



## 1ª PARTE (tiempo: 1 ½ horas)

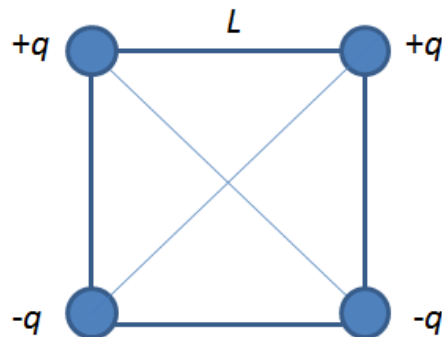
### 1. Grasa y Arquímedes

Se midió que el porcentaje de grasa de una persona era del 20%. Calcula el peso aparente de la persona cuando está completamente sumergida en agua (suponiendo que ha espirado todo el aire de los pulmones). Expresa el resultado en tanto por ciento respecto al peso real.

Datos: densidad de la grasa =  $0.9 \text{ g/cm}^3$ , densidad del resto del cuerpo (excepto grasa) =  $1.1 \text{ g/cm}^3$  y densidad del agua =  $1.0 \text{ g/cm}^3$

### 2. Cargas eléctricas

a) En los vértices del cuadrado de la figura (de lado  $L$ ) hay situadas cuatro cargas eléctricas de igual valor y signos opuestos según se indica. Obtén la expresión del módulo del campo eléctrico total que crean las cargas en el centro del cuadrado, en función de  $q$ ,  $L$  y la constante de Coulomb.

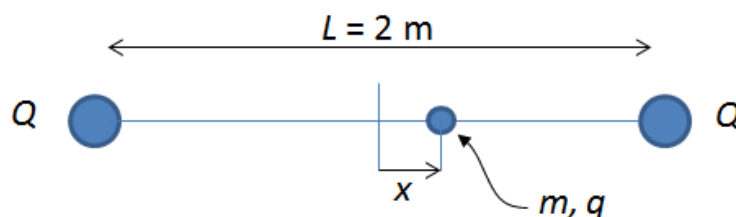


b) Situamos dos cargas fijas  $Q$  separadas una distancia  $L = 2 \text{ m}$ . Justo en medio se encuentra en reposo una tercera carga  $q$  de masa  $m$ . Separamos dicha carga una pequeña distancia de su posición de reposo y, en consecuencia, empieza a describir un movimiento armónico simple en torno a  $x = 0$ .

b1) Halla la fuerza que experimenta la carga en función de  $x$ ,  $Q$ ,  $q$ ,  $m$  y la constante de Coulomb.

b2) Encuentra el período de oscilación de la carga en función de  $Q$ ,  $q$ ,  $m$  y la constante de Coulomb.

(Ayuda para b2: Suponemos  $x$  mucho menor que  $L$ . En estas condiciones:  $1/(1 \pm x)^2 \approx 1 \mp 2x$ )



### 3. Fiebre

Padeciendo la gripe, un hombre de 80 kg tuvo una fiebre de 39.0 °C. Suponiendo que el cuerpo humano es agua en su mayoría, ¿cuánto calor se requirió para elevar su temperatura? La temperatura normal del cuerpo humano es de 37.0 °C.

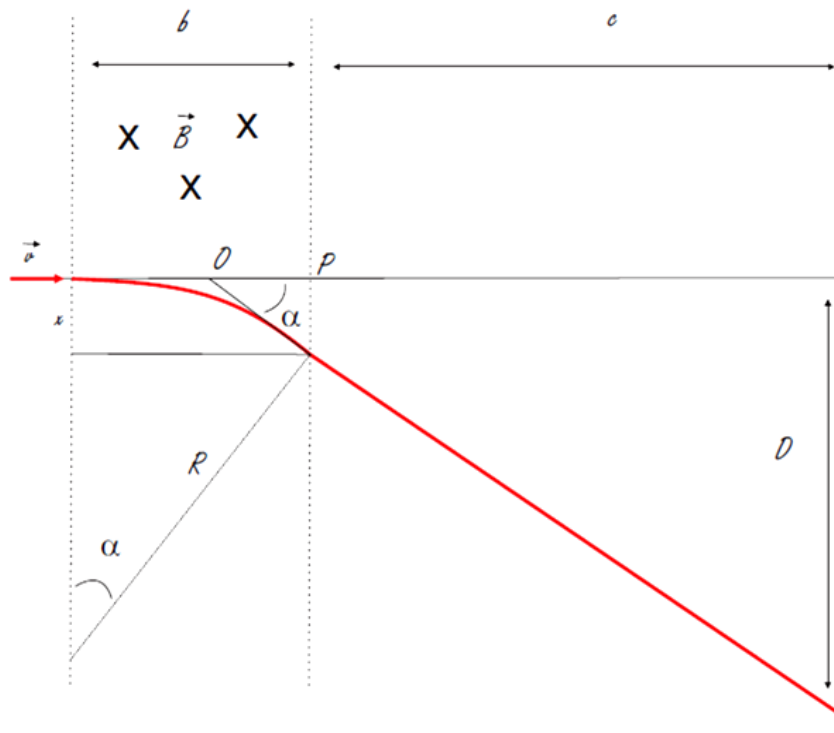
Dato: calor específico del agua = 4190 J/kg

### 4. Haz de electrones

Un haz de electrones muy estrecho de energía 10 keV atraviesa una región donde existe un campo magnético uniforme  $B = 5$  mT en una región de anchura  $b = 1$  cm y perpendicular a la dirección de propagación de los electrones. Colocamos una pantalla fluorescente a una distancia  $c = 1$  m, medida desde la región donde existe el campo. Determina:

- la energía en Julios del haz de electrones,
- la velocidad de entrada del haz en la región donde existe el campo magnético,
- el radio  $R$  de la trayectoria circular que se indica en la figura, y
- la desviación  $D$  indicada en la figura.

Datos: carga del electrón =  $1.6 \times 10^{-19}$  C, masa del electrón =  $9.1 \times 10^{-31}$  kg



### 5. Marte

El radio orbital medio de nuestro planeta vecino es 227.936.640 km. Suponemos una órbita circular. Calcula:

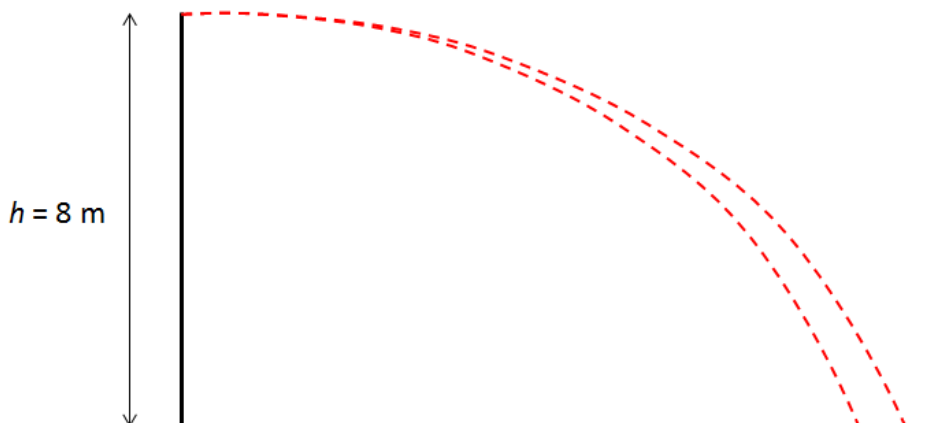
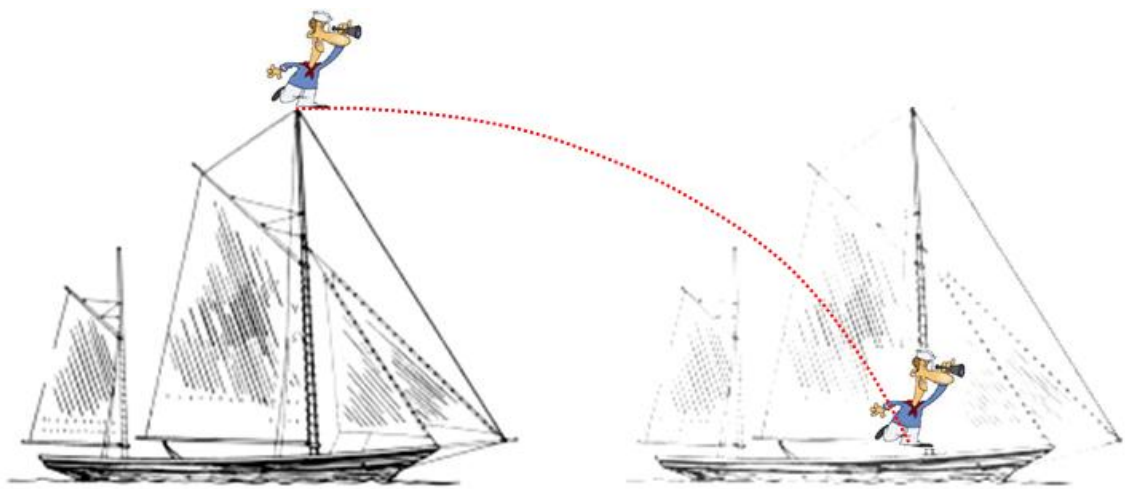
- La duración (en días) de un año marciano.
- La velocidad lineal de Marte en su órbita.
- La energía total de Marte en su órbita.

Datos:  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, masa de Sol:  $1.99 \times 10^{30}$  kg, masa de Marte:  $6.42 \times 10^{23}$  kg

### 6. Caída del mástil

Un marinero cae desde el mástil de un barco que navega a una cierta velocidad uniforme. Sabemos que el mástil tiene 8 m de altura. Se ha grabado en video la caída del marinero, pero la cámara se ha movido un poco y sólo sabemos que la trayectoria está comprendida entre las dos mostradas en la figura inferior. Haz las medidas que necesites con la regla sobre la figura.

- ¿Qué **distancia horizontal** recorre el marinero (o el barco) durante su caída?
- Estima la **velocidad** que lleva el barco. Expresa el resultado en nudos (1 nudo = 1.852 km/h).
- Indica también la **incertidumbre** (en km/h) de dicha velocidad.
- Calcula el valor de la **componente vertical de la velocidad** cuando el marinero toca el suelo del barco.



### 7. Escándaloo, es un escándalo

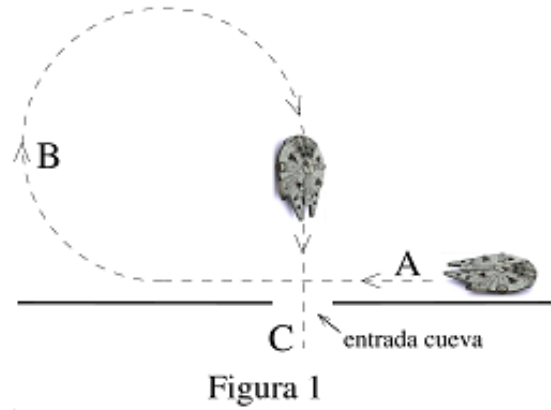
Los monos aulladores son un género de primates que, como su nombre indica, aúllan. Son animales muy sociables, pero sus gritos son escandalosos. Si un mono pueden alcanzar los 120 dB, ¿cuántos **decibelios** podrán alcanzar diez monos aullando a la vez?

## 8. Star Wars

La saga de Star Wars consiste hasta el momento en seis películas muy entretenidas aunque repletas de incorrecciones e incongruencias físicas, si bien eso no debe molestarnos pues se tratan de un entretenimiento y no una clase de Física. Además, podemos divertirnos un rato discutiendo algunas de las situaciones planteadas en las películas y ver si son coherentes desde el punto de vista físico.

### El asteroide

**a)** En el episodio V, "El Imperio Contraataca", en una famosa escena los héroes huyen de los cazas imperiales en la nave Halcón Milenario dentro de un campo de asteroides. En un momento dado se acercan a uno grande y ven en el suelo la entrada de lo que parece una cueva, por lo que la nave hace un movimiento de *looping* para entrar en ella (ver esquema en la figura 1). A partir de otra toma de la secuencia se ha podido deducir que el Halcón Milenario viaja a 300 m/s. Tanto en el trayecto AB como en el BC la nave tarda 2 s. ¿Cuál es la **aceleración media** que sufren los pasajeros de la nave entre el punto A y el B? ¿Y entre B y C? ¿Crees que podría soportarlo un ser humano?



**b)** En la figura 2 se muestra una imagen del asteroide donde se aprecia su curvatura y donde se indica la altura de un cráter que podemos asumir que está en el horizonte. Consideramos que el asteroide es esférico. Realiza con una regla las mediciones que consideres oportunas sobre la figura y

**b1)** estima el **radio del asteroide**,

**b2)** determina la **gravedad** en la superficie del asteroide y la **velocidad de escape** asumiendo una densidad media de  $3 \text{ g/cm}^3$ , que es una densidad típica de los asteroides en el sistema solar. (Si no puedes hacer b1, deja los resultados en función del radio del asteroide.)

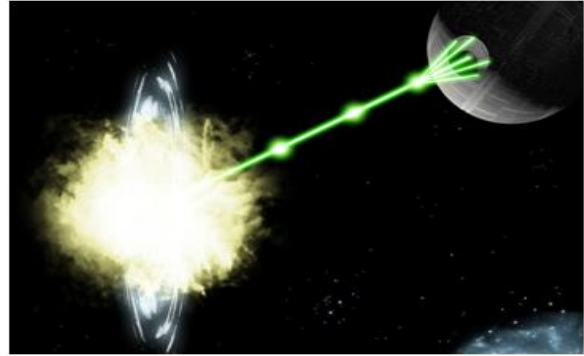
Dato:  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$



Figura 2

## La destrucción de Alderaán

En el episodio IV, "Una nueva esperanza", el gobernador Tarkin, al mando de la nave-ciudad espacial Estrella de la Muerte, ordena desintegrar mediante un rayo láser el planeta natal de la Princesa Leia, Alderaán. (Considera en lo que sigue que Alderaán es como la Tierra:  $M_{\text{Alderaán}} = 5.97 \times 10^{24}$  kg,  $R_{\text{Alderaán}} = 6371$  km).



**c)** Se llama autoenergía gravitatoria de un sistema a la energía debida a los campos gravitatorios generados por las propias masas que lo componen. Matemáticamente, se define por la ecuación

$U = \int dU$ . Demuestra que la autoenergía gravitatoria de una esfera homogénea es

$$U = -\frac{3}{5} \frac{GM^2}{R}$$

siendo  $M$  la masa de la esfera,  $R$  su radio y  $G$  la constante de la gravitación de Newton.

(Ayuda: Toma un casquete esférico de radio  $r$  y espesor  $dr$ , y considera la energía  $dU$  que crea la masa interior sobre dicho casquete. Integra desde 0 a  $r = R$ .)

**d)** Utilizando el resultado del apartado anterior, calcula

**d1)** ¿cuánta potencia tenía el rayo láser que destruyó Alderaán, sabiendo que actuó durante un segundo? Expresa el resultado en número de veces la potencia del Sol sabiendo que ésta es  $4 \times 10^{26}$  W. (Desprecia la energía de romper los enlaces químicos de las rocas del planeta, supón que el planeta se desintegra en partículas muy pequeñas que ya no contienen autoenergía gravitatoria y que su velocidad tiende a 0 al alejarse).

**d2)** Calcula de nuevo la potencia del rayo si, como se ve en la película, los trozos del planeta tras la explosión se alejan a una velocidad aproximada de 1 radio del planeta por segundo?

**e)** La luz del rayo láser podemos considerarla como compuesta por partículas de energía llamadas fotones que transportan cada uno una energía  $E = hf$  y una cantidad de movimiento  $p = E/c$ , donde  $h$  es la llamada constante de Planck. Viendo que el láser es de luz verde y por tanto  $\lambda = 550$  nm, ¿qué velocidad de retroceso habría adquirido la Estrella de la Muerte al lanzar el rayo y cuál sería el incremento de velocidad del centro de masas de Alderaán al recibir el impacto del mismo?

Datos:  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J·s,  $M_{\text{Estrella Muerte}} = 10^{18}$  kg

## Los rayos iónicos

Una de las armas de los destructores imperiales es un "cañón iónico" consistente en iones provenientes de un plasma lanzados a gran velocidad. Un plasma es un estado de la materia en el que los núcleos están totalmente ionizados, es decir, se han arrancado todos los electrones. Supongamos que los iones del rayo son núcleos de carbono 12 (masa =  $2 \times 10^{-26}$  kg) que se lanzan a unos 1000 km/s contra la parte trasera del Halcón Milenario. El Halcón Milenario dispone de un "escudo de fuerza" que podemos aproximar como consistente en un campo magnético homogéneo de 10 metros de grosor perpendicular a la dirección longitudinal de la nave tal y como indica la

figura 3 (perpendicular saliente al plano del dibujo). Si un rayo iónico va dirigido al centro de la parte trasera del Halcón Milenario,



f) ¿cuánto debe valer el campo magnético para que los rayos no dañen la nave, es decir, para que no incidan en ningún punto de la zona roja?

Dato: carga de los núcleos de  $^{12}\text{C} = 6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

g) ¿Cuánto debería valer ese campo magnético para que el rayo iónico volviese hacia el Destructor Imperial?

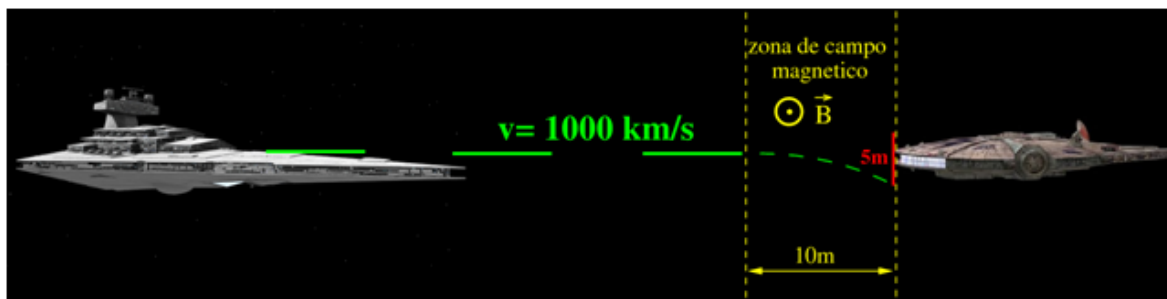


Figura 3