EXAMEN OFICIAL REALIZADO EN ESPAÑA EN LA CONVOCATORIA PCE UNEDASISS 2023

Instrucciones del examen

PRIMERA PARTE. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PRIMERA PARTE:

Bloque de preguntas objetivas con un valor total de 5 puntos. Se incluyen 15 preguntas tipo test, pero debe contestar sólo a 10, las 10 que prefiera (si se contestan a más de 10, solo se valorarán las 10 primeras respuestas).
Cada acierto suma 0,5 puntos, cada error resta 0,15 y las preguntas en blanco no computan.

Para contestar a este bloque debe utilizarse la hoja de respuestas tipo test. No deben entregarse soluciones detalladas de estas cuestiones, solo marcar las soluciones en la hoja de respuestas. DEBE CONTESTAR A UN MÁXIMO DE 10 PREGUNTAS.
Es MUY IMPORTANTE leer las instrucciones sobre cómo deben marcarse las respuestas. Las respuestas marcadas incorrectamente no se tendrán en cuenta. Solamente se corregirán las respuestas marcadas en la hoja de lectura óptica.

1. Sean dos cuerpos puntuales A y B, de masas m_A = M y m_B = 2M. El cuerpo A se coloca y se fija en el punto (0,0), mientras que el cuerpo B se coloca y se fija en el punto de coordenadas (20, 0). Un tercer cuerpo C de masa mucho más pequeña se deja libremente en la posición de coordenadas (8, 0). La intensidad de campo gravitatorio $\vec{g}$ que siente el cuerpo C debido a su interacción con los cuerpos A y B,

a) Irá dirigida en la dirección del eje x, en sentido negativo.
b) Irá dirigida en la dirección del eje x, en sentido positivo.
c) Será un vector nulo.

2. Sea un cuerpo bajo la influencia gravitatoria de un planeta. Tomando la referencia habitual para la energía potencial gravitatoria, que tiene valor nulo en el infinito, se cumple que:

a) La energía potencial gravitatoria siempre es negativa, mientras que la energía mecánica puede tomar cualquier signo.
b) Tanto la energía potencial gravitatoria como la energía mecánica pueden tomar cualquier signo.
c) Tanto la energía potencial gravitatoria como la energía mecánica son siempre negativas.

3. Consideremos las órbitas de los planetas Tierra y Júpiter alrededor del Sol como órbitas circulares. Sabiendo que Júpiter se encuentra unas 9,5 veces más lejos del Sol que la Tierra, se cumple que:

a) La velocidad orbital de la Tierra es menor y su período es mayor.
b) La velocidad orbital de la Tierra es mayor y su período es menor
c) Tanto la velocidad orbital como el período de la Tierra son menores que los de Júpiter.

4. Un cuerpo bajo los efectos de un campo gravitatorio se mueve desde un punto A hasta otro punto B. El trabajo realizado por el campo gravitatorio cuando el cuerpo se mueve de A a B

a) Es mayor si se traslada más despacio.
b) Es independiente de lo rápido que el cuerpo se traslade del punto A al punto B
c) Es mayor si se traslada más rápido.

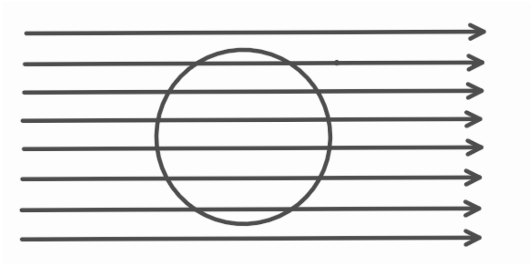
5. Dos partículas A y B están cargadas con el mismo signo y a una distancia *r*. La carga de la partícula A es el doble que la de la partícula B, es decir, $q_A = 2q_B$. Se verifica que

a) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es el mismo que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.
b) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es la mitad que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.
c) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es el doble que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.

6. El campo magnético generado en el centro de una espira circular por una corriente que circula por ella

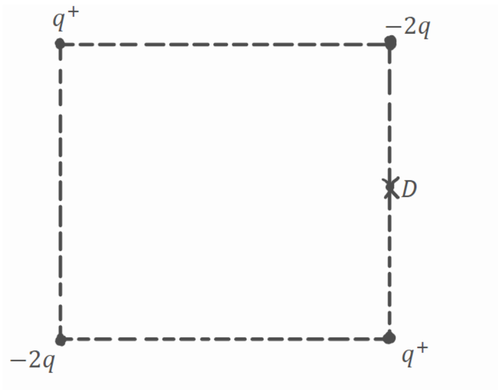
a) Es un vector normal al plano que contiene a la espira.
b) Es un vector cuyo sentido es independiente del sentido de la corriente que pasa por la espira circular.
c) Es un vector paralelo al plano que contiene a la espira.

7. Se coloca una espira circular en el seno de un campo magnético orientado como indica la figura, cuya magnitud va disminuyendo con el tiempo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?



a) La corriente inducida en la espira tiene sentido horario.
b) La corriente inducida en la espira tiene sentido antihorario.
c) No se induce ninguna corriente en la espira.

8. Cuatro partículas, dos cargadas positivamente con carga *q* y dos cargadas negativamente con carga -2*q* se disponen en los vértices de un cuadrado como se muestra en la figura. Se verifica que, en el punto D, que se encuentra en el centro de uno de los lados del cuadrado y que está indicado en la figura,



a) El campo eléctrico tiene su componente vertical hacia abajo.
b) El campo eléctrico tiene su componente vertical hacia arriba.
c) El campo eléctrico tiene una componente vertical nula.

9. El índice de refracción de un vidrio para la luz azul (λ = 486 nm) es de 1,75 y para la luz roja (λ = 656 nm) es de 1,67. Un rayo de luz blanca incide sobre una lámina de este vidrio con un ángulo diferente de 90° a la superficie de la lámina. ¿Cuál de las siguientes respuestas es correcta?

a) La componente azul de la luz se refractará con un ángulo mayor que la componente roja de la luz.
b) Ambas componentes se desviarán igual.
c) La componente azul de la luz se refractará con un ángulo menor que la componente roja de la luz.

10. Sea una lente delgada divergente de distancia focal 20 cm. Se coloca un objeto a una distancia de 30 cm de la lente. Su imagen

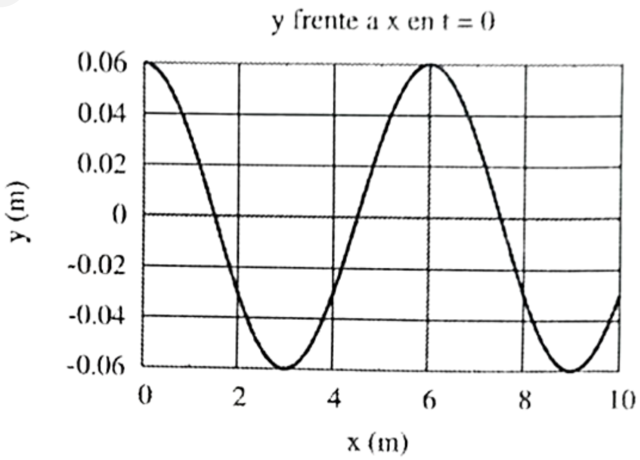
a) Es virtual y derecha.
b) Es real y derecha.
c) Es real e invertida.

11. Un haz de luz que viaja por el medio 1 incide en la superficie de separación con el medio 2. Para que se pueda dar el fenómeno de reflexión total, es necesario que

a) El índice de refracción de los medios 1 y 2 sean iguales.
b) El índice de refracción del medio 1 sea mayor que el índice de refracción del medio 2.
c) El índice de refracción del medio 1 sea menor que el índice de refracción del medio 2.

12. En la figura se muestra la gráfica de la posición de los puntos de una onda en el instante *t* = 0. Con esta gráfica

a) Se puede deducir la longitud de onda, pero no el período de la onda.
b) Se puede deducir el período de la onda, pero no la longitud de onda.
c) Se pueden deducir tanto el período como la longitud de onda.



13. La actividad de un material radiactivo
a) Aumenta con el tiempo.
b) Es directamente proporcional a la constante de desintegración.
c) Es directamente proporcional al tiempo de semidesintegración.

14. Un foco de luz se mueve por el espacio a velocidad constante. Un observador también se mueve por el espacio a velocidad constante, pero diferente de la del foco. El observador mide la velocidad de la luz. El resultado obtenido, ¿depende de la velocidad relativa entre el foco y el observador?

a) Sí, es lo que se llama efecto Doppler relativista.
b) No.
c) Sí, depende de la velocidad relativa entre ambos. De ahí el nombre de la teoría.

15. Un núcleo de uranio-238, $^{238}_{92}U$ se desintegra emitiendo un núcleo alfa. ¿Cuál es el número de protones (número atómico Z) y neutrones (N) del núcleo resultante de dicha desintegración?

a) N = 236, Z = 92
b) N = 142, Z = 94
c) N = 144, Z = 92

Ninguna es correcta. Se trata de un error cometido por la universidad. La respuesta correcta es N = 144 , Z = 90

SEGUNDA PARTE

PROBLEMAS

SEGUNDA PARTE CRITERIOS DE EVALUACIÓN

SEGUNDA PARTE: Bloque de problemas con valor total de 5 puntos. Se incluyen 4 problemas, pero debe contestar sólo a dos problemas, los que prefiera (si contesta a más de 2 problemas solo se calificarán los dos primeros que aparezcan en las hojas de respuesta).

Valoración máxima 2,5 puntos por cada problema. Dentro de cada problema, cada apartado tiene el mismo valor. Se valora el planteamiento del problema, su desarrollo (deben indicarse los pasos que conducen a la solución), resultado correcto y el uso adecuado de unidades y vectores.
No se valorarán resultados que no estén justificados con explicaciones.

PROBLEMA 1

El peso de una astronauta de masa 60 kg en la superficie de un planeta es de 800 N. Si el radio del planeta es R_p = 5000 km,

a) Determinar la masa del planeta.

b) Determinar a qué altura sobre la superficie del planeta la aceleración de la gravedad es igual a la que hay sobre la superficie terrestre.

c) Determinar qué energía hay que dar a un satélite de 400 kg para que cambie de una órbita circular a 2000 km de altura sobre la superficie del planeta a otra órbita, también circular, de 3000 km de altura.

Datos:

G, constante de gravitación universal **$6{,}67\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}**

g, gravedad en la superficie terrestre **9,8 m s^{-2}**

<u>Solución:</u>

a) El valor de la intensidad gravitatoria en dicho planeta es:

$$g = \frac{P}{m} = \frac{800}{60} = 13{,}33\frac{m}{s^2}$$

Para calcular la masa de dicho planeta, despejamos en la ecuación de gravitación universal:

$$g = \frac{GM}{R^2} \to M = \frac{g \cdot R}{G} = \frac{13{,}33 \cdot (5 \cdot 10^6)^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = 5 \cdot 10^{24} kg$$

b) Si llamamos r a la distancia desde el centro del planeta hasta el punto pedido, podemos determinar que r = R + h, donde “h” representa la altura que hay hasta dicho punto desde la superficie del planeta. Por lo tanto:

$$g = \frac{GM}{r^2} = 9{,}8 \quad y\ por\ lo\ tanto\ r = \sqrt{\frac{GM}{g}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^{24}}{9{,}8}} = 5{,}83 \cdot 10^6 m$$

Ahora bien, la altura será:

$$h = r - R = 5{,}83 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6 = 8{,}34 \cdot 10^5 m$$

c) La diferencia de energía entre ambas órbitas A y B es:

$$\Delta E = E_m(B) - E_m(A)$$

Además, sabemos que la expresión de la energía mecánica es:

$$E_m = -\frac{GM_{planeta} m_{satélite}}{2r_{órbita}}$$

Por lo tanto:

$$\Delta E = -\frac{GM_{planeta} m_{satélite}}{2r_B} - \left(-\frac{GM_{planeta} m_{satélite}}{2r_A}\right) = \frac{GM_{planeta} m_{satélite}}{2}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right)$$

Al sustituir los datos:

$$\Delta E = \frac{GM_{planeta} m_{satélite}}{2}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right) = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^{24} \cdot 400}{2}\left(\frac{1}{7 \cdot 10^6} - \frac{1}{8 \cdot 10^6}\right)$$
$$= 1{,}19 \cdot 10^9 J$$

Donde los radios de los planteas se han calculado como:

$$r_A = R + h_A \qquad y \qquad r_B = R + h_B$$

PROBLEMA 2

Un electrón que tiene una energía cinética E_c = 10^{-18}J que viaja en la dirección positiva del eje x penetra en una región en la que hay un campo magnético uniforme de 1,2 · 10^{-3} T en la dirección positiva del eje z, es decir, $\vec{B}$ = 1,2 · 10^{-3} $\vec{k}$ T, siendo $\vec{k}$ el vector unitario en la dirección positiva del eje z. Determinar

a) El módulo de la fuerza que el campo magnético ejerce sobre el electrón.

b) El radio de la trayectoria que describe el electrón.

c) Justificar en qué sentido se mueve el electrón a lo largo de su trayectoria y mostrarlo. Para ello, hacer un esquema en el que se dibujen con claridad la dirección del campo magnético, la trayectoria del electrón y el sentido en el que éste la describe.

Datos:

m_e, masa del electrón 9,11 · 10^{-31} kg e, carga del electrón -1,6 · 10^{-19} C

Solución:

a) Al entrar el electrón en el campo magnético, el módulo de su velocidad no se ve modificado, pero sí su dirección. Por tanto, podemos calcular la velocidad con la energía cinética del electrón.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 10^{-18}\frac{2}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} = v^2$$

$$v = \sqrt{10^{-18}\frac{2}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} = 1.48 \cdot 10^6\ m/s$$

La velocidad y el campo magnético son perpendiculares, por lo que, en módulo, la fuerza magnética es:

$$F_B = q_e vB = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1.48 \cdot 10^6 \cdot 1.2 \cdot 10^{-3} = 2.84 \cdot 10^{-16} N$$

b) Una vez dentro el electrón de la región con campo magnético su trayectoria es circunferencial y la fuerza magnética, en módulo, es igual a la centrípeta:

$$F_B = F_c \rightarrow qvB = m\frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB} = 7.02 \cdot 10^{-3}\ \text{m}$$

c) El producto vectorial de la velocidad del electrón y el campo magnético externo es un vector que apunta al sentido negativo del eje y, al ser un electrón con carga negativa, la fuerza apunta al sentido positivo del eje y. El electrón describirá circunferencias ya que cada vez que el campo magnético cambia su dirección la velocidad es tal que la trayectoria es circular, ya que no cambia su magnitud. El sentido será antihorario.

PROBLEMA 3

Por una cuerda que se extiende a lo largo del eje X, se propaga una onda de amplitud A = 1 cm, frecuencia f = 100 Hz y longitud de onda λ = 1,5 m en el sentido positivo del eje X.

a) Determinar cuál es la ecuación de esta onda si sabemos que cuando t = 0 s la posición vertical del punto de la cuerda que se encuentra en x = 0,5 m es y = 0,5 cm.

b) Cuando t = 2 s, ¿cuál es la diferencia de altura entre los puntos situados en x = 0,3 m y en x = 0,5 m?

c) Cuando t = 1 s, ¿cuál es la diferencia de fase entre los puntos en x = 0,5 m y en x = 1,25 m?

<u>Solución</u>:

a) Obtenemos $\omega = 2\pi f = 200\pi \frac{rad}{s}$ $y\ k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{4}{3}\pi\ rad/s$

Obtenemos:

$$y(0{,}5\ {,}0) = \frac{A}{2}$$

Por lo tanto, la ecuación de onda es:

$$y(x,t) = Asen(\omega t - kx + \varphi_0) \rightarrow y(0{,}5\ ,0) = Asen\left(-\frac{4}{3}\pi \cdot \frac{1}{2} + \varphi_0\right) = \frac{A}{2}$$

Por lo que:

$$sen\left(\varphi_0 - \frac{2\pi}{3}\right) = \frac{1}{2} \qquad \rightarrow El\ argumento\ debe\ dar \frac{\pi}{6}\ o \frac{5\pi}{6}$$

En consecuencia, podemos tomar cualquiera de ella puesto que no nos dan datos para discriminar ninguna de las soluciones:

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi}{3} = \frac{5\pi}{6}$$

Para finalizar, la ecuación de la onda es:

$$y(x,t) = 10^{-2} sen\left(200\pi t - \frac{4}{3}\pi x + \frac{5\pi}{6}\right)\ (m)$$

b) La diferencia de alturas cuando t = 2s, entre x = 0,3 m y x = 0,5 será:

$$\Delta y = y_f - y_i = 0{,}01\left(sen\left(400\pi - \frac{4\pi}{3}0{,}5 - \frac{5\pi}{6}\right) - sen\left(400\pi - \frac{4\pi}{3}0{,}3 - \frac{5\pi}{6}\right)\right)$$
$$= -0.48 \cdot 10^{-2}\ (m)$$

c) En t = 1s, la diferencia de fase será cómo ha cambiado el argumento de la función seno en x = 0.5m y x = 1.25 m:

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 200\pi - \frac{4\pi}{3}1.25 - \frac{5\pi}{6} - 200\pi - \frac{4\pi}{3}0.5 - \frac{5\pi}{6} = -\pi\, rad$$

PROBLEMA 4

La fórmula de Rydberg permite calcular las longitudes de emisión del espectro del hidrógeno y viene dada por

$$\boldsymbol{\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)}$$

donde R_H es la constante de Rydberg y *n* y *m* son los niveles involucrados en la emisión. La serie de Lyman es el conjunto de líneas del espectro del hidrógeno que éste emite cuando los electrones pasan de cualquier nivel n ≥ 2 al nivel m = 1.

a) ¿Cuál es la máxima frecuencia posible de la serie de Lyman?

b) ¿Cuál es la mínima frecuencia posible de la serie de Lyman?

c) La energía de un fotón de una de las líneas de la serie de Lyman es de 13,09 eV. ¿Entre qué niveles de energía ha sido la transición que ha emitido este fotón?

Datos:

R_H, constante de Rydberg $1{,}097 \cdot 10^7$ m^{-1} h, constante de Planck $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js

e, carga eléctrica del electrón $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C c, velocidad de la luz en el vacío $3 \cdot 10^8$ m/s

<u>Solución</u>:

a) Puesto que nos preguntan la máxima frecuencia y $\lambda = \frac{c}{f}$, podemos reescribir la ecuación de Rydberg en función de la frecuencia:

$$f = c \cdot R_H\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\ y\ nótese\ que\ m = 1\ para\ la\ serie\ de\ Lyman$$

Puesto que nos piden que la frecuencia sea máxima, debemos hacer que el valor de "n" sea el más alto posible, es decir, infinito. Por lo tanto:

$$f = c \cdot R_H\left(1 - \frac{1}{\infty^2}\right) = 3 \cdot 10^8 \cdot 1{,}097 \cdot 10^7 \cdot 1 = 3{,}29 \cdot 10^{15} Hz$$

b) La mínima frecuencia sale de hacer que el valor de "n" sea el mínimo, es decir, n = 2

$$f = c \cdot R_H\left(1 - \frac{1}{2^2}\right) = 3 \cdot 10^8 \cdot 1{,}097 \cdot 10^7 \cdot \frac{3}{4} = 2{,}47 \cdot 10^{15} Hz$$

c) La energía de ese fotón corresponde a la diferencia de energía entre los niveles que ha transitado, que si pasamos a S.I es:

$$\Delta E = 13{,}09 \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} J}{1\ eV} = 2{,}09 \cdot 10^{-18} J$$

Por otra parte, sabemos que:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}\ y, por\ lo\ tanto\ \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

Por lo tanto, podemos igualar en la ecuación de Rydberg:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\Delta E}{hc} = R_H \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

Si operamos la expresión para despejar n, obtendremos que:

$$n = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{\Delta E}{hcR_H}}} \approx 5$$