Prova 3 - Física 2 (4302112) - IFUSP - Novembro de 2016 - Diurno

Nome: _____ Nº USP: _____ Turma/Prof.: _____

Questões

1. [1,5 ponto] Com relação a transformações termodinâmicas reversíveis sofridas por um gás genérico, avaliem como verdadeiras ou falsas as afirmações abaixo, **justificando** suas respostas.

   ( ) Para qualquer gás, a variação de energia interna durante a transformação é proporcional apenas à variação de temperatura.

   ( ) Durante uma transformação isocórica, o trabalho realizado sobre o gás é nulo.

   ( ) Durante uma expansão isobárica, a transferência de energia na forma de calor para o gás é maior que a variação na energia interna do gás.

   ( ) Durante uma compressão isotérmica de um gás ideal, o trabalho realizado sobre o gás é positivo e igual à variação na energia interna do gás.

   ( ) Durante uma expansão adiabática, o gás pode realizar um trabalho positivo sobre o entorno, igual ao negativo da variação na energia interna do gás.

2. [1,5 ponto] Considerem um gás ideal inicialmente confinado por uma partição à metade do volume total de um recipiente cujas paredes são feitas de um material termicamente isolante. Na situação inicial, a outra metade do volume do reservatório está evacuada. A partição é removida, e o gás pode expandir-se livremente, passando a ocupar todo o volume do recipiente. A respeito desse processo, classifique as afirmativas abaixo como verdadeiras ou falsas, **justificando** suas respostas.

( ) Durante o processo, o trabalho realizado pelo gás, embora não nulo, é compensado pela transferência de energia na forma de calor vinda do entorno.

( ) A temperatura do gás ao final do processo é igual à temperatura do gás no início do processo.

( ) A temperatura do gás diminui ao longo do processo, já que, como ocorre uma expansão, o gás realiza trabalho sobre o entorno.

( ) Como não há transferência de energia na forma de calor durante qualquer etapa do processo, a variação de entropia do gás é nula, assim como a variação de entropia do entorno.

( ) A variação de entropia do Universo durante o processo é positiva, porque ao final as moléculas do gás podem ocupar um maior volume.

3. [1,0 ponto] Suponha que há uma única molécula de SF_6 dentro de uma garrafa de paredes rígidas contendo 1 mol de gás nitrogênio. Quais dos fatores abaixo têm influência importante sobre o caminho livre médio da molécula de SF_6 ? Para os itens que assinalar, explique nos espaços disponíveis como se dá a influência.

( ) A temperatura do sistema.

( ) O volume da garrafa.

( ) O diâmetro da molécula de SF_6.

( ) O diâmetro das moléculas de nitrogênio.

( ) A pressão no interior da garrafa.

4. [1,0 ponto] Para um fluido simples, a partir da energia interna E_{int}, da entropia S, da temperatura T, do volume V e da pressão P podemos definir a entalpia H e as energias livres de Helmholtz, F, e de Gibbs, G, como

$$H = E_{\text{int}} + PV, \qquad F = E_{\text{int}} - TS, \qquad G = E_{\text{int}} - TS + PV.$$

Com relação a essas grandezas, classifique como verdadeiras ou falsas as afirmativas abaixo, **justificando** suas respostas.

( ) Em qualquer processo cíclico, as variações de H, F e G para um dado sistema são nulas entre o início e o final de cada ciclo.

( ) Em um processo que ocorre a pressão constante e envolve uma variação de temperatura ΔT, a variação da entalpia de um gás ideal monoatômico contendo N moléculas é igual $\frac{5}{2}Nk_B\Delta T$.

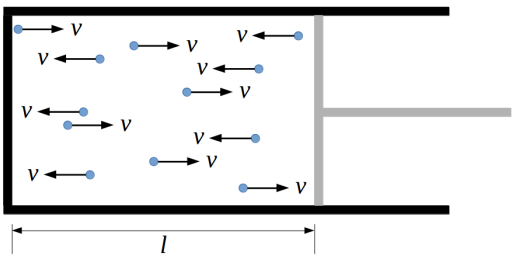
( ) Em um processo reversível que ocorre a entropia constante e envolve uma variação de temperatura ΔT, a variação na energia livre de Helmholtz de um gás ideal monoatômico contendo N moléculas é igual $\frac{3}{2}Nk_B\Delta T$.

( ) Em um processo reversível que ocorre a pressão e temperatura constantes, a energia livre de Gibbs não varia.

Problemas

ATENÇÃO: na resolução dos problemas, procure indicar com clareza os passos que seguir, fazendo uso do espaço também disponível no verso das folhas.

1. [2,0 pontos] Em um modelo grosseiro de um gás ideal, N partículas de massa m movem-se no interior de um recipiente, com seus movimentos limitados à direção horizontal, conforme indicado na figura. Todas as partículas têm rapidez inicial v e efeitos gravitacionais podem ser desprezados. Na extremidade direita do recipiente, há um pistão móvel, de área de superfície A, a partir do qual é possível regular o volume do gás. Todas as paredes do recipiente, assim como o pistão, são termicamente isolantes, e todas as colisões das partículas com as paredes e o pistão podem ser consideradas elásticas. Sendo l a distância entre o pistão e a extremidade esquerda do recipiente, as respostas aos itens abaixo devem ser dadas apenas em função de l, A, N, m e v.



   (a) Calcule o tempo médio entre colisões consecutivas de uma dada partícula com o pistão.

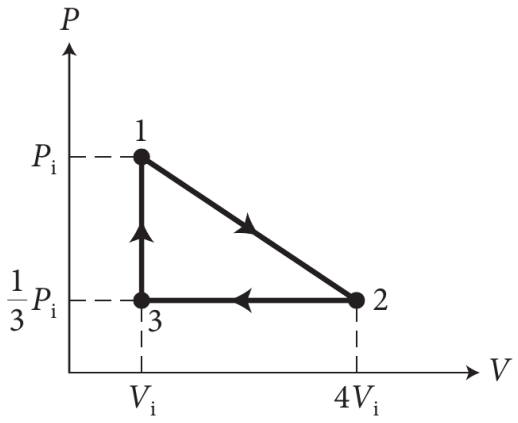
   (b) Calcule a variação de momento de uma única partícula ao colidir com o pistão.

   (c) Calcule a força média exercida por todas as partículas sobre o pistão ao longo de um tempo muito maior que aquele calculado no item (a).

   (d) Calcule a pressão média das partículas sobre o pistão.

   (e) Caso o pistão passasse a ser lenta mas continuamente deslocado para a esquerda, o que aconteceria com a energia cinética das partículas? (Suponha que as colisões continuem elásticas no referencial do pistão.) O que isso indica que ocorreria com a temperatura de um gás submetido a esse processo? **Justifique sua resposta**.

2. [3,0 pontos] No ciclo termodinâmico mostrado na figura abaixo, todos os trechos são lineares no diagrama P-V, com o trecho entre os estados 2 e 3 ocorrendo a pressão constante e o trecho entre os estados 3 e 1 ocorrendo a volume constante. A pressão e o volume no estado 1 são (P_i, V_i), e as coordenadas dos demais estados estão indicadas na figura. Considere que o gás submetido ao ciclo tenha calores específicos $C_V = \frac{3}{2}k_B$ (volume constante) e $C_P = \frac{5}{2}k_B$ (pressão constante), e forneça para os itens abaixo respostas que não dependam de outras grandezas que não k_B, P_i, V_i e do número N de moléculas no gás. Certifique-se de que os sinais das respostas nos itens (b) a (f) sejam consistentes com sua expectativa física sobre o sentido dos fluxos de energia no trecho.



(a) Determine as coordenadas de pressão, volume e temperatura para os estados 1, 2 e 3.

(b) Para o trecho entre os estados 1 e 2, determine o trabalho realizado sobre o gás.

(c) Para o trecho entre os estados 2 e 3, determine a variação de energia interna do gás.

(d) Para o trecho entre os estados 3 e 1, determine a transferência de energia na forma de calor para o gás.

(e) Calcule a variação de entropia do gás entre os estados 2 e 3. Você **não deve** utilizar uma função já pronta, mas sim explicitar seu cálculo a partir da definição $\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$.

(f) Para o ciclo completo, diga se cada uma das grandezas abaixo é positiva, negativa ou nula, justificando sua resposta. Não é necessário calcular valores, mas apenas oferecer argumentos físicos.

- A variação de energia interna.
- O trabalho líquido realizado sobre o sistema.
- A transferência líquida de energia para o sistema na forma de calor.
- A variação de entropia.