



Olimpiada de Física de la Región de Murcia 2014

1ª PARTE (tiempo: 1 ½ horas)

1. Calentando metales

a) Una pieza de titanio de 500 gramos está a 25 °C. Si se aportan 400 calorías al titanio, ¿cuál será su temperatura final?



b) ¿Cuánto calor se debe proporcionar a 400 g de aluminio a 20 °C para fundirlo completamente?

Datos: 1 caloría = 4.187 J; calor específico del titanio = 520 J/kg °C; calor latente de fusión del aluminio (a 660 °C) = $3.97 \cdot 10^5$ J/kg; calor específico del aluminio = 0.215 cal/g °C; punto de fusión del aluminio = 660 °C

(* El calor latente es la energía requerida por unidad de masa para pasar de sólido a líquido)

2. Curiosidad por el Curiosity

El rover Curiosity de la misión Mars Science Laboratory tiene una masa de 900 kg y rueda por la superficie de Marte. El diámetro de Marte es de 6780 km y su distancia media al Sol es de 228 millones de km. El diámetro de la Tierra es de 12742 km, está a unos 150 millones de km del Sol y tiene 9.3 veces más masa que el planeta vecino. Calcula:

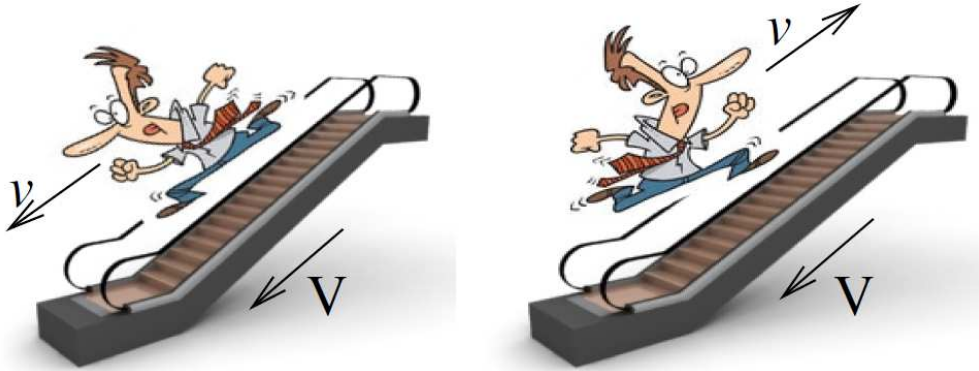
a) Los días que tarda el Curiosity en dar la vuelta al Sol.

b) El peso del Curiosity en Marte.



3. Contra escalera

Una escalera eléctrica desciende con velocidad constante V . Un estudiante que corre a velocidad v baja avanzando por la escalera y tarda 30 s en recorrerla. Luego decide subir por la escalera en contravía y tarda 60 s en llegar arriba. ¿Cuánto vale V en función de v ?



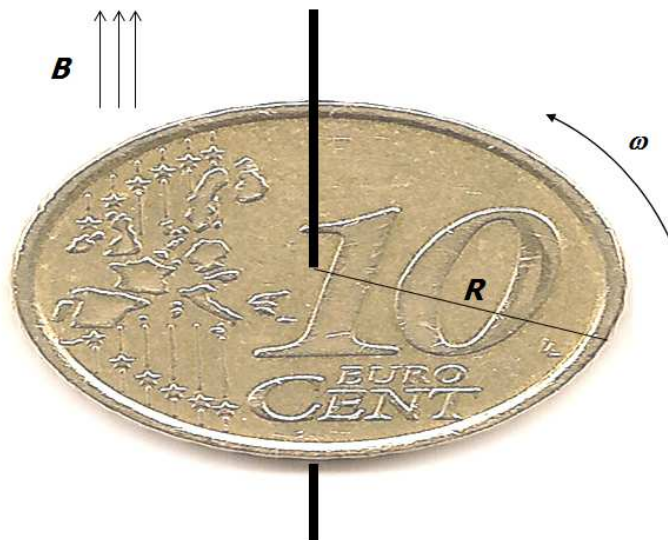
4. Un generador homopolar con una moneda

Disponemos de una moneda de cobre de radio R colocada horizontalmente, de forma que el campo magnético terrestre, B , es perpendicular a su superficie tal y como indica la figura. Hacemos girar la moneda con velocidad angular ω alrededor de un eje que pasa por su centro.

- a) ¿Qué fuerza experimenta un electrón de la superficie de la moneda (en función de B , R , ω y la carga q del electrón)?
- b) Explica por qué aparece una fuerza electromotriz (diferencia de potencial) entre el centro y el borde de la moneda.
- c) Obtén una expresión para la diferencia de potencial en función de B , R y ω .

Aunque no sepas resolver el apartado c), intenta responder razonadamente a estas cuestiones. Si quisiéramos que aumentase la diferencia de potencial:

- d1) ¿Valdría con tomar una moneda de radio mayor? ¿Por qué?
- d2) En caso de no disponer de otra moneda, ¿valdría con aumentar la velocidad angular? ¿Por qué?



2ª PARTE (tiempo: 2 horas)

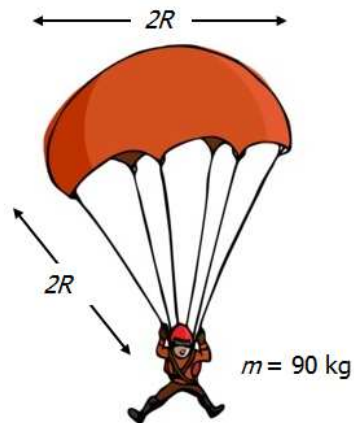
5. Motocross parabólico

Un motorista de motocross da un salto despegando con un ángulo de 45° . Lo repite después, pero con el doble de velocidad. Calcula el ángulo en el segundo caso para que el alcance de los dos saltos sea el mismo. (Toma como referencia la línea discontinua de la figura para medir los alcances).



6. El paracaidista

Un paracaidista de 90 kg de masa desciende con velocidad constante suspendido de su paracaídas por 6 cuerdas. El radio del paracaídas es R y la longitud de las cuerdas es $2R$. Calcula el valor de la tensión de cada cuerda.



7. ¿Muelle o péndulo?

Colgamos una masa de 100 g en un muelle y vemos que éste se alarga 5 cm. A continuación hacemos oscilar la masa suspendida del muelle. Por otro lado colgamos de un péndulo una masa igual a la anterior y lo hacemos oscilar. Queremos sincronizar los dos movimientos, el del péndulo y el del muelle. Resuelve:

a) ¿Qué longitud debe tener el péndulo para conseguir la sincronización?

Razona la respuesta a las siguientes cuestiones:

b1) ¿Depende la solución del valor de la masa suspendida del muelle?

b2) ¿Depende la solución del valor de la masa colgada en el péndulo?



8. Horno microondas

Un horno microondas funciona de la siguiente manera:

Mediante un dispositivo llamado magnetrón se generan ondas electromagnéticas en el rango del espectro de microondas. Como las paredes de la cavidad del horno son metálicas y, según sabemos, el campo eléctrico en la superficie de un conductor es nulo, las ondas tendrán nodos en las paredes del horno y se formarán ondas estacionarias (figura 1). (Podemos considerar por simplicidad el problema en una sola dimensión: la anchura del horno).

¿Por qué estas microondas calientan la comida? En realidad, lo que se calienta directamente es el agua que contienen los alimentos. Esto es debido a que la molécula de agua es polar: la carga negativa se acumula en un extremo de la molécula y la carga positiva en el otro (ver figura 2). Entonces, la vibración del campo eléctrico de las microondas hace rotar las moléculas de agua. Este movimiento de rotación se transmite por fricción a las moléculas circundantes aumentando su energía interna y, por tanto, su temperatura.

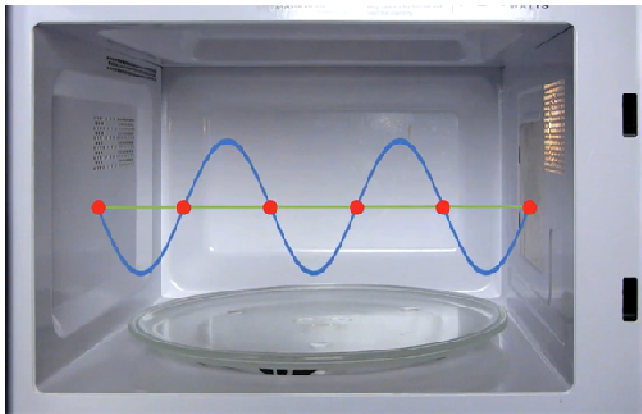


Figura 1

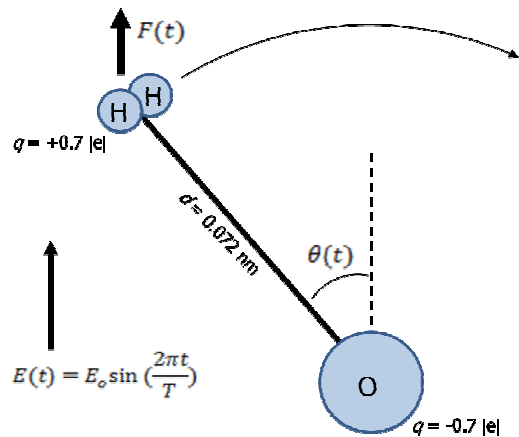


Figura 2

En las especificaciones técnicas de un horno doméstico leemos que la frecuencia de las microondas emitidas es $f = 2.45 \text{ GHz}$ y que la potencia total consumida por el aparato es de 1200 W , de los cuales en forma de ondas electromagnéticas se emiten 800 W . La cavidad del horno es cúbica de 25 cm de lado.

a1) ¿Qué **resistencia** eléctrica presenta el horno microondas?

a2) ¿Qué **intensidad eléctrica** entra por el cable del horno?

b) Por la puerta del horno se pierden unos 5 mW/cm^2 . ¿Qué **intensidad** de las ondas de microondas que escapan del horno nos llega a nosotros, si estamos a 5 m de distancia?

c1) ¿Qué **anchura mínima** puede tener un horno para que se produzca la onda de microondas estacionaria?

c2) Justifica por qué crees adecuado el tamaño de los hornos microondas domésticos?

c3) ¿Cuál crees que es la **función del giro del plato** dentro del horno?

d) Las ondas electromagnéticas se pueden considerar también como compuestas por partículas individuales llamadas fotones cada uno de ellos transportando una energía $E = h \cdot f$, donde h es la llamada constante de Planck. ¿Cuántos fotones absorbe un pollo dentro del horno durante 1 minuto?

e) La amplitud del campo eléctrico en el interior del microondas viene dada por la expresión:

$$E_0 = \sqrt{2cP\mu_0/S}$$

donde P es la potencia de microondas generada por el horno, S la superficie de la cavidad interna y c la velocidad de la luz en el vacío. Calcula el valor de E_0 .

Vamos a modelizar la molécula de agua de la siguiente forma (ver figura 2):

Consideramos los dos átomos de hidrógeno juntos a una distancia $d = 0.072$ nm del átomo de oxígeno. (En realidad forman un triángulo pero los resultados cualitativos son similares). En el extremo donde están los átomos de hidrógeno hay una carga neta positiva de $+0.7|e|$ y en el extremo donde está el oxígeno hay una carga de $-0.7|e|$.

Suponemos, por simplicidad, que el extremo de los dos átomos de hidrógeno rota respecto al extremo donde se encuentra el átomo de oxígeno (que consideramos fijo).

Consideramos una molécula en el plano de vibración del campo eléctrico, el cual oscila de forma sinusoidal: $E = E_o \sin(2\pi t/T)$.

f) Obtén la expresión de la fuerza eléctrica, en función del ángulo θ y del tiempo, que actúa sobre el extremo donde están los átomos de hidrógeno. Y halla la fuerza eléctrica máxima para los datos del horno descrito anteriormente.

g) Sabiendo que el momento de inercia de una masa puntual, m , situada a distancia d del eje de giro es $I = m \cdot d^2$, calcula el momento de inercia de la molécula de agua (respecto del extremo fijo del oxígeno).

h) Obtén una expresión para el momento creado por la fuerza eléctrica sobre la molécula de agua, respecto del extremo fijo del oxígeno, en función del ángulo θ y del tiempo.

i) La solución de θ en función del tiempo considerando el momento del apartado anterior viene dada en la figura 3. En la figura 4 se muestra lo mismo para el caso de tener luz visible en lugar de microondas. Interpreta la gráfica y explica por qué no se calentaría el agua con luz visible.

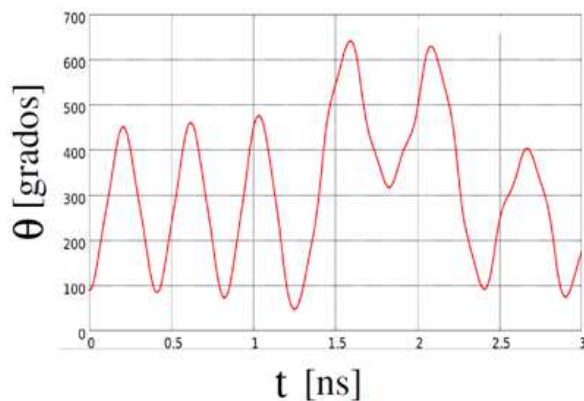


Figura 3

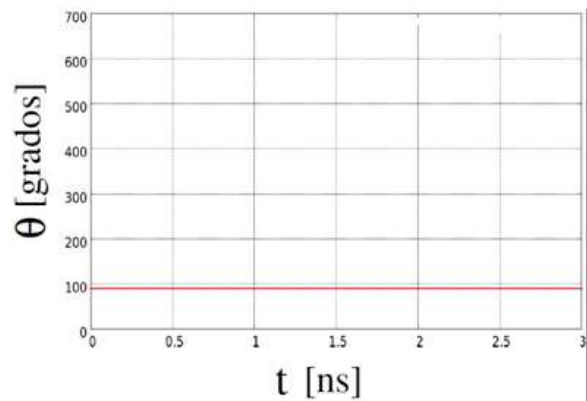


Figura 4

j) A partir de la gráfica de la figura 3, describe el movimiento de rotación que experimenta la molécula de agua, indicando el sentido de giro (horario o antihorario) y las veces que cambia de sentido durante el intervalo de tiempo mostrado.

k) Leyendo de la gráfica de la figura 3, obtén el ángulo que ha rotado la molécula desde el instante inicial hasta un tiempo igual a un semiperíodo de la oscilación del campo electromagnético de las microondas.

Datos:

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}; \mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}; |e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; \text{ masa del hidrógeno} = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$