

### Exercici 1

Es disposa d'una barra d'acer amb una longitud inicial  $L = 800$  mm a  $20^\circ\text{C}$ . El coeficient de dilatació lineal de l'acer és  $\alpha = 13 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Quina serà la longitud final quan la temperatura hagi incrementat  $400^\circ\text{C}$ ?

- a) 804,16 mm
- b) 803,95 mm
- c) 800,01 mm
- d) 800,30 mm

### Exercici 2

Una bombona de gas butà conté 12,5 kg d'aquest gas en estat líquid a una pressió de 303 kPa quan es troba a  $20^\circ\text{C}$ . Aquestes bombones estan dissenyades perquè, si la pressió arriba a 2 634 kPa, salti la vàlvula de seguretat i surti el gas de l'interior. La bombona s'escalfa fins a  $600^\circ\text{C}$ . Considerant el butà un gas ideal, es pot afirmar que

- a) la bombona explotarà.
- b) es dispararà la vàlvula de seguretat.
- c) la pressió augmentarà fins a 902,8 kPa.
- d) la pressió a l'interior de la bombona no canviarà.

### Exercici 3

Una estufa d'exterior alimentada amb gas butà té un consum regulable d'entre  $c_{\min} = 450$  g/h i  $c_{\max} = 800$  g/h de butà. El poder calorífic del butà és  $p_b = 49,61$  MJ/kg i es distribueix en bombones que contenen una massa de butà de  $m_b = 12,5$  kg. Determineu:

- a) La potència mínima  $P_{\min}$  i màxima  $P_{\max}$  de l'estufa. [0,5 punts]
- b) La durada de funcionament màxima d'una bombona  $t_{\max}$ . [0,5 punts]
- c) El gràfic de la durada  $t$  d'una bombona en hores, en funció del consum  $c$  de butà, i indiqueu-ne les escales. [1 punt]

Una terrassa de bar té instal·lades  $n=3$  d'aquestes estufes que funcionen durant  $t_{\text{bar}} = 10$  hores al dia a potència màxima. L'Oficina Catalana del Canvi Climàtic estima un factor d'emissió  $FE = 2,96$  kg de  $\text{CO}_2$  per cada kilogram de gas butà. Determineu:

- d) La massa de  $\text{CO}_2$  emesa en un dia de funcionament  $m_{\text{CO}_2}$ . [0,5 punts]

#### Exercici 4

L'Ajuntament d'un poble ha aprovat un pla de millora energètica i ambiental que inclou la instal·lació de conjunts de plaques solars fotovoltaïques en un dels edificis municipals amb la finalitat de cobrir un  $r = 15\%$  de la demanda d'electricitat. La potència total instal·lada en aquest edifici és  $P_{\text{inst}} = 30 \text{ kW}$  i s'estima un consum mitjà  $c = 75\%$  durant  $t = 12 \text{ h/dia}$ . El factor d'emissió de la comercialitzadora elèctrica és  $FE = 241 \text{ g CO}_2/(\text{kW h})$ . L'Ajuntament ha escollit una placa que té una àrea efectiva  $A = 1,45 \text{ m}^2$  i que, en condicions normals (és a dir, a  $20^\circ\text{C}$  i amb una intensitat de radiació solar  $I_{\text{rad}} = 1\,000 \text{ W/m}^2$ ) subministra una potència  $P_{\text{placa}} = 194 \text{ W}$ . Determineu:

- a) L'energia total consumida  $E_{\text{cons}}$  en un any a l'edifici municipal.
- b) La potència  $P_{\text{foto}}$  que ha de subministrar la instal·lació fotovoltaïca.
- c) El rendiment de la placa  $\eta_{\text{placa}}$ .
- d) El nombre mínim de plaques  $n_p$  suposant condicions normals.
- e) Les emissions de gasos d'efecte hivernacle ( $\text{CO}_2$ ) que s'evitaria emetre a l'atmosfera durant un any  $\Delta m$ .

#### Exercici 5

S'utilitza un petit generador elèctric dièsel per a subministrar electricitat a llocs on no arriba el corrent elèctric. El sistema es compon d'un motor dièsel (amb una velocitat de gir del motor  $n = 3\,000 \text{ min}^{-1}$ ) i un alternador monofàsic units directament per un eix comú. El gasoil utilitzat té un poder calorífic  $p_c = 44,8 \text{ MJ/kg}$  i una densitat  $\rho_{\text{gasoil}} = 0,85 \text{ kg/L}$ . La potència subministrada pel motor dièsel és  $P_{\text{mot}} = 7,457 \text{ kW}$ , i la subministrada per l'alternador  $P_{\text{elèctr}} = 5,5 \text{ kW}$ . El sistema disposa d'un dipòsit de combustible de volum  $V = 14 \text{ L}$  que garanteix  $t = 13 \text{ h}$  d'autonomia en les condicions descrites. Determineu:

- a) El rendiment de l'alternador  $\eta_{\text{alt}}$ .
- b) El consum del motor dièsel  $c_{\text{gasoil}}$  en  $\text{g/h}$ .
- c) El rendiment del motor  $\eta_{\text{mot}}$ .
- d) La potència total dissipada  $P_{\text{diss}}$  pel conjunt.

### Exercici 6

En una terrassa de bar hi ha instal·lades 4 estufes de butà que funcionen 8 hores cada dia. El consum de cadascuna d'elles és de 600 g de butà per hora. L'Oficina Catalana del Canvi Climàtic estima un factor d'emissió de 2,96 kg de  $\text{CO}_2$  per cada kilogram de gas butà i un factor de 2,79 kg de  $\text{CO}_2$  per cada litre de gasoil. Quants kilòmetres es podran recórrer amb un cotxe de gasoil que té un consum de 5,4 L/100 km fins a emetre la mateixa quantitat de  $\text{CO}_2$  que les 4 estufes del bar funcionant 1 dia?

- a) 355,6 km
- b) 94,31 km
- c) 377,2 km
- d) 47,15 km

### Exercici 7

Una bombona d'aire de busseig conté 15 litres a 20 °C i 22 MPa. Considerant que té un comportament de gas ideal, determineu el volum d'aquest aire quan es troba a la mateixa temperatura, però a una pressió de 1 013 hPa.

- a) 217,2 L
- b) 3,258 m<sup>3</sup>
- c) 2,962 m<sup>3</sup>
- d) 3,258 L

### Exercici 8

Un cotxe de benzina de massa  $m = 1\,650$  kg es desplaça per un terreny horitzontal i accelera de  $v_1 = 80$  km/h a  $v_2 = 120$  km/h en  $t = 6,9$  s. El poder calorífic de la benzina és  $p = 46$  MJ/kg i la seva densitat  $\rho = 0,72$  g/cm<sup>3</sup>. El rendiment del conjunt motor i transmissió és  $\eta = 0,4$ . Suposant negligible la fricció amb l'aire, determineu:

- a) La potència mitjana desenvolupada pel motor  $P_{\text{útil}}$ . [1 punt]
- b) L'energia consumida  $E_{\text{cons}}$ . [0,5 punts]
- c) El volum de combustible utilitzat  $V$ . [1 punt]

### Exercici 9

Per a mantenir la temperatura d'un hivernacle entre 15 °C i 18 °C, s'utilitza una caldera d'aigua de rendiment  $\eta_c = 0,91$  que utilitza gasoil com a combustible. De mitjana, la caldera subministra una potència  $P_{\text{subm}} = 1\,758\text{ kW}$  durant 4 hores al dia, 170 dies l'any. El poder calorífic del gasoil és  $p_c = 44,8\text{ MJ/kg}$ , la seva densitat és  $\rho_{\text{gasoil}} = 0,85\text{ kg/L}$ , i té un cost  $c_{\text{gasoil}} = 0,893\text{ €/L}$ . S'estima que el factor d'emissions del gasoil és de  $FE = 2,79\text{ kg de CO}_2$  per litre de combustible. Determineu:

- L'energia subministrada a l'hivernacle  $E_{\text{subm}}$  i l'energia consumida  $E_{\text{cons}}$  per la caldera durant un any. [1 punt]
- El volum anual de gasoil consumit  $V$ . [0,5 punts]
- El cost anual del carburant  $c_{\text{tot}}$ . [0,5 punts]
- La quantitat  $m_{\text{CO}_2}$  de  $\text{CO}_2$  emesa durant un any. [0,5 punts]

### Exercici 10

Una caldera mixta de condensació funciona amb gas natural de poder calorífic  $p_c = 62\text{ MJ/kg}$ . La seva potència útil és  $P_{\text{útil}} = 28\text{ kW}$  quan només subministra aigua calenta i n'eleva la temperatura  $\Delta T = 25\text{ °C}$ . En aquesta situació, el rendiment de la caldera és  $\eta_{\text{cald}} = 0,87$ . Determineu:

- El cabal  $q_{\text{aigua}}$  (en L/min) que subministra la caldera, tenint en compte que la calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18\text{ J/(g °C)}$ . [0,5 punts]
- La potència consumida  $P_{\text{cons}}$  i el consum de combustible  $q_{\text{comb}}$  per unitat de temps. [1 punt]
- El temps  $t$  i el combustible  $m$  necessaris per a fer augmentar 25 °C la temperatura d'un volum d'aigua  $V = 0,1\text{ m}^3$ . [1 punt]

### Exercici 11

En un gran premi de Fórmula 1, el consum mitjà de combustible d'un vehicle ha estat de 75 L/100 km. El combustible utilitzat té una densitat  $\rho = 0,75\text{ kg/L}$ . Si el circuit té una longitud  $d = 5,488\text{ km}$ , quin ha estat el consum mitjà de combustible  $c_m$  per volta del vehicle?

- 7,317 kg
- 4,116 kg
- 3,087 kg
- 5,488 kg

## Exercici 12

Un escalfador elèctric d'aigua s'alimenta amb una tensió  $U = 230 \text{ V}$  i consumeix una potència elèctrica  $P_{\text{elèctr}} = 1,5 \text{ kW}$ . L'escalfador tarda 2 h i 5 min a escalfar un volum  $V = 50 \text{ L}$  d'aigua des de  $T_1 = 15^\circ\text{C}$  fins a  $T_2 = 65^\circ\text{C}$  per mitjà d'una resistència elèctrica. La calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$  i el cost de l'energia elèctrica és  $c = 0,125 \text{ €/kW h}$ . Determineu:

- L'energia  $E$  necessària per a escalfar el volum  $V$  d'aigua des de  $T_1$  fins a  $T_2$ . [0,5 punts]
- L'energia elèctrica  $E_{\text{elèctr}}$ , en kW h, consumida per a escalfar el volum  $V$  d'aigua des de  $T_1$  fins a  $T_2$ , i el cost  $c_{\text{elèctr}}$  de l'energia elèctrica necessària per a dur a terme aquest procés. [0,5 punts]
- El rendiment  $\eta$  de l'escalfador elèctric d'aigua. [0,5 punts]
- La resistivitat  $\rho$  del material de la resistència, si aquesta està formada per un fil conductor de diàmetre  $d = 0,25 \text{ mm}$  i longitud  $L = 1 \text{ 500 mm}$ . [1 punt]

## Exercici 13

Volem utilitzar captadors solars de superfície  $S = 2,1 \text{ m}^2$  per a produir aigua calenta en un habitatge familiar. Els captadors es complementen amb un escalfador elèctric per als dies en què no hi ha prou radiació solar. El rendiment energètic d'un captador solar s'obté mitjançant

l'equació  $\eta = \eta_0 - k_1 \frac{T_m - T_a}{I}$ , en què  $\eta_0$  és el rendiment òptic,  $k_1$  és el coeficient de pèrdues,

$T_m$  és la temperatura de treball del captador,  $T_a$  és la temperatura ambient i  $I$  és la radiació solar en  $\text{W}/\text{m}^2$ . Disposem de dos models de captador solar amb les característiques següents:

	Rendiment òptic ( $\eta_0$ )	Coeficient de pèrdues ( $k_1$ )
Captador A	0,80	$8,9 \text{ W}/(\text{m}^2 ^\circ\text{C})$
Captador B	0,66	$3,2 \text{ W}/(\text{m}^2 ^\circ\text{C})$

Si les condicions de treball del captador són  $T_m = 50^\circ\text{C}$ ,  $T_a = 18^\circ\text{C}$  i  $I = 800 \text{ W}/\text{m}^2$ , determineu:

- El rendiment  $\eta_A$  i  $\eta_B$  dels captadors A i B en aquestes condicions de treball. Quina és l'opció més eficient? [0,5 punts]

Escollim el model de captador més eficient de l'apartat anterior i l'utilitzem durant un temps  $t = 8 \text{ h}$  al dia. Sabent que el consum diari d'aigua és  $c = 390 \text{ L}$ , que s'escalfa  $\Delta T = 35^\circ\text{C}$  i que la calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18 \text{ J}/(\text{g } ^\circ\text{C})$ , determineu:

- El nombre de captadors  $n$  que caldria instal·lar per a escalfar tota l'aigua consumida mitjançant energia solar. [1 punt]
- L'energia elèctrica consumida  $E_{\text{elèctr}}$ , en kW h, en un dia en el qual la radiació solar disminueix a la meitat, tenint en compte que el nombre de captadors és l'obtingut en l'apartat anterior. [1 punt]



### Exercici 14

Una central elèctrica de cicle combinat produeix electricitat mitjançant dos cicles termodinàmics: un primer cicle de combustió de gas natural, de poder calorífic  $p = 32,5$  MJ/kg, i un segon cicle en què s'aprofita la calor residual del primer per a moure una turbina de vapor. El gas natural es distribueix liquat, amb una densitat  $\rho = 0,423$  kg/L. La potència elèctrica que proporciona la central és  $P_{\text{elèctr}} = 500$  MW i el rendiment total és  $\eta = 0,575$ . El rendiment del cicle de gas és  $\eta_g = 0,32$ . Determineu:

- La potència consumida  $P_{\text{cons}}$  per la central. [0,5 punts]
- El volum  $V$  de gas natural liquat que es crema a la central durant 24 hores de funcionament. [0,5 punts]
- La potència dissipada en el cicle de gas  $P_{\text{diss,cg}}$ . [0,5 punts]
- El rendiment del cicle de vapor  $\eta_v$ . [1 punt]

### Exercici 15

Per a reduir l'emissió de partícules de  $\text{CO}_2$  d'un vehicle que funciona amb gasolina, és possible instal·lar-hi un sistema que fa que el motor pugui funcionar també amb gas liquat del petroli (GLP). La instal·lació d'aquest sistema té un cost de 2 000 € addicionals, que caldria sumar al cost del vehicle, i inclou la col·locació d'un dipòsit de GLP de  $V = 40$  L al maleter. Quan el vehicle circula a una velocitat  $v = 120$  km/h, consumeix una mitjana de 8 L/100 km si funciona amb gasolina, o de 9,3 L/100 km si funciona amb GLP. La gasolina té una densitat  $\rho_{\text{gasol}} = 0,75$  kg/L i un poder calorífic  $p_{\text{c, gasol}} = 42,5$  MJ/kg, i el GLP té una densitat  $\rho_{\text{GLP}} = 0,56$  kg/L i un poder calorífic  $p_{\text{c, GLP}} = 46$  MJ/kg. El preu de cada combustible és el següent: 1,36 €/L en el cas de la gasolina i 0,73 €/L en el cas del GLP. Si el vehicle circula a una velocitat  $v = 120$  km/h, determineu:

- La potència tèrmica mitjana  $P_{\text{gasol}}$  i  $P_{\text{GLP}}$  consumida amb cada combustible. [1 punt]
- El cost  $c_{\text{gasol}}$  i  $c_{\text{GLP}}$ , en euros per cada 100 km, d'utilitzar cadascun dels combustibles. [0,5 punts]
- La distància mitjana anual  $d_{\text{any}}$ , en km per any, que ha de recórrer el vehicle si es vol amortitzar la instal·lació del sistema GLP en  $t = 3$  anys. [0,5 punts]
- La distància estimada  $d_{\text{est}}$  que pot recórrer el vehicle amb GLP si el dipòsit instal·lat es troba ple fins al 85 % de la seva capacitat. [0,5 punts]

### Exercici 16

Una central elèctrica de cicle combinat produeix electricitat mitjançant dos cicles termodinàmics: un primer cicle de combustió de gas natural, de poder calorífic  $p = 32,1 \text{ MJ/kg}$ , i un segon cicle en què s'aprofita la calor residual del primer cicle per a moure una turbina de vapor. El gas natural es distribueix liquat, amb una densitat  $\rho = 0,423 \text{ kg/L}$ , i a la central es cremen  $V = 4\,515 \text{ m}^3$  d'aquest gas liquat en 24 h. La potència elèctrica que proporciona la central és  $P_{\text{elèctr}} = 390 \text{ MW}$ . Determineu:

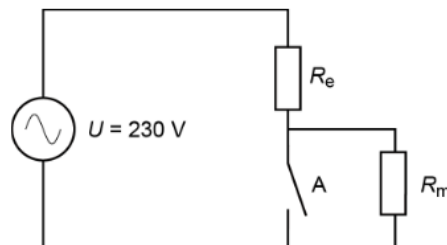
- La potència mitjana consumida  $P_{\text{cons}}$  per la central. [1 punt]
- El rendiment total  $\eta$  de la central elèctrica. [0,5 punts]
- El rendiment del cicle de gas  $\eta_g$  si el rendiment del cicle de vapor és  $\eta_v = 0,31$ . [1 punt]

### Exercici 17

En un gran premi de Fórmula 1, un vehicle ha tingut un consum mitjà de combustible per volta  $c_m = 2,9 \text{ kg}$ . El combustible utilitzat té una densitat  $\rho = 0,75 \text{ kg/L}$ . Si el circuit té una longitud  $d = 5,543 \text{ km}$ , quin ha estat el consum del vehicle en  $\text{L}/(100 \text{ km})$ ?

- $75 \text{ L}/(100 \text{ km})$
- $52,32 \text{ L}/(100 \text{ km})$
- $254,9 \text{ L}/(100 \text{ km})$
- $69,76 \text{ L}/(100 \text{ km})$

### Exercici 18



En la figura es mostra el circuit d'una tetera elèctrica connectada a la xarxa de tensió  $U = 230 \text{ V}$ . El circuit consta d'una resistència d'escalfament  $R_e$  i d'una resistència de manteniment  $R_m$ . En la primera fase l'interruptor A està tancat i, en aquesta configuració, la resistència  $R_e$  escalfa l'aigua dipositada a la tetera fins a la temperatura  $T_1 = 95^\circ\text{C}$ . Quan l'aigua arriba a aquesta temperatura, l'interruptor s'obre i les dues resistències mantenen l'aigua calenta. La temperatura inicial de l'aigua és  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  i la tetera tarda 4 min i 30 s a escalfar un volum d'aigua  $V = 1,4 \text{ L}$ . Sabent que la calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ , determineu:

- L'energia  $E$  necessària per a escalfar l'aigua en la primera fase. [0,5 punts]
- El valor de la resistència  $R_e$  i el corrent  $I$  que circula pel circuit durant la fase d'escalfament. [1 punt]
- El valor que ha de tenir la resistència  $R_m$  perquè la potència consumida quan l'aigua es manté calenta sigui  $P_m = 300 \text{ W}$ . [1 punt]

### Exercici 19

Una cafetera elèctrica disposa de dues resistències: una resistència d'escalfament  $R_e$  i una de manteniment  $R_m$ . En la primera fase d'elaboració del cafè, funciona només la resistència d'escalfament, que proporciona una potència  $P_1 = 700$  W i escalfa l'aigua fins a  $T_1 = 120$  °C sense que es produeixi un canvi d'estat. Quan l'aigua arriba a la temperatura  $T_1$ , es connecten les dues resistències en sèrie i proporcionen una potència  $P_2 = 260$  W. La temperatura inicial de l'aigua és  $T_0 = 20$  °C, el volum d'aigua escalfat és  $V = 0,5$  L i la cafetera està connectada a la xarxa elèctrica de tensió  $U = 230$  V. Sabent que la calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18$  kJ/(kg °C), determineu:

- L'energia  $E_1$  necessària per a escalfar l'aigua en la primera fase. [1 punt]
- El temps  $t_1$  de durada de la primera fase. [0,5 punts]
- El valor de les resistències  $R_e$  i  $R_m$ . [1 punt]

### Exercici 20

La composició en volum d'un gas natural és la següent: 86,15 % de metà, 12,68 % d'età, 0,4 % de propà, 0,09 % de butà i la resta és nitrogen. Si el nitrogen té una densitat d'1,251 g/L, quants kilograms de nitrogen hi ha en 4 500 L d'aquest gas?

- 0,03828 kg
- 30,6 kg
- 0,0306 kg
- 3,828 kg

### Exercici 21

En un habitatge unifamiliar s'utilitzen captadors solars de superfície  $S = 2,2$  m<sup>2</sup> per a produir aigua calenta, que es complementen amb un escalfador elèctric de potència  $P = 1 800$  W els dies en què la radiació solar no és suficient. L'aigua que entra en el sistema té una temperatura de 10 °C i es vol que surti a 45 °C. Es calcula que el consum diari d'aigua és  $c = 240$  L. Sabent que la calor específica de l'aigua és  $c_e = 4,18$  J/(g °C), determineu:

- La irradiació solar diària mínima  $I_{dia}$ , en MJ/m<sup>2</sup>, necessària per a produir tota l'energia amb un únic captador solar. [1 punt]

Si la radiació solar diària és una tercera part de la radiació mínima necessària i es vol cobrir, com a mínim, el 60 % de la demanda amb energia solar, determineu:

- El nombre de captadors que cal instal·lar. [1 punt]
- L'energia elèctrica diària consumida  $E_{elèctr}$ , en kW h, si s'installa el nombre de captadors determinat en l'apartat b. [0,5 punts]



### Exercici 22

Una enquesta feta als assistents en un acte públic indica que, per a arribar-hi, l'ocupació mitjana d'un vehicle privat ha estat d'1,18 passatgers. Per a calcular l'energia consumida en 1 km per cada passatger, s'ha suposat que el consum mitjà del vehicle és de 7 L/100 km i que el combustible emprat té un poder calorífic de 34,1 MJ/L. Quina és l'energia consumida en 1 km per cada passatger?

- a) 2,387 MJ
- b) 2,023 MJ
- c) 5,748 MJ
- d) 4,128 MJ

### Exercici 23

Una estufa de butà té una potència calorífica màxima  $P_{\max} = 3,05$  kW. El butà es distribueix liquat, en bombones que contenen una massa de butà  $m_b = 12,5$  kg i que tenen una forma aproximadament cilíndrica de diàmetre  $d = 300$  mm i alçària  $h = 450$  mm. El poder calorífic del butà és  $c_b = 49,61$  MJ/kg i té una densitat, abans del procés de liquació, de  $\rho = 2,52$  kg/m<sup>3</sup>. Determineu:

- a) El consum  $c$  en kg/h, si funciona a la màxima potència. [0,5 punts]
- b) La durada d'una bombona  $t_b$  si funciona a la màxima potència. [0,5 punts]
- c) La reducció de volum, en tant per cent, que experimenta el butà en el procés de liquació per a introduir-lo a la bombona. [0,5 punts]

Per a una potència de l'estufa  $1 \text{ kW} \leq P \leq 3,05 \text{ kW}$ , dibuixeu:

- d) El gràfic de la durada d'una bombona en hores, en funció de la potència  $P$ , indicant les escales. [1 punt]