

## Exercicis resolts del lliurament

**1.-** Calculeu el pes d'un cos en quilonewtons (kN) sabent que té massa 1350 kg.

Recordeu  $P=m \cdot g$

$g=9,81 \text{ m/s}^2$ , acceleració de la gravetat a nivell de mar.

$$P=m \cdot g=1350 \cdot 9,81=13243,5 \text{ N}=13,243 \text{ kN}$$

**2.-** Calculeu la massa en Kg d'un cos sabent que té un pes de  $22 \cdot 10^6 \text{ N}$

$$m=\frac{P}{g}=\frac{22\,000\,000 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2}=2\,242\,609 \text{ Kg}$$

**3.-** Un motor té un rendiment del 55% i dóna una potència útil de 3250W . Determineu la potència que ha de rebre el motor en kW.

La fórmula del rendiment expressada amb la potència és la relació entre el que es posa ( $P_{\text{subministrada}}$ ) i el que s'obté ( $P_{\text{útil}}$ ).

$$\eta=\frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{subministrada}}}$$

Els 3250 són la potència útil ja que l'enunciat diu: **i dóna una potència...**

$$\eta=\frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{subministrada}}}; P_{\text{subministrada}}=\frac{3250}{0,55}=5909,09 \text{ W}=5,91 \text{ kW}$$

**4.-** Un muntacàrregues puja una massa 100 kg a 30 metres d'alçada en un temps de 45 segons, determineu:

a.- El treball en Joules necessari perquè pugui.

b.- La potència en watts

Aplicant la fórmula de l'energia potencial  $W=\varepsilon_p=m \cdot g \cdot h$  . Si m està en kg, g en  $\text{m/s}^2$  i h en m, el resultat serà en Joules J.

$$W=\varepsilon_p=m \cdot g \cdot h=100 \cdot 9,81 \cdot 30=29430 \text{ J}$$

Aplicant la fórmula de la potència mecànica  $P = \frac{W}{t}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{45} = \frac{100 \cdot 9,81 \cdot 30}{45} = \frac{29430}{45} = 654 \text{ W}$$

**5.-** Un cos de 2 kg es deixa caure des d'una alçada de 3 metres. Calculeu:

a) La velocitat del cos quan està a 1 metre d'alçada i quan arriba a terra

b) L'energia cinètica, potencial i mecànica en les tres situacions esmentades

En la posició inicial el cos encara no ha començat a caure, per tant la seva velocitat és zero. Tindrem:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0 = 0 \text{ J}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 9,81 \cdot 3 = 58,86 \text{ J}$$

$$E_m = E_c + E_p = 0 + 58,86 = 58,86 \text{ J}$$

Quan el cos es troba a 1 metre d'alçada, part de l'energia potencial que tenia a l'inici el cos s'haurà convertit en energia cinètica, però l'energia mecànica continuarà essent la mateixa. Per tant:

$$E_m = E_c + E_p = 58,86 \text{ J}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 9,81 \cdot 1 = 19,62 \text{ J}$$

$$E_c = E_m - E_p = 58,86 - 19,62 = 39,24 \text{ J}$$

Sabent això ja podem calcular la velocitat del cos en aquest moment:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$39,24 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{39,24} = 6,264 \text{ m/s}$$

I per últim, quan el cos arriba a terra l'alçada és zero, i tota l'energia potencial que tenia a l'inici s'haurà convertit en energia cinètica:

$$E_m = E_c + E_p = 58,86 \text{ J}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 9,81 \cdot 0 = 0 \text{ J}$$

$$E_c = E_m - E_p = 58,86 - 0 = 58,86 \text{ J}$$

i la velocitat serà:  $v = \sqrt{58,86} = 7,672 \text{ m/s}$

**6.-** Per un forn domèstic passen 12 amperes a 220 volts. Determineu:

a) Potència calorífica subministrada en Watts.

b) Treball en kW·h i en J realitzat en 6 hores de funcionament.

- Aquí apliquem les fórmules de la potència elèctrica bifàsica  $P = I \cdot V$

- La fórmula normal de la potència  $P = \frac{W}{t}$

- Si s'aïlla el treball queda  $W = P \cdot t$

Unitats:

$$P = \frac{J}{s} = \text{watt (W)}$$

així el treball també pot expressar

$$J = W \cdot s \rightarrow 1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \cdot 1 \text{ s}$$

Relació entre kW·h i joules:

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s (J)}$$

Resolem:

$$P = I \cdot V = 12 \cdot 220 = 2640 \text{ W} = \frac{2640}{1000} = 2,64 \text{ kW}$$

$$W = P \cdot t = 2,64 \cdot 6 = 15,84 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

$$W = 15,84 \text{ kW} \cdot \text{h} = 15,84 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} = 57,02 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s (J)} = 57,02 \text{ MJ}$$

**7.-** Per escalfar una habitatge es fan servir radiadors amb aigua. S'escalfen 200 litres d'aigua des de 25 °C fins a 65 °C. Calor específica de l'aigua 4,18 kJ/(kg·°K),

a) Energia calorífica subministrada per l'aigua en kJ. Densitat de l'aigua  $d = 1 \text{ kg/dm}^3$ .

b) Energia calorífica que s'ha de comunicar a la caldera que escalfa l'aigua en kJ. El rendiment de la caldera és del 70%.

La fórmula que relaciona l'energia o treball (J) amb la de temperatura:  $W = m \cdot C_e \cdot \Delta T$

Unitats:

200 litres = 200 Kg, només en el cas de l'aigua, ja que la seva densitat és:

$$d = 1 \text{ Kg/dm}^3.$$

Resolem:

1 l = 1 Kg; en el cas de l'aigua

$$W = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 200 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot (65 - 25) = 33440 \text{ kJ}$$

$$\eta_{\text{Rendiment}} = \frac{W_{\text{útil}}}{W_{\text{subministrada}}};$$

$$W_{\text{subministrada}} = \frac{W_{\text{útil}}}{\text{Rendiment}} = \frac{33440}{0,7} = 47771,428 \text{ kJ}$$

**8.-** Un escalfador d'aigua funciona amb gas butà de poder calorífic  $p_{butà} = 47 \text{ MJ/kg}$  i pot arribar a donar un cabal d'aigua  $q = 6,5 \text{ l/min}$  i elevar-ne la temperatura  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ . La calor específica de l'aigua és  $C_e = 4,18 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{K)}$ . Determineu, en aquestes condicions:

a) La potència útil  $P$  en MW.

b) El rendiment  $\eta$ , si el consum del combustible és  $q_{butà} = 2,1 \text{ kg/h}$ .

Aigua:  $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L (litre)}$ , només en l'aigua ja que la seva  $d=1 \text{ Kg/dm}^3$ .

El cabal es pot fer servir dos formes diferents:

- Cabal màssic, és la massa per unitat de temps  $q = \frac{m}{t}$  (kg/s)

- Cabal volumètric, és el volum per la unitat de temps  $q = \frac{V}{t}$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Aquests dos cabals es relacionen l'un amb l'altre amb la densitat.

Unitats:

6,5 kg/min passat a kg/s

$$6,5 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = \frac{6,5}{60} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

a) Potència útil

$$W = m \cdot C_e \cdot \Delta T;$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot C_e \cdot \Delta T}{t} = \frac{m}{t} \cdot C_e \cdot \Delta T, \text{ com } q = \frac{m}{t}; \text{ ens queda:}$$

$$P = q \cdot C_e \cdot \Delta T = \frac{6,5}{60} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{K}} \cdot 50 = 22,64 \text{ kW} = 0,02264 \text{ MW}$$

b) El rendiment

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}} \text{ (aigua escalfada)}}{P_{\text{subministrada}} \text{ (combustió butà)}} = \frac{0,02264 \text{ MW}}{q_{butà} \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot p_{butà} \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = \frac{0,02264 \text{ MW}}{2,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot 47 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = \frac{0,02264 \text{ MW}}{0,0274 \text{ MW}} = 0,826$$

**9.-** Una cuina portàtil té 2 cremadors que encesos consumeixen respectivament  $C_1 = 180 \text{ g/h}$  i  $C_2 = 150 \text{ g/h}$  de propà. El poder calorífic del propà és  $P_{\text{calorífic}} = 49 \text{ MJ/kg}$  i es subministra en bombones que contenen  $m = 3 \text{ kg}$  i valen  $P_{\text{bom}} = 5 \text{ €}$ . Determineu:

a) La potència nominal  $P_1$  i  $P_2$  de cada cremador i la potència nominal  $P_t$  de la cuina en kW.

b) La durada  $t$ , en h, d'una bombona amb els 2 cremadors encesos en h.

Aquí podem aplicar la fórmula que ens relaciona la potència amb el consum de combustible i el seu poder calorífic, o fer-ho per factors de conversió mirant bé les unitats.

$$P = p_c \cdot C$$

$P_c$  poder calorífic en J/kg o en J/l  
 $C$  consum de combustible en l/s o en kg/s

a) La potència nominal  $P_1$  i  $P_2$  de cada cremador i la potència nominal  $P_t$  de la cuina.

$$P_1 = C_1 \cdot P_c = \frac{180 \text{ g}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{49 \text{ kJ}}{\text{g}} = 2,45 \text{ kW}$$

$$P_2 = C_2 \cdot P_c = \frac{150 \text{ g}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{49 \text{ kJ}}{\text{g}} = 2,042 \text{ kW}$$

$$P_T = P_1 + P_2 = 2,45 + 2,042 = 4,492 \text{ kW} = 4,492 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

b) La durada  $t$ , en h, d'una bombona amb els 2 cremadors encesos.

Aplicant la fórmula de la potència  $P = W / t \rightarrow t = W / P$

Canvis d'unitats:

$$49 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{10^3 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} = 49 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$4,492 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 4,492 \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

resolució del temps:

$$t = \frac{m \cdot P_c}{P_T} = \frac{3 \text{ kg} \cdot 49 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{4,492 \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}} = 9,091 \text{ h}$$

**10.-** Una bombeta incandescent domèstica està funcionant durant  $t=6,5$  hores al dia a una intensitat de  $I=2$  amperes a  $V=220$  volts.

a. Quina energia en kJ ha consumit per dia.

b. Quina és la seva potència en kW

a. Quina energia en kJ ha consumit per dia.

$$t = 6,5 \cdot 3600 = 23400 \text{ s}$$

$$W = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = 220 \cdot 2 \cdot 23400 = 10,296 \cdot 10^6 \text{ J} = 10296 \text{ kJ}$$

b. Quina és la seva potència en kW

$$P = I \cdot V = 220 \cdot 2 = 440 \text{ W} = 0,44 \text{ kW}$$

**11.-** Una planxa elèctrica té un rendiment del 40% i que dona una potència calorífica de  $P_{\text{útil}}=1250 \text{ W}$ . Determineu la potència elèctrica que ha de rebre la planxa en kW.

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{subministrada}}}; P_{\text{subministrada}} = \frac{1250}{0,4} = 3,125 \text{ kW}$$

**12.-** Per escalfar  $V=1,5$  litres d'aigua des de  $t=15$  fins a  $t=60$  °C (calor específica de l'aigua  $C_e=4,18$  kJ/kg·°C), amb un rendiment del cremador del  $\eta =65\%$ . Determineu:

a) Energia calorífica subministrada a l'aigua.

b) Energia calorífica que s'ha de comunicar al cremador que escalfa l'aigua.

a. Energia calorífica que dóna l'aigua

Densitat de l'aigua  $d=1$  kg/dm<sup>3</sup>

$$W = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 1,5 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (60 - 15) ^\circ\text{C} = 282,15 \text{ kJ}$$

b. Energia calorífica que es comunica a la caldera que escalfa l'aigua

$$\eta = \frac{W_{\text{útil}}}{W_{\text{subministrat}}}; W_{\text{subministrat}} = \frac{282,15}{0,65} = 434,07 \text{ kJ}$$

**13.-** Un calefactor elèctric domèstic està a una tensió  $V= 220$  V i té una resistència  $R = 20$  ohms, funciona 3 hores diàries durant 30 dies al mes. Determineu:

1) Potència consumida pel calefactor.

2) Calor en Joules generat diàriament .

3) Cost mensual del consum elèctric si l'electricitat està a 0,10 euros/kWh

1) Potència consumida

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A}$$

$$P = I \cdot V = 11 \cdot 220 = 2420 \text{ W}$$

2) Calor en Joules generat cada dia

$$W = P \cdot t = I \cdot V \cdot t = 11 \cdot 220 \cdot 3 \cdot 3600 = 26136000 \text{ J}$$

3) Cost mensual del consum elèctric si l'electricitat està a 0,10 euros/kWh

$$\text{Cost} = W (\text{kW}) \cdot t (\text{h}) \cdot 0,10 \left( \frac{\text{euros}}{\text{kW} \cdot \text{h}} \right) = \frac{I \cdot V}{1000} \cdot t \cdot 0,10 = \frac{11 \cdot 220}{1000} \cdot 3 \cdot 30 \cdot 0,10 = 21,78 \text{ euros}$$