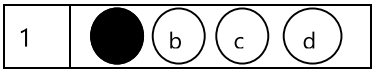
पेपर का नाम Name of the Paper	**PHYSICS**	पेपर कोड Paper Code	**041621**
रोल नं. Roll No.		अभ्यर्थी का नाम Name of Candidate	
केन्द्र का नाम Name of the Centre		अभ्यर्थी के हस्ताक्षर Signature of Candidate	

क्र. सं./Serial No.

समय: 3 घंटे **अधिकतम अंक: 120** Time: 3 Hours Maximum Marks: 120

अभ्यर्थियों के लिए अनुदेश

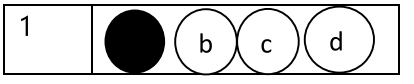
1. **बुकलेट में ओएमआर शीट और दो सील हैं। अभ्यार्थी सबसे पहले ओएमआर शीट प्राप्त करने के लिए बुकलेट के सबसे ऊपर की सील हटाकर निकालें । दूसरी सील परीक्षा शुरू होने के दो मिनट पहले हटाई जाएगी।**
2. परीक्षा शुरू करने से पहले अभ्यार्थी प्रश्नपत्र पुस्तिका और ओएमआर उत्तर-पत्रक पर अपना रोल नं.लिखना और निर्धारित स्थानों पर हस्ताक्षर करना सुनिश्चित करें।
3. इस प्रश्नपत्र पुस्तिका में इस कवर पृष्ठ के अलावा कुल 120 प्रश्न हैं। रफ कार्य करने के लिए प्रश्न पत्र के अन्त में उपलब्ध खाली पृष्ठों का प्रयोग करें ।
4. प्रत्येक प्रश्न के लिए चार वैकल्पिक उत्तर (a), (b), (c) और (d) दिए गए हैं। अभ्यर्थी जिस एक उत्तर को सही समझता है, उसका चयन करने के बाद उत्तर-पत्रक में गोले को अंकित करे/रंगे।
5. गोले को रंगने के लिए काले /नीले बॉल पेन का प्रयोग करें ।
6. निम्नलिखित उदहारण देखें ।
   उदहारण
   1. 20 और 12 का जोड़ होता है
   (a) 32 (b) 38 (c) 31 (d) 34
   उपयुर्क्त प्रश्न का सही उत्तर (क) है, जिसे ओएमआर उत्तर-पत्रक में निम्नलिखित रूप में अंकित करें:



7. आधा रंगा हुआ, हल्के रूप से अंकित, गोले में सही या गलत के निशान को ऑप्टिकल स्कैनर द्वारा इसे गलत उत्तर के रूप में पढ़ा जाएगा और इसे गलत माना जाएगा।
8. परीक्षा कक्ष छोड़ने से पहले ओएमआर उत्तर पुस्तिका निरीक्षक को अवश्य सौंप दें ।
9. ओएमआर उत्तर पत्र को सीधे रखें। इसे मोड़ें आदि नहीं ।
10. सभी प्रश्न अनिवार्य हैं, प्रत्येक प्रश्न एक अंक का है ।
11. कैलकुलेटर/मोबाइल/कोई भी इलेक्ट्रॉनिक मद/आपत्तिजनक सामग्री के प्रयोग की अनुमति नहीं है ।

INSTRUCTIONS TO THE CANDIDATES

1. **The booklet contains OMR sheet and having two seals. Candidates will first open the booklet by removing the seal at the top to get the OMR sheet. Second seal will be removed two minutes before the commencement of the examination.**
2. Before starting the Examination, the candidate must write her/his Roll Number in the Question Booklet and the OMR Answer Sheet; in addition to putting signature at the places provided for the purpose.
3. This Question Booklet consists of this cover page, and a total 120 items.Use Blank pages available at the end of Question Booklet for rough work.
4. There are four alternative answers to each item marked as (a), (b), (c) and (d). The candidate will have to select one of the answers that is considered to be correct by her/him. She/He will mark the answer considered to be correct by filling the circle.
5. Use black/blue ball point pen to darken the circle.
6. See the following illustrations.
   Illustration:
   1. The sum of 20 and 12 is
   (a) 32 (b) 38 (c) 31 (d) 34
   The Correct answer of item 1 is (a), which should be marked in OMR Answer Sheet as under:



7. Half filled, faintly darkened, ticked or crossed circles will be read as wrong answers by the optical scanner and will be marked as incorrect.
8. The OMR Answer Sheet must be handed over to the invigilator by the candidate before leaving the Examination Hall.
9. Keep OMR Sheet straight. Do not fold it.
10. All questions are compulsory, each question carries one mark.
11. Use of calculator/mobile/any electronic item/ objectionable material is NOT permitted.

परीक्षा नियंत्रक **Controller of Examination**

कृपया नोट करें कि अर्थ विभेद/दुविधा की स्थिति में अंग्रेजी में छपे प्रश्न को अंतिम माना जाएगा।
Please note that in case of any confusion, the question printed in English will be considered final.

61. एक बहुविकल्पीय परीक्षा में कुल 20 प्रश्न हैं जिसमें हर एक प्रश्न के 4 संभावित उत्तर हैं। यदि एक प्रश्न का सिर्फ एक ही सही उत्तर हो तो इस बात की संभावना क्या होगी कि कोई परीक्षार्थी मात्र यादृच्छिक रूप से उत्तर देने के बावजूद शत प्रतिशत अंक प्राप्त करता है:

a) $\left(\frac{1}{20}\right)^4$

b) $\left(\frac{1}{4}\right)^{20}$

c) $\left(\frac{3}{4}\right)^{20}$

d) $\left(\frac{1}{5}\right)^4$

61. A multiple choice question based exam has 20 questions with 4 choices for each answer. If each question has only one correct answer, what is the probability that a candidate scores 100 percent by just random guesses:

a) $\left(\frac{1}{20}\right)^4$

b) $\left(\frac{1}{4}\right)^{20}$

c) $\left(\frac{3}{4}\right)^{20}$

d) $\left(\frac{1}{5}\right)^4$

62. एक वस्तु को 20 मीटर की ऊंचाई से एक लसदार मिट्टी, जो एक स्थिर प्रतिरोधी बल प्रदान करती है, के ढेर पर गिराया जाता है। यदि हिट होने के बाद मिट्टी 4 सेंटीमीटर तक दब जाता है तो वस्तु के ऊपर लगा प्रतिरोधी बल कितने g होगा।

a) $20g$

b) g^2

c) $100g$

d) $500g$

62. An object is dropped from a height of $20m$ to fall on a clay cushion that provides a constant resistive force. If the cushion is depressed by $4\,cm$ after being hit, the deceleration of the object in terms of g (the acceleration due to gravity) is:

a) $20g$

b) g^2

c) $100g$

d) $500g$

63. अवकल समीकरण $y'' + y' - 2y = 0$ का हल आरंभिक स्थितियों $y(0) = 4$ एवं $y'(0) = -5$ के अनुसार होगा:

a) $y(x) = 3e^x + e^{-2x}$

b) $y(x) = 4e^x - 5e^{-2x}$

c) $y(x) = e^x - 2e^{3x}$

d) $y(x) = e^x + 3e^{-2x}$

63. The solution for differential equation $y'' + y' - 2y = 0$ with initial conditions $y(0) = 4$ and $y'(0) = -0.5$ is:

a) $y(x) = 3e^x + e^{-2x}$

b) $y(x) = 4e^x - 5e^{-2x}$

c) $y(x) = e^x - 2e^{3x}$

d) $y(x) = e^x + 3e^{-2x}$

64. समाकलन $\oint_C \frac{4-3z}{z^2-z} dz$ का मान होगा:

a) 0

b) $2\pi i$

c) $-6\pi i$

d) $-8\pi i$

जहां बंद समोच्च कॉम्प्लेक्स plane में एक वृत्त है जिसका केंद्र ओरिजिन पर है और इसकी त्रिज्या 2 है।

64. The value of integral $\oint_C \frac{4-3z}{z^2-z} dz$ will be:

a) 0

b) $2\pi i$

c) $-6\pi i$

d) $-8\pi i$

The closed contour is a circle in complex plane with centre at origin and radius 2.

65. एक अवमंदित हार्मोनिक ऑसिलेटर में एक 0.4kg द्रव्यमान का पार्टिकल किसी स्प्रिंग जिसका स्प्रिंग कांस्टेंट 4N/m है एवं अवमंदन बल F=3v द्वारा दिया गया है, जहां v पार्टिकल का वेग है। निम्नलिखित में से कौन सा कथन सत्य है।

a) पार्टिकल आवर्ती आचालन करेगा जिसका amplitude समय के साथ घातीय रूप से घटेगा

b) पार्टिकल न्यूनतम समय में मध्य बिंदु पर वापिस आएगा और फिर वहीं रुक जाएगा

c) पार्टिकल एक लंबा समय लेने के बाद मध्य बिंदु पर वापिस आएगा और कोई आवर्ती आचलन नहीं करेगा

d) पार्टिकल केवल एक आवर्ती चक्कर पूरा करेगा और फिर मध्य बिंदु पर आकर रुक जाएगा

65. A damped harmonic oscillator consists of a particle of mass 0.4 kg attached to a spring of spring constant $4N/m$ and a damping force which is given by $F = 3v$, where v is the velocity of the particle. Which of the followings correctly describe the motion of the particle:

a) The particle will exhibit oscillatory motion with amplitude decreasing exponentially with time.

b) The particle will return to mean position in minimal time and then stop there.

c) The particle will return to mean position after taking a long time and will not oscillate at all.

d) The particle will complete only one oscillation and then stop at mean position.

66. x^n का लैपलेस परिवर्तन होगा:

a) $\frac{n!}{x^{n+1}}$

b) $\frac{n!}{s^{n+1}}$

c) $\frac{1}{s-n}$

d) $\frac{s}{s^2+n^2}$

66. The Laplace transform of x^n is:

a) $\frac{n!}{x^{n+1}}$

b) $\frac{n!}{s^{n+1}}$

c) $\frac{1}{s-n}$

d) $\frac{s}{s^2+n^2}$

67. मैट्रिक्स $\begin{bmatrix} 6 & 2 & -2 \\ 2 & 5 & 0 \\ -2 & 0 & 7 \end{bmatrix}$ की एक आइगन मान 3 है। बाकी की दो आईगन मान होंगे:

a) 6, 8

b) 8, 9

c) 3, 6

d) 6, 9

67. One of the eigenvalues of matrix $\begin{bmatrix} 6 & 2 & -2 \\ 2 & 5 & 0 \\ -2 & 0 & 7 \end{bmatrix}$ is 3. The other two eigenvalues are:

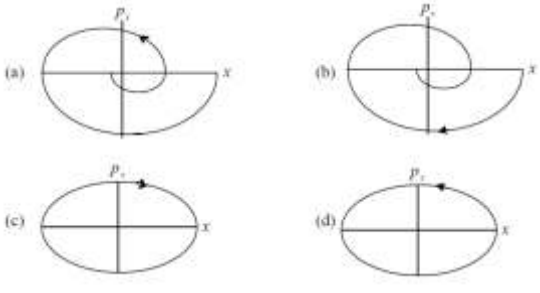
a) 6, 8

b) 8, 9

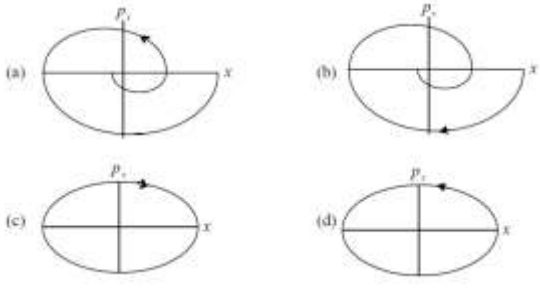
c) 3, 6

d) 6, 9

68. निमनांकित चित्रों में से कौन सा फेज स्पेस में सबल हार्मोनिक ऑसिल्लेटर को सर्वोत्तम तरीके से अंकित करता है।



68. Which of the followings best represent the phase space trajectory of a particle executing forced harmonic oscillations:



69. $f(x,y,z) = 2x^2 + 3y^2 + z^2$ के दिशात्मक व्युत्पन्न का मान बिंदु P(2, 1, 3) एवं दिशा **a**=[1, 0, -2] के साथ में क्या होगा:

a) 1.789
b) -3.421
c) -1.789
d) 2.638

69. The value of directional derivative of $f(x,y,z) = 2x^2 + 3y^2 + z^2$ at point P(2, 1, 3) along the direction **a**=[1, 0, -2] is:

a) 1.789
b) -3.421
c) -1.789
d) 2.638

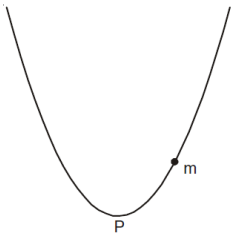
70. किसी इंजन का एक पिस्टन 2 *cm* amplitude के साथ vertically SHM कर रहा है। एक वॉशर पिस्टन के ऊपर रखी हुई है। यदि पिस्टन की आवर्ती को धीरे धीरे बढ़ाया जाए, तो कौन सी आवर्ती के बाद वॉशर पिस्टन के ऊपर संपर्क खो देगी:

a) 4.36 Hz
b) 9.82 Hz
c) 1.34 Hz
d) 3.52 Hz

70. In a certain engine a piston executes vertical SHM with amplitude 2 cm. A washer rests on the top of the piston. If the frequency of the piston is slowly increased, at what frequency will the washer no longer stay in contact with the piston?

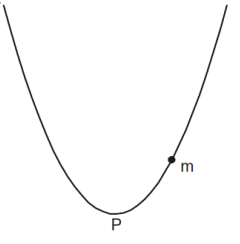
a) 4.36 Hz
b) 9.82 Hz
c) 1.34 Hz
d) 3.52 Hz

71. एक m द्रव्यमान का मनका किसी घर्षणहीन तार जिसकी आकृति पैराबोलाकार (नीचे दिए चित्र में देखें) है जिसकी समीकरण $y = ax^2$ है। यदि मनके को बिंदु, पैराबोला में निम्नतम बिंदु P से विस्थापित किया जाता है, तो मनका सिंपल हार्मोनिक मोशन करेगा। इस तरह के दोलन की आवर्ती कालावधि होगी:



a) $2\pi\sqrt{\frac{m}{2a}}$
b) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{2a}}$
c) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2a}{m}}$
d) $2\pi\sqrt{\frac{2a}{m}}$

71. A bead of mass *m* slides on a frictionless wire of parabolic shape represented by equation $y = ax^2$ (see figure below). If the bead is displaced from P, the lowest point at the bottom of the wire, then bead will execute simple harmonic motion (SHM). The time period of such SHM will be:



a) $2\pi\sqrt{\frac{m}{2a}}$
b) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{2a}}$
c) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2a}{m}}$
d) $2\pi\sqrt{\frac{2a}{m}}$

72. एक m द्रव्यमान का कण x अक्षरेखा पर ओरिजिन के इर्दगिर्द दोलायमान है। इसकी स्थितिज ऊर्जा $U(x) = kx^3$ है जहां k कोई धनात्मक अचर है।

यदि दोलन का एम्प्लीट्यूड A हो, तो इसका आवर्ती कालावधि होगी:

a) $\frac{1}{\sqrt{A}}$

b) $\sqrt{A}$

c) $A^{\frac{3}{2}}$

d) A पर निर्भर नहीं करती

72. A particle of mass m is executing oscillations about origin on x-axis. Its potential energy $U(x) = kx^3$ where k is some positive constant. If the amplitude of oscillations is A, then its time period is proportional to:

a) $\frac{1}{\sqrt{A}}$

b) $\sqrt{A}$

c) $A^{3/2}$

d) Does not depend on A

73. एक सिनुसोइडल तरंग धनात्मक x-अक्षरेखा में एक तनी हुई रस्सी पर सफर कर रही है। इसका एम्प्लीट्यूड 2.0 cm, तरंगदैर्ध्य 1.0m और गति 5m/s है।

निम्नलिखित में से कौन सा सही रूप से वेवफंक्शन को दर्शा रहा है (यदि दिया है कि आरंभिक स्थितियां $y=0$ and $\frac{\partial y}{\partial t} < 0$ at $x=0$ and $t=0$ हैं):

a) $y = 2\sin(2\pi x - 5t)$

b) $y = 2\sin 2\pi(x - 5t)$

c) $y = 0.02\sin 2\pi(x - 5t)$

d) $y = 0.02\sin 2\pi(3x - 5t)$

73. A sinusoidal wave travelling in positive x-direction on a stretched string has amplitude of 2.0 cm, wavelength 1.0 m and a velocity of 5 ms^{-1}. Which of the followings correctly represent the wavefunction if the initial conditions are $y=0$ and $\frac{\partial y}{\partial t} < 0$ at $x=0$ and $t=0$:

a) $y = 2\sin(2\pi x - 5t)$

b) $y = 2\sin 2\pi(x - 5t)$

c) $y = 0.02\sin 2\pi(x - 5t)$

d) $y = 0.02\sin 2\pi(3x - 5t)$

74. हाइड्रोजन परमाणु की किसी स्टेलर के वातावरण में औसत गतिज ऊर्जा 1.2eV है। दिया गया है कि वातावरण ऊष्मीय रूप से संतुलित है। ऐसे में द्वितीय ऊर्जा अवस्था में परमाणुओं का आधारित ऊर्जा अवस्था में परमाणुओं से अनुपात होगा:

a) 2.74×10^{-7}

b) 3.47×10^{-3}

c) 2.90×10^{-4}

d) 2.90×10^{-6}

74. The average kinetic energy of hydrogen atoms in some stellar atmosphere is 1.2eV. Given that the atmosphere is in thermal equilibrium. The ratio of number of atoms in second energy state to those in ground state is:

a) 2.74×10^{-7}

b) 3.47×10^{-3}

c) 2.90×10^{-4}

d) 2.90×10^{-6}

75. किसी m द्रव्यमान के कण, जिस पर q आवेश है और जो v वेग से विद्युतोचुंबकी क्षेत्र (जिसे स्केलर विभव V एवं वेक्टर विभव A से दर्शाया गया है) में चल रहा है, का Lagrangian होगा:

a) $\frac{1}{2}mv^2 + qV + q\vec{v}.\vec{A}$

b) $\frac{1}{2}mv^2 + qV - q\vec{v}.\vec{A}$

c) $\frac{1}{2}mv^2 - qV + q\vec{v}.\vec{A}$

d) $\frac{1}{2}mv^2 - qV - q\vec{v}.\vec{A}$

75. The Lagrangian for a particle of mass m, carrying charge q and moving with velocity v in electromagnetic field (represented by scalar and vector potentials V and A respectively) is:

a) $\frac{1}{2}mv^2 + qV + q\vec{v}.\vec{A}$

b) $\frac{1}{2}mv^2 + qV - q\vec{v}.\vec{A}$

c) $\frac{1}{2}mv^2 - qV + q\vec{v}.\vec{A}$

d) $\frac{1}{2}mv^2 - qV - q\vec{v}.\vec{A}$

76. निम्नलिखित में से कौन सा पॉयसन ब्रैकेट का सही गुणधर्म नहीं है।

a) $[X,Y] = -[Y,X]$
b) $[X,YZ] = [X,Y]Z + Y[X,Z]$
c) $\big[X,[Y,Z]\big] + \big[Y,[X,Z]\big] + \big[Z,[X,Y]\big] = 0$
d) उपरोक्त सभी सही हैं

76. Which of the followings is ***not*** correct property of Poisson bracket:

a) $[X,Y] = -[Y,X]$
b) $[X,YZ] = [X,Y]Z + Y[X,Z]$
c) $\big[X,[Y,Z]\big] + \big[Y,[X,Z]\big] + \big[Z,[X,Y]\big] = 0$
d) All of the above are correct

77. यदि जनरलाइज्ड कॉर्डिनेट की डाइमेंशन गति की हो, तो जनरलिज्ड गति के कॉर्डिनेट क्या होंगे।

a) त्वरण
b) विस्थापन
c) गति
d) वेग

77. If a generalized coordinate has dimensions of velocity, generalized velocity has the dimensions of :

a) Acceleration
b) Displacement
c) Momentum
d) Velocity

78. स्ट्रॉन्ग इंटरेक्शन की रेंज क्या है

a) Å
b) नैनोमीटर
c) $10^{-15}m$
d) $10^{-18}m$

78. The range of strong interactions is:

a) Å
b) Nanometer
c) $10^{-15}m$
d) $10^{-18}m$

79. एक मुक्त कण जो की सापेक्षवादी वेग v से चल रहा है, के लिए Hamiltonian होगा:

a) $H = \frac{mv^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
b) $H = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
c) $H = mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
d) $H = mv^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

79. The Hamiltonian for a free particle moving with velocity *v* approaching relativistic limit is:

a) $H = \frac{mv^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
b) $H = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
c) $H = mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
d) $H = mv^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

80. निम्नलिखित में से कौन सा ग्रुप वेग और फेज वेग का सही संबंध दर्शाता है:

a) $v_{ph} = v_g + p\frac{dv_{ph}}{dp}$
b) $v_g = v_{ph} - p\frac{dv_g}{dp}$
c) $v_g = v_{ph} + p\frac{dv_{ph}}{dp}$
d) $v_g = v_{ph} - p\frac{dv_g}{dp}$

80. Which of the followings correctly represents the relation between group velocity and phase velocity:

a) $v_{ph} = v_g + p\frac{dv_{ph}}{dp}$
b) $v_g = v_{ph} - p\frac{dv_g}{dp}$
c) $v_g = v_{ph} + p\frac{dv_{ph}}{dp}$
d) $v_g = v_{ph} - p\frac{dv_g}{dp}$

81. एक 45kW प्रसारण एंटेना 4MHz की रेडियो तरंगें छोड़ता है। इस द्वारा एक मिनिट में छोड़े गए फोटोन की संख्या होगी:

a) 1.7×10^{31}
b) 1.7×10^{33}
c) 1.02×10^{32}
d) 1.02×10^{33}

82. एक ऑसिलेटर 2000K तापमान पर 2.4×10^{14}Hz आवृति से कंपन पैदा करता है। इसे प्लैंक ऑसिलेटर समझकर इस ऑसिलेटर की औसत ऊर्जा होगी:
यदि आवश्यकता हो तो आप ये मान प्रयोग कर सकते हैं Boltzmann constant $k_B=1.38\times10^{-23}$*Joule-Kelvin*$^{-1}$, Planck's constant$=6.62\times10^{-34}$*Joule-sec*

a) 2.76×10^{-20}J
b) 5.76J
c) 5×10^{-22}J
d) 2.76×10^{-22}J

83. एक गोलाकार पूर्णतया काली वस्तु जिसकी त्रिज्या 6 सेंटीमीटर है को 250K तापमान पर रखा गया है। इस द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा की शक्ति एवं वेवलेंथ जिस पर अधिकतम ऊर्जा उत्सर्जित होती है क्रमशः होंगी :

a) 5.26Watt and 2.89μm
b) 10Watt and 11.5μm
c) 10Watt and 2.89μm
d) 5.26Watt and 11.5μm

84. तीन फर्मियन्स चार नॉन डिजनरेट ऊर्जा स्तरों में बांटे जाने हैं। इस तंत्र के लिए कुल माइक्रोस्टेट की संख्या होगी:

a) 24
b) 64
c) 81
d) 4

85. मान लो किसी सिस्टम की अवस्था $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}|\phi_1\rangle + \frac{2}{3}|\phi_2\rangle + \frac{\sqrt{2}}{3}|\phi_3\rangle$ द्वारा दी गई है जहां $|\phi_1\rangle$, $|\phi_2\rangle$ और $|\phi_3\rangle$ तीन ऑर्थोनॉर्मल बेसिस वेक्टर हैं। यदि इस प्रकार के 1000 सिस्टम का एनसेंबल लेकर इनपर मापन किया जाए, तो कितने सिस्टम अवस्था $|\phi_2\rangle$ में पाए जाएंगे?

a) 360
b) 445
c) 270
d) 490

81. A 45 kW broadcasting antenna emits radio waves at a frequency of 4 MHz. The number of photons emitted in one minute is:

a) 1.7×10^{31}
b) 1.7×10^{33}
c) 1.02×10^{32}
d) 1.02×10^{33}

82. An oscillator vibrates at a frequency of 2.4×10^{14}Hz at a temperature of 2000K. By treating this oscillator to be a Planck's oscillator, the average energy of this oscillator is:
If needed you can take Boltzmann constant $k_B=1.38\times10^{-23}$*Joule-Kelvin*$^{-1}$, Planck's constant $=6.62\times10^{-34}$*Joule-sec*

a) 2.76×10^{-20}J
b) 5.76J
c) 5×10^{-22}J
d) 2.76×10^{-22}J

83. A spherical perfect blackbody of radius 6cm is kept at a temperature of 250K. The power radiated and the wavelength at which maximum energy is radiated are respectively:

a) 5.26Watt and 2.89μm
b) 10Watt and 11.5μm
c) 10Watt and 2.89μm
d) 5.26Watt and 11.5μm

84. Three fermions are to be distributed over four non-degenerate levels of 0, ε, 2ε and 4ε. The total number of microstates of the system will be:

a) 24
b) 64
c) 81
d) 4

85. Assume that the state of a system is given by $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}|\phi_1\rangle + \frac{2}{3}|\phi_2\rangle + \frac{\sqrt{2}}{3}|\phi_3\rangle$, where $|\phi_1\rangle$, $|\phi_2\rangle$ and $|\phi_3\rangle$ are three orthonormal basis vectors. If measurements are done on an ensemble of 1000 such systems, how many systems will be found in state $|\phi_2\rangle$?

a) 360
b) 445
c) 270
d) 490

86. अनेक कणों के निकाय के लिए निम्नलिखित शर्तों पर विचार करें।

1. कणों को गतिज ऊर्जा बहुत अधिक है
2. अंतर कण पृथकीकरण बहुत कम है
3. तापमान बहुत कम है
4. डी ब्रोगली तरंगदैधर्य बहुत अधिक है

उपरोक्त में से कौन सी स्थिति में सिस्टम में क्वांटम प्रभाव सर्वाधिक होंगे

a) 1, 2 और 4
b) 2 और 4
c) 2, 3 और 4
d) 3 और 4

86. Consider the following conditions for a system of many particles:

1) The kinetic energy of particles is very high
2) The inter-particle separation is very low
3) The temperature is very low
4) de-Broglie wavelength is very high

Under which of the above conditions the quantum effects in system will be highest:

a) 1, 2 and 4
b) 2 and 4
c) 2, 3 and 4
d) 3 and 4

87. मान लीजिए को m द्रवमान का एक कण है जो $x = 0$ और $x = a$ के बीच में एक अनंत वर्ग कूप में स्वतंत्र रूप से घूम रहा है। ऐसे में $\langle \hat{X}^2 \rangle_n$ का अपेक्षित मान होगा:

a) $\frac{na}{2}$
b) $\frac{a^2}{3n}$
c) $\frac{a^2}{3} - \frac{a^2}{2n^2\pi^2}$
d) $\frac{n^2\pi^2\hbar^2}{a^2}$

87. Consider a particle of mass m moving freely between $x = 0$ and $x = a$ inside an infinite square well potential. The expectation value of $\langle \hat{X}^2 \rangle_n$ is:

a) $\frac{na}{2}$
b) $\frac{a^2}{3n}$
c) $\frac{a^2}{3} - \frac{a^2}{2n^2\pi^2}$
d) $\frac{n^2\pi^2\hbar^2}{a^2}$

88. अक्षरों के सामान्य अर्थ मान कर, निम्नलिखित में से कौन सा कम्युटेशन संबंध गलत है।

a) $[\hat{L}_x, \hat{L}_y] = -i\hbar\hat{L}_z$
b) $[\hat{x}, \hat{L}_z] = -i\hbar\hat{y}$
c) $[\hat{x}, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{z}$
d) उपरोक्त सभी सही हैं

88. With letters having their usual meaning, which of the following commutation relations is **wrong**?

a) $[\hat{L}_x, \hat{L}_y] = -i\hbar\hat{L}_z$
b) $[\hat{x}, \hat{L}_z] = -i\hbar\hat{y}$
c) $[\hat{x}, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{z}$
d) All the above are correct

89. एल्यूमीनम की विशिष्ट ताप क्षमता का तापमान के साथ परिवर्तन $C_V(T) = 0.77\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1} + (0.46 + 10^{-3}\text{Jg}^{-2}\text{K}^{-2})T$ के अनुसार होता है। यदि 3 किलोग्राम का एक एल्यूमिनम की छड़ को से तक गर्म किया जाता है, तो इस प्रक्रिया के दौरान एंट्रोपी में कितना परिवर्तन होगा:

a) 1180 JK^{-1}
b) 276 JK^{-1}
c) 1456 JK^{-1}
d) 2135 JK^{-1}

89. Specific heat capacity of aluminium varies with temperature as $C_V(T) = 0.77\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1} + (0.46 + 10^{-3}\text{Jg}^{-2}\text{K}^{-2})T$. If an aluminium bar weighing 3 kg is heated from 300K to 500K which of the following change in entropy during this process:

a) 1180 JK^{-1}
b) 276 JK^{-1}
c) 1456 JK^{-1}
d) 2135 JK^{-1}

90. किसी प्रोटॉन जो की एक अन्विक नाभिक में (त्रिज्या=$10^{-14}m$) और जिसका मोमेंटम 10^{-19}kg.m.s^{-1} से अधिक नहीं हो सकता के लिए कितनी क्वांटम अवस्थाएं उपलब्ध होंगी ?

a) 3000
b) 400
c) 600
d) 5×10^{12}

91. किन्ही 2 बोसोन को तीन ऊर्जा स्तरों 0, ε और 2ε में कितने तरीकों से बांटा जा सकता है।

a) 9
b) 8
c) 3
d) 6

92. अतिचालकता के BCS सिद्धांत के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार करें :

1. कूपर युग्म का निर्माण इलेक्ट्रॉन फोनोन इलेक्ट्रॉन की परस्पर से होता है |
2. फर्मी स्तर पर उपलब्ध ऊर्जा स्तरों के घनत्व में कमी से अतिचालकता परिवर्तन तापमान घटता है |
3. किसी पदार्थ का अतिचालकता परिवर्तन तापमान समस्थानिक द्रव्यमान के घटने से बढ़ेगा

उपरोक्त में से कौन से कथन सत्य हैं।

a) केवल 1, 2 और 4 सत्य हैं
b) केवल 2 और 3 सत्य हैं
c) केवल 1, 3 और 4 सत्य हैं
d) केवल 1, 2 और 3 सत्य हैं

93. निम्नलिखित कथनों पर ध्यान दें:

1. धातुओं की विद्युत प्रतिरोधकता तापमान घटने से कम होती है।
2. सेमीकंडक्टर की विद्युत प्रतिरोधकता तापमान बढ़ने से घटती है।
3. अतिचालक पदार्थ में प्रतिरोधकता अतिचालकता तापमान के ऊपर तीव्रता से शून्य हो जाती है।

उपरोक्त में से कौन से कथन सत्य हैं।

a) केवल 1सत्य है
b) केवल 1 और 2 सत्य हैं
c) केवल 2 और 3 सत्य हैं
d) 1, 2 और 3 सभी सत्य हैं

90. The number of quantum states available for a proton inside an atomic nucleus (radius $10^{-14}m$) and whose momentum cannot exceed 10^{-19}kg.m.s^{-1} is:

a) 3000
b) 400
c) 600
d) 5×10^{12}

91. The number of ways in which two bosons can be distributed into three energy states 0, ε and 2ε is:

a) 9
b) 8
c) 3
d) 6

92. Consider the following statements in context of BCS theory of superconductivity:

1) The Cooper pair formation is caused by electron-phonon-electron interaction.
2) Superconducting transition temperature of a material decreases if electronic density of energy states at Fermi level decrease.
3) The superconducting transition temperature of a material will increase with decrease in isotopic mass.
4) Magnetic field cannot penetrate inside a superconductor.

Choose the correct option below:

a) Only 1, 2 and 4 are true
b) Only 2 and 3 are true
c) Only 1, 3 and 4 are true
d) 1, 2 and 3 are true

93. Consider the following statements:

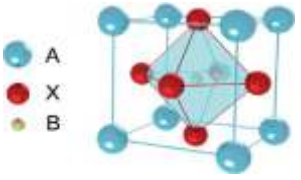
1) The electrical resistivity of metals decreases with decrease in temperature
2) In semiconductors, the electrical resistivity decreases with increase in temperature
3) The resistivity of a superconducting material drops to zero very sharply as the temperature of the material increase above T_c.

Choose the correct option from following:

a) Only 1 is correct
b) 1 and 2 are correct
c) 2 and 3 are correct
d) All 1, 2 and 3 are correct

94. निम्नांकित चित्र प्रसिद्ध पर्वोस्काइट क्रिस्टल संरचना को दिखाता है। जहां A B और C तीन भिन्न प्रकार के परमाणु हैं।

निम्नलिखित में से कौन सा पर्वोस्काइट संरचना में सही क्रिस्टल जालक है:



a) सिंपल क्यूबिक (SC)
b) बॉडी सेंटर क्यूबिक (BCC)
c) फेस सेंटर्ड क्यूबिक (FCC)
d) उपरोक्त सभी का सम्मिश्रण

94. The figure below shows the popularly known perovskite crystal structure. Where A, B and X are three different type of atoms.

Which of the followings is correct crystal corresponding to perovskite structure?

a) Simple Cubic (SC)
b) Body Centred Cubic (BCC)
c) Face Centred Cubic (FCC)
d) A mixture of all the above

95. बॉर्न ओपेनहाइमर सन्निकन संबंध रखता है।
a) इलेक्ट्रॉन इलेक्ट्रॉन इंटरेक्शन का औसत लेना
b) अनुओं का नाभिकीय और इलेक्ट्रॉनिक संचालन को अलग करना
c) इलेक्ट्रॉन इलेक्ट्रॉन इंटरेक्शन को अनदेखा करना
d) अणुओं में परमाणुओं में शून्य बिंदू कंपन से संबंधित

95. The Born-Oppenheimer approximation refers to:
a) Averaging out the electron-electron interaction
b) Separate nuclear and electronic motions in molecules
c) Neglecting the electron-electron interaction
d) Zero point oscillations of atoms in molecules

96. डिजिटल सर्किट में फैन आउट किस से संबंधित है:
a) सर्किट में पैदा होने वाली ऊष्मा से
b) सर्किट में प्रयोग होने वाली ऊष्मा सिंक से
c) बिना डिजिटल आउटपुट प्रभावित किए आउटपुट चला पाने की संख्या क्षमता से
d) वह दर जिस पर ऊष्मा को सर्किट से निष्कासित करना चाहिए ताकि सर्किट सुरक्षित सीमा में कार्य करता रहे

96. The fan out of a digital circuit refers to:
a) Amount of heat produced in the circuit
b) Heat sink used in the circuit
c) Ability to drive number of outputs without affecting the digital output
d) The rate at which heat must be evacuated from the circuit to keep it operating within safe limits

97. निम्नलिखित बुलियन अभिव्यक्तियों पर ध्यान दें:
1. $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
2. $AB + A\bar{B} = B$
3. $A + \bar{A}B = B$
4. $A + BC = (A + B)(A + C)$

उपरोक्त बुलियन अभिव्यक्तियों में से कौन सी सही हैं:
a) केवल 1
b) 3 और 4
c) 2 और 3
d) 1 और 4

97. Consider the Boolean expressions below:
1. $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
2. $AB + A\bar{B} = B$
3. $A + \bar{A}B = B$
4. $A + BC = (A + B)(A + C)$

Which of the above Boolean expressions are correct?
a) Only 1
b) 3 and 4
c) 2 and 3
d) 1 and 4

98. किसी डिजिटल IC का योग्यता आंकड़ा के मापक इकाई है :

a) ऊर्जा

b) $\frac{\text{शक्ति}}{\text{समय}}$

c) समय

d) $\frac{\text{घटकों की संख्या}}{\text{क्षेत्रफल}}$

98. The figure of merit for any digital IC has the units of :

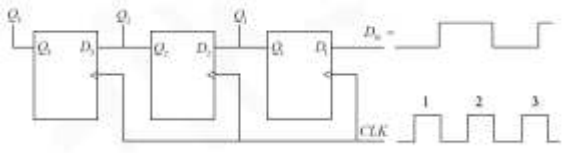
a) Energy

b) $\frac{\text{Power}}{\text{Time}}$

c) Time

d) $\frac{\text{Number of components}}{\text{Area}}$

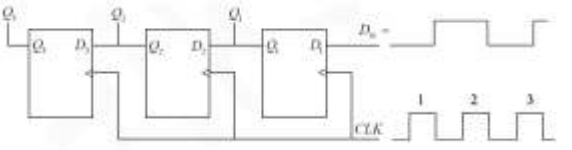
99. निम्नांकित चित्र Q_3 में Q_1 और क्रमशः आउटपुट के सर्वाधिक सार्थक बिट (MSB) और न्यूनतम सार्थक बिट (LSB) है :



Q_1, Q_2 और Q_3 को शुरुआत में शून्य पर सेट किया गया है तथा इनपुट चित्र में दर्शाए अनुसार बदलती है। क्लॉक के तीसरे गिरते किनारे पर आउटपुट होगी:

a) 001
b) 010
c) 011
d) 110

99. In the circuit shown below, Q_3 and Q_1 are respectively the most significant bit (MSB) and least significant bit (LSB) of the outputs.



Q_1, Q_2 and Q_3 are all initially set to 0 and the input D_{in} varies as shown in figure. The output after arrival of 3rd falling clock pulse will be:

a) 001
b) 010
c) 011
d) 110

100. एक विद्युतोचुंबकीय तरंग जिसकी विद्युतीय फील्ड $\vec{E} = \hat{k}E_0\cos\, q(x - ct)$ है, मुक्त स्थान से जा रही है। प्लेन $4x+3y=0$ के समानांतर लांघनेवाली औसत शक्ति प्रति इकाई क्षेत्रफल कितनी होगी:

a) $\frac{4}{5}\varepsilon_0 cE_0^2$

b) $\varepsilon_0 cE_0^2$

c) $\frac{2}{5}\varepsilon_0 cE_0^2$

d) $\frac{16}{25}\varepsilon_0 cE_0^2$

100. An electromagnetic wave is travelling in free space with electric field $\vec{E} = \hat{k}E_0\cos\, q(x - ct)$. The average power per unit area crossing plane parallel to $4x+3y=0$ will be:

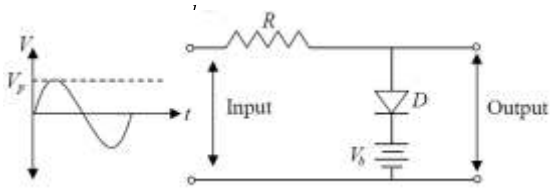
a) $\frac{4}{5}\varepsilon_0 cE_0^2$

b) $\varepsilon_0 cE_0^2$

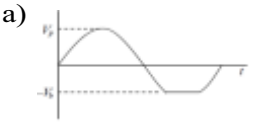
c) $\frac{2}{5}\varepsilon_0 cE_0^2$

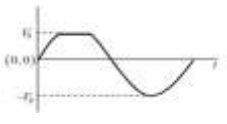
d) $\frac{16}{25}\varepsilon_0 cE_0^2$

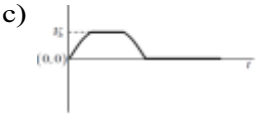
101. एक सिनुसोईडल विभव जिसका उच्चतम मान V_p है, निम्नांकित चित्र में इनपुट है जिसके डीसी विभव V है:

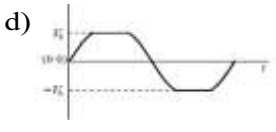


यह मानकर के डायोड आदर्श है, निम्नलिखित में से कौन सा आउटपुट विभव को सही से दर्शा रहा है?

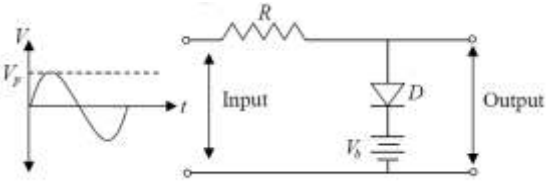
a) 

b) 

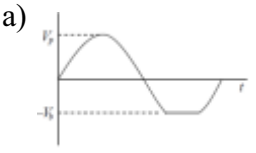
c) 

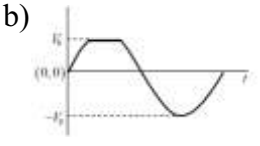
d) 

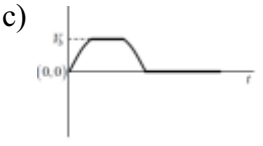
101. A sinusoidal voltage having a peak value of V_p is an input to the following circuit, in which the DC voltage V_b.

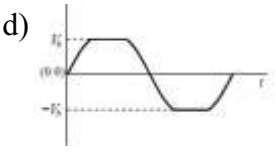


Assuming the diode to be ideal, which of the followings correctly depict the output voltage?

a) 

b) 

c) 

d) 

102. द्वि-परमाणु अनु HF की फ्लोरीन ^{18}F के आइसोटोप के लिए घूर्णन बैंड में एक अवशोषण रेखा 40 cm^{-1} पर है। आइसोटोप ^{19}F के लिए तदानुसार रेखा कितनी विस्थापित होगी:

a) 0.05 cm^{-1}
b) 0.33 cm^{-1}
c) 0.01 cm^{-1}
d) 0.11 cm^{-1}

102. The diatomic molecule HF has an absorption line in rotational band at 40 cm^{-1} for ^{18}F isotope of fluorine. The corresponding line for isotope ^{19}F will be shifted approximately by:

a) 0.05 cm^{-1}
b) 0.33 cm^{-1}
c) 0.01 cm^{-1}
d) 0.11 cm^{-1}

103. उत्तेजन रेखा 4358Å के साथ एक सैंपल 4458Å पर स्टोक्स रेखा देता है। इसकी एंटी स्टोक्स रेखा कहां पर आएगी?

a) 4208Å
b) 4251.3Å
c) 4243.2Å
d) 4174Å

103. With the exciting line of 4358Å, a sample gives Stokes lines at 4458 Å. What should be wavelength of anti-Stokes lines?

a) 4208Å
b) 4251.3Å
c) 4243.2Å
d) 4174Å

104. निम्नलिखित में से कौन सा एक क्रिस्टल में अनिवार्य रूप से आवर्ती नहीं होगा।

a) इलेक्ट्रॉन द्वारा अनुभूति किया गया जालक के परमाणुओं का विभव
b) क्रिस्टल में इलेक्ट्रॉन घनत्व
c) इलेक्ट्रॉन का वेवफंक्शन
d) पारस्परिक जालक में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा

104. Which of the following is NOT necessarily periodic for a crystal:

a) Potential felt by the electrons due to atoms in periodic lattice
b) Electron density in the crystal
c) The wavefunction of the electrons
d) Energy of electron in reciprocal lattice

105. दिया गया है कि किसी पदार्थ में इलेक्ट्रॉन के ऊर्जा विक्षेपण का संबंध $E(k) = A|k|$ है जहां k wavevector है और A कोई constant है। ऐसे पदार्थ में इलेक्ट्रॉन का प्रभावी द्रव्यमान क्या होगा :

a) Infinite
b) Zero
c) A^2
d) $1/A^2$

105. Given that the energy dispersion for electrons in a material is $E(k) = A|k|$ where k is wavevector and A is come constant. The effective mass of the electrons in such material will be:

a) Infinite
b) Zero
c) A^2
d) $1/A^2$

106. दुलोंग पेटिट नियम के अनुसार $CaTiO_3$ क्रिस्टल की मोलर विशिष्ट ऊष्मा क्षमता C_V होनी चाहिए:

a) 24.9 J/mole-K
b) 96 J/mole-K
c) 124.5 J/mole-K
d) 342 J/mole-K

106. According to Dulong-Petit law, the molar specific heat capacity C_V for $CaTiO_3$ crystal should be:

a) 24.9 J/mole-K
b) 96 J/mole-K
c) 124.5 J/mole-K
d) 342 J/mole-K

107. कैल्शियम संरचना FCC होती है जिसका लैटिस कांस्टेंट 5.45Å है। Fermi उर्जा और Fermi तापमान क्रमशः होंगे:

a) 4.21 eV and 4.88×10^4 K
b) 7.08 eV and 8.21×10^4 K
c) 4.69 eV and 5.44×10^4 K
d) 11.7 eV and 13.6×10^4 K

107. Calcium has FCC structure and a lattice constant of 5.45Å. The value of Fermi energy and Fermi temperature respectively are:

a) 4.21 eV and 4.88×10^4 K
b) 7.08 eV and 8.21×10^4 K
c) 4.69 eV and 5.44×10^4 K
d) 11.7 eV and 13.6×10^4 K

108. अति निम्न तापमान पर किसी अर्धचालक की विषष्ट ऊष्मा क्षमता C_v बदलती है (a और b कोई धनात्मक अचर हैं)

a) aT
b) aT^3
c) $aT + bT^3$
d) $ae^{-\frac{b}{kT}}$

108. At very low temperatures the specific heat capacity C_v of a semiconductor varies as (a and b are some positive constants):

a) aT
b) aT^3
c) $aT + bT^3$
d) $ae^{-\frac{b}{kT}}$

109. एक MnO के क्रिस्टल की संरचना NaCl प्रकार की है। इसमें 120K पर पेरामग्नेटिक से एंटी-फेरोमैगटिक परिवर्तन होता है। 120K के नीचे एक प्लेन में स्पिन समानांतर होती हैं और इसके निकटतम प्लेन में स्पिन विरोधी समानांतर होती हैं। यदि न्यूट्रॉन स्कैटरिंग का प्रयोग करके इसके लैटिस कांस्टेंट निकाले जाते हैं, तो क्रमशः परिवर्तन तापमान के नीचे और ऊपर d और d' होंगे:

a) $d = \frac{d'}{2}$
b) $d = \frac{d'}{\sqrt{2}}$
c) $d = 2d'$
d) $d = \sqrt{2}d'$

109. A crystal of MnO has NaCl structure. It has a paramagnetic to anti-ferromagnetic transition at 120 K. Below 120 K, the spins within a single [111] plane are parallel but the spins in adjacent [111] planes are anti-parallel. If neutron scattering is used to determine the lattice constants, respectively, d and d' below and above the transition temperature of MnO then :

a) $d = \frac{d'}{2}$
b) $d = \frac{d'}{\sqrt{2}}$
c) $d = 2d'$
d) $d = \sqrt{2}d'$

110. निम्नलिखित में से कौन सा डफरेंशियल क्रॉस सेक्शन $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ और स्कैटरिंट एम्प्लीट्यूड $f(\theta)$ बीच का सही संबंध है:

a) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^0$
b) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|$
c) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2$
d) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^3$

110. Which of the followings correctly represent relation between differential cross-section $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ and scattering amplitude $f(\theta)$:

a) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^0$
b) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|$
c) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2$
d) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^3$

111. एक नाभीकीय क्रिया में क्रॉस सेक्शन अधिकतम होता है जब

a) $e^{2i\delta_l} = 0$
b) $e^{2i\delta_l} = 1$
c) $e^{2i\delta_l} = -1$
d) उपरोक्त में कोई भी नहीं

उपरोक्त समीकरणों में δ_l फेज स्थानांतरण है।

111. In a nuclear reaction the cross-section is maximum if:

a) $e^{2i\delta_l} = 0$
b) $e^{2i\delta_l} = 1$
c) $e^{2i\delta_l} = -1$
d) None of the above

In above relations δ_l is phase shift.

112. रेडियोएक्टिविटी के मापक Ci और Bq का सही संबंध है :

a) $1Ci=3.7\times10^7$ Bq
b) $1Ci=3.7\times10^5$ Bq
c) $1Ci=3.7\times10^{10}$ Bq
d) $1Ci=3.7\times10^{12}$ Bq

112. The units of radioactivity Ci and Bq are related as:

a) $1Ci=3.7\times10^7$ Bq
b) $1Ci=3.7\times10^5$ Bq
c) $1Ci=3.7\times10^{10}$ Bq
d) $1Ci=3.7\times10^{12}$ Bq

113. निम्नलिखित में से कौन से क्षय में वीक इंटरेक्शन द्वारा संचालित और मध्यम वेक्टर बोसोन W^- द्वारा मध्यस्त डाउन क्वार्क अप क्वार्क में बदलता है:

a) α decay
b) β^+ decay
c) β^- decay
d) Electron capture

113. In which of the following decay, the down quark is changed to the up quark governed by weak interaction and mediated by intermediate vector boson W^-:

a) α decay
b) β^+ decay
c) β^- decay
d) Electron capture

114. निम्नलिखित में से कौन सा पार्टिकल स्वतंत्र रूप से स्थाई नहीं हैं:

a) प्रोटोन
b) इलेक्ट्रॉन
c) न्यूट्रॉन
d) उपरोक्त सभी

114. Which of the following is ***not*** stable in free state:

a) Proton
b) Electron
c) Neutron
d) All of the above

115. β क्षय में पैरिटी:

a) हमेशा संरक्षित होती है
b) संरक्षित नही होती
c) β^+ क्षय के लिए संरक्षित होती है परंतु β^- क्षय के लिए नहीं
d) आइसोटोप के प्रकार के अनुसार संरक्षित हो भी सकती है और नहीं भी

115. Parity in β decay is:

a) Conserved always
b) Not conserved
c) conserved for β^+ decay but not for β^- decay
d) may or may not be conserved depending on type of isotope

116. कम्पटन प्रभाव में तारंगदैध्र्य परिवर्तन कौन से कोण पर अधिकतम होगा:

a) 0^o
b) 90^o
c) 180^o
d) 45^o

116. In Compton effect the wavelength change is maximum at scattering angle of:

a) 0^o
b) 90^o
c) 180^o
d) 45^o

117. न्यूट्रॉन, जब वह किसी पदार्थ में से जा रहा है, किस कारण से अपनी ऊर्जा खोता है:

a) एयोनाइजेशन से
b) नाभिकीय भिडंत से
c) उपरोक्त दोनों से
d) उपरोक्त किसी से भी नहीं

117. The energy of the neutron, while travelling in matter, is lost due to:

a) Ionisation
b) Nuclear encounter
c) Both of the above
d) None of the above

118. एक गैर सापेक्ष आदर्श त्रिआयामी Fermi गैस का T=0K पर दबाव, फर्मियंस के घनत्व पर निर्भर करता है:

a) $n^{7/3}$
b) $n^{5/3}$
c) $n^{1/3}$
d) $n^{2/3}$

118. For a non-relativistic ideal Fermi gas in three dimensions, at $T=0K$, the pressure depends on density of fermions n as:

a) $n^{7/3}$
b) $n^{5/3}$
c) $n^{1/3}$
d) $n^{2/3}$

119. क्वॉर्क किस कलर में मिलने चाहिए ताकि वे एक कण का निर्माण कर सकें ?

a) काला
b) हरा
c) लाल
d) सफेद

120. स्ट्रॉन्ग बल को ढोने वाले कण होते हैं:

a) फोटोन
b) ग्लूऑन
c) Z या W बोसोन
d) उपरोक्त में कोई भी नहीं

119. To what colour must quarks combine for a particle to be constructed?

a) Black
b) Green
c) Red
d) White

120. Particles carrying strong force are:

a) Photons
b) Gluons
c) Z or W bosons
d) None of the above