

**3<sup>a</sup>**  
série

**Física**

**MATERIAL  
DIGITAL**

# **1<sup>a</sup> lei da termodinâmica**

## Conteúdos

- Termodinâmica.

## Objetivos

- Identificar que o calor também pode variar a energia interna de um gás;
- Compreender a 1<sup>a</sup> lei da termodinâmica.

# Sinais das grandezas termodinâmicas

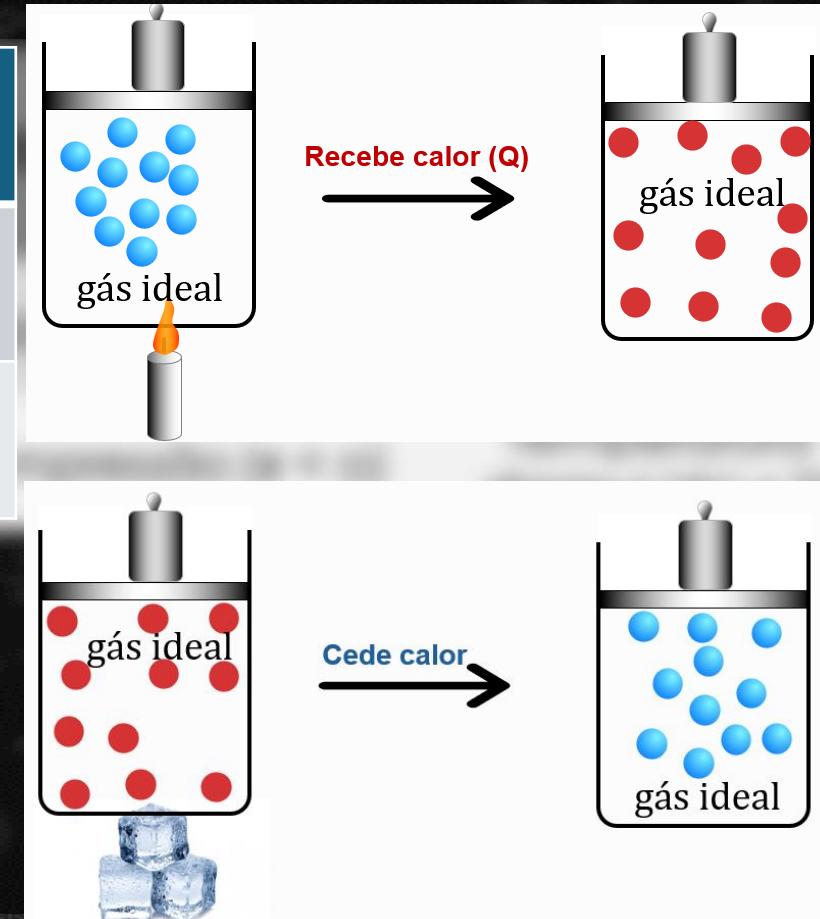
	Calor (Q)	Trabalho ( $\tau$ )	Variação da Energia Interna ( $\Delta U$ )
Sinais das grandezas termodinâmicas	Sistema recebe calor ( $Q > 0$ )	Expansão ( $\tau > 0$ )	Temperatura aumenta ( $\Delta U > 0$ )
	Sistema cede calor ( $Q < 0$ )	Compressão ( $\tau < 0$ )	Temperatura diminui ( $\Delta U < 0$ )

# Sinais das grandezas termodinâmicas

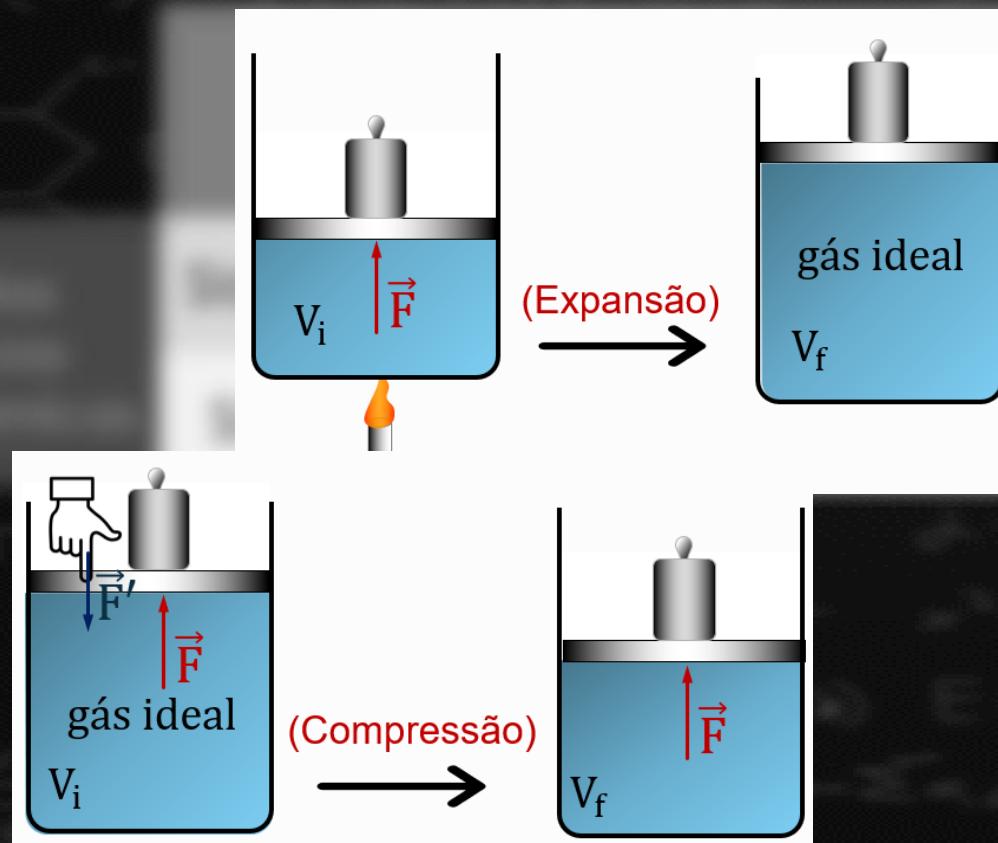
## Calor (Q)

Sistema recebe calor ( $Q > 0$ )

Sistema cede calor ( $Q < 0$ )



# Sinais das grandezas termodinâmicas

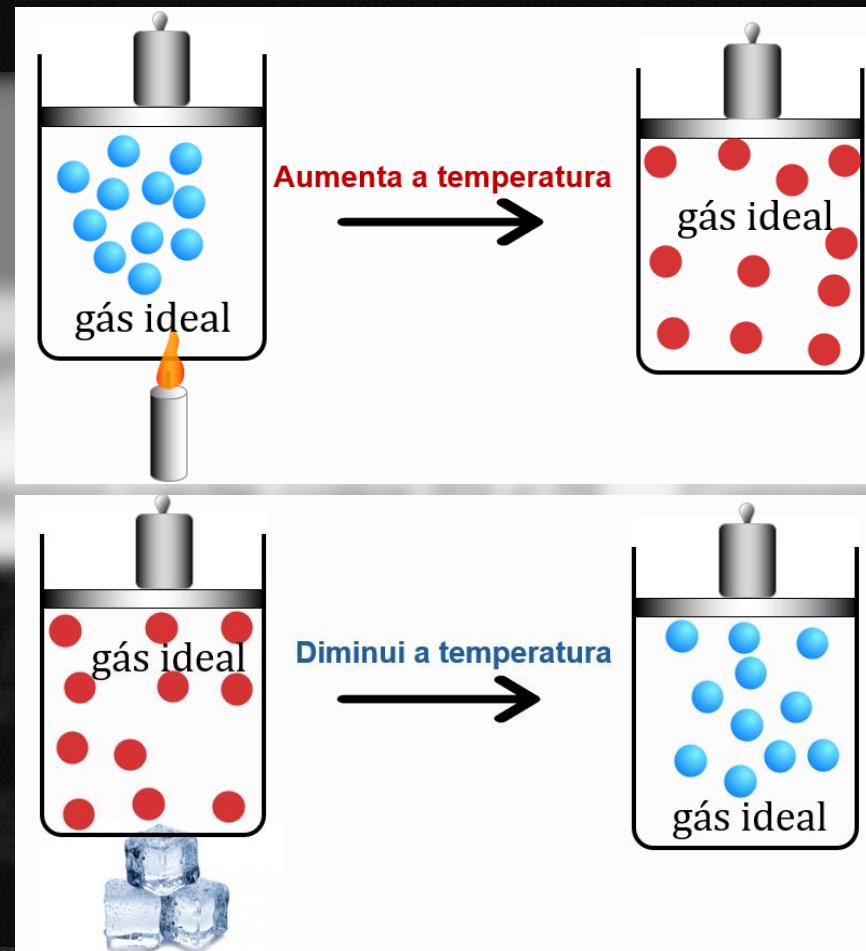


## Trabalho ( $\tau$ )

Expansão ( $\tau > 0$ )

Compressão ( $\tau < 0$ )

# Sinais das grandezas termodinâmicas



## Variação de energia interna ( $\Delta U$ )

Temperatura aumenta ( $\Delta U > 0$ )

Temperatura diminui ( $\Delta U < 0$ )

## Foco no conteúdo

### 1ª lei da termodinâmica

“

Para todo sistema termodinâmico existe uma função característica denominada energia interna. A variação dessa energia interna ( $\Delta U$ ) entre dois estados quaisquer pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor ( $Q$ ) e o trabalho ( $\tau$ ) trocados com o meio externo.”

(BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2012)

“

O conhecido princípio da conservação da energia, quando aplicado à termodinâmica, recebe a denominação de 1ª lei da termodinâmica.”

(BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2012)

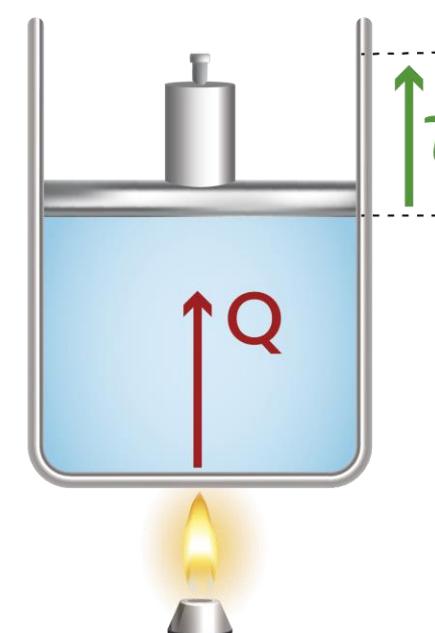
Matematicamente, essa lei pode ser escrita assim:

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

Variação da energia interna do gás

Calor trocado com meio externo

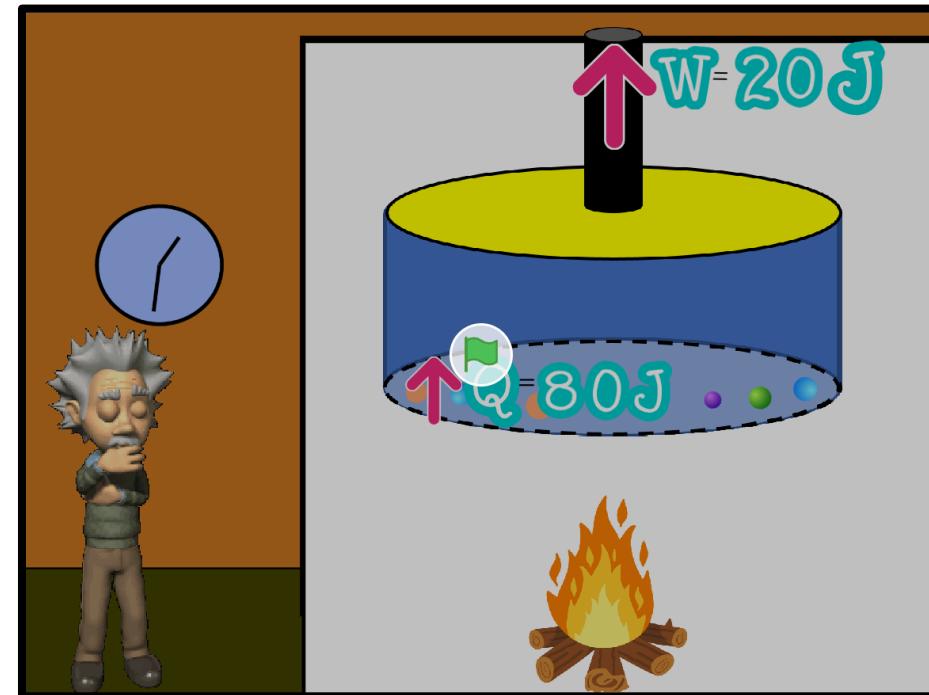
Trabalho realizado pelo gás ou sobre ele



### Simulação interativa

Agora que conhecemos a 1<sup>a</sup> lei da termodinâmica e revisamos como as grandezas termodinâmicas, calor e trabalho podem, isoladamente, alterar o estado de um gás, vamos investigar como essas duas grandezas juntas podem mudar a energia interna do gás, fazendo com que o sistema aumente ou diminua de temperatura.

**Ir para a simulação**



Interface da simulação interativa

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

### Situação 1

Analise a situação ilustrada na imagem ao lado e responda:

1) A temperatura do sistema aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta, levando em conta a energia recebida ou cedida pelo sistema por meio da realização de trabalho e das trocas de calor com o meio externo.

2) Qual foi a variação da energia interna?



3 minutos

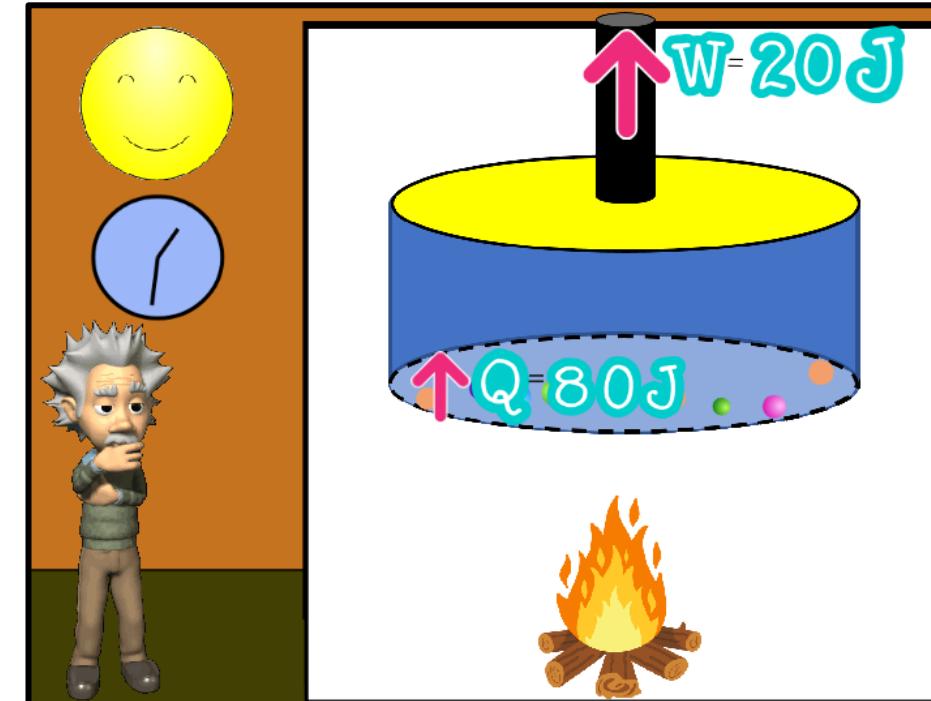
TODO MUNDO ESCREVE



Atividade 1



Veja no livro!



Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

### Situação 2

Analise a situação ilustrada na imagem ao lado e responda:

1) A temperatura do sistema aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta, levando em conta a energia recebida ou cedida pelo sistema por meio da realização de trabalho e das trocas de calor com o meio externo.

2) Qual foi a variação da energia interna?



3 minutos

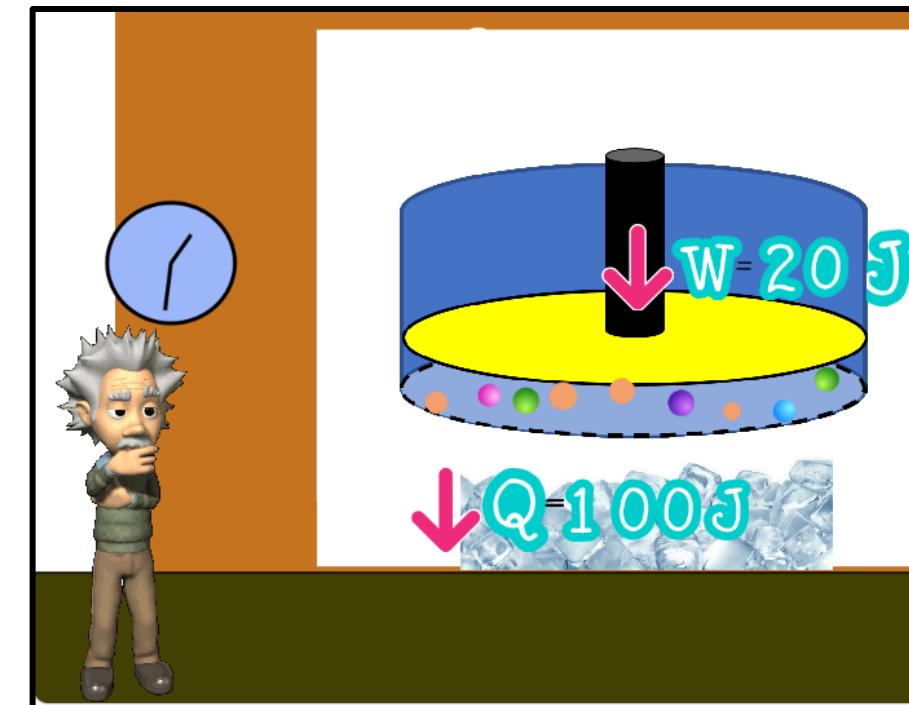
TODO MUNDO ESCREVE



Atividade 2



Veja no livro!



Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

### Situação 3

Analise a situação ilustrada na imagem ao lado e responda:

1) A temperatura do sistema aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta, levando em conta a energia recebida ou cedida pelo sistema por meio da realização de trabalho e das trocas de calor com o meio externo.

2) Qual foi a variação da energia interna?



3 minutos

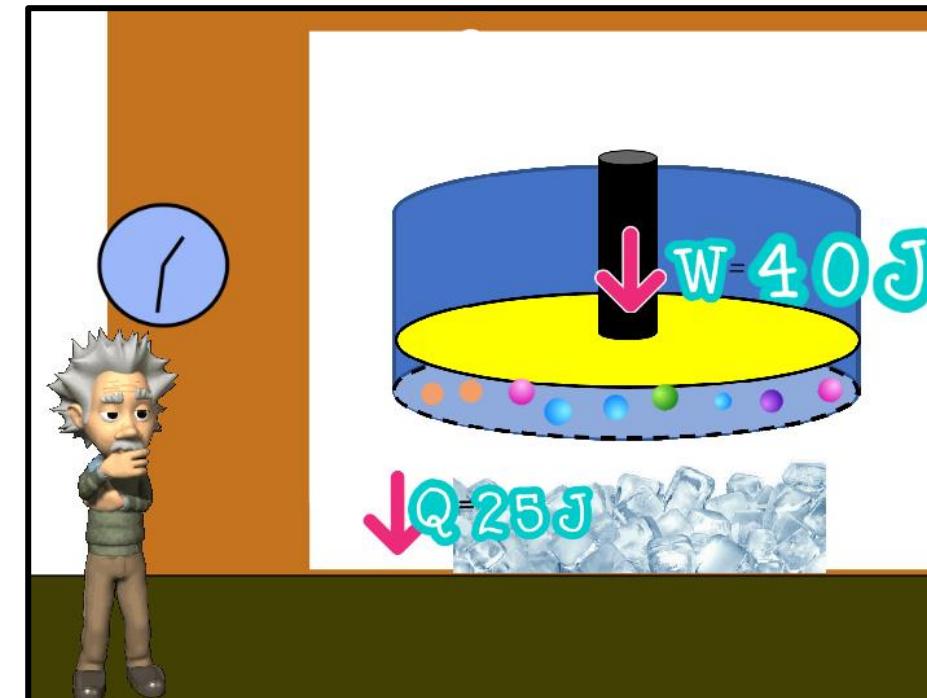
TODO MUNDO ESCREVE



Atividade 3



Veja no livro!



Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

### Situação 4

Analise a situação ilustrada na imagem ao lado e responda:

1) A temperatura do sistema aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta, levando em conta a energia recebida ou cedida pelo sistema por meio da realização de trabalho e das trocas de calor com o meio externo.

2) Qual foi a variação da energia interna?



3 minutos

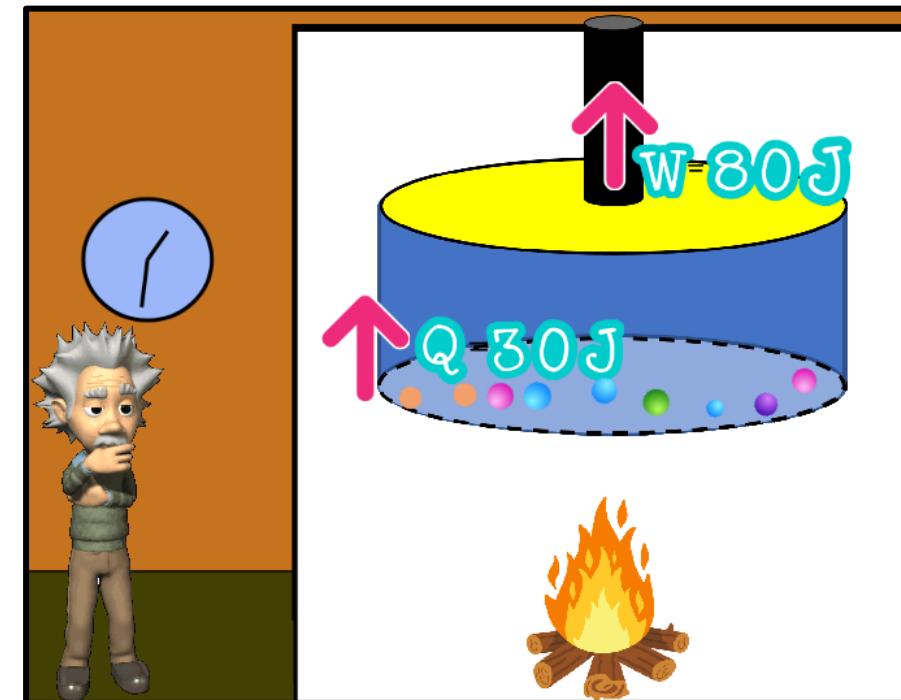
TODO MUNDO ESCREVE



Atividade 4



Veja no livro!



Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

## Na prática

### Situação 5

Analise a situação ilustrada na imagem ao lado e responda:

1) A temperatura do sistema aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta, levando em conta a energia recebida ou cedida pelo sistema por meio da realização de trabalho e das trocas de calor com o meio externo.

2) Qual foi a variação da energia interna?



3 minutos

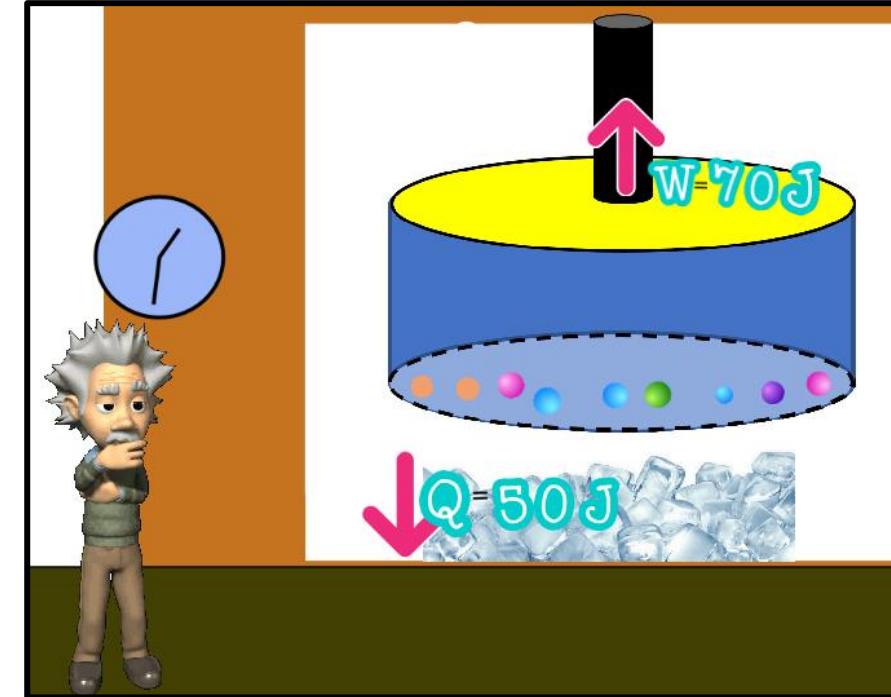
TODO MUNDO ESCREVE



Atividade 5



Veja no livro!



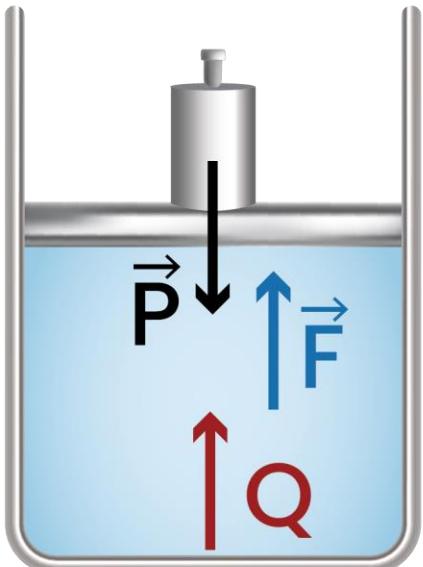
Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

Reprodução – MARCELOPERES/SCRATCH, 2021. Disponível em:  
<https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 12 nov. 2024.

### Transformação isobárica

Pressão constante  $\uparrow T \Rightarrow \uparrow V$

$$\uparrow v = \text{constante}$$



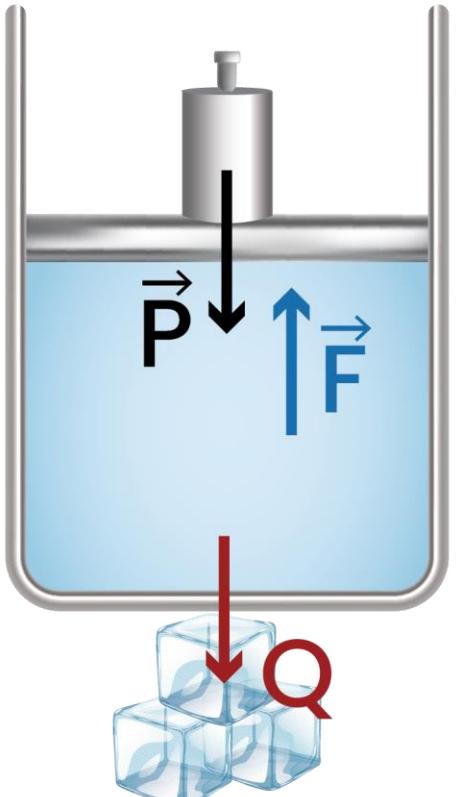
- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U > 0 \text{ (temperatura aumenta)} \\ Q > 0 \text{ (sistema recebe calor)} \\ \tau > 0 \text{ (expansão)} \end{array} \right.$

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

### Transformação isobárica

Pressão constante  $\downarrow T \Rightarrow \downarrow V$

$$\downarrow v = \text{constante}$$

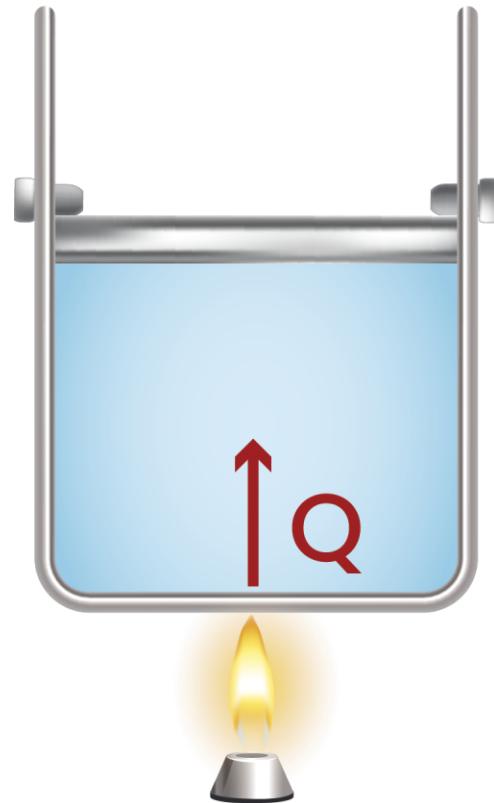


- $$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U < 0 \text{ (temperatura diminui)} \\ Q < 0 \text{ (sistema cede calor)} \\ \tau < 0 \text{ (compressão)} \end{array} \right.$$

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

## Transformação isovolumétrica

Volume constante

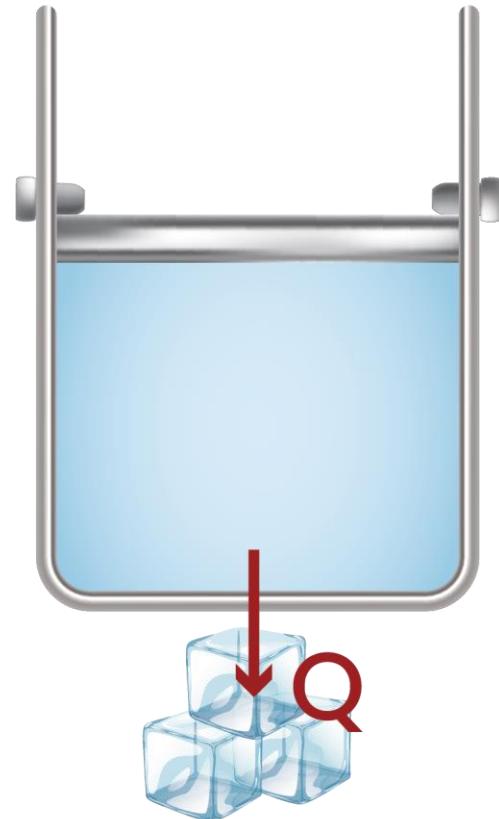


- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U > 0 \text{ (temperatura aumenta)} \\ Q > 0 \text{ (sistema recebe calor)} \\ \tau = 0 \text{ (volume constante)} \end{array} \right.$

$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow \Delta U = Q$$

## Transformação isovolumétrica

Volume constante

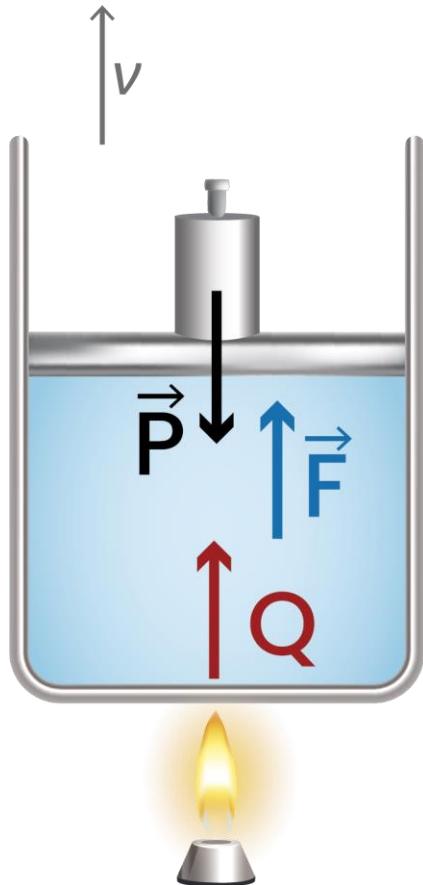


$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U < 0 \text{ (temperatura diminui)} \\ Q < 0 \text{ (sistema cede calor)} \\ \tau = 0 \text{ (volume constante)} \end{array} \right.$

$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow \Delta U = Q$$

### Transformação isotérmica

Temperatura constante



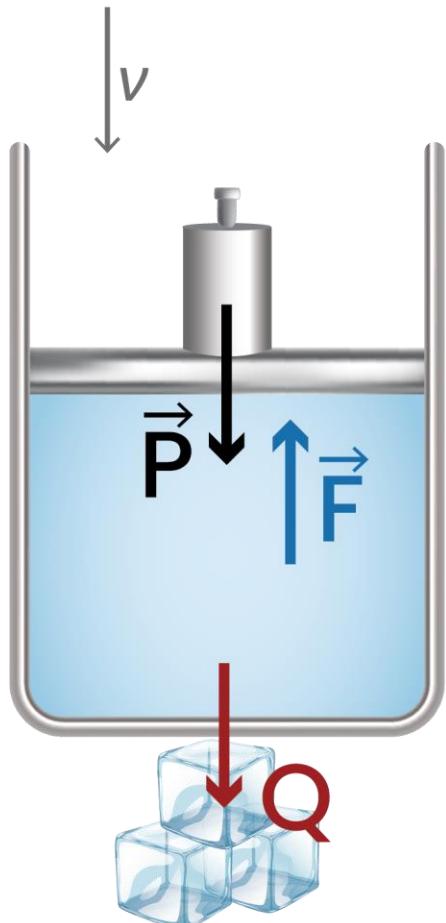
$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow Q = \tau_{gás}$$

- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U = 0 \text{ (temperatura constante)} \\ Q > 0 \text{ (sistema recebe calor)} \\ \tau > 0 \text{ (expansão)} \end{array} \right.$

**Destaque**

Toda energia que entra no sistema na forma de calor é transferida para o meio externo na forma de trabalho.

# Transformação isotérmica Temperatura constante



$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow Q = \tau_{gás}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U = 0 \text{ (temperatura constante)} \\ Q < 0 \text{ (sistema cede calor)} \\ \tau < 0 \text{ (compressão)} \end{array} \right.$$

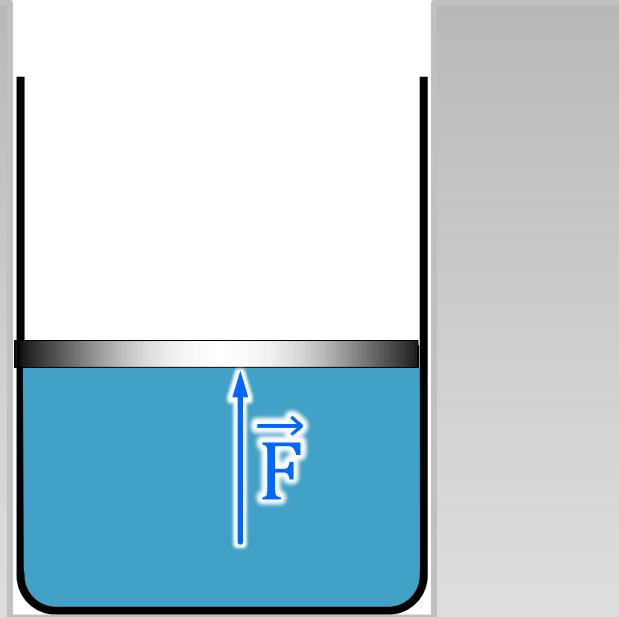
**Destaque**

Toda energia que entra no sistema na forma de trabalho é transferida para o meio externo na forma de calor.

# Transformação adiabática

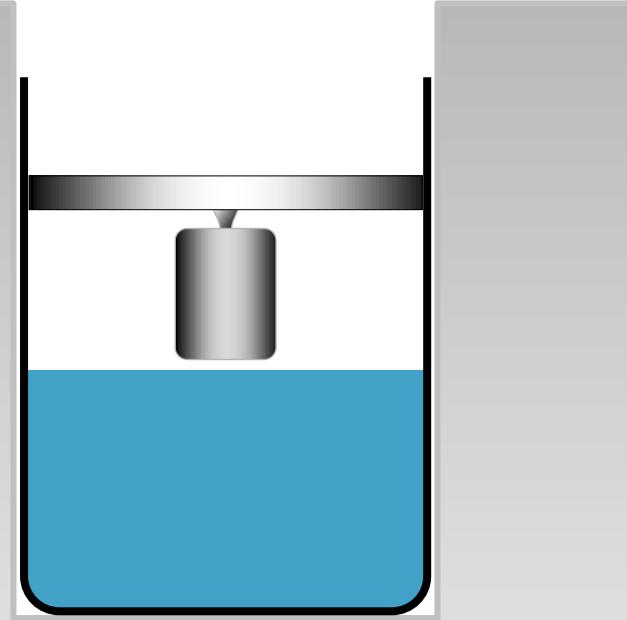
$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow \boxed{\Delta U = -\tau_{gás}}$$

- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U < 0 \text{ (temperatura diminui)} \\ Q = 0 \text{ (não troca calor com o sistema)} \\ \tau > 0 \text{ (expansão)} \end{array} \right.$



**Isolante térmico**

### Transformação adiabática



$$\Delta U = Q - \tau_{gás} \Rightarrow \boxed{\Delta U = -\tau_{gás}}$$

- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U > 0 \text{ (temperatura aumenta)} \\ Q = 0 \text{ (não troca calor com o sistema)} \\ \tau < 0 \text{ (compressão)} \end{array} \right.$



## Enchendo o pneu da bicicleta

Você está enchendo o pneu de uma bicicleta e, durante o processo, o ar é comprimido rapidamente para dentro do pneu. Como o processo é rápido, não há tempo para trocas significativas de calor entre o ar e o ambiente, caracterizando um processo **adiabático**. Ao final, você percebe que o pneu aqueceu devido à compressão do ar.

- Por que a temperatura do ar dentro do pneu aumenta durante o processo de compressão adiabática?
- Como esse aumento da temperatura influencia a energia interna?



## Referências

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

ESCOLA PREPARATÓRIA DE CADETES DO EXÉRCITO (ESPCEX). **Concurso de Admissão**, 2011. Prova de Física/Química, Modelo G. Disponível em: <https://espceixeb.mil.br/index.php/provas-anteriores>. Acesso em: 13 nov. 2024.

KUADRO. **Questão UNESP – 2008 | Física | Termologia | Respondida e comentada**. Disponível em: <https://www.kuadro.com.br/gabarito/unesp/2008/fisica/um-recipiente-contendo-um-certo-g-s-tem-seu-volume/36549>. Acesso em: 12 nov. 2024.

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

MARCELOPERES. **1ª Lei da Termodinâmica**. Scratch, 2021. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/155696794>. Acesso em: 13 nov. 2024.

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

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Curriculum 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%A9dico\\_ISBN.pdf](https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/CURR%C3%8DCULO-PAULISTA-etapa-Ensino-M%C3%A9dico_ISBN.pdf). Acesso em: 12 nov. 2024.

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI (URCA). **Processo Seletivo Unificado**, 2017. 1ª Prova: Física, Matemática, Química e História. Disponível em: <https://vestibular.brasilescola.uol.com.br/downloads/universidade-regional-cariri.htm>. Acesso em: 13 nov. 2024.

YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F. **Física para o Ensino Médio**, v. 2: termologia, óptica, ondulatória. 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.**

**(URCA 2017)** De acordo com a primeira lei da termodinâmica se, durante um processo isotérmico sofrido por um gás ideal de massa fixa, o gás libera uma quantidade de calor cujo módulo é de 50 cal, então a variação de energia interna e o trabalho realizado pelo gás neste processo são, respectivamente:

- A 0 cal e 50 cal.
- B 50 cal e 0 cal.
- C 0 cal e 0 cal.
- D 50 cal e -50 cal.
- E 0 cal e -50 cal.

### Correção:

- A 0 cal e 50 cal. ✗
- B 50 cal e 0 cal. ✗
- C 0 cal e 0 cal. ✗
- D 50 cal e -50 cal. ✗
- E 0 cal e -50 cal. ✓

Dado que o processo é isotérmico, temos que  $\Delta T = 0$ , e como

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

Temos que:

$$\Delta U = 0$$

Ou seja, não há variação de energia interna.

Pela 1<sup>a</sup> lei da termodinâmica:

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

$$0 = -50 - \tau$$

Logo,

$$\tau = -50 \text{ cal}$$

**(ESPCEX, 2011)** Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de  $4 \cdot 10^3$  N/m<sup>2</sup> e o seu volume diminui 0,2 m<sup>3</sup>. Durante o processo, o gás perde  $1,8 \cdot 10^3$  J de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

- A  $1,8 \cdot 10^3$  J
- B  $1,0 \cdot 10^3$  J
- C  $-8,0 \cdot 10^3$  J
- D  $-1,0 \cdot 10^3$  J
- E  $-1,8 \cdot 10^3$  J

### Correção:

- A 1,8 · 10<sup>3</sup> J ✗
- B 1,0 · 10<sup>3</sup> J ✗
- C -8,0 · 10<sup>3</sup> J ✗
- D -1,0 · 10<sup>3</sup> J ✓
- E -1,8 · 10<sup>3</sup> J ✗

Para processos isobáricos (pressão constante) já vimos que o trabalho ( $\tau$ ) pode ser calculado por:

$$\tau = P \cdot \Delta V$$

Então,

$$\tau = 4 \cdot 10^3 \cdot (-0,2) = -800 \text{ J}$$

Pela 1<sup>a</sup> lei da termodinâmica, a variação da energia interna é dada por:

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

O exercício nos fornece que o gás perdeu  $1,8 \cdot 10^3 = 1800 \text{ J}$  de calor, logo:

$$\Delta U = -1800 - (-800) = -1000 = -1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

