CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

Prueba de Evaluación del Bachillerato para el Acceso a la Universidad
Convocatoria Extraordinaria 2022

Código: 23

FÍSICA

El examen consta de 8 preguntas de 2 puntos, de las que podrá responder un **MÁXIMO DE 5**, combinadas como quiera. Si responde más preguntas de las permitidas, **solo serán corregidas las 5 primeras respondidas.**

PREGUNTA 1. Responda indicando y justificando la opción correcta:
1.1. ¿Dónde se encontrará el punto en el que se anulan las intensidades de campo gravitatorio de la Luna y de la Tierra?: A) En el punto medio entre la Tierra y la Luna. B) Más cerca de la Tierra. C) Más cerca de la Luna.
1.2. Un vehículo espacial se aleja de la Tierra con una velocidad de 0,5 *c*. Desde la Tierra se envía una señal luminosa y la tripulación mide la velocidad de la señal, obteniendo el valor: A) 0,5 *c*. B) *c*. C) 1,5 *c*.

PREGUNTA 2. Responda indicando y justificando la opción correcta:
2.1. Explique qué se puede decir de cuatro cargas iguales situadas en los vértices de un cuadrado que son abandonadas libremente en esa posición: A) Están en equilibrio estable. B) Se mueven hacia el centro del cuadrado. C) Se separan cada vez más rápido.
2.2. Un rayo de luz incide desde un medio transparente sobre una lente semicircular por su eje. Si al entrar en la lente el rayo se aleja de la normal: A) Es imposible. B) La lente está mal construida. C) El medio que rodea la lente tiene mayor índice de refracción que esta.

PREGUNTA 3. Responda indicando y justificando la opción correcta:
3.1. Una espira metálica es recorrida por una corriente eléctrica que disminuye en el tiempo. En la espira: A) Se induce una corriente eléctrica que tiene el sentido contrario al de la corriente inicial, oponiéndose a esta. B) No se induce corriente eléctrica alguna. C) Se induce una corriente que tiene el mismo sentido que la corriente eléctrica inicial, reforzando su valor.
3.2. La masa de un núcleo atómico es: A) Mayor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen. B) Menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen. C) Igual que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

PREGUNTA 4. Desarrolle esta práctica:
Con los datos de las distancias objeto, s, e imagen, s', de una lente convergente representados en la tabla adjunta:
a) Represente gráficamente $1/s'$ frente a $1/s$. b) Determine el valor de la potencia de la lente.

exp.	1	2	3	4
s (cm)	11,5	12,7	15,4	17,2
s' (cm)	56,0	35,5	23,6	20,1

PREGUNTA 5. Resuelva este problema:
Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de 7,00 km·s^{-1}. a) Calcule la altura a la que orbita. b) Si en ese momento se le suministra una energía igual a la energía cinética que ya tiene, calcule a qué distancia de la Tierra podría llegar. Datos: g = 9,81 m·s^{-2}; R(T) = 6,37·10^{6} m.

PREGUNTA 6. Resuelva este problema:
Un protón con una energía cinética de 4,0·10^{-15} J penetra perpendicularmente en un campo magnético uniforme de 40 mT. Calcule: a) El módulo de la fuerza a la que está sometido el protón dentro del campo. b) El tipo de movimiento realizado por el protón, la trayectoria que describe y el radio de esta.
Datos: q_p = 1,6·10^{-19} C; m_p = 1,67·10^{-27} kg.

PREGUNTA 7. Resuelva este problema:
Al iluminar un metal con luz de frecuencia 2,5·10^{15} Hz se observa que emite electrones que pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 7,2 V. Si la luz que se emplea con el mismo fin es de longitud de onda en el vacío 1,78·10^{-7} m, dicho potencial pasa a ser de 3,8 V. Determine: a) El valor de la constante de Planck. b) El trabajo de extracción del metal. Datos: $|q_e|$ = 1,6·10^{-19} C; c = 3·10^{8} m·s^{-1}.

PREGUNTA 8. Resuelva este problema:
Un altavoz emite ondas sonoras esféricas con una potencia de 200 W. Determine: a) La energía emitida en media hora. b) El nivel de intensidad sonora, en dB, a 4 m del altavoz. Dato: I_0= 10^{-12} W·m^{2}.

Soluciones

1.1. ¿Dónde se encontrará el punto en el que se anulan las intensidades de campo gravitatorio de la Luna y de la Tierra?:
A) En el punto medio entre la Tierra y la Luna.
B) Más cerca de la Tierra.
C) Más cerca de la Luna.

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución: C

La fuerza gravitatoria, $\overline{\boldsymbol{F}}_G$, que ejerce un astro de masa M sobre un objeto de masa m que se encuentra a una distancia, r, se rige por la ley de Newton de la gravitación universal:

$$\vec{\boldsymbol{F}}_G=-G\frac{M\cdot m}{r^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r$$

En esta expresión, G es la constante de la gravitación universal, y $\overline{\boldsymbol{u}}_r$, el vector unitario en la dirección de la línea que une el astro con el satélite.
La intensidad, $\overline{\boldsymbol{g}}$, del campo gravitatorio debido a una masa, M, en un punto que se encuentra a una distancia r de ella, es directamente proporcional a la masa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

$$\vec{\boldsymbol{g}}=\frac{\vec{\boldsymbol{F}}_G}{m}=-G\frac{M}{r^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r$$

Por el principio de superposición, el campo gravitatorio en un punto, debido a dos masas, es la suma vectorial de los campos producidos por las masas. En un punto 0, situado entre la Tierra y la Luna, vendrá dado por la expresión:

$$\vec{\boldsymbol{g}}_0=\vec{\boldsymbol{g}}_{0T}+\vec{\boldsymbol{g}}_{0L}=-G\frac{M_T}{r_T^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r+\left(-G\frac{M_L}{r_L^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r\right)$$

El punto en que se anulan estará situado en la línea que une ambos astros a unas distancias de ellos que anulen el campo:

$$G\frac{M_T}{r_T^2}=G\frac{M_L}{r_L^2}$$

Como la masa de la Tierra es mucho mayor que la de la Luna, la distancia del punto a la Tierra debe ser mayor que a la Luna.

$$r_T^2=\frac{M_T}{M_L}r_L^2 \Rightarrow r_T=\sqrt{\frac{M_T}{M_L}}r_L > r_L$$

El punto se encontrará más cerca de la Luna.

1.2. Un vehículo espacial se aleja de la Tierra con una velocidad de 0,5 *c*. Desde la Tierra se envía una señal luminosa y la tripulación mide la velocidad de la señal, obteniendo el valor:
A) 0,5 *c*.
B) *c*.
C) 1,5 *c*.

(A.B.A.U. extr. 22)

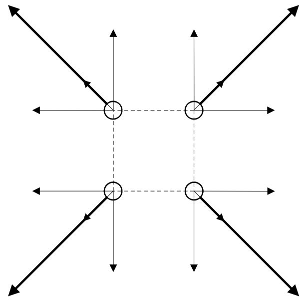
Solución: B

El segundo postulado de la teoría especial de la relatividad de Einstein establece que la velocidad de la luz en el vacío es constante e independiente del sistema de referencia inercial desde lo que se mida. Tampoco depende de la velocidad relativa entre el observador y la fuente de luz.

2.1. Explique qué se puede decir de cuatro cargas iguales situadas en los vértices de un cuadrado que son abandonadas libremente en esa posición:
A) Están en equilibrio estable.
B) Se mueven hacia el centro del cuadrado.
C) Se separan cada vez más rápido.

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución: C



Las cargas del mismo signo se repelen, por lo tanto, se alejan unas de las otras.
La resultante de las fuerzas que actúan sobre cada una de ellas está dirigida en la diagonal del cuadrado.
A medida que se separan, la fuerza sobre cada una de ellas disminuye, pero sigue existiendo, por lo que les produce una aceleración que hace que su velocidad vaya aumentando.

2.2. Un rayo de luz incide desde un medio transparente sobre una lente semicircular por su eje. Si al entrar en la lente el rayo se aleja de la normal:
A) Es imposible.
B) La lente está mal construida.
C) El medio que rodea la lente tiene mayor índice de refracción que esta.

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución: A

El rayo de luz que incide en una lente por su eje la atraviesa sin desviarse.

3.1. Una espira metálica es recorrida por una corriente eléctrica que disminuye en el tiempo. En la espira:
A) Se induce una corriente eléctrica que tiene el sentido contrario al de la corriente inicial, oponiéndose a esta.
B) No se induce corriente eléctrica alguna.
C) Se induce una corriente que tiene el mismo sentido que la corriente eléctrica inicial, reforzando su valor.

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución: C

La ley de Faraday-Lenz dice que se inducirá una corriente que se oponga a la variación de flujo a través de la espira. La f.e.m. de esa corriente será igual a la variación de flujo magnético respecto al tiempo.

$$\varepsilon = \frac{-\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

Al disminuir la corriente eléctrica que atraviesa la espira, disminuye el flujo magnético. Se inducirá en ella una corriente que se oponga a la disminución de flujo, una corriente que tiene el mismo sentido que la corriente eléctrica inicial.

3.2. La masa de un núcleo atómico es:
A) Mayor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
B) Menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
C) Igual que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución: B

El defecto de masa es la diferencia entre la masa total de un núcleo atómico y la suma de las masas de sus partículas constituyentes (protones y neutrones). Esta diferencia de masa es debida a la energía de enlace que mantiene unidas las partículas en el núcleo, según la ecuación de Einstein:

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

E es la energía, *m* es la masa y V es la velocidad de la luz.
Esta energía de enlace, que se desprendió cuando se formó el núcleo, hace que la masa total del núcleo sea menor que la suma de las masas de las partículas que lo forman.

4. Con los datos de las distancias objeto, *s*, e imagen, *s*′, de una lente convergente representados en la tabla adjunta:
   a) Represente gráficamente 1/*s*′ frente a 1/*s*.
   b) Determine el valor de la potencia de la lente.

exp.	1	2	3	4
s (cm)	11,5	12,7	15,4	17,2
s′ (cm)	56,0	35,5	23,6	20,1

(A.B.A.U. extr. 22)

Solución:

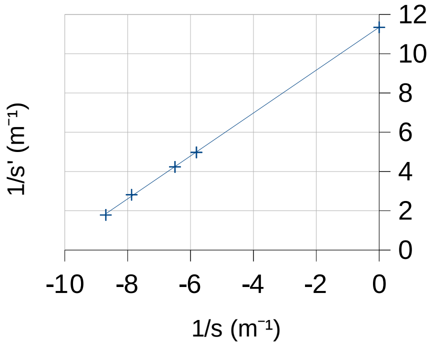
a) Se sustituyen los valores de *s* y *s*′ en la ecuación de las lentes

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f}$$

Se calcula el inverso de la distancia focal (potencia) y el valor de la distancia focal para cada par de datos.

N.º. exp.	*s* (cm)	*s*′ (cm)		*s* (m)	*s*′ (m)		1/*s* (m⁻¹)	1/*s*′ (m⁻¹)		1/*f* (m⁻¹)	*f* (m)
1	−11,5	56,0		−0,115	0,560		−8,70	1,79		10,5	0,0954
2	−12,7	35,5		−0,127	0,355		−7,87	2,82		10,7	0,0935
3	−15,4	23,6		−0,154	0,236		−6,49	4,24		10,7	0,0932
4	−17,2	20,1		−0,172	0,201		−5,81	4,98		10,8	0,0927

Si se tuviese una hoja de cálculo se podría representar una gráfica como la siguiente:



Comparando con la ecuación de una recta, la ecuación de las lentes quedaría:

$$\frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f}$$

En ella 1/*f* sería la ordenada en el origen:

$$P = 1 / f = 11{,}3 \text{ m}^{-1} = 11{,}3 \text{ dioptrías.}$$

Pero es más fácil calcular la potencia como valor medio:

$$P=\frac{10{,}5+10{,}7+10{,}7+10{,}8}{4}=10{,}7 \text{ m}^{-1} = 10{,}7 \text{ dioptrías.}$$

5. Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de 7,00 km·s⁻¹.
   a) Calcule la altura a la que orbita.
   b) Si en ese momento se le suministra una energía igual a la energía cinética que ya tiene, calcule a qué distancia de la Tierra podría llegar.
   Datos: g = 9,81 m·s⁻²; R(T) = 6,37·10⁶ m. *(A.B.A.U. extr. 22)*
   Rta.: a) h = 1750 km; b) $r = \infty$.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Velocidad del satélite en su órbita alrededor de la Tierra.	v = 7,00 km/s = $7{,}00\cdot10^3$ m/s
Radio de la Tierra	R = 6370 km = $6{,}37\cdot10^6$ m
Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra	g_0 = 9,80 m/s²
Incógnitas	
Altura de la órbita	h
A qué distancia podría llegar con una energía igual a la energía cinética	r_b
Otros símbolos	
Masa del satélite	m
Radio de la órbita	r

Ecuaciones

Ley de Newton de la gravitación universal (fuerza que ejerce un planeta esférico sobre un cuerpo puntual)	$\vec{F}_G = -G \dfrac{M \cdot m}{r^2} \vec{u}_r$
2.ª ley de Newton de la Dinámica	$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$
Velocidad lineal en un movimiento circular uniforme de radio r y período T	$v = \dfrac{2\pi \cdot r}{T}$
Aceleración normal de un objeto que se mueve con una velocidad lineal, v, en una trayectoria circular de radio r	$a_N = \dfrac{v^2}{r}$
Energía cinética de una masa, m, que se mueve con una velocidad, v	$E_c = ½\ m \cdot v^2$
Energía potencial gravitatoria (referida al infinito)	$E_p = -G \dfrac{M \cdot m}{r}$
Energía mecánica	$E = E_c + E_p$

Solución:

La fuerza gravitatoria, $\vec{F}_G$, que ejerce un astro de masa M sobre un satélite de masa m que gira a su alrededor en una órbita de radio r, es una fuerza central, está dirigida hacia el astro, y se rige por la ley de Newton de la gravitación universal:

$$\vec{F}_G = -G \frac{M \cdot m}{r^2} \vec{u}_r$$

En esta expresión, G es la constante de la gravitación universal, y $\vec{u}_r$, el vector unitario en la dirección de la línea que une el astro con el satélite. En módulos:

$$F_G = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

En muchos casos la trayectoria del satélite es prácticamente circular alrededor del centro del astro. Como la fuerza gravitatoria es una fuerza central, la aceleración solo tiene componente normal, a_N. Al no tener aceleración tangencial, el módulo, v, de la velocidad lineal es constante y el movimiento es circular uniforme. La aceleración normal, en un movimiento circular uniforme de radio r, se obtiene de la expresión:

$$a_N = \frac{v^2}{r}$$

Como la fuerza gravitatoria que ejerce el astro sobre el satélite es mucho mayor que cualquier otra, se puede considerar que es la única fuerza que actúa.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_G$$

La 2.ª ley de Newton dice que la fuerza resultante sobre un objeto produce una aceleración directamente proporcional a la fuerza, siendo su masa, m, la constante de proporcionalidad.

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Expresada para los módulos, queda:

$$\left| \sum \vec{F} \right| = m \cdot |\vec{a}|$$

$$F_G = m \cdot a_N$$

Sustituyendo la expresión del módulo, F_G, de la fuerza gravitatoria, queda:

$$G \frac{M \cdot \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \frac{v^2}{\cancel{r}}$$

Despejando la velocidad orbital del satélite, queda:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Cuando no se tienen los datos de la constante de la gravitación universal, G, o de la masa, M, del astro, pero sí del valor de la aceleración de la gravedad en su superficie, se puede encontrar una relación entre ellas usando que, en la superficie del astro, el peso de un cuerpo, $m \cdot g_0$, es igual a la fuerza gravitatoria:

$$\cancel{m}\, g_0 = G \frac{M \cdot \cancel{m}}{R^2}$$

R representa el radio del astro y g_0 el valor de la aceleración de la gravedad en su superficie.
La relación es:

$$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$$

a) Se despeja el radio de la órbita, en la expresión de la velocidad orbital, y se sustituye $G \cdot M$ por $g_0 \cdot R^2$:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \Rightarrow r = \frac{G \cdot M}{v^2} = \frac{g_0 \cdot R^2}{v^2} = \frac{9{,}81\ [\mathrm{m \cdot s^{-2}}] \cdot (6{,}37 \cdot 10^6\ [\mathrm{m}])^2}{(7{,}00 \cdot 10^3\ [\mathrm{m/s}])^2} = 8{,}12 \cdot 10^6\ \mathrm{m}$$

Se calcula la altura restando el radio de la Tierra al radio de la órbita:

$$h = r - R = 8{,}12 \cdot 10^6\ [\mathrm{m}] - 6{,}37 \cdot 10^6\ [\mathrm{m}] = 1{,}75 \cdot 10^6\ \mathrm{m} = 1750\ \mathrm{km}$$

Análisis: Aunque no se puede prever un valor, la altura obtenida es positiva.

b) La energía mecánica de un satélite en órbita es igual a su energía cinética cambiada de signo.

$$E = -E_c$$

La energía cinética de un objeto de masa m, que se mueve con velocidad v, es directamente proporcional al cuadrado de su velocidad.

$$E_c = ½\ m \cdot v^2$$

La energía potencial gravitatoria de un satélite de masa m, que gira alrededor de un astro de masa M, en una órbita de radio r, es inversamente proporcional al radio de la órbita.

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r}$$

Donde G es la constante de la gravitación universal.
La energía mecánica de un cuerpo de masa m, que se encuentra en órbita de radio r alrededor de un astro de masa M, es la suma de sus energías cinética y potencial.

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \left(-G \frac{M \cdot m}{r} \right)$$

La velocidad de un satélite que gira a una distancia r alrededor de un astro de masa M es:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Sustituyendo v^2, la expresión de la energía cinética queda:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r}$$

La expresión de la energía mecánica queda:

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m \cdot v^2 - G \frac{M \cdot m}{r} = \frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r} - G \frac{M \cdot m}{r} = -\frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r}$$

Al comunicarle una energía de igual valor al de su energía cinética, la energía que tendrá será cero. Con ella podrá alejarse de la Tierra a una distancia «infinita», puesto que en el infinito, la energía potencial es nula:

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r} = 0 \Rightarrow r = -G \frac{M \cdot m}{E_p} = -G \frac{M \cdot m}{0} = \infty$$

6. Un protón con una energía cinética de $4{,}0 \cdot 10^{-15}$ J penetra perpendicularmente en un campo magnético uniforme de 40 mT. Calcule:
 a) El módulo de la fuerza a la que está sometido el protón dentro del campo.
 b) El tipo de movimiento realizado por el protón, la trayectoria que describe y el radio de esta.
 Datos: $q_p = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg. *(A.B.A.U. extr. 22)*
 Rta.: a) $F_B = 1{,}4 \cdot 10^{-14}$ N; b) $R = 0{,}57$ m.

Datos	**Cifras significativas: 2**
Energía cinética del protón	$E_c = 4{,}0·10^{-15}$ J
Valor de la intensidad del campo magnético	$B = 40$ mT $= 0{,}040$ T
Ángulo entre la velocidad del protón y el campo	$\varphi = 90°$
Carga del protón	$q = 1{,}6·10^{-19}$ C
Masa del protón	$m = 1{,}67·10^{-27}$ kg
Incógnitas	
Módulo de la fuerza a la que está sometido el protón dentro del campo	F_B
Radio de la trayectoria	R
Ecuaciones	
Ley de Lorentz: fuerza magnética sobre una carga, q, que se desplaza en el interior de un campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, con una velocidad, $\overline{\boldsymbol{v}}$	$\overline{\boldsymbol{F}}_B = q\,(\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$
Aceleración normal (en un movimiento circular de radio R)	$a_N=\dfrac{v^2}{R}$
2.ª ley de Newton de la Dinámica	$\Sigma\overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Velocidad en un movimiento circular uniforme de radio R	$v=\dfrac{2\pi \cdot R}{T}$

Solución:

a) La velocidad del protón se calcula a partir de la energía cinética:

$$E_c = ½\ m \cdot v^2 \Rightarrow 4{,}0·10^{-15}\ [\text{J}] = (1{,}67·10^{-27}\ [\text{kg}]\ /\ 2) \cdot v^2$$

$$v=\sqrt{\frac{2\cdot 4{,}0\cdot 10^{-15}[\text{J}]}{1{,}67\cdot 10^{-27}[\text{kg}]}}=2{,}2\cdot 10^6\ \text{m/s}$$

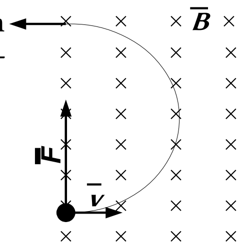
La fuerza magnética se calcula por la ley de Lorentz:

$$\overline{\boldsymbol{F}}_B = q\,(\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$$

En módulos:

$$F_B = |\,\overline{\boldsymbol{F}}_B\,| = q \cdot |\,\overline{\boldsymbol{v}}\,| \cdot |\,\overline{\boldsymbol{B}}\,| \cdot \text{sen } 90° = 1{,}6·10^{-19}\ [\text{C}] \cdot 2{,}2·10^6\ [\text{m/s}] \cdot 0{,}040\ [\text{T}] = 1{,}4·10^{-14}\ \text{N}$$

b) Como solo actúa la fuerza magnética, que es perpendicular a la velocidad, el protón describe una trayectoria circular con velocidad de valor constante, por lo que la aceleración solo tiene componente normal a_N.



$$F_B=m\cdot a=m\cdot a_N=m\frac{v^2}{R}$$

Usando la expresión de la ley de Lorentz (en módulos) para la fuerza magnética:

$$|q|\cdot B\cdot v\cdot \text{sen}\,\varphi=m\frac{v^2}{R}$$

Despejando el radio, *R:*

$$R=\frac{m\cdot v}{|q|\cdot B\cdot \text{sen}\,\varphi}=\frac{1{,}67\cdot 10^{-27}\,[\text{kg}]\cdot 2{,}2\cdot 10^6\,[\text{m/s}]}{1{,}6\cdot 10^{-19}\,[\text{C}]\cdot 0{,}040[\text{T}]\cdot \text{sen}\,90°}=0{,}57\ \text{m}$$

Análisis: Si el protón entra en un campo magnético, al describir media circunferencia saldrá de él, por lo que en realidad solo daría media vuelta y saldría a una distancia de 2 R = 1,0 m *del punto de entrada, en la misma dirección con la que entró, pero en sentido opuesto.*

7. Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2{,}5·10^{15}$ Hz se observa que emite electrones que pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 7,2 V. Si la luz que se emplea con el con el mismo fin es de longitud de onda en el vacío $1{,}78·10^{-7}$ m, dicho potencial pasa a ser de 3,8 V. Determine:
   a) El valor de la constante de Planck.
   b) El trabajo de extracción del metal.
   Datos: $|q_e| = 1{,}6·10^{-19}$ C; $c = 3·10^8$ m·s⁻¹. *(A.B.A.U. extr. 22)*
   Rta.: a) $h = 6{,}7·10^{-34}$ J·s ; b) $W_e = 5·10^{-19}$ J.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Frecuencia de la 1.ª radiación	$f_1 = 2{,}50 \cdot 10^{15}$ Hz
Potencial de frenado de la 1.ª radiación	$V_1 = 7{,}20$ V
Longitud de onda de la 2.ª radiación	$\lambda_2 = 1{,}78 \cdot 10^{-7}$ m
Potencial de frenado de la 2.ª radiación	$V_2 = 3{,}80$ V
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s
Carga del electrón	$q_e = -1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C
Incógnitas	
Constante de Planck	h
Trabajo de extracción	W_e
Ecuaciones	
Ecuación de Planck (energía del fotón)	$E_f = h \cdot f$
Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico	$E_f = W_e + E_c$
Relación entre la frecuencia de una onda luminosa y su longitud de onda	$c = f \cdot \lambda$
Energía cinética	$E_c = ½\ m \cdot v^2$
Relación entre la energía cinética de los electrones y el potencial de frenado	$E_c = \lvert e \rvert \cdot V$

Solución:

Cuando la luz interacciona con el metal de la célula fotoeléctrica lo hace como si fuese un chorro de partículas llamadas fotones (paquetes de energía).
Cada fotón choca con un electrón y le transmite toda su energía.
Para que se produzca efecto fotoeléctrico, los electrones emitidos deben tener energía suficiente para llegar al anticátodo, lo que ocurre cuando la energía del fotón es mayor que el trabajo de extracción, que es una característica del metal.
La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico puede escribirse:

$$E_f = W_e + E_c$$

En la ecuación, E_f representa la energía del fotón incidente, W_e el trabajo de extracción del metal y E_c la energía cinética máxima de los electrones (fotoelectrones) emitidos.
La energía que lleva un fotón de frecuencia f es:

$$E_f = h \cdot f$$

h es la constante de Planck y tiene un valor muy pequeño: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s.
El potencial de frenado es la diferencia de potencial que detiene el paso de electrones, siendo una medida de su energía cinética máxima:

$$E_c = q \cdot V$$

La ecuación de Einstein quedaría:

$$h \cdot f = W_e + q \cdot V$$

El trabajo de extracción y la constante de Planck pueden calcularse resolviendo un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$\begin{aligned} h \cdot f_1 &= W_e + q \cdot V_1 \\ h \cdot f_2 &= W_e + q \cdot V_2 \end{aligned}$$

Expresando la frecuencia f en función de la longitud de onda λ: $f = c / \lambda$ y sustituyendo los datos, quedaría:

$$\begin{cases} h \cdot 2{,}50 \cdot 10^{15} = W_e + 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 7{,}20 \\ \dfrac{h \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}}{1{,}78 \cdot 10^{-7}} = W_e + 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 3{,}80 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2{,}50 \cdot 10^{15} \cdot h = W_e + 1{,}15 \cdot 10^{-18} \\ 1{,}69 \cdot 10^{15} \cdot h = W_e + 6{,}08 \cdot 10^{-19} \end{cases}$$

Restándolas, se obtendría una expresión en función de h:

$$0{,}81 \cdot 10^{15} \cdot h = 5{,}4 \cdot 10^{-19}$$

Se calcula h, despejándola de la relación anterior:

$$h = \frac{5{,}4 \cdot 10^{-19}}{0{,}81 \cdot 10^{15}} = 6{,}7 \cdot 10^{-34} \text{ J·s}$$

Se calcula el trabajo de extracción sustituyendo el valor de h en la primera de las dos ecuaciones:

$$2{,}50 \cdot 10^{15} \cdot 6{,}7 \cdot 10^{-34} = W_e + 1{,}15 \cdot 10^{-18}$$

$$W_e = 2{,}50 \cdot 10^{15} \cdot 6{,}7 \cdot 10^{-34} - 1{,}15 \cdot 10^{-18} = 5 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3 \text{ eV}$$

Análisis: El valor obtenido de la constante de Planck es bastante parecido a $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s. *El valor del trabajo de extracción es razonable.*

8. Un altavoz emite ondas sonoras esféricas con una potencia de 200 W. Determine:
   a) La energía emitida en media hora.
   b) El nivel de intensidad sonora, en dB, a 4 m del altavoz.
   Dato: $I_0 = 10^{-12}$ *W·m²*. *(A.B.A.U. extr. 22)*
   Rta.: a) $E = 3{,}6 \cdot 10^5$ J; b) $S = 120$ dB.

Datos	***Cifras significativas: 2***
Potencia de las ondas	$P = 200$ W
Nivel umbral de intensidad sonora	$I_0 = 10^{-12}$ W·m²
Incógnitas	
Energía emitida en media hora	E
Nivel de intensidad sonora, en dB, a 4 m del altavoz	S
Ecuaciones	
Potencia	$P = Y / t$
Intensidad de una onda	$I = P / (4 \pi r^2)$
Nivel de intensidad sonora en dB	$S = 10 \log(I / I_0)$

Solución:

a) Como la potencia es la energía emitida en la unidad de tiempo, la energía emitida en media hora será:

$$E = P \cdot t = 200 \text{ [W]} \cdot 1800 \text{ [s]} = 3{,}6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) A 4 m del altavoz, la intensidad sonora es:

$$I = \frac{P}{4 \pi r^2} = \frac{200 \text{ [W]}}{4 \cdot 3{,}14 \cdot (4{,}0 \text{ [m]})^2} = 0{,}99 \text{ W/m}^2$$

El nivel de intensidad sonora, en decibelios es:

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{0{,}99}{10^{-12}} = 120 \text{ dB}$$

Cuestiones y problemas de las Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.
Respuestas y composición de Alfonso J. Barbadillo Marán.
Algunos cálculos se hicieron con una hoja de cálculo de LibreOffice del mismo autor.
Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou.
La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de *traducindote*, de Óscar Hermida López.
Se procuró seguir las recomendaciones del Centro Español de Metrología (CEM).
Se consultó al Copilot de Microsoft Edge y se tuvieron en cuenta algunas de sus respuestas en las cuestiones.

Actualizado: 22/03/24