EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

LOMCE – JUNIO 2018

FÍSICA

INDICACIONES

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

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

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. La ecuación de una onda transversal es, en unidades del S.I.

$$y(x,t) = 8{\cdot}\cos\left(2\pi\left(\frac{t}{0{,}02} - \frac{x}{50}\right)\right)$$

a) [1 PUNTO] Amplitud, frecuencia, período y longitud de onda.
b) [0,5 PUNTOS] Diferencia de fase entre dos puntos separados 25 m.
c) [0,5 PUNTOS] Escribir la ecuación de onda de la misma amplitud y frecuencia pero que se propague en sentido contrario y con la mitad de velocidad.

2. Un haz de luz monocromática, de longitud de onda en el aire de $\lambda_0 = 6{,}0 \cdot 10^{-7}$m, incide desde el aire, sobre un vidrio plano de índice 1,5 con un ángulo de incidencia de 30º.
Por el otro lado del vidrio hay agua (índice 1,33). Determinar:
a) [0,75 PUNTOS] El ángulo de refracción en el vidrio (entrada desde el aire) y el ángulo de salida por el agua.
b) [0,75 PUNTOS] La longitud de onda de dicho haz en el agua.
c) [0,5 PUNTOS] Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz.

3. En una muestra radiactiva, transcurridos 30 días su actividad es una cuarta parte de la que tenía al principio.
a) [1PUNTO] Determina el valor de la constante de desintegración y calcula el periodo de semidesintegración.
b) [0,5 PUNTOS] Si la actividad de la muestra en ese momento vale $6{,}4{\cdot}10^{14}$ Bq, calcula cuántos átomos radiactivos había inicialmente.
c) [0,5 PUNTOS] Describe brevemente un proceso de desintegración en el que se emite una partícula β (beta).

4. Un satélite de 500 kg se sitúa a una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. Determinar:
a) [1 PUNTO] ¿Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del satélite desde la superficie de la tierra? ¿Cuál sería la energía mecánica en esa órbita?
b) [1 PUNTO] Una vez en órbita ¿cuál es la energía mínima que hay que suministrar al satélite para que escape de la acción del campo?

5. Dos cargas eléctricas puntuales de valor 3 mC y –3 mC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (0,4) y (0,–4) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.
a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en los puntos (0,6) y (6,0).
b) [1 PUNTO] ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto (0,6) hasta el punto (6,0)?

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

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- La ecuación de una onda transversal es, en unidades del S.I.

$$y\,(x,t) = 8\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{0,02} - \frac{x}{50}\right)\right]$$

a) **(1 p)** Amplitud, frecuencia, período y longitud de onda.

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido positivo del eje OX es:

$$y\,(x;t) = A\,.\ cos\ (\omega\,.\ t - k\,.\ x\ +\ \varphi_0) = A\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) +\ \varphi_0\right]$$

Por identificación de términos:

$$A = 8\ m; \qquad T\ =\ 0,02\ \ s\,; \qquad f\ = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} =\ 50\ Hz\,; \qquad \lambda\ = 50\ \ m$$

b) **(0,5 p)** Diferencia de fase entre dos puntos separados 25 m.

$$\Delta\varphi =\ (100\pi\,.\ t -\ 0,04\pi\,.\ x_2) -\ (100\pi\,.\ t -\ 0,04\pi\,.\ x_1) = 0,04\pi\,.\ \Delta x = 0,04\pi\,.\ 25 = \pi\ rad$$

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:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \quad \Rightarrow\ \Delta\varphi = \frac{2\pi\ .\ \Delta x}{\lambda} = \frac{2\pi\ .\ 25}{50} =\ \pi\ rad$$

c) **(0,5 p)** Escribir la ecuación de onda de la misma amplitud y frecuencia pero que se propague en sentido contrario y con la mitad de velocidad.

Si la frecuencia no varía, pero sí lo hace la velocidad de propagación, tiene que variar la longitud de onda.

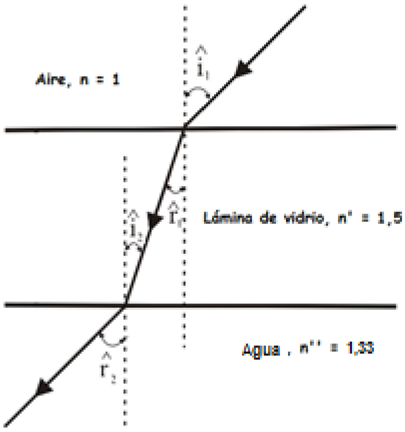
$$\lambda' = \frac{v'}{f} = \frac{v}{2\,.\ f} = \frac{\lambda\ .\ f}{2\ .\ f} = \frac{\lambda}{2} = \frac{50}{2} = 25\ \ m$$

Además, si cambia el sentido de propagación, cambia el signo de la fase. La nueva ecuación de onda será:

$$y\,(x,t) = 8\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{0,02} + \frac{x}{25}\right)\right] = 8\,.\ cos\ (100\pi\,.\ t + 0,08\pi\,.\ x)$$

2.- Un haz de luz monocromática, de longitud de onda en el aire $\lambda_0 = 6{,}0.10^{-7}$ m, incide desde el aire, sobre un vidrio plano de índice 1,5 con un ángulo de incidencia de 30°. Por el otro lado del vidrio hay agua (índice 1,33). Determinar:

a) **(0,75 p)** El ángulo de refracción en el vidrio (entrada desde el aire) y el ángulo de salida por el agua.



Se produce una doble refracción.

Aire – Lámina: si aplicamos la ley de Snell de la refracción

$$n\,.\,sen\,\widehat{\imath_1} = n'.\,sen\,\widehat{r_1} \Rightarrow 1\,.\,sen\,30° = 1{,}5\,.\,sen\,\widehat{r_1}$$

$$\widehat{r_1} = 19{,}47°$$

Lámina – Líquido: por tratarse de ángulos internos alternos

$$\widehat{r_1} = \widehat{\imath_2}$$

$$n'.\,sen\,\widehat{\imath_2} = n''.\,sen\,\widehat{r_2} \Rightarrow 1{,}5\,.\,sen\,19{,}47° = 1{,}33\,.\,sen\,\widehat{r_2}$$

$$\widehat{r_2} = 22{,}08°$$

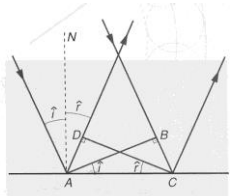
b) **(0,75 p)** La longitud de onda de dicho haz en el agua.

$$f_{aire} = f_{agua} \Rightarrow \frac{v_{aire}}{\lambda_{aire}} = \frac{v_{agua}}{\lambda_{agua}} \Rightarrow \frac{c/n_{aire}}{\lambda_{aire}} = \frac{c/n_{agua}}{\lambda_{agua}} \Rightarrow \lambda_{agua} = \lambda_{aire}\,.\,\frac{n_{aire}}{n_{agua}}$$

$$\lambda_{vidrio} = 6.10^{-7}\,.\,\frac{1}{1{,}33} = 4{,}51.10^{-7}\ m = 451\ nm$$

c) **(0,5 p)** Enuncie las leyes de reflexión y refracción de la luz.

Ley de Snell de la reflexión:



- **El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.**
- **Los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales.**

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 luz en ambos medios, verificándose que:

$$\frac{sen\,\vec{\imath}}{sen\,\vec{r}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad o \qquad n_1\,.\,sen\,\vec{\imath} = n_2\,.\,sen\,\vec{r}$$

3.- En una muestra radiactiva, transcurridos 30 días su actividad es una cuarta parte de la que se tenía al principio.

a) **(1 p)** Determina el valor de la constante de desintegración y calcula el período de semidesintegración.

$$A = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow \frac{A_0}{4} = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\lambda.\,t$$

$$\lambda = -\frac{ln\left(\frac{1}{4}\right)}{t} = -\frac{-1{,}386}{30} = 4{,}62.10^{-2}\ día^{-1} = 5{,}35.10^{-7}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{4{,}62.10^{-2}} = 15\ días = 1{,}296.10^{6}\ s$$

b) **(0,5 p)** Si la actividad de la muestra en ese momento vale 6,4.10[14] Bq, calcula cuántos átomos radiactivos había inicialmente.

$$A = \frac{A_0}{4} \quad \Rightarrow \quad A_0 = 4\,.\;A = 4\,.\;6,4.10^{14} = 2,56.10^{15}\;Bq$$

$$A_0 = \lambda\,.\,N_0 \quad \Rightarrow \quad N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{2,56.10^{15}}{5,35.10^{-7}} = 4,78.10^{21}\;\text{átomos}$$

c) **(0,5 p)** Describe brevemente el proceso de desintegración en el que se emite una partícula β (beta).

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.

$$n \rightarrow p^+ + e^- + \overline{\upsilon}_e$$

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:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\beta$$

4.- Un satélite de 500 kg se sitúa a una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. Determinar:

a) **(1 p)** ¿Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del satélite desde la superficie de la Tierra? ¿Cuál sería la energía mecánica en esa órbita?

$$\Delta E_p = \left(E_p\right)_h - \left(E_p\right)_{superficie} = -G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{r} - -G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{R_T} = G\,.\,M_T\,.\,m\,.\,\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r}\right)$$

$$\Delta E_p = 6,7.10^{-11}\,.\,5,97.10^{24}\,.\,500\,.\,\left(\frac{1}{6,37.10^6} - \frac{1}{7,57.10^6}\right) = 4,98.10^9\;J$$

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

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

$$E_m = -\frac{1}{2}\,.\,6,7.10^{-11}\,.\,\frac{5,97.10^{24}\,.\,500}{7,57.10^6} = -1,32.10^{10}\;J$$

b) **(1 p)** Una vez en órbita, ¿Cuál es la energía mínima que hay que suministrar al satélite para que escape de la acción del campo?

Cuando un objeto escapa de la atracción gravitatoria terrestre su energía mecánica es cero o positiva.

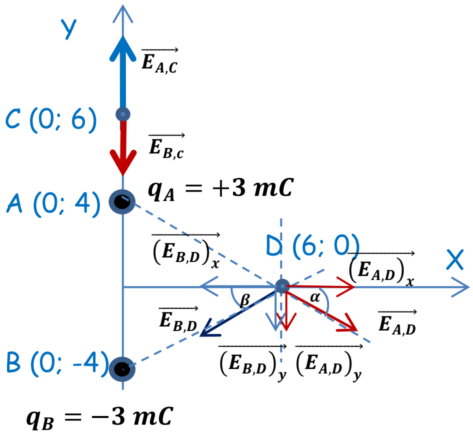
$$E_{enlace} + W = 0$$

De modo que la mínima energía necesaria para llevar el satélite desde su órbita hasta un punto donde dejaría de estar bajo la influencia gravitatoria de la Tierra, sería igual a la energía de enlace del satélite cambiada de signo.

$$W = -E_{enlace} = 1,32.10^{10}\;J$$

5.- Dos cargas eléctricas puntuales de valor 3 mC y -3 mC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (0; 4) y (0; -4), respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en (0; 6) y (6; 0).



$$r_{A,C} = 2\ m$$

$$r_{B,C} = 10\ m$$

$$r_{A,D} = r_{B,D} = r = \sqrt{4^2 + 6^2} = \sqrt{52}\ m$$

$$\alpha = \beta = arctg\left(\frac{4}{6}\right) = 33,7°$$

Punto C

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,D} = K.\frac{q_A}{(r_{A,C})^2}.\ (\vec{j}) + \ K.\frac{q_B}{(r_{B,C})^2}.(-\vec{j}) = K.\ q.\ \left(\frac{1}{(r_{A,C})^2} - \frac{1}{(r_{B,C})^2}\right)\ \vec{j}$$

$$\vec{E}_C = 9.10^9\ .\ 3.10^{-3}\ .\ \left(\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{(10)^2}\right)\ \vec{j} = 6,48.10^6\ \vec{j}\ \ N/C$$

Punto D

En el punto D se da una situación de simetría, ya que al ser q_A = q_B (en módulo) y $r_{A,D}$ = $r_{B,D}$, 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.

$$\vec{E}_D = \vec{E}_{A,D} + \vec{E}_{B,D} = 2\ .\ (\vec{E}_{A,D})_y = -2\ .\ K.\frac{q_A}{(r_{A,D})^2}\ .\ \cos\alpha\ \ \vec{j} = \ -2\ .\ 9.10^9.\frac{3.10^{-3}}{(\sqrt{52})^2}\ .\ \ sen\ 33,7°\ \ \vec{j}$$

$$\vec{E}_D = -5,76.10^5\ \ \vec{j}\ \ N/C$$

b) **(1 p)** ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto (0; 6) hasta el punto (6; 0)?

Calculamos el potencial gravitatorio en ambos puntos:

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = K.\left(\frac{q_A}{r_{A,C}} + \frac{q_B}{r_{B,C}}\right) = \ K.\ q.\ \left(\frac{1}{r_{A,C}} + \frac{1}{r_{B,C}}\right) = 9.10^9.\ \ 3.10^{-3}.\ \left(\frac{1}{2} + \frac{-1}{10}\right) \ = 1,08.10^7\ \ V$$

$$V_D = V_{A,D} + V_{B,D} = K.\left(\frac{q_A}{r_{A,D}} + \frac{q_B}{r_{B,D}}\right) = \ K.\ \frac{q}{r}.\ \big(1 + (-1)\big) = 0\ \ V$$

$$(W_{C\to D})_{F\ eléctrica} = q'.\ (V_C - V_D) = 1,6.10^{-19}.\ (1,08.10^7 - 0)\ \ = \ 1,728.10^{-12}\ \ J$$

Proceso espontáneo. El trabajo realizado por la fuerza eléctrica para trasladar la carga supone una disminución de la energía potencial electrostática de ésta. El resultado es lógico ya que estamos alejando una carga positiva (el protón) de otra carga positiva y la estamos acercando a la carga negativa.