

Equilibri tèrmic i termòmetres

1. En un viatge pels Estats Units agafeu un refredat i compreu un termòmetre en una farmàcia per comprovar si teniu o no febre. Malauradament el termòmetre està en l'escala de Fahrenheit i la temperatura mesurada del vostre cos és de 98,6°F. Teniu febre?

Sol.: No.

2. La pressió d'un termòmetre de gas a volum constant és de 0,400 atm en el punt de congelació de l'aigua i de 0,546 atm en el punt d'ebullició. (a) Quan la pressió és de 0,100 atm, quina serà la temperatura? (b) Quina és la pressió en el punt d'ebullició del sofre (444,6°C)?

Sol.: (a) -205 °C; (b) 1,05 atm.

3. Un termòmetre de resistència de platí té una resistència de 10,00 Ω a 0°C i una resistència de 13,95 Ω a 100°C. Suposeu que la relació entre la resistència i la temperatura és lineal. Quina temperatura correspon a una resistència de 10,79 Ω ?

Sol.: 20°C.

4. Un termistor és un dispositiu amb una resistència que varia considerablement amb la temperatura de la següent forma $R = R_0 e^{B/T}$, on R és la resistència, T la temperatura, B i R_0 són constants característiques del termistor. (a) Si $R=7360$ Ω a la temperatura de congelació de l'aigua i 153 Ω a la temperatura d'ebullició, esbrineu R_0 i B . (b) Quan val la resistència del termistor a 98,6°F? (c) Quin és el ritme de variació de la resistència amb la temperatura (dR/dT) en el punt de congelació i en el punt d'ebullició de l'aigua? (d) Per quina d'aquestes temperatures és el termistor més sensible?

Sol.: (a) $B=3,94 \cdot 10^3$ K, $R_0=3,91 \cdot 10^{-3}$ Ω; (b) 1312 Ω; (c) -390 Ω/K; -4,34 Ω/K; (d) punt de congelació.

Gas ideal

5. (a) Si un mol ocupa un volum de 10 L a la pressió de 1 atm, quina és la seva temperatura absoluta? (b) Per tal que el volum pugui variar, el recipient que conté aquest gas té un pistó. El gas s'escalfa a pressió constant, s'expandeix fins a un volum de 20 L. Quan val la temperatura del gas? (c) El volum es fixa a 20 L, i el gas s'escalfa a volum constant fins a una temperatura de 350 K. Quant val la pressió del gas?

Sol.: (a) 122 K; (b) 244 K; (c) 1,44 atm.

6. Una caixa cúbica metàl·lica de 20 cm de costat conté aire a pressió a 1 atm i temperatura de 300 K. La tanquem hermèticament, de forma que el volum sigui constant, i l'escalfem fins a 400 K. Trobeu la força neta feta per l'aire sobre cada paret de la caixa a l'estat final.

Sol.: 1351 N.

7. Un pneumàtic d'un cotxe està a una pressió manomètrica de 200 kPa quan es troba a la temperatura de 20°C. Quan el cotxe es mou a suficient velocitat, la temperatura del pneumàtic augmenta fins a 50°C. (a) Suposant que el volum del pneumàtic no varia i que l'aire es comporta com un gas ideal, calculeu la nova pressió manomètrica. (b) Feu el mateix suposant que, en escalfar-se, el volum del pneumàtic augmenta un 10%, enlloc de ser constant.

Sol.: (a) 231 kPa; (b) 201 kPa.

8. Un recipient posseeix un pistó ajustat i conté 1 mol de gas. La seva pressió i temperatura inicials són 2 atm i 300 K. S'expansiona el gas a temperatura constant fins que la pressió és de 1 atm. Després es comprimeix i escalfa simultàniament el gas fins que recupera el seu volum inicial però amb una pressió de 2,5 atm. Quina és la temperatura final del gas?

Sol.: 375 K.

9. Una ampolla d'aire comprimit pot subministrar aire durant 90 minuts a un cabussador quan es troba a la superfície de l'aigua. Quin temps durarà la mateixa ampolla quan el cabussador es trobi a 20 m per sota la superfície de l'aigua? Nota: el volum d'aire inhalat no varia amb la profunditat.

Sol.: 31 minuts.

10. Quina és la força que cal fer per obrir la porta d'una nevera quan la temperatura de l'aire de l'interior passa de 20°C a 6°C? La porta de la nevera té unes dimensions de 0,5 m² i suposeu que la porta tanca hermèticament.

Sol.: 2,4 kN.

11. Una bombona d'acer de 400 cm³ de volum s'ha dissenyat per resistir una pressió interior de 10⁷ N/m². Quants grams d'heli pot contenir sense que arribi a esclatar a 300 K?

Sol.: 6,48 g.

Mescla de gasos

12. Un recipient conté 12 g de metà (CH₄) i 55 g de diòxid de carboni (CO₂) sota una pressió total de 2 atm i a una temperatura de 27°C. Quines són les pressions parcials dels dos gasos i quin és el volum del recipient?

Sol.: $p_{CH_4}=0,75$ atm, $p_{CO_2}=1,25$ atm, $V=24,6$ l.

13. L'aire dels pulmons (aire alveolar) té una composició diferent a la de l'aire atmosfèric. Per exemple, la pressió parcial del diòxid de carboni en l'aire alveolar és de 40 mm Hg. Quin és el percentatge de mols de CO₂ en el aire alveolar?

Sol.: 5,26%.

Dilatació

14. Un pont d'acer té una longitud de 100 m. Si té una estructura única i continua, quant variarà la seva longitud des dels dies més freds d'hivern (-30°C) fins els més calorosos d'estiu (40°C)?

Sol.: 7,7 cm

15. Una via de tren d'acer de 1 km de longitud quan la temperatura és de 20°C està fortament subjectat per ambdós extrems. Si la temperatura augmenta, la via comença a corbar-se cap amunt. Quan la temperatura és de 25°C, quina alçada tindrà la corba suposant que la forma que adopta és triangular?

Sol.: 5,24 m

16. Un tub d'acer té un diàmetre exterior de 3 cm a la temperatura de 20°C, i un tub de llautó a la mateixa temperatura té un diàmetre intern de 2,997 cm. A quina temperatura s'han d'escalfar els extrems de ambdós tubs si el d'acer s'ha d'encastar dintre del de llautó?

Sol.: 418 K

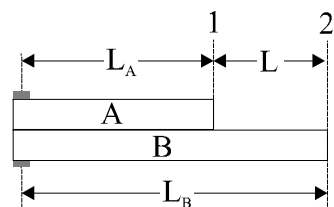
17. Un dipòsit d'acer de 20 m³ de capacitat es troba ple d'alcohol a 15 °C. Si el dipòsit i l'alcohol s'escalfen fins 47 °C. (a) Es vessarà part de l'alcohol? (b) Si ho fa, quina quantitat es vessa? Dades: $\beta_{\text{acer}} = 33 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; $\beta_{\text{alcohol}} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Sol.: (a) Si; (b) 0,683 m³.

18. Un cotxe té un dipòsit de benzina d'acer i 60 l de capacitat totalment ple quan la temperatura és de 10°C. El coeficient de dilatació de volum de la benzina és $\beta = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Considerant la dilatació de l'acer, quanta benzina es vessarà si es deixa el cotxe al Sol i la temperatura s'eleva fins a 25°C?

Sol.: 0,78 l

19. Es vol construir un dispositiu en el que dos punts (1 i 2) es trobin a una distància constant entre ells independentment de les variacions de temperatura. Això es pot fer amb dues varetes amb diferents coeficients de dilatació unides per un extrem com s'indica a la figura. (a) Demostreu que la distància



L no variarà amb la temperatura si L_A i L_B s'escullen de manera que $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$. (b) Si el material de B és acer, el de A llautó i $L_A = 250 \text{ cm}$ a 0°C, quin és el valor de L ?

Sol.: (b) 182 cm.

Taula 1. Valors aproximats dels coeficients lineals de dilatació tèrmica.

Material	Coef. K ⁻¹
Acer	11·10 ⁻⁶
Alumini	24·10 ⁻⁶
Carboni	
Diamant	1,2·10 ⁻⁶
Grafit	7,9·10 ⁻⁶
Coure	17·10 ⁻⁶
Gel	51·10 ⁻⁶
Invar	1,0·10 ⁻⁶
Llautó	19·10 ⁻⁶
Vidre	
Ordinari	9,0·10 ⁻⁶
Pyrex	3,2·10 ⁻⁶

Taula 2. Calors específiques de diverses substàncies a 20 °C.

Substància	kJ/kg·K
Aigua líquida	4,184
Vapor d'aigua (100°C)	2,01
Alcohol etílic	2,4
Alumini	0,900
Bismut	0,123
Coure	0,386
Gel (-10°C)	2,05
Mercuri	0,140
Or	0,126
Plata	0,223
Tungstè	0,134
Zinc	0,387
Plom	0,128

Taula 3. Punt de fusió normal (PF), calor latent de fusió (L_f), punt d'ebullició normal (PE) i calor latent de vaporització (L_v) per diverses substàncies a 1 atm.

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
Sofre	388	38,5	717,75	287
Brom	266	67,4	332	369
Coure	1356	205	2839	4726
Heli	-	-	4,2	21
Mercuri	234	11,3	630	296
Nitrogen	63	25,7	77,35	199
Or	1336	62,8	3081	1701
Oxigen	54,4	13,8	90,2	213
Plata	1234	105	2436	2323
Plom	600	24,7	2023	858
Zinc	692	102	1184	1768

Calor

20. La calor específica d'un metall es determina mesurant la variació de temperatura que té lloc quan una porció escalfada d'aquest material es situa en un recinte aïllat construït del mateix metall i que conté aigua. La porció del metall té una massa de 100 g i es troba inicialment a una temperatura de 100°C. El recipient té una massa de 200 g i conté 500 g d'aigua a una temperatura inicial de 20,0°C. La temperatura final del sistema és de 21,4°C. Quina és el calor específica del metall?

Sol.: 0,386 kJ/kg·K.

Canvis d'estat

21. Quina quantitat de calor es desprèn quan 100 g de vapor d'aigua a 150°C es refreden i congelen produint 100 g de gel a 0°C?

Sol.: 310,9 kJ

22. Quina quantitat de calor s'absorbeix quan 80 g d'aigua líquida a 50°C s'escalfen produint 80 g d'aigua vapor a 100°C?

Sol.: 197,3 kJ.

23. Un contenidor ben aïllat conté 150 g de gel a 0°C. (a) Si s'introdueix 20 g de vapor d'aigua a 100°C, quina serà la temperatura final del sistema a l'equilibri? (b) Hi quedarà gel sense fondre?

Sol.: (a) 4,90 °C, (b) no quedarà gel.

24. Un tros de coure de 100 g s'escalfa en un forn fins a una temperatura T . Després s'introdueix en un calorímetre, també de coure, de 150 g de massa i que conté 200 g d'aigua. La temperatura inicial del calorímetre i de l'aigua és de 16°C i la temperatura de tot el sistema un cop assolit l'equilibri és de 38°C . Quan es pesa el calorímetre i el seu contingut, es troba que s'ha evaporat 1,2 g d'aigua. Quina era la temperatura T inicial del tros de coure?

Sol.: $616,5^{\circ}\text{C}$.

25. El cos humà gasta aproximadament 2500 kcal de energia diària. Si tota aquesta energia es perdés evaporant aigua per la pell. Quina quantitat d'aigua s'evaporaria diàriament?

Sol.: 4,63 kg.

Humitat absoluta i relativa

26. La temperatura de l'aire és de 20°C i la humitat relativa del 50%. Si la temperatura baixa a 4°C , quina fracció de massa de vapor d'aigua es condensarà? Nota: les pressions de vapor d'aigua saturat a 20°C i 4°C són respectivament 2,34 kPa i 0,80 kPa.

Sol.: 31,6%.

27. Un dia d'hivern es ventila una habitació amb l'aire de l'exterior que es troba a 0°C i la humitat relativa és del 30%. Després es tanquen les finestres i es posa en marxa la calefacció fins assolir una temperatura dins l'habitació de 20°C . Quina és la humitat relativa de l'aire dins de l'habitació? Nota: les pressions de vapor d'aigua saturat a 0°C i 20°C són respectivament 0,611 kPa i 2,34 kPa.

Sol.: 7,83%

28. El punt de rosada és de 30°C un dia en que la temperatura és de 37°C . Quina és la humitat relativa? Nota: les pressions de vapor d'aigua saturat a 30°C i 37°C són respectivament 4,24 kPa i 6,30 kPa.

Sol.: 67,3%.

29. La humitat relativa és del 37,2% un dia en que la temperatura és de 20°C . Quin és el punt de rosada? Nota: les pressions de vapor d'aigua saturat a 0°C , 5°C , 10°C i 15°C són respectivament 0,611 kPa, 0,867 kPa, 1,23 kPa i 1,69 kPa.

Sol.: 5°C .