



Universidade Federal do Rio de Janeiro | Instituto de Física
Lista 1 – Física 2

prof. Daniela Szilard

23 de maio de 2016

1. Julgue os itens: verdadeiro ou falso.

- () A lei de Stevin é válida para qualquer fluido cuja densidade é função exclusiva da altura.
- () A equação de Bernoulli pode ser aplicada entre quaisquer pontos de um fluido ideal.
- () Para um fluido ideal e incompressível escoando em um tubo que sofre um estreitamento, a pressão é maior, quanto menor for a seção reta do tubo.
- () Um barco, que contém uma pedra, flutua em uma piscina. Quando a pedra é jogada no fundo da piscina, o nível da piscina permanece o mesmo.
- () Um objeto flutua em uma piscina e, ao se partir em dois, o nível da piscina não se altera.
- () Dois recipientes idênticos são colocados sobre uma balança preenchidos por um mesmo líquido. Em um dos recipientes (recipiente II), um objeto está parcialmente submerso e, no outro (recipiente I), só há líquido. A altura do nível do líquido nos dois recipientes é a mesma. É correto afirmar que a marcação da balança será maior para o recipiente II.
- () Dois corpos a mesma temperatura estão necessariamente em equilíbrio térmico.
- () A primeira lei da termodinâmica só se aplica a processos reversíveis.
- () A energia interna de um gás (ideal ou não) é função exclusiva da temperatura.
- () A energia interna de um mol de um gás ideal é diretamente proporcional à pressão do gás e inversamente proporcional ao seu volume.
- () O aquecimento de um fluido através de uma resistência elétrica (efeito Joule) só pode ser feito reversivelmente.
- () Pode existir um motor térmico que opera entre 300 K e 400 K realizando, em um ciclo, uma quantidade de trabalho de 100 J e rejeitando 200 J de calor.
- () A variação de entropia de um sistema em um processo irreversível não pode ser igual à variação de entropia de um processo reversível.
- () A variação de entropia de dois processos distintos que partem de um mesmo estado inicial e chegam a um mesmo estado final são iguais quer o processo seja reversível, quer seja irreversível.
- () O trabalho de qualquer transformação gasosa pode ser calculado através da expressão $W = \int p dV$
- () Em uma expansão livre, o calor recebido pelo gás pode ser calculado através da expressão $Q = \int T dS$
- () De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema nunca pode diminuir.
- () A velocidade quadrática média de dois gases ideais nas CNTPs é independente da massa do elemento químico que os compõem.
- () O livre caminho médio de um gás é tão maior quanto maior for a pressão do gás e menor sua temperatura.

2. Considere um fluido cuja densidade decresce com a altura z da seguinte maneira $\rho(z) = \rho_0 e^{-z/z_0}$, onde ρ_0 e z_0 são constantes dimensionais. O fluido está contido em um recipiente fechado com a forma de paralelepípedo, cuja base é quadrada de lado L e a altura é H . Considere a base do recipiente em $z = 0$. Determine:

(a) como a pressão $p(z)$ varia em função da altura z .

Para $z \ll z_0$, é possível mostrar que:

$$p(z) = p(H) + \rho_0 g(H - z)$$

(b) **(Extra!)** Mostre isso!

Usando a expressão acima da pressão, determine:

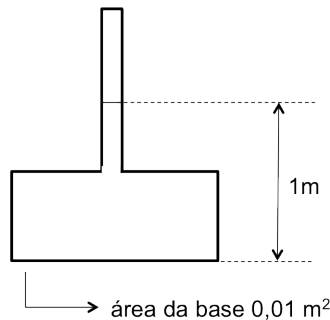
(c) a força que o fluido exerce sobre a base.

(d) a força que o fluido exerce sobre uma das paredes laterais.

(e) o torque da força resultante sobre uma das paredes laterais em relação a base.

(f) a altura do centro das pressões em uma das paredes laterais.

3. Um quilograma de água é colocado em um recipiente aberto cuja área da base é 10^{-2} m^2 e tem a forma indicada na figura. A altura da coluna de água formada é 1 m. Considere a água um fluido incompressível de densidade $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.



(a) Calcule a força que o líquido exerce na base do recipiente;

(b) Compare sua resposta do item anterior com o peso do líquido. Por que os dois valores não coincidem?

4. Um recipiente de seção reta A contém um líquido incompressível de densidade ρ cuja superfície é mantida a pressão constante p_1 . A uma profundidade h em relação à superfície do líquido, abre-se um orifício pequeno de seção reta $a < A$ e esse líquido começa a vazar para o exterior, que está à pressão atmosférica p_0 .

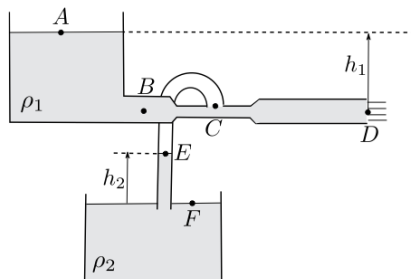
(a) A que velocidade este líquido sai do orifício? Qual a vazão?

(b) Ajustando-se a pressão p_1 é possível conter o vazamento? Como?

(c) O que acontece com o orifício quando $p_1 = 0$? Isto depende do valor de h ?

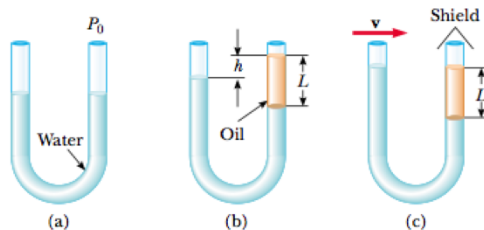
5. Dois tanques abertos estão cheios de dois fluidos de densidades distintas ρ_1 e ρ_2 , como mostra a figura. O fluido de densidade ρ_1 escoar por um tubo que sofre um estrangulamento. Um tubo em U

é ligado ao tubo superior com o objetivo de ser utilizado para medir a pressão no ponto C . Considere a pressão do ar é uniforme entre os pontos C e E e igual a p_0 . Considere também que as áreas das superfícies de fluido nos dois tanques são muito maiores que as das seções retas do tubo horizontal, que o escoamento do fluido através do mesmo é estacionário. Calcule:



- a velocidade de escoamento do fluido no ponto D .
- a pressão manométrica (diferença entre a pressão absoluta e pressão atmosférica) no ponto C .
- a velocidade no ponto C .
- a razão entre as seções retas no ponto D e no no ponto C .

6. Um tubo em U é aberto dos dois lados e parcialmente cheio com água com densidade ρ_1 . É adicionado óleo de densidade $\rho_2 < \rho_1$ no ramo direito do tubo de forma que a coluna de óleo possua altura L .



- Determine a diferença h entre as alturas das duas colunas dos líquidos.
- Em seguida, uma das extremidades é protegida do vento, como mostra a figura. Determine a velocidade do vento, sabendo que os níveis dos dois líquidos é o mesmo. Considere a densidade do ar ρ_{ar} .

7. Modelando a subida de uma massa de ar como um processo adiabático, calcule a variação da temperatura com a altitude.

8. Um mol de um gás ideal diatômico ocupa inicialmente um volume V_0 , sob pressão p_0 , e está em contato com um reservatório térmico a temperatura T_0 . O gás passa pelas seguintes transformações:

- Transformação isovolumétrica até uma temperatura $T_1 > T_0$;
- Expansão adiabática até o estado que possui volume V_2 e temperatura T_0
- Compressão isotérmica até retornar ao estado inicial. Considere conhecida a constante

universal dos gases perfeitos R .

Responda:

(a) Esboce no diagrama $p \times V$ as transformações, indicando claramente o estado inicial e final (p, V) de cada uma delas .

(b) Calcule o calor recebido, o trabalho realizado pelo gás e a variação da energia interna em cada um dos processos.

(c) Calcule a eficiência de uma máquina térmica operando nesse ciclo.

(d) Compare o resultado obtido no item (c) com a eficiência do ciclo de Carnot operando entre as mesmas temperaturas máxima e mínimas.

(e) Calcule a variação da entropia em cada um dos processos.

9. Um mol de um gás ideal monoatômico, inicialmente nas CNTPs, é submetido aos seguintes processos:

(I) Expansão isotérmica até o dobro do volume inicial;

(II) Aquecimento a volume constante, absorvendo 100 cal;

(III) Compressão isotérmica até voltar ao volume inicial;

(IV) Resfriamento isocórico até retornar à temperatura inicial.

Responda:

(a) Esboce no diagrama $p \times V$ as transformações, indicando claramente o estado inicial e final (p, V) de cada uma delas.

(b) Calcule as temperaturas máxima e mínima em que este ciclo opera.

(c) Calcule a variação da energia interna em cada um dos processos.

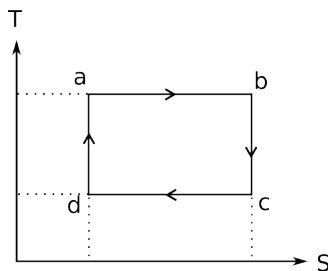
(d) Calcule o calor cedido ao gás e o calor perdido pelo gás em um ciclo.

(e) Calcule o trabalho realizado pelo gás.

(f) Calcule o coeficiente de desempenho de um refrigerador que opera neste ciclo.

(g) Compare o resultado obtido no item (c) com o coeficiente de desempenho de um refrigerador de Carnot operando entre as mesmas temperaturas máxima e mínimas.

10. Um ciclo termodinâmico para um gás ideal é representado no diagrama $T \times S$ abaixo, onde T é sua temperatura e S sua entropia. Sabendo que o ponto a corresponde às temperatura e entropia T_a e S_a e o ponto c às temperatura e entropia T_c e S_c , respectivamente, responda aos itens abaixo. Todos os ângulos na figura são retos.



(a) Calcule o calor recebido pelo gás em um ciclo.

(b) Calcule a variação de energia interna em cada etapa do ciclo.

(c) Calcule o trabalho realizado. Qual sua interpretação gráfica?

(d) Represente o ciclo no diagrama $P \times V$ (pressão por volume). Você reconhece este ciclo? Qual é seu rendimento?

11. Nos processos abaixo mencionados, calcule a variação de entropia dos sistemas e do Universo e comente seus resultados à luz da Segunda Lei da Termodinâmica.

(a) um mol de um gás ideal, inicialmente em equilíbrio térmico, sofre uma expansão livre até dobrar de volume; em seguida, sofre uma compressão isotérmica até retornar ao estado inicial;

(b) um mol de um gás ideal, inicialmente em equilíbrio térmico, sofre uma compressão adiabática até seu volume cair à metade e, após, uma expansão isotérmica até retornar ao seu volume inicial;

(c) um mol de um gás ideal monoatômico em equilíbrio térmico a temperatura T_1 é posto em contato com um reservatório térmico a temperatura $T_2 > T_1$ até atingir o equilíbrio térmico;

(d) gás operando em um ciclo de Carnot entre T_h e $T_c < T_h$.

(e) um litro de água fervente é despejado em uma piscina a 20°C .

(f) dez gramas de gelo derretem em contato com um reservatório térmico a 0°C .

12. (Moysés, exercício 13, cap. 11 – adaptada) O livre percurso médio em hélio gasoso a 1 atm e 15°C é de $1,862 \times 10^{-5}$ cm. Nessas condições:

(a) Calcule o diâmetro efetivo de um átomo de hélio.

(b) Estime o número médio de colisões por segundo que um átomo de hélio sofre nessas condições.

(c) Determine a velocidade quadrática média do He .

(d) Estime a separação média entre os átomos. A aproximação de gás ideal é razoável?

13. (Desafio!) Um fluido de densidade uniforme ρ é colocado em um recipiente cilíndrico que é posto a rodar em torno do seu eixo com velocidade angular constante ω . Determine a equação da superfície livre do fluido. Este problema é conhecido como *balde de Newton*.