

FÍSICA

INDICACIONES

Elegir una de las dos opciones. No deben resolverse cuestiones de opciones diferentes.

CONSTANTES FÍSICAS

Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	Masa del protón	$m_{p^+} = 1.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de gravitación universal	$G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	Masa del electrón	$m_{e^-} = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Constante de Coulomb	$k = 9.0 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$	Carga del protón	$q_{p^+} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Planck	$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	Carga del electrón	$q_{e^-} = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Radio de la Tierra	$R_T = 6370 \text{ km}$	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

OPCIÓN DE EXAMEN N° 1

1. Dada la ecuación de onda armónica transversal, en unidades S.I.

$$y = 0.04 \text{ sen } (2x - \pi t + 2.0)$$

- a) [1 PUNTO] la longitud, la frecuencia de la onda y la velocidad de propagación.
- b) [0,5 PUNTOS] El módulo de la velocidad máxima de oscilación de las partículas del medio por el cuál se propaga la onda.
- c) [0,5 PUNTOS] Distancia entre dos puntos con una diferencia de fase de $\pi/2$ radianes.

2. Un rayo de luz monocromática se propaga desde un recipiente lleno de líquido de índice de refracción 1.30 hacia el aire.

- a) [0,75 PUNTOS] Si el ángulo de incidencia es $\theta = 30^\circ$, calcula el ángulo de refracción.
- b) [0,75 PUNTOS] Calcula la velocidad de la luz en el líquido.
- c) [0,5 PUNTOS] Enuncia las leyes de la reflexión y la refracción, indicando mediante un dibujo los ángulos involucrados.

3. El Mo^{98} es un isótopo radiactivo que se desintegra por fisión en dos Sc^{49} . Sabiendo que la masa de Mo^{98} es de 97.90541 u.a.m. y la de cada Sc^{49} es de 48.95002 u.a.m. Sabiendo que 1 u.a.m. se corresponde con 935 MeV/c²:

- a) [0,75 PUNTOS] Calcula el defecto de masa.
- b) [0,75 PUNTOS] La energía de la desintegración.
- c) [0,5 PUNTOS] Explica en que consiste la desintegración β .

4. Un satélite de 700 kg realiza una órbita circular alrededor de la Tierra de 7500 km de radio. Obtener:

- a) [1 PUNTO] El periodo del satélite.
- b) [1 PUNTO] La energía potencial y mecánica.

5. Dos cargas eléctricas puntuales de valor $1 \mu\text{C}$, y $-1 \mu\text{C}$, se encuentran situadas en los puntos (0, 0.1) y (0, -0.1) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

- a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en el punto (0.1, 0).
- b) [1 PUNTO] ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga de $2 \mu\text{C}$ cuando se desplaza desde el (0.1, 0) hasta el punto (0.1, 0.1)?

1.- Dada la ecuación de onda armónica transversal, en unidades S.I.

$$y(x, t) = 0,04 \cdot \text{sen}(2x - \pi t + 2, 0)$$

a) (1 p) La longitud, la frecuencia de la onda y la velocidad de propagación.

La ecuación general de una onda que se propaga en el sentido positivo del eje X es:

$$y(x, t) = A \cdot \text{sen}(k \cdot x - \omega \cdot t + \varphi_0) = A \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x - 2\pi f \cdot t + \varphi_0\right)$$

Por identificación:

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 2 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ m} = 3,14 \text{ m}; \quad 2\pi f = \pi \Rightarrow f = \frac{\pi}{2\pi} = 0,5 \text{ Hz};$$

$$v = \lambda \cdot f = \pi \cdot 0,5 = 1,57 \text{ m/s}$$

b) (0,5 p) El módulo de la velocidad máxima de oscilación de las partículas del medio por el cual se propaga la onda.

La velocidad de vibración de los puntos del medio es:

$$v = \frac{dy}{dt} = -0,04\pi \cdot \cos(2x - \pi t + 2, 0)$$

La máxima velocidad de vibración se consigue cuando:

$$\cos(2x - \pi t + 2, 0) = \pm 1 \Rightarrow |v_{\text{máx}}| = 0,04\pi = 0,13 \text{ m/s}$$

c) (0,5 p) Distancia entre dos puntos con una diferencia de fase de $\pi/2$ radianes.

$$\Delta\varphi = (2x_2 - \pi t + 2, 0) - (2x_1 - \pi t + 2, 0) = 2 \cdot (x_2 - x_1) = 2 \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{4} \text{ m} = 0,785 \text{ m}$$

También se puede resolver teniendo en cuenta que dos puntos de la onda separados una distancia igual a la longitud de onda tienen un desfase entre sí de 2π radianes. Por lo tanto:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda \cdot \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\pi \cdot \pi/2}{2\pi} = \frac{\pi}{4} \text{ m} = 0,785 \text{ m}$$

2.- Un rayo de luz monocromática se propaga desde un recipiente lleno de líquido de índice de refracción 1,30 hacia el aire.

a) (0,75 p) Si el ángulo de incidencia es $\theta = 30^\circ$, calcula el ángulo de refracción.

El ángulo de refracción lo obtenemos aplicando la ley de Snell de la refracción:

$$n_1 \cdot \text{sen } \theta = n_2 \cdot \text{sen } \theta_r \Rightarrow \text{sen } \theta_r = \frac{n_1 \cdot \text{sen } \theta}{n_2}$$

$$\text{sen } \theta_r = \frac{1,3 \cdot \text{sen } 30^\circ}{1} = 0,65 \Rightarrow \theta_r = \arcsen 0,65 = 40,54^\circ$$

b) (0,75 p) Calcula la velocidad de la luz en el líquido.

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,3} = 2,31 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

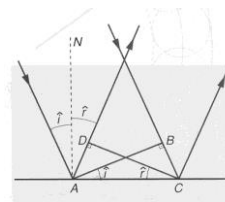
- c) (0,5 p) Enuncia las leyes de la reflexión y la refracción, indicando mediante un dibujo los ángulos involucrados.

Reflexión

La reflexión es el cambio que se produce en la dirección de propagación de una onda dentro de un mismo medio. Este fenómeno se presenta cuando una onda incide sobre la superficie que separa el medio por el que se propaga de otro medio de propiedades elásticas distintas.

Al estudiar experimentalmente estos fenómenos, Snell observó que se cumplían las siguientes relaciones:

- El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.
- Los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales: $\hat{i} = \hat{r}$

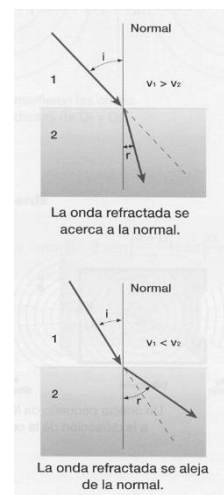


Refracción

Cuando una onda que se propaga por un medio pasa a otro medio en el que su velocidad de propagación es diferente, la onda transmitida cambia la dirección en que se propaga con respecto a la que tenía la onda incidente. A este fenómeno se le denomina refracción.

En la refracción se cumple la Ley de Snell de la refracción: La relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es, para dos medios dados, constante e igual a la razón entre las velocidades v_1 y v_2 con que se propaga la onda en ambos medios, verificándose que:

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = n_{1,2} \quad \text{o} \quad n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \cdot \sin \hat{r}$$



3.- El ^{98}Mo es un isótopo radiactivo que se desintegra por fisión en dos ^{49}Sc . Sabiendo que la masa de ^{98}Mo es de 97,90541 u.a.m. y la de cada ^{49}Sc es de 48,95002 u.a.m. Sabiendo que 1 u.a.m. se corresponde con $935 \text{ MeV}/c^2$:

- a) (0,75 p) Calcula el defecto de masa.

$$\Delta m = m_{^{98}\text{Mo}} - 2 \cdot m_{^{49}\text{Sc}} = 97,90541 - (2 \cdot 48,95002) = 5,37 \cdot 10^{-3} \text{ u. a. m.}$$

- b) (0,75 p) La energía de la desintegración.

Si aplicamos la ecuación de Einstein:

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 5,37 \cdot 10^{-3} \text{ u. a. m.} \cdot \frac{935 \text{ MeV}/c^2}{1 \text{ u. a. m.}} \cdot c^2 = 5,021 \text{ MeV}$$

Se desprenden 5,021 MeV por cada átomo de Mo^{98} desintegrado.

- c) (0,5 p) Explica en que consiste la desintegración β .

La desintegración beta, emisión beta o decaimiento beta es un proceso mediante el cual un nucleido o núclido inestable emite una partícula beta (un electrón o positrón) para compensar la relación de neutrones y protones del núcleo atómico.

Cuando esta relación es inestable, algunos neutrones se convierten en protones. Como resultado de esta mutación, cada neutrón emite una partícula beta y un antineutrino electrónico o un neutrino electrónico.

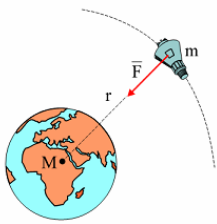


Según las reglas de Sody cuando un núcleo emite radiación beta se convierte en otro núcleo con el mismo número másico pero cuyo número atómico es una unidad mayor:



4.- Un satélite de 700 kg realiza una órbita circular alrededor de la Tierra de 7500 km de radio. Obtener:

a) (1 p) El periodo del satélite.



La fuerza gravitatoria de la Tierra actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v_0^2}{r} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{7,5 \cdot 10^6}} = 7302,9 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{v_0} = \frac{2\pi \cdot 7,5 \cdot 10^6}{7302,9} = 6452,8 \text{ s} \approx 1,8 \text{ h}$$

b) (1 p) La energía potencial y mecánica.

$$E_p = \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r} = \frac{-6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 700}{7,5 \cdot 10^6} = -3,73 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

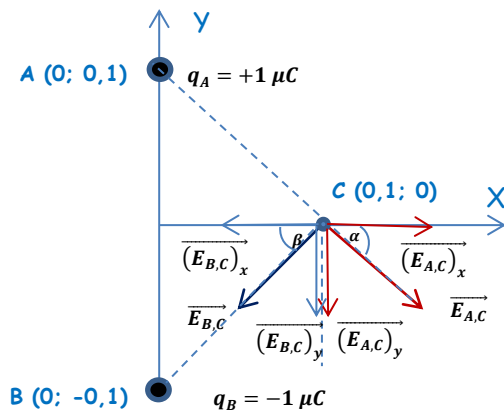
La energía mecánica del satélite, también conocida como energía de enlace, es la suma de las energías cinética y potencial que tiene el satélite en su órbita.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_0)^2 + \left[\frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r} \right] = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} \right)^2 + \left[\frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r} \right]$$

$$E_m = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r} = -\frac{1}{2} \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 700}{7,5 \cdot 10^6} = -1,87 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

5.- Dos cargas eléctricas puntuales de valor $1 \mu\text{C}$, y $-1 \mu\text{C}$, se encuentran situadas en los puntos (0; 0,1) y (0; -0,1) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

a) (1 p) Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en el punto (0,1; 0).



$$r_{A,C} = r_{B,C} = r = \sqrt{(0,1)^2 + (0,1)^2} = \sqrt{0,02} \text{ m}$$

$$\alpha = \beta = \arctg\left(\frac{0,1}{0,1}\right) = 45^\circ$$

En el punto C se da una situación de simetría, ya que al ser $q_A = q_B$ (en módulo) y $r_{A,C} = r_{B,C}$, el módulo del campo eléctrico creado por ambas cargas es igual. Por lo que al hacer la descomposición del vector, las componentes horizontales se anulan entre sí (vectores iguales de sentido contrario) y el campo total es la suma de las dos componentes verticales, que también son iguales.

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,C} = 2 \cdot (\vec{E}_{A,C})_y = -2 \cdot K \cdot \frac{q_A}{(r_{A,C})^2} \cdot \cos \alpha \vec{j} = -2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{0,02})^2} \cdot \sen 45^\circ \vec{j}$$

$$\vec{E}_C = -6,36 \cdot 10^5 \vec{j} \text{ N/C}$$

- b) (1 p) ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga de $2 \mu\text{C}$ cuando se desplaza desde el $(0,1; 0)$ hasta el punto $(0,1; 0,1)$?

Calculamos el potencial gravitatorio en ambos puntos:

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = K \cdot \left(\frac{q_A}{r_{A,C}} + \frac{q_B}{r_{B,C}} \right) = K \cdot \frac{q}{r} \cdot (1 + (-1)) = 0 \text{ V}$$

$$V_D = V_{A,D} + V_{B,D} = K \cdot \left(\frac{q_A}{r_{A,D}} + \frac{q_B}{r_{B,D}} \right) = K \cdot q \cdot \left(\frac{1}{r_{A,D}} - \frac{1}{r_{B,D}} \right) = 9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{\sqrt{0,05}} \right) = 4,975 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$(W_{C \rightarrow D})_{F \text{ eléctrica}} = q' \cdot (V_C - V_D) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (0 - 4,975 \cdot 10^4) = -9,95 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

Proceso no espontáneo, es necesaria una fuerza externa para trasladar la carga. El trabajo realizado por esta fuerza es almacenado íntegramente por la carga trasladada en forma de energía potencial electrostática.

El resultado es lógico ya que estamos alejando una carga positiva de una carga negativa (que la atrae) y la estamos acercando a la carga positiva (que la repele).