

## SOLUCIONS EXERCICIS ENERGIA

1. Des de un helicòpter, situat a 100m sobre la superfície terrestre, es deixa anar un objecte de massa 2kg. Calcula l'energia mecànica, l'energia cinètica i l'energia potencial en els següents instants.
- Abans de deixar-lo anar.
  - Quan està a 50m del terra.
  - Quan està a 10m del terra.
  - Just en el moment de l'impacte.

Dades:  $h = 100 \text{ m}$   
 $m = 2 \text{ kg}$

apartat a.:

L'objecte es troba en el punt més alt de la seva caiguda i encara no té velocitat de caiguda, per tant, tota la energia mecànica que ostenta el cos és la seva energia potencial.

$$E_m = E_p + E_c \Rightarrow E_m = E_p + 0 = mgh \Rightarrow E_m = E_p = 2\text{kg} \cdot 9,81\text{ms}^{-2} \cdot 100\text{m} = 1962\text{J}$$

apartat b.:

L'objecte ara es troba a meitat del seu trajecte, per tant l'energia mecànica serà la mateixa que en el apartat anterior, però aquesta estarà repartida a parts iguals entre energia potencial i energia cinètica.

$$E_m = E_p + E_c = mgh + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_m = 1962\text{J}$$

$$E_p = 2\text{kg} \cdot 9,81\text{ms}^{-2} \cdot 50\text{m} = 981\text{J}$$

$$E_c = E_m - E_p = 1962\text{J} - 981\text{J} = 981\text{J}$$

apartat c.:

La major part de l'energia potencial inicial s'haurà transformat en energia cinètica. La energia mecànica serà la mateixa que la inicial, no hi ha pèrdues.

$$E_m = E_p + E_c = mgh + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_m = 1962\text{J}$$

$$E_p = 2\text{kg} \cdot 9,81\text{ms}^{-2} \cdot 10\text{m} = 196,2\text{J}$$

$$E_c = E_m - E_p = 1962\text{J} - 196,2\text{J} = 1765,8\text{J}$$

apartat d.:

Tota l'energia potencial inicial s'haurà transformat en energia cinètica. La energia mecànica serà la mateixa que la inicial, no hi ha pèrdues, però aquesta serà únicament deguda a la velocitat de l'objecte.

$$E_m = E_p + E_c \Rightarrow E_m = 0 + E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_m = E_c = 1962\text{J}$$

2. Una placa vitroceràmica de 220v, per la que circula una intensitat de 5A, està connectada 2h. Quina energia ha gastat?

Dades:  $V = 220\text{V}$   
 $I = 5 \text{ A}$   
 $t = 2 \text{ h}$

Canvi d'unitats:

$$\text{temps} = 2\text{h} \cdot \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = 7200\text{s}$$

Càlcul de la energia elèctrica gastada:

$$E_e = V \cdot I \cdot t = 220\text{V} \cdot 5\text{A} \cdot 7200\text{s} = 7,92 \cdot 10^6 \text{ J}$$

3. Una central tèrmica produeix 5500 kWh. Sabent que utilitza antracita com a combustible i que, aproximadament, aprofita el 20% del combustible cremat per a generar electricitat. Calcula la quantitat de tones diàries que son necessàries per fer funcionar la central. Dades: Poder calorífic antracita: 8000kcal/kg.

Dades:  $E_U = 5500 \text{ kWh}$  en 1 hora

$\eta = 20\%$

$P_c = 8000 \text{ kcal/kg}$

Canvi d'unitats:

$$E_U \text{ en una hora} = 5500 \text{ kWh} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kWh}} = 1,98 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

$$P_c = 8000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 3,34 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Càlcul de les tones d'antracita necessària per fer funcionar la central:

$$E_U \text{ en un dia} = E_U \text{ en una hora} \cdot 24 \text{ h} = 1,98 \cdot 10^{10} \text{ J} \cdot 24 \text{ h} = 4,75 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

$$\eta = \frac{E_U}{Q} \Rightarrow Q = \frac{E_U}{\eta} = \frac{4,75 \cdot 10^{11} \text{ J}}{0,2} = 2,37 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$Q = P_{C(\text{antracita})} \cdot m_{\text{antracita}} \Rightarrow m_{\text{antracita}} = \frac{Q}{P_{C(\text{antracita})}} = \frac{2,37 \cdot 10^{12} \text{ J}}{3,34 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 7,096 \cdot 10^4 \text{ kg} = 70,96 \text{ Tm}$$

4. Quina quantitat de butà serà necessari cremar per obtenir una energia calorífica de 10kWh? La pressió del cremador és de 2atm i la temperatura de 28°C. Dades: Poder calorífic butà (C.N.): 22800kcal/m<sup>3</sup>.

Dades:  $Q = 10 \text{ kWh}$

$P_c \text{ (C.N.)} = 22800 \text{ kcal/m}^3$

$T = 28 \text{ }^\circ\text{C}$

$P = 2 \text{ atm}$

Canvi d'unitats:

$$Q = 10 \text{ kWh} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kWh}} = 3,6 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$P_c = 22800 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 9,53 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$P = 2 \text{ atm} \cdot \frac{101300 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} = 202600 \text{ Pa}$$

Càlcul de quantitat de butà necessària per facilitar aquesta energia calorífica:

Primer calcularem el poder calorífic del butà en les condicions de treball:

$$P_{C(\text{butà})}^{28^\circ, 2 \text{ atm}} = P_{C(\text{butà})}^{\text{C.N.}} \cdot \frac{P}{101300} \cdot \left( \frac{273}{273 + T} \right) = 9,53 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \cdot \frac{202600 \text{ Pa}}{101300} \cdot \left( \frac{273}{273 + 28^\circ \text{C}} \right) = 1,73 \cdot 10^8 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

Ara calcularem el volum de butà necessari:

$$Q = P_{C(\text{butà})}^{28^\circ, 2 \text{ atm}} \cdot V \Rightarrow V = \frac{Q}{P_{C(\text{butà})}^{28^\circ, 2 \text{ atm}}} = \frac{3,6 \cdot 10^7 \text{ J}}{1,73 \cdot 10^8 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}} = 0,208 \text{ m}^3$$

5. Es disposa d'un motor per bombejar aigua a un dipòsit que es troba a 40m d'alçada. Calcula el seu rendiment si amb 3kg de combustible (Gasoil) es subministren al dipòsit 100000L. Dades: Poder calorífic gasoil: 10300kcal/kg.

Dades:  $h = 40 \text{ m}$   
 $P_c = 10300 \text{ kcal/kg}$   
 $V_{\text{aigua}} = 100000 \text{ L}$   
 $m_{\text{gasoil}} = 3 \text{ kg}$

Canvi d'unitats:

$$V = 100000 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 100 \text{ m}^3$$

$$P_c = 10300 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 4,3 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Càlcul del rendiment del motor:

Primer calcularem el treball necessari per pujar l'aigua des del terra fins a l'alçada indicada, i que serà igual a la l'energia potencial que ha guanyat l'aigua:

$$W_U = E_p = m \cdot g \cdot h = V \cdot \rho_{\text{aigua}} \cdot g \cdot h = 100 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ m} = 3,92 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Ara calcularem el calor que genera el combustible cremat, que serà l'energia consumida pel motor:

$$E_C = Q = P_c \cdot m = 4,3 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 3 \text{ kg} = 1,29 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Per últim calcularem el rendiment:

$$\eta = \frac{W_U}{E_C} = \frac{3,92 \cdot 10^7 \text{ J}}{1,29 \cdot 10^8 \text{ J}} = 0,3039 \Rightarrow \eta\% = 30,39\%$$

6. Un motor de gas fa funcionar una grua que eleva un pes de 1000kg a una alçada de 27m. Calcula el volum de gas que s'ha de cremar en el motor suposant que la pressió del gas subministrat es de 3atm, la temperatura del combustible és 22°C i el rendiment del motor  $\eta=24\%$ . Dades: Poder calorífic gas: 10100kcal/m<sup>3</sup>.

Dades:  $\eta = 24\%$   
 $P_c \text{ (C.N.)} = 10100 \text{ kcal/m}^3$   
 $T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $P = 3 \text{ atm}$   
 $h = 27 \text{ m}$   
 $m = 1000 \text{ kg}$

Canvi d'unitats:

$$P_c = 10100 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 4,22 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$P = 3 \text{ atm} \cdot \frac{101300 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} = 303900 \text{ Pa}$$

Càlcul de quantitat de gas necessària per fer funcionar la grua:

Primer calcularem el poder calorífic del gas en les condicions de treball:

$$P_{C(\text{gas})}^{22^\circ, 3 \text{ atm}} = P_{C(\text{gas})}^{\text{C.N.}} \cdot \frac{P}{101300} \cdot \left( \frac{273}{273 + T} \right) = 4,22 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \cdot \frac{303900 \text{ Pa}}{101300} \cdot \left( \frac{273}{273 + 22^\circ \text{C}} \right) = 1,17 \cdot 10^8 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

Després hem de calcular el treball necessari per elevar el cos des del terra fins a l'alçada indicada, i que serà igual a la l'energia potencial que ha guanyat el cos:

$$W_U = E_p = m \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 27 \text{ m} = 264870 \text{ J}$$

Ara a partir del rendiment calculem la energia consumida pel motor, que serà el calor proporcionat per el gas:

$$\eta = \frac{W_U}{E_C} \Rightarrow E_C = Q = \frac{W_U}{\eta} = \frac{264870J}{0,24} = 1103625J$$

Ara calculem el volum de gas necessari per generar el calor:

$$Q = P_{C(gas)}^{22^\circ, 3atm} \cdot V \Rightarrow V = \frac{Q}{P_{C(gas)}^{22^\circ, 3atm}} = \frac{1103625J}{1,17 \cdot 10^8 \frac{J}{m^3}} = 0,00943m^3 \Rightarrow V = 9,43L$$

7. **Una central nuclear de 10MW, té un rendiment del 33%. Quin serà el defecte de massa de les reaccions nuclear que es transcorren en el reactor per fer funcionar la central durant un any?**

Dades:  $P_U = 10 MW$

$\eta = 33\%$

$t = 1 any$

Canvi d'unitats:

$$P_U = 10MW \cdot \frac{10^6 W}{1MW} = 10^7 W$$

$$t = 1any \cdot \frac{365dies}{1any} \cdot \frac{24h}{1dia} \cdot \frac{3600s}{1h} = 31536000s$$

Primer calculem l'energia útil que genera la central en un any:

$$E_U = P_U \cdot t = 10^7 W \cdot 31536000s = 3,15 \cdot 10^{14} J$$

Ara a partir del rendiment calculem l'energia consumida per la central en un any i que serà l'energia que subministra les reaccions nuclears que ocorren dins del reactor:

$$\eta = \frac{E_U}{E_C} \Rightarrow E_C = E_N = \frac{E_U}{\eta} = \frac{3,15 \cdot 10^{14} J}{0,33} = 9,54 \cdot 10^{14} J$$

Per últim calculem el defecte de massa que hi ha en les reaccions nuclear:

$$E_N = m \cdot c^2 \Rightarrow m = \frac{E_N}{c^2} = \frac{9,54 \cdot 10^{14} J}{(3 \cdot 10^8 \frac{m}{s})^2} = \frac{9,54 \cdot 10^{14} J}{9 \cdot 10^{16} \frac{m^2}{s^2}} = 0,0106kg = 10,6g$$