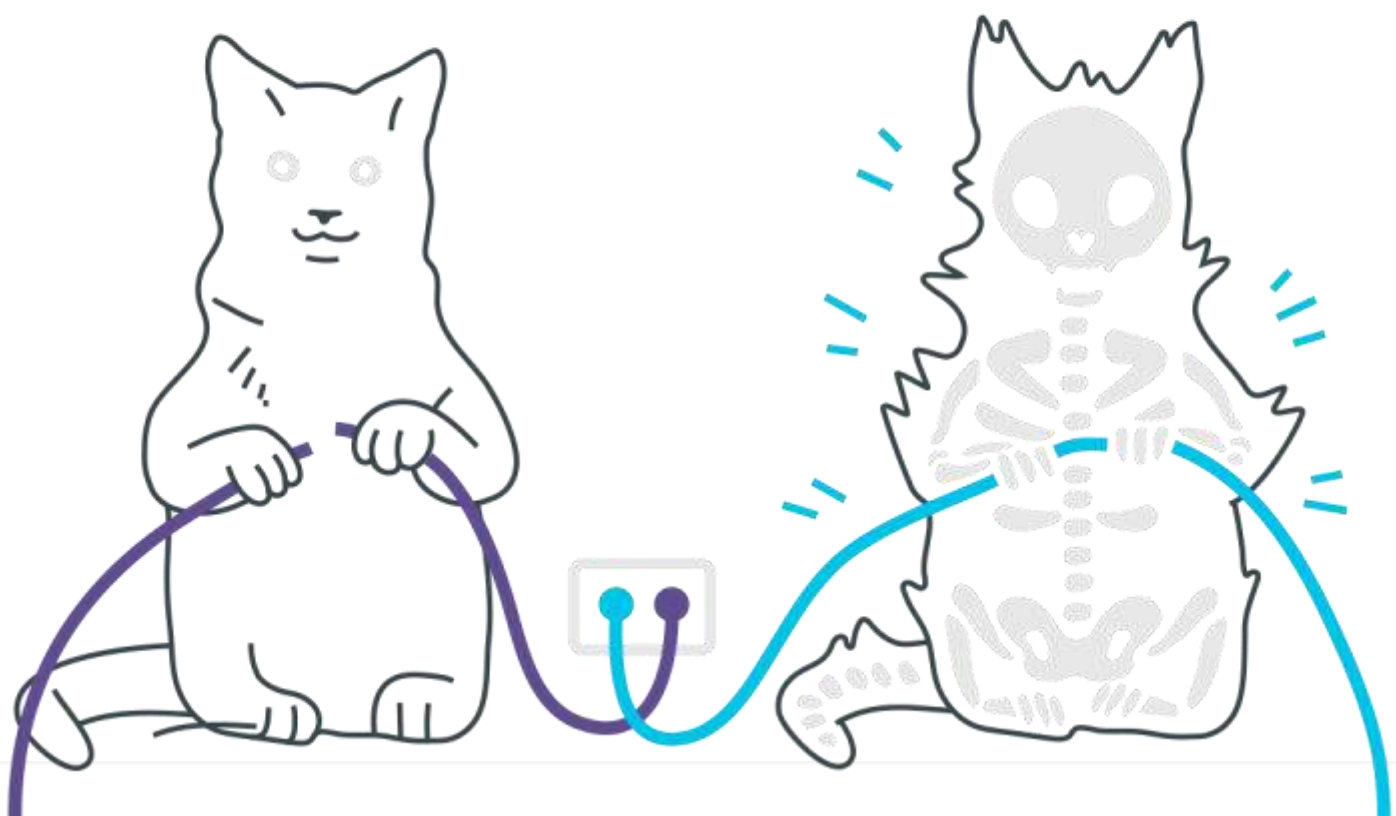


Termodinâmica



Termodinâmica

1. No Rio de Janeiro (ao nível do mar), uma certa quantidade de feijão demora 40 minutos em água fervente para ficar pronta.

A tabela abaixo fornece o valor da temperatura de fervura da água em função da pressão atmosférica, enquanto o gráfico fornece o tempo de cozimento dessa quantidade de feijão em função da temperatura. A pressão atmosférica ao nível do mar vale 760 mmHg e ela diminui 10 mmHg para cada 100 m de altitude.

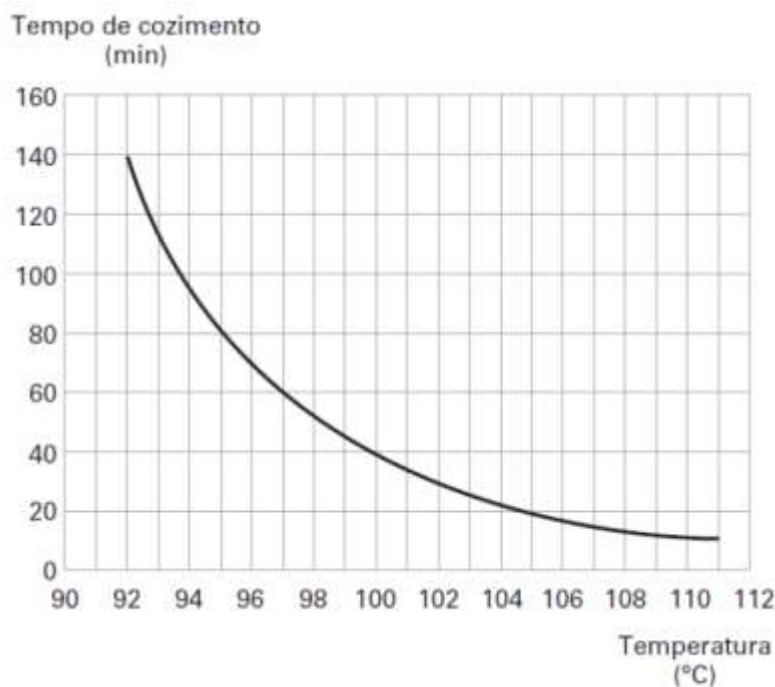
Dados:

Calor latente de vaporização da água: 540 cal/g

Densidade da água: 1g/cm³

1 cal = 4J

Temperatura de fervura da água em função da pressão	
Pressão (mmHg)	Temperatura (°C)
600	94
640	95
680	97
720	98
760	100
800	102
840	103
880	105
920	106
960	108
1000	109
1040	110

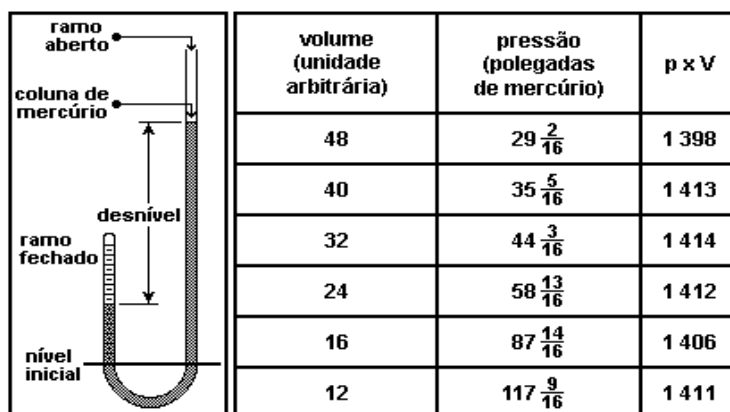


- Se o feijão fosse colocado em uma panela de pressão a 880 mmHg, em quanto tempo ele ficaria pronto?
- Em uma panela aberta, em quanto tempo o feijão ficará pronto na cidade de Gramado (RS) na altitude de 800 m?
- Em que altitude o tempo de cozimento do feijão (em uma panela aberta) será o dobro do tempo de cozimento ao nível do mar?

d) Suponha que, em Gramado, foram empregados 2 litros de água e que, ao final do cozimento do feijão, restaram 0,5 litro de água. Determine a potência térmica absorvida pela água, em watts, considerando que o intervalo de tempo que aparece no gráfico seja medido a partir do instante em que a água atinge o ponto de fervura.

2. A figura reproduz o esquema da montagem feita por Robert Boyle para estabelecer a lei dos gases para transformações isotérmicas. Boyle colocou no tubo certa quantidade de mercúrio, até aprisionar um determinado volume de ar no ramo fechado, e igualou os níveis dos dois ramos. Em seguida, passou a acrescentar mais mercúrio no ramo aberto e a medir, no outro ramo, o volume do ar aprisionado (em unidades arbitrárias) e a correspondente pressão pelo desnível da coluna de mercúrio, em polegadas de mercúrio. Na tabela, estão alguns dos dados por ele obtidos, de acordo com a sua publicação “New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of Air, and its Effects”, de 1662.

(<http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/history/>)



Considere: $58 \frac{13}{16}$ pol = 1,5 m

a) Todos os resultados obtidos por Boyle, com uma pequena aproximação, confirmaram a sua lei. Que resultados foram esses? Justifique.

b) De acordo com os dados da tabela, qual a pressão, em pascal, do ar aprisionado no tubo para o volume de 24 unidades arbitrárias?

Utilize para este cálculo:

Pressão atmosférica $p_0 = 1,0 \times 10^5$ pascal;

Densidade do mercúrio $d_{(Hg)} = 14 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$;

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

3. Um cilindro de Oxigênio hospitalar (O_2), de 60 litros, contém, inicialmente, gás a uma pressão de 100 atm e temperatura de 300 K. Quando é utilizado para a respiração de pacientes, o gás passa por um redutor de pressão, regulado para fornecer Oxigênio a 3 atm, nessa mesma temperatura, acoplado a um medidor de fluxo, que indica, para essas condições, o consumo de Oxigênio em litros/minuto.

Assim, determine:

- O número N_0 de mols de O_2 , presentes inicialmente no cilindro.
- O número n de mols de O_2 , consumidos em 30 minutos de uso, com o medidor de fluxo indicando 5 litros/minuto.
- O intervalo de tempo t , em horas, de utilização do O_2 , mantido o fluxo de 5 litros/minuto, até que a pressão interna no cilindro fique reduzida a 40 atm.

NOTE E ADOTE:

Considere o O_2 como gás ideal.

Suponha a temperatura constante e igual a 300 K.

A constante dos gases ideais $R = 8 \times 10^{-2}$ litros.atm/K

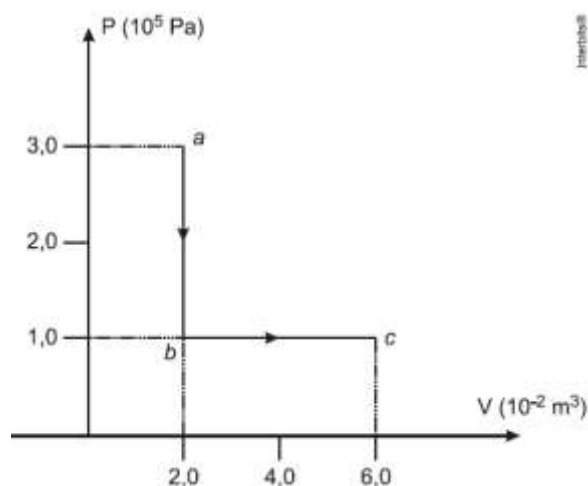
4. Você já deve ter notado como é difícil abrir a porta de um "freezer" logo após tê-la fechado, sendo necessário aguardar alguns segundos para abri-la novamente. Considere um "freezer" vertical cuja porta tenha 0,60m de largura por 1,0m de altura, volume interno de 150L e que esteja a uma temperatura interna de -18°C , num dia em que a temperatura externa seja de 27°C e a pressão, $1,0 \times 10^5 \text{N/m}^2$.

- Com base em conceitos físicos, explique a razão de ser difícil abrir a porta do "freezer" logo após tê-la fechado e por que é necessário aguardar alguns instantes para conseguir abri-la novamente.
- Suponha que você tenha aberto a porta do "freezer" por tempo suficiente para que todo o ar frio do seu interior fosse substituído por ar a 27°C e que, fechando a porta do "freezer", quisesse abri-la novamente logo em seguida. Considere que, nesse curtíssimo intervalo de tempo, a temperatura média do ar no interior do freezer tenha atingido -3°C . Determine a intensidade da força resultante sobre a porta do "freezer".

5. Um pistão com êmbolo móvel contém 2 mols de O , e recebe 581J de calor. O gás sofre uma expansão isobárica na qual seu volume aumentou de 1,66 l, a uma pressão constante de 10^5N/m^2 . Considerando que nessas condições o gás se comporta como gás ideal, utilize $R = 8,3 \text{J/mol.K}$ e calcule

- a variação de energia interna do gás.
- a variação de temperatura do gás.

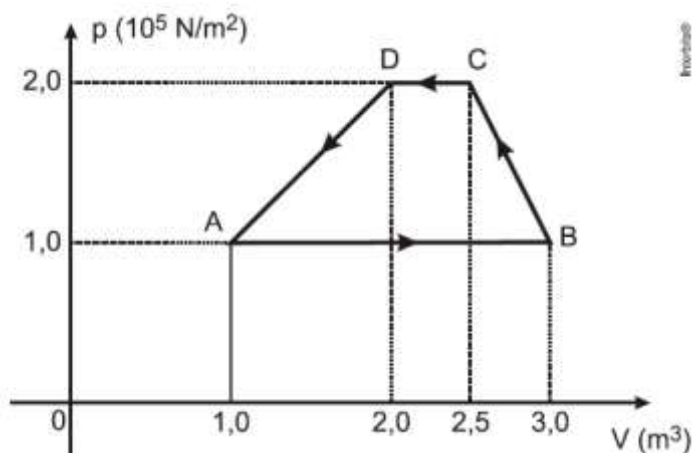
6. Em um trocador de calor fechado por paredes diatérmicas, inicialmente o gás monoatômico ideal é resfriado por um processo isocórico e depois tem seu volume expandido por um processo isobárico, como mostra o diagrama pressão versus volume.



a) Indique a variação da pressão e do volume no processo isocórico e no processo isobárico e determine a relação entre a temperatura inicial, no estado termodinâmico a, e final, no estado termodinâmico c, do gás monoatômico ideal.

b) Calcule a quantidade total de calor trocada em todo o processo termodinâmico abc.

7. A máquina térmica é um dispositivo que pode tanto fornecer energia para um sistema quanto retirar.



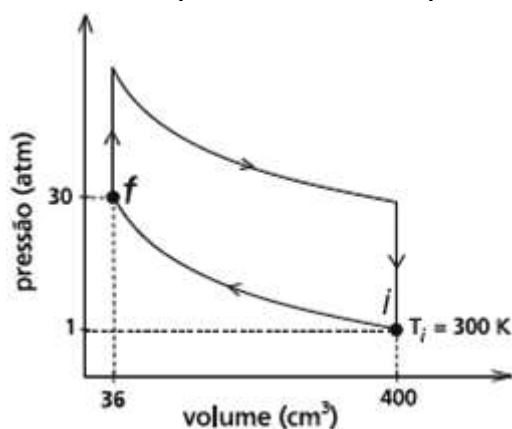
Considere que a máquina térmica opera com um gás ideal em um sistema fechado, conforme o ciclo ilustrado acima.

De acordo com o exposto,

- calcule o trabalho total em ciclo;
- explique como ela opera, ou seja, qual é a sua função? Justifique sua resposta;
- calcule a temperatura no ponto C, considerando que a temperatura do ponto A é de 300 K.

8. Vários textos da coletânea apresentada enfatizam a crescente importância das fontes renováveis de energia. No Brasil, o álcool tem sido largamente empregado em substituição à gasolina. Uma das diferenças entre os motores a álcool e à gasolina é o valor da razão de compressão da mistura ar-combustível. O diagrama a seguir representa o ciclo de combustão de um cilindro de motor a álcool.

Durante a compressão (trecho if) o volume da mistura é reduzido de V_i para V_f . A razão de compressão r é definida como $r = V_i/V_f$. Valores típicos de r para motores a gasolina e a álcool são, respectivamente, $r(g) = 9$ e $r(a) = 11$. A eficiência termodinâmica E de um motor é a razão entre o trabalho realizado num ciclo completo e o calor produzido na combustão. A eficiência termodinâmica é função da razão de compressão e é dada por: $E \approx 1 - \frac{1}{\sqrt{r}}$



- Quais são as eficiências termodinâmicas dos motores a álcool e à gasolina?
- A pressão P , o volume V e a temperatura absoluta T de um gás ideal satisfazem a relação $(PV)/T = \text{constante}$.

Encontre a temperatura da mistura ar-álcool após a compressão (ponto f do diagrama). Considere a mistura como um gás ideal.

Dados: $\sqrt{7} = \frac{8}{3}$; $\sqrt{11} = \frac{10}{3}$; $\sqrt{13} = \frac{18}{5}$

Gabarito

1. 20min; 60min; 1200m; 900W
2. Os valores obtidos por Boyle confirmam que o produto pressão e volume do gás permanece constante.
 $p = 3,1 \cdot 10^5 \text{Pa}$
3. 250mols; 18,75mols; 4h
4. $6 \times 10^3 \text{N}$
5. 415J; 10K
6. $-2 \times 10^5 \text{Pa}$ e $4 \times 10^{-2} \text{m}^3$; 1
7. $-1,25 \times 10^5 \text{J}$; Opera como refrigerador; 1500K
8. 67%; 810K