

1. Una màquina tèrmica útil de 200 CV. Quin serà el seu consum de gas natural a 3 atmosferes i 68°F ($P_{CN} = 11000 \text{ Kcal/m}^3$) per hora de funcionament si té un rendiment del 55 %?

Resolució

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32 \rightarrow 68 = \frac{9}{5} T_C + 32 \rightarrow T_C = 20^\circ\text{C}$$

$$\left[P_c = P_{CN} \cdot p \cdot \frac{273}{273+T} = 11000 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3} \cdot 3 \text{atm} \cdot \frac{273}{273+20^\circ\text{C}} = 30747 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3} \right]$$

La potència útil consumida serà de:

$$\left[P_u = 200 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 147200 \text{ W} \right]$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{cons}}$$

$$\left[P_{cons} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{147200}{0.55} = 267363 \text{ W} \right]$$

L'energia necessària en una hora serà:

$$\left[E = P \cdot t = 267363 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 963489600 \text{ J} = 963'489 \text{ kJ} = 230'5 \text{ Mcal} = 230'5 \cdot 10^3 \text{ Kcal} \right]$$

$\uparrow$
 $1 \text{ cal} = 4'18 \text{ J}$

I el consum de gas natural:

$$\left[U = \frac{E}{P_c} = \frac{230'5 \cdot 10^3 \text{ Kcal}}{30747 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3}} = 7'497 \text{ m}^3 \right]$$

2) Determine la quantitat de carbó ($P_c = 36780 \text{ kJ/kg}$) que cal per vaporitzar completament 50 kg d'aigua que es troba a una temperatura de -20°C perquè sempre arribi als 100°C a una pressió d'atmosfera, segons la taula ($c_{\text{del gel}} = 205 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$),
 $c_{\text{de l'aigua}} = 418 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$

Resolució

Calcular la calor (energia calòrica) necessària per portar el gel a 0°C (Q_1), la calor per fondre el gel (Q_2), la calor per elevar la temperatura de l'aigua fins a 100°C (Q_3) i, finalment, la calor per vaporitzar-la (Q_4).
 La suma serà la calor total necessària.

$$[Q_1 = m \cdot c_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 205 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot (0 - (-20))^\circ\text{C} = 2050 \text{ kJ}]$$

$$[Q_2 = m \cdot L_f = 50 \text{ kg} \cdot 333.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 16675 \text{ kJ}]$$

$$[Q_3 = m \cdot c_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 418 \frac{\text{kJ}}{^\circ\text{C}\cdot\text{kg}} \cdot (100 - 0)^\circ\text{C} = 20900 \text{ kJ}]$$

$$[Q_4 = m \cdot L_v = 50 \text{ kg} \cdot 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 112850 \text{ kJ}]$$

$$[Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 152475 \text{ kJ}]$$

$$[Q_{\text{quantitat de carbó}} = \frac{Q_T}{P_c (\text{carbó})} = \frac{152475 \text{ kJ}}{36780 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 4146 \text{ kg}]$$

3) Determine la pressió p a la qual es trobarà una massa $m = 1 \text{ kg}$ d'oxigen (O_2) a $T = 40^\circ\text{C}$ si és dins d'un recipient de $V = 25 \text{ L}$ (1 mol d'oxigen té una massa de 32 g).

Tema 2

Resolució

Si apliquem l'equació d'estat dels gasos perfectes:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V = 25 \text{ L} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_K = 273 + 40 = 313 \text{ K}$$

$$\text{En } 1 \text{ kg d'oxigen hi ha } 1000 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g}} = 31,25 \text{ mol}$$

$$p \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 31,25 \text{ mol} \cdot \frac{8,314 \text{ J}}{(\text{K} \cdot \text{mol})} \cdot 313 \text{ K}$$

$$\boxed{p = 3252852,5 \text{ Pa}}$$

4) Una caldera mixta de calefacció d'aigua calenta funciona amb gas natural de poder calorífic $P_c = 62 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$. Queuen només subministra aigua calenta, pot donar-me fins a un cabal de $q = 13,2 \frac{\text{L}}{\text{min}}$ i deixar-me la temperatura fins a $t = 30^\circ\text{C}$. Determineu, en aquestes condicions:

a) La potència útil (P), tenint en compte que la calor específica de l'aigua (c_{aigua}) és de $4,18 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$.

b) El rendiment (η), si el consum de combustible (q_{comb}) és de $0,52 \text{ g/s}$.

c) El temps (t) i el combustible (m) necessaris per escalfar 30°C un volum d'aigua (V) de 180 L .

Resolució

a) la potència val:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{m \cdot C_{\text{aigua}} \cdot \Delta T}{t} = \frac{\rho_{\text{aigua}} \cdot V \cdot C_{\text{aigua}} \cdot \Delta T}{t} =$$

$$= \rho_{\text{aigua}} \cdot C_{\text{aigua}} \cdot \Delta T$$

$$\left[P = 1000 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{13'2 \text{ L}}{60 \text{ s} \cdot \text{J}} \cdot 4'18 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 30^\circ\text{C} = 27'59 \cdot 10^3 \text{ W} \right. \\ \left. = 27'59 \text{ kW} \right]$$

b) Per al càlcul del rendiment farem servir les expressions següents:

$$\left[\eta = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{cons}}} = \frac{P}{q_{\text{comb}} \cdot P_c} = \frac{27'59 \cdot 10^3 \text{ W}}{0'52 \frac{\text{g}}{\text{s}} \cdot 62 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{g}}} = 0'857 = 85'57\% \right]$$

c) A partir del valor del cabal q podem calcular el temps necessari per escalfar 30°C el 180 L:

$$\left[t = \frac{V}{q} = \frac{180 \text{ L}}{13'2 \frac{\text{L}}{\text{min}}} = 13'64 \text{ min} = 818'2 \text{ seg} \right]$$

I la quantitat de combustible necessari serà:

$$q_{\text{comb}} = \frac{m}{t} \Rightarrow m = t \cdot q_{\text{comb}} = 818'2 \text{ seg} \cdot 0'52 \frac{\text{g}}{\text{seg}} =$$

$$\boxed{m = 425'5 \text{ g}}$$

5) Un recipient aïllat del seu entorn amb un volum $V = 3\text{ L}$ d'aigua cau des de $h = 100\text{ m}$ d'alçada i xoca inelàsticament amb el terra. Si la temperatura inicial de l'aigua era de $T_1 = 15^\circ\text{C}$, quina serà la variació de la seva energia interna ΔU ? I la seva temperatura T_2 després del xoc?

Tem-3

Resolució

L'energia potencial de l'aigua a $h = 100\text{ m}$ d'alçada és:

$$[E_p = m \cdot g \cdot h = 3\text{ kg} \cdot 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100\text{ m} = 2942.1\text{ J}]$$

Aquesta energia potencial es converteix en cinètica just abans del xoc. Com a conseqüència del xoc inelàstic, el cos l'absorbeix i augmenta la seva energia interna.

Aleshores, aplicarem el primer principi de la termodinàmica

$$Q = \Delta U + W ; 0 = \Delta U - 2942.1\text{ J}$$

Per determinar la temperatura després del xoc hem de considerar que tota l'energia passa a augmentar l'energia interna o tèrmica. Aleshores tenim:

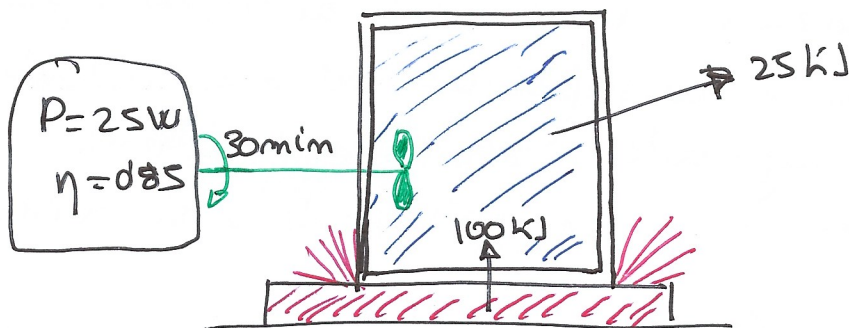
$$\Delta U = m \cdot c_e \Delta T$$

$$2942.1\text{ KJ} = 3\text{ kg} \cdot 4.18 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (T_2 - 15^\circ\text{C})$$

$$\boxed{T_2 = 15.23^\circ\text{C}}$$

6) Un dipòsit rígid que conté 10 L d'aigua, es col·loca sobre una estufa que transmet 100 kJ a l'aigua, mentre que a través de les parets es produeixen pèrdues equivalents a 25 kJ. Al mateix temps, una hèlice movent per un motor que consumeix una potència $P = 25 \text{ W}$ i amb un rendiment $\eta = 0,85$ agita l'aigua durant 30 minuts. Determineu la variació de l'energia interna de l'aigua en el procés i la temperatura final T_2 de l'aigua si la temperatura inicial era $T_1 = 18^\circ\text{C}$.

$$(C_{\text{aigua}}) = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$



Resolució

Considerem el dipòsit com a frontera del sistema i l'aigua com a tal. L'hèlice transmet al sistema un treball:

$$W = 25 \text{ W} \cdot (30 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}) \cdot 0,85 = 38,25 \text{ kJ}$$

$$\uparrow \boxed{P \cdot t \cdot \eta}$$

L'aigua rep de l'estufa 100 kJ i en perd 25 a través de les parets, i tenint en compte que el treball realitzat per l'hèlice sobre el sistema és negatiu, aplicant el primer principi de la termodinàmica tenim:

$$Q = \Delta U + W; \quad 100 \text{ kJ} - 25 \text{ kJ} = \Delta U + (-38,25 \text{ kJ})$$

$$\text{d'on } \boxed{\Delta U = 113,25 \text{ kJ}}$$

La variació d'energia interna de l'aigua és la que provocarà el canvi de temperatura. Llavors, com que 10 L d'aigua equivalen a una massa $m = 10 \text{ kg}$, tenim que:

$$\Delta U = m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1); \quad 113,25 \text{ kJ} = 10 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} (T_2 - 18^\circ\text{C})$$

$$\text{d'on } \boxed{T_2 = 20,71^\circ\text{C}}$$

7) Determine la força F i el treball W que realitzarà un cilindre pneumàtic de $\phi = 16 \text{ cm}$ de diàmetre que es desplaça $\Delta x = 150 \text{ mm}$. La pressió del sistema és de $p = 6 \text{ bar}$ i roman constant durant tot el procés.

Tem - 4

Resolució

Per obtenir el valor de la força exercida pel cilindre apliquem l'expressió:

$$F = p \cdot A = (6 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot 0.0201 \text{ m}^2 = 12064 \text{ N}$$

El treball efectuat serà:

$$W = F \cdot \Delta x = 12064 \text{ N} \cdot 0.15 \text{ m} = 1810 \text{ J}$$

8) Un volum $V_1 = 1 \text{ L}$ d'un gas a $T = 20^\circ \text{C}$ s'expandeix des d'una pressió inicial de $p_1 = 12 \text{ atmosferes}$ fins assolir un volum $V_2 = 10 \text{ L}$. Determine el treball realitzat durant l'expansió:

a) Quan l'expansió és isotèrmica.

b) Quan l'expansió és adiabàtica amb $\gamma = 1.4$ (coeficient adiabàtic).

c) ~~Diagrama~~ Dibuixa en un diagrama pV els dos processos.

Resolució

$$a) W_{1 \rightarrow 2} = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow n \cdot R \cdot T = p_1 \cdot V_1$$

$$\text{llavors, } W_{1 \rightarrow 2} = p_1 \cdot V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = 12 \text{ atm} \cdot 101300 \frac{\text{Pa}}{\text{atm}} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \ln \frac{10^{-2} \text{ m}^3}{10^{-3} \text{ m}^3} =$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = 2799.7 \text{ J}$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \rightarrow 12 \cdot 1 = p_2 \cdot 10 \rightarrow p_2 = 1.2 \text{ atm} = 121860 \text{ Pa}$$

$$b) W_{1 \rightarrow 2} = \frac{p_2 \cdot V_2 - p_1 \cdot V_1}{1 - \gamma}$$

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

$$12 \text{ atm} \cdot 1^{1.4} = p_2 \cdot 10^{1.4} \rightarrow p_2 = 0.4777 \text{ atm} = 48394 \text{ Pa}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = \frac{48394 \cdot 10^{-2} - 12 \cdot 101300 \cdot 10^{-3}}{1 - 1.4} = 1829.2 \text{ J}$$

c)

P(atm)

