



Asignatura: FÍSICA Y QUÍMICA

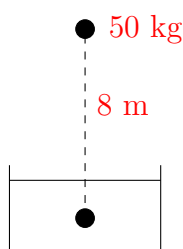
EJERCICIOS DE AMPLIACIÓN - **SOLUCIONES**

Fecha finalización: **Viernes, 4 de febrero de 2011**

Nombre y Apellidos **JRC**

- 1 Una esfera metálica de 50 kg se deja caer desde una altura de 8 metros a un suelo arenoso. La esfera penetra en la arena 30 cm, halla la fuerza de resistencia ejercida por la arena.

Como siempre hemos realizado en Física, lo primero es hacer un dibujo de la situación física



Antes de ponernos a escribir fórmulas y sacar datos hay que pensar un poco. Lo primero es darnos cuenta de que la fuerza que me están pidiendo es de rozamiento de la arena con la esfera, lo que provoca su detención y por tanto, esta fuerza debe ser negativa.

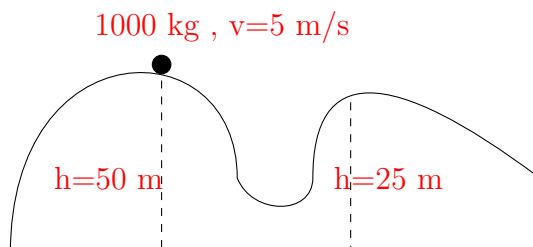
Teniendo en cuenta que $W = \Delta E_p$, nos queda,

$$W = E_{pf} - E_{pi} = mgh_f - mgh_i \xrightarrow{h_f=0} = -mgh_i = 50 \cdot 10 \cdot 8 = -4000 \text{ J}$$

Esta energía potencial es la que se va a emplear en realizar un trabajo. En el caso que tenemos, ese trabajo es el correspondiente a la penetración de la esfera en la arena. Como la fuerza de rozamiento se opone al movimiento su signo debe ser negativo,

$$W = \Delta E_p \rightarrow Fd = -4000 \rightarrow F = \frac{4000}{0,3} = 13333,3 \text{ N}$$

- 2 En la cima de una montaña rusa, un coche y sus ocupantes cuya masa total es 1000 kg, están a una altura de 50 metros sobre el suelo y llevan una velocidad de 5 m/s. ¿Qué velocidad llevará el coche cuando llegue a la cima siguiente, que está a una altura de 25 metros sobre el suelo?



Es el típico problema que se resuelve aplicando el principio de conservación de la energía mecánica. En la primera cima, además de estar a una cierta altura, tiene una velocidad de 5 m/s, por tanto, en ésta tenemos dos tipos de energía, energía cinética y energía potencial. Sustituyendo los distintos valores, la energía mecánica en esta cima es:

$$E_{m1} = E_{c1} + E_{p1} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = 512500 \text{ J}$$

En la siguiente cima aparecen los mismos tipos de energía, pero ahora como no sabemos cuál es su velocidad vamos paso a paso y hallamos la energía cinética aplicando el PCE.

$$E_{m1} = E_{m2} \rightarrow E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2}$$

$$512500 = E_{c1} + mgh \rightarrow E_{c1} = 512500 - 250000 = 262500 \text{ J}$$

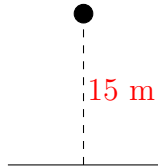
Ahora sabiendo cual es la expresión de la energía cinética podemos hallar la velocidad,

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 22,9 \text{ m/s}$$

3 Desde una altura de 15 metros se lanza verticalmente hacia abajo un objeto de 3 kg de masa, con una velocidad inicial de 2 m/s. Si no existe rozamiento con el aire. Hallar:

- La energía cinética a 5 metros del suelo.
- La velocidad en ese momento y con la que llega al suelo.

3 kg ; $v=2$ m/s Lo primero es calcular la energía mecánica que tiene en el momento del lanzamiento,



$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = 456 \text{ J}$$

- Ahora sabiendo que la energía mecánica se conserva, podemos hallar en cualquier punto de la trayectoria la velocidad. En este caso, nos lo piden a los 5 metros antes de llegar al suelo. Entonces,

$$E_{m1} = E_{m2} \rightarrow 456 = E_{c2} + 150 \implies E_{c2} = 306 \text{ J}$$

- Por tanto, la velocidad a los 5 metros del suelo será de $v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 14,3 \text{ m/s}$.

Haciendo los mismos pasos que en el apartado a, pero teniendo en cuenta que la energía potencial en el suelo es cero (por tener altura cero), la velocidad cuando golpea el suelo es de,

$$E_{m1} = E_{m3} \rightarrow E_{c3} = 456 \text{ J} \rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{2E_{c3}}{m}} = 17,4 \text{ m/s}$$

4 En un determinado momento la energía mecánica de una pelota de tenis es de 19,3 J. ¿Cuál será su masa si lleva una velocidad de 25 m/s y está a 2 m del suelo?.

Puesto que la energía mecánica es la suma de la energía potencial y la cinética, podemos hallar la masa fácilmente

$$E_m = E_c + E_p \rightarrow 19,3 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh \rightarrow m = \frac{19,3}{(v^2/2) + gh} = 0,058 \text{ kg}$$

- 5 Si la potencia de un ciclista es de 450 W, calcula cuál sería la velocidad que alcanzaría al cabo de 6 s de pedalear si en un principio se encontraba parado. ($m_{total} = 85 \text{ kg}$).

Recordemos que la potencia es una medida de la rapidez con la que se realiza un trabajo, por tanto, matemáticamente se representa como la razón entre el trabajo realizado y el tiempo transcurrido en hacerlo.

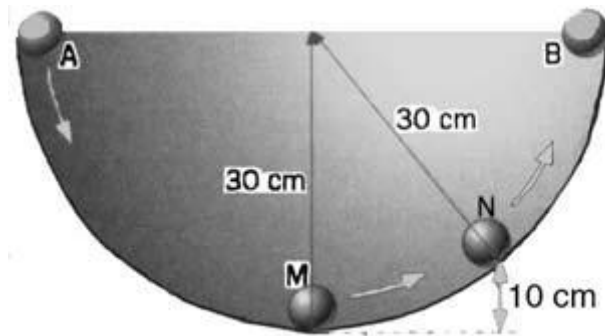
Sabiendo esto y teniendo en cuenta que el ciclista sufre un cambio de velocidad, estamos en condiciones de afirmar que el trabajo realizado se transforma en energía cinética, por tanto

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow W = E_c = P \cdot t = 450 \cdot 6 = 2700 \text{ J}$$

y la velocidad que ha adquirido el ciclista es,

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 8 \text{ m/s}$$

- 6 Una pequeña esfera de 100 gramos de masa se deja caer desde el punto más alto de una semiesfera hueca. El radio de la semiesfera es de 30 centímetros y no existen rozamientos. Calcula



- a) Calcula la energía potencial y cinética en el punto de lanzamiento.

Teniendo en cuenta que todas las magnitudes utilizadas deben de estar en el sistema internacional de unidades,

$$E_{cA} = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{v=0} E_c = 0 \text{ J}$$

$$E_{pA} = mgh = 0,3 J$$

- b) ¿Qué tipo de energías tiene en el punto más bajo de la semiesfera y cuales son sus valores?

Puesto que el origen de alturas se ha puesto en la posición de reposo de la esfera, no existe energía potencial y sólo tenemos energía cinética. Como no sabemos que velocidad tiene en ese punto, para hallar el valor de la energía cinética tenemos que hacer uso del PCE.

$$E_{mA} = E_{mM} \rightarrow E_{pA} = E_{cM} = 0,3 J$$

- c) Repite el apartado b para los puntos N y B.

En el punto que se encuentra a media altura, por una parte podemos hallar directamente el valor de la energía potencial y posteriormente con el PCE hallar la energía mecánica.

$$E_{pN} = mgh = 0,1 J$$

$$E_{mA} = E_{mN} \rightarrow E_{pA} = E_{cN} + E_{pN} \rightarrow E_{cN} = 0,2 J$$

y en el punto más alto donde la velocidad es cero, tan sólo tenemos energía potencial que, como podemos suponer es idéntica que la energía potencial en A.

$$E_{mA} = E_{mB} \rightarrow E_{pA} = E_{pB} \rightarrow E_{pB} = 0,3 J$$

- 7 Un jugador de bolos lanza la bola con una velocidad inicial de 10 m/s. Al llegar al final de la calle su velocidad es de 8 m/s. Calcula el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento.

Tomando como origen de alturas la calle por donde corre el bolo, tan sólo nos queda un tipo de energías, la energía cinética. Si nos dicen que se lanzó con una cierta velocidad y al final de la calle esta velocidad ha disminuido, hemos perdido energía, y ¿en qué se ha perdido?, se pierde en vencer el rozamiento con el suelo, esto es, existe una fuerza de rozamiento.

Por tanto, la pérdida de energía cinética es igual al trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento,

$$W_{roz} = \Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -18m \text{ J}$$

Como no nos da el valor de la masa del bala, el resultado se queda en función de la masa del bala. Además, como debe ser, puesto que es un trabajo de rozamiento, esto es, la fuerza tiene sentido contrario al movimiento, éste, debe ser negativo.

- 8 Un jugador de fútbol golpea una pelota de 400 g. ¿Con qué energía golpeó el balón si este adquirió una altura de 25 metros?, ¿qué velocidad tendrá el balón cuando caiga al suelo?.

Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica, la energía con la que golpeó la pelota viene dada por la energía potencial que tiene el balón a la altura máxima. Hay que tener en cuenta que cuando golpea la pelota, ésta se encuentra con altura nula y que cuando la pelota alcanza la altura máxima no tiene velocidad; dicho de otro modo, sólo existe energía cinética cuando golpea la pelota y sólo existe energía potencial cuando alcanza la altura máxima. Por tanto, la energía mecánica cuando golpea la pelota es,

$$E_{m1} = E_{m2} \rightarrow E_{m1} = E_{p2} = mgh = 100 \text{ J}$$

La velocidad que tendrá el balón cuando llega al suelo también se obtiene a través del PCE. Como ésta se conserva volvemos a tener la misma energía cuando cae la pelota que cuando se golpea y además, sólo existe energía cinética. Entonces,

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 22,36 \text{ m/s}$$

- 9 Una bombilla de 100 W se queda encendida toda la noche, 10 horas. Calcula
- a) ¿Qué energía eléctrica habrá consumido en ese tiempo?. Especifica el resultado en J y kwh.

Aplicamos la expresión matemática que define la potencia y obtenemos fácilmente el valor de la energía pedida, (ponemos todo en unidades del S.I. de unidades),

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E_e}{t} \implies E_e = P \cdot t = 100 \cdot (10 \cdot 60) = 60000 \text{ J}$$

Para pasar este valor a kwh tenemos en cuenta la relación, 1 kWh=3600000 J,

$$60000 \cdot \frac{1 \text{ kwh}}{3600000 \text{ J}} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ kWh}$$

Para que nos hagamos una idea, 1 kWh esta más o menos en 8,3007 cents de euro, esto quiere decir que por esta bombilla pagaríamos 0,13 centimos de euro.

- b) Si nos dicen que el rendimiento energético es de un 8 %, ¿Cuál es la energía útil aprovechada?.

Si tenemos en cuenta la definición de rendimiento energético, éste, es la razón entre el trabajo que realiza un cuerpo y la energía consumida en tanto por ciento, por tanto,

$$R = 100 \frac{W_{realizado}}{E_{consumida}} \implies W_{realizado} = \frac{R}{100 \cdot E_{consumida}} = 4,8 \text{ kWh}$$

El significado es claro, si se consumen 100 kWh sólo 8 kwh se transforman en energía útil, el resto se pierde en energía degradada en forma de calor o ruido.

- 10 Un horno microondas tiene una potencia de 500 W. Cuanta energía consume al calentar un vaso de leche durante 1 minuto.

Este ejercicio es una aplicación directa de la expresión matemática de la potencial. Tan sólo hay que tener en cuenta es que el trabajo se transforma en este caso en energía eléctrica. Teniendo en cuenta que todas las magnitudes utilizadas deben estar en el S.I. de unidades, nos queda

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E_e}{t} \implies E_e = P \cdot t = 500 \cdot 60 = 30000 \text{ J} = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$$

- 11 Si se suministran 5820 J de energía en forma de calor a una bloque de aluminio, su temperatura se eleva 30 °C. Si la masa del bloque de aluminio es de 200 g, ¿cuál es el valor del calor específico del aluminio?

La rapidez con la que cualquier sustancia aumenta o disminuye su temperatura lo marca el calor específico de las sustancias. Según la ecuación fundamental de la calorimetría tenemos,

$$Q = mc_e\Delta T \rightarrow c_e = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{5820}{0,2 \cdot 30} = 970 \frac{J}{kgK}$$

- 12 Se calientan balines de cobre, cada uno con una masa de 1 g, a una temperatura de 100°C. ¿Cuántos balines se deben agregar a 500 g de agua inicialmente a 20°C para que la temperatura final de equilibrio sea de 25°C?

Aquí tenemos un equilibrio térmico, esto es, dos cuerpos que están a distinta temperatura se ponen en contacto para alcanzar al cabo del tiempo la misma temperatura. La sustancia que está a mayor temperatura cede calor a la sustancia que tiene menor temperatura. Tomando n como el número de balines a introducir en la bañera y poniendo todas las magnitudes en unidades del S.I. de unidades, nos queda

$$Q_{cedido} = Q_{absorbido}$$

$$-(m_{cu}c_{ecu}\Delta T_{cu}) = m_{H_2O}c_{eH_2O}\Delta T_{H_2O}$$

$$m_{cu}c_{ecu}(T_i - T_f)_{cu} = m_{H_2O}c_{eH_2O}(T_f - T_i)_{H_2O}$$

$$0,001 \cdot n \cdot 385 \cdot 75 = 0,5 \cdot 4180 \cdot 5$$

$$n = \frac{10450}{0,385} = 27142,85 \text{ balines}$$

NOTA: Tened en cuenta que el calor cedido es negativo.

- 13 En una bañera hay 40 litros de agua a 85°C. ¿Cuántos litros de agua, a 25 °C, deberas añadir para que el conjunto quede a 65 °C?

Problema muy parecido al anterior salvo que en este caso los dos cuerpos que se ponen en contacto son la misma sustancia, el agua. Tomando todas las magnitudes en unidades del S.I. de unidades, nos queda

$$Q_{cedido} = Q_{absorbido}$$

$$-(mc_e\Delta T) = mc_e\Delta T$$

$$m(T_i - T_f) = m(T_f - T_i)$$

$$40 \cdot 20 = m \cdot 40$$

$$m = \frac{800}{40} = 20 \text{ kg} = 20 \text{ litros}$$

- 14 Se añaden 50 g de hierro a 200 °C a 1 litro de agua a 15 °C. Calcula la temperatura cuando se alcance el equilibrio. $c_e(\text{hierro}) = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $c_e(\text{agua}) = 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Problema de equilibrio térmico entre dos sustancias distintas.

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$$

$$-(m_{\text{Fe}}c_{e\text{Fe}}\Delta T_{\text{Fe}}) = m_{\text{H}_2\text{O}}c_{e\text{H}_2\text{O}}\Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{Fe}}c_{e\text{Fe}}(T_i - T_f)_{\text{Fe}} = m_{\text{H}_2\text{O}}c_{e\text{H}_2\text{O}}(T_f - T_i)_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$0,05 \cdot 450 \cdot (200 - T_f) = 4180 \cdot (T_f - 15)$$

$$T_f = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

- 15 Un cubo de hielo de 20 g a 0°C se calienta hasta que 15 g se han convertido en agua a 100°C y 5 g se han convertido en vapor de agua. ¿Cuánto calor se necesitó para lograr esto?. $L_f(\text{agua}) = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $c_e(\text{agua}) = 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $L_v(\text{agua}) = 2,24 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.

En este caso tenemos que hallar por una parte el calor necesario para aumentar la temperatura del sistema y por otro lado el calor necesario para realizar los cambios de estado necesarios hasta llevar nuestro sistema desde el estado sólido al estado gaseoso, teniendo en cuenta que no toda la masa de agua se transforma en vapor de agua. Por tanto,

- Nos dicen que tenemos hielo y este se pasa a estado sólido, por tanto, cambio de estado

$$Q = mL_f = 0,02 \cdot 3,34 \cdot 10^5 = 6680 \text{ J}$$

- La masa de agua a 0°C se lleva hasta los 100°C, esto es, aumento de temperatura

$$Q = mc_e \Delta T = 0,02 \cdot 4180 \cdot 100 = 8360 \text{ J}$$

- Por último, tan sólo 5 g del total se han convertido en vapor de agua (cambio de estado)

$$Q = mL_v = 0,005 \cdot 2,24 \cdot 10^6 = 11200 \text{ J}$$

El calor necesario para lograr el proceso completo viene dado por la suma de los calores de cada una de las etapas,

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 26240 \text{ J}$$