

5. Termodinàmica

Llei Gasos Perfectes

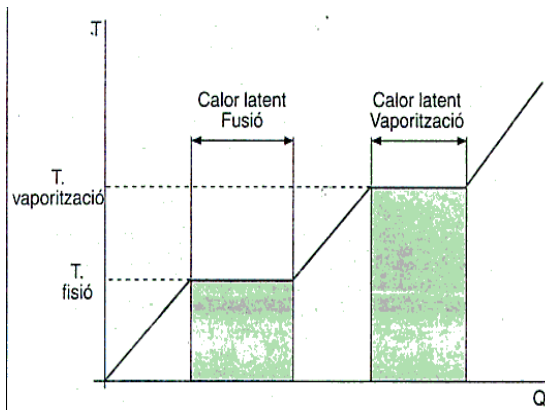
$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$; Un mol de qualsevol gas en CN (1 atm , 0°C) ocupa un volum de 22,4 litres . $T (^{\circ}\text{K}) = t (^{\circ}\text{C}) + 273$;

Equació d'estat

$$\frac{1 \cdot 22,4}{273} = \frac{P \cdot V}{T}$$

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ on $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} / (\text{mol} \cdot ^{\circ}\text{K})$.

Canvis de Fase



Substància	PF, K	L_f , kJ/kg	PE, K	L_v , kJ/kg
Aigua	273,15	333,5	373,15	2257
Alcohol etílic	159	109	351	879
Coure	1356	205	2839	4726
Diòxid de carboni	—	—	194,6*	573*
Mercuri	234	11,3	630	296
Nitrogen	63	25,7	77,35	199
Oxigen	54,4	13,8	90,2	213
Plata	1234	105	2436	2323
Plom	600	24,7	2023	858

Punt normal de fusió (PF), calor latent de fusió L_f , punt normal d'ebullició (PE), i calor latent de vaporització L_v de diverses substàncies a 1 atm.

$$Q_f = m \cdot L_f \quad ; \quad Q_v = m \cdot L_v$$

Treball en Processos Termodinàmics

$P = K$; isòbar ; $W = P (V_2 - V_1)$

$V = K$; isòcor ; $W = 0 \text{ J}$

$T = K$; isoterm ; $W = n R T \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ on $R = 8,32 \text{ J} / (\text{mol} \cdot ^{\circ}\text{K})$

Poder Calorífic

$$P_{\text{Calorífic}} (P, T) = P_c (\text{CN}) \cdot P (\text{atm}) \cdot \frac{273}{273 + t}$$

Exercicis

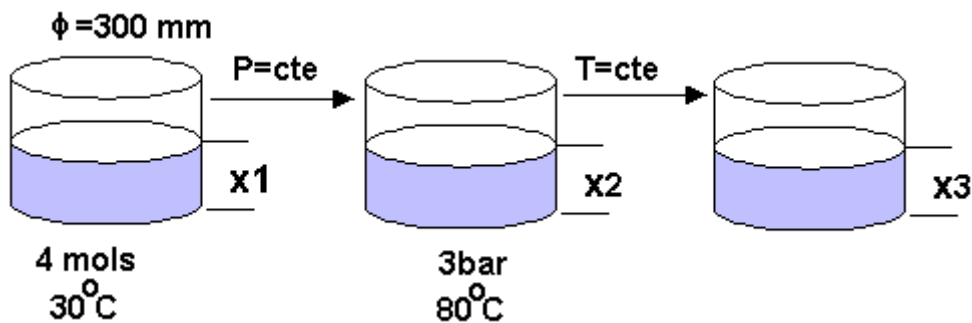
1. Un recipient de 2000 l conté aire a una pressió de 3 bar i temperatura constant .Determina l'augment de pressió en bars i pascals , experimentat pel fluid si reduïm el volum un 25 % .
2. Un dipòsit conté aire comprimit a una pressió de 4 kp/cm^2 i a una temperatura de 18°C .Calcula la pressió del fluid si la temperatura augmenta fins a 20°C .
3. Un cilindre pneumàtic de 10 cm de diàmetre i 500 mm de recorregut està ple d'aire comprimit a una pressió de 2 Kp /cm^2 i a 32°C de temperatura .Quina és la pressió a l'interior del cilindre si fem força sobre la tija i aconseguim entrar el pistó 200 mm ? La temperatura roman constant .
4. Calcula la força que exerceix el pistó d'un cilindre de 120 mm de diàmetre i 800 mm de recorregut que inicialment ha estat alimentat a una pressió de 5 bar i 18°C , però en què posteriorment la temperatura de l'aire ha augmentat 30°C . Considera que el volum és constant .
5. Calcula el volum que ocupa una determinada massa de gas que té un volum de $2,4 \text{ m}^3$ a 32°C i 3 atm , si augmentem la temperatura 28°C i mantenim constant la pressió .
6. Un cilindre pneumàtic de 12 cm de diàmetre i 400 mm de recorregut està ple d'aire comprimit a una pressió de 4 kp /cm^2 i 38°C de temperatura . Quina serà la pressió a l'interior del cilindre si fem força sobre la tija i aconseguim entrar el pistó 100 mm . La temperatura roman constant .
7. Es comprimeixen isotèrmicament 10 litres d'aire a una pressió inicial d'1 bar fins a reduir el seu volum a 1 litre. Determina el treball necessari per a la compressió i el calor extreta durant el procés , tot considerant l'aire un gas ideal .
8. Es volen fondre 300 Kg de plom que , que es troben inicialment a 15°C , amb un forn de gas propà ($P_C (\text{CN}) = 23300 \text{ kcal / m}^3$) que té un rendiment del 90 % . Determina la quantitat de gas a 15°C i 10 atm necessari per dur a terme la fusió .
 $C_e(\text{Pb})=129 \text{ J / Kg} \cdot ^\circ\text{C}$
9. En una industria cal vaporitzar 100 litres diaris d'aigua a 1 atmòsfera . Si l'aigua es troba inicialment a 10°C , quants m^3 de gas natural ($P_C (\text{CN}) = 11000 \text{ kcal / m}^3$) necessitarà diàriament si el subministrem a 1°C i 10 atmòsferes .
10. Es comprimeixen 25 litres d'aire dins d'un recipient de 5 dm^3 de volum , a una temperatura constant de 14°C .Si la pressió inicial era d'1 atmòsfera quina és la pressió final ?
11. Una bombona de gas butà està a una temperatura de 10°C i el gas es troba a 15 atmòsferes de pressió . Si la temperatura del gas passa accidentalment a 200°C , quina serà la pressió a la qual es trobarà aleshores el gas butà ?

12. Si considerem el gas butà com un gas ideal, quin volum ocupen 3 Kg a 20°C i 10 bars de pressió. (La massa molecular del gas butà és de 58 g).

13. Un gas s'expansiona isobàricament a 6 bar des d'un volum inicial d'1 dm³ fins a 4 dm³. Determina el treball produït en l'expansió.

14. Dins d'un cilindre de 100 mm de diàmetre hi ha un èmbol a 50 mm del fons. El cilindre és ple d'aire a 2 bar de pressió i 20°C. S'escalfa l'aire sense deixar moure l'èmbol fins que la pressió augmenta fins a 4 bar, i després es desbloqueja l'èmbol fins a situar-se a 150 mm del fons, sense que variï la temperatura. Quin és treball total realitzat?

15. A partir del següent procés termodinàmic



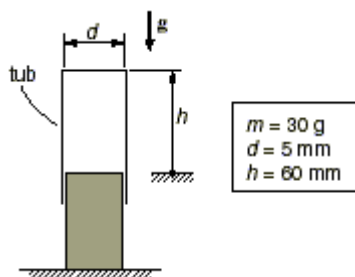
Si sapiguem que la pressió en el dipòsit 3 es triplica al llarg del segon procés a temperatura constant calcula:

- El treball total entre tots dos processos, el primer a pressió constant i el segon a temperatura constant.
- Quines són les alçades X1, X2 i X3 de l'èmbol a cadascun dels tres dipòsits?

16. Volem aconseguir fondre 500 Kg de coure que es troba a 20 °C amb ajuda d'un combustible líquid (P_C (querosé) = 90 MJ / Kg; $\delta = 700 \text{ kg} / \text{m}^3$). Quina quantitat de querosé necessitem en litres si el rendiment del procés és del 70 %?

Dades: C_e (coure) 0,386 KJ / (Kg °C); L_f (coure) = 205 KJ / Kg. $T_{\text{fusió}} = 1356 \text{ K}$.

17. El tub cilíndric de la figura s'ajusta a l'èmbol fix de la part inferior, de manera que pot moure's mantenint tancat, sense fuites, un gas perfecte al seu interior. El tub és de diàmetre $d = 5 \text{ mm}$ i massa $m = 30 \text{ g}$, i en condicions ambientals de temperatura, $T = 15 \text{ °C}$, i pressió de l'aire exterior, $p_0 = 1,013 \text{ bar}$, l'alçada del cilindre és $h = 60 \text{ mm}$.



Determineu:

- La pressió absoluta p_1 del gas tancat dins el tub en les condicions descrites a l'enunciat.
- L'increment d'alçada h que experimenta el tub si el gas al seu interior s'escalfa fins a una temperatura $T_2 = 35 \text{ °C}$.

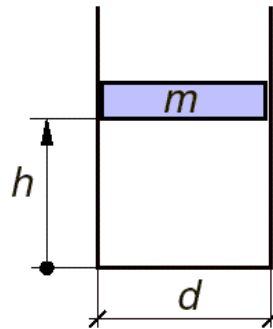
18. Si es comprimeix un gas i la seva temperatura es manté constant, el treball exterior necessari per fer aquesta transformació isotèrmica és:

- a) Negatiu.
- b) Positiu.
- c) Nul en tot cas.
- d) Nul si es fa prou de pressa.

19. Per obtenir vapor d'aigua a partir d'un bloc de gel de **500 Kg** a **-10 °C** hem necessitat **3 m³** de butà a **30 °C** i **6 bar**. Quin és el rendiment del procés? (2,5 p)

Dades : Poder Calorífic del butà : $P_{CN}(\text{Butà}) = 27000 \text{ Kcal / m}^3$

20. El cilindre de la figura, de diàmetre $d = 82 \text{ mm}$, conté un gas perfecte tancat per un èmbol de massa $m = 13 \text{ kg}$. En condicions atmosfèriques normals de pressió $p_0 = 1,013 \text{ bar}$ i temperatura $T = 15 \text{ °C}$, l'alçada de l'èmbol és $h_1 = 110 \text{ mm}$. Considereu $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Determineu:



$m = 13 \text{ kg}$
 $d = 82 \text{ mm}$
 $h_1 = 110 \text{ mm}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

- a) La pressió absoluta P_1 del gas tancat dins del cilindre.
- b) L'alçada h_2 a la qual es trobarà l'èmbol si la pressió atmosfèrica es redueix a $P_0 = 0,995 \text{ bar}$.
- c) La pressió absoluta p_3 del gas tancat dins del cilindre si, fixant l'èmbol a la posició $h_1 = 110 \text{ mm}$ i partint de les condicions atmosfèriques normals, s'eleva la temperatura fins als 25 °C .