



UNIVERSIDADE da MADEIRA

**Termodinâmica e Teoria Cinética
Folha 1 – Temperatura**

1. A que temperatura coincidem as leituras dos seguintes pares de escalas de temperatura?

- a) Celsius e Fahrenheit?
- b) Fahrenheit e Kelvin?
- c) Celsius e Kelvin?

[R: a) $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$; b) $574,6$; c) Nunca!]

2. A temperatura de um sistema termodinâmico baixou $27\text{ }^{\circ}\text{F}$ durante um processo de arrefecimento. Exprima esse abaixamento de temperatura em:

- a) K
- b) $^{\circ}\text{C}$

[R: a) 15 K ; b) $15\text{ }^{\circ}\text{C}$]

3. Considere dois termómetros, um que mede a temperatura em graus Celsius e outro em graus Fahrenheit.

- a) A que temperatura os dois termómetros indicarão o mesmo valor?
- b) A que temperatura a medida em graus Fahrenheit tem o triplo do valor da medida em graus Celsius?

[R: a) $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$; b) $80\text{ }^{\circ}\text{F}$]

4. Num local onde a pressão atmosférica é de 760 mm de mercúrio, utilizamos um termómetro com escala centígrada, que está mal graduado. Quando a temperatura real é $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ele marca $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, e quando estão $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ele marca $112\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- a) Qual é a formula que devemos utilizar para calcular a temperatura real em todos os pontos?
- b) Se o termómetro marcar $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ qual é a temperatura real?
- c) A que temperatura seria correcta a leitura do termómetro?

[R: a) $T_{real} = (T_{errada} - 2)/1,1$; b) $43,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; c) $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$]

5. Um termómetro que mede a temperatura em graus Celsius está mal graduado: marca $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ no ponto de fusão do gelo e $99\text{ }^{\circ}\text{C}$ no ponto de ebulição da água (num local onde a pressão atmosférica é normal).

- a) Qual a formula que devemos utilizar para calcular a temperatura real em todos os pontos?
- b) Se o termómetro marcar $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ qual é a temperatura real?
- c) A que temperatura seria correcta a leitura do termómetro?

[R: a) $T_{real} = (T_{errada} - 8)/0,91$; b) $46\text{ }^{\circ}\text{C}$; c) $88\text{ }^{\circ}\text{C}$]

6. A resistência R de um certo termómetro de platina vale $90,35\ \Omega$ quando o seu bolbo é colocado numa célula de ponto triplo (da água $T_{PT} = 273,16\text{ K}$). Qual será o valor da temperatura se o bolbo estiver num ambiente tal que $R = 96,28\ \Omega$?

[R: 291 K]

7. Um determinado termómetro é calibrado utilizando como pontos fixos o ponto de congelação (x_g) e o ponto de vapor (x_v); sendo às temperaturas desses estados atribuídos os valores 0° e 100° : A função termodinâmica escolhida para estabelecer a escala de temperatura é:

$$T = a \cdot \ln(x) + b$$

Mostre que a escala de temperatura é dada por

$$T = 100 \frac{\ln\left(\frac{x}{x_g}\right)}{\ln\left(\frac{x_v}{x_g}\right)}$$

8. As leituras T_A e T_B de dois termómetros A e B, com escalas centígradas, são idênticas nos pontos de congelação (0°C) e de vapor (100°C) da água, e estão relacionadas pela equação:

$$T_A = a + bT_B + cT_B^2$$

entre esses pontos; sendo a; b e c constantes. Quando ambos os termómetros estão imersos num banho de óleo, o termómetro A regista 51°C e o B regista 50°C : Calcule o valor indicado por A quando B indica 25°C .

[R: $25,75^\circ\text{C}$]

9. Um termómetro de gás de volume constante, contendo hélio, indica os valores da pressão do gás, P , de 1000 e 1366 mmHg, respectivamente, nos pontos de congelação e de vapor (da água).

a) Exprima a temperatura do termómetro de gás, T ; em função da pressão P do gás de modo a obter uma escala centígrada (com 100 divisões) entre os pontos considerados.

b) Determine a temperatura da atmosfera sabendo que a pressão do gás, quando o termómetro é deixado em contacto com a atmosfera, é 1074 mmHg.

[R: a) $T_{real} = 0,273 \cdot P - 273$; b) 20°C]

10. Os termistores são substâncias semicondutoras que podem funcionar como termómetros de resistência, sendo que a resistência desses materiais decresce exponencialmente com a temperatura. Para um dado termistor sabe-se que

$$R = R_0 \cdot \exp(-0,007\theta)$$

onde θ é a temperatura em graus Celsius. Define-se uma escala de temperatura, T , que varia linearmente com a resistência R do termistor, tomando como pontos fixos o gelo fundente (temperatura atribuída 0°) e a ebulição normal da água (temperatura atribuída 100°).

Se um termómetro de mercúrio, imerso num dado meio, indicar a temperatura 50°C qual será o valor da temperatura na escala T ?

[R: $59,7^\circ\text{C}$]

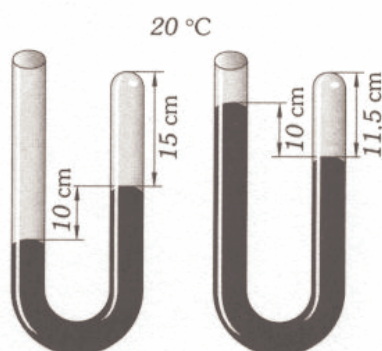
11. Considere um gás que ocupa o volume de 50 dm^3 à pressão de $8,5 \text{ atm}$, e à temperatura T . Calcule, na respectiva unidade SI, o valor da constante da lei de Boyle a essa temperatura.

[R: 43050 J]

12. Calcule o valor do volume que teria, a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, uma porção de hidrogénio que a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, e à mesma pressão, ocupasse um volume de $0,840\text{ dm}^3$.
[R: $0,994\text{ dm}^3$]

13. Numa bomba de bicicleta, quando o êmbolo está todo recuado, o ar ocupa uma extensão de 40 cm à pressão atmosférica normal. Se taparmos o tubo de saída do ar e exercermos sobre o êmbolo uma pressão total de 2 kgf/cm^2 qual será a extensão que o ar passou a ocupar? Suponha que não houve variação de temperatura durante a compressão.
[R: 21 cm]

14. Um tubo em forma de U com uma secção uniforme de 1 cm^2 contendo mercúrio está encerrado de um lados, com podemos ver na figura. Sabendo que a massa específica do mercúrio é $13,6 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$, calcule:



a) O valor da pressão atmosférica.
b) A pressão do ar encerrado no interior do tubo no primeiro caso.
c) A pressão do ar encerrado no interior do tubo quando se reduz o volume.
[R: a) $0,145 \cdot 10^5\text{ Pa}$ b) $0,012 \cdot 10^5\text{ Pa}$ c) $0,278 \cdot 10^5\text{ Pa}$]

15. Calcule a massa de gás de hidrogénio contida numa garrafa metálica de $0,02\text{ m}^3$, à pressão de $80,0\text{ atm}$ e à temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ (A massa molar do elemento Hidrogénio é $M(\text{H}) = 1\text{ g/mol}$).
[R: 130 g]

16. Calcule o volume de um cilindro que contém $0,846\text{ kg}$ de dióxido de carbono a $230\text{ }^{\circ}\text{F}$ e $1,5859 \cdot 10^5\text{ Pa}$. ($M(\text{C}) = 12\text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16\text{ g/mol}$)
[R: $0,385\text{ m}^3$]

17. Determine a massa de gás Árgon ($M = 39,95\text{ g/mol}$) que está dentro de um recipiente a 150 kPa e $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. O recipiente é esférico e tem um raio de 5 m .
[R: 1288 kg]

18. Considerando o vapor de água como um gás ideal, calcule o seu volume e densidade específica a uma pressão de 5 atm e uma temperatura de $650\text{ }^{\circ}\text{F}$.
[R: $1,78\text{ kg/m}^3$]

19. Um piloto pioneiro está a pensar em desenhar um balão de ar quente. Qual é o volume de ar a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ necessário para que o balão tenha uma potência de levantamento de 200 kg (definido como a massa de ar deslocado menos a massa de ar quente)? A temperatura ambiente e pressão são de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 1 atm , e o peso molecular médio do ar é $29\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, enquanto que a do ar quente é de $32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (devido à presença de algum CO_2).
[R: 1490 m^3]

20. Um recipiente com um volume de 2.5 m^3 contém inicialmente oxigênio a uma pressão de $8.6188 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ a uma temperatura de $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Devido a uma fuga de oxigênio, a pressão cai para um valor de $6.895 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ enquanto a temperatura se mantém constante. Considerando o comportamento de um gás ideal, determine a massa de gás que escapou do recipiente.

[R: 5,5 kg]

21. Sejam x , y e z três variáveis entre as quais existe uma relação funcional $G(x,y,z) = 0$. Mostre que:

a)
$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \frac{1}{\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z}$$

b)
$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1 \quad (\text{relação cíclica})$$

c)
$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = -\frac{\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_x}{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y}$$

d)
$$\left(\frac{\partial G}{\partial x}\right)_y = \left(\frac{\partial G}{\partial x}\right)_z + \left(\frac{\partial G}{\partial z}\right)_z \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y$$

22. Considere a relação entre a pressão, a temperatura e o volume de 1 mol de um gás ideal:

$$PV = RT$$

a) Verifique que as relações 1a) e 1b) são satisfeitas pelas variáveis P , V e T .

b) Escreva a equação anterior na forma $P = P(V,T)$ e escreva por extenso dP e d^2P .