

## 1. ENERGIA, TREBALL I POTÈNCIA

Unidades conversión: 1 cal = 4,18 J - 1J = 1 w · s - 1 eV = 1'602 · 10<sup>-19</sup>J

1 kWh = 1000 Wh = 1000 Wh · 3600 s/h = 3600 · 1000 J = 3'6 · 10<sup>6</sup>J

Treball:  $T = F \cdot d$  ó  $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha \rightarrow$  Potència:  $P = T/t$  ò  $P = W/t$  1 CV = 735 W

Energía mecànica:  $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$

Energía tèrmica o calorífica:  $Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$

Energía química:  $Q = P_c \cdot m \rightarrow P_c$  : poder calorífic

Energía nuclear:  $E = mc^2 \rightarrow c$ : velocitat de la luz, 3·10<sup>8</sup> m/s.

Energía elèctrica:  $E = P \cdot t \rightarrow E = V \cdot I \cdot t$

Rendiment:  $\eta = \frac{W_u}{W_c} = \frac{E_u}{E_c} = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{consumida}}}$

### Exercicis:

4. Un muntacàrregues puja una massa de 1 800 kg a 20 m d'altura en 1 minut. Calcula el treball que efectua i la potència del motor, en CV, en els casos següents:

a) Considerant nul el fregament.

$$G = m \cdot g = 1800 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 17658 \text{ N}$$

$$W = F \cdot s = 17658 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 353160 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{353160 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 5886 \text{ W}$$

$$5886 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{736 \text{ W}} = 7,99 \text{ CV}$$

b) Si la força de fregament que ha de vèncer és de 1 500 N.

$$W = F \cdot s = (17658 \text{ N} + 1500 \text{ N}) \cdot 20 \text{ m} = 383160 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{383160 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 6386 \text{ W}$$

$$6386 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{736 \text{ W}} = 8,67 \text{ CV}$$

16. Calcula la potència, en CV, proporcionada per la línia elèctrica a un motor de rendiment 0,9 que ens dona una potència a l'eix de 3 312 W.

$$P_c = \frac{P_u}{\eta} = \frac{3312 \text{ W}}{0,9} = 3680 \text{ W}$$

$$3680 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{736 \text{ W}} = 5 \text{ CV}$$

2. Calcula el temps que una motorbomba de 10 CV, treballant a plena càrrega, tardarà a omplir d'aigua un dipòsit de 200 m<sup>3</sup> situat a 25 m d'alçada. Les pèrdues totals d'energia són d'un 20 %.

$$10 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 7360 \text{ W}$$

$$E_p = mgh = 200 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ m} = 49,05 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} \cdot 100 = \frac{49,05 \cdot 10^6 \text{ J}}{80} \cdot 100 = 61,3125 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{61,3125 \cdot 10^6 \text{ J}}{7360 \text{ W}} = 8330,5 \text{ s} = 2,3 \text{ h}$$

5. Des de dalt de tot d'un edifici de 30 m deixem caure un cos de massa 50 g que arriba a terra a una velocitat de 20 m/s. Quina és l'energia que s'ha dissipat per fregament amb l'aire?

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,05 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 = 10 \text{ J}$$

$$E_p = mgh = 0,05 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ m} = 14,715 \text{ J}$$

$$E = E_p - E_c = 14,715 \text{ J} - 10 \text{ J} = 4,715 \text{ J}$$

13. Calcula la potència que subministra una central hidroelèctrica que aprofita l'energia d'un salt d'aigua de 50 m d'alçada amb un cabal d'aigua  $q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ , si el rendiment del turboalternador és  $\eta = 0,76$ .

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{5000 \cdot 9,81 \cdot 50}{1} = 2452,5 \text{ kW}$$

$$P_u = P_c \cdot \eta = 2452,5 \cdot 0,76 = 1863,9 \text{ kW}$$

17. Un motor que subministra 2 CV té un rendiment del 55 %. Quina és l'energia en joules que consumirà en dues hores de funcionament?

$$P_c = \frac{P_u}{\eta} = \frac{2 \text{ CV}}{0,55} \cdot 100 = 3,636 \text{ CV}$$

$$3,636 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 2676,3 \text{ W}$$

$$W = P \cdot t = 2676,3 \text{ W} \cdot 7200 \text{ s} = 1,926 \cdot 10^7 \text{ J}$$

4. Una central elèctrica té un grup turboalternador de 10 MW, amb un rendiment del 80 %, situat a 120 m per sota el nivell mitjà de l'envasament. Quina ha de ser la capacitat en hm<sup>3</sup> per cobrir la demanda d'energia durant 1 mes.

$$P_c = \frac{P_u}{\eta} \cdot 100 = \frac{10 \text{ MW}}{0,80} \cdot 100 = 12,5 \text{ MW}$$

$$P = \frac{mgh}{t} \rightarrow m = \frac{P t}{g h} = \frac{12,5 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 120 \text{ m}} =$$

$$= 2,75229 \cdot 10^9 \text{ kg} = 2,75229 \cdot 10^9 \text{ L} =$$

$$= 2,75229 \cdot 10^9 \text{ L} \cdot \frac{\text{m}^3}{10^3 \text{ L}} \cdot \frac{\text{Hm}^3}{10^6 \text{ m}^3} = 27,5229 \text{ Hm}^3$$

## 2. Els recursos energètics

- Poder calorífic (energia de la combustió):  $P_c = P_c(CN) \cdot \frac{p}{101300} \cdot \frac{273}{273+T}$
- Capacitat calorífica (C Quantitat de calor per elevar 1º):  $Q = C(T_2 - T_1) = m \cdot c_e(T_2 - T_1)$
- Consum: és el temps de la potència consumida o la massa consumida en aquest temps:  $C = \frac{E_c}{P_c}$

6. Una indústria necessita 15000 L d'aigua calenta cada dia, que s'ha d'escalfar de 20 °C a 90 °C. Disposa d'una instal·lació calefactors que utilitza carbó amb un poder calorífic de 28 MJ/kg i amb un rendiment del 75%. Calcula la quantitat de carbó que ha de cremar cada dia. (Calor específica de l'aigua  $c_e = 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .)

$$E_u = \frac{4,18 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \cdot 15000 \text{ L} \cdot 70 ^\circ\text{C} = 4,39 \cdot 10^3 \text{ MJ}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} = \frac{4,39 \cdot 10^3}{0,75} = 5,85 \cdot 10^3 \text{ MJ}$$

$$m = \frac{E_c}{p_c} = \frac{5,85 \cdot 10^3}{28} = 208,93 \text{ kg}$$

6. Una indústria necessita 15000 L d'aigua calenta cada dia, que s'ha d'escalfar de 20 °C a 90 °C. Disposa d'una instal·lació calefactors que utilitza carbó amb un poder calorífic de 28 MJ/kg i amb un rendiment del 75%. Calcula la quantitat de carbó que ha de cremar cada dia. (Calor específica de l'aigua  $c_e = 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .)

$$E_u = \frac{4,18 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \cdot 15000 \text{ L} \cdot 70 ^\circ\text{C} = 4,39 \cdot 10^3 \text{ MJ}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} = \frac{4,39 \cdot 10^3}{0,75} = 5,85 \cdot 10^3 \text{ MJ}$$

$$m = \frac{E_c}{p_c} = \frac{5,85 \cdot 10^3}{28} = 208,93 \text{ kg}$$

13. Calcula el consum de benzina per cada 100 km del motor d'un automòbil que desenvolupa una potència de 60 CV amb una velocitat mitjana de 100 km/h i amb un rendiment del motor del 32%. (Poder calorífic de la benzina  $p_c = 35 \text{ MJ/L}$ .)

$$E_u = P \cdot t = 44160 \cdot 3600 = 1,589 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} = \frac{1,589 \cdot 10^8}{0,32} = 4,968 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$V = \frac{E_c}{p_c} = \frac{4,968 \cdot 10^8}{35 \cdot 10^6} = 14,19 \text{ L}$$

3. Una central tèrmica que utilitza gas natural disposa d'un grup motriu que té un rendiment del 40% i proporciona una potència de 200 MW. Calcula el consum horari de gas si se subministra a 5 atm i a 20 °C. Poder calorífic del gas natural  $p_c(CN) = 46 \text{ MJ/m}^3$ .

$$E_u = P \cdot t = 200 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 7,2 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

$$E_c = E_u / \eta = 7,2 \cdot 10^{11} \text{ J} / 0,4 = 1,8 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$p = 5 \cdot 101300 = 506500 \text{ Pa}$$

$$P_c = P_c(CN) \cdot p \cdot \frac{p}{101300} = \frac{273}{273 + T}$$

$$= 46 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \cdot \frac{506500}{101300} \cdot \frac{273}{273 + 20} = 2,142 \cdot 10^8 \text{ J/m}^3$$

$$\text{Consum/h} = \frac{E_c}{P_c} = \frac{1,8 \cdot 10^{12} \text{ J}}{2,142 \cdot 10^8 \text{ J/m}^3} = 8403 \text{ m}^3/\text{h}$$

14. Una central tèrmica que utilitza gas natural disposa d'un grup motriu que té un rendiment  $\eta = 40\%$  i proporciona una potència  $P_u = 200 \text{ MW}$ . Calcula el consum horari de gas  $c_{hor}$  si se subministra a una pressió  $P = 506,5 \text{ kPa}$  i a una temperatura  $T = 20 ^\circ\text{C}$ . Poder calorífic del gas natural  $p_c(CN) = 46 \text{ MJ/m}^3$ .

$$E_u = P_u \cdot t = 200 \cdot 10^6 \cdot 3600 = 7,2 \cdot 10^{11} \text{ J/h}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} = \frac{7,2 \cdot 10^{11}}{0,4} = 1,8 \cdot 10^{12} \text{ J/h}$$

$$p_c = p_c(CN) \cdot \frac{p}{101300} \cdot \frac{273}{273 + T} = 46 \cdot \frac{506500}{101300} \cdot \frac{273}{273 + 20} =$$

$$= 214,3 \text{ MJ/m}^3$$

$$C_h = \frac{E_c}{p_c} = \frac{1,8 \cdot 10^{12}}{214,3 \cdot 10^6} = 8399,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

14. Una central tèrmica que utilitza gas natural disposa d'un grup motriu que té un rendiment  $\eta = 40\%$  i proporciona una potència  $P_u = 200 \text{ MW}$ . Calcula el consum horari de gas  $c_{hor}$  si se subministra a una pressió  $P = 506,5 \text{ kPa}$  i a una temperatura  $T = 20 ^\circ\text{C}$ . Poder calorífic del gas natural  $p_c(CN) = 46 \text{ MJ/m}^3$ .

$$E_u = P_u \cdot t = 200 \cdot 10^6 \cdot 3600 = 7,2 \cdot 10^{11} \text{ J/h}$$

$$E_c = \frac{E_u}{\eta} = \frac{7,2 \cdot 10^{11}}{0,4} = 1,8 \cdot 10^{12} \text{ J/h}$$

$$p_c = p_c(CN) \cdot \frac{p}{101300} \cdot \frac{273}{273 + T} = 46 \cdot \frac{506500}{101300} \cdot \frac{273}{273 + 20} =$$

$$= 214,3 \text{ MJ/m}^3$$

$$C_h = \frac{E_c}{p_c} = \frac{1,8 \cdot 10^{12}}{214,3 \cdot 10^6} = 8399,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

5. Calcula el rendiment d'una instal·lació que consumeix  $c = 3 \text{ m}^3/\text{h}$  de gas natural a una pressió  $p = 303,9 \text{ kPa}$  i a una temperatura  $T = 25 ^\circ\text{C}$  per obtenir un cabal d'aigua calenta  $q = 500 \text{ L/h}$  a una temperatura  $T_2 = 90 ^\circ\text{C}$ , si la temperatura inicial de l'aigua és de  $t_1 = 20 ^\circ\text{C}$ . Poder calorífic del gas natural  $p_c(CN) = 44 \text{ MJ/m}^3$ .

$$p_c = p_c(CN) \cdot p \cdot \frac{273}{273 + T} = 44 \cdot \frac{303,9}{101,3} \cdot \frac{273}{273 + 25} =$$

$$= 120,926 \text{ MJ/m}^3$$

$$E_c = p_c \cdot c = 120,926 \cdot 3 = 362,778 \text{ MJ}$$

$$E_u = Q = m \cdot c_e \cdot (T_2 - T_1) = 500 \cdot 4,18 \cdot (90 - 20) = 146300 \text{ kJ}$$

$$\eta = E_u / E_c = (146300 \cdot 10^3) / (362,778 \cdot 10^6) =$$

$$= 0,4032 = 40,32\%$$

### 3. Producció i distribució d'energia elèctrica

- Pèrdues de potència en trifàsic:  $p = 3 \cdot R_L \cdot I^2 = \frac{3 \cdot \rho \cdot L \cdot I^2}{s}$
- Intensitat en trifàsic:  $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$

33. Quines són les pèrdues de potència per l'efecte Joule en una línia trifàsica de 25 kV, 10 MW,  $\cos \varphi = 0,8$  i 10 km de longitud, si els conductors són de Cu de 150 mm<sup>2</sup> amb un coeficient de resistivitat  $\rho = 17,5 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot m$ ? Si la tensió de la línia fos de 380 V, quines serien llavors les pèrdues? Compara els dos resultats.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} = \frac{10 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 288,67 \text{ A}$$

$$p = \frac{3\rho LI^2}{s} = \frac{3 \cdot 17,5 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 288,67^2}{15 \cdot 10^{-7}} = 291\,656,29 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} = \frac{10 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 18\,991,44 \text{ A}$$

$$p = \frac{3\rho LI^2}{s} = \frac{3 \cdot 17,5 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 18\,991,44^2}{15 \cdot 10^{-7}} = 1\,262 \text{ MW}$$

### 4. Energies alternatives

1. Un escalfador d'aigua funciona amb gas butà de poder calorífic  $p_{c \text{ butà}} = 47 \text{ MJ/kg}$  i pot arribar a donar un cabal d'aigua  $q = 6,5 \text{ L/min}$  i elevar-ne la temperatura  $\Delta t = 50 \text{ °C}$ . La calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18 \text{ J/(g K)}$ . Determina, en aquestes condicions:

a) La potència útil  $P_u$ .

La quantitat de calor útil  $Q_u$  obtinguda en 1 min a plena càrrega, és:

$$Q_u = q \cdot c_e \cdot \Delta t = 6,5 \cdot 10^3 \cdot 4,18 \cdot 50 = 1\,358\,000 \text{ J/min}$$

Per tant, la potència útil  $P_u$  serà la quantitat de calor obtinguda en la unitat de temps  $t = 1 \text{ s}$ :

$$P_u = \frac{Q_u}{t} = \frac{1\,358\,000}{60} = 22\,641,67 \text{ W}$$

15. Calcula les pèrdues de potència d'una línia trifàsica de 100 km de longitud que transporta una potència de 100 MW amb un  $\cos \varphi$ , a una tensió de 400 kV, si està feta de conductors d'alumini de 300 mm<sup>2</sup> ( $\rho_{Al} = 28 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot m$ ).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} = \frac{100 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 180,42 \text{ A}$$

$$p = 3 \cdot R_L \cdot I^2 = \frac{3 \rho L I^2}{s} = \frac{3 \cdot 28 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 180,42^2}{400 \cdot 10^{-6}} = 683\,578,9 \text{ W}$$

5. Les turbines de gas s'utilitzen principalment a les centrals:

- De cycle combinat.
- Nuclears.
- Tèrmiques de fuel.
- Minihidràuliques.

Resposta a).

b) Elrendiment si el consum de combustible és  $q = 2,1 \text{ kg/h}$ .

El rendiment és la relació que hi ha entre la calor necessària per escalfar l'aigua i la calor que desprèn el combustible utilitzat; en 1 hora:

$$\eta = \frac{Q_{u \text{ hora}}}{Q_c} = \frac{Q_{u \text{ minut}}}{q_{\text{butà}} \cdot p_{\text{butà}}} = \frac{1\,358\,000 \cdot 60}{2,1 \cdot 46 \cdot 10^6} = 0,8258$$

$$\eta\% = 82,58\%$$

c) El temps mínim  $t_{\text{min}}$  i la quantitat de butà  $m$  necessaris per escalfar 50 °C un volum d'aigua  $V = 50 \text{ L}$ .

Si quan funciona a plena càrrega l'escalfador, dona un cabal  $q = 6,5 \text{ L/min}$ , el temps necessari  $t_{\text{min}}$  per escalfar un volum d'aigua  $V = 50 \text{ L}$  serà:

$$t_{\text{min}} = \frac{V}{q} = \frac{50}{6,5} = 7,69 \text{ min}$$

**Exercicis proposats amb solució:****Exercici 1**

Calcula el consum en una hora de funcionament,  $c_h$ , d'un motor de benzina que desenvolupa una potència útil  $P_u = 25$  kW amb un rendiment  $\eta = 30\%$ . La benzina té una densitat  $\rho = 0,72$  g/cm<sup>3</sup> i un poder calorífic  $p_c = 46$  MJ/kg.

**Sol:  $C_h = 9,06$  l****Exercici 2**

Una central nuclear que funciona amb un rendiment  $\eta = 38\%$  ha consumit una massa  $m = 400$  g d'urani en 300 dies de funcionament. Calcula:

- L'energia elèctrica  $E_u$  produïda, en kWh.
- La potència útil  $P_u$  de la central.
- El consum diari  $c_{dia}$  de gas natural, de poder calorífic  $p_c$  (CN) = 46 MJ/m<sup>3</sup>, subministrat a una pressió  $p = 303,9$  kPa i a una temperatura  $t = 22$  °C, per produir la mateixa energia elèctrica  $E_{dia}$  que la central nuclear.

**Sol: a)  $3,8 \cdot 10^9$  kWh; b) 527,78 MW; c)  $9,82 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>****Exercici 3**

Una indústria ha d'escalfar diàriament 20 m<sup>3</sup> d'aigua de 10 °C fins a 90. Quina quantitat (m<sup>3</sup>) de gas butà consumirà si el rendiment dels escalfadors és del 40%? Poder calorífic del gas butà en CN: 28700 kcal/m<sup>3</sup>,  $c_e$  aigua: 4,18 kJ/kg.

**Sol:  $V = 139,4$  m<sup>3</sup>****Exercici 4**

Un motor que subministra 200 CV de potència, té un rendiment del 55%. Quina quantitat (kg) de gasoil consumirà en dues hores de funcionament? Poder calorífic del gasoil: 44 MJ/kg.

**Sol:  $m = 43,80$  kg****Exercici 5 (juny 2001)**

Una central tèrmica subministra l'energia a la xarxa trifàsica a una tensió  $U = 110$  kV. El combustible que fa servir és gas natural d'un poder calorífic  $p_c = 32$  MJ/kg. El rendiment (energia elèctrica/energia tèrmica del combustible) és  $\eta = 0,36$ . Determineu, quan el consum és  $c = 8$  kg/s:

- La potència subministrada per la central.
- La intensitat que subministra a la línia. (És útil recordar que per al corrent trifàsic

$$P_e = \sqrt{3} U I \cos\varphi. \text{ En aquest cas podeu prendre } \cos\varphi = 0,95.$$

Si funciona en aquest règim durant 12 hores, determineu:

- El consum total de gas i l'energia total produïda, en kW·h.

**Sol: a)  $P_e = 92,16$  MW; b)  $I = 509,2$  A; c)  $c_{12h} = 345,6$  t;  $E_{produïda} = 1,106 \cdot 10^6$  kWh**

**Exercici 6 (juny 2002)**

En una planta de tractament de residus s'utilitza la combustió de biomassa (residus vegetals i animals) per produir aigua calenta. La planta rep diàriament  $m_b = 30$  t de biomassa de poder calorífic  $p_b = 9$  MJ/kg, que crema al llarg de tot el dia. El rendiment de la instal·lació és  $\eta = 0,60$ . La calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18$  J/(g °C) i cal incrementar la seva temperatura en  $\Delta t = 50$  °C. Determineu:

- L'energia diària  $E_{\text{dia}}$ , en kW·h, i la potència mitjana, en kW, produïdes per la combustió de la biomassa.
- La quantitat  $m$  d'aigua diària escalfada.
- El cabal mitjà  $q$ , en l/s, d'aigua calenta que es produeix.

**Sol: a)  $E_{\text{dia}} = 75 \cdot 10^3$  kWh;  $P_{\text{mitjana}} = 3125$  kW; b)  $m = 775 \cdot 10^3$  kg; c)  $q = 8,971$  l/s;**

**Exercici 7 (juny 2003)**

Una caldera mixta calefacció-aigua calenta funciona amb gas natural de poder calorífic  $p_c = 62$  MJ/kg. Quan només subministra aigua calenta, pot donar-ne fins a un cabal  $q = 13,2$  l/min i elevar-ne la temperatura  $\Delta t = 30$ °C. Determineu, en aquestes condicions:

- La potència útil  $P$ . (La calor específica de l'aigua és  $c_{\text{aigua}} = 4,18$  J/(g °C)).
- El rendiment  $\eta$  si el consum de combustible és  $q_{\text{comb.}} = 0,52$  g/s.
- El temps  $t$  i el combustible  $m$  necessaris per escalfar 30°C un volum d'aigua  $V = 180$  l.

**Sol: a)  $P = 27,59$  kW; b)  $\eta = 85,58\%$ ; c)  $t = 818,2$  s;  $m = 425,5$  g.**

**Exercici 8**

Calcula el rendiment d'una instal·lació que consumeix  $c = 3$  m<sup>3</sup>/h de gas natural a una pressió  $p = 303,9$  kPa i a una temperatura  $T = 25$  °C per obtenir un cabal d'aigua calenta  $q = 500$  L/h a una temperatura  $T_2 = 90$  °C, si la temperatura inicial de l'aigua és de  $T_1 = 20$  °C. Poder calorífic del gas natural  $p_c(\text{CN}) = 44$  MJ/m<sup>3</sup>.

**Sol:  $\eta = 40,32$  %.**

**Exercici 9 (juny 2008)**

Un sistema de calefacció amb gas natural, de poder calorífic  $p = 39,9 \text{ MJ/kg}$  i cost  $c = 0,19 \text{ €/kg}$ , escalfa l'aire d'un local de volum  $V = 750 \text{ m}^3$ . Inicialment, la temperatura del local és la mateixa que la temperatura exterior,  $t_1 = 10 \text{ °C}$ , i es vol escalfar fins a  $t_2 = 23 \text{ °C}$ . Per a aquest rang de temperatures, la densitat de l'aire és  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , i la calor específica,  $c_p = 1 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ . El rendiment del sistema de calefacció és  $\eta = 80\%$ .

a) Si no hi ha fuites, determineu el cost econòmic  $c_1$ , en €, del combustible per a escalfar l'aire del local.

Se suposa que les fuites a través dels orificis i parets són proporcionals a la diferència  $\Delta t$  entre la temperatura interior  $t_{\text{int}}$  i la temperatura exterior  $t_{\text{ext}}$ , de manera que  $P_f = k \cdot \Delta t$ , si  $k = 1231 \text{ W/°C}$ :

b) Representeu, de manera aproximada i indicant les escales, el gràfic de la potència  $P_f$  per a  $0 \leq \Delta t \leq 13 \text{ °C}$ .

c) Determineu el cost econòmic  $c_2$ , en €, del combustible per a mantenir calent durant 12 h l'aire del local quan  $\Delta t = 13 \text{ °C}$ .

**Sol: a)  $c_1 = 0,0696 \text{ €}$ ; c)  $c_2 = 4,11 \text{ €}$ .**

**Exercici 10 (setembre 2006)**

Una màquina llevaneus emprà un combustible de densitat  $\rho_c = 0,85 \text{ kg/l}$  i de poder calorífic  $p_c = 44 \text{ MJ/kg}$ . El dipòsit de combustible té una capacitat  $V = 3,5 \text{ l}$  i proporciona a la màquina una autonomia  $t_{\text{au}} = 2 \text{ h}$ . El motor de la màquina té una potència  $P_{\text{mot}} = 5,1 \text{ kW}$ . L'amplada de treball de la màquina és  $b = 0,5 \text{ m}$  i l'alçada de la capa que extreu és  $h = 30 \text{ cm}$ , la qual cosa li proporciona una capacitat d'evacuació de neu  $c_{\text{ev}} = 42 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Determineu:

a) La velocitat  $v$  a la qual avança la màquina.

b) La capacitat calorífica  $c_c$ , en MJ, del combustible del dipòsit.

c) El rendiment del motor,  $\eta$ , de la màquina llevaneus.