

**Versão A**
**Duração: 30 min**
**Não são precisas calculadoras**
**Escreva claramente a versão na folha das respostas**

Expressões úteis:

$$E = \frac{3N}{2}KT \quad p = kT \left[ \frac{\nu}{V} + B_2(T) \left( \frac{\nu}{V} \right)^2 \right] \quad \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = - \left( \frac{\partial p}{\partial S} \right)_V \quad \left( \frac{\partial S}{\partial p} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

$$\left( p + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = RT \quad \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_S = \left( \frac{\partial V}{\partial S} \right)_p \quad \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$$

**Exercício 1:** (2 valores cada alínea)

Um mole de um gas monoatómico ideal que se encontra a uma temperatura  $T_0$ , expande-se entre um volume inicial  $V_0$  e um volume final  $V_f = 2V_0$  de forma quasiestática. Calcule:

- O trabalho realizado pelo gas se a expansão acontecer a temperatura externa constante,  $T_0$ .
- Qual é a variação da energia interna do gas nesse caso?
- O trabalho realizado, se a expansão acontecer a pressão constante.
- O calor absorvido pelo gas na expansão a pressão constante.
- Qual é a variação de entropia no processo a pressão constante?

Soluções: a)  $W = \int p dV = RT_0 \ln 2$ ; b)  $\Delta E = 0$  (E só é função de T);  $W = \int p dv = RT_0$ ;

c)  $W = \frac{\nu RT_0}{V_0} \Delta V = RT_0$ ; d)  $\Delta E = \frac{3N}{2} K \Delta T = \frac{3}{2} RT_0$ ;  $W = \Delta E + W = \frac{5}{2} RT_0$ ;

e)  $dS = \frac{1}{T} \frac{\partial E}{\partial T} dT + \frac{1}{T} dW = \frac{5}{2} R \ln 2$

**Exercício 2:** (2 valores)

Num processo quasiestático e adiabático, submete-se um sólido a uma mudança de pressão. A pressão inicial é  $p_0$  e uma pressão final  $p_1$ . O material caracteriza-se por uma densidade  $\rho$ , um calor específico (por unidade de massa) a pressão constante  $c_p$  e um coeficiente de expansão volumétrico  $\alpha$ , que se podem considerar aproximadamente constantes para o intervalo de pressões e temperaturas no que se realiza a experiência.

- Calcule a temperatura final, quando a pressão é  $p_1$ .

Solução: por S em função de T e p,  $T_f = T_0 \exp \frac{\alpha}{\rho c_p} (p_1 - p_0)$

**Questões:** ( 2 valores cada)

Soluções: 3.b, 4.c, 5. a,b,d, 6.2

3. Para um gas de van der Waals, como varia o seu calor específico a volume constante,  $c_V$ , com o volume?
- Depende de se o gas é monoatômico ou diatômico.
  - Não varia,  $c_V$  como muito depende da temperatura e não do volume.
  - $c_V$  diminui com o volume.
  - $c_V$  aumenta com o volume.
  - A dependência de  $c_V$  com o volume vem determinada pelo coeficiente de expansão volumétrico  $\alpha$ .
  - Todas as outras respostas estão erradas.
4. Um gas real expande-se livremente entre um volume inicial  $V_i$  e um volume final  $V_f$ . Assumindo que a capacidade calorífica do contentor do gas é desprezável, qual vai a ser a sua temperatura final?
- A temperatura permanece constante por ser uma expansão livre.
  - A temperatura sempre aumenta numa expansão livre.
  - Por ser um gas real, a temperatura final vai ser, em geral, diferente da temperatura inicial.
  - Não se pode determinar sem mais informação.
  - Todas as outras respostas estão erradas.
5. Uma máquina térmica desenhada para produzir trabalho a partir da absorção de calor opera de forma quasiestática entre duas temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ , com  $T_1 > T_2$ . Qual é a sua eficiência?
- A eficiência é a máxima possível.
  - A eficiência é  $\eta = 1 - T_2/T_1$ .
  - A eficiência é  $\eta = T_2/T_1$ .
  - A alínea a e b são corretas.
  - Todas as outras respostas estão erradas.
6. O coeficiente de Joule-Thomson para um certo gas real tem o valor  $\mu = 0.1 \text{ K/bar}$  para  $T_1 = 400 \text{ K}$ . Se o gas circula através de uma parede porosa, com fluxo constante e em condições de equilíbrio num tubo isolado adiabaticamente, qual será a temperatura  $T_2$ ?
- Não se pode saber  $T_2$ , dependerá do coeficiente de expansão  $\alpha$  do gas.
  - $T_2$  é menor que  $T_1$ .
  - $T_2$  é maior que  $T_1$ .
  - $T_2 > \mu/\alpha$ , onde  $\alpha$  é o coeficiente de expansão do gas.
  - Nenhuma das outras respostas está correta.

