

**3<sup>a</sup>**

**Série**

**Física**

**MATERIAL  
DIGITAL**

# **Retomando e aprofundando aprendizagem: calorimetria e gases perfeitos**

**2º bimestre  
Aula 7**

**Ensino  
Médio**

Secretaria da  
Educação



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

## Conteúdos

- Calorimetria;
- Gases perfeitos.

## Objetivos

- Rever e aprofundar conceitos sobre o estudo da Calorimetria e Gases perfeitos.



**(FUVEST 2017 – Adaptada)** Furacões são sistemas físicos que liberam uma enorme quantidade de energia por meio de diferentes tipos de processos, sendo um deles a condensação do vapor em água. De acordo com o Laboratório Oceanográfico e Meteorológico do Atlântico, um furacão produz, em média, 1,5 cm de chuva por dia em uma região plana de 660 km de raio.

Determine a quantidade de energia por unidade de tempo envolvida no processo de condensação do vapor em água da chuva.

Considere:

$$\pi = 3.$$

Calor latente de vaporização da água:  $2 \cdot 10^6$  J/kg.

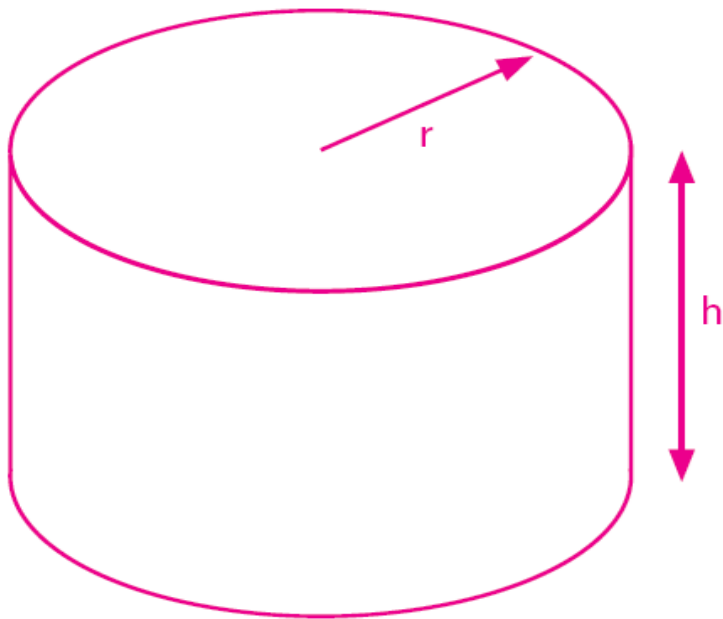
Densidade da água:  $10^3$  kg/m<sup>3</sup>.

$$1 \text{ dia} = 8,6 \cdot 10^4 \text{ s}.$$

TODO MUNDO ESCRIVE



### Correção:



$$V = A_{\text{Base}} \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot H$$

$$V = 3 \cdot r^2 \cdot h$$

$$m = d \cdot V = d \cdot 3 \cdot r^2 \cdot h$$

$$Q_L = m \cdot L = d \cdot 3 \cdot r^2 \cdot h \cdot L$$

$$\text{Pot} = \frac{Q_L}{\Delta t} = \frac{d \cdot 3 \cdot r^2 \cdot h \cdot L}{\Delta t}$$

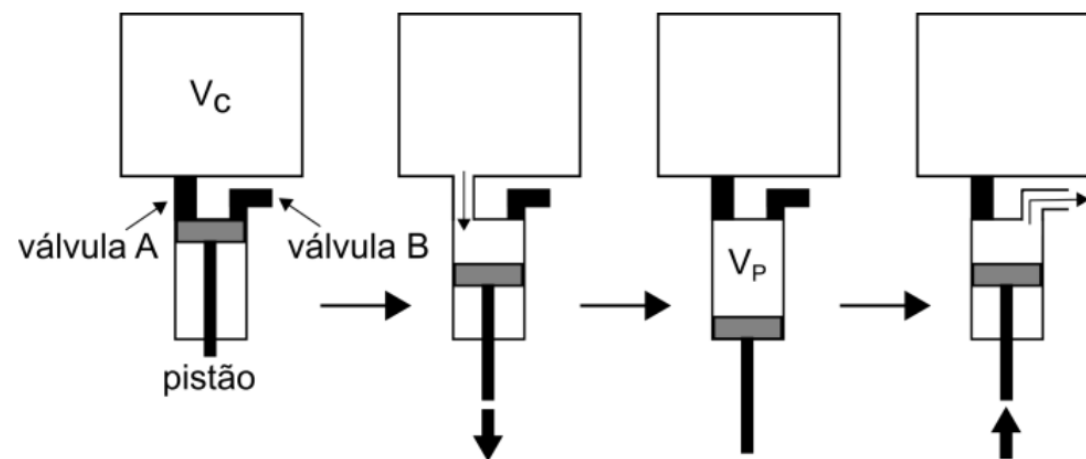
$$\text{Pot} = \frac{Q_L}{\Delta t} = \frac{10^3 \cdot 3 \cdot (6,6 \cdot 10^5)^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^6}{8,6 \cdot 10^4}$$

$$\text{Pot} = 4,56 \cdot 10^{14} \text{ W}$$



## (UNICAMP 2017 – Adaptada)

Fazer vácuo significa retirar o ar existente em um volume fechado. Esse processo é usado, por exemplo, para conservar alimentos ditos embalados a vácuo ou para criar ambientes controlados para experimentos científicos. A figura abaixo representa um pistão que está sendo usado para fazer vácuo em uma câmara de volume constante  $V_C = 2,0$  litros. O pistão, ligado à câmara por uma válvula A, aumenta o volume que pode ser ocupado pelo ar em  $V_P = 0,2$  litros. Em seguida, a válvula A é fechada e o ar que está dentro do pistão é expulso através de uma válvula B, ligada à atmosfera, completando um ciclo de bombeamento. Considere que o ar se comporte como um gás ideal e que, durante o ciclo completo, a temperatura não variou. Se a pressão inicial na câmara é de  $P_i = 33$  Pa, calcule a pressão final na câmara após um ciclo de bombeamento.

**TODO MUNDO ESCREVE**

### Correção:

O enunciado nos informa que se trata de um gás ideal e que a transformação é isotérmica (a temperatura não varia). Desta forma, podemos escrever a Lei Geral dos Gases:

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

Mas  $T_i = T_f$ , então a expressão se resume a:

$$P_i \cdot V_i = P_f \cdot V_f$$

O exercício nos fornece  $P_i = 33 \text{ Pa}$ ,  $V_i = V_C = 2 \text{ litros}$  e  $V_f = V_C + V_P = 2 + 0,2 = 2,2 \text{ litros}$  (o gás ocupa os dois volumes). Então, substituindo:

$$P_i \cdot V_C = P_f \cdot (V_C + V_P)$$

$$33 \cdot 2 = P_f \cdot (2,2)$$

$$\text{Portanto, } P_f = \frac{33 \cdot 2}{2,2} = \frac{66}{2,2} = 30 \text{ Pa}$$



**Pause e responda**

## Refletindo sobre a energia interna de um gás e seu modelo microscópico

Abaixo algumas afirmações sobre o modelo de gás ideal.  
Qual das opções é a correta?

Ocorrem dissipações de energia entre as partículas do gás.

Todo gás ideal possui energia interna  $\frac{3}{2}nRT$ .

Ao receber energia de uma fonte externa, novas interações são estabelecidas entre as partículas do gás.

A introdução de novas partículas de gás no sistema altera a energia interna.

Continua







**Pause e responda**

## Refletindo sobre a energia interna de um gás e seu modelo microscópico

Sobre o modelo de gás ideal são feitas algumas afirmações.  
Qual das opções abaixo é a correta?



Ocorrem dissipações de energia entre as partículas do gás.

Todo gás ideal possui energia interna  $\frac{3}{2}nRT$ .



Ao receber energia de uma fonte externa novas interações são estabelecidas entre as partículas do gás.

A introdução de novas partículas de gás no sistema altera a energia interna.





FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR (FUVEST). Concurso Vestibular FUVEST, 2019. Prova de conhecimentos gerais, caderno V. Disponível em: [https://acervo.fuvest.br/fuvest/2019/fuvest\\_2019\\_primeira\\_fase.pdf](https://acervo.fuvest.br/fuvest/2019/fuvest_2019_primeira_fase.pdf). Acesso em: 7 nov. 2024.

LEMOV, D. **Aula nota 10**: 49 técnicas para ser um professor campeão de audiência. São Paulo: Da Boa Prosa/Fundação Lemann, 2011.

PIETROCOLA, M. et al. Física: **Conceitos e contextos**, v. 3. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**: etapa Ensino Médio, 2020. Disponível em: [https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/CURR%C3%8DCULO-PAULISTA-etapa-Ensino-M%C3%A9dio\\_ISBN.pdf](https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/CURR%C3%8DCULO-PAULISTA-etapa-Ensino-M%C3%A9dio_ISBN.pdf). Acesso em: 7 nov. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Vestibular 2017 – 1ª Fase. Conhecimentos Gerais. Disponível em: <https://www.comvest.unicamp.br/wp-content/uploads/2017/02/f12017QY.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR (FUVEST). Concurso Vestibular FUVEST, 2017. Prova de conhecimentos gerais, caderno V. Disponível em: [https://acervo.fuvest.br/fuvest/2018/fuv2018\\_1fase\\_prova\\_V.pdf](https://acervo.fuvest.br/fuvest/2018/fuv2018_1fase_prova_V.pdf). Acesso em: 24 nov. 2024.

## Referências

VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Tópicos de Física 2**. São Paulo: Saraiva, 2012.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**, v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.

Identidade visual: imagens © Getty Images

# Aprofundando

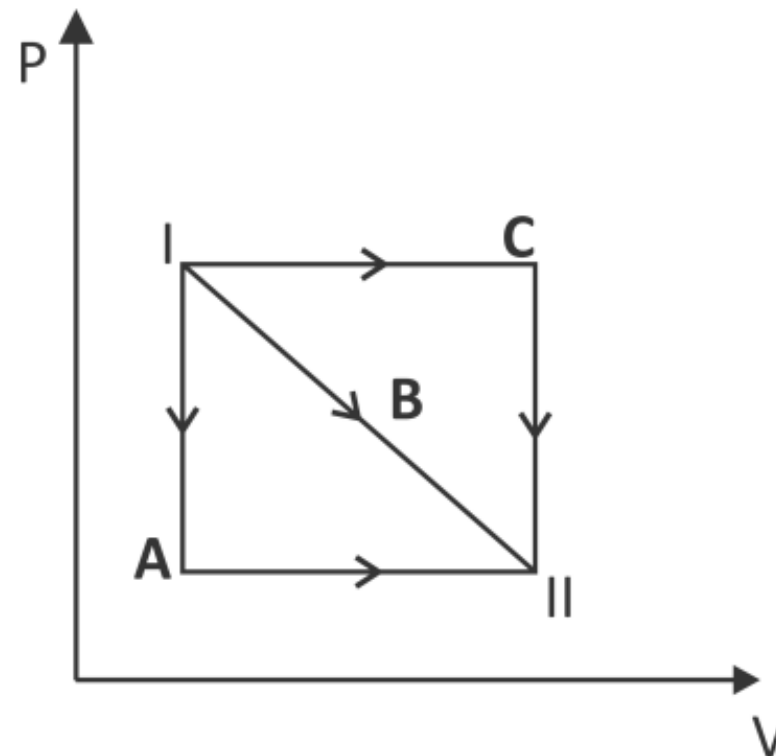
**A seguir, você encontra uma seleção de exercícios extras, que ampliam as possibilidades de prática, de retomada e aprofundamento do conteúdo estudado.**



**(FUVEST 2019 – Adaptada)**

No diagrama  $P \times V$  da figura, A, B e C representam transformações possíveis de um gás entre os estados I e II.

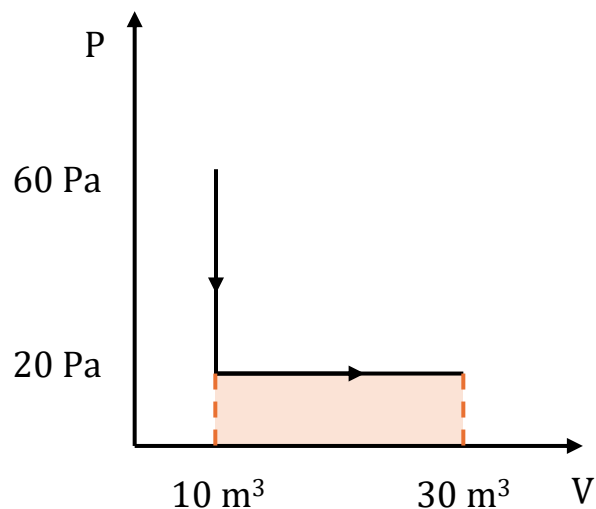
- a) Determine a relação entre as variações de energia interna  $\Delta U_A$ ,  $\Delta U_B$  e  $\Delta U_C$ . Justifique.
- b) Se  $P_I = 60 \text{ Pa}$ ,  $P_{II} = 20 \text{ Pa}$ ,  $V_I = 10 \text{ m}^3$  e  $V_{II} = 30 \text{ m}^3$ , calcule os trabalhos  $\tau_A$ ,  $\tau_B$  e  $\tau_C$ .



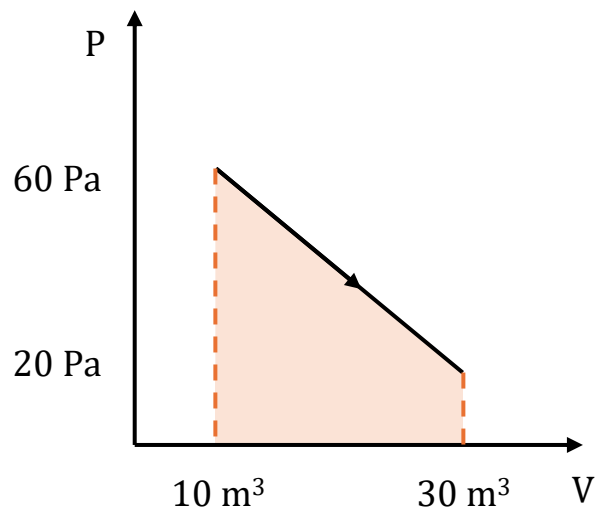
### Correção:

a)  $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$  - Os estados I e II, inicial e final respectivamente, são iguais para todas as transformações, portanto a variação de energia interna deve ser a mesma em A, B e C.

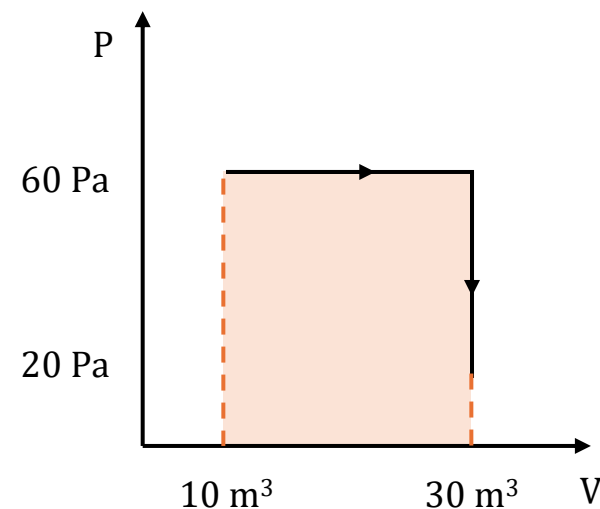
b) Vamos calcular os trabalhos de cada uma das transformações através das áreas delimitadas pelas curvas de cada uma:



$$\begin{aligned}\tau_A &= \text{Área}_{\text{retângulo}} \\ \tau_A &= 20 \cdot (30 - 10) = 20 \cdot 20 \\ \tau_A &= 400 \text{ J}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\tau_B &= \text{Área}_{\text{trapézio}} \\ \tau_B &= (20 + 60) \cdot \frac{(30 - 10)}{2} = 80 \cdot 10 \\ \tau_B &= 800 \text{ J}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\tau_C &= \text{Área}_{\text{retângulo}} \\ \tau_C &= 60 \cdot (30 - 10) = 60 \cdot 20 \\ \tau_C &= 1200 \text{ J}\end{aligned}$$



**(FUVEST 2019)** Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Após o equilíbrio térmico:

- A todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- B todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- C todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- D nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- E o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .





### Correção:

- A **todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 7 °C.** ✓
- B **todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0,4 °C.** ✗
- C **todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 20 °C.** ✗
- D **nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0 °C.** ✗
- E **o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é – 2 °C.** ✗

### Correção:

A curva do gelo é formada por três partes: aquecimento do gelo (calor sensível), fusão (latente) e aquecimento do gelo derretido, água (sensível).

Calculemos o calor sensível do gelo de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_1 = m_g \cdot c_g \cdot \Delta\theta = 50 \cdot 0,5 \cdot 10 = 250 \text{ cal}$$

E o calor da fusão do gelo:

$$Q_2 = m_g \cdot L_f = 50 \cdot 80 = 4000 \text{ cal}$$

Precisaríamos, então, de um total de 4250 cal para derreter todo o gelo.

Vamos calcular a quantidade de calor que a água sendo resfriada fornece ao gelo:

$$Q_3 = m_a \cdot c_a \cdot \Delta\theta = 200 \cdot 1 \cdot 30 = 6000 \text{ cal}$$

Isso significa que todo o gelo derrete e aquece até certa temperatura. Vamos calcular este ponto de equilíbrio.

### (FUVEST 2019 – Adaptada) Correção:

Chamaremos de  $Q_4$  o calor necessário para aquecer o gelo derretido (que agora é água) até a temperatura de equilíbrio  $\theta_f$ :

$$Q_4 = m_g \cdot c_a \cdot \Delta\theta = 50 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 0) = 50 \cdot \theta_f$$

Recalculando o resfriamento da água em função da temperatura final desconhecida ( $\theta_f$ ):

$$Q_3 = m_a \cdot c_a \cdot \Delta\theta = 200 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 30) = 200 \theta_f - 6000$$

Sabemos que a quantidade de calor cedido deve ser igual à quantidade de calor recebido, portanto:

$$\begin{aligned} Q_3 + Q_1 + Q_2 + Q_4 &= 0 \\ 200 \theta_f - 6000 + 250 + 4000 + 50 \theta_f &= 0 \end{aligned}$$

Assim,

$$250 \theta_f - 1750 = 0 \Rightarrow \theta_f = 7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Portanto, todo o gelo derrete e a temperatura de equilíbrio é de  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

