी है:

1. 15 km.
2. 23.5 km.
3. 16 km.
4. दूरी के परिकलन के लिए दिये गये आंकड़े अपर्याप्त हैं।

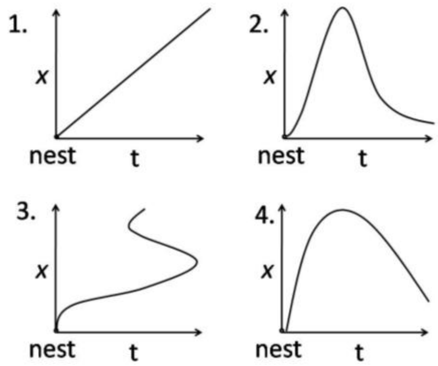
6. A person walks downhill at 10 km/h, uphill at 6 km/h and on the plane at 7.5 km/h. If the person takes 3 hours to go from a place A to another place B, and 1 hour on the way back, the distance between A and B is

1. 15 km.
2. 23.5 km.
3. 16 km.
4. Given data is insufficient to calculate the distance.

7. एक पक्षी अपने घोंसले को छोड़कर उड़ जाता है। घोंसले से उसकी दूरी x, समय t के फलन के रूप में चित्रित किया गया है। निम्न चित्रों में कौन-सा सही हो नहीं सकता?



7. A bird leaves its nest and flies away. Its distance x from the nest is plotted as a function of time t. Which of the following plots cannot be right?



8. एक कार 60 km/h गति से चल रही है। उसके पैयों के सबसे ऊपर स्थित बिन्दुओं की तत्कालिक गति है

1. 60 km/h आगे की तरफ
2. 120 km/h आगे की तरफ
3. 60 km/h आगे की तरफ
4. 120 km/h आगे की तरफ

8. A car is moving at 60 km/h. The instantaneous velocity of the upper most points of its wheels is

1. 60 km/h forward
2. 120 km/h forward
3. 60 km/h backward
4. 120 km/h backward

9. एक जीवित कोशिका में जल-आधारित जीवद्रव्य एक वसा द्विपरत झिल्ली से सीमांकित है। यदि कोशिका को अपने व्यास के $\frac{1}{5}$ भाग तक एक बहुत नुकीली सुई से छेदित किया जाता है, सुई को बाहर निकालने के बाद

1. कोई प्रभाव देखा नहीं जाएगा।
2. जब तक कोशिका घाव को स्वस्थ नहीं कर देता तब तक सुई से बनाई गयी छेद से जीवद्रव्य का बहिस्राव होगा।
3. जब तक कोशिका मर नहीं जाती तब तक जीवद्रव्य का बहिस्राव घटता रहेगा।
4. गुब्बारे जैसे कोशिका फटेगी।

9. A living cell has a protoplasm which is water based and demarcated by a lipid bilayer membrane. If a cell is pierced up to $\frac{1}{5}$ th of its diameter with a very sharp needle, after taking the needle out
1. no effect will be observed.
2. protoplasm will leak out from the hole made by the needle for a few minutes until the cell heals the wound.
3. protoplasm will keep on leaking out till the cell is dead.
4. the cell will burst like a balloon.

10. यदि D + I + M = 1501
C+ I + V + I + L = 157
L + I + V + I + D = 557
C +I + V+ I + C = 207
है तो V + I + M = ?
1. इसका पता नहीं लगाया जा सकता
2. 1009
3. 1006
4. 509

10. If D + I + M = 1501
C+ I + V + I + L = 157
L + I + V + I + D = 557
C +I + V+ I + C = 207
What is V + I + M = ?
1. Cannot be found
2. 1009
3. 1006
4. 509

11. एक चावल के अनाज का घनत्व है 1.5 g/cc तथा चावल के ढेर का पुंज घनत्व है 0.80 g/cc । यदि 1 लिटर के एक पात्र को चावल से पूरा भर दिया जाता है, तो पात्र में रिक्त स्थान का कुल आयतन होगा लगभग
1. 350 cc 2. 465 cc
3. 550 cc 4. 665 cc

11. Density of a rice grain is 1.5 g/cc and bulk density of rice heap is 0.80 g/cc. If a 1 litre container is completely filled with rice, what will be the approximate volume of pore space in the container?
1. 350 cc 2. 465 cc
3. 550 cc 4. 665 cc

12. चार वृत्त, जिनमें से हर एक की त्रिज्या एक है, ऐसे बनाये जाते हैं कि हर वृत्त दो और वृत्तों को छूता है, तथा उनके केंद्र एक वर्ग के चार शीर्ष पर पड़ते हैं। चारों वृत्तों के बीच घिरे क्षेत्र का क्षेत्रफल है
1. $\pi-1$ 2. $\pi-2$
3. $3-\pi$ 4. $4-\pi$

12. Four circles of unit radius each are drawn such that each one touches two others and their centres lie on the vertices of a square. The area of the region enclosed between the circles is
1. $\pi-1$ 2. $\pi-2$
3. $3-\pi$ 4. $4-\pi$

13. एक वृत्ताकार तालाब की परिधि पर स्थित एक बिंदु A से एक कछुआ तैरना शुरू करता है। एक सरल रेखा में 4 मीटर तैरने के बाद वह तालाब की परिधि पर स्थित बिंदु B पर आता है। वहां से वह दिशा बदलता है तथा 3 मीटर सरल रेखा में तैरने के बाद वह A से व्यासत: उल्टी बिंदु D पर आ जाता है। A से D की क्या दूरी है?
1. 3 m 2. 4 m
3. 7 m 4. 5 m

13. A turtle starts swimming from a point A located on the circumference of a circular pond. After swimming for 4 meters in a straight line it hits point B on the circumference of the pond. From there it changes direction and swims for 3 meters in a straight line and arrives at point D diametrically opposite to point A. How far is point D from A?
1. 3 m 2. 4 m
3. 7 m 4. 5 m

14. एक फ़िल्म प्रोजक्टर तथा एक सूक्ष्मदर्शी समान आवर्धन देते हैं। परंतु जीवित कोशिकाओं को देखने के लिए प्रोजेक्टर काम में इसलिये नहीं लिया जाता कि
1. एक जीवित कोशिका को एक प्रोजेक्टर पर रखा नहीं जा सकता
2. दर्शक की आंखें सूक्ष्मदर्शी के पास होती हैं, परंतु प्रोजेक्टर से काफी दूर होती हैं।

3. सूक्ष्मदर्शी एक कल्पित विम्ब बनता है जबकि प्रोजेक्टर एक वास्तविक विम्ब बनाता है।
4. प्रोजेक्टर की अपेक्षा सूक्ष्मदर्शी की कहीं अधिक विभेदन शक्ति है।

14. A film projector and microscope give equal magnification. But a film projector is not used to see living cells because

1. a living cell cannot be placed in a film projector.
2. the viewer's eye is close to a microscope whereas it is far away from the projector's screen.
3. a microscope produces a virtual image whereas a projector produces a real image.
4. a microscope has greater resolving power than a projector.

15. निम्न शबदों को समूहों में हर एक में एक संख्या छिपी हुई है, जिसके आधार पर आपको उन्हें घटते क्रम में व्यवस्थित करना है।:

E. थाली में छेद मत करो
F. खचरे को पांचा मत करना
G. बग़ीचा रम्य है।
H. बरसात में भीगे।

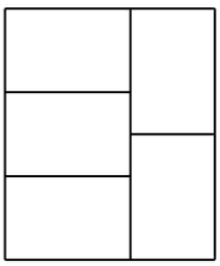
1. H, F, G, H	2. E, G, F, H
3. H, F, G, E	4. H, E, F, G

15. In each of the following groups of words is a hidden number, based on which you should arrange them in descending order. Pick the correct answer:

E. Papers I Xeroxed
F. Wi-Fi veteran
G. Yourself ourselves
H. Breaks even

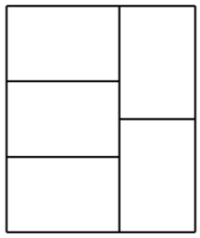
1. H, F, G, H	2. E, G, F, H
3. H, F, G, E	4. H, E, F, G

16. जैसे दर्शाया गया है, परिमाप 165 के एक बड़े आयत के अंदर पाँच सर्वागसम आयत खींचे जाते हैं। इन पांचों आयतों में से किसी एक का परिमाप क्या है?



1. 37	2. 75
3. 15	4. 165

16. Five congruent rectangles are drawn inside a big rectangle of perimeter 165 as shown. What is the perimeter of one of the five rectangles?



1. 37	2. 75
3. 15	4. 165

17. किसी क्षण घड़ी के अंकपट्ट में घंटे की सुई एवं मिनट की सुई 5 तथा 6 अंकों के बीच एक के ऊपर एक आते हैं। इस क्षण में मिनट की सुई की नोक

1. 6 अंक के अधिक पास है।
2. 5 तथा 6 अंकों से समान दूरी पर है।
3. 5 अंक के अधिक पास है।
4. 11 तथा 12 अंकों से समान दूरी पर है।

17. At one instant, the hour hand and the minute hand of a clock are one over the other in between the markings for 5 and 6 on the dial. At this instant, the tip of the minute hand

1. is closer to the marking for 6
2. is equidistant from the markings for 5 and 6
3. is closer to marking for 5
4. is equidistant from the markings for 11 and 12

18. 1 सें.मी. मोटे गत्ते से बना एक घन गत्तीय बक्से का बाह्य पार्श्व 29 सें.मी. का है। उसी मोटाई के दूसरे एक बक्से को उसके अंदर कसकर रखा जाता है, एक और उसके अंदर, ऐसे सिलसिला चलता है। पूरे समुच्चय में कितने घन बक्से होंगे?

1. 29	2. 28
3. 15	4. 14

18. A cubical cardboard box made of 1 cm thick card board has outer side of 29 cm. A tight-fitting cubical box of the same thickness is placed inside it, then another one inside it and so on. How many cubical boxes will be there in the entire set?

1. 29	2. 28
3. 15	4. 14

19. A तथा B दो बाल्टी हैं। प्रारंभ में A में 2 लिटर जल है तथा B खाली। हर घंटे A से B में एक लिटर जल स्थानांतरित किया जाता है, तथा उसके आधे घंटे के पश्चात B से A में $\frac{1}{2}$ लिटर जल स्थानांतरित किया जाता है। जल्द से जल्द A खाली होगा :

1. 5 घंटों के बाद
2. 4 घंटों के बाद
3. 3 घंटों के बाद
4. 2 घंटों के बाद

19. There are two buckets A and B. Initially A has 2 litres of water and B is empty. At every hour 1 litre of water is transferred from A to B followed by returning $\frac{1}{2}$ litre back to A from B half an hour later. The earliest A will get empty is in:

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

20. लाल, हरा एवं नीला, इन तीन प्राथमिक वर्णों को अलग अनुपातों में मिश्रण करके द्वितीय वर्ण बनाये जाते हैं। हर प्राथमिक वर्ण 8 संभाव्य स्तरों में आता है। धूसर, लाल, हरे एवं नीले के समान अनुपातों के मिश्रण से बनता है। इस योजनानुसार धूसर के कितने स्तर होंगे?

1. 8^3
2. 8
3. 3^8
4. 8×3

20. Secondary colours are made by a mixture of three primary colours, Red, Green and Blue, in different proportions; each of the primary colours comes in 8 possible levels. Grey corresponds to equal proportions of Red, Green and Blue. How many shades of grey exist in this scheme?

1. 8^3
2. 8
3. 3^8
4. 8×3

भाग **\PART 'B'**

21. त्रिविम आकाश में एक केन्द्रीय विभव $V(r) = kr^4$ में, जहां k एक अचर है, एक कण गतिशील है। एक वृत्तीय कक्षा की कोणीय आवृत्ति ω उसकी त्रिज्या R पर इस प्रकार निर्भर है:

1. $\omega \propto R$
2. $\omega \propto R^{-1}$
3. $\omega \propto R^{1/4}$
4. $\omega \propto R^{-2/3}$

21. A particle moves in three-dimensional space in a central potential $V(r) = kr^4$, where k is a constant. The angular frequency ω for a circular orbit depends on its radius R as

1. $\omega \propto R$
2. $\omega \propto R^{-1}$
3. $\omega \propto R^{1/4}$
4. $\omega \propto R^{-2/3}$

22. किसी तंत्र की लग्रांजी
$L = \frac{1}{2}m\dot{q_1}^2 + 2m\dot{q_2}^2 - k\left(\frac{5}{4}q_1^2 + 2q_2^2 - 2q_1q_2\right)$
से दी जाती है जहां m तथा k धन अचर हैं। उसकी प्रसामान्य विधा की आवृत्तियां हैं

1. $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{3k}{m}}$
2. $\sqrt{\frac{k}{2m}}\left(13 \pm \sqrt{73}\right)$
3. $\sqrt{\frac{5k}{2m}}, \sqrt{\frac{k}{m}}$
4. $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{6k}{m}}$

22. The Lagrangian of a system is given by
$L = \frac{1}{2}m\dot{q_1}^2 + 2m\dot{q_2}^2 - k\left(\frac{5}{4}q_1^2 + 2q_2^2 - 2q_1q_2\right)$
where m and k are positive constants. The frequencies of its normal modes are

1. $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{3k}{m}}$
2. $\sqrt{\frac{k}{2m}}\left(13 \pm \sqrt{73}\right)$
3. $\sqrt{\frac{5k}{2m}}, \sqrt{\frac{k}{m}}$
4. $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{6k}{m}}$

23. द्रव्यमान m के एक कण के बारे में विचारें जो गति v के साथ गतिशील है। यदि T_R आपेक्षिकीय गतिक ऊर्जा को तथा T_N उसके अनापेक्षिकीय सन्निकटन को निर्दिष्ट करते हैं, तो $v = 0.01\,c$ के लिए $(T_R - T_N)/T_R$ का मान है

1. 1.25×10^{-5}
2. 5.0×10^{-5}
3. 7.5×10^{-5}
4. 1.0×10^{-4}

23. Consider a particle of mass m moving with a speed v. If T_R denotes the relativistic kinetic energy and T_N its non-relativistic approximation, then the value of $(T_R - T_N)/T_R$ for $v = 0.01\,c$, is

1. 1.25×10^{-5}
2. 5.0×10^{-5}
3. 7.5×10^{-5}
4. 1.0×10^{-4}

24. $f(x)$ का फूरिये रूपान्तरण
$\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx\, e^{ikx} f(x)$ है। यदि
$f(x) = \alpha\delta(x) + \beta\delta'(x) + \gamma\delta''(x)$
है, जहां $\delta(x)$ डिरेक डेल्टा फलन (तथा शिखी अवकलज को निर्दिष्ट करता है) तो $\tilde{f}(k)$ क्या है ?

1. $\alpha + i\beta k + i\gamma k^2$
2. $\alpha + \beta k - \gamma k^2$

3. $\alpha - i\beta k - \gamma k^2$
4. $i\alpha + \beta k - i\gamma k$^2

24. The Fourier transform of $f(x)$ is $\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx\, e^{ikx} f(x)$. If $f(x) = \alpha\delta(x) + \beta\delta'(x) + \gamma\delta''(x)$, where $\delta(x)$ is the Dirac delta-function (and prime denotes derivative), what is $\tilde{f}(k)$?

1. $\alpha + i\beta k + i\gamma k^2$
2. $\alpha + \beta k - \gamma k^2$
3. $\alpha - i\beta k - \gamma k^2$
4. $i\alpha + \beta k - i\gamma k^2$

25. प्रारंभिक प्रतिबंध, $t = 0$ पर $x = 0$ के दिये जाने पर, अवकल समीकरण $\frac{dx}{dt} = 2\sqrt{1-x^2}$ का हल है

1. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{4} \\ \sinh 2t, & t \ge \frac{\pi}{4} \end{cases}$
2. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{2} \\ 1, & t \ge \frac{\pi}{2} \end{cases}$
3. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{4} \\ 1, & t \ge \frac{\pi}{4} \end{cases}$
4. $x = 1 - \cos 2t, \quad t \ge 0$

25. The solution of the differential equation $\frac{dx}{dt} = 2\sqrt{1-x^2}$, with initial condition $x = 0$ at $t = 0$ is

1. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{4} \\ \sinh 2t, & t \ge \frac{\pi}{4} \end{cases}$
2. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{2} \\ 1, & t \ge \frac{\pi}{2} \end{cases}$
3. $x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \le t < \frac{\pi}{4} \\ 1, & t \ge \frac{\pi}{4} \end{cases}$
4. $x = 1 - \cos 2t, \quad t \ge 0$

26. सम्मिश्र चर z का फलन $\frac{z}{\sin \pi z^2}$

1. का एक सरल अनंतक 0 पर है तथा $n = 1,2,3\cdots$ के लिए $\pm\sqrt{n}$ पर कोटि 2 के अनंतक हैं
2. का एक सरल अनंतक 0 पर है तथा $n = 1,2,3\cdots$ के लिए $\pm\sqrt{n}$ तथा $\pm i\sqrt{n}$ पर कोटि 2 के अनंतक हैं
3. के, $n = 0,1,2,3\cdots$ के लिए $\pm n$ पर कोटि के 2 अनंतक है
4. के, $n = 0,1,2,3\cdots$ के लिए $\pm n$ पर कोटि के 2 अनंतक हैं

26. The function $\frac{z}{\sin \pi z^2}$ of a complex variable z has

1. a simple pole at 0 and poles of order 2 at $\pm\sqrt{n}$ for $n = 1,2,3\cdots$
2. a simple pole at 0 and poles of order 2 at $\pm\sqrt{n}$ and $\pm i\sqrt{n}$ for $n = 1,2,3\cdots$
3. poles of order 2 at $\pm\sqrt{n}$, $n = 0,1,2,3\cdots$
4. poles of order 2 at $\pm n$, $n = 0,1,2,3\cdots$

27. कुछ मूल कणों के प्रकीर्णन में, प्रकीर्णन अनुपरिच्छेद σ, कुल ऊर्जा E तथा मूलभूत अचर h (प्लैंक का अचर) तथा c (निर्वात में प्रकाश की गति) पर निर्भर होते पाया गया। विमीय विश्लेषण के उपयोग से, σ की इन राशियों पर निर्भरता इससे दिया जाता है।

1. $\sqrt{\frac{hc}{E}}$
2. $\frac{hc}{E^{3/2}}$
3. $\left(\frac{hc}{E}\right)^2$
4. $\frac{hc}{E}$

27. In the scattering of some elementary particles, the scattering cross-section σ is found to depend on the total energy E and the fundamental constants h (Planck's constant) and c (the speed of light in vacuum). Using dimensional analysis, the dependence of σ on these quantities is given by

1. $\sqrt{\frac{hc}{E}}$
2. $\frac{hc}{E^{3/2}}$
3. $\left(\frac{hc}{E}\right)^2$
4. $\frac{hc}{E}$

28. बिन्दुओं $(x, y) = (a, a)$ तथा $(-a, -a)$ पर दो द्रव्यमान, प्रत्येक m, रखे जाते हैं। दो अन्य द्रव्यमान , प्रत्येक $2m$, बिन्दुओं $(a, -a)$ तथा $(-a, a)$ पर रखे जाते हैं। तंत्र के जड़त्व के मुख्य आघूर्ण हैं:

1. $2ma^2, 4ma^2$
2. $4ma^2, 8ma^2$
3. $4ma^2, 4ma^2$
4. $8ma^2, 8ma^2$

28. Two masses, m each, are placed at the points $(x,y) = (a,a)$ and $(-a,-a)$. Two masses, $2m$ each, are placed at the points $(a,-a)$ and $(-a,a)$. The principal moments of inertia of the system are

1. $2ma^2, 4ma^2$
2. $4ma^2, 8ma^2$
3. $4ma^2, 4ma^2$
4. $8ma^2, 8ma^2$

29. यदि $y = \frac{1}{\tanh(x)}$ है, तो x है

1. $\ln\left(\frac{y+1}{y-1}\right)$
2. $\ln\left(\frac{y-1}{y+1}\right)$
3. $\ln\sqrt{\frac{y-1}{y+1}}$
4. $\ln\sqrt{\frac{y+1}{y-1}}$

29. If $y = \frac{1}{\tanh(x)}$, then x is

1. $\ln\left(\frac{y+1}{y-1}\right)$
2. $\ln\left(\frac{y-1}{y+1}\right)$
3. $\ln\sqrt{\frac{y-1}{y+1}}$
4. $\ln\sqrt{\frac{y+1}{y-1}}$

30. किसी हर्मिटी संकारक $\hat{O}$ के दो प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक अवस्थायें हैं $|1\rangle$ तथा $|2\rangle$, जिनका अभिलक्षणिक मान क्रमश: 1 तथा 2 है। दो अवस्थायें $|u\rangle = \cos\theta|1\rangle + \sin\theta|2\rangle$ तथा $|v\rangle = \cos\phi|1\rangle + \sin\phi|2\rangle$, ऐसी हैं कि $\langle v|\hat{O}|v\rangle = 7/4$ तथा $\langle u|v\rangle = 0$ । θ तथा ϕ के सभाव्य मान निम्न में से क्या है?

1. $\theta = -\frac{\pi}{6}$ तथा $\phi = \frac{\pi}{3}$
2. $\theta = \frac{\pi}{6}$ तथा $\phi = \frac{\pi}{3}$
3. $\theta = -\frac{\pi}{4}$ तथा $\phi = \frac{\pi}{4}$
4. $\theta = \frac{\pi}{3}$ तथा $\phi = -\frac{\pi}{6}$

30. A Hermitian operator $\hat{O}$ has two normalised eigenstates $|1\rangle$ and $|2\rangle$ with eigenvalues 1 and 2, respectively. The two states $|u\rangle = \cos\theta|1\rangle + \sin\theta|2\rangle$ and $|v\rangle = \cos\phi|1\rangle + \sin\phi|2\rangle$ are such that $\langle v|\hat{O}|v\rangle = 7/4$ and $\langle u|v\rangle = 0$. Which of the following are possible values of θ and ϕ?

1. $\theta = -\frac{\pi}{6}$ and $\phi = \frac{\pi}{3}$
2. $\theta = \frac{\pi}{6}$ and $\phi = \frac{\pi}{3}$
3. $\theta = -\frac{\pi}{4}$ and $\phi = \frac{\pi}{4}$
4. $\theta = \frac{\pi}{3}$ and $\phi = -\frac{\pi}{6}$

31. परावैद्युत अचर ϵ_1 के एक माध्यम तथा परवैद्युत अचर $\epsilon_2 = 3\epsilon_1$ के दूसरे माध्यम के बीच के अंतरापृष्ठ से अध्रुवित प्रकाश का एक पुंज प्रतिवर्तित होता है। दोनों माध्यम की चुंबकीय व्याप्यतायें सर्वथासमान हैं। यदि आयतन कोण $60°$ है तो प्रतिवर्तित प्रकाश

1. आयतन तल से लंब, तल ध्रुवित है
2. आयतन तल से समांतर, तल ध्रुवित है
3. वृत्तीयत: ध्रुवित है
4. का ध्रुवण आपतित प्रकाश के ध्रुवण के समान है

31. A beam of unpolarized light in a medium with dielectric constant ϵ_1 is reflected from a plane interface formed with another medium of dielectric constant $\epsilon_2 = 3\epsilon_1$. The two media have identical magnetic permeability. If the angle of incidence is 60°, then the reflected light

1. is plane polarized perpendicular to the plane of incidence
2. is plane polarized parallel to the plane of incidence
3. is circularly polarized
4. has the same polarization as the incident light

32. एकसमान चुंबकीय क्षेत्र $\boldsymbol{B} = B_0\hat{k}$ (जहां B_0 एक अचर है) के दिये जाने पर, चुंबकीय सदिश विभव $\boldsymbol{A}$ के लिए एक संभाव्य वरण है:

1. $B_o y\,\hat{\imath}$
2. $-B_o y\,\hat{\imath}$
3. $B_o(x\,\hat{\jmath} + y\,\hat{\imath})$
4. $B_o(x\,\hat{\imath} - y\,\hat{\jmath})$

32. Given a uniform magnetic field $\boldsymbol{B} = B_0\hat{k}$ (where B_0 is a constant), a possible choice for the magnetic vector potential $\boldsymbol{A}$ is

1. $B_o y\,\hat{\imath}$
2. $-B_o y\,\hat{\imath}$
3. $B_o(x\,\hat{\jmath} + y\,\hat{\imath})$
4. $B_o(x\,\hat{\imath} - y\,\hat{\jmath})$

33. आराम अवस्था में रहते प्रचक्रण-½ कण की हैमिल्टनी $H = E_0(\sigma_z + \alpha\sigma_x)$ से दी जाती है, जहां σ_x तथा σ_z पाऊली प्रचक्रण आव्यूह तथा E_0 तथा α अचर हैं। इस हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक मान हैं

1. $\pm E_0\sqrt{1+\alpha^2}$
2. $\pm E_0\sqrt{1-\alpha^2}$
3. E_0 (द्विक अपभ्रष्ट)
4. $E_0\left(1 \pm \frac{1}{2}\alpha^2\right)$

33. The Hamiltonian for a spin-½ particle at rest is given by $H = E_0(\sigma_z + \alpha\sigma_x)$, where σ_x and σ_z are Pauli spin matrices and E_0 and α are constants. The eigenvalues of this Hamiltonian are

1. $\pm E_0\sqrt{1+\alpha^2}$
2. $\pm E_0\sqrt{1-\alpha^2}$
3. E_0 (doubly degenerate)
4. $E_0\left(1\pm\frac{1}{2}\alpha^2\right)$

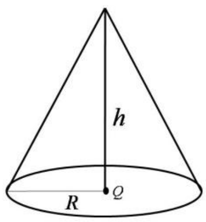
34. द्रव्यमान m के एक कण की, विभव $V(x) = V_0\cosh\left(\frac{x}{L}\right)$ में, जहां L तथा V_0 अचर हैं, (और $V_0 \gg \frac{\hbar^2}{2mL^2}$) है, आधार अवस्था ऊर्जा सन्निकटत: है

1. $V_0+\frac{\hbar}{L}\sqrt{\frac{2V_0}{m}}$
2. $V_0+\frac{\hbar}{L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$
3. $V_0+\frac{\hbar}{4L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$
4. $V_0+\frac{\hbar}{2L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$

34. The ground state energy of a particle of mass m in the potential $V(x) = V_0\cosh\left(\frac{x}{L}\right)$, where L and V_0 are constants (and $V_0 \gg \frac{\hbar^2}{2mL^2}$) is approximately

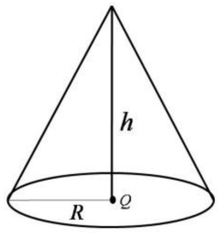
1. $V_0+\frac{\hbar}{L}\sqrt{\frac{2V_0}{m}}$
2. $V_0+\frac{\hbar}{L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$
3. $V_0+\frac{\hbar}{4L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$
4. $V_0+\frac{\hbar}{2L}\sqrt{\frac{V_0}{m}}$

35. त्रिविम निर्देशांक तंत्र के उद्गम में रखे गये आवेश Q पर विचारें। एक शंकु, जिसकी ऊँचाई h तथा वृत्तीय पेंदे की त्रिज्या R (जैसे कि चित्र में दर्शाया गया है), के वक्र पृष्ठ से गुजरते विद्युत क्षेत्र का अभिवाह है



1. $\frac{Q}{\epsilon_0}$
2. $\frac{Q}{2\epsilon_0}$
3. $\frac{hQ}{R\epsilon_0}$
4. $\frac{QR}{2h\epsilon_0}$

35. Consider a charge Q at the origin of 3-dimensional coordinate system. The flux of the electric field through the curved surface of a cone that has a height h and a circular base of radius R (as shown in the figure) is



1. $\frac{Q}{\epsilon_0}$
2. $\frac{Q}{2\epsilon_0}$
3. $\frac{hQ}{R\epsilon_0}$
4. $\frac{QR}{2h\epsilon_0}$

36. मानें कि ψ_{nlm} प्रायिक अंकन पद्धति में हाइड्रोजन परमाणु की अभिलक्षणिक अवस्थाओं को निर्दिष्ट करता है। अवस्था $\frac{1}{5}\left[2\,\psi_{200}-3\,\psi_{211}+\sqrt{7}\,\psi_{210}-\sqrt{5}\,\psi_{21-1}\right]$ निम्न में से किसकी अभिलक्षणिक अवस्था है?

1. L^2, परंतु हैमिल्टनी या L_z की नहीं
2. हैमिल्टनी, परंतु L^2 या L_z की नहीं
3. हैमिल्टनी, L^2 तथा L_z की
4. L^2 तथा L_z की, परंतु हैमिल्टीन की नहीं

36. Let ψ_{nlm} denote the eigenstates of a hydrogen atom in the usual notation. The state $\frac{1}{5}\left[2\,\psi_{200}-3\,\psi_{211}+\sqrt{7}\,\psi_{210}-\sqrt{5}\,\psi_{21-1}\right]$ is an eigenstate of

1. L^2, but not of the Hamiltonian or L_z
2. the Hamiltonian, but not of L^2 or L_z
3. the Hamiltonian, L^2 and L_z
4. L^2 and L_z, but not of the Hamiltonian

37. त्रिज्या a का एक खोखला धात्वीय गोला, जो विभव V_0 में रखा गया है, अपने केंद्र में आवेश Q रखता है। गोले के बाहर, केन्द्र से दूरी r पर, विभव है

1. V_0
2. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}+\frac{V_0 a}{r}$
3. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}+\frac{V_0 a^2}{r^2}$
4. $\frac{V_0 a}{r}$

37. A hollow metallic sphere of radius a, which is kept at a potential V_0, has a charge Q at its centre. The potential at a point outside the sphere, at a distance r from the centre, is

1. V_0
2. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}+\frac{V_0 a}{r}$
3. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}+\frac{V_0 a^2}{r^2}$
4. $\frac{V_0 a}{r}$

38. N आईसिंग प्रचक्रणों के एक तंत्र का संवितरण फलन है $Z = \lambda_1^N + \lambda_2^N$, जहां λ_1 तथा λ_2 ताप के फलन हैं, परंतु N पर निर्भर नहीं करता। यदि $\lambda_1 > \lambda_2$ है, सीमांत $N \to \infty$ पर हर प्रचक्रण का मुक्त ऊर्जा है

1. $-k_B T \ln\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)$
2. $-k_B T \ln\, \lambda_2$
3. $-k_B T \ln\,(\lambda_1 \lambda_2)$
4. $-k_B T \ln \lambda_1$

38. The partition function of a system of N Ising spins is $Z = \lambda_1^N + \lambda_2^N$, where λ_1 and λ_2 are functions of temperature, but are independent of N. If $\lambda_1 > \lambda_2$, the free energy per spin in the limit $N \to \infty$ is

1. $-k_B T \ln\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)$
2. $-k_B T \ln\, \lambda_2$
3. $-k_B T \ln\,(\lambda_1 \lambda_2)$
4. $-k_B T \ln \lambda_1$

39. विभेदन 1 mV तथा 0.5 mV रखनेवाले दो वोल्टमीटरों द्वारा मापी गयी वोल्टता के 60 तथा 10 पाठयांकों को दो आंकडे समूह A तथा B अंतर्विष्ट करते हैं। आंकड़े समूहों A तथा B से पायी गयी माध्य वोल्टतओं में अनिश्चिततायें क्रमश: U_A तथा U_B हैं। यदि संयोजित आंकड़े समूह में माध्य की अनिश्चितता U_{AB} है, तो निम्न कथनों में से कौन-सा सही है?

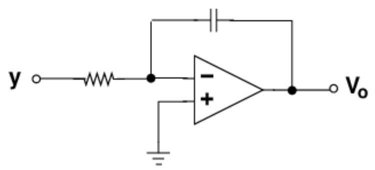
1. $U_{AB} < U_A$ तथा $U_{AB} > U_B$
2. $U_{AB} < U_A$ तथा $U_{AB} < U_B$
3. $U_{AB} > U_A$ तथा $U_{AB} < U_B$
4. $U_{AB} > U_A$ तथा $U_{AB} > U_B$

39. Two data sets A and B consist of 60 and 10 readings of a voltage measured using voltmeters of resolution of 1 mV and 0.5 mV respectively. The uncertainty in the mean voltage obtained from the data sets A and B are U_A and U_B, respectively. If the uncertainty of the mean of the combined data sets is U_{AB}, then which of the following statements is correct?

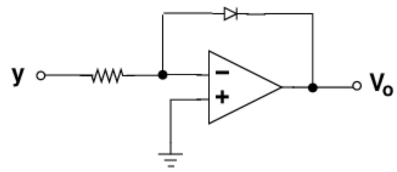
1. $U_{AB} < U_A$ and $U_{AB} > U_B$
2. $U_{AB} < U_A$ and $U_{AB} < U_B$
3. $U_{AB} > U_A$ and $U_{AB} < U_B$
4. $U_{AB} > U_A$ and $U_{AB} > U_B$

40. यदि प्राचल y तथा x का संबंध $y = \log(x)$ से है, तो परिपथ जिसके उपयोग से x के साथ रैखिकत: विचरित निर्गम वोल्टता V_0 उत्पादित हो सकता है, वह है

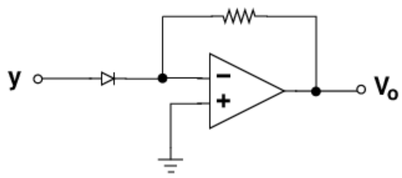
1.



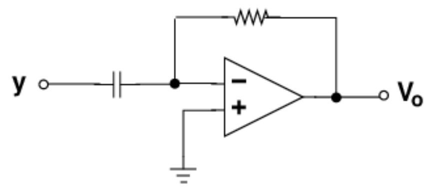
2.



3.

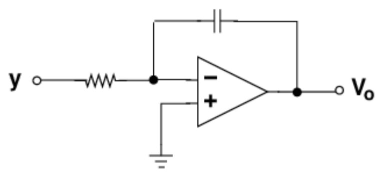


4.

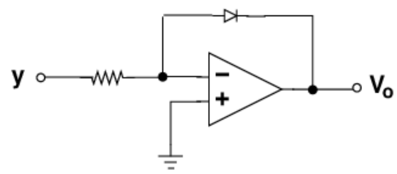


40. If the parameters y and x are related by $y = \log(x)$, then the circuit that can be used to produce an output voltage V_0 varying linearly with x is

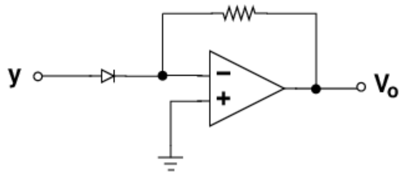
1.



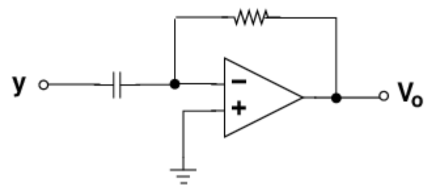
2.



3.



4.



41. N अन्योन्यक्रियाहीन प्रचक्रण-1/2 कणों के एक तंत्र की हैमिल्टनी है $H = -\mu_0 B \sum_i S_i^z$, जहां $S_i^z = \pm 1$ क्षेत्र के समांतर i^{th} प्रचक्रण के बाह्य चुंबकीय क्षेत्र B की दिशा में घटक है। ताप T जब $e^{\mu_0 B/k_B T} = 2$ है, हर कण की विशिष्ट ऊष्मा है

1. $\frac{16}{25} k_B$ 2. $\frac{8}{25} k_B \ln 2$
3. $k_B (\ln 2)^2$ 4. $\frac{16}{25} k_B (\ln 2)^2$

41. The Hamiltonian of a system of N non-interacting spin-1/2 particles is $H = -\mu_0 B \sum_i S_i^z$, where $S_i^z = \pm 1$ are the components of i^{th} spin along an external magnetic field B. At a temperature T such that $e^{\mu_0 B/k_B T} = 2$, the specific heat per particle is

1. $\frac{16}{25} k_B$ 2. $\frac{8}{25} k_B \ln 2$
3. $k_B (\ln 2)^2$ 4. $\frac{16}{25} k_B (\ln 2)^2$

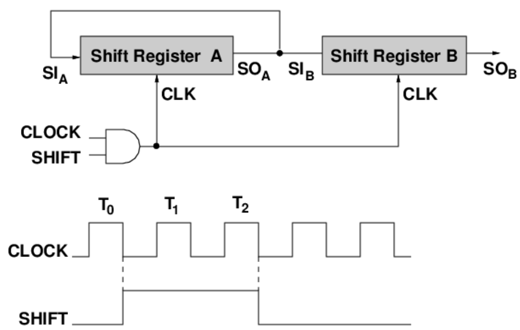
42. यदि किसी सिलिकॉन वैरेक्टर की पश्चदिशिक बायास वोल्टता दुगुनी की जाती है, संगत संक्रमण धारिता

1. $\sqrt{2}$ गुनी बढ़ती है।
2. दुगनी होती है।
3. $\sqrt{2}$ गुनी घटती है।
4. आधी होती है।

42. If the reverse bias voltage of a silicon varactor is increased by a factor of 2, the corresponding transition capacitance

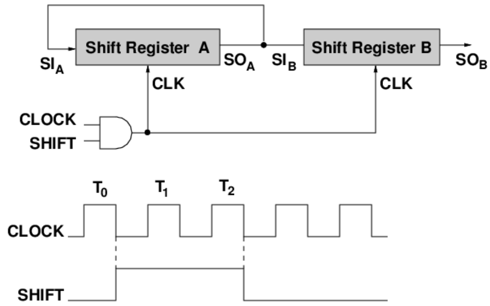
1. increases by a factor of $\sqrt{2}$
2. increases by a factor of 2
3. decreases by a factor of $\sqrt{2}$
4. decreases by a factor of 2

43. निम्न दिये गये आरेखीय चित्र में 4 बिट विस्थापन पंजियों A तथा B के प्रारंभिक मान क्रमश: हैं 1011 तथा 0010 । स्पंद T_2 के बाद SO_A तथा SO_B पर मान क्रमश: हैं



1. 1110 and 1001 2. 1101 and 1001
3. 1101 and 1100 4. 1110 and 1100

43. In the schematic figure given below, the initial values of 4 bit shift registers A and B are 1011 and 0010 respectively. The values at SO_A and SO_B after the pulse T_2 are respectively



1. 1110 and 1001 2. 1101 and 1001
3. 1101 and 1100 4. 1110 and 1100

44. एक रेफ्रिजरेटर के भीतरी भाग की ऊष्मा धारिता 4.2 kJ/K है, और बाहर का तापमान 27°C है। रेफ्रिजरेटर में तापमान 18° C से 17°C तक कम करने के लिए न्यूनतम कार्य है लगभग

1. 2.20 kJ 2. 0.80 kJ
3. 0.30 Kj 4. 0.14 kJ

44. The heat capacity of (the interior of) a refrigerator is 4.2 kJ/K. The minimum work that must be done to lower the internal temperature from 18° C to 17°C when the outside temperature is 27°C is

1. 2.20 kJ 2. 0.80 kJ
3. 0.30 kJ 4. 0.14 kJ

45. स्वतंत्र, अन्योन्यक्रियाहीन, एक विमी दोलकों के एक तंत्र के लिए, सीमांत $T \to 0$ में हर दोलक की मुक्त ऊर्जा का मान है:

1. $\frac{1}{2}\hbar\omega$ 2. $\hbar\omega$
3. $\frac{3}{2}\hbar\omega$ 4. 0

45. For a system of independent non-interacting one-dimensional oscillators, the value of the free energy per oscillator, in the limit $T \to 0$, is

1. $\frac{1}{2}\hbar\omega$ 2. $\hbar\omega$
3. $\frac{3}{2}\hbar\omega$ 4. 0

भाग \PART 'C'

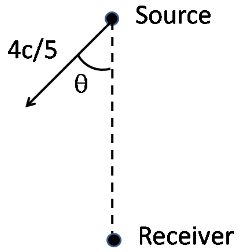
46. यदि $h = 2$ लिया जाए, तब सिम्पसन के $\frac{1}{3}$ नियम का उपयोग करके समाकल $\int_0^8 \frac{1}{x^2+5}dx$ का मान है

1. 0.565
2. 0.620
3. 0.698
4. 0.736

46. The value of the integral $\int_0^8 \frac{1}{x^2+5}dx$, evaluated using Simpson's $\frac{1}{3}$ rule with $h = 2$, is

1. 0.565
2. 0.620
3. 0.698
4. 0.736

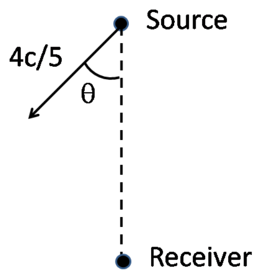
47. आवृत्ति ω का विकिरण उत्सतिर्जत करनेवाला एक दूरस्थ स्रोत अभिग्राहित्र के सापेक्ष चित्र में दर्शाये अनुसार किसी दिशा में गति $4c/5$ के साथ गतिशील है।



अभिग्राहित्र की उच्च अंतकीय अनावृत्ति $3\omega/2$ है। मानें कि जैसे दर्शाया गया है, कोण θ है। अभिग्राहित्र को विकिरण के संसूचन के लिए θ को कम से कम होना चाहिए

1. $\cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$
2. $\cos^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$
3. $\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$
4. $\cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$

47. A distant source, emitting radiation of frequency ω, moves with a velocity $4c/5$ in a certain direction with respect to a receiver (as shown in the figure).



The upper cut-off frequency of the receiver is $3\omega/2$. Let θ be the angle as shown. For the receiver to detect the radiation, θ should at least be

1. $\cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$
2. $\cos^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$
3. $\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$
4. $\cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$

48. समीकरण $\frac{dx}{dt} = 2\sqrt{1-x^2}$, जहां $|x| \leq 1$ से नियंत्रित एक गतिकीय तंत्र के लिए

1. $x = -1$ तथा $x = 1$, दोनों अस्थायी नियत बिंदुयें हैं
2. $x = -1$ तथा $x = 1$, दोनों स्थायी नियत बिंदुयें हैं
3. $x = -1$ एक् अस्थायी नियत बिंदु है तथा $x = 1$ एक स्थायी नियत बिंदु हैं
4. $x = -1$ एक स्थायी नियत बिंदु है तथा $x = 1$ एक अस्थायी नियत बिंदु है

48. For a dynamical system governed by the equation $\frac{dx}{dt} = 2\sqrt{1-x^2}$, with $|x| \leq 1$,

1. $x = -1$ and $x = 1$ are both unstable fixed points
2. $x = -1$ and $x = 1$ are both stable fixed points
3. $x = -1$ is an unstable fixed point and $x = 1$ is a stable fixed point
4. $x = -1$ is a stable fixed point and $x = 1$ is an unstable fixed point

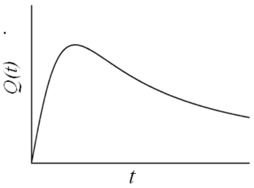
49. एक फलन $f(x)$ अवकल समीकरण $\frac{d^2f}{dx^2} - \omega^2 f = -\delta(x-a)$ का समाधान करता है, जहां ω धन है। f का फ़ूरिये रूपांतरण $\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx\, e^{ikx} f(x)$ तथा समीकरण का हल क्रमश: हैं:

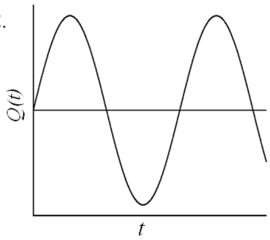
1. $\frac{e^{ika}}{k^2+\omega^2}$ तथा $\frac{1}{2\omega}\left(e^{-\omega|x-a|} + e^{\omega|x-a|}\right)$
2. $\frac{e^{ika}}{k^2+\omega^2}$ तथा $\frac{1}{2\omega} e^{-\omega|x-a|}$
3. $\frac{e^{ika}}{k^2-\omega^2}$ तथा $\frac{1}{2\omega}\left(e^{-i\omega|x-a|} + e^{i\omega|x-a|}\right)$
4. $\frac{e^{ika}}{k^2-\omega^2}$ तथा $\frac{1}{2i\omega}\left(e^{-i\omega|x-a|} - e^{i\omega|x-a|}\right)$

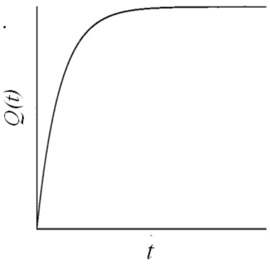
49. A function $f(x)$ satisfies the differential equation $\frac{d^2f}{dx^2} - \omega^2 f = -\delta(x-a)$, where ω is positive. The Fourier transform $\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx\, e^{ikx} f(x)$ of f, and the solution of the equation are, respectively,

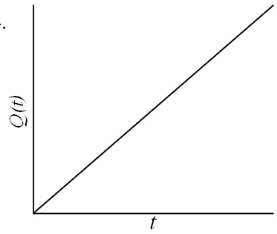
1. $\frac{e^{ika}}{k^2+\omega^2}$ and $\frac{1}{2\omega}\left(e^{-\omega|x-a|}+e^{\omega|x-a|}\right)$
2. $\frac{e^{ika}}{k^2+\omega^2}$ and $\frac{1}{2\omega}e^{-\omega|x-a|}$
3. $\frac{e^{ika}}{k^2-\omega^2}$ and $\frac{1}{2\omega}\left(e^{-i\omega|x-a|}+e^{i\omega|x-a|}\right)$
4. $\frac{e^{ika}}{k^2-\omega^2}$ and $\frac{1}{2i\omega}\left(e^{-i\omega|x-a|}-e^{i\omega|x-a|}\right)$

50. जनन फलन $F=\frac{1}{2}m\omega q^2\cot Q$ के उपयोग से हैमिल्टनी $H=\frac{1}{2m}p^2+\frac{1}{2}m\omega^2q^2$ का विहित रूपांतरण $(p,q)\to(P,Q)$ संपन्न किया जाता है। यदि $Q(0)=0$ है तो निम्न आलेखों में से कौन-सा $Q(t)$ की t पर निर्भरता को दर्शाता है?

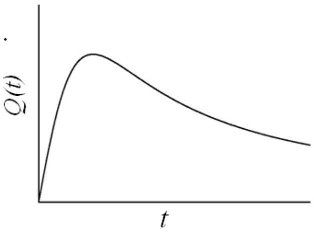
1.


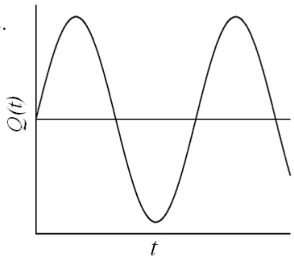
2.


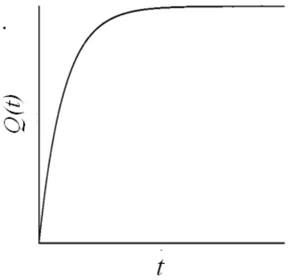
3.


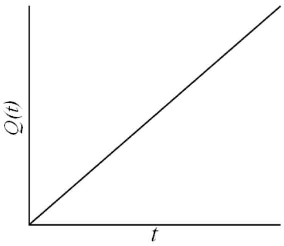
4.


50. A canonical transformation $(p,q)\to(P,Q)$ is performed on the Hamiltonian $H=\frac{1}{2m}p^2+\frac{1}{2}m\omega^2q^2$ via the generating function $F=\frac{1}{2}m\omega q^2\cot Q$. If $Q(0)=0$, which of the following graphs shows schematically the dependence of $Q(t)$ on t?

1.


2.


3.


4.


51. हर्मिट बहुपद $H_n(x)$ अवकल समीकरण

$$\frac{d^2H_n}{dx^2}-2x\frac{dH_n}{dx}+2nH_n(x)=0$$

का समाधान करता है। संगत जनक फलन

$$G(t,x)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n!}H_n(x)t^n$$

इस समीकरण का समाधान करता है

1. $\frac{\partial^2G}{\partial x^2}-2x\frac{\partial G}{\partial x}+2t\frac{\partial G}{\partial t}=0$
2. $\frac{\partial^2G}{\partial x^2}-2x\frac{\partial G}{\partial x}-2t^2\frac{\partial G}{\partial t}=0$
3. $\frac{\partial^2G}{\partial x^2}-2x\frac{\partial G}{\partial x}+2\frac{\partial G}{\partial t}=0$
4. $\frac{\partial^2G}{\partial x^2}-2x\frac{\partial G}{\partial x}+2\frac{\partial^2G}{\partial x\partial t}=0$

51. The Hermite polynomial $H_n(x)$ satisfies the differential equation

$$\frac{d^2H_n}{dx^2}-2x\frac{dH_n}{dx}+2nH_n(x)=0.$$

The corresponding generating function $G(t,x)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n!}H_n(x)t^n$ satisfies the equation

1. $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x\frac{\partial G}{\partial x} + 2t\frac{\partial G}{\partial t} = 0$
2. $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x\frac{\partial G}{\partial x} - 2t^2\frac{\partial G}{\partial t} = 0$
3. $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x\frac{\partial G}{\partial x} + 2\frac{\partial G}{\partial t} = 0$
4. $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x\frac{\partial G}{\partial x} + 2\frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t} = 0$

52. आघूर्ण $\vec{p}$ का एक द्विध्रुव, आवृत्ति ω के साथ दोलन करते हुए, गोलाकार तरंगों को विकिरणित करती है। अधिक दूरी पर सदिश विभव है $\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\, i\omega\, \frac{e^{ikr}}{r}\, \vec{p}$। $(1/r)$ की कोटि तक, बिंदु $\vec{r} = r\hat{n}$ पर चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B}$ है

1. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,(\hat{n}\cdot\vec{p})\,\hat{n}\frac{e^{ikr}}{r}$
2. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,(\hat{n}\times\vec{p})\frac{e^{ikr}}{r}$
3. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\,\omega^2 k\,(\hat{n}\cdot\vec{p})\vec{p}\,\frac{e^{ikr}}{r}$
4. $-\frac{\pi_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,\vec{p}\,\frac{e^{ikr}}{r}$

52. A dipole of moment $\vec{p}$, oscillating at frequency ω, radiates spherical waves. The vector potential at large distance is

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\, i\omega\, \frac{e^{ikr}}{r}\, \vec{p}.$$

To order $(1/r)$ the magnetic field $\vec{B}$ at a point $\vec{r} = r\hat{n}$ is

1. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,(\hat{n}\cdot\vec{p})\,\hat{n}\frac{e^{ikr}}{r}$
2. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,(\hat{n}\times\vec{p})\frac{e^{ikr}}{r}$
3. $-\frac{\mu_0}{4\pi}\,\omega^2 k\,(\hat{n}\cdot\vec{p})\vec{p}\,\frac{e^{ikr}}{r}$
4. $-\frac{\pi_0}{4\pi}\frac{\omega^2}{c}\,\vec{p}\,\frac{e^{ikr}}{r}$

53. किसी पदार्थ का आवृत्ति निर्भर परावैद्युत अचर $\varepsilon(\omega) = 1 + \frac{A}{\omega_0^2 - \omega^2 - i\omega\gamma}$ से दिया जाता है, जहां A एक धन अचर है, ω_0 अनुनादी आवृत्ति तथा γ, अवमंदन गुणांक है। कोणीय आवृत्ति $\omega << \omega_0$ की एक विद्युतचुंबकीय तरंग के लिए निम्न में से क्या सही है ? (मानिये कि $\frac{\gamma}{\omega_0} \ll 1$ है)

1. तरंग की उपेक्षणीय अवशोषण है।
2. तरंग प्रचारण अत्यंत परिक्षेपी है।
3. विद्युतचुंबकीय तरंग का प्रबल अवशोषण है।
4. समूह वेग तथा प्रावस्था वेग के चिह्न उल्टे होंगे।

53. The frequency dependent dielectric constant of a material is given by

$$\varepsilon(\omega) = 1 + \frac{A}{\omega_0^2 - \omega^2 - i\omega\gamma}$$

where A is a positive constant, ω_0 the resonant frequency and γ the damping coefficient. For an electromagnetic wave of angular frequency $\omega << \omega_0$, which of the following is true? (Assume that $\frac{\gamma}{\omega_0} \ll 1$.)

1. There is negligible absorption of the wave
2. The wave propagation is highly dispersive
3. There is strong absorption of the electromagnetic wave
4. The group velocity and the phase velocity will have opposite sign

54. एक समतल में गतिशील एक कण की लग्रांजी कार्तीय निर्देशांकों में ऐसे दिया गया है:

$$L = \dot{x}\,\dot{y} - x^2 - y^2$$

ध्रुवीय निर्देशांकों में विहित संवेग p_r (त्रिज्यी निर्देशांक r से संयुग्मी) है

1. $\dot{r}\sin\theta + r\dot{\theta}\cos\theta$
2. $\dot{r}\cos\theta + r\dot{\theta}\sin\theta$
3. $2\dot{r}\cos 2\theta - r\dot{\theta}\sin 2\theta$
4. $\dot{r}\sin 2\theta + r\dot{\theta}\cos 2\theta$

54. The Lagrangian of a particle moving in a plane is given in Cartesian coordinates as

$$L = \dot{x}\,\dot{y} - x^2 - y^2$$

In polar coordinates the expression for the canonical momentum p_r (conjugate to the radial coordinate r) is

1. $\dot{r}\sin\theta + r\dot{\theta}\cos\theta$
2. $\dot{r}\cos\theta + r\dot{\theta}\sin\theta$
3. $2\dot{r}\cos 2\theta - r\dot{\theta}\sin 2\theta$
4. $\dot{r}\sin 2\theta + r\dot{\theta}\cos 2\theta$

55. एक छोटी चुंबकीय सुई स्थान $(0,0)$ पर रखी जाती है ताकि उसका आघूर्ण x-अक्ष के साथ-साथ हो। दूसरी एक छोटी चुंबकीय सुई बिंदु स्थान (1, 1) पर है तथा वह xy-समतल में घूर्णन के लिए मुक्त है। साम्यावस्था में उनके चुंबकीय आघूर्णों के बीच का कोण θ ऐसे होगा की

1. $\tan\theta = 1/3$
2. $\tan\theta = 0$
3. $\tan\theta = 3$
4. $\tan\theta = 1$

55. A small magnetic needle is kept at $(0,0)$ with its moment along the x-axis. Another small magnetic needle is at the point (1, 1) and is free to rotate in the xy-plane. In

equilibrium the angle θ between their magnetic moments is such that

1. $\tan\theta = 1/3$
2. $\tan\theta = 0$
3. $\tan\theta = 3$
4. $\tan\theta = 1$

56. एक हाईड्रोजन परमाणु को $V_{pert}(\boldsymbol{r}) = \epsilon\cos(2r/a_0)$ के क्षोभ अधीन किया जाता है, जहां a_0 बोर त्रिज्या है। ϵ की प्रथम कोटि तक आधार अवस्था ऊर्जा में परिवर्तन है:

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

56. A hydrogen atom is subjected to the perturbation $V_{pert}(\boldsymbol{r}) = \epsilon\cos(2r/a_0)$, where a_0 is the Bohr radius. The change in the ground state energy to first order in ϵ is

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

57. परीक्षण तरंगफलन

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{c}{a^5}}(a^2 - x^2), & x < |a| \\ 0 & , x \geq |a| \end{cases}$$

के उपयोग से आकलित विभव $V(x) = g|x|$ में रहते एक कण की आधार अवस्था ऊर्जा (जहां g तथा c अचर हैं) है:

1. $\frac{15}{16}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
2. $\frac{5}{6}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
3. $\frac{3}{4}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
4. $\frac{7}{8}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$

57. The ground state energy of a particle in the potential $V(x) = g|x|$, estimated using the trial wavefunction

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{c}{a^5}}(a^2 - x^2), & x < |a| \\ 0 & , x \geq |a| \end{cases}$$

(where g and c are constants) is

1. $\frac{15}{16}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
2. $\frac{5}{6}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
3. $\frac{3}{4}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$
4. $\frac{7}{8}\left(\frac{\hbar^2 g^2}{m}\right)^{1/3}$

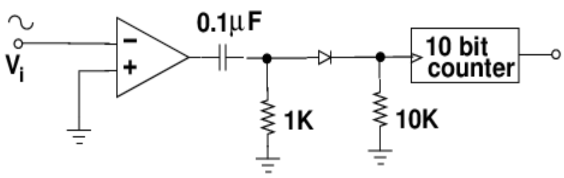
58. एक ट्रिटियम परमाणु ($^3_1$H) के नाभिक एक पॉजिट्रॉन को अचानक अवशोषित करके ट्रिटियम He^+ आयन में परिवर्तित होता है। यदि प्रारंभ में ट्रिटियम परमाणु का इलेक्ट्रॉन आधार अवस्था में था, तो He^+ आयन अपना आधार अवस्था में होने की प्रायिकता है

1. 1
2. $\frac{8}{9}$
3. $\frac{128}{243}$
4. $\frac{512}{729}$

58. A positron is suddenly absorbed by the nucleus of a tritium ($^3_1$H) atom to turn the latter into a He^+ ion. If the electron in the tritium atom was initially in the ground state, the probability that the resulting He^+ ion will be in its ground state is

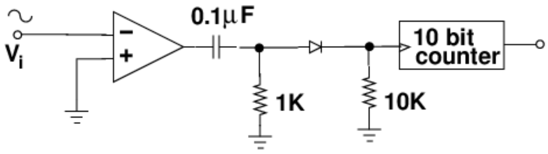
1. 1
2. $\frac{8}{9}$
3. $\frac{128}{243}$
4. $\frac{512}{729}$

59. निम्न परिपथ में 5 सेंकड अवधि के लिए शीर्ष से शीर्ष आयाम 1V तथा अज्ञात आवर्तकाल के एक ज्यावक्रीय संकेत को निवेश किया जाता है। यदि गणित्र षोडसाधारी में मान $(3E8)_H$ मापता है तो निवेशित संकेत का आवर्तकाल है:



1. 2.5 ms
2. 4 ms
3. 10 ms
4. 5 ms

59. A sinusoidal signal of peak to peak amplitude 1V and unknown time period is input to the following circuit for 5 seconds duration. If the counter measures a value $(3E8)_H$ in hexadecimal then the time period of the input signal is



1. 2.5 ms
2. 4 ms
3. 10 ms
4. 5 ms

60. अवस्था $a|1,1\rangle + b|1,-1\rangle$ (यहां $|l,m\rangle$ L^2 तथा L_z की एक अभिलक्षणिक अवस्था को निर्दिष्ट करते हैं) में रहते एक कण के लिए अनिश्चितताओं का गुणनफल $(\Delta L_x)(\Delta L_y)$ न्यूनतम होगा इसके लिए

1. $a = \pm ib$
2. $a = 0$ तथा $b = 1$
3. $a = \frac{\sqrt{3}}{2}$ तथा $b = \frac{1}{2}$
4. $a = \pm b$

60. The product of the uncertainties $(\Delta L_x)(\Delta L_y)$ for a particle in the state $a|1,1\rangle + b|1,-1\rangle$ (where $|l,m\rangle$ denotes an eigenstate of L^2 and L_z) will be a minimum for

1. $a = \pm ib$
2. $a = 0$ and $b = 1$
3. $a = \frac{\sqrt{3}}{2}$ and $b = \frac{1}{2}$
4. $a = \pm b$

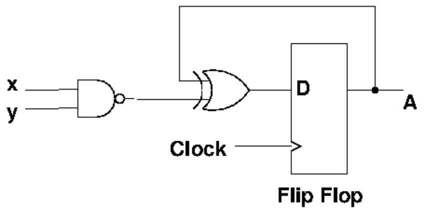
61. एक अन्योन्यक्रियाहीन प्रचक्रमण-$\frac{1}{2}$ वाला कण समुच्चय ताप T के एक ऊष्मा कुण्ड के संपर्क में है, और उसे एक बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के अधीन किया जाता है। हर कण की दो क्वांटम अवस्थाओं की ऊर्जायें $\pm\epsilon_0$ हैं। यदि प्रति कण की माध्य ऊर्जा $-\epsilon_0/2$ है, तो उसकी मुक्त ऊर्जा है

1. $-2\epsilon_0 \frac{\ln(4/\sqrt{3})}{\ln 3}$
2. $-\epsilon_0 \ln(3/2)$
3. $-2\epsilon_0 \ln 2$
4. $-\epsilon_0 \frac{\ln 2}{\ln 3}$

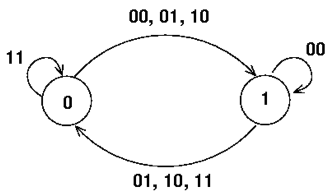
61. An ensemble of non-interacting spin-$\frac{1}{2}$ particles is in contact with a heat bath at temperature T, and is subjected to an external magnetic field. Each particle can be in one of the two quantum states of energies $\pm\epsilon_0$. If the mean energy per particle is $-\epsilon_0/2$, then the free energy per particle is

1. $-2\epsilon_0 \frac{\ln(4/\sqrt{3})}{\ln 3}$
2. $-\epsilon_0 \ln(3/2)$
3. $-2\epsilon_0 \ln 2$
4. $-\epsilon_0 \frac{\ln 2}{\ln 3}$

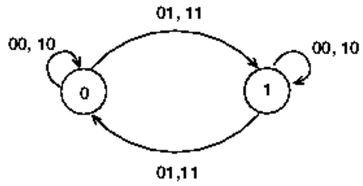
62. निम्न परिपथ से संगत अवस्था चित्र है:



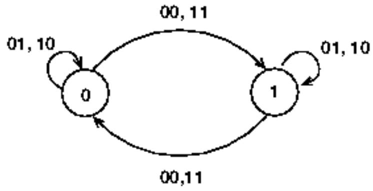
1.



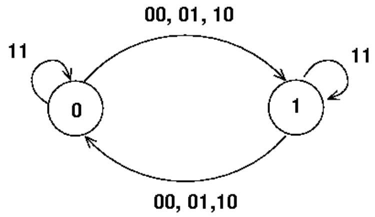
2.



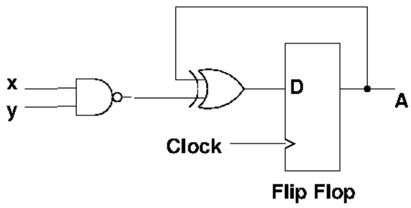
3.



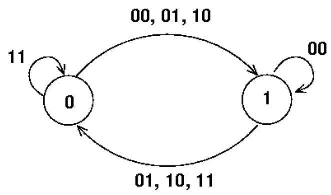
4.



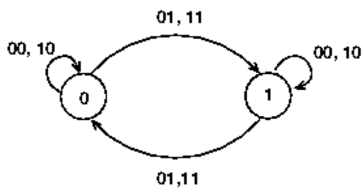
62. The state diagram corresponding to the following circuit is



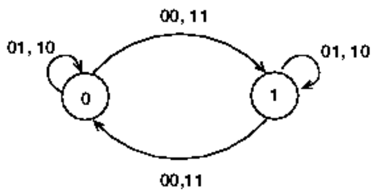
1.



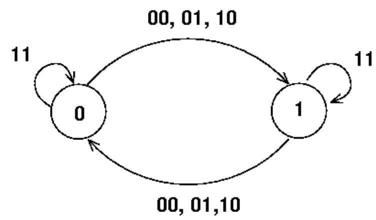
2.



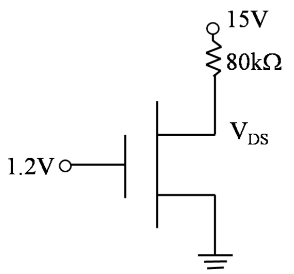
3.



4.

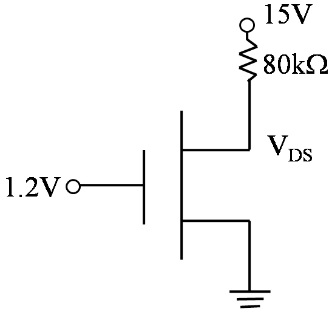


63. निम्न प्राचल युक्त एक n-MOSFET पर विचारें: विद्युत धारा बल $K = 60$ μA/V², भंजन वोल्टता $BV_{DS} = 10$ V, प्रभावी द्वार चौड़ाई से प्रणाल दीर्घता का अनुपात $\frac{W}{L} = 5$ तथा देहली वोल्टता $V_{th} = 0.5$V । निम्न दर्शाये परिपथ में, यह n-MOSFET इस क्षेत्र में काम कर रहा है:



1. ओहमिक क्षेत्र
2. अंतक क्षेत्र
3. संतृप्तता क्षेत्र
4. भंजन क्षेत्र

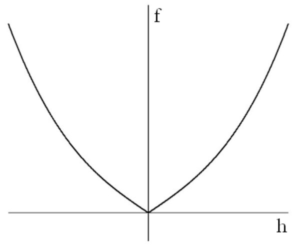
63. Consider an n-MOSFET with the following parameters: current drive strength $K = 60$ μA/V², breakdown voltage $BV_{DS} = 10$ V, ratio of effective gate width to the channel length $\frac{W}{L} = 5$ and threshold voltage $V_{th} = 0.5$V. In the circuit given below, this n-MOSFET is operating in the



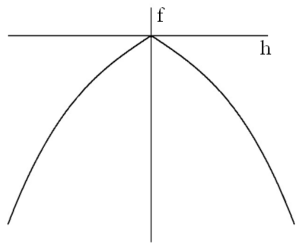
1. ohmic region
2. cut-off region
3. saturation region
4. breakdown region

64. एक स्थिर ताप $T < T_c$ (यहां T_c क्रांतिक ताप है) तथा एक बाह्य चुंबकीय क्षेत्र h में किसी लोह चुंबक की मुक्त ऊर्जा $f(h, T)$ की गुणात्मक निर्भरता को निम्न आलेखों में से कौन-सा दर्शाता है?

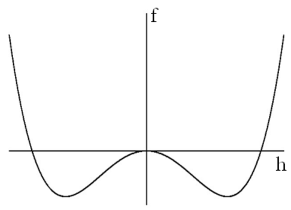
1.



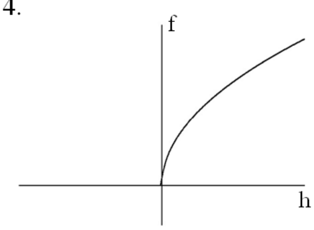
2.



3.

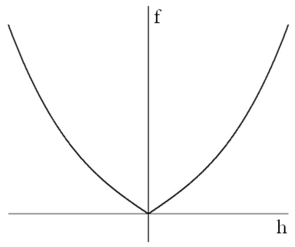


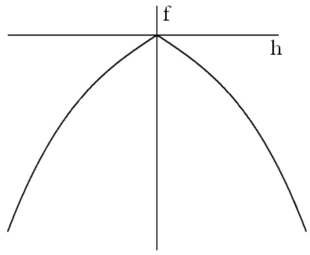
4.

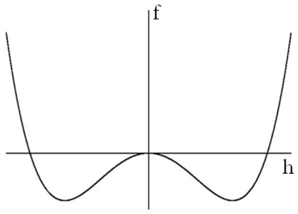


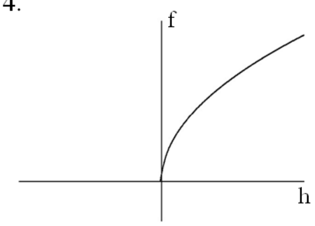
64. Which of the following graphs shows the qualitative dependence of the free energy $f(h, T)$ of a ferromagnet in an external magnetic field h, and at a fixed temperature $T < T_c$ where T_c is the critical temperature?

1.



2.


3.


4.


65. एक वर्ग जालक पर किसी यादृच्छिक भ्रमणकर्ता चार स्थानों में प्रत्येक के लिए समान प्रायिकता के साथ निकटतम पड़ोसी स्थान में गतिशील होता है। उद्गम में प्रारंभ करते हुए भ्रमणकर्ता 3 कदम लेता है। इस भ्रमण के दौरान कोई भी स्थान एक से अधिक बार सैर नहीं किया जाता इसकी प्रायिकता है

1. 12/27 2. 27/64
3. 3/8 4. 9/16

65. Consider a random walker on a square lattice. At each step the walker moves to a nearest neighbour site with equal probability for each of the four sites. The walker starts at the origin and takes 3 steps. The probability that during this walk no site is visited more than once is

1. 12/27 2. 27/64
3. 3/8 4. 9/16

66. जालक आवर्त दूरी a युक्त एक आवर्ती एक-विमी जालक से गुज़रते एक इलेक्ट्रॉन के लिए, ब्लॉख प्रमेय से अविरोधी ऊर्जा अभिलक्षणिक फलन के संगत निम्न तरंग फलनों में से कौनसा है?

1. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{a} + \cos\left(\frac{\pi x}{2a}\right)\right]\right)$
2. $\psi(x) = A\exp\left(i\left[\frac{\pi x}{a} + \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right]\right)$
3. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{2\pi x}{a} + i\cosh\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right]\right)$
4. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{2a} + i\left|\frac{\pi x}{2a}\right|\right]\right)$

66. For an electron moving through a one-dimensional periodic lattice of periodicity a, which of the following corresponds to an energy eigenfunction consistent with Bloch's theorem?

1. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{a} + \cos\left(\frac{\pi x}{2a}\right)\right]\right)$
2. $\psi(x) = A\exp\left(i\left[\frac{\pi x}{a} + \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right]\right)$
3. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{2\pi x}{a} + i\cosh\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right]\right)$
4. $\psi(x) = A\ \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{2a} + i\left|\frac{\pi x}{2a}\right|\right]\right)$

67. त्रिविम जालक में इलेक्ट्रॉनों का परिक्षेपण संबंध सुसंहत बंधन सन्निकटन में

$$\varepsilon_k = \alpha\cos k_x a + \beta cos k_y a + \gamma cos\ k_z a$$

से दिया जाता है, जहां a जालक अचर है तथा α, β, γ ऊर्जा के विम वाले अचर हैं। प्रथम ब्रिलुवां क्षेत्र $\left(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}\right)$ के कोने पर प्रभावी द्रव्यमान प्रदिश है

1. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} -\frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$
2. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} -\frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$
3. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$
4. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$

67. The dispersion relation of electrons in a 3-dimensional lattice in the tight binding approximation is given by,

$$\varepsilon_k = \alpha\cos k_x a + \beta\cos k_y a + \gamma\cos k_z a$$

where a is the lattice constant and α, β, γ are constants with dimension of energy. The effective mass tensor at the corner of the first Brillouin zone $\left(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}\right)$ is

1. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} -\frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$

2. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} -\frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$

3. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$

4. $\frac{\hbar^2}{a^2}\begin{pmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\beta} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\gamma} \end{pmatrix}$

68. जब किसी स्फटिकीय ठोस पदार्थ का विवर्तन प्रतिमान तरंगदैर्ध्य 0.15 nm के x-विकिरण पुंज के उपयोग से अभिलिखित होता है, उसकी प्रथम कोटि विवर्तन शीर्ष, कोण 30° पर घटता है। यदि तरंगदैर्ध्य तथा कोण के मापन की त्रुटियां क्रमश: 0.01 nm तथा 1° हैं तो अंतर्तलीय दूरी की परिकलन में त्रुटि होगी लगभग

1. 1.1×10^{-2} nm
2. 1.3×10^{-4} nm
3. 2.5×10^{-2} nm
4. 2.0×10^{-3} nm

68. The first order diffraction peak of a crystalline solid occurs at a scattering angle of 30° when the diffraction pattern is recorded using an x-ray beam of wavelength 0.15 nm. If the error in measurements of the wavelength and the angle are 0.01 nm and 1° respectively, then the error in calculating the inter-planar spacing will approximately be

1. 1.1×10^{-2} nm
2. 1.3×10^{-4} nm
3. 2.5×10^{-2} nm
4. 2.0×10^{-3} nm

69. ^{12}Mg, ^{13}Al, ^{17}Cl तथा ^{18}Ar की आधार अवस्थाओं का *LS* विन्यास क्रमश: हैं

1. $^3S_1$, $^2P_{1/2}$, $^2P_{1/2}$ तथा $^1S_0$
2. $^3S_1$, $^2P_{3/2}$, $^2P_{3/2}$ तथा $^3S_1$
3. $^1S_0$, $^2P_{1/2}$, $^2P_{3/2}$ तथा $^1S_0$
4. $^1S_0$, $^2P_{3/2}$, $^2P_{1/2}$ तथा $^3S_1$

69. The *LS* configurations of the ground state of ^{12}Mg, ^{13}Al, ^{17}Cl and ^{18}Ar are, respectively,

1. $^3S_1$, $^2P_{1/2}$, $^2P_{1/2}$ and $^1S_0$
2. $^3S_1$, $^2P_{3/2}$, $^2P_{3/2}$ and $^3S_1$
3. $^1S_0$, $^2P_{1/2}$, $^2P_{3/2}$ and $^1S_0$
4. $^1S_0$, $^2P_{3/2}$, $^2P_{1/2}$ and $^3S_1$

70. परिमाप $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ का एक पतले धात्विक फ़िल्म में 4×10^{12} इलेक्ट्रॉनों है। तंत्र का फ़ेर्मी तरंग सदिश का परिमाण, मुक्त इलेक्टॉन सन्निकटन में, है

1. $2\sqrt{\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
2. $\sqrt{2\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
3. $\sqrt{\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
4. $2\pi \times 10^7\text{ cm}^{-1}$

70. A thin metal film of dimension $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ contains 4×10^{12} electrons. The magnitude of the Fermi wavevector of the system, in the free electron approximation, is

1. $2\sqrt{\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
2. $\sqrt{2\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
3. $\sqrt{\pi} \times 10^7\text{ cm}^{-1}$
4. $2\pi \times 10^7\text{ cm}^{-1}$

71. एक द्विअवस्था तंत्र के लिए, उपरी तथा निचली स्तरों में परमाणुओं की आबादियां क्रमश: 3×10^{18} तथा 0.7×10^{18} हैं। यदि उद्दीपित उत्सर्जन गुणांक 3.0×10^5 m^3/W-s^3 तथा ऊर्जा घनत्व 9.0 J/m^3-Hz है। उद्दीपित उत्सर्जन गति होगी

1. $6.3 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
2. $4.1 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
3. $2.7 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
4. $1.8 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$

71. For a two level system, the population of atoms in the upper and lower levels are 3×10^{18} and 0.7×10^{18}, respectively. If the coefficient of stimulated emission is 3.0×10^5 m^3/W-s^3 and the energy density is 9.0 J/m^3-Hz, the rate of stimulated emission will be

1. $6.3 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
2. $4.1 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
3. $2.7 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$
4. $1.8 \times 10^{16}\text{ s}^{-1}$

72. द्रव्यमान संख्या $A = 125$ के नाभिकों में से, द्रव बूंद प्रतिमान से परिकलित बंधन ऊर्जा (कूलंब तथा असममिता ऊर्जाओं के लिए गुणांकों क्रमश: $a_C = 0.7$MeV तथा $a_{sym} = 22.5$ MeV के दिये जाने पर) उच्चतम इसके लिऐ हैं:

1. $^{125}_{54}$Xe
2. $^{125}_{53}$I
3. $^{125}_{52}$Te
4. $^{125}_{51}$Sb

72. Of the nuclei of mass number $A = 125$, the binding energy calculated from the liquid drop model (given that the coefficients for the Coulomb and the asymmetry energy are $a_C = 0.7$MeV and $a_{sym} = 22.5$ MeV respectively) is a maximum for

1. $^{125}_{54}$Xe
2. $^{125}_{53}$I
3. $^{125}_{52}$Te
4. $^{125}_{51}$Sb

73. K के प्रथम ऑयनीकरण विभव 4.34 eV है, Cl का इलेक्ट्रॉन बंधुता 3.82 eV तथा KCl की साम्यावस्था पार्थक्य 0.3 nm है। KCl अणु को K तथा Cl परमाणुओं में वियोजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा है

1. 8.62 eV
2. 8.16 eV
3. 4.28 eV
4. 4.14 eV

73. The first ionization potential of K is 4.34 eV, the electron affinity of Cl is 3.82 eV and the equilibrium separation of KCl is 0.3 nm. The energy required to dissociate a KCl molecule into a K and a Cl atom is

1. 8.62 eV
2. 8.16 eV
3. 4.28 eV
4. 4.14 eV

74. विषम प्रोटॉन नाभिक का विद्युतीय चतुर्ध्रुव आघूर्ण का मान $\frac{(2j-1)}{2(j+1)}\langle r^2\rangle$ है, जहां j पूर्ण कोणिय संवेग है। $R_0 = 1.2$ फ़र्मी दिये जाने पर, कोशीय मॉडल के अनुसार ^{27}Al नाभिक का चतुर्ध्रुव आघूर्ण का बॉर्न में मान है

1. 0.043
2. 0.023
3. 0.915
4. 0

74. The electric quadrupole moment of an odd proton nucleus is $\frac{(2j-1)}{2(j+1)}\langle r^2\rangle$, where j is the total angular momentum. Given that $R_0 = 1.2$ fm, what is the value, in barn, of the quadrupole moment of the ^{27}Al nucleus in the shell model?

1. 0.043
2. 0.023
3. 0.915
4. 0

75. मुक्त कणों से सम्मिलित निम्न प्रक्रियाओं पर विचारें

(i) $\bar{n} \to \bar{p} + e^+ + \bar{\nu}_e$
(ii) $\bar{p} + n \to \pi^-$
(iii) $p + n \to \pi^+ + \pi^0 + \pi^0$
(iv) $p + \bar{\nu}_e \to n + e^+$

निम्न कथनों में से कौन-सा सही है?

1. प्रक्रिया (i) सभी संरक्षण विधियों का पालन करता है
2. प्रक्रिया (ii) बेरियान् संख्या का संरक्षण करता है, परंतु ऊर्जा संवेग संरक्षण का उल्लंघन करता है
3. प्रक्रिया (iii) प्रबल अन्योन्यक्रियाओं द्वारा अनुमत नहीं है, परंतु क्षीण अन्योन्यक्रियाओं द्वारा अनुमत है
4. प्रक्रिया (iv) बेरियान संख्या का संरक्षण करता है, परंतु लेप्टॉन संख्या सरंक्षण का उल्लंघन करता है

75. Consider the following processes involving free particles

(i) $\bar{n} \to \bar{p} + e^+ + \bar{\nu}_e$
(ii) $\bar{p} + n \to \pi^-$
(iii) $p + n \to \pi^+ + \pi^0 + \pi^0$
(iv) $p + \bar{\nu}_e \to n + e^+$

Which of the following statements is true?

1. Process (i) obeys all conservation laws
2. Process (ii) conserves baryon number, but violates energy-momentum conservation
3. Process (iii) is not allowed by strong interactions, but is allowed by weak interactions
4. Process (iv) conserves baryon number, but violates lepton number conservation

FOR ROUGH WORK