Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

Física

EAU 2024

www.ehu.eus

FISIKA

FÍSICA

Normas para realizar el examen en el curso 2024

- Esta prueba escrita se compone de 8 ejercicios.
- Los ejercicios están distribuidos en dos bloques:

  Bloque A: consta de cuatro problemas, debes responder 2 de ellos.

  Bloque B: consta de cuatro cuestiones, debes responder 2 de ellas.

  En caso de responder a más preguntas de las estipuladas, las respuestas se corregirán en orden hasta llegar al número necesario.
- Cada problema tiene un valor de 3 puntos. Todos los apartados tienen igual valor. El resultado, correcto o incorrecto, de cada apartado no influirá en la valoración de los restantes.
- Cada cuestión se valora en un máximo de 2 puntos.
- Puede utilizarse una calculadora científica.

No olvides incluir el código en cada una de las hojas del examen

FISIKA ***FÍSICA***

BLOQUE A: PROBLEMAS

(Hay cuatro problemas, **tienes que resolver dos**)

A.1.- Recientemente, se ha descubierto un planeta muy similar a la Tierra que orbita alrededor de una estrella enana roja, cuya masa es un 12 % de la masa del Sol, y cuyo radio es el 14 % del radio solar. Se ha podido obtener el periodo del planeta alrededor de la mencionada estrella: 11,2 días.
Determina:

d) La aceleración de la gravedad sobre la superficie de la estrella

e) El radio de la órbita del planeta suponiendo ésta circular

f) La energía de más, sobre la que ya tiene, que hay que suministrar al planeta para que escape de la influencia gravitatoria de la estrella.

Datos:

- Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}
- Masa del Sol, $M_S = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg
- Radio del Sol, $R_S = 7 \cdot 10^{8}$ m

A.2.- Un protón se desplaza con una velocidad $\vec{v} = 5\ \vec{\imath}$ ms^{-1} en el seno de un campo eléctrico definido por la expresión $\vec{E} = -100\ \vec{\jmath}$ Vm^{-1}. Determina:

a) El campo magnético necesario, contenido en el plano YZ, para mantener al protón siguiendo un movimiento rectilíneo y uniforme.

b) El radio de giro que tendría dicho protón en una región donde solamente existiera el campo magnético del apartado anterior.

c) Calcula el módulo de la aceleración del protón, y dibuja los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética en un punto de la trayectoria.

Datos:

- Valor absoluto de la carga del protón = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$C
- Masa del protón, $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg

A.3.- La energía mecánica de una partícula que realiza un movimiento armónico simple a lo largo del eje OX, y en torno al origen, vale $3 \cdot 10^{-5}$ J; además, la fuerza máxima que actúa sobre ella es $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ N.

a) Obtén la amplitud del movimiento.

b) Si el periodo de oscilación es de 2 s, y en el instante inicial la partícula se encuentra en la posición $x_0 = 2$ cm, escribe la ecuación de movimiento.

c) Obtén el valor de la constante de recuperación del muelle.

A.4.- Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de 500 nm. Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de 612 nm:

a) Indica si se extraen o no electrones.

b) Determina, en su caso, su velocidad máxima.

c) Si la energía de extracción del metal fuera el doble, ¿qué valor mínimo tendría que tener la frecuencia de la radiación incidente para que tuviera lugar emisión de fotoelectrones?

Datos:

- $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J · s
- Carga del electrón, $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C
- Masa del electrón, $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
- Velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s
- 1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J ; 1 nm = 10^{-9} m

BLOQUE B: CUESTIONES

(Hay cuatro cuestiones y tienes que **contestar a dos**)

B.1.- Movimiento armónico simple. Ejemplos. Ecuación. Definición de las magnitudes. Ecuaciones de la velocidad y de la aceleración.

B.2.- Leyes de Kepler. Enunciados. Deducción de la 3ª Ley para órbitas circulares, a partir de la Ley de Gravitación.

B.3.- Líneas de fuerza y superficies equipotenciales en el campo gravitatorio creado por una masa puntual (o esférica).

B.4.- Generador de corrientes alternas sinusoidales (alternador).

Julio

1. Recientemente, se ha descubierto un planeta muy similar a la Tierra que orbita alrededor de una estrella enana roja, cuya masa es un 12 % de la masa del Sol, y cuyo radio es el 14 % del radio solar. Se ha podido obtener el periodo del planeta alrededor de la mencionada estrella: 11, 2 días. Determina:

   a) La aceleración de la gravedad sobre la superficie de la estrella.

   b) El radio de la órbita del planeta suponiendo ésta circular.

   c) La energía de más, sobre la que ya tiene, que hay que suministrar al planeta para que escape de la influencia gravitatoria de la estrella.

   Datos:

   - Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2};
   - Masa del Sol, $M_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg;
   - Radio del Sol, $R_S = 7 \cdot 10^8$ m

Solución:

a) Igualamos la fuerza gravitatoria al peso del cuerpo

$$\overrightarrow{F_G} = \vec{P} \Rightarrow G\frac{Mm}{R^2} = mg \Rightarrow g = G\frac{M}{R^2}$$

Donde M y R son la masa y el radio de la estrella
Con la relación que nos dan como dato entre masas y radios

$$\begin{cases} M = 0{,}12 M_S \\ R = 0{,}14 R_S \end{cases} \Rightarrow g = G\frac{0{,}12 M_S}{(0{,}14 R_S)^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{0{,}12 \cdot 1{,}99 \cdot 10^{30}}{(0{,}14 \cdot 7 \cdot 10^8)^2} = 1658{,}47 \text{ m/s}^2$$

La aceleración de la gravedad es 1658,47 m/s^2

b) Igualando la fuerza centrípeta con la fuerza gravitatoria:

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM}{4\pi^2}T^2} = \sqrt[3]{\frac{G \cdot 0{,}12 M_S}{4\pi^2} \cdot T^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 0{,}12 \cdot 1{,}99 \cdot 10^{30}}{4\pi^2} \cdot (11{,}2 \cdot 24 \cdot 3600)^2} = 7{,}23 \cdot 10^9 \text{ m}$$

c) La energía necesaria para escapar es: $E_e = \frac{GM_E m}{r}$; y la energía cinética actual es: $E_k = \frac{GM_E m}{2r}$; donde m es la masa del planeta.
La energía adicional necesaria es:

$$\Delta E = E_e - E_k = \frac{GM_E m}{r} - \frac{GM_E m}{2r} = \frac{GM_E m}{2r}$$

Sustituyendo m por la masa del planeta:

$$\Delta E = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 2{,}388 \times 10^{29} \times m}{2 \times 1{,}36 \times 10^{10}} \approx 5{,}86 \times 10^8 \text{ J/kg} \times m$$

2. Un protón se desplaza con una velocidad $\vec{v} = 5\,\vec{i}\,\mathrm{ms}^{-1}$ en el seno de un campo eléctrico definido por la expresión $\vec{E} = -100\,\vec{j}\,\mathrm{Vm}^{-1}$. Determina:

   a) El campo magnético necesario, contenido en el plano YZ, para mantener al protón siguiendo un movimiento rectilíneo y uniforme.

   b) El radio de giro que tendría dicho protón en una región donde solamente existiera el campo magnético del apartado anterior.

   c) Calcula el módulo de la aceleración del protón, para el caso del apartado b), y dibuja los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética en un punto de la trayectoria.

   Datos:

   - Valor absoluto de la carga del protón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C;
   - Masa del protón, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Solución:

a) Para que un protón se desplace en un movimiento rectilínea y uniforme, la suma de las fuerzas ha de ser 0. Con lo que:

$$\overrightarrow{F_B} + \vec{F}_E = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{F_B} = -\overrightarrow{F_E}$$
$$\overrightarrow{F_B} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$
$$\overrightarrow{F_E} = q \cdot \vec{E}$$
$$q(\vec{v} \times \vec{B}) = -q \cdot \vec{E} \Rightarrow -\vec{E} = (\vec{v} \times \vec{B})$$
$$\vec{v} = v_x\vec{i} \quad \vec{E} = -E_y\vec{j} \quad \vec{B} = B_x\vec{i} + B_y\vec{j} + B_z\vec{k}$$

$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & 0 & 0 \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = -E_y\vec{j} \Rightarrow -v_x \cdot B_z = -E_y \Rightarrow \vec{B} = -20\vec{k}T$$

b) Si eliminamos el campo eléctrico, la única fuerza que actuará sobre el protón será la debida al campo magnético, provocando un movimiento circular uniforme. Si el protón describe un movimiento circular uniforme, la fuerza resultante será igual a la fuerza centrípeta

$$\left|\vec{F}_B\right| = \left|\vec{F}_c\right| \Rightarrow qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 5}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 20} = 2{,}61 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

El radio es $2{,}61 \cdot 10^{-9}$ m

c) $a = \frac{5^2}{2{,}6 \times 10^{-8}} \approx 9{,}6 \times 10^8\,\mathrm{m/s^2}$
Dibujo.

3. La energía mecánica de una partícula que realiza un movimiento armónico simple a lo largo del eje OX, y en torno al origen, vale $3 \cdot 10^{-5}$ J; además, la fuerza máxima que actúa sobre ella es $1,5 \cdot 10^{-3}$ N.

   a) Obten la amplitud del movimiento.

   b) Si el periodo de oscilación es de 2 s, y en el instante inicial la partícula se encuentra en la posición $\mathrm{x}_0 = 2$ cm, escribe la ecuación de movimiento.

   c) Obten el valor de la constante de recuperación del muelle.

Solución:

a) La fuerza elástica viene dada por $\vec{F}_{\mathrm{el}} = -K \cdot \vec{x}$ en módulo $F_{\mathrm{el}} = K \cdot x$.
La fuerza máxima (en valor absoluto), cuando la elongación es máxima (x = A, amplitud)

$$F_{\mathrm{el\ MAX}} = K \cdot A$$

La energía mecánica del m.a.s. puede calcularse como la energía potencial elástica máxima (en ese momento su Ec es nula) cuando alcanza la máxima elongación

$$E_M = \frac{1}{2} K A^2 \quad \text{donde K es la constante elástica y A la amplitud del m.a.s.}$$

Tenemos un sitema de dos ecuaciones con el que calculamos A y K

$$F_{\mathrm{el\ MAX}} = K \cdot A \rightarrow 1,5 \cdot 10^{-3} N = K \cdot A$$
$$E_M = \frac{1}{2} K A^2 \rightarrow 3 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{J} = 0,5 \cdot K \cdot A^2$$

dividimos ambas expresiones:

$$\frac{3 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,5 \cdot K \cdot A^2}{K \cdot A} \rightarrow 0,02 = 0,5 \cdot A \quad \rightarrow \quad A = 0,04\ \mathrm{m} = 4\ \mathrm{cm}$$

b) La ecuación de movimiento de un m.a.s. que oscila a lo largo del eje x, viene dada por $x(t) = A \cdot \operatorname{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$ donde x(t) es la elongación (distancia a la posición de equilibrio, tomada como punto de referencia) en cualquier instante. A es la elongación máxima en valor absoluto. ω es la frecuencia angular de oscilación.

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ y φ_0 es la fase inicial, que indica el estado del movimiento para t = 0 s: $x(0) = A \cdot \operatorname{sen} \varphi_0$
La amplitud está calculada en el apartado anterior. A = $0,04$ m. A partir del periodo, calculamos la frecuencia angular

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \mathrm{rad}}{2s} = 3,14\ \mathrm{rads}^{-1}$$

Y la fase inicial a partir de la posición inicial de la partícula

$$x(0) = A \cdot \operatorname{sen} \varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = \operatorname{arcsen}\left(\frac{x(0)}{A}\right) = \operatorname{arcsen}\left(\frac{0,02m}{0,04m}\right) = \operatorname{arcsen}(0,5) = 0,5236\mathrm{rad} = \pi/6\mathrm{rad}$$

Así, la ecuación de movimiento queda $x(t) = 0,04 \cdot \operatorname{sen}\left(3,14 \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$ m

c) $1,5 \cdot 10^{-3} N = K \cdot 0,04\ \mathrm{m} \Rightarrow K = 1,5/0,04 = 37,5\ \mathrm{N/m}$

4. Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de 500 nm. Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de 612 nm :

   a) indica si se extraen o no electrones

   b) determinar, en su caso, su velocidad máxima

   c) si la energía de extracción del metal fuera el doble, ¿qué valor mínimo tendría que tener la frecuencia de la radiación incidente para que tuviera lugar emisión de fotoelectrones?

   Datos:

   - Constante de Planck, $\mathrm{h} = 6,63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$
   - Carga del electrón, $\mathrm{e} = -1,6 \cdot 10^{-19}\mathrm{C}$
   - Masa del electrón, $\mathrm{m_e} = 9,11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
   - Velocidad de la luz, $\mathrm{c} = 3 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m/s}$
   - $1\mathrm{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$; $1\ \mathrm{nm} = 10^{-9}\ \mathrm{m}$

Solución:

a) Para determinar si se extraen electrones debemos comparar los valores de la energía de la radiación incidente y el valor de la energía de extracción (energía umbral) del metal.

$$E_{\text{fotón incidente}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{500 \cdot 10^{-9}} = 3,98 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$
$$E_{\text{extracción}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{612 \cdot 10^{-9}} = 3,25 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

Se produce efecto fotoeléctrico, ya que $E_{\text{fotón incidente}} > E_{\text{extracción}}$

b) Aplicando la ley de conservación de la energía:

$$\mathrm{E}_{\text{fotón incidente}} = \mathrm{W}_{\text{extracción}} + \mathrm{E}_{\text{cinética del fotoelectrón}}$$
$$3,98 \cdot 10^{-19} = 3,25 \cdot 10^{-19} + \mathrm{E_c} \Rightarrow \mathrm{E_c} = 7,3 \cdot 10^{-20}\ \mathrm{J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 7,3 \cdot 10^{-20}\ \mathrm{J} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg} \cdot v^2 \Rightarrow v = 4 \cdot 10^{5}\ \mathrm{m/s}$$

c) si la energía de extracción del metal vale el doble:
Para que haya efecto fotoeléctrico, la frecuencia mínima necesaria (frecuencia umbral) es:
$h \cdot f_0 = W_{\text{extracción}} \Rightarrow 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot f_0 = 2 \times 3,25 \cdot 10^{-19}\ f_0 = 9,80 \cdot 10^{14}\ \mathrm{Hz}$