

1. Un gas s'expansiona isobàricament  $p = 6 \text{ bar}$  des d'un volum inicial  $V_1 = 1 \text{ dm}^3$  fins a  $V_2 = 4 \text{ dm}^3$ . Determineu el treball  $W$  produït en l'expansió i representeu el procés en un diagrama  $PV$ .
2. Dins un cilindre de  $100 \text{ mm}$  de diàmetre hi ha un èmbol a  $x_1 = 50 \text{ mm}$  del fons. El cilindre és ple d'aire a  $p_1 = 2 \text{ bar}$  de pressió i  $T_1 = 20^\circ\text{C}$ . S'escalfa l'aire sense deixar moure l'èmbol fins que la pressió augmenta fins a  $p_2 = 4 \text{ bar}$ , i després es desbloqueja l'èmbol fins a situar-se a  $x_2 = 150 \text{ mm}$  del fons, sense que variï la temperatura. Quin és el treball  $W$  total realitzat. Representeu el procés en un diagrama  $PV$ .
3. En l'exercici anterior, si l'energia interna de l'aire era inicialment de  $U_1 = 500 \text{ J}$  i la final de  $U_2 = 1000 \text{ J}$ , quina serà la calor comunicada al sistema?
4. Un mol de gas ideal s'expandeix adiabàticament ( $\gamma = 1,5$ ) des d'una pressió  $p_1 = 1 \text{ MPa}$  i  $T_1 = 5^\circ\text{C}$  fins a una pressió de  $p_2 = 300 \text{ kPa}$ . Es demana:
  - (a) Els volums  $V_1$  inicial i  $V_2$  final.
  - (b) La temperatura  $T_2$  final.
  - (c) El treball  $W$  realitzat pel gas durant l'expansió.
5. Es comprimeix isotèrmicament un volum  $V_1 = 10 \text{ L}$  d'aire a una pressió inicial  $p_1 = 1 \text{ bar}$  fins a reduir el seu volum a  $V_2 = 1 \text{ L}$ . Determineu el treball  $W$  necessari per a la compressió i la calor  $Q$  extreta durant el procés. Podeu suposar que l'aire es comporta com un gas ideal.
6. S'efectua un treball de  $25 \text{ kJ}$  per comprimir  $0,5 \text{ kg}$  d'alcohol etílic situat a l'interior d'un cilindre a una temperatura inicial de  $18^\circ\text{C}$ . En el procés s'escapen  $10 \text{ kJ}$  d'energia calorífica. Suposant conegut  $C_e = 2,4 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ , es demana: (a) Quina és la variació d'energia interna de l'alcohol durant el procés?  
(b) Quina serà la temperatura final?
7. Un inventor diu que ha dissenyat una màquina que treballa entre dues fonts de  $T_c = 20^\circ\text{C}$  i  $T_h = 100^\circ\text{C}$ , extreu  $Q_h = 300 \text{ J}$  de la font calenta i fa un treball de  $W = 150 \text{ J}$ . És possible que tal màquina existeixi? Justifiqueu la resposta.
8. Expliqueu per què en el funcionament de màquines tèrmiques reals sempre hi ha un increment de l'entropia de l'univers.

**9.** Una màquina tèrmica treballa entre  $T_c = 120^\circ\text{C}$  i  $T_h = 3000^\circ\text{C}$ , extreu  $Q_h = 1672\text{ kJ}$  de la font calenta i en cedeix  $|Q_c| = 1045\text{ kJ}$  a la freda. Es demana calcular el treball perdut  $W_p$  en irreversibilitats i la variació d'entropia a la màquina  $\Delta S$  i a l'univers  $\Delta S_t$  en cada cicle.

**10.** Un motor tèrmic ideal treballa entre dos focus, l'un a  $T_h = 2700^\circ\text{C}$  i l'altre a  $T_c = 1200^\circ\text{C}$ . Es demana:

(a) Suposant que rep  $Q_h = 500\text{ kJ}$  de la font calenta en cada cicle de treball, calculeu el treball  $W$  que pot desenvolupar.

(b) Calculeu la quantitat de calor  $|Q_c|$  cedida a la font freda.

(c) Calculeu la variació d'entropia.

**11.** Un refrigerador amb un  $COP = 2,5$  extreu calor de l'evaporador a raó de  $Q_c = 104,5\text{ kJ/min}$ . Es demana:

(a) Calculeu la potència elèctrica  $P$  consumida pel motor del compressor si el grup motor-compressor té un rendiment  $\eta = 85\%$  (b) Calculeu la calor transmesa pel condensador  $|Q_h|$  en un dia de funcionament.

**12.** Una instal·lació industrial necessita produir  $m = 500\text{ kg}$  de gel a  $T_g = -5^\circ\text{C}$  cada hora a partir d'uns dipòsits on l'aigua es troba a  $T_a = 15^\circ\text{C}$ . Quina serà la potència  $P$  que consumirà el refrigerador si té un  $COP = 5,6$ ? Si aprofitéssim la calor despresada al condensador, quants  $\text{kJ/h}$  es podrien obtenir?

**13.** Es vol escalfar una casa que es troba inicialment a  $T_1 = 12^\circ\text{C}$  fins a  $T_2 = 25^\circ\text{C}$  amb una bomba de calor que té un  $COP = 8$  i en un temps màxim de  $t = 30\text{ minuts}$ . si es necessiten  $Q = 376200\text{ kJ}$  per aconseguir la temperatura desitjada, determineu la potència  $P_b$  que consumirà la bomba. Quina potència  $P_c$  consumiríem si féssim servir estufes elèctriques en comptes de la bomba de calor? **14.** Una màquina tèrmica treballa entre un focus fred a  $T_c = 250^\circ\text{C}$  i un de calent a  $T_h = 1400^\circ\text{C}$ . Quina és l'eficiència tèrmica màxima que pot tenir?

**15.** Un frigorífic extreu  $Q_c = 250\text{ J}$  de l'evaporador i el condensador subministra  $|Q_h| = 350\text{ J}$  a l'exterior en cada cicle. Quin és el seu  $COP$ ?

**16.** Una màquina de vapor extreu  $800\text{ MJ}$  d'una font tèrmica calenta a  $500^\circ\text{C}$  i en cedeix  $550\text{ MJ}$  a una font freda a  $120^\circ$ . Quina és la seva eficiència segons el segon principi?

**17.** Una màquina de vapor que extreu  $Q_h = 800 \text{ MJ}$  de la font tèrmica calenta a  $T_h = 500^\circ\text{C}$  fa un treball net de  $W = 250 \text{ MJ}$  i en cedeix  $|Q_c| = 550 \text{ MJ}$  a la font freda a  $T_c = 120^\circ\text{C}$ . Quina és la seva eficiència  $\eta_s$  segons el segon principi? Quant val el treball perdut  $W_p$  en irreversibilitats? Quina és la variació d'entropia  $\Delta S$  de l'aigua del riu que s'utilitza per refrigerar el condensador?

**18.** Un refrigerador domèstic amb un motor de  $P = 450 \text{ W}$  i un  $COP = 2,5$  vol refredar a  $T_2 = 8^\circ\text{C}$  una massa  $m = 10 \text{ kg}$  de fruita que es troba inicialment a  $T_1 = 20^\circ\text{C}$ . Quant de temps  $t$  trigarà a fer-ho, considerant la calor específica de la fruita de  $C_e = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

**19.** Es vol mantenir un habitatge a  $T_1 = 18^\circ\text{C}$ , quan la temperatura exterior és de  $T_e = 30^\circ\text{C}$ . Quina potència  $P$  caldrà subministrar a una bomba de calor, utilitzada com a refrigerador, amb un  $COP = 4$ , per tal de mantenir la temperatura a l'interior de l'habitatge, si la transmissió de calor des de l'exterior a l'interior de la casa, a través de les parets, portes, finestres, etc., és de  $Q = 125400 \text{ kJ/h}$