

## Proves d'accés a la universitat

# Física

## Serie 1

Responda a CUATRO de los ocho problemas siguientes. En caso de que responda a más problemas, solo se valorarán los cuatro primeros.

Cada problema vale 2,5 puntos.

- P1) Freddie Mercury ha pasado a la historia como una de las mejores voces del *rock*. Su mágica voz ha sido objeto de discusión y estudio, también por parte de la ciencia. El biofísico austríaco Christian Herbst estudió la voz del cantante de Queen y determinó que Mercury era un barítono cuyo registro vocal iba del fa 2 (alrededor de 92,2 Hz) al sol 5 (alrededor de 784 Hz).



FUENTE: <https://queenphotos.wordpress.com>.

- a) Calcule las longitudes de onda de los sonidos más graves y más agudos que Mercury podía emitir.  
[1,25 puntos]
- b) En 1985, Queen actuó en el festival Rock in Rio, en un concierto que reunió a unas 350 000 personas. En un momento emocionante, los asistentes comenzaron a cantar a capela la famosa canción *Love of my life*. Si cada asistente al concierto cantaba con una potencia de  $10^{-7}$  W, ¿qué nivel de intensidad sonora (en decibelios) se podía percibir a 1 km del concierto? (A esta distancia puede considerar que el concierto es una fuente puntual de sonido).  
[1,25 puntos]

DATOS:  $I_0 = 10^{-12}$  W m<sup>-2</sup>.

La velocidad del sonido en el aire es de 340 m s<sup>-1</sup>.

**P2)** Durante una tormenta cae un rayo por el que circula una corriente eléctrica de 400 kA. Suponga que la intensidad de la corriente del rayo es constante durante los 50  $\mu\text{s}$  que dura.

**a)** ¿Cuál es la carga eléctrica total que ha transportado este rayo? ¿Cuál es el campo magnético que crea esta corriente a una distancia de 100 m?

[1,25 puntos]

**b)** ¿Qué fuerza magnética actúa sobre una partícula cargada que se encuentra en reposo a esta misma distancia? Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

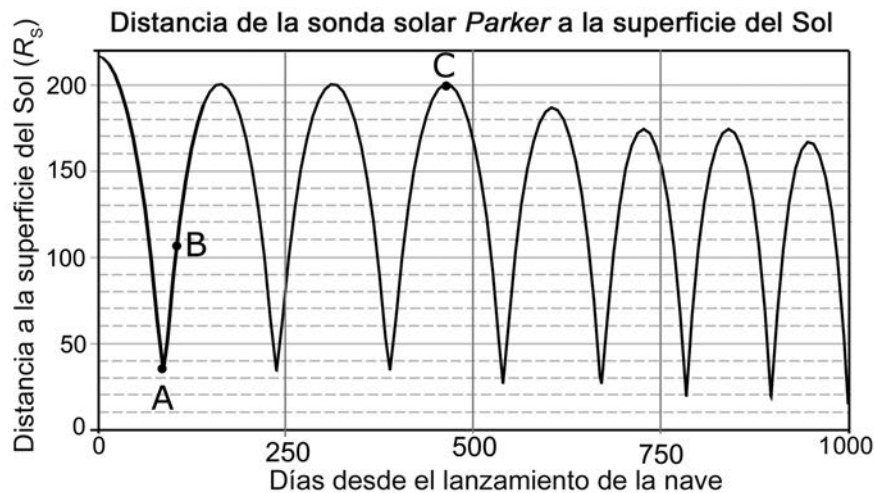
DATOS:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ .

$|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

La intensidad del campo magnético creado por una corriente rectilínea es

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \text{ donde } r \text{ es la distancia a la corriente.}$$

**P3)** La sonda solar *Parker* (en inglés, *Parker Solar Probe*) es una nave espacial en órbita alrededor del Sol que tiene como objetivo acercarse mucho a la superficie solar. La siguiente gráfica muestra cómo varía la distancia de la nave al Sol a lo largo de los primeros 1 000 días de misión e indica los instantes A, B y C. Las unidades utilizadas para medir la distancia a la superficie del Sol son los radios solares,  $R_s$ .



FUENTE: <http://parkersolarprobe.jhuapl.edu>.

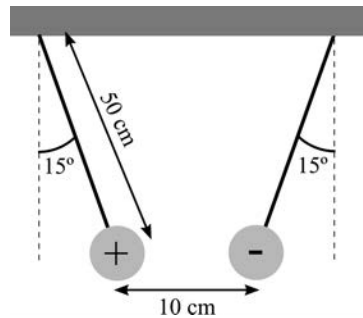
**a)** Observe en la gráfica los momentos de máximo acercamiento al Sol de cada órbita y determine cuántas vueltas completas ha realizado la nave alrededor del Sol en estos 1 000 días. ¿Cuánto mide el eje mayor de la órbita entre los momentos A y C? (Indique el resultado en radios solares).

[1,25 puntos]

**b)** Represente esquemáticamente el Sol y la órbita de la nave entre los momentos A y C. Indique sobre el dibujo las posiciones correspondientes a A, B y C. Sitúe la nave en la posición B y dibuje en este instante los vectores velocidad y aceleración de la nave (no es necesario calcular los módulos). ¿En qué posición la velocidad de la nave es máxima? Justifique la respuesta indicando el principio físico en que se basa.

[1,25 puntos]

- P4) Dos esferas iguales de 20 g de masa cuelgan cada una de un hilo de 50 cm de largo, tal como se muestra en la figura. Las dos esferas tienen cargas eléctricas iguales, pero de signo contrario. Debido a la atracción eléctrica que se produce entre las esferas, los hilos forman un ángulo de  $15^\circ$  con la vertical. En esta configuración, la distancia entre las esferas es de 10 cm.



- a) Calcule el módulo de la fuerza eléctrica entre las esferas y el valor de sus cargas eléctricas.  
[1,25 puntos]
- b) Si se retirara la carga positiva, ¿qué campo debería crearse alrededor de la carga negativa para que esta no cambiase de posición? Indique el módulo y represente esquemáticamente la dirección y el sentido. ¿Cómo debería ser este campo si, en lugar de retirar la carga positiva, retiráramos la carga negativa?  
[1,25 puntos]

DATO:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

NOTA: Suponga que las dos cargas son puntuales.

- P5) El  $^{14}_6\text{C}$  se produce en la atmósfera por la acción de los rayos cósmicos. Este isótopo es inestable y decae a  $^{14}_7\text{N}$  mediante un proceso de desintegración  $\beta$ , con un período de semidesintegración de 5 730 años. La proporción de  $^{14}\text{C}$  respecto al  $^{12}\text{C}$  que se encuentra en la atmósfera es constante a lo largo del tiempo. Los seres vivos asimilan el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera sin distinguir si se trata de  $^{12}\text{C}$  o de  $^{14}\text{C}$ , y lo hacen en la proporción en que estos isótopos están presentes de forma natural en la atmósfera. Cuando mueren, los seres dejan de asimilar  $\text{CO}_2$  y, a partir de ese momento, la cantidad de  $^{14}\text{C}$  va decayendo.
- a) Escriba la reacción que corresponde al decaimiento del  $^{14}\text{C}$  a  $^{14}\text{N}$ . Incluya, en su caso, los antineutrinos.  
[1,25 puntos]
- b) Si una muestra de una madera utilizada en un sarcófago presenta una proporción de  $^{14}\text{C}$  de solo el 58 % respecto a la proporción que se encuentra en la atmósfera, determine la antigüedad del sarcófago.  
[1,25 puntos]

**P6)** En 1971 el astronauta David Scott, de la misión *Apollo 15*, realizó el siguiente experimento en la superficie de la Luna: en una mano tenía una pluma de halcón de 30 g de masa y en la otra mano tenía un martillo de aluminio de 1,32 kg. Los soltó a la vez desde la misma altura y comprobó la predicción de Galileo según la cual en caída libre los dos objetos debían llegar simultáneamente al suelo. Concretamente, los dos objetos tardaron 1,1 s en recorrer los 100 cm que los separaban del suelo.

**a)** A partir del experimento de David Scott, calcule la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de la Luna y la masa de la Luna.

[1,25 puntos]

**b)** Calcule el periodo orbital de la Luna alrededor de la Tierra.

[1,25 puntos]

DATOS:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .

$M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

Distancia Tierra-Luna =  $3,84 \times 10^8 \text{ m}$ .

$R_{\text{Luna}} = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$ .

**P7)** Dos cargas eléctricas puntuales de  $-5,0 \mu\text{C}$  y  $7,0 \mu\text{C}$  están separadas 10 cm entre sí.

**a)** Calcule el campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) en un punto a 3,0 cm de la carga negativa y a 7,0 cm de la carga positiva. Este punto pertenece a la línea que une las dos cargas.

[1,25 puntos]

**b)** Calcule en qué punto de la línea que une las cargas el potencial eléctrico es nulo.

[1,25 puntos]

DATO:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

**P8)** Para abrir y cerrar la puerta del garaje, se dispone de una célula fotoeléctrica de un material alcalino que presenta una función de trabajo de 1,20 eV. Sobre la superficie de este material se hace incidir luz de varias longitudes de onda:  $\lambda_1 = 1,04 \mu\text{m}$ ;  $\lambda_2 = 0,6 \mu\text{m}$ ;  $\lambda_3 = 0,5 \mu\text{m}$ .

**a)** ¿Qué frecuencia y qué energía (en eV) tienen los fotones incidentes en cada caso?

[1,25 puntos]

**b)** Represente en una gráfica la energía cinética máxima de los electrones arrancados del fotocátodo en función de la energía de los fotones incidentes (en eV). ¿Hay electrones arrancados en todos los casos? Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

DATOS:  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans

## Proves d'accés a la universitat

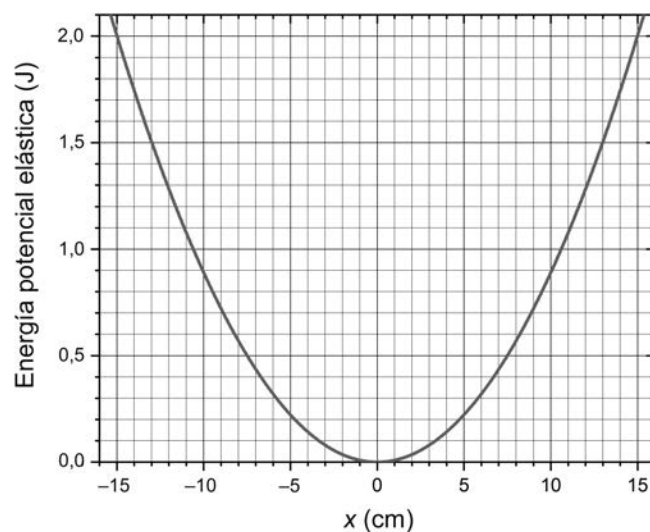
# Física

## Serie 3

Responda a CUATRO de los ocho problemas siguientes. En caso de que responda a más problemas, solo se valorarán los cuatro primeros.

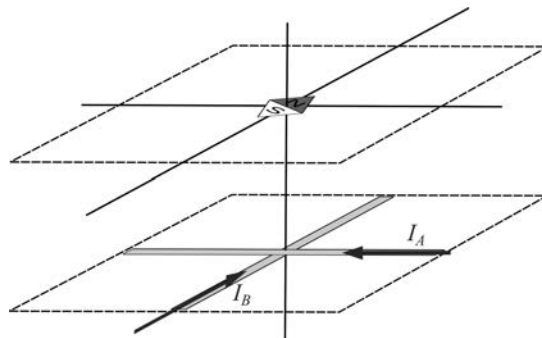
Cada problema vale 2,5 puntos.

- P1) La siguiente gráfica muestra la energía potencial elástica en función de la elongación ( $x$ ) para un sistema formado por una masa unida a un muelle horizontal que cumple la ley de Hooke.



- a) Determine el valor de la constante elástica (o constante de rigidez) del muelle. Cuando hacemos oscilar el sistema, describe 10 oscilaciones completas en 6,52 s. Calcule la masa del objeto que está atado al muelle.  
[1,25 puntos]
- b) Represente, sobre el mismo gráfico, la energía cinética y la energía mecánica en función de la elongación,  $x$ , para un movimiento armónico simple de 10 cm de amplitud.  
[1,25 puntos]

**P2)** Se ponen dos cables delgados conductores sobre una mesa perpendiculares entre sí y sin que haya contacto eléctrico entre ellos. Posteriormente, se coloca un pequeño imán, una brújula, a un metro de la mesa justo por encima del cruce de los dos cables conductores, como indica la figura.



**a)** Represente los campos magnéticos creados por los cables *A* y *B* en el punto donde está situada la brújula. Si por el cable *A* circula una corriente de intensidad 5 A, ¿qué intensidad debe circular por el cable *B* para que la brújula quede orientada paralela al cable *B*?

[1,25 puntos]

**b)** Por el cable *A* circula una intensidad  $I_A = 10$  A y la brújula queda orientada con un ángulo de  $30^\circ$  respecto al cable *B*. ¿Qué intensidad pasa por el cable *B*?

[1,25 puntos]

**P3)** Una de las lunas de Júpiter, Io, describe una órbita de radio medio  $4,22 \times 10^8$  m y de periodo  $1,53 \times 10^5$  s.

**a)** Calcule la masa de Júpiter.

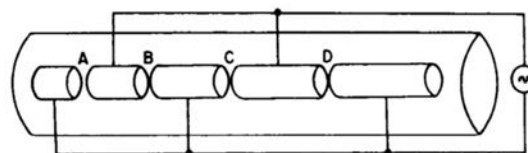
[1,25 puntos]

**b)** Calcule el radio medio de la órbita de otra luna de Júpiter, Calisto, que tiene un periodo de  $1,44 \times 10^6$  s.

[1,25 puntos]

DATO:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .

**P4)** La figura muestra la estructura de un acelerador lineal. Los cilindros metálicos tienen cargas eléctricas alternadas positivas y negativas. En el interior de los cilindros el campo eléctrico es despreciable. Las partículas cargadas son aceleradas por un campo eléctrico aproximadamente uniforme en los espacios entre los tubos (*A*, *B*, *C*...). La diferencia de potencial entre cilindros es de 250 kV.



**a)** Si se quiere acelerar un electrón que se mueve del primer al segundo cilindro, ¿qué signos deberán tener las cargas acumuladas en el primer y en el segundo cilindro? Justifique la respuesta. Dibuje las líneas de campo eléctrico en el espacio *A* entre cilindros. Si se quiere obtener un campo de  $8,00 \times 10^6$  N/C, calcule la distancia que separa los dos primeros cilindros.

[1,25 puntos]

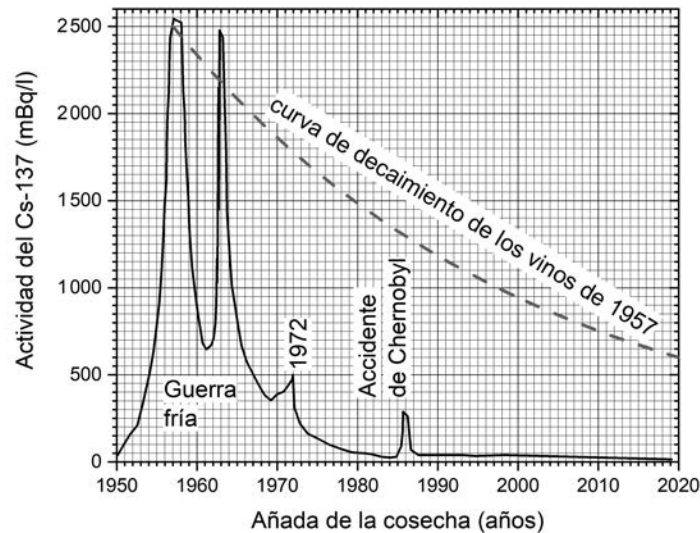
**b)** A fin de mantener el sentido de la aceleración, las polaridades de los cilindros se invierten cada vez que el electrón entra en el siguiente cilindro. ¿Cuántos espacios entre cilindros debería tener el acelerador si se quiere que el electrón salga con una energía de 1,0 MeV? Sin tener en cuenta la corrección relativista, ¿cuál sería la velocidad de los electrones? Comente el resultado obtenido.

[1,25 puntos]

DATOS:  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .  
 $|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .  
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .  
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

P5) Un estudio ha revelado que el contenido de cesio 137 en vinos de diferentes añadas se relaciona con diferentes episodios nucleares, especialmente con las explosiones termo-nucleares que tuvieron lugar durante la guerra fría: el Cs-137 emitido en estos episodios se incorporó a los vinos, y una vez en la botella no hubo ninguna entrada ni salida de este isótopo radiactivo. Este isótopo se desintegra emitiendo radiaciones beta y gamma que pueden ser detectadas y medidas sin tener que abrir las botellas.

La gráfica muestra la radiactividad que tenían los vinos de cada año en el momento de la vinificación. La línea discontinua muestra la actividad de los vinos de la cosecha de 1957 en cada momento.



a) Según la gráfica los vinos embotellados en 1957 tenían inicialmente una actividad de 2 500 mBq (cada litro), que se ha reducido hasta 600 mBq/l en el año 2020. Con estos datos, calcule el periodo de semidesintegración del Cs-137 y dibuje, sobre la misma gráfica del enunciado, la curva de decaimiento para los vinos embotellados en 1972 (año de las últimas pruebas nucleares francesas no subterráneas).

[1,25 puntos]

b) El Cs-137 se produce a partir de procesos como el que se representa en esta ecuación nuclear:  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1? \rightarrow {}_{55}^{137}\text{Cs} + {}_y^x\text{Rb} + 3{}_0^1?$

Complete la ecuación indicando los valores de  $x$  e  $y$ , y la naturaleza de la partícula indicada con un interrogante. Diga también de qué clase de reacción nuclear se trata.

[1,25 puntos]

FUENTE: Michael S. PRAVIKOFF y Philippe HUBERT, *Dating of wines with cesium-137: Fukushima's imprint*, <arXiv:1807.04340>.

P6) La Luna se encuentra a  $3,84 \times 10^8$  m de la Tierra. La masa de la Luna es  $7,35 \times 10^{22}$  kg y la de la Tierra  $5,98 \times 10^{24}$  kg.

a) Calcule el periodo de traslación de la Luna alrededor de la Tierra. Calcule la energía potencial gravitatoria de la Luna debida a la gravedad de la Tierra.

[1,25 puntos]

b) ¿A qué distancia de la Tierra, entre la Tierra y la Luna, debemos situarnos para que se cancelen las fuerzas gravitatorias de la Tierra y de la Luna?

[1,25 puntos]

DATO:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .

P7) El campo eléctrico de un haz de luz emitido por un láser cuando pasa a través de un vidrio se puede expresar con la ecuación  $\vec{E}(x, t) = 28 \cos(2,4 \times 10^{15} t - 1,2 \times 10^7 x) \vec{k}$ , todo en unidades del sistema internacional.

a) Determine la longitud de onda y la velocidad de la onda electromagnética en este vidrio. ¿Cuánto vale el índice de refracción de este vidrio? Cuando la luz cambia de medio, la frecuencia de la onda electromagnética no cambia. ¿Cuál es la longitud de onda cuando este haz de luz viaja a través del vacío?

[1,25 puntos]

b) ¿Cuál es la dirección de propagación de esta onda? ¿En qué eje oscila el campo magnético? Justifique la respuesta.

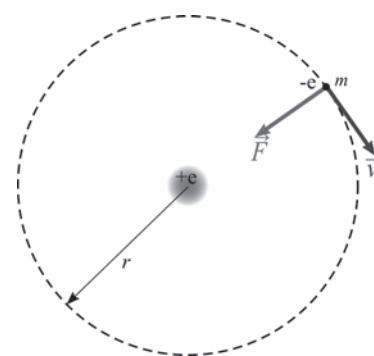
[1,25 puntos]

DATO:  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

P8) Según el modelo atómico de Bohr, las órbitas que describen los electrones alrededor del núcleo cumplen la siguiente relación:

$$m_e v r = n \frac{h}{2\pi},$$

donde  $m_e$  es la masa del electrón,  $v$  su velocidad,  $r$  el radio de la órbita y  $n$  es un número entero (número cuántico principal). Para el estado fundamental,  $n$  vale 1; para la segunda órbita,  $n$  vale 2, y así sucesivamente.



a) En el hidrógeno muónico, el muón sustituye al electrón. El muón es una partícula idéntica al electrón (es un leptón como el electrón y tiene la misma carga), pero su masa es unas 200 veces la masa del electrón. Determine el radio de la órbita del muón en su estado fundamental ( $n = 1$ ). ¿Qué átomo ocupa un volumen mayor, el átomo de hidrógeno o el hidrógeno muónico? Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

b) La energía del muón en el estado fundamental es  $-4,355 \times 10^{-16} \text{ J}$  y en la segunda órbita ( $n = 2$ ) es  $-1,089 \times 10^{-16} \text{ J}$ . Cuando el muón pasa de la segunda órbita al estado fundamental emite un fotón. ¿Cuál es la frecuencia y la longitud de onda de este fotón?

[1,25 puntos]

DATOS:  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

$|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ .

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans