

## Soluciones 2023 (Seattle)

### PROBLEMA 1.

Un planeta de radio  $R = 3000$  km tiene una aceleración de la gravedad en su superficie de  $g = 5$  m/s<sup>2</sup>. Responder razonadamente a las siguientes preguntas.

- ¿Cuál es la masa del planeta?
- ¿A qué distancia del centro del planeta la aceleración de la gravedad es la mitad que hay en la superficie?
- ¿Qué energía hay que darle a un satélite de masa  $m = 100$  kg que inicialmente se encuentra en la superficie del planeta para colocarlo en una órbita circular que tenga un período de 36 horas?

Datos:

$G$ , constante de gravitación universal	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
--	--

### PROBLEMA 2

Una espira circular de 3 cm de radio gira de manera uniforme en una región en la que hay un campo magnético de 0,08 T. El período de giro de la espira es de 0,1 s. El eje de giro de la espira es perpendicular a la dirección del campo magnético. Si en  $t = 0$  s el plano de la espira forma un ángulo de 45° con el campo magnético. Determinar

- La frecuencia de la corriente inducida.
- El flujo del campo magnético que pasa a través de la espira en función del tiempo.
- La fuerza electromotriz máxima.

### PROBLEMA 3

Un rayo de luz que viaja por el agua incide en una lámina de vidrio con un ángulo de 30° respecto a la normal a la superficie en la que incide.

- ¿Con qué ángulo se refracta el rayo de luz?
- ¿Cuál es la relación entre las velocidades de la luz en el agua y en el vidrio, es decir,  $c_{\text{agua}}/c_{\text{vidrio}}$ ?
- ¿Con qué ángulo mínimo tendría que haber incidido la luz sobre el vidrio para que no apareciera una haz refractado?

Datos:

$c$ , velocidad de la luz en el aire	$3 \cdot 10^8$ m/s
$n_{\text{agua}}$ , índice de refracción del agua	1,33
$n_{\text{vidrio}}$ , índice de refracción del vidrio	1,5

### PROBLEMA 4

El período de semidesintegración del cadmio-109 es de 462,6 días. Si tenemos una muestra de este material radiactivo,

- ¿Cuánto tiempo tardará hasta que la masa de cadmio-109 sea una cuarta parte de la inicial?
- ¿Cuál es la constante de desintegración del cadmio-109?
- Cuando pasa un tiempo de 10 años, ¿qué porcentaje de átomos de cadmio-109 quedan?

## Parte TEST

1. Considérense dos planetas A y B con la misma masa,  $m_A = m_B$ , siendo el planeta B más pequeño que el planeta A, es decir,  $R_B < R_A$ . Se verifica que

- hacen falta más datos para poder saber en la superficie de qué planeta es mayor la aceleración de la gravedad.
- la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta A es mayor que en la superficie del planeta B.
- La aceleración de la gravedad en la superficie del planeta A es menor que en la superficie del planeta B.

2. Dos satélites A y B se encuentran en órbitas circulares alrededor del mismo planeta. El radio de la órbita del satélite A es el doble que la del satélite B, es decir,  $r_A = 2r_B$ . ¿Qué podemos decir de la velocidad del satélite B?

- Es el doble que la del satélite A.
- Es mayor que la del satélite A, pero no llega a ser el doble.
- Es mayor que la del satélite A, pero no podemos saber cuánto mayor es sin conocer las masas de ambos.

3. Consideremos el sistema Tierra-Luna como si fuera un sistema aislado. Si suponemos que la Luna orbita a la Tierra siguiendo una órbita circular, sabiendo que el período Lunar es de unos 27,32 días, ¿cuál es aproximadamente el radio orbital de la Luna? Datos: la constante de gravitación universal es  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  y la masa de la Tierra  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .

- a) 312000 km.
- b) 383000 km.**
- c) 521000 km.

4. Dos objetos A y B orbitan a la misma distancia el mismo planeta. Si la masa del objeto A es el doble que la del objeto B, es decir,  $m_A = 2m_B$ , se cumplirá que

- a) Los períodos de sus órbitas serán iguales.
- b) El período de la órbita del objeto A será la mitad que el período de la órbita del objeto B.
- c) El período de la órbita del objeto A será el doble que el período de la órbita del objeto B.

} Ninguna solución es correcta

5. Una partícula con carga negativa, inicialmente en reposo, se encuentra en una región en la que existe un campo eléctrico uniforme. ¿Qué podemos decir del movimiento que describirá la partícula?

- a) Se moverá hacia regiones de menor potencial electrostático.
- b) Se moverá por ser el campo eléctrico uniforme.
- c) Se moverá hacia regiones de mayor potencial electrostático.**

6. Se conoce el potencial eléctrico en dos puntos A y B, siendo  $V_A$  y  $V_B$ , respectivamente. Llevamos una carga  $q$  desde el punto A hasta el punto B. El trabajo realizado por el campo durante este desplazamiento es

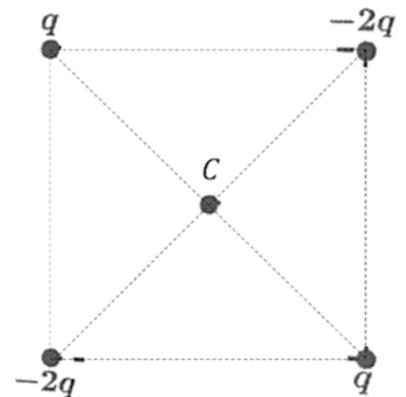
- a)  $q(V_B - V_A)$
- b)  $2q(V_B - V_A)$
- c)  $q(V_A - V_B)$**

7. Por una espira circular circula una corriente de intensidad  $I$ . El valor del campo magnético en el centro de la espira

- a) Es directamente proporcional a la intensidad de corriente  $I$ .**
- b) Es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente  $I$ .
- c) Es inversamente proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente  $I$ .

8. Cuatro partículas, dos cargadas positivamente con carga  $q$  y dos cargadas negativamente con carga  $-2q$  se disponen en los vértices de un cuadrado como se muestra en la figura. ¿Qué podemos decir del campo eléctrico en el centro del cuadrado, punto C?

- a) Es un vector horizontal con sentido hacia la izquierda.
- b) Es nulo.**
- c) Es un vector horizontal con sentido hacia la derecha.



9. En la pista de aterrizaje y a una distancia de 20 m de un avión se detecta una intensidad sonora de 130 dB. La intensidad de la onda generada por el avión es de

- a)  $10 \text{ W/m}^2$**
- b)  $2600 \text{ W/m}^2$
- c)  $6,5 \text{ W/m}^2$

10. La velocidad de una onda unidimensional es de 346 m/s. Su número de onda es  $k = 6,0 \text{ m}^{-1}$ . ¿Cuál será su período?

- a) 0,167 s
- b) 0,003 s**
- c) 0,017 s

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

- a) es virtual y mayor que el objeto
- b) es real y mayor que el objeto
- c) es real y menor que el objeto

12. ¿Cuál es la longitud de onda de De Broglie de un electrón que se mueve a 5 m/s? Datos: la masa del electrón es  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  y  $h$ , constante de Planck,  $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

- a)  $1,46 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- b)  $5,83 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- c)  $7,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

13. Un objeto con una masa en reposo de 2 kg se mueve a una velocidad de 0,8 c, siendo c la velocidad de la luz. ¿Cuál es su masa relativista?

- a) 3,33 kg
- b) 1,6 kg
- c) 4,47 kg

14. El bequerelio (Bq) es una unidad del sistema internacional que mide

- a) la constante de desintegración  $\lambda$  de un material radiactivo.
- b) el número de desintegraciones de un material radiactivo durante su tiempo de semidesintegración
- c) el número de desintegraciones por segundo de un material radiactivo.

15. La energía en electronvoltios de los niveles de energía del electrón ligado a un átomo de hidrógeno viene dada por la siguiente fórmula  $E = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$ . La energía en electronvoltios que un fotón debe tener para ionizar al átomo de hidrógeno cuando se encuentra en su estado fundamental viene dada por

- a) 6,8 eV
- b) 3,4 eV
- c) 13,6 eV

1. Si ambos planetas tienen la misma masa pero el planeta B es más pequeño ( $R_B < R_A$ ), entonces la aceleración de la gravedad será mayor en la superficie del planeta B debido a su menor radio.

$$m_A = m_B \quad R_B < R_A$$

$$\frac{g_A}{g_B} = \frac{\frac{GM_A}{R_A^2}}{\frac{GM_B}{R_B^2}} \left\{ \frac{g_A}{g_B} = \frac{R_B^2}{R_A^2} \xrightarrow{\text{si } R_A > R_B} g_A < g_B \right.$$

2.  $r_A = 2r_B$

$$\frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{\frac{GM}{r_A}}{\frac{GM}{r_B}} \left\{ \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{r_B}{r_A} \right\} \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{r_B}{2r_B} \rightarrow v_A^2 = \frac{v_B^2}{2}$$

$$v_B^2 = 2v_A^2 \rightarrow v_B = \sqrt{2} v_A \quad \text{Es mayor pero no llega al doble. Las masas de los satélites no afectan.}$$

3.  $T = 27,32 \text{ días} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 2362904 \text{ s.} \approx 2,36 \cdot 10^6 \text{ s}$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \cdot (2,36 \cdot 10^6)^2}{4\pi^2}} = 383000 \text{ km}$$

4.  $m_A = 2m_B \quad R_A = R_B \quad T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$

$$\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{\frac{4\pi^2 r_A^3}{GM_A}}{\frac{4\pi^2 r_B^3}{GM_B}} \left\{ \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{M_B}{M_A} \right\} \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{M_B}{2M_B} \rightarrow T_A^2 = \frac{T_B^2}{2} \rightarrow T_A = \frac{1}{\sqrt{2}} T_B$$

5. Una partícula con carga negativa tenderá a moverse hacia regiones de carga opuesta, es decir, hacia la región de mayor potencial electrostático, ya que la fuerza eléctrica actuando sobre una carga negativa es en la dirección opuesta al campo eléctrico. Por lo tanto **c)**

6. El trabajo se puede calcular con:  $W = -q(V_b - V_a)$   
O con su equivalente:  $W = q(V_a - V_b)$

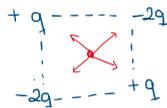
Por tanto, opción **c)**

7. Siendo la fórmula del campo magnético en una espira:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \rightarrow \vec{B} \text{ es directamente proporcional a } I \rightarrow \text{opc } a)$$

$$\vec{B} \text{ es inversamente proporcional a } R$$

8. En el centro del cuadrado, los campos eléctricos generados por las cuatro cargas se sumarán vectorialmente. Dado que la disposición de las cargas es simétrica (mismas distancias) y las magnitudes están balanceadas ( $q$  y  $-2q$ ), el campo resultante en el centro será nulo porque las contribuciones de cada par de cargas opuestas se cancelarán mutuamente. Por lo tanto, la respuesta correcta es **b)**



9.  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$      $r = 20 \text{ m}$ .     $\beta = 130 \text{ dB}$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \frac{\beta}{10} = \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 10 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$10^{\frac{\beta}{10}} = \frac{I}{I_0} \rightarrow I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta}{10}} \Rightarrow I = 10 \text{ W/m}^2$$

10.  $v = 346 \text{ m/s}$      $k = 6 \text{ m}^{-1}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2076} = 0,003 \text{ s}$$

$$\hookrightarrow \omega = v \cdot k = 346 \cdot 6 = 2076 \text{ rad/s}$$

11. En este caso, la distancia focal de la lente es 20 cm, y el objeto se coloca a 10 cm de la lente, que es menor que la distancia focal. Cuando se coloca un objeto a una distancia menor que la distancia focal de una lente convergente, la imagen que se forma es virtual, derecha y más grande que el objeto. Es el único caso en las lentes convergentes donde la imagen que se obtiene es virtual. Opción **a)**

12.  $\lambda_{\text{de Broglie}} = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 5 \text{ m/s}} = 1,46 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

13.  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (0.8)^2}} = \frac{2 \text{ kg}}{\sqrt{1 - 0.64}} = 3,333 \text{ kg}$

14. El Becquerel (Bq) es una unidad del Sistema Internacional de Unidades que se utiliza para medir la actividad radiactiva. Específicamente, un becquerel se define como un desintegración por segundo. Esto significa que si una muestra tiene una actividad de un Bq, un núcleo se desintegra cada segundo. Opción **c)**

15. 
$$E = \frac{13.6 \text{ eV}}{n^2} = \frac{13.6 \text{ eV}}{1^2} = 13.6 \text{ eV}$$

Explicación:

El número  $n=1$  se refiere al nivel más bajo y más estable en el que un electrón puede estar en un átomo de hidrógeno, es decir, el estado fundamental. Cuando hablamos de ionizar un átomo de hidrógeno, significa quitarle su único electrón. Para hacer esto desde el estado fundamental, usamos  $n=1$  porque estamos partiendo del punto en que el electrón está lo más unido posible al núcleo.

La fórmula dada,  $E$ , específicamente describe la energía de un electrón en diferentes niveles de energía en el átomo de hidrógeno según el modelo de Bohr. El valor de  $13.6 \text{ eV}$  corresponde a la energía necesaria para ionizar (remover) el electrón del estado fundamental ( $n=1$ ), llevándolo a un estado no ligado o completamente libre (esto sería el estado  $n=\infty$ , teóricamente).

Por tanto, cuando se habla de la energía de ionización de un átomo de hidrógeno en su estado fundamental, siempre se utiliza  $n=1$  porque estamos midiendo la energía desde el nivel más bajo hasta un estado de completa liberación del electrón.