

Nome	Curso	Presença
Flávia Barbosa da Silva	Engenharia Biomédica e Biofísica	
Luís Ribeiro da Silva	Engenharia Biomédica e Biofísica	
	Engenharia Biomédica e Biofísica	

Exame de Termodinâmica e Teoria Cinética (TTC) e TTCA
[10-01-2015]
Física, Engenharia Física e Engenharia Biomédica e Biofísica

Nome: Diogo Gomes

Curso: Física

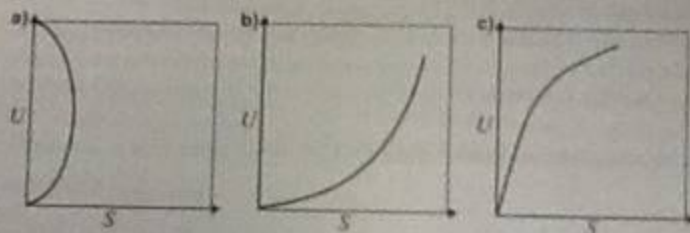
Número de aluno: 55114

Atenção: Para ter a cotação máxima nos grupos II, III e IV justifique cuidadosamente as suas respostas.

Grupo I (8 valores)

Leia atentamente as questões seguintes e assinale com um círculo a opção que lhe parece corresponder à resposta mais correta.

1. Considere as figuras a), b) e c) que representam a energia interna em função da entropia para três sistemas físicos. (Cotação 0.5)



- a) Todos os sistemas exibem temperatura absoluta negativa.
 b) Apenas o sistema a) exibe temperatura absoluta negativa.
 c) Os sistemas b) e c) exibem temperatura absoluta negativa.
☒ d) Nenhum dos três sistemas exibe temperatura absoluta negativa.

2. Seja v a velocidade média das partículas que constituem um gás ideal e v_p a sua velocidade mais provável. Quando a temperatura aumenta: (Cotação 1.0)

- ☒ a) v e v_p aumentam, a fracção de partículas com velocidade entre v e $v+dv$ diminui e a fracção de partículas com velocidade entre v_p e v_p+dv_p diminui.
 b) v e v_p aumentam, a fracção de partículas com velocidade entre v e $v+dv$ aumenta, e a fracção de partículas com velocidade entre v_p e v_p+dv_p também aumenta.
 c) v e v_p aumentam e mantêm-se constantes a fracção de partículas com velocidade entre v e $v+dv$, e a fracção de partículas com velocidade entre v_p e v_p+dv_p .
 d) Nenhuma das respostas anteriores.

3. A capacidade calorífica de uma moeda de cobre (massa molar 64 g/mol) com massa $m = 32$ g pode estimar-se como sendo: (Cotação 1.5)



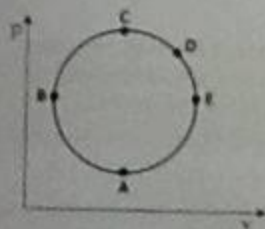
- a) 12.46 J K^{-1}
 b) 6.24 J K^{-1}
 c) 14.54 J K^{-1}
 d) Nenhuma das respostas anteriores.

4. Uma caixa preta encontra-se colocada sobre uma mesa com um buraco como se mostra na figura. Com exceção de um fio muito fino que está ligado a um bloco de massa m , a caixa encontra-se totalmente isolada da vizinhança. O objeto move-se muito lentamente em direcção à caixa. (Cotação 0.5)



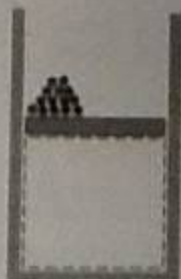
- a) Este processo viola a primeira lei da termodinâmica.
 b) Neste processo ocorre transferência de energia térmica para o fio.
 c) Este processo verifica a primeira lei da termodinâmica; a energia da caixa aumenta.
 d) Este processo verifica a primeira lei da termodinâmica; a energia da caixa diminui.
 e) Este processo verifica a primeira lei da termodinâmica; a energia da caixa mantém-se constante.

5. Considere o ciclo de processos aos quais é sujeito um gás ideal. Nesse ciclo a temperatura é máxima no: (Cotação 1.0)



- a) Ponto A
 b) Ponto B
 c) Ponto C
 d) Ponto D
 e) Ponto E
 f) Não tenho dados suficientes para responder à pergunta.

6. Considere um gás confinado a um cilindro fechado por um pistão sobre o qual assentam várias pequenas moedas como se mostra na figura seguinte. Dos seguintes processos, aquele para o qual o trabalho feito pelo sistema é máximo é: (Cotação 1.0)



- (a) Expansão livre durante a qual o volume do gás aumenta quatro vezes por remoção instantânea de todas as massas que se encontram sobre o pistão.
- b) Expansão livre durante a qual o volume do gás duplica por remoção instantânea de metade das massas que se encontram sobre o pistão.
- x c) As massas são removidas do pistão uma a uma de forma que a pressão no interior do cilindro está sempre em equilíbrio com a pressão que resulta do peso aplicado no pistão. Após a remoção da última massa verifica-se que o volume aumenta quatro vezes.
- d) O trabalho feito pelo sistema é o mesmo em a), b) e c)

7. Um homem com capacidade calorífica constante C_p e que se encontra à temperatura $T=301\text{ K}$ cai a um lago e afoga-se. Se a temperatura do lago for 285 K , a variação da entropia do universo resultante deste processo é: (Cotação 1.5)

- (a) Nula porque o processo é reversível.
- b) $+0.004C_p$
- x c) $+0.084C_p$
- d) $+2.51C_p$
- e) Nenhuma das anteriores

8. A equação $dH = Vdp$ é válida para: (Cotação 1.0)

- a) Todos os processos.
- b) Todos os processos reversíveis.
- c) Todos os processos quasi-estáticos.
- x d) Todos os processos quasi-estáticos que são adiabáticos.
- e) Todos os processos reversíveis, que são adiabáticos e para os quais o número de partículas é constante.

Grupo II (3 valores)

1. No contexto da teoria cinética dos gases, mostre que o número de colisões N_{col} entre as partículas de um gás ideal e uma superfície plana de área A num certo intervalo de tempo Δt é dado pela seguinte expressão:

$$N_{col} = A \times \Delta t \times \left(\frac{N}{V} \right) \times \sqrt{\frac{k_B T}{2\pi m}}$$



em que V é o volume do sistema de N partículas que compõe o gás, T a temperatura absoluta, m a massa de cada partícula e k_B a constante de Boltzmann. (Cotação 2.5)

2. Mostre que a expressão anterior se pode escrever como:

$$\frac{N}{A \times \Delta t} = \frac{p}{\sqrt{2\pi m T k_B}}, \text{ em que } p \text{ é a pressão. (Cotação 0.5)}$$

Grupo III (5 valores)

Considere um ciclo relativo a um gás ideal que consiste nos seguintes processos:

- (1) Do estado inicial (p_1, V_1) o gás é arrefecido a pressão constante para o estado (p_2, V_2) .
- (2) O gás é aquecido a volume constante para o estado (p_3, V_2) .
- (3) O gás expande adiabaticamente de volta ao estado (p_1, V_1) .

1. Represente o ciclo no plano p, V . (Cotação 0.5)
2. Determine $W_{1 \rightarrow 2}$, $W_{2 \rightarrow 3}$ e $W_{3 \rightarrow 1}$. (Cotação 1.0)
3. Indique no ciclo que representou na alínea 1 o braço onde o balanço de calor é positivo e aquele para o qual esse balanço é negativo. (Cotação 1.0)
4. Determine o rendimento de uma máquina baseada neste ciclo. (Cotação 2.5)

Grupo IV (4 valores)

1. Tomando como ponto de partida a primeira lei da termodinâmica na forma $dU = TdS - pdV$, mostre que

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p \text{ (Cotação 1.5)}$$

2. Considere um gás ideal que é mantido no lado esquerdo de uma caixa por uma partição que o separa do lado direito da caixa que está sob vácuo. A partição é removida rapidamente e o gás expande adiabaticamente passando a ocupar todo o volume V da caixa. Tomando como ponto de partida $U = U(T, V)$ mostre que neste processo se tem

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U = -\frac{1}{C_V} \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p \right] \text{ (Cotação 1.5)}$$

3. Mostre que

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_V \text{ (Cotação 1.0)}$$