Gás ideal, termodinâmica e máquinas térmicas

- SL 03 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

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 K, a densidade do ar atmosférico vale d_{amb} = 1,26 kg/m³. 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 x 10^6 litros . Encontre o empuxo que atua no balão. Considere g = 10 m/s².

b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a d_{quente} = 1,05 kg/m³? 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.

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 K, **a densidade do ar atmosférico vale d_{amb} = 1,26 kg/m³**. 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 x 10^6 litros** . Encontre o empuxo que atua no balão. Considere **g = 10 m/s²**.

Rascunho

E = d . V . g

d_{amb} = 1,26 kg/m³

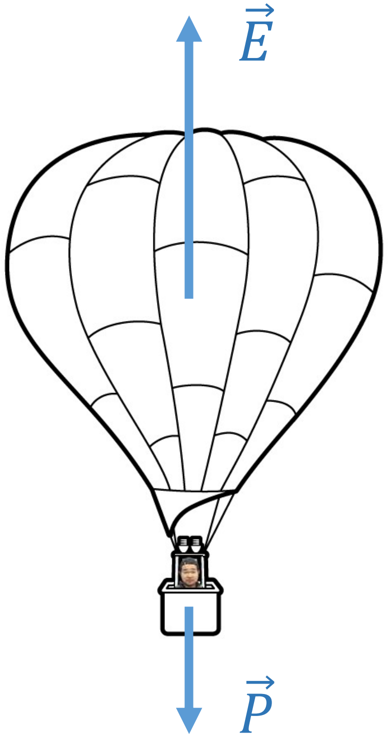
V = 3,0 x 10^6 = 3 . 10^3 m³

g = 10 m/s²

$x\,10^3$

1 m³ = 10³ L

$x\,10^{-3}$



E = d . V . g

E = 1,26 . 3 . 10³ . 10

$\boxed{E = 3{,}78 \;.\; 10^4 \text{ N}}$

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 K**, a densidade do ar atmosférico vale d_{amb} **= 1,26 kg/m³**. 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.

b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a d_{quente} **= 1,05 kg/m³**? 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.**

Rascunho

Para o gás

$p_f = p_i = p_{atm}$

$V_f = V_i$

n = k . d

$$p_i \cdot V_i = n_i \cdot R \cdot T_i \Rightarrow \frac{p_i \cdot V_i}{R} = n_i \cdot T_i$$

$$p_f \cdot V_f = n_f \cdot R \cdot T_f \Rightarrow \frac{p_f \cdot V_f}{R} = n_f \cdot T_f$$

$$n_f \cdot T_f = n_i \cdot T_i \Rightarrow \frac{n_f}{n_i} = \frac{T_i}{T_f}$$

$$\frac{n_q}{n_{amb}} = \frac{T_{amb}}{T_q}$$

$$\frac{n_q}{n_{amb}} = \frac{k \cdot d_q}{k \cdot d_{amb}} = \frac{T_{amb}}{T_q}$$

$$\frac{d_q}{d_{amb}} = \frac{T_{amb}}{T_q}$$

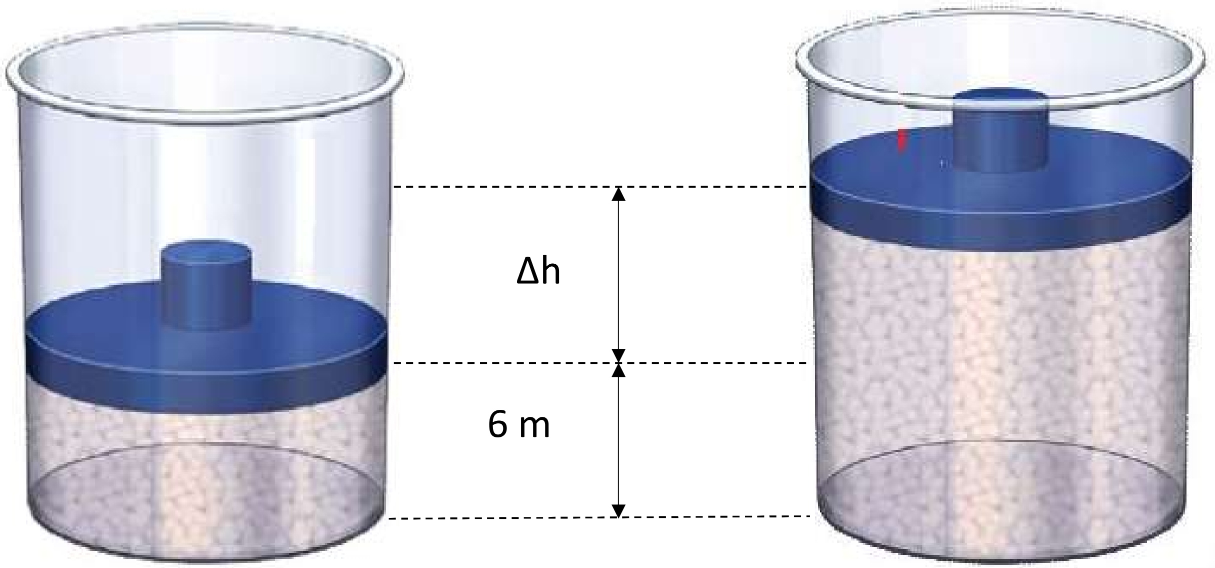
$$\frac{1{,}05}{1{,}26} = \frac{300}{T_q}$$

$$\boxed{T_q = 360 \text{ K}}$$

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}m², 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 J/mol.K
P_{atm} = 10^5N/m²
g = 10 m/s²



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 N c) 2 000 N d) 5 000 N e) 10 000 N

II. O trabalho realizado pela força de pressão do gás nessa transformação vale:
a) 1 000 J. b) 2 000 J. c) 3 000 J. d) 4 000 J. e) 5 000 J.

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

Método I

n = 5 mols

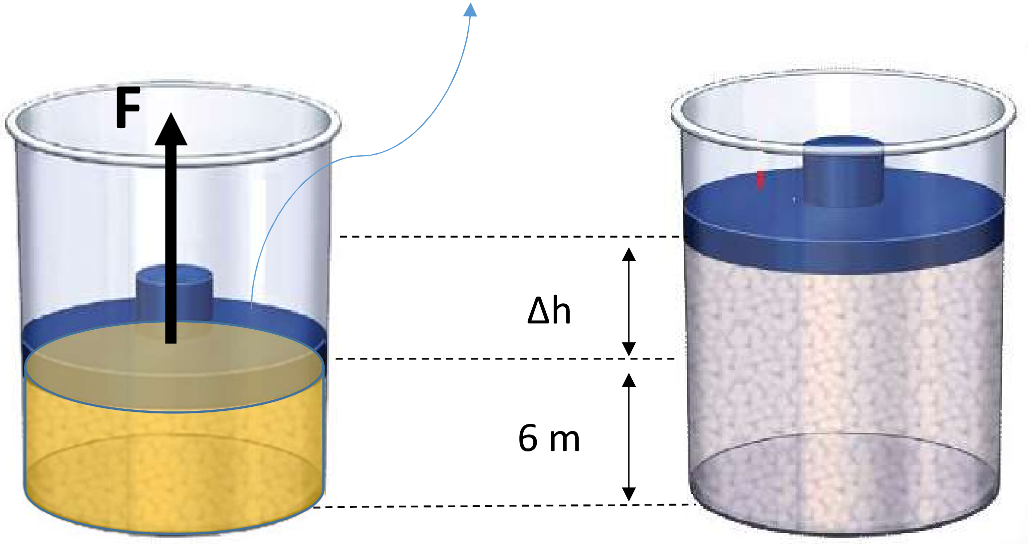
$m_{êmbolo}$ = 100 kg

g = 10 m/s²

R = 8 J/mol.K

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²

Êmbolo em movimento uniforme ➔ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

P_i = ?

V_i = ?

T_f = 127°C = 400 K

P_f = ?

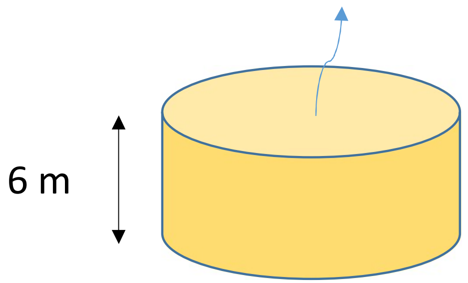
V_f = ?

Planejamento

$$\text{Pressão} = \frac{F}{A}\left(\frac{N}{m^2}\right) \Rightarrow F = \text{pressão} \times A$$

$$P_i . V_i = nRT_i \Rightarrow P_i = \frac{nRT_i}{V_i}$$

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²



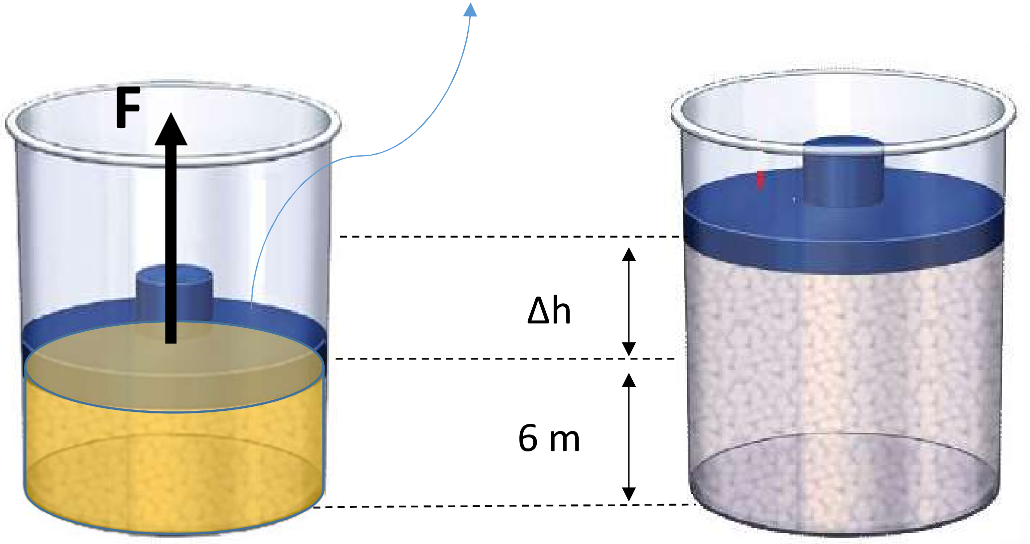
V = A x h

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

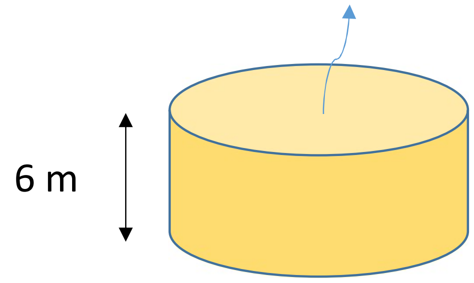
Método I

n = 5 mols $\quad m_{êmbolo}$ = 100 kg $\quad$ g = 10 m/s²

R = 8 J/mol.K $\quad A_{êmbolo} = 10^{-2}$m² $\quad$ Êmbolo em movimento uniforme ⇨ Processo isobárico (P cte) : P_i = P_f



$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²



T_i = 27°C = 300 K

P_i = ?

V_i = ?

T_f = 127°C = 400 K

P_f = ?

V_f = ?

V = A x h

V = 10^{-2} x 6

V = 6 . 10^{-2} m³

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

$\boxed{\text{Método I}}$

n = 5 mols

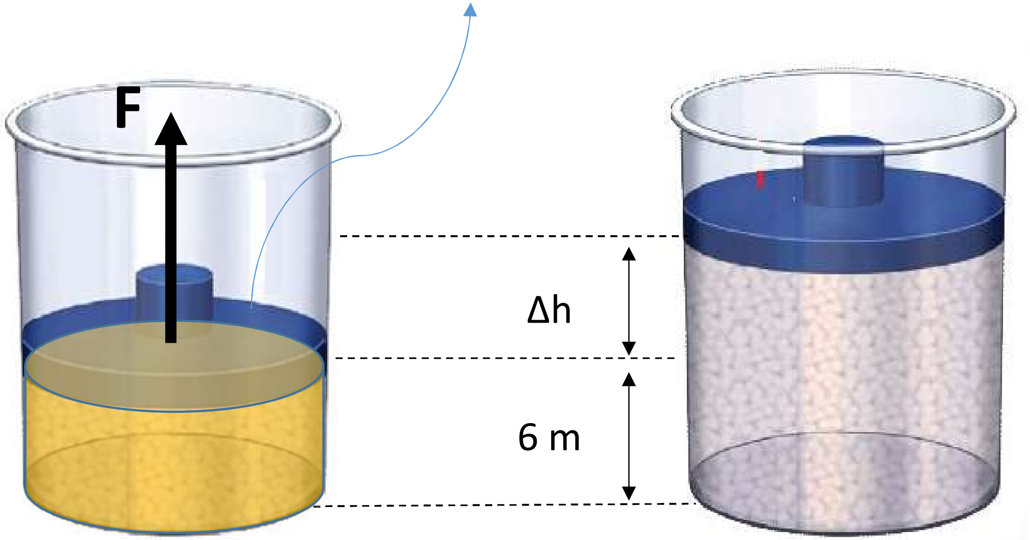
R = 8 J/mol.K

$m_{êmbolo}$ = 100 kg

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²

g = 10 m/s²

Êmbolo em movimento uniforme ⇨ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

P_i = ?

$V_i = 6 \,.\, 10^{-2}$ m³

T_f = 127°C = 400 K

P_f = ?

V_f = ?

$P_i . V_i = nRT_i \Rightarrow P_i = \frac{nRT_i}{V_i}$

$P_i = \frac{5\,.\,8\,.\,300}{6\,.10^{-2}} = 200000 = 2\,.\,10^5$ N/m²

F = pressão x A

$F = 200000\,\frac{N}{\cancel{m^2}}\,.\,10^{-2}\cancel{m^2}$

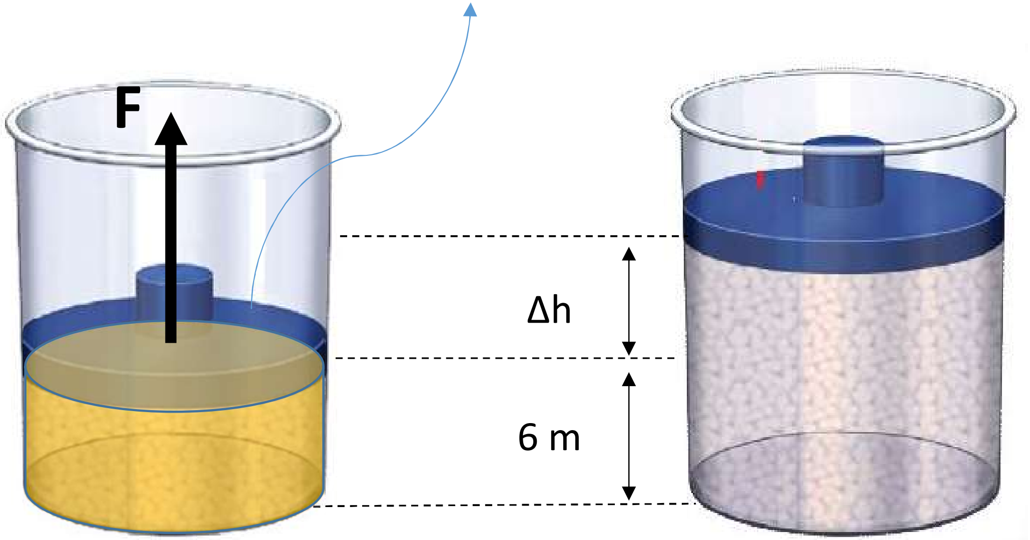
$\boxed{F = 2000 \text{ N}}$

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

Método II

n = 5 mols $m_{êmbolo}$ = 100 kg g = 10 m/s² $P_{atm} = 10^5$ N/m²

R = 8 J/mol.K $A_{êmbolo} = 10^{-2}$m² Êmbolo em movimento uniforme ➡ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

P_i = ?

V_i = ?

T_f = 127°C = 400 K

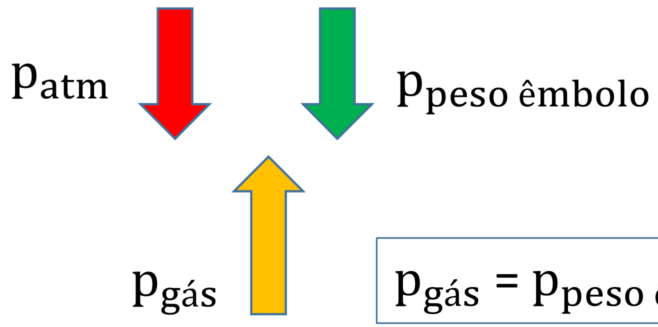
P_f = ?

V_f = ?

Planejamento

Pressão = $\frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2}\right)$ ➡ F = pressão x A

"o êmbolo permanece em equilíbrio, a 6 m de altura"



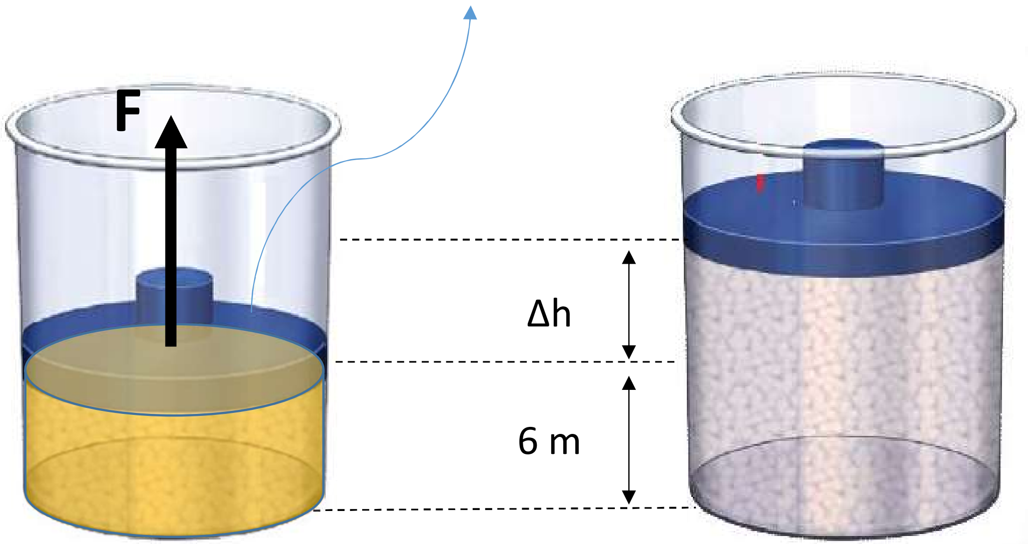
$p_{gás} = p_{peso\ êmbolo} + p_{atm}$

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

Método II

n = 5 mols $\quad m_{êmbolo}$ = 100 kg $\quad$ g = 10 m/s² $\quad P_{atm} = 10^5$N/m²

R = 8 J/mol.K $\quad A_{êmbolo} = 10^{-2}$m² $\quad$ Êmbolo em movimento uniforme $\Rightarrow$ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

P_i = ?

V_i = ?

T_f = 127°C = 400 K

P_f = ?

V_f = ?

Pressão = $\dfrac{F}{A}\left(\dfrac{N}{m^2}\right)$ $\Rightarrow$ F = pressão x A

$$p_{gás} = p_{peso\ êmbolo} + p_{atm}$$

$$\frac{F}{A} = \frac{peso}{A} + p_{atm}$$

$$\frac{F}{10^{-2}} = \frac{1000}{10^{-2}} + 10^5$$

$$\frac{F}{10^{-2}} = 10^5 + 10^5 = 2.10^5$$

$$\boxed{F = 2000\ N}$$

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

Método I

n = 5 mols

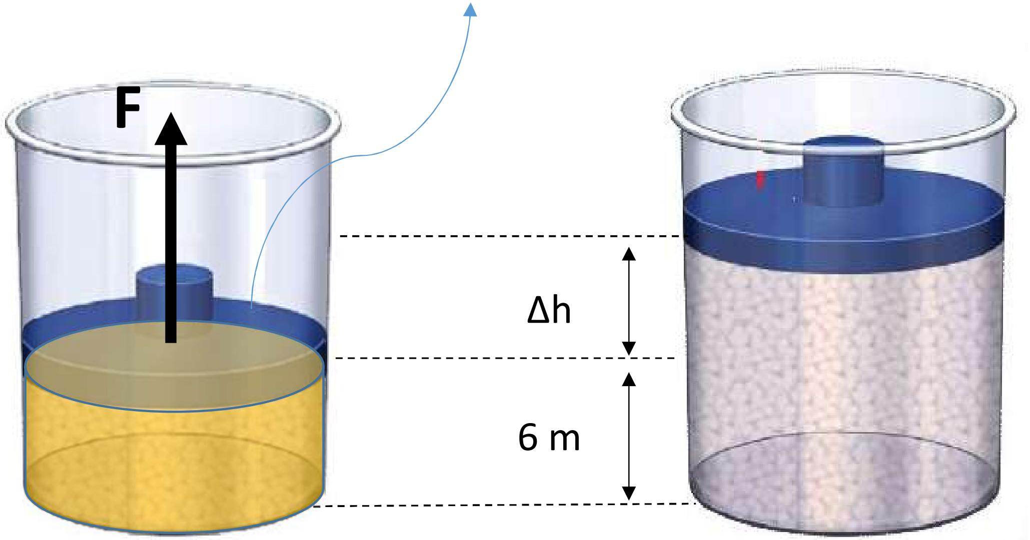
R = 8 J/mol.K

$m_{êmbolo}$ = 100 kg

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$ m²

g = 10 m/s²

Êmbolo em movimento uniforme ➡ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

$P_i = 2 \cdot 10^5$ N/m²

$V_i = 6 \cdot 10^{-2}$ m³

T_f = 127°C = 400 K

$P_f = 2 \cdot 10^5$ N/m²

V_f = ?

Planejamento

$$\tau = p\,(V_{final} - V_{inicial})$$

$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i}$$

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

Método I

n = 5 mols

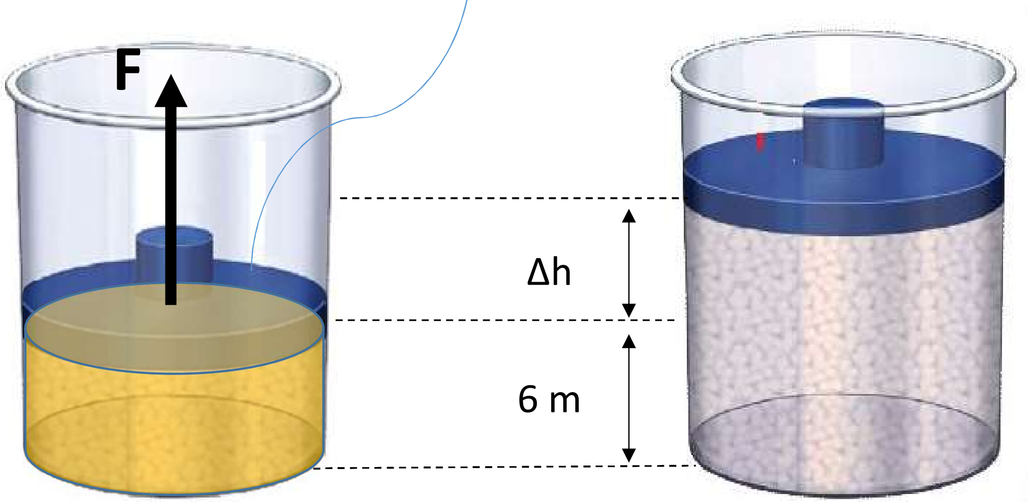
$m_{êmbolo}$ = 100 kg

g = 10 m/s²

R = 8 J/mol.K

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²

Êmbolo em movimento uniforme ➡ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



$$\frac{\cancel{P_f} V_f}{T_f} = \frac{\cancel{P_i} V_i}{T_i}$$

$$\frac{V_f}{400} = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{300}$$

$$V_f = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

T_i = 27°C = 300 K

$P_i = 2 \cdot 10^5$ N/m²

$V_i = 6 \cdot 10^{-2}$ m³

T_f = 127°C = 400 K

$P_f = 2 \cdot 10^5$ N/m²

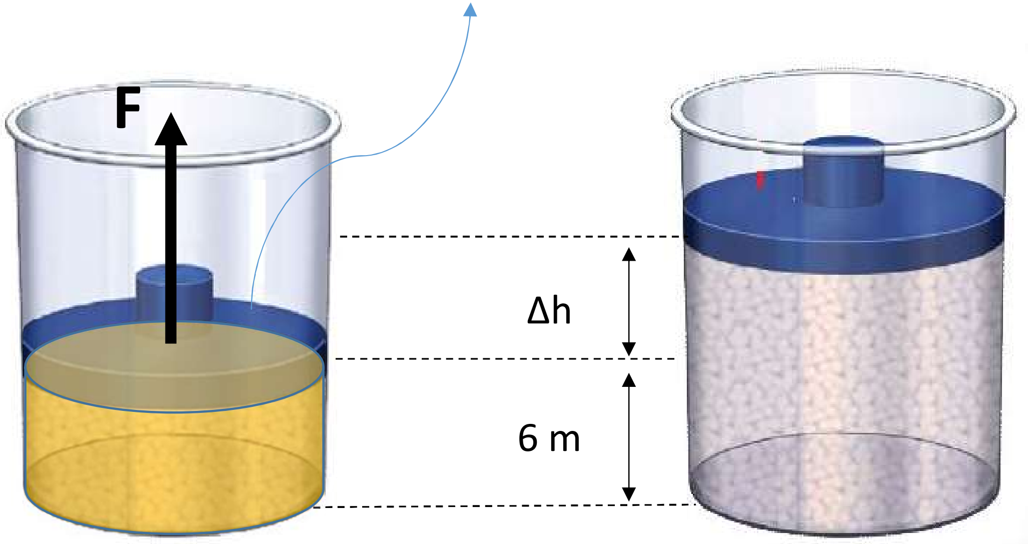
V_f = ?

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

Método I

n = 5 mols $\quad m_{êmbolo}$ = 100 kg $\quad$ g = 10 m/s²

R = 8 J/mol.K $\quad A_{êmbolo} = 10^{-2}$m² $\quad$ Êmbolo em movimento uniforme ➡ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

$P_i = 2 \,.\, 10^5$ N/m²

$V_i = 6 \,.\, 10^{-2}$ m³

T_f = 127°C = 400 K

$P_f = 2 \,.\, 10^5$ N/m²

V_f = ?

$$V_f = 8 \,.\, 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$\tau = p\,(V_{final} - V_{inicial})$$

$$\tau = 2 \,.\, 10^5 .\, (8 \,.\, 10^{-2} - 6 \,.\, 10^{-2})$$

$$\tau = 2 \,.\, 10^5 .\, (2 \,.\, 10^{-2})$$

$$\tau = 4000 \text{ J}$$

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

$\boxed{\text{Método II}}$

n = 5 mols

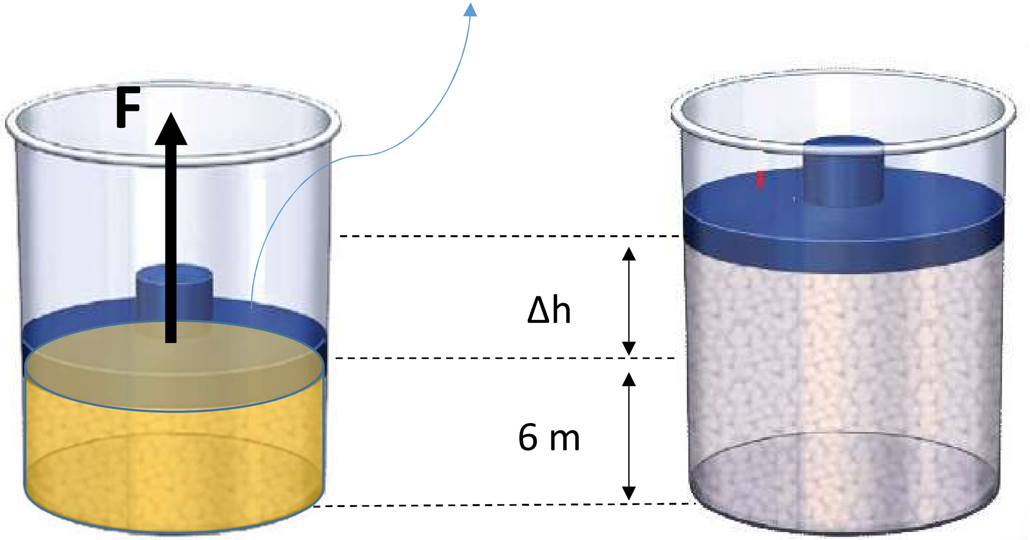
R = 8 J/mol.K

$m_{êmbolo}$ = 100 kg

$A_{êmbolo} = 10^{-2}$m²

g = 10 m/s²

Êmbolo em movimento uniforme ➡ Processo isobárico (P cte) : $P_i = P_f$



T_i = 27°C = 300 K

$P_i = 2 \cdot 10^5$ N/m²

$V_i = 6 \cdot 10^{-2}$ m³

T_f = 127°C = 400 K

$P_f = 2 \cdot 10^5$ N/m²

V_f = ?

$$\tau = p\,(V_{final} - V_{inicial})$$

$$
\begin{array}{rl}
 & P.\,V_f = nRT_f \\
- & P.\,V_i = nRT_i \\
\hline
 & P.\,V_f - P.\,V_i = nRT_f - nRT_i
\end{array}
$$

$$P\,(V_f - V_i) = nR(T_f - T_i)$$

$$\tau = nR(T_f - T_i)$$

$$\tau = 5.8\,(400 - 300) \Rightarrow \boxed{\tau = 4000\text{ J}}$$

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 $P.V^{\frac{5}{3}}$ = constante.

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.

$$\Delta U = \cancelto{0}{Q} - \tau$$

T diminui → U diminui → $\Delta U = U_f - U_i$ → **ΔU < 0**

$$\Delta U = -\tau$$

$$\tau = -\Delta U$$

$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i) > 0$

(+) = - (-)

Se o trabalho é positivo, o volume ocupado pela amostra aumentou. O gás sofreu expansão.

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 $P.V^{\frac{5}{3}}$ = constante.

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:

b) Encontre o valor do trabalho realizado pelo gás nesse processo em termos da constante universal dos gases ideais R e de T_1.

$$\Delta U = \cancelto{0}{Q} - \tau$$

$$\Delta U = -\tau$$

$$\tau = -\Delta U$$

$$\tau = -\Delta U = = \frac{3}{2}\,R.\Delta T$$

$$\tau = -\,\frac{3}{2}\,R.\Delta T$$

$$\tau = -\,\frac{3}{2}\,R.\,\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right)$$

$$\tau = -\,\frac{3}{2}\,R.\,\left(-\,\frac{2T_1}{3}\right)$$

$$\boxed{\tau = R.\,T_1}$$

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 $P.V^{\frac{5}{3}}$ = constante.

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:

c) Encontre a razão entre as pressões final e inicial do gás após o processo.

$$p_f \,.\, V_f^{\frac{5}{3}} = p_i \,.\, V_i^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^5}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^3 . \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^3 . \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$p_i \,.\, V_i = \text{n . R . } T_1 \Rightarrow V_i = \frac{n\,.\,R\,.\,T_1}{p_i}$$

$$p_f \,.\, V_f = \text{n . R . } \frac{T_1}{3} \Rightarrow V_f = \frac{n\,.\,R\,.\,T_i}{3p_f}$$

$$\frac{V_i}{V_f} = \frac{3p_f}{p_i}$$

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 $P.V^{\frac{5}{3}}$ = constante.

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:

c) Encontre a razão entre as pressões final e inicial do gás após o processo.

$$p_f \,.\, V_f^{\frac{5}{3}} = p_i \,.\, V_i^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^5}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^3 . \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^3 . \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{3p_f}{p_i} \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$1 = 3 \,.\, \sqrt[3]{\left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2}$$

$$1 = 27 \,.\, \left(\frac{3p_f}{p_i}\right)^2$$

$$1 = 27 \,.\, \frac{9\, {p_f}^2}{{p_i}^2}$$

$$\frac{p_f^2}{{p_i}^2} = \frac{1}{223}$$

$$\boxed{\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{1}{223}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

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 $P.V^{\frac{5}{3}}$ = 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 3.10^5Pa e ocupa um volume de $2 \, . \, 10^{-3}$m³.

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

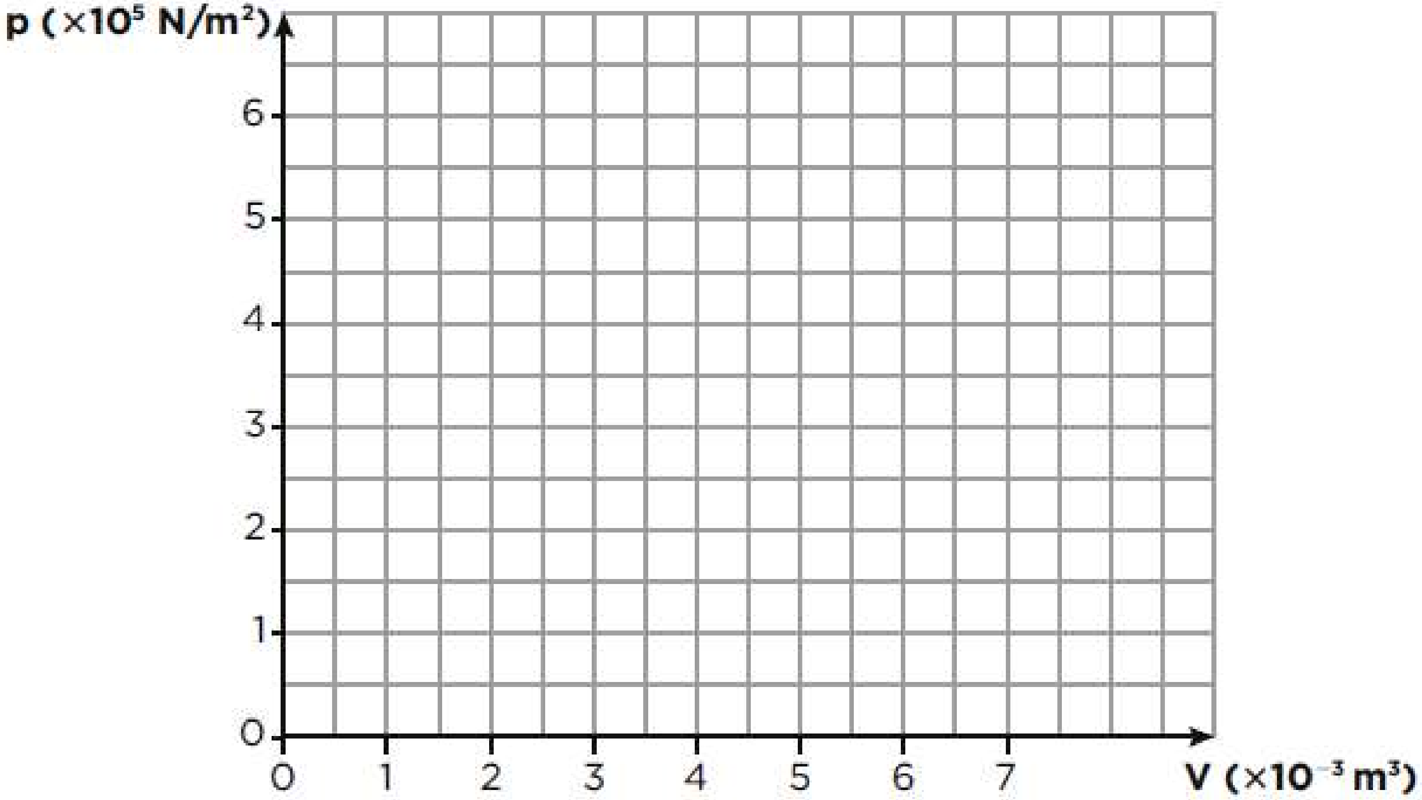
1) Do estado A ao estado B, o gás recebe calor e evolui isometricamente, aumentando em 50% sua pressão.
2) Do estado B ao estado C, o gás dobra seu volume isobaricamente.
3) Finalmente, de C ao estado final D, ele é submetido a uma expansão isotérmica até que atinja a pressão inicial. Nessa transformação, houve realização de trabalho da força de pressão, de módulo igual a 700 J.

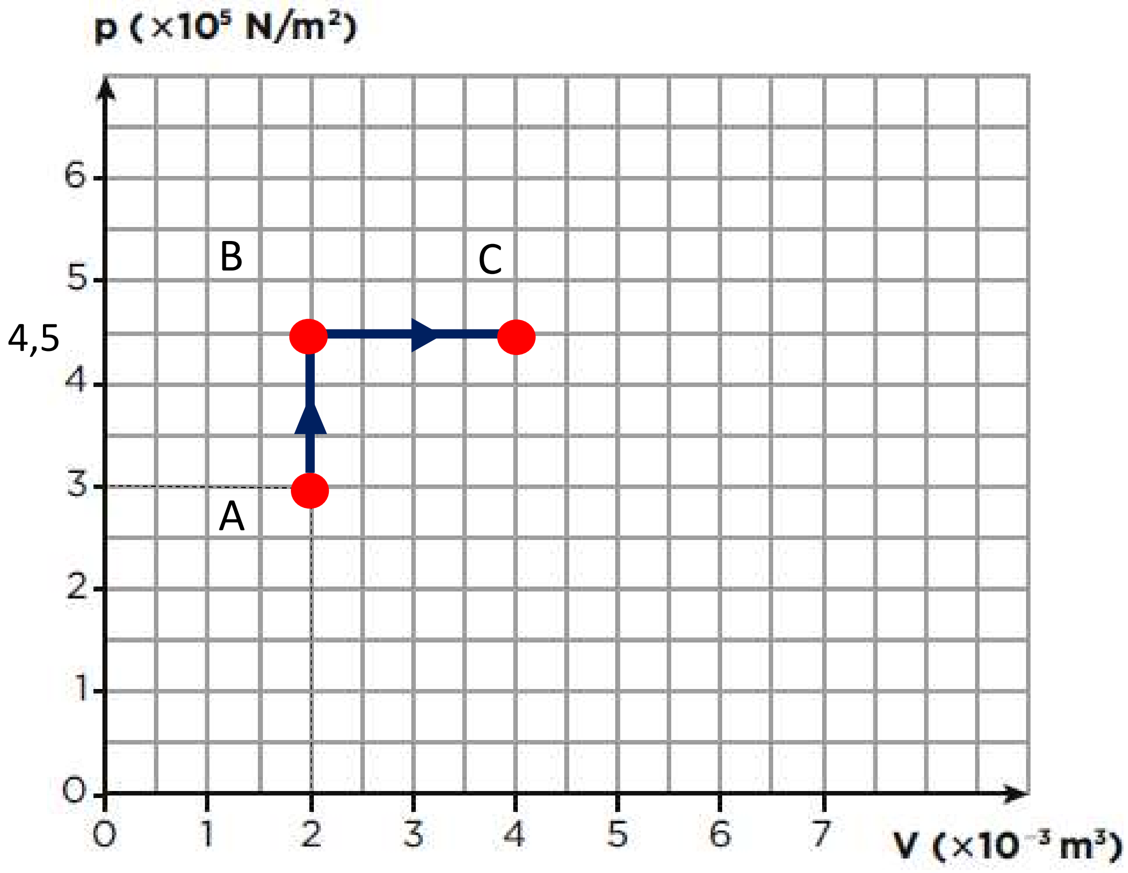
NOTE E ADOTE

$$U = \frac{3}{2} \, . \, p \, . \, V = \frac{3}{2} \, . \, n \, . \, R \, . \, T$$

Com relação a essa situação, pede-se:

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



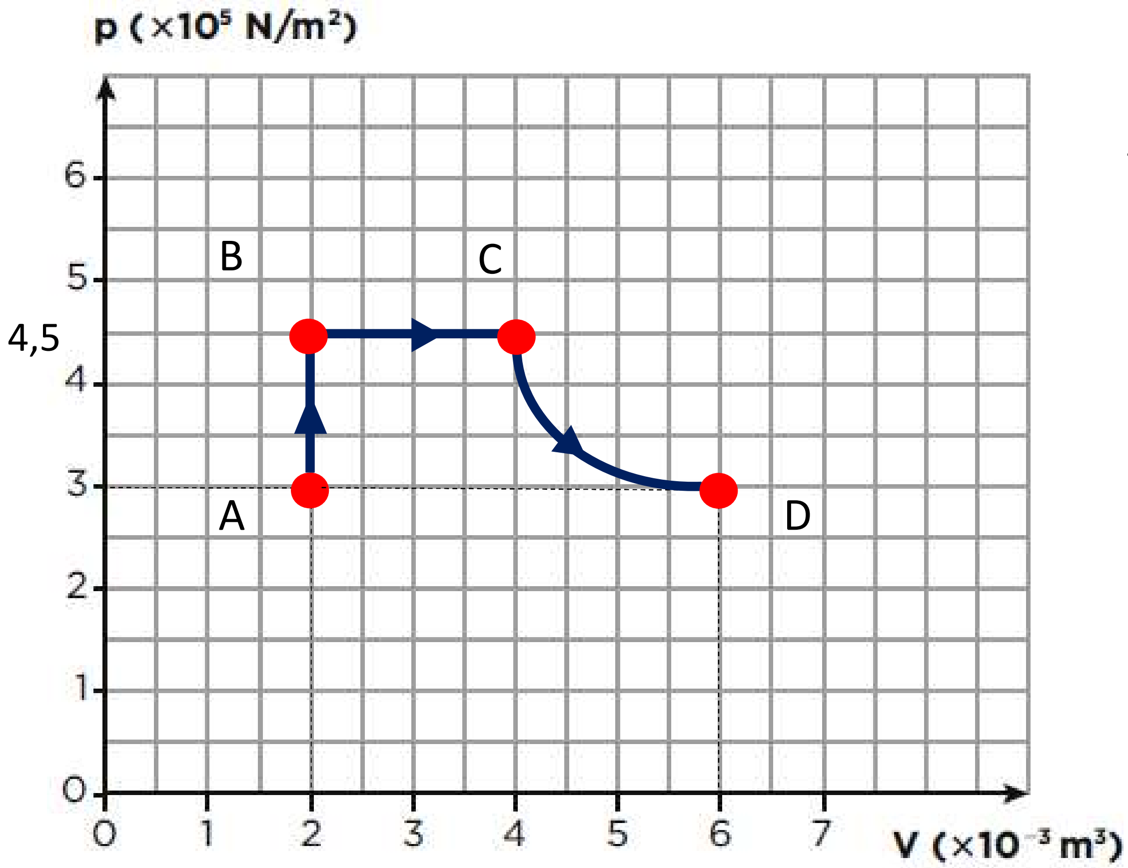


Inicialmente o gás se encontra em um estado termodinâmico A, no qual sua pressão vale 3.10^5Pa e ocupa um volume de $2 \cdot 10^{-3}$m³.

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.

$$\frac{P_D V_D}{T_D} = \frac{P_C V_C}{T_C}$$



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.

$P_C = 4{,}5 \,.\, 10^5 \text{Pa}$

$V_C = 4 \,.\, 10^{-3} \text{m}^3$

T_C

$P_D = 3 \,.\, 10^5 \text{Pa}$

$V_D = \ ?$

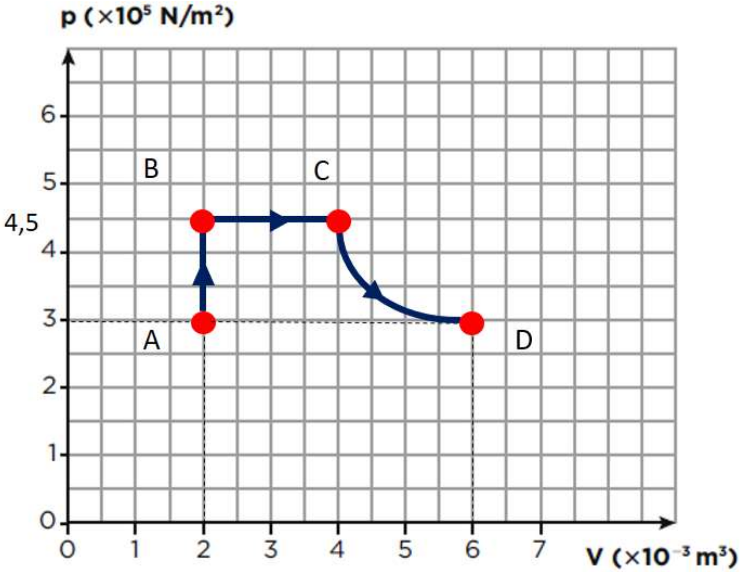
$T_D = T_C$

$$\frac{P_D V_D}{T_D} = \frac{P_C V_C}{T_C}$$

$$\frac{3 \,.\, 10^5 . V_D}{\cancel{T_D}} = \frac{4{,}5 \,.\, 10^5 . \ 4 \,.\, 10^{-3}}{\cancel{T_C}}$$

$$\boxed{V_D = 6 \,.\, 10^{-3} \text{m}^3}$$

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



$$\Delta U = Q - \tau$$

$$Q = \Delta U + \cancelto{0}{\tau}$$

$$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i)$$

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB}$$

$$\boxed{Q_{AB} = 450 \text{ J}}$$

$$U_A = \frac{3}{2} P_A . V_A = \frac{3}{2} . \ 3 . 10^5 . 2 . 10^{-3} = 900 \text{ J}$$

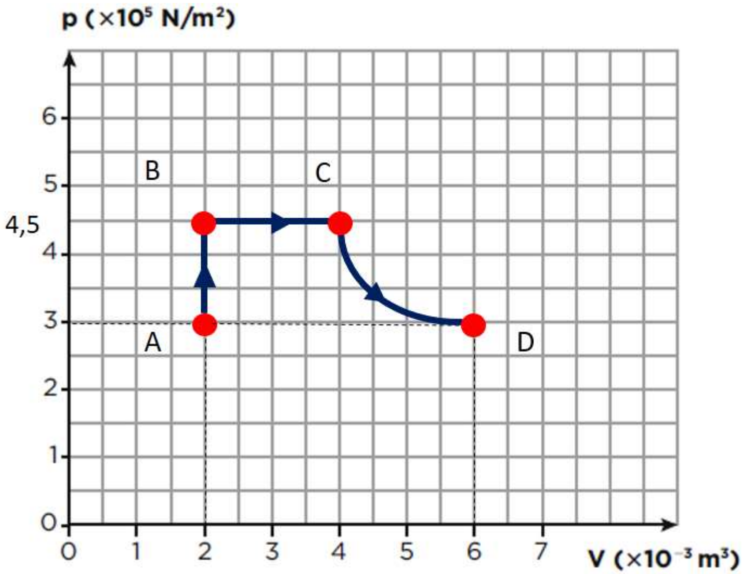
$$U_B = \frac{3}{2} P_B . V_B = \frac{3}{2} . \ 4{,}5 . 10^5 . 2 . 10^{-3} = 1350 \text{ J}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = 1350 - 900$$

$$\Delta U = U_f - U_i = 450 \text{ J}$$

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:



$\Delta U = Q - \tau$

$Q = \Delta U + \tau$

$Q_{BC} = \Delta U + \tau$

$Q_{BC} = 1350 + 900$

$Q_{BC} = 2250$ J

$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i)$

$\tau = 4,5 . 10^5 . (4 . 10^{-3} - 2 . 10^{-3})$

$\tau = 900$ J

$U_C = \frac{3}{2} P_C . V_C = \frac{3}{2} . 4,5 . 10^5 . 4 . 10^{-3} = 2700$ J

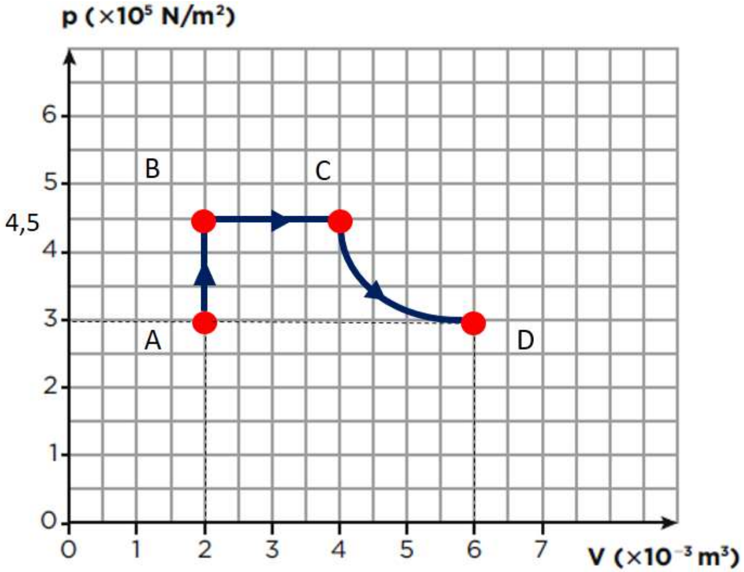
$U_B = \frac{3}{2} P_B . V_B = \frac{3}{2} . 4,5 . 10^5 . 2 . 10^{-3} = 1350$ J

$\Delta U = U_f - U_i = 2700 - 1350$

$\Delta U = U_f - U_i = 1350$ J

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:



$$\cancel{\Delta U}^{\,0} = Q - \tau$$

$$Q = \tau$$

$$Q_{CD} = \tau$$

$$Q_{CD} = 700\ J$$

- T cte
- U cte
- $\Delta U = U_f - U_i = 0$

"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."

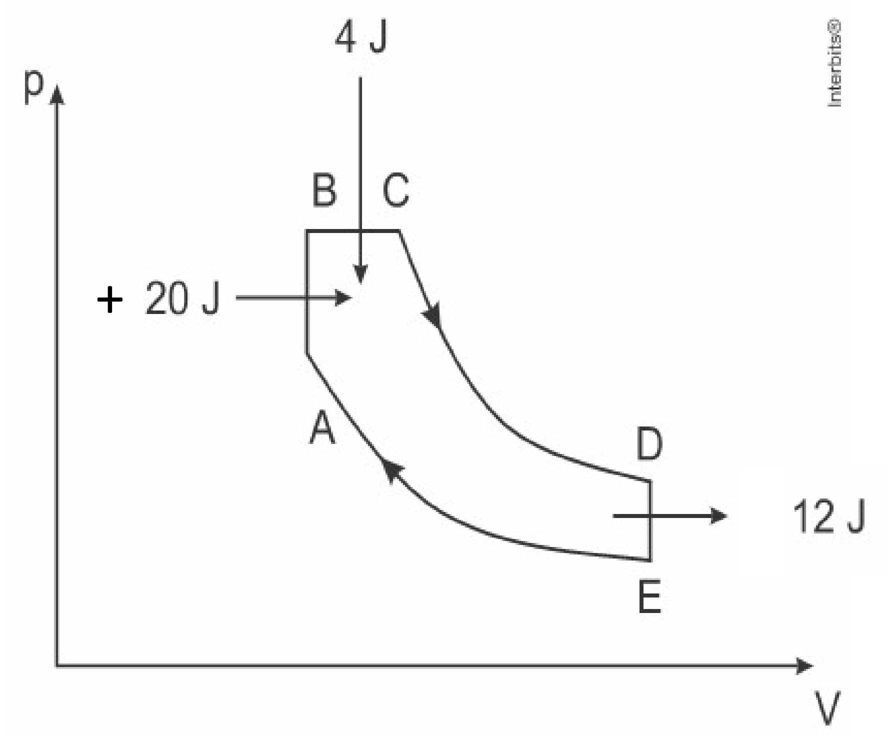
$\tau = +700\ J$

$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i)$

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%



A → B

- $\boldsymbol{\tau = 0}$

$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i)$

- T aumenta → U aumenta → ΔU = U_f - U_i → **ΔU > 0**

$$PV = nRT \Rightarrow \uparrow T = \frac{\uparrow P \boxed{V}}{\boxed{nR}}$$ cte

ΔU = Q - τ

Q = ΔU + τ

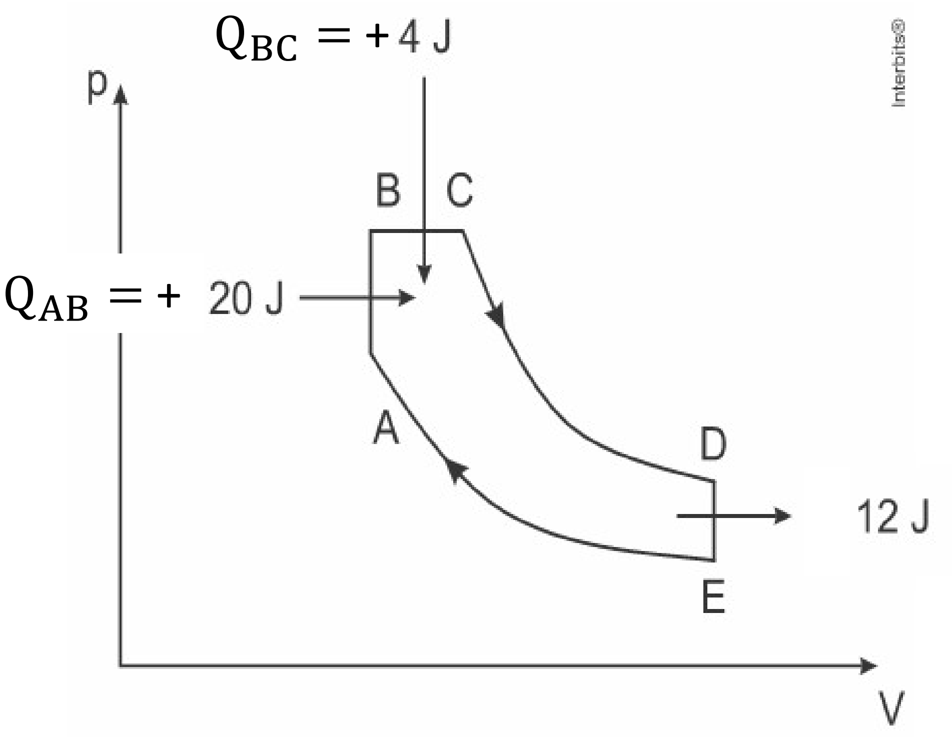
(+) = (+) + (0)

Q > 0

O gás recebe calor

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%



B → C

- $\tau > 0$

$\tau = p_{cte} \cdot (V_f - V_i)$

- T aumenta → U aumenta → ΔU = $U_f - U_i$ → **ΔU > 0**

$$PV = nRT \Rightarrow \uparrow T = \frac{\boxed{P}\,V \uparrow}{\boxed{nR}}$$

cte

ΔU = Q - τ

Q = ΔU + τ

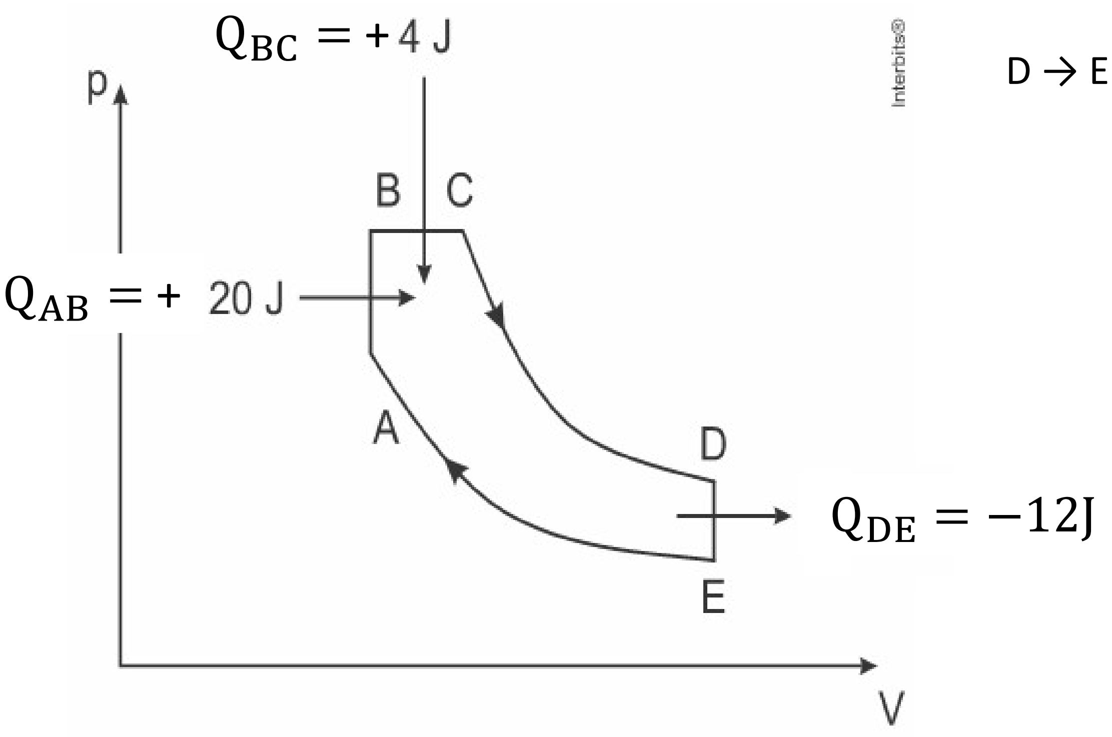
(+) = (+) + (+)

Q > 0

O gás recebe calor

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%



D → E

- $\tau = 0$

$\tau = p_{cte} . (V_f - V_i)$

- T aumenta → U aumenta → ΔU = U_f - U_i → **ΔU < 0**

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{P\,\boxed{V}}{\boxed{nR}}$$

cte

ΔU = Q - τ

Q = ΔU + τ

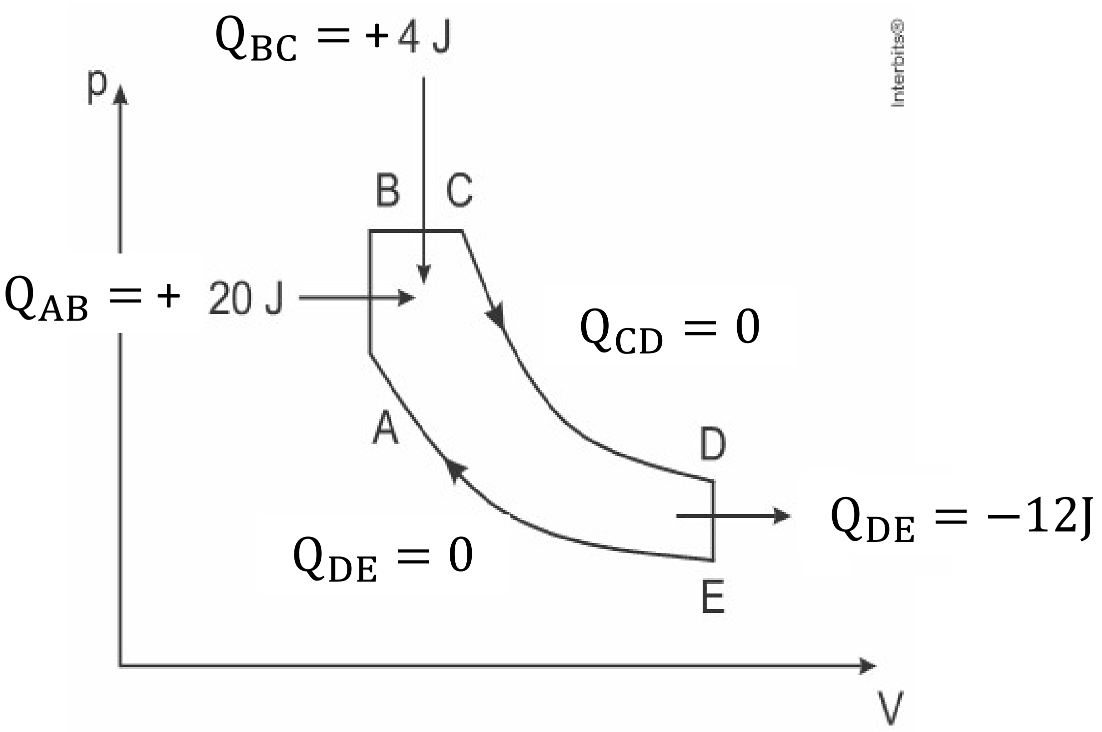
(+) = (-) + (0)

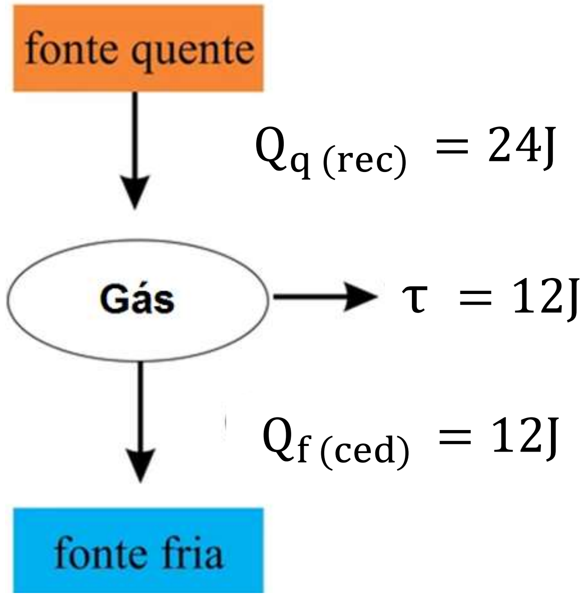
Q < 0

O gás cede calor

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%





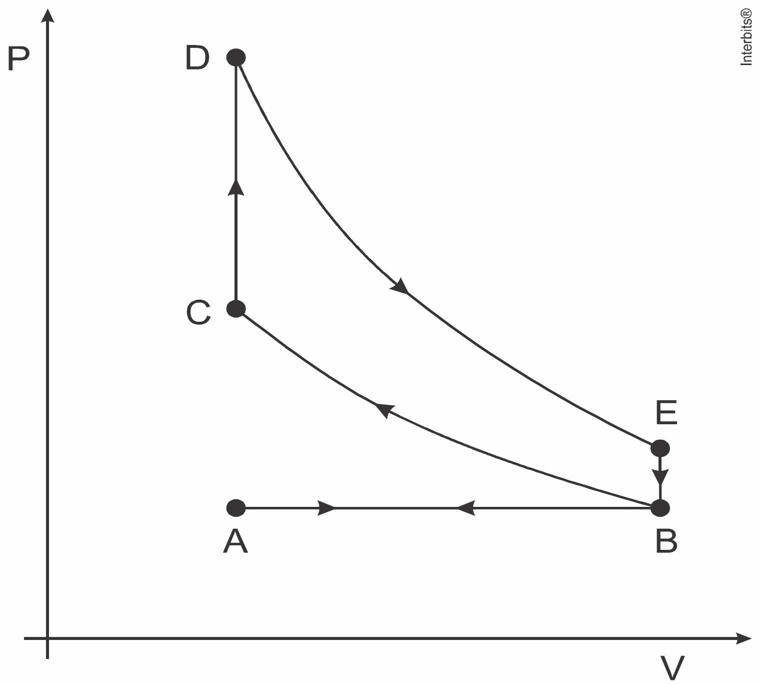
$$n = \frac{|\tau_{útil}|}{|Q_q|}$$

$$n = \frac{12}{24}$$

$$n = 0{,}5$$

$$\boxed{n = 50\%}$$

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.

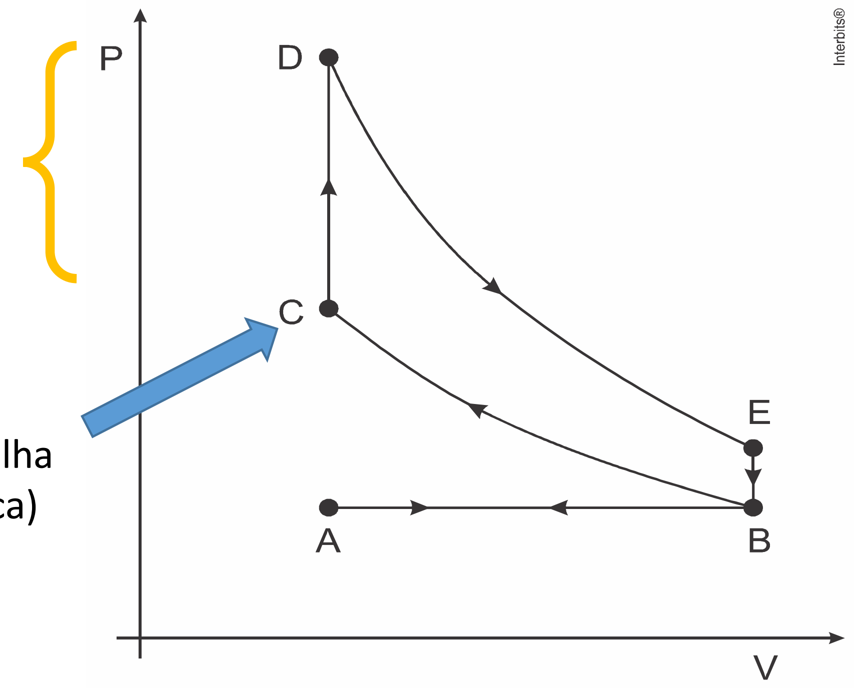


Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

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

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.

Explosão



Centelha (faísca)

AB: Admissão

BC: Compressão

Centelha (faísca)

CD: Explosão

DE: Expansão

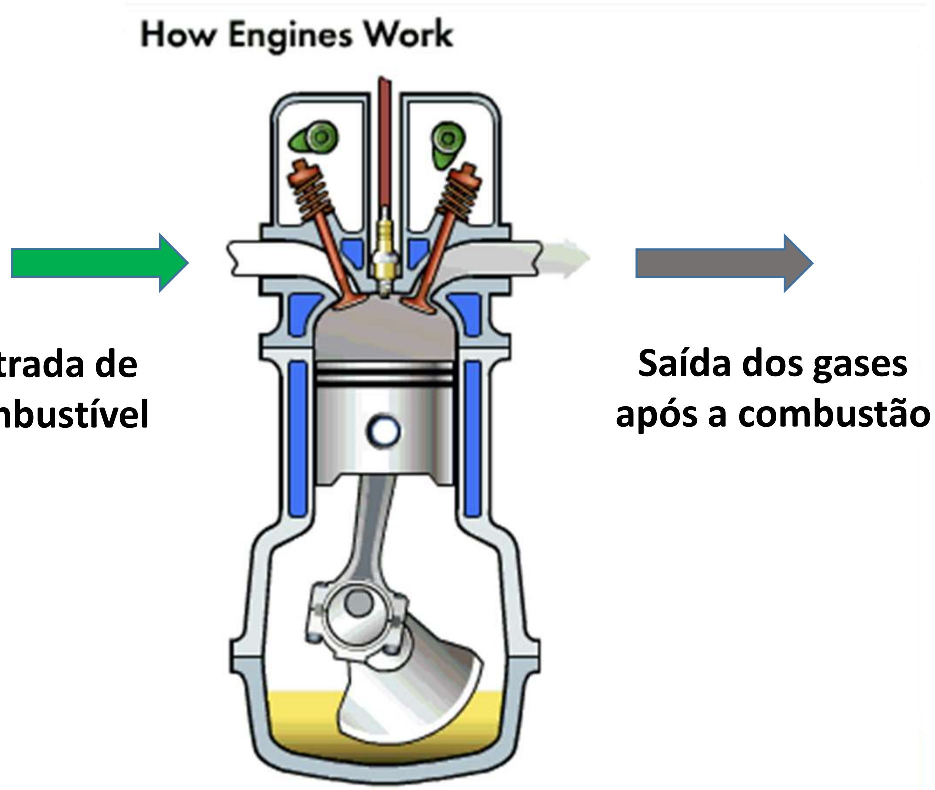
EB: Escape

BA: Escape

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

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

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.



AB: Admissão

BC: Compressão

Centelha (faísca)

CD: Explosão

DE: Expansão

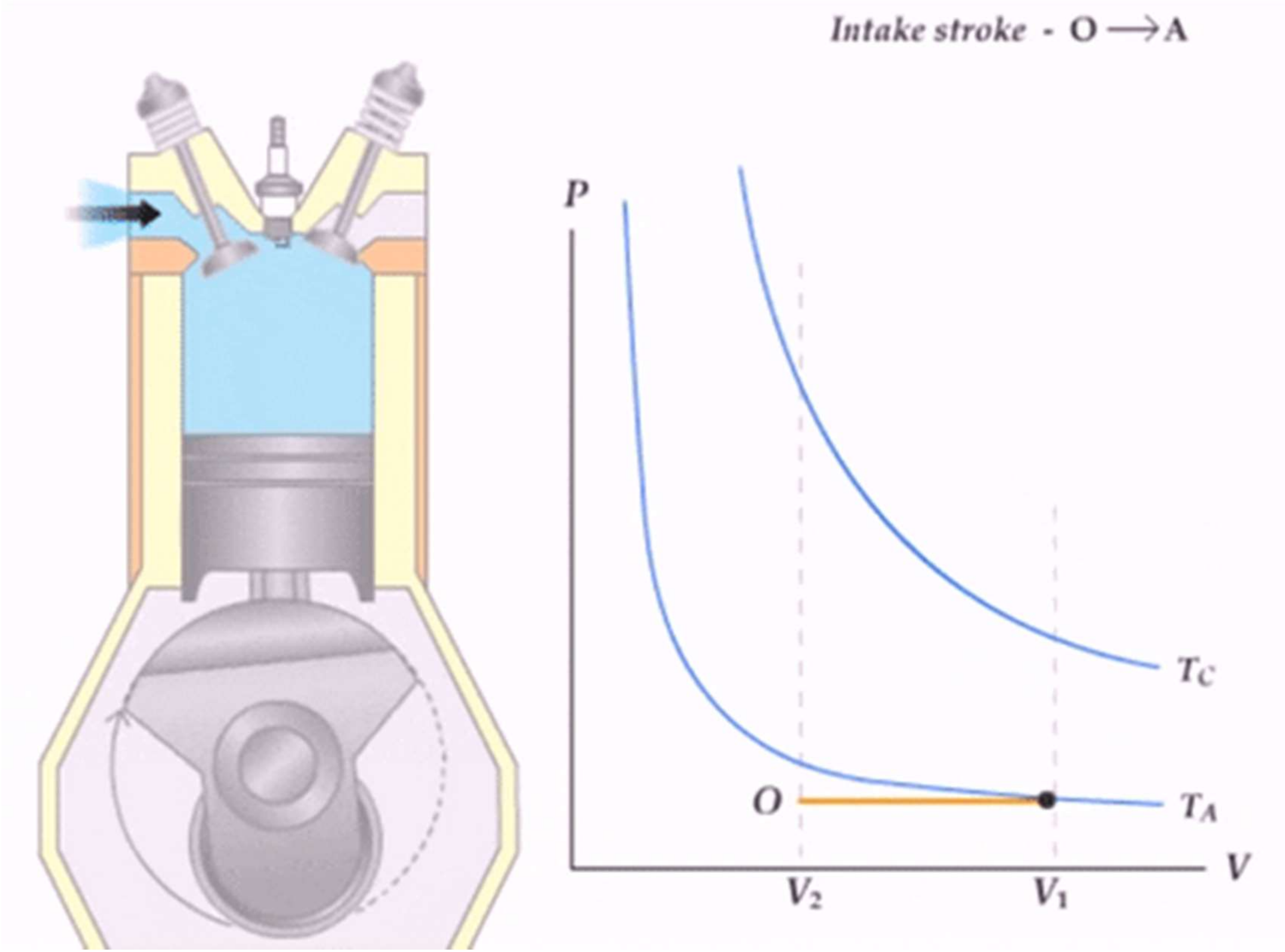
EB: Escape

BA: Escape

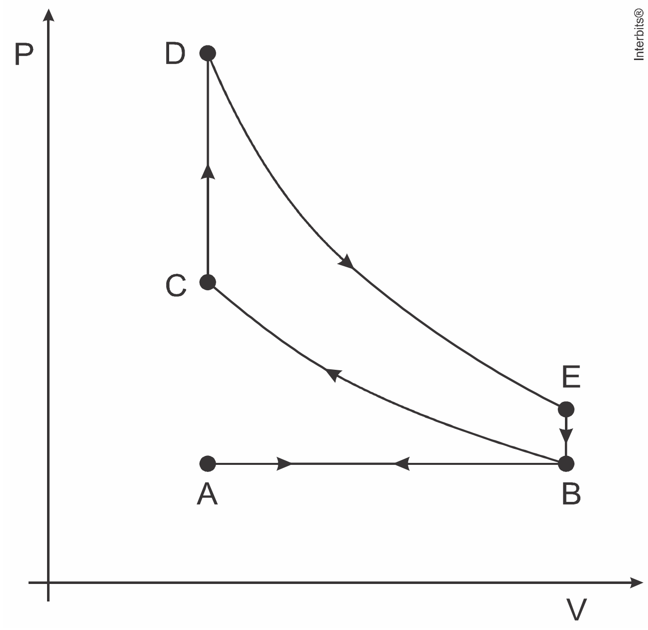
Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

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

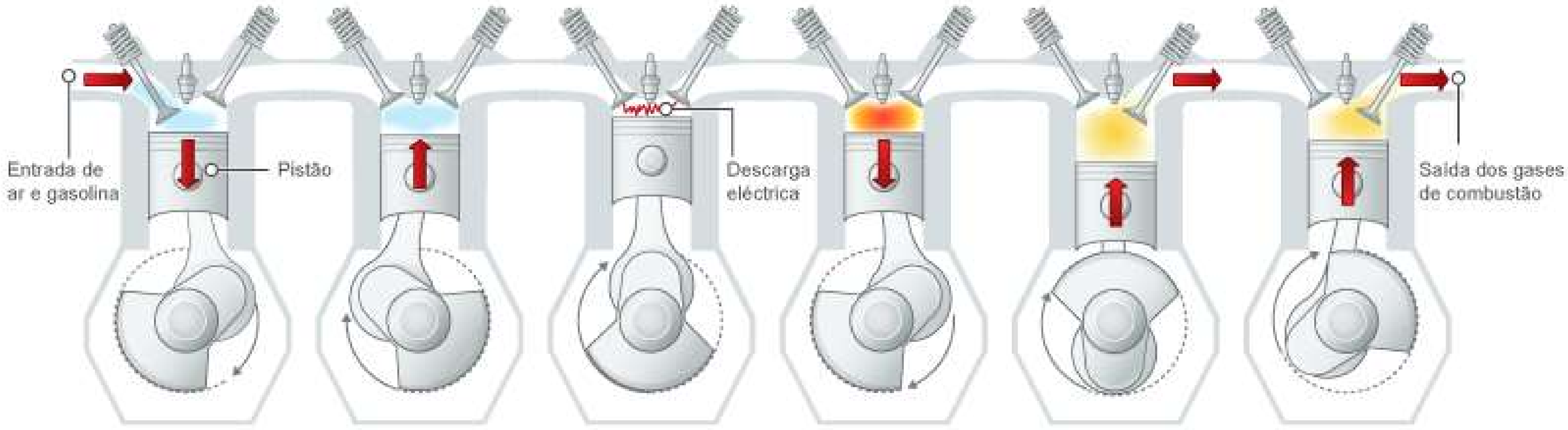
Ciclo Otto – motor a gasolina e a álcool



Ciclo Otto – motor a gasolina e a álcool



- AB : admissão – entrada da mistura ar e combustível.
- BC : compressão adiabática da mistura.
- C : ignição (faísca).
- CD: combustão isovolumétrica.
- DE: expansão adiabática.
- EB : Abertura da válvula.
- BA : saída dos gases.



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