

1. (Unicamp) Os balões desempenham papel importante em pesquisas atmosféricas e sempre encantaram os espectadores. Bartolomeu de Gusmão, nascido em Santos em 1685, é considerado o inventor do aeróstato, balão empregado como aeronave. Em temperatura ambiente, $T_{amb} = 300\text{ K}$, a densidade do ar atmosférico vale $d_{amb} = 1,26\text{ kg/m}^3$. Quando o ar no interior de um balão é aquecido, sua densidade diminui, sendo que a pressão e o volume permanecem constantes. Com isso, o balão é acelerado para cima à medida que seu peso fica menor que o empuxo.

a) Um balão tripulado possui volume total $V = 3,0 \times 10^6$ litros. Encontre o empuxo que atua no balão. Considere $g = 10\text{ m/s}^2$.

b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a $d_{quente} = 1,05\text{ kg/m}^3$? Considere que o ar se comporta como um gás ideal e note que o número de moles de ar no interior do balão é proporcional à sua densidade.

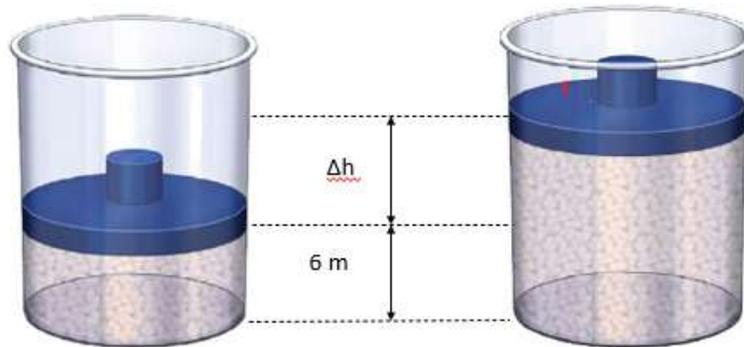
2. Um cilindro contém 5 mols de gás nitrogênio, inicialmente a 27°C , fechado em sua parte superior por um êmbolo de massa desprezível, cuja área vale 10^{-2} m^2 , sobre o qual está apoiado um corpo de 100 kg . Nessa situação, o êmbolo permanece em equilíbrio, a 6 m de altura em relação à base do cilindro.

Dados:

$$R = 8\text{ J/mol.K}$$

$$P_{atm} = 10^5\text{ N/m}^2$$

$$g = 10\text{ m/s}^2$$



O gás é então aquecido lentamente até que sua temperatura atinja 127°C , de modo que o êmbolo seja submetido a um deslocamento vertical Δh , em movimento uniforme, devido à expansão do gás. Nessas condições:

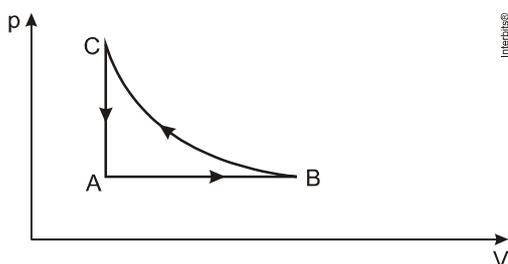
I. A intensidade da força vertical que o gás exerce sobre o êmbolo vale:

a) 100 N b) $1\ 000\text{ N}$ c) $2\ 000\text{ N}$ d) $5\ 000\text{ N}$ e) $10\ 000\text{ N}$

II. O trabalho realizado pela força de pressão do gás nessa transformação vale:

a) $1\ 000\text{ J}$. b) $2\ 000\text{ J}$. c) $3\ 000\text{ J}$. d) $4\ 000\text{ J}$. e) $5\ 000\text{ J}$.

3. (Fuvest 2015) Certa quantidade de gás sofre três transformações sucessivas, $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ e $C \rightarrow A$, conforme o diagrama $p - V$ apresentado na figura abaixo.



A respeito dessas transformações, afirmou-se o seguinte:

I. O trabalho total realizado no ciclo ABCA é nulo.

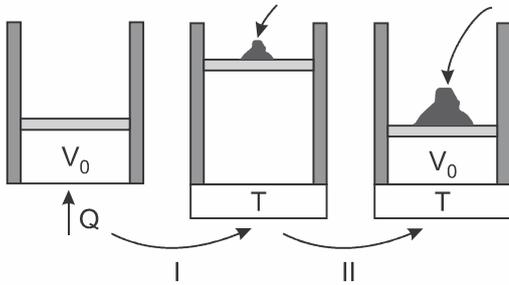
II. A energia interna do gás no estado C é maior que no estado A.

III. Durante a transformação $A \rightarrow B$, o gás recebe calor e realiza trabalho.

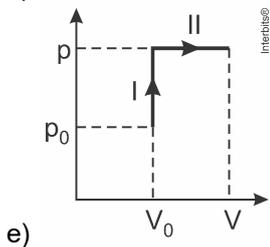
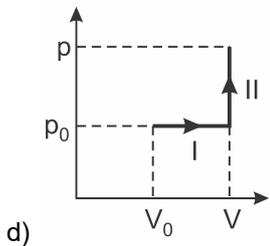
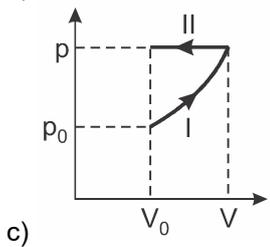
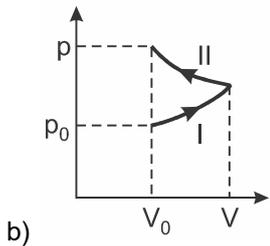
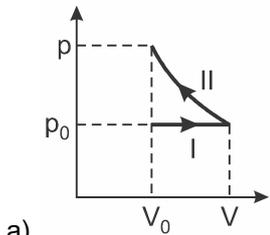
Está correto o que se afirma em:

a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III.

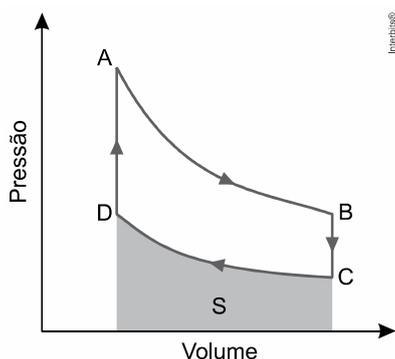
4. (Unifesp) A figura ilustra duas transformações de um gás ideal contido num cilindro de paredes adiabáticas. Em I, através de uma base diatérmica (que permite a passagem do calor), o gás recebe calor e faz o êmbolo, também construído de material adiabático, subir livremente, aumentando seu volume de V_0 a V , atingindo a temperatura T . Nesse estado, a fonte quente é retirada e substituída por um reservatório térmico à mesma temperatura T do gás. Em seguida, na transformação II, colocam-se grãos de areia sobre o êmbolo, lentamente, para que o gás possa manter-se em equilíbrio térmico com o reservatório. Nessas condições, o êmbolo baixa até que o gás volte a ocupar o mesmo volume V_0 do início.



Considere desprezíveis as variações da pressão atmosférica. O diagrama $p \times V$, que melhor representa essas duas transformações, é o da figura:



5. (Famerp 2019) Um motor funciona obedecendo ao ciclo de Stirling, no qual um gás ideal é submetido a duas transformações isotérmicas, AB e CD, e a duas transformações isovolumétricas, BC e DA, como mostra a figura.



- a) Sabendo que a temperatura do gás na transformação AB é 327°C e que a pressão nos pontos B e C valem $8,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $4,0 \times 10^5 \text{ Pa}$, respectivamente, calcule a temperatura do gás, em kelvins, durante a transformação CD.
- b) Sabendo que a área S sob a curva da transformação CD, destacada na figura, corresponde a uma quantidade de energia igual a 3.700 J , calcule a quantidade de calor, em joules, que o gás libera nessa transformação.

6. (Fuvest 2015) Um recipiente hermeticamente fechado e termicamente isolado, com volume de 750 l , contém ar inicialmente à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27°C . No interior do recipiente, foi colocada uma pequena vela acesa, de $2,5 \text{ g}$. Sabendo-se que a massa da vela é consumida a uma taxa de $0,1 \text{ g/min}$ e que a queima da vela produz energia à razão de $3,6 \times 10^4 \text{ J/g}$, determine:

- a) a potência W da vela acesa;
- b) a quantidade de energia E produzida pela queima completa da vela;
- c) o aumento ΔT da temperatura do ar no interior do recipiente, durante a queima da vela;
- d) a pressão P do ar no interior do recipiente, logo após a queima da vela.

Note e adote:

O ar deve ser tratado como gás ideal.

O volume de 1 mol de gás ideal à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27°C é 25 l .

Calor molar do ar a volume constante: $C_v = 30 \text{ J}/(\text{mol K})$.

Constante universal dos gases: $R = 0,08 \text{ atm l}/(\text{mol K})$.

$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$.

Devem ser desconsideradas a capacidade térmica do recipiente e a variação da massa de gás no seu interior devido à queima da vela.

7. (FUVEST) Um mol de um gás ideal monoatômico é resfriado adiabaticamente de uma temperatura inicial T_1 até uma temperatura final $T_1/3$. Com base nessas informações, responda:

- a) O gás sofreu expansão ou compressão ao final do processo? Justifique sua resposta.
- b) Encontre o valor do trabalho realizado pelo gás nesse processo em termos da constante universal dos gases ideais R e de T_1 .
- c) Encontre a razão entre as pressões final e inicial do gás após o processo.

Note e adote:

- Em um processo adiabático, não há troca de calor com o ambiente.
- Energia interna por mol de um gás ideal monoatômico: $U = \frac{3}{2}RT$.
- Para o processo adiabático em questão, vale a relação $P \cdot V^{\frac{5}{3}} = \text{constante}$.

8. Certa massa de gás ideal e monoatômico encontra-se no interior de um recipiente dotado de instrumentos de medida e de um dispositivo que possibilita regular o volume em seu interior. Inicialmente o gás se encontra em um estado termodinâmico A, no qual sua pressão vale $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e ocupa um volume de $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

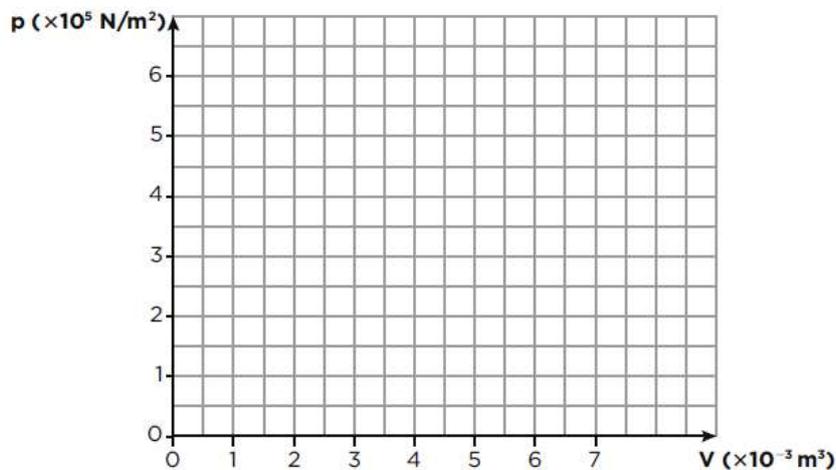
Então, esse sistema gasoso é submetido a uma sequência de transformações descritas a seguir:

- 1) Do estado A ao estado B, o gás recebe calor e evolui isometricamente, aumentando em 50% sua pressão.
- 2) Do estado B ao estado C, o gás dobra seu volume isobaricamente.
- 3) Finalmente, de C ao estado final D, ele é submetido a uma expansão isotérmica até que atinja a pressão inicial.

Nessa transformação, houve realização de trabalho da força de pressão, de módulo igual a 700 J.

Com relação a essa situação, pede-se:

I. Construa, no diagrama $p \times V$, indicado abaixo, o gráfico correspondente a esta série de transformações.



II. A quantidade de calor Q_{AB} que o gás troca durante a transformação de A para B vale:

- a) zero.
- b) 150 J.
- c) 450 J.
- d) 600 J.
- e) 900 J.

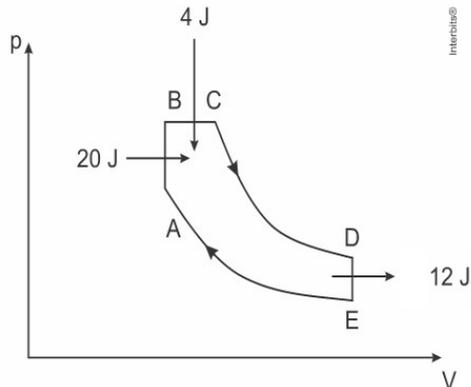
III. A quantidade de calor Q_{BC} que o gás troca durante a transformação de B para C vale:

- a) zero.
- b) 450 J.
- c) 800 J.
- d) 1 150 J.
- e) 2 250 J.

IV. A quantidade de calor Q_{CD} trocada entre o gás e o meio na transformação isotérmica CD foi de:

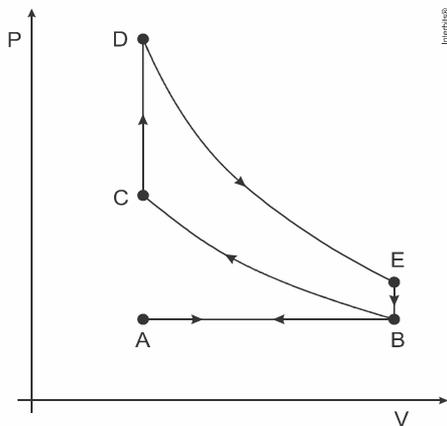
- a) zero.
- b) +700 J.
- c) - 700 J.
- d) + 900 J.
- e) - 900 J.

9. A figura ilustra os diversos processos termodinâmicos a que um gás é submetido em uma máquina térmica. Os processos AB e DE são isocóricos, EA e CD são adiabáticos, e o processo BC é isobárico. Sabendo que a substância de trabalho dessa máquina é um gás ideal, determine a sua eficiência. Os valores marcados no gráfico indicam as quantidades de calor trocadas pelo gás.



- a) 10% b) 25% c) 35% d) 50% e) 75%

10. (Enem) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão, expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- a) A b) B c) C d) D e) E

11. (FUVEST 2012) Em uma sala fechada e isolada termicamente, uma geladeira, em funcionamento, tem, num dado instante, sua porta completamente aberta. Antes da abertura dessa porta, a temperatura da sala é maior que a do interior da geladeira. Após a abertura da porta, a temperatura da sala,

- a) diminui até que o equilíbrio térmico seja estabelecido.
 b) diminui continuamente enquanto a porta permanecer aberta.
 c) diminui inicialmente, mas, posteriormente, será maior do que quando a porta foi aberta.
 d) aumenta inicialmente, mas, posteriormente, será menor do que quando a porta foi aberta.
 e) não se altera, pois se trata de um sistema fechado e termicamente isolado

12. (Ita 2021) Um recipiente isolado é dividido em duas partes. A região A, com volume V_A , contém um gás ideal a uma temperatura T_A . Na região B, com volume $V_B = 2V_A$, faz-se vácuo. Ao abrir um pequeno orifício entre as regiões, o gás da região A começa a ocupar a região B. Considerando que não há troca de calor entre o gás e o recipiente, a temperatura de equilíbrio final do sistema é

- a) $T_A/3$.
- b) $T_A/2$.
- c) T_A .
- d) $2T_A$.
- e) $3T_A$.

Bagarito

1. a) $3,78 \cdot 10^4$ N b) 360K

2. I) 2000N b) 4000 J

3. E

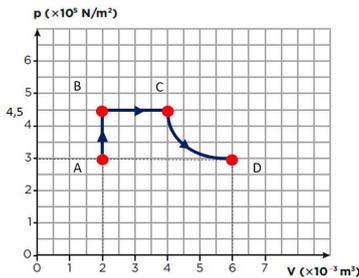
4. A

5. a) 300 K b) - 3700 J

6. a) 60 W b) 90000 J c) 100°C d) 1,33 atm

7. a) $\tau = R \cdot T_1$ b) Sofreu expansão, pois em uma expansão adiabática o gás esfria, uma vez que realiza trabalho. c) $\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{1}{223}\right)^{\frac{1}{2}}$

8. I)



II) C III) E IV) B

9. D

10. C

11.

12.