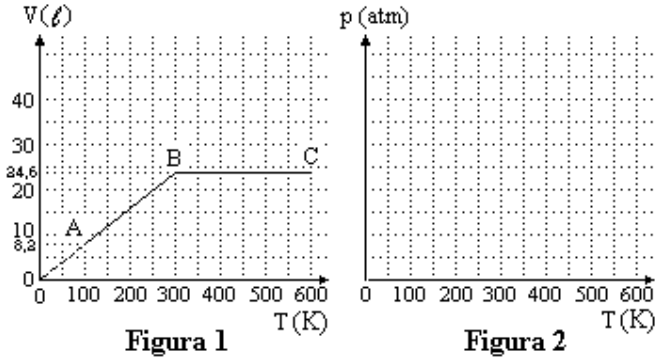


RESOLUÇÃO DA PROVA

01. Um mol de gás ideal é levado lentamente do estado inicial A ao estado final C, passando pelo estado intermediário B. A Figura 1 representa a variação do volume, V do gás, em litros (ℓ), em função da temperatura absoluta T , para a transformação em questão. A constante universal dos gases vale $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\ell/(\text{mol}\cdot\text{K})$.



- a) Dentre as grandezas pressão, volume e temperatura, quais permanecem constantes no trecho AB? E no trecho BC?
- b) Construa na Figura 2 o gráfico da pressão P em função da temperatura absoluta T . Indique claramente os pontos correspondentes aos estados A, B e C. Marque os valores da escala utilizada no eixo da pressão P .

a) Observe que no trecho AB o volume é função do primeiro grau da temperatura, logo vemos que a pressão deve ser constante:

$$p = \frac{nR}{V}T \Rightarrow p = (\text{cte})T$$

Como pode-se ver no gráfico, o trecho BC o volume é constante.

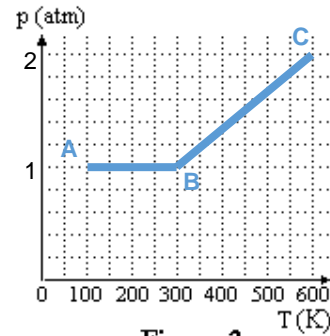
Para justificar que o volume é constante, não é preciso fazer nenhuma conta e, na verdade, mostrar que a pressão em A é igual à pressão em B não é suficiente para mostrar que a pressão é constante, entretanto os alunos que fizeram isso tiveram suas respostas consideradas como corretas.

b) Como a pressão em A é igual à pressão em B, basta calcular a pressão em A ou B. Calculando para A:

$$pV = nRT \Rightarrow p \cdot 8,2 \ell = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\ell}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 100 \text{ K} \Rightarrow p = 1 \text{ atm}$$

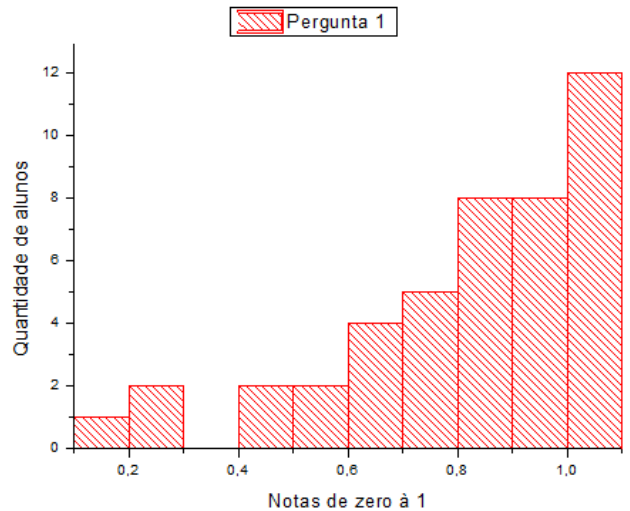
Já em C, a pressão será o dobro:

$$pV = nRT \Rightarrow p \cdot 24,6 \ell = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\ell}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 600 \text{ K} \Rightarrow p = 2 \text{ atm}$$



Note que a escala importa, que não temos que continuar o gráfico à esquerda do ponto A e que a unidade de medida para a pressão é em atmosféricas. Quem esqueceu as unidades de medidas perdeu 0,1 ponto.

A figura abaixo mostra a distribuição de notas dessa questão.



Observe que há uma tendência para notas mais altas na turma, isso significa que os assuntos abordados nesta questão foi bem entendido pela maioria. Por esse assunto ser de fundamental importância para continuarmos nosso estudo em termodinâmica, faz-se importante que os alunos que tenham ainda dúvidas procure o plantão para resolver tais dificuldades.

PROFESSOR DANILO

CONSIDERAÇÕES DA PROVA MENSAL – SEGUNDO ANO – 04/03/2019

02. Uma garrafa de 1,5 litro, indeformável e seca, foi fechada com uma tampa plástica. A pressão ambiente era de 1,0 atmosfera e a temperatura de 27 °C. Em seguida, essa garrafa foi colocada ao sol, e após certo tempo, a temperatura em seu interior subiu para 57 °C e a tampa foi arremessada pelo efeito da pressão interna.
a) Qual era a pressão no interior da garrafa no instante imediatamente anterior à expulsão da tampa plástica?
b) Qual é a pressão no interior da garrafa após a saída da tampa? Justifique.

a) Para resolver basta utilizar a relação:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{300} = \frac{p_2}{330} \Rightarrow$$

$$p_2 = 1,1 \text{ atm}$$

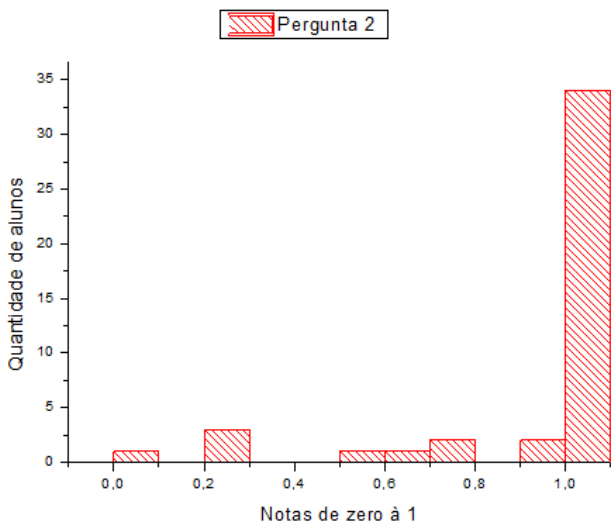
A maioria dos alunos acertaram esta questão, principalmente o item a, sendo que os principais erros consistiram em não utilizar a temperatura na escala absoluta (kelvin).

b) Como a garrafa foi aberta, então temos um sistema aberto e, por isso, podemos garantir que a pressão dentro da garrafa será igual à pressão externa, isto é, igual à pressão atmosférica.

$$p_3 = 1 \text{ atm}$$

O erro mais comum aqui foi não perceber que o sistema é um sistema aberto.

A figura abaixo mostra a distribuição de notas dessa questão.



Ainda mais que a anterior, o índice de acerto foi bastante grande, isto é, as turmas estão familiarizadas com mudança de escala de temperatura e sabem trabalhar bem com a lei dos gases ideais. Assim, qualquer dúvida que ainda existir deve ser mais que suficiente para procurar o plantão e tentar entender o que não está sendo compreendido.

NOTA IMPORTANTE: para quem achou esta questão fácil demais, saiba que esta é uma questão da UNICAMP.



03. Um gás ideal possui um volume de 100 litros e está a uma temperatura de 27 °C e a uma pressão igual a 1 atm (101000 Pa). Este gás é comprimido a temperatura constante até atingir o volume de 50 litros.

a) Calcule a pressão do gás quando atingir o volume de 50 litros. O gás é em seguida aquecido a volume constante até atingir a temperatura de 627 °C.
b) Calcule a pressão do gás nesta temperatura.

a) Questão similar à anterior:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow$$

$$1 \cdot 100 = p_2 \cdot 50 \Rightarrow$$

$$p_2 = 2 \text{ atm}$$

ou, usando a conversão dada

$$p_2 = 202000 \text{ Pa}$$

A maioria dos alunos acertaram este item sendo que foi descontado 0,1 ponto por esquecer unidade de medida. Como não foi pedido uma resposta em determinado sistema de unidade, a resposta poderia ser em qualquer unidade de pressão.

b) Novamente utilizamos a relação usada anteriormente. Note no entanto que agora a situação final do item (a) corresponde à situação inicial do item (b), assim:

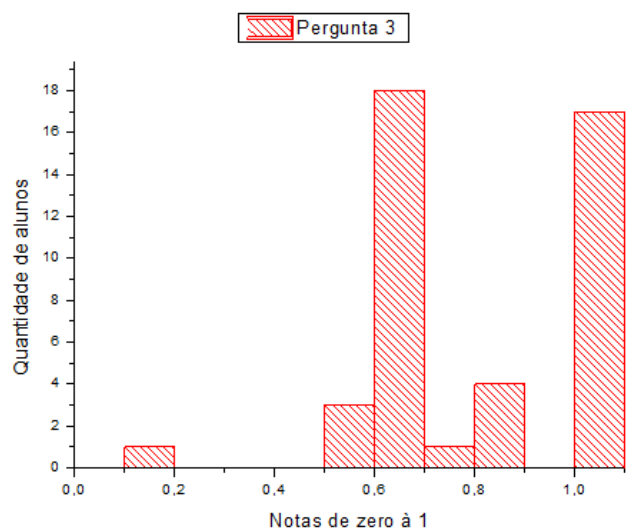
$$\frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_3 \cdot V_3}{T_3} \Rightarrow$$

$$\frac{2 \text{ atm}}{300} = \frac{p_3}{900} \Rightarrow$$

$$p_3 = 6 \text{ atm}$$

O principal erro aqui apresentado foi interpretativo: cerca de 50% dos alunos acharam que havia ocorrido uma outra transformação a partir das condições iniciais, e não um processo após o primeiro. Com isso, mesmo acertando a lei geral e o método, quem interpretou errado perdeu 0,4 ponto, tirando apenas 0,1 para quem acertou/lembrou, por exemplo, da conversão de temperatura.

A figura abaixo mostra a distribuição de notas dessa questão.

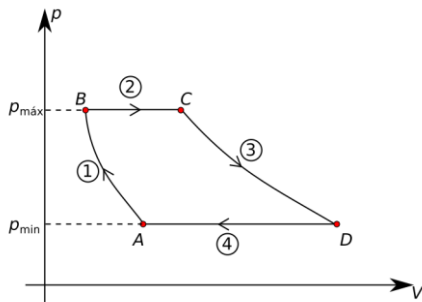


A forte distribuição binária, isto é, cerca de metade da sala tirou 0,6 e metade 1,0 se deve ao erro interpretativo do item (b), assim temos 0,5 pontos do item (a) mais 0,1 ponto do item (b) por terem montado o problema de forma correta.

PROFESSOR DANILO

CONSIDERAÇÕES DA PROVA MENSAL – SEGUNDO ANO – 04/03/2019

04. Observe o ciclo termodinâmico abaixo:



Um gás inicia o ciclo no ponto A com uma pressão inicial de $1,0 \times 10^5$ Pa, sofre o processo isotérmico 1 até dobrar a pressão, em B; logo após sofre uma expansão isobárica 2, no processo BC, até que seu volume quadruple, isto é, o volume em C é quatro vezes o volume do gás em B; e o processo 3 é uma expansão isotérmica até retornar à pressão inicial. Com base nisso, responda:

- Qual o volume do gás em D, sabendo que o volume em A é de $0,5 \text{ m}^3$.
- Qual o trabalho do gás no processo DA, isto é, em 4? Considere o dado do item (a).

a) Note que para todo o ciclo, temos:

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} = \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} = \frac{p_D \cdot V_D}{T_D}$$

Faremos passo a passo, uma vez que não temos informações como temperatura. Então começamos no processo A \rightarrow B:

$$\begin{aligned} \frac{p_A \cdot V_A}{T_A} &= \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \\ p_A \cdot 0,5 &= 2p_A \cdot V_A \Rightarrow \\ V_A &= 0,25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

De B para C é desnecessário, pois sabemos o volume em C (1 m^3) e sabemos que a temperatura em C e D são iguais:

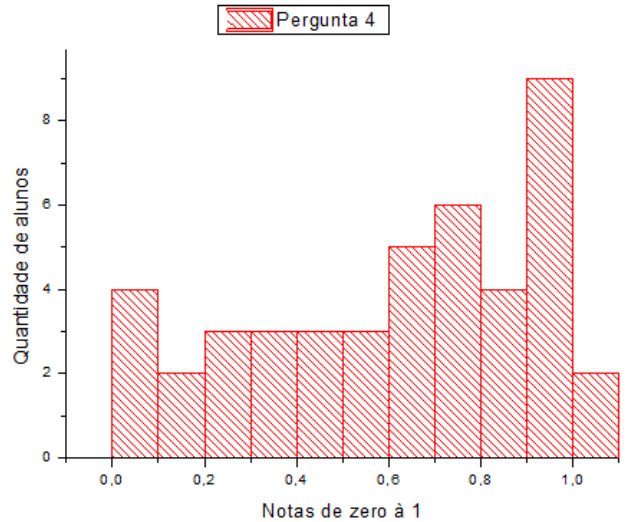
$$\begin{aligned} \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} &= \frac{p_D \cdot V_D}{T_D} \Rightarrow \dots \\ 2p_D \cdot 1 &= p_D \cdot V_D \Rightarrow \\ V_D &= 2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Aqui, muitos descobriram a relação entre as temperaturas das duas isotermas e poupou um pouco os cálculos, entretanto quem resolveu e não detalhou os cálculos ou não os colocou no espaço adequado perdeu alguns pontos.

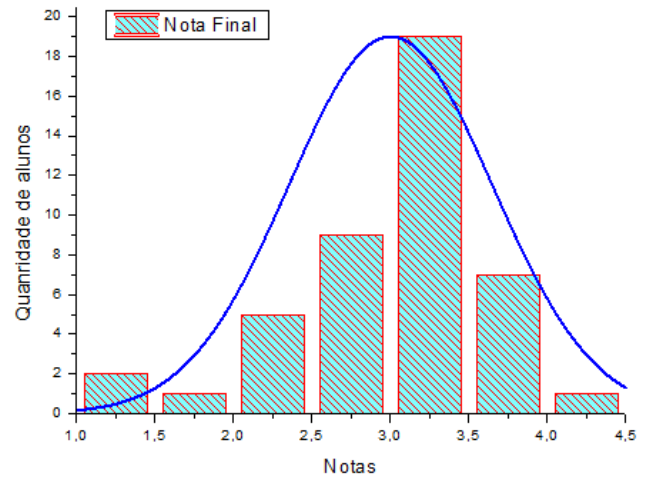
b) Note que foi pedido o trabalho no processo D \rightarrow A, onde houve redução do volume, portanto $\Delta V = V_A - V_D = 0,5 - 2 = -1,5 \text{ m}^3$. Calculando o trabalho:

$$\begin{aligned} \tau &= p \cdot \Delta V \Rightarrow \\ \tau &= 1 \times 10^5 \cdot (-1,5) \Rightarrow \\ \tau &= -1,5 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

Esta questão teve uma distribuição mais homogênea que as demais, isso pode significar que, por termos um assunto novo, a turma está com dificuldades ainda (em processo de aprendizagem). Portanto, faz-se importante estudarem mais sobre ciclos termodinâmicos e cálculo de trabalho no diagrama p vs V.



Agora, temos o resultado final. Veja que temos uma distribuição próxima à uma Gaussiana com média deslocada para notas maiores. Isso é um bom sinal e mostra que a sala está com um desempenho coletivo muito bom.



Resultados estatísticos:

média	3,001
mediana	3,100
devpad	0,647

Veja também um boxplot da turma:

