

5

C

# 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 वृत्तों को काले बॉल पेन से अवश्य काला करें। यह एक मात्र परीक्षार्थी की जिम्मेदारी है कि वह ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक में दिए गए निर्देशों का पूरी सावधानी से पालन करें, ऐसा न करने पर कम्प्यूटर विवरणों का सही तरीके से अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिसमें आपकी ओ.एम.आर. उत्तर पत्रक की अस्वीकृति भी शामिल है, हो सकती है।
5. भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न के 2 अंक, भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न के 3.5 अंक तथा 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है। प्रत्येक गलत उत्तर का ऋणात्मक मूल्यांक 25% की दर से किया जाएगा।
6. प्रत्येक प्रश्न के नीचे चार विकल्प दिए गए हैं। इनमें से केवल एक विकल्प ही "सही" अथवा "सर्वोत्तम हल" है। आपको प्रत्येक प्रश्न का सही अथवा सर्वोत्तम हल ढूँढना है।
7. नकल करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करते हुए पाए जाने वाले परीक्षार्थियों का इस ओर 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 चिह्नित 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

$m$	इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान	Mass of electron	$9.11 \times 10^{-31} \text{kg}$
$h$	प्लांक नियतांक	Planck's constant	$6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
$e$	इलेक्ट्रॉन का आवेश	Charge of electron	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
$k$	बोल्ट्समान नियतांक	Boltzmann constant	$1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
$c$	प्रकाश का वेग	Velocity of light	$3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$
$R$	मोलर गैस नियतांक	Molar gas constant	$8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$
Ry	रिडबर्ग नियतांक	Rydberg constant	$1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
$N_A$	आवोगाद्रो संख्या	Avogadro number	$6.023 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
$G$	न्यूटन नियतांक	Newton constant	$6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
$\epsilon_0$	परावैद्युत अचर	Permittivity of vacuum	$8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
$\mu_0$	चुंबकीय व्याप्यता	Permeability of vacuum	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
	1 eV	1 eV	$1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
	amu	amu	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## 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)	Niobium	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)



6. 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
6. 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
7. 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.  $4-\pi$
7. 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.  $4-\pi$
8. निम्न शब्दों 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. बगीचा 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
8. 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
9. 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
9. 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
10. एक व्यक्ति 10 km/h की गति से अनुहाल, 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।
10. 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.



Green and Blue. How many shades of grey exist in this scheme?

1.  $8^3$
2. 8
3.  $3^8$
4.  $8 \times 3$

15. 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।

15. 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.

16. 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 बहिःस्राव होगा।
3. जब तक कोशिका मर नहीं जाती तब तक जीवद्रव्य का बहिःस्राव घटता रहेगा।
4. गुब्बारे जैसे कोशिका फटेगी।

16. 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.

17. 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 व्यासतः 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

17. 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

18. एक फिल्म प्रोजेक्टर 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 बनाता है जबकि प्रोजेक्टर एक वास्तविक विम्ब बनाता है।
4. प्रोजेक्टर की अपेक्षा सूक्ष्मदर्शी की कहीं अधिक विभेदन शक्ति है।



18. 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.

19. 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

19. 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

20. 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

20. 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

## भाग \PART 'B'

21.  $f(x)$  का फूरिये रूपान्तरण

$$\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx e^{ikx} f(x) \text{ है। यदि}$$

$$f(x) = \alpha\delta(x) + \beta\delta'(x) + \gamma\delta''(x)$$

है, जहां  $\delta(x)$  डिरैक 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.  $i\alpha + \beta k - i\gamma k^2$

21. The Fourier transform of  $f(x)$  is

$$\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx e^{ikx} f(x). \text{ If}$$

$$f(x) = \alpha\delta(x) + \beta\delta'(x) + \gamma\delta''(x),$$

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

22. 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.  $\ln\sqrt{\frac{y+1}{y-1}}$

22. 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.  $\ln\sqrt{\frac{y+1}{y-1}}$

23. 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.  $8ma^2, 8ma^2$

23. 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.  $8ma^2, 8ma^2$
24. सम्मिश्र चर  $z$  का फलन  $\frac{z}{\sin \pi z^2}$
- का एक सरल अनंतक 0 पर है तथा  $n = 1, 2, 3 \dots$  के लिए  $\pm\sqrt{n}$  पर कोटि 2 के अनंतक हैं
  - का एक सरल अनंतक 0 पर है तथा  $n = 1, 2, 3 \dots$  के लिए  $\pm\sqrt{n}$  तथा  $\pm i\sqrt{n}$  पर कोटि 2 के अनंतक हैं
  - के,  $n = 0, 1, 2, 3 \dots$  के लिए  $\pm n$  पर कोटि के 2 अनंतक है
  - के,  $n = 0, 1, 2, 3 \dots$  के लिए  $\pm n$  पर कोटि के 2 अनंतक हैं
24. The function  $\frac{z}{\sin \pi z^2}$  of a complex variable  $z$  has
- a simple pole at 0 and poles of order 2 at  $\pm\sqrt{n}$  for  $n = 1, 2, 3 \dots$
  - a simple pole at 0 and poles of order 2 at  $\pm\sqrt{n}$  and  $\pm i\sqrt{n}$  for  $n = 1, 2, 3 \dots$
  - poles of order 2 at  $\pm\sqrt{n}$ ,  $n = 0, 1, 2, 3 \dots$
  - poles of order 2 at  $\pm n$ ,  $n = 0, 1, 2, 3 \dots$
25. कुछ मूल कणों के प्रकीर्णन में, प्रकीर्णन अनुपरिच्छेद  $\sigma$ , 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,  $\sigma$  की इन राशियों पर निर्भरता इससे दिया जाता है।
- $\sqrt{\frac{hc}{E}}$       2.  $\frac{hc}{E^{3/2}}$   
 3.  $\left(\frac{hc}{E}\right)^2$       4.  $\frac{hc}{E}$
25. In the scattering of some elementary particles, the scattering cross-section  $\sigma$  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  $\sigma$  on these quantities is given by
- $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{3k}{m}}$       2.  $\sqrt{\frac{k}{2m}}(13 \pm \sqrt{73})$   
 3.  $\sqrt{\frac{5k}{2m}}, \sqrt{\frac{k}{m}}$       4.  $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{6k}{m}}$
26. त्रिविम आकाश में एक केन्द्रीय विभव  $V(r) = kr^4$  में, जहाँ  $k$  एक अचर है, एक कण गतिशील है। एक वृत्तीय कक्षा की कोणीय आवृत्ति  $\omega$  उसकी त्रिज्या  $R$  पर इस प्रकार निर्भर है:
- $\omega \propto R$       2.  $\omega \propto R^{-1}$   
 3.  $\omega \propto R^{1/4}$       4.  $\omega \propto R^{-2/3}$
26. A particle moves in three-dimensional space in a central potential  $V(r) = kr^4$ , where  $k$  is a constant. The angular frequency  $\omega$  for a circular orbit depends on its radius  $R$  as
- $\omega \propto R$       2.  $\omega \propto R^{-1}$   
 3.  $\omega \propto R^{1/4}$       4.  $\omega \propto R^{-2/3}$
27. 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  $v = 0.01c$  के लिए  $(T_R - T_N)/T_R$  का मान है
- $1.25 \times 10^{-5}$       2.  $5.0 \times 10^{-5}$   
 3.  $7.5 \times 10^{-5}$       4.  $1.0 \times 10^{-4}$
27. 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  $v = 0.01c$ , is
- $1.25 \times 10^{-5}$       2.  $5.0 \times 10^{-5}$   
 3.  $7.5 \times 10^{-5}$       4.  $1.0 \times 10^{-4}$
28. किसी तंत्र की लगांजी
- $$L = \frac{1}{2}mq_1^2 + 2mq_2^2 - k\left(\frac{5}{4}q_1^2 + 2q_2^2 - 2q_1q_2\right)$$
- से दी जाती है जहाँ  $m$  तथा  $k$  धन अचर हैं। उसकी प्रसामान्य विधा की आवृत्तियां हैं
- $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{3k}{m}}$       2.  $\sqrt{\frac{k}{2m}}(13 \pm \sqrt{73})$   
 3.  $\sqrt{\frac{5k}{2m}}, \sqrt{\frac{k}{m}}$       4.  $\sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{6k}{m}}$
28. The Lagrangian of a system is given by
- $$L = \frac{1}{2}mq_1^2 + 2mq_2^2 - k\left(\frac{5}{4}q_1^2 + 2q_2^2 - 2q_1q_2\right)$$
- where  $m$  and  $k$  are positive constants. The frequencies of its normal modes are

$$1. \sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{3k}{m}} \quad 2. \sqrt{\frac{k}{2m}}(13 \pm \sqrt{73})$$

$$3. \sqrt{\frac{5k}{2m}}, \sqrt{\frac{k}{m}} \quad 4. \sqrt{\frac{k}{2m}}, \sqrt{\frac{6k}{m}}$$

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

$$1. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{4} \\ \sinh 2t, & t \geq \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$2. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{2} \\ 1, & t \geq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$3. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{4} \\ 1, & t \geq \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$4. x = 1 - \cos 2t, \quad t \geq 0$$

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

$$1. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{4} \\ \sinh 2t, & t \geq \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$2. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{2} \\ 1, & t \geq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$3. x = \begin{cases} \sin 2t, & 0 \leq t < \frac{\pi}{4} \\ 1, & t \geq \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$4. x = 1 - \cos 2t, \quad t \geq 0$$

30. परावैद्युत अचर  $\epsilon_1$  के एक माध्यम तथा परावैद्युत 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  $60^\circ$  है तो प्रतिवर्तित प्रकाश
1. आयतन तल से लंब, तल ध्रुवित है
  2. आयतन तल से समांतर, तल ध्रुवित है
  3. वृत्तीयतः ध्रुवित है
  4. का ध्रुवण आपतित प्रकाश के ध्रुवण के समान है

30. A beam of unpolarized light in a medium with dielectric constant  $\epsilon_1$  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  $60^\circ$ , 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

31. 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 सन्निकटतः है

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

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

31. 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

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

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

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

$$1. B_0 y \hat{i} \quad 2. -B_0 y \hat{i}$$

$$3. B_0(x \hat{j} + y \hat{i}) \quad 4. B_0(x \hat{i} - y \hat{j})$$

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

$$1. B_0 y \hat{i} \quad 2. -B_0 y \hat{i}$$

$$3. B_0(x \hat{j} + y \hat{i}) \quad 4. B_0(x \hat{i} - y \hat{j})$$

33. किसी हर्मिटी संकारक  $\hat{O}$  के दो प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक अवस्थायें हैं  $|1\rangle$  तथा  $|2\rangle$ , जिनका अभिलक्षणिक मान क्रमशः 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  $\langle u | v \rangle = 0$ ।  $\theta$  तथा  $\phi$  के संभाव्य 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  $\phi = -\frac{\pi}{6}$

33. 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  $\theta$  and  $\phi$ ?

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  $\phi = -\frac{\pi}{6}$

34. त्रिज्या  $a$  का एक खोखला धात्विय 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.  $\frac{V_0 a}{r}$

34. 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.  $\frac{V_0 a}{r}$

35. आराम अवस्था में रहते प्रचक्रण- $1/2$  कण की हैमिल्टनी  $H = E_0(\sigma_z + \alpha\sigma_x)$  से दी जाती है, जहां  $\sigma_x$  तथा  $\sigma_z$  पाउली प्रचक्रण आव्यूह तथा  $E_0$  तथा  $\alpha$  अचर हैं। इस हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक मान हैं

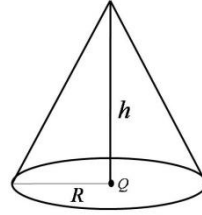
1.  $\pm E_0\sqrt{1+\alpha^2}$
2.  $\pm E_0\sqrt{1-\alpha^2}$
3.  $E_0$  (द्विक अपभ्रष्ट)
4.  $E_0\left(1 \pm \frac{1}{2}\alpha^2\right)$

35. The Hamiltonian for a spin- $1/2$  particle at rest is given by  $H = E_0(\sigma_z + \alpha\sigma_x)$ , where  $\sigma_x$  and  $\sigma_z$

are Pauli spin matrices and  $E_0$  and  $\alpha$  are constants. The eigenvalues of this Hamiltonian are

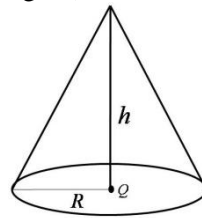
1.  $\pm E_0\sqrt{1+\alpha^2}$
2.  $\pm E_0\sqrt{1-\alpha^2}$
3.  $E_0$  (doubly degenerate)
4.  $E_0\left(1 \pm \frac{1}{2}\alpha^2\right)$

36. 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.  $\frac{QR}{2h\epsilon_0}$

36. 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.  $\frac{QR}{2h\epsilon_0}$

37. मानें कि  $\psi_{nlm}$  प्रायिक अंकन पद्धति में हाइड्रोजन परमाणु की अभिलक्षणिक अवस्थाओं को निर्दिष्ट करता है। अवस्था

$$\frac{1}{5}[2\psi_{200} - 3\psi_{211} + \sqrt{7}\psi_{210} - \sqrt{5}\psi_{21-1}]$$

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

37. Let  $\psi_{nlm}$  denote the eigenstates of a hydrogen atom in the usual notation. The state

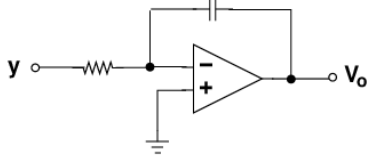
$$\frac{1}{5} [2\psi_{200} - 3\psi_{211} + \sqrt{7}\psi_{210} - \sqrt{5}\psi_{21-1}]$$

is an eigenstate of

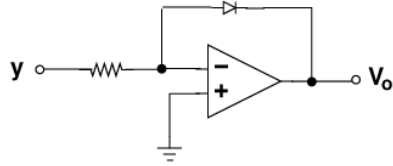
1.  $L^2$ , but not of the Hamiltonian or  $L_z$
2. the Hamiltonian, but not of  $L^2$  or  $L_z$
3. the Hamiltonian,  $L^2$  and  $L_z$
4.  $L^2$  and  $L_z$ , but not of the Hamiltonian

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

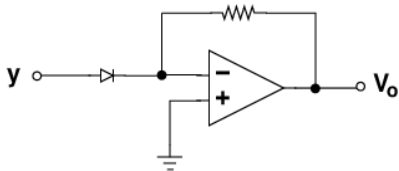
1.



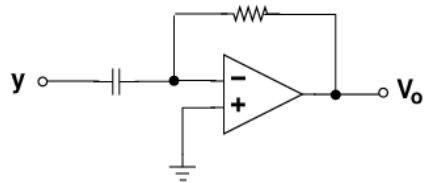
2.



3.

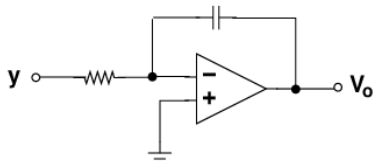


4.

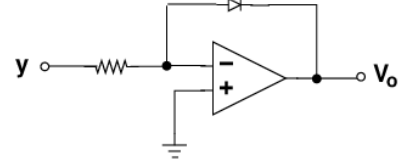


38. If the parameters  $y$  and  $x$  are related by  $y = \log(x)$ , then the circuit that can be used to produce an output voltage  $V_0$  varying linearly with  $x$  is

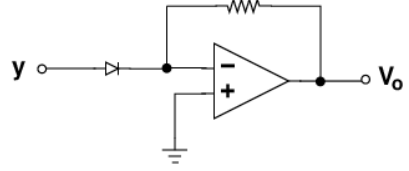
1.



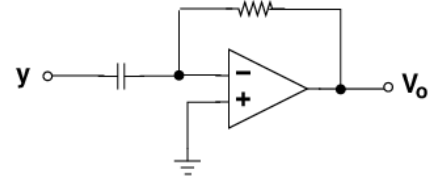
2.



3.



4.



39. स्वतंत्र, अन्योन्यक्रियाहीन, एक विमी दोलकों के एक तंत्र के लिए, सीमांत  $T \rightarrow 0$  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

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

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

40. विभेदन 1 mV तथा 0.5 mV रखनेवाले दो वोल्टमीटरों द्वारा मापी गयी वोल्टता के 60 तथा 10 पाठयांकों को दो आंकड़े समूह A तथा B अंतर्विष्ट करते हैं। आंकड़े समूहों A तथा B से पायी गयी माध्य वोल्टताओं में अनिश्चिततायें क्रमशः  $U_A$  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  $U_{AB} > U_B$

40. 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  $U_{AB} > U_B$

41.  $N$  आइसिंग प्रचरणों के एक तंत्र का संवितरण फलन है  $Z = \lambda_1^N + \lambda_2^N$ , जहाँ  $\lambda_1$  तथा  $\lambda_2$  ताप के फलन हैं, परंतु  $N$  पर निर्भर नहीं करता। यदि  $\lambda_1 > \lambda_2$  है, सीमांत  $N \rightarrow \infty$  पर हर प्रचरण 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.  $-k_B T \ln \lambda_1$

41. The partition function of a system of  $N$  Ising spins is  $Z = \lambda_1^N + \lambda_2^N$ , where  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$  are functions of temperature, but are independent of  $N$ . If  $\lambda_1 > \lambda_2$ , the free energy per spin in the limit  $N \rightarrow \infty$  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.  $-k_B T \ln \lambda_1$

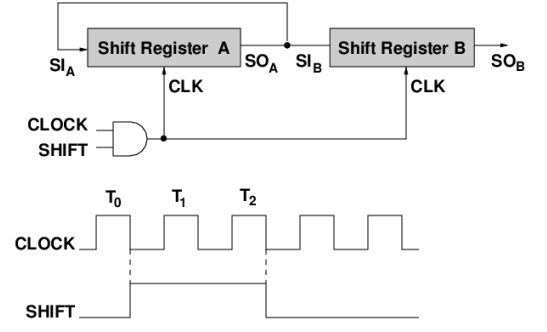
42. एक रेफ्रिजरेटर के भीतरी भाग की ऊष्मा धारिता  $4.2 \text{ kJ/K}$  है, और बाहर का तापमान  $27^\circ\text{C}$  है। फ्रिजरेटर में तापमान  $18^\circ\text{C}$  से  $17^\circ\text{C}$  तक कम करने के लिए न्यूनतम का है लगभग

1.  $2.20 \text{ kJ}$
2.  $0.80 \text{ kJ}$
3.  $0.30 \text{ kJ}$
4.  $0.14 \text{ kJ}$

42. The heat capacity of (the interior of) a refrigerator is  $4.2 \text{ kJ/K}$ . The minimum work that must be done to lower the internal temperature from  $18^\circ\text{C}$  to  $17^\circ\text{C}$  when the outside temperature is  $27^\circ\text{C}$  is

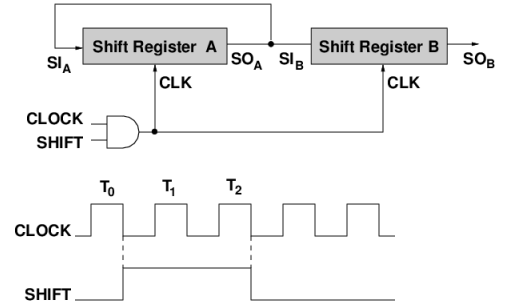
1.  $2.20 \text{ kJ}$
2.  $0.80 \text{ kJ}$
3.  $0.30 \text{ kJ}$
4.  $0.14 \text{ kJ}$

43. निम्न दिये गये आरेखीय चित्र में 4 बिट विस्थापन पंजियों A तथा B के प्रारंभिक मान क्रमशः हैं 1011 तथा 0010। स्पंद  $T_2$  के बाद  $SO_A$  तथा  $SO_B$  पर मान क्रमशः 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.  $N$  अन्योन्यक्रियाहीन प्रचरण-1/2 कणों के एक तंत्र की हैमिल्टनी है  $H = -\mu_0 B \sum_i S_i^z$ , जहाँ  $S_i^z = \pm 1$  क्षेत्र के समांतर  $i^{\text{th}}$  प्रचरण 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.  $\frac{16}{25} k_B (\ln 2)^2$

44. 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  $i^{\text{th}}$  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.  $\frac{16}{25} k_B (\ln 2)^2$

45. 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।

45. 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

## भाग \ PART 'C'

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

46. 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

47. 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

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

$$2. \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x \frac{\partial G}{\partial x} - 2t^2 \frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

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

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

47. 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

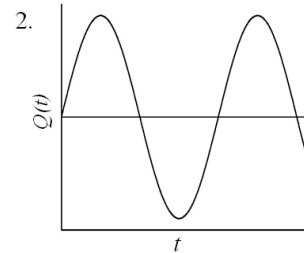
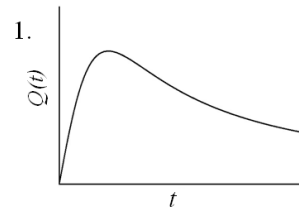
$$1. \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x \frac{\partial G}{\partial x} + 2t \frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

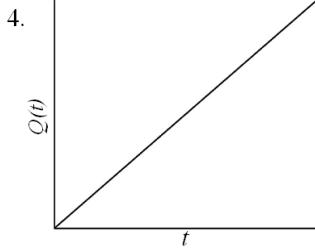
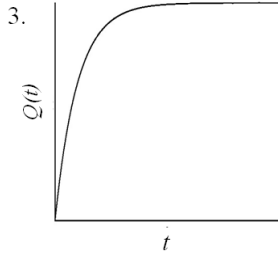
$$2. \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x \frac{\partial G}{\partial x} - 2t^2 \frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

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

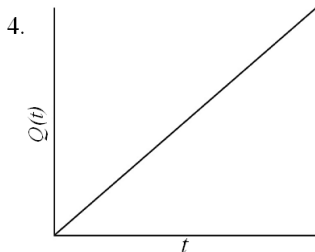
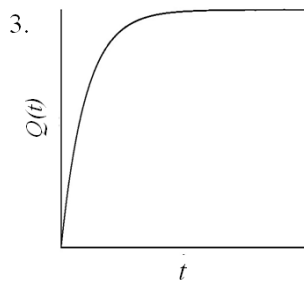
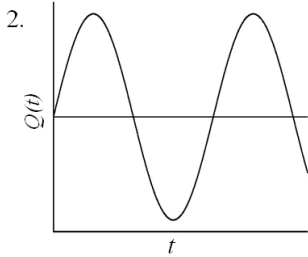
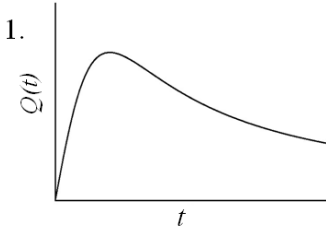
$$4. \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} - 2x \frac{\partial G}{\partial x} + 2 \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t} = 0$$

48. जनन फलन  $F = \frac{1}{2} m \omega q^2 \cot Q$  के उपयोग से हैमिल्टनी  $H = \frac{1}{2m} p^2 + \frac{1}{2} m \omega^2 q^2$  का विहित रूपांतरण  $(p, q) \rightarrow (P, Q)$  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?

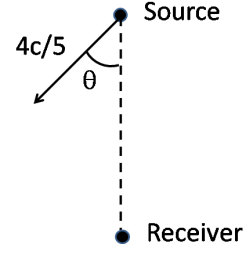




48. A canonical transformation  $(p, q) \rightarrow (P, Q)$  is performed on the Hamiltonian  $H = \frac{1}{2m}p^2 + \frac{1}{2}m\omega^2q^2$  via the generating function  $F = \frac{1}{2}m\omega q^2 \cot Q$ . If  $Q(0) = 0$ , which of the following graphs shows schematically the dependence of  $Q(t)$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



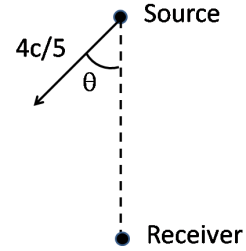
49. आवृत्ति  $\omega$  का विकिरण उत्सर्जित करनेवाला एक दूरस्थ स्रोत अभिग्राहित्र के सापेक्ष चित्र में दर्शाये अनुसार किसी दिशा में गति  $4c/5$  के साथ गतिशील है।



अभिग्राहित्र की उच्च अंतकीय अनावृत्ति  $3\omega/2$  है। मानें कि जैसे दर्शाया गया है, कोण  $\theta$  है। अभिग्राहित्र को विकिरण के संसूचन के लिए  $\theta$  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.  $\cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$

49. A distant source, emitting radiation of frequency  $\omega$ , 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  $\theta$  be the angle as shown. For the receiver to detect the radiation,  $\theta$  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.  $\cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$

50. एक फलन  $f(x)$  अवकल समीकरण

$$\frac{d^2f}{dx^2} - \omega^2 f = -\delta(x-a)$$

का समाधान करता है, जहाँ  $\omega$  धन है।  $f$  का फूरिये रूपांतरण  $\tilde{f}(k) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx e^{ikx} f(x)$  तथा समीकरण का हल क्रमशः हैं:

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





करती है। अधिक दूरी पर सदिश विभव है

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} i\omega \frac{e^{ikr}}{r} \vec{p} \quad (1/r) \text{ की कोटि तक, बिंदु}$$

$\vec{r} = r\hat{n}$  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.  $-\frac{\pi_0}{4\pi} \frac{\omega^2}{c} \vec{p} \frac{e^{ikr}}{r}$

55. A dipole of moment  $\vec{p}$ , oscillating at frequency  $\omega$ , 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.  $-\frac{\pi_0}{4\pi} \frac{\omega^2}{c} \vec{p} \frac{e^{ikr}}{r}$

56. 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.  $a = \pm b$

56. 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.  $a = \pm b$

57. एक ट्रिटियम परमाणु ( ${}^3_1\text{H}$ ) के नाभिक एक पॉजिट्रॉन को अचानक अवशोषित करके ट्रिटियम  $\text{He}^+$  आयन में परिवर्तित होता है। यदि प्रारंभ में ट्रिटियम परमाणु का इलेक्ट्रॉन आधार

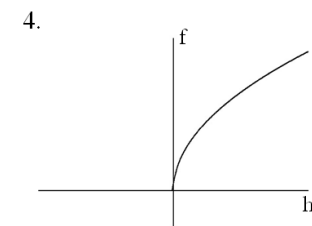
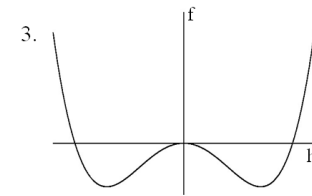
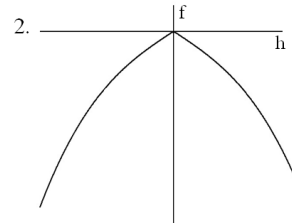
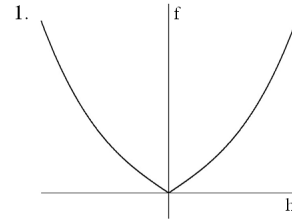
अवस्था में था, तो  $\text{He}^+$  आयन अपना आधार अवस्था में होने की प्रायिकता है

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

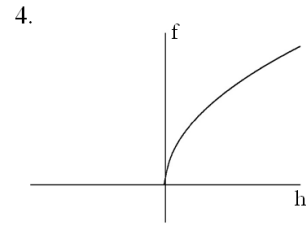
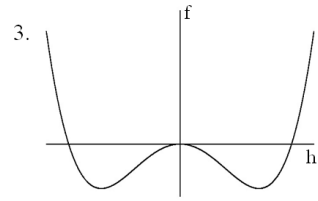
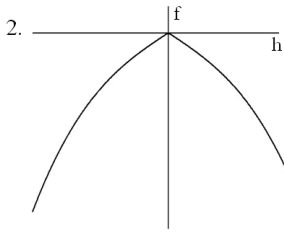
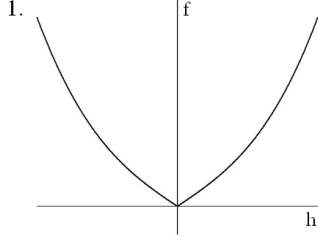
57. A positron is suddenly absorbed by the nucleus of a tritium ( ${}^3_1\text{H}$ ) atom to turn the latter into a  $\text{He}^+$  ion. If the electron in the tritium atom was initially in the ground state, the probability that the resulting  $\text{He}^+$  ion will be in its ground state is

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

58. 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?



58. 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?



59. 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 (जहाँ  $g$  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.  $\frac{7}{8} \left( \frac{\hbar^2 g^2}{m} \right)^{1/3}$

59. 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.  $\frac{7}{8} \left( \frac{\hbar^2 g^2}{m} \right)^{1/3}$

60. 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 ऊर्जाएँ  $\pm \epsilon_0$  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.  $-\epsilon_0 \frac{\ln 2}{\ln 3}$

60. 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.  $-\epsilon_0 \frac{\ln 2}{\ln 3}$

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

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

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

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

62. 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

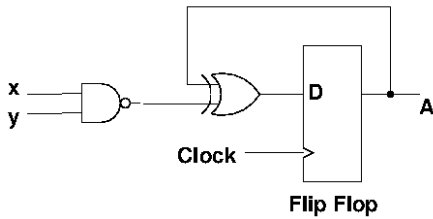
कदम लेता है। इस भ्रमण के दौरान कोई भी स्थान एक से अधिक बार सैर नहीं किया जाता इसकी प्रायिकता है

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

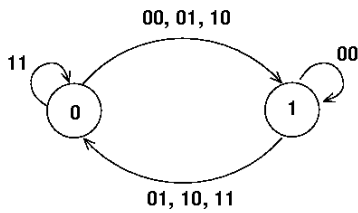
62. Consider a random walker on a square lattice. At each step the walker moves to a nearest neighbour site with equal probability for each of the four sites. The walker starts at the origin and takes 3 steps. The probability that during this walk no site is visited more than once is

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

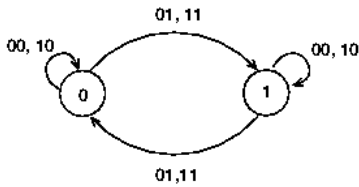
63. निम्न परिपथ से संगत अवस्था चित्र है:



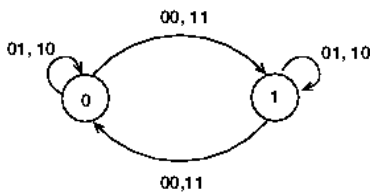
1.



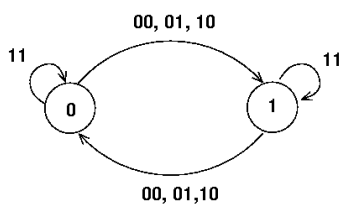
2.



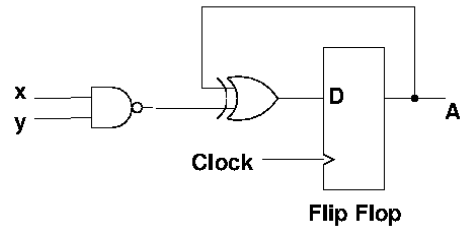
3.



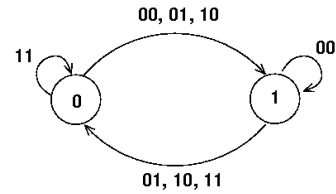
4.



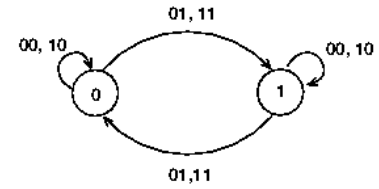
63. The state diagram corresponding to the following circuit is



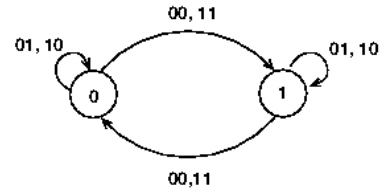
1.



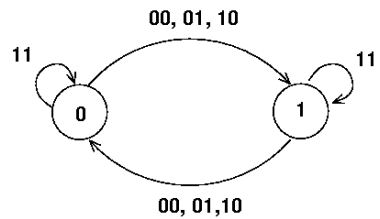
2.



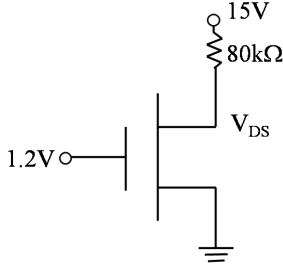
3.



4.



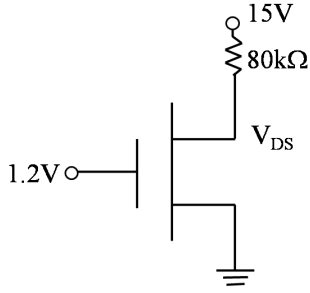
64. निम्न प्राचल युक्त एक n-MOSFET पर विचारें: विद्युत् धारा बल  $K = 60 \mu\text{A}/\text{V}^2$ , भंजन वोल्टता  $BV_{DS} = 10 \text{ V}$ , प्रभावी द्वार चौड़ाई से प्रणाल दीर्घता का अनुपात  $\frac{W}{L} = 5$  तथा देहली वोल्टता  $V_{th} = 0.5\text{V}$  । निम्न दर्शाये परिपथ में, यह n-MOSFET इस क्षेत्र में काम कर रहा है:



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

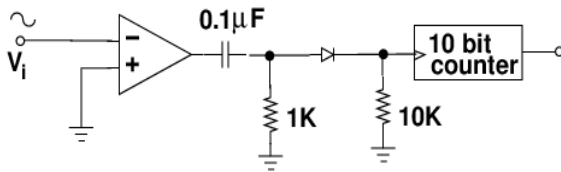
64. Consider an  $n$ -MOSFET with the following parameters: current drive strength  $K = 60 \mu\text{A}/\text{V}^2$ , breakdown voltage  $BV_{DS} = 10 \text{ V}$ , ratio of effective gate width to the channel length  $\frac{W}{L} = 5$  and threshold voltage

$V_{th} = 0.5\text{V}$ . In the circuit given below, this  $n$ -MOSFET is operating in the



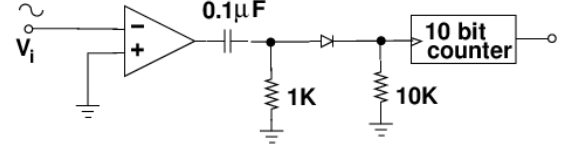
1. ohmic region
2. cut-off region
3. saturation region
4. breakdown region

65. 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

65. 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

66.  $^{12}\text{Mg}$ ,  $^{13}\text{Al}$ ,  $^{17}\text{Cl}$  तथा  $^{18}\text{Ar}$  की आधार अवस्थाओं का LS विन्यास क्रमशः 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  $^3S_1$

66. The LS configurations of the ground state of  $^{12}\text{Mg}$ ,  $^{13}\text{Al}$ ,  $^{17}\text{Cl}$  and  $^{18}\text{Ar}$  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  $^3S_1$

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  $\alpha, \beta, \gamma$  ऊर्जा के विम वाले अचर हैं। प्रथम ब्रिलुवा क्षेत्र  $(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a})$  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  $\alpha, \beta, \gamma$  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. 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, कोशिय मॉडल के अनुसार  $^{27}\text{Al}$  नाभिक का चतुर्ध्रुव आघूर्ण का बॉर्न में मान है

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

68. 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  $^{27}\text{Al}$  nucleus in the shell model?

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

69. 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.  $\psi(x) = A \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{2a} + i\left|\frac{\pi x}{2a}\right|\right]\right)$

69. 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.  $\psi(x) = A \exp\left(i\left[\frac{\pi x}{2a} + i\left|\frac{\pi x}{2a}\right|\right]\right)$

70. जब किसी स्फटिकीय ठोस पदार्थ का विवर्तन प्रतिमान तरंगदैर्घ्य  $0.15$  nm के x-विकिरण पुंज के उपयोग से अभिलिखित होता है, उसकी प्रथम कोटि विवर्तन शीर्ष, कोण  $30^\circ$  पर घटता है। यदि तरंगदैर्घ्य तथा कोण के मापन की त्रुटियां क्रमशः  $0.01$  nm तथा  $1^\circ$  हैं तो अंतर्तलीय दूरी की परिकलन में त्रुटि होगी लगभग

1.  $1.1 \times 10^{-2}$  nm
2.  $1.3 \times 10^{-4}$  nm
3.  $2.5 \times 10^{-2}$  nm
4.  $2.0 \times 10^{-3}$  nm

70. The first order diffraction peak of a crystalline solid occurs at a scattering angle of  $30^\circ$  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  $1^\circ$  respectively, then the error in calculating the interplanar spacing will approximately be

1.  $1.1 \times 10^{-2}$  nm
2.  $1.3 \times 10^{-4}$  nm
3.  $2.5 \times 10^{-2}$  nm
4.  $2.0 \times 10^{-3}$  nm

71. परिमाण  $2$  mm  $\times$   $2$  mm का एक पतले धात्विक फिल्म में  $4 \times 10^{12}$  इलेक्ट्रॉनों है। तंत्र का फेर्मी तरंग सदिश का परिमाण, मुक्त इलेक्ट्रॉन सन्निकटन में, है

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

71. A thin metal film of dimension  $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$  contains  $4 \times 10^{12}$  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.  $2\pi \times 10^7 \text{ cm}^{-1}$
72. K के प्रथम ऑयनीकरण विभव  $4.34 \text{ eV}$  है, Cl का इलेक्ट्रॉन बंधुता  $3.82 \text{ eV}$  तथा KCl की साम्यावस्था पार्थक्य  $0.3 \text{ nm}$  है। KCl अणु को K तथा Cl परमाणुओं में वियोजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा है
1.  $8.62 \text{ eV}$
  2.  $8.16 \text{ eV}$
  3.  $4.28 \text{ eV}$
  4.  $4.14 \text{ eV}$
72. The first ionization potential of K is  $4.34 \text{ eV}$ , the electron affinity of Cl is  $3.82 \text{ eV}$  and the equilibrium separation of KCl is  $0.3 \text{ nm}$ . The energy required to dissociate a KCl molecule into a K and a Cl atom is
1.  $8.62 \text{ eV}$
  2.  $8.16 \text{ eV}$
  3.  $4.28 \text{ eV}$
  4.  $4.14 \text{ eV}$
73. द्रव्यमान संख्या  $A = 125$  के नाभिकों में से, द्रव बूंद प्रतिमान से परिकलित बंधन ऊर्जा (कूलंब तथा असममिता ऊर्जाओं के लिए गुणांकों क्रमशः  $a_C = 0.7 \text{ MeV}$  तथा  $a_{sym} = 22.5 \text{ MeV}$  के दिये जाने पर) उच्चतम इसके लिए हैं:
1.  ${}_{54}^{125}\text{Xe}$
  2.  ${}_{53}^{125}\text{I}$
  3.  ${}_{52}^{125}\text{Te}$
  4.  ${}_{51}^{125}\text{Sb}$
73. 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  $a_C = 0.7 \text{ MeV}$  and  $a_{sym} = 22.5 \text{ MeV}$  respectively) is a maximum for
1.  ${}_{54}^{125}\text{Xe}$
  2.  ${}_{53}^{125}\text{I}$
  3.  ${}_{52}^{125}\text{Te}$
  4.  ${}_{51}^{125}\text{Sb}$
74. मुक्त कणों से सम्मिलित निम्न प्रक्रियाओं पर विचारें
- (i)  $\bar{n} \rightarrow \bar{p} + e^+ + \bar{\nu}_e$
  - (ii)  $\bar{p} + n \rightarrow \pi^-$
  - (iii)  $p + n \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^0$
  - (iv)  $p + \bar{\nu}_e \rightarrow n + e^+$
- 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) बेरियान् संख्या का संरक्षण करता है, परंतु लेप्टॉन संख्या संरक्षण का उल्लंघन करता है
74. Consider the following processes involving free particles
- (i)  $\bar{n} \rightarrow \bar{p} + e^+ + \bar{\nu}_e$
  - (ii)  $\bar{p} + n \rightarrow \pi^-$
  - (iii)  $p + n \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^0$
  - (iv)  $p + \bar{\nu}_e \rightarrow n + e^+$
- 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
75. एक द्विअवस्था तंत्र के लिए, उपरी तथा निचली स्तरों में परमाणुओं की आबादियां क्रमशः  $3 \times 10^{18}$  तथा  $0.7 \times 10^{18}$  हैं। यदि उद्दीपित उत्सर्जन गुणांक  $3.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{W-s}^3$  तथा ऊर्जा घनत्व  $9.0 \text{ J/m}^3\text{-Hz}$  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.  $1.8 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$
75. For a two level system, the population of atoms in the upper and lower levels are  $3 \times 10^{18}$  and  $0.7 \times 10^{18}$ , respectively. If the coefficient of stimulated emission is  $3.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{W-s}^3$  and the energy density is  $9.0 \text{ J/m}^3\text{-Hz}$ , 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.  $1.8 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$

FOR ROUGH WORK