

3ª
série

Física

**MATERIAL
DIGITAL**

1ª lei da termodinâmica

**2º bimestre
Aula 8**

**Ensino
Médio**

Secretaria da
Educação



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Conteúdos

- Termodinâmica.

Objetivos

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

Sinais das grandezas termodinâmicas

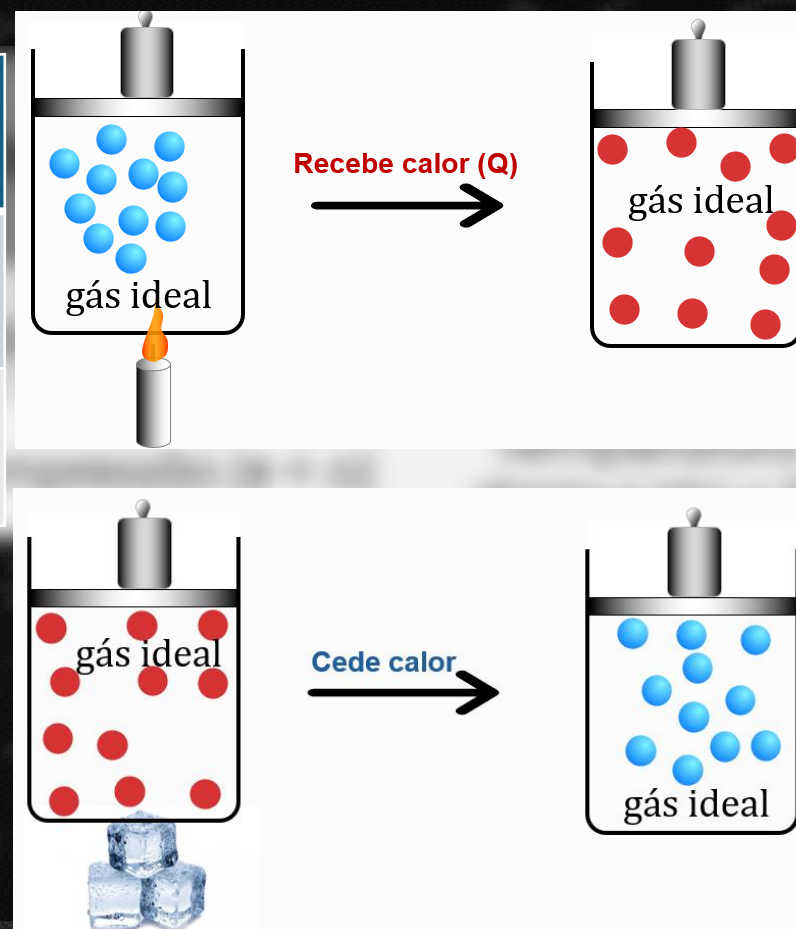
	Calor (Q)	Trabalho (τ)	Variação da Energia Interna (ΔU)
Sinais das grandezas termodinâmicas	Sistema recebe calor ($Q > 0$)	Expansão ($\tau > 0$)	Temperatura aumenta ($\Delta U > 0$)
	Sistema cede calor ($Q < 0$)	Compressão ($\tau < 0$)	Temperatura diminui ($\Delta U < 0$)

Sinais das grandezas termodinâmicas

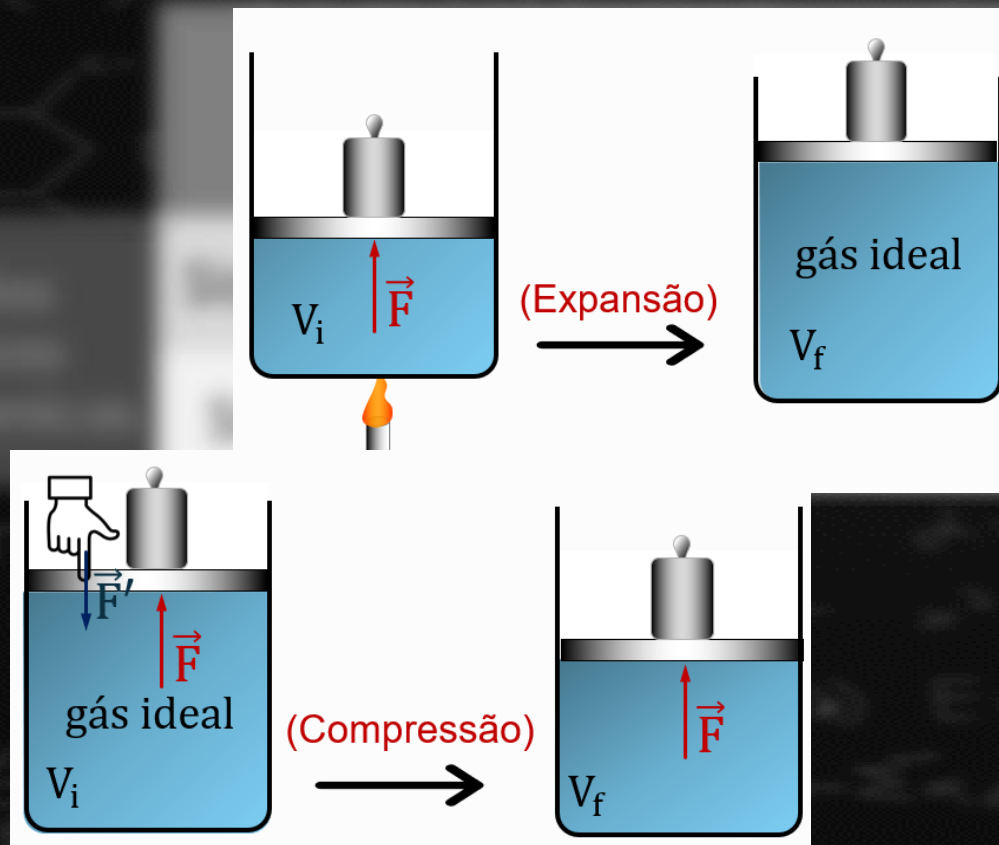
Calor (Q)

Sistema recebe calor ($Q > 0$)

Sistema cede calor ($Q < 0$)



Sinais das grandezas termodinâmicas

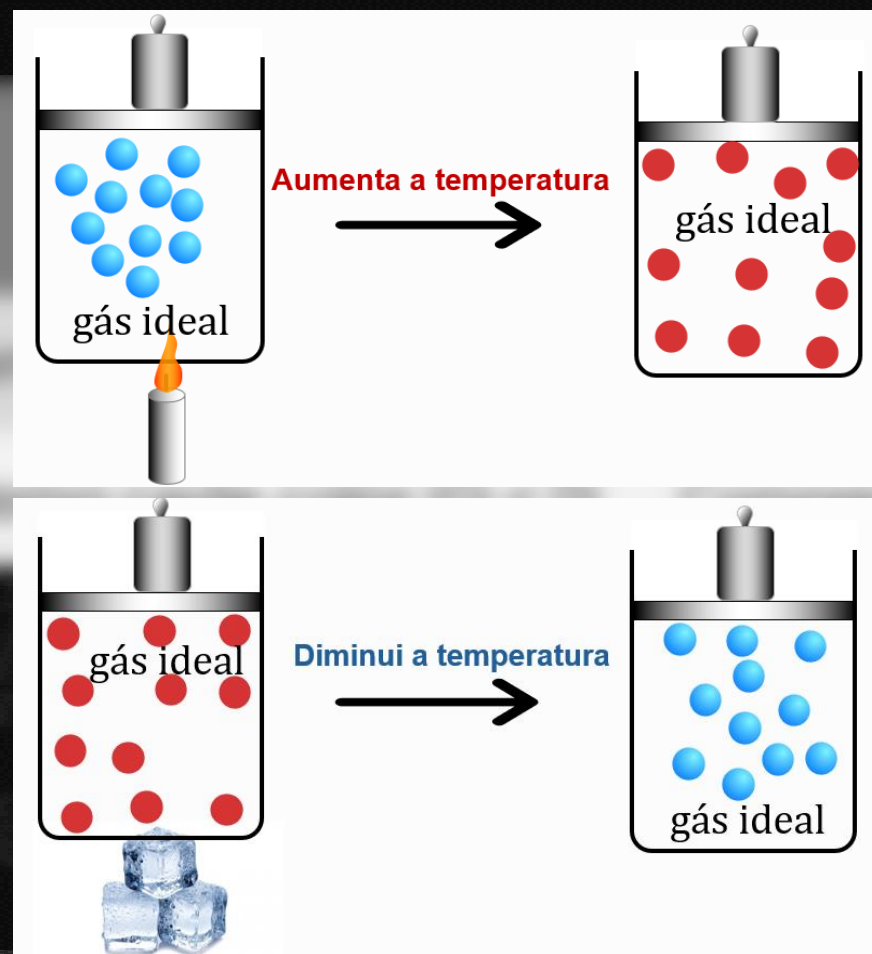


Trabalho (τ)

Expansão ($\tau > 0$)

Compressão ($\tau < 0$)

Sinais das grandezas termodinâmicas



**Variação de energia interna
(ΔU)**

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 (ΔU) entre dois estados quaisquer pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor (Q) e o trabalho (τ) 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)

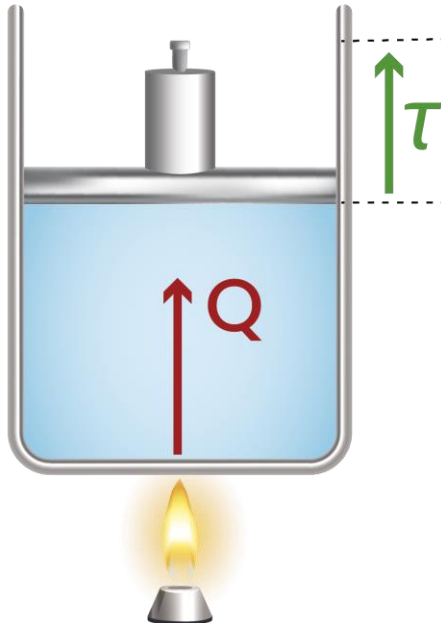
Matematicamente, essa lei pode ser escrita assim:

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

Calor trocado com meio externo

Variação da energia interna do gás

Trabalho realizado pelo gás ou sobre ele

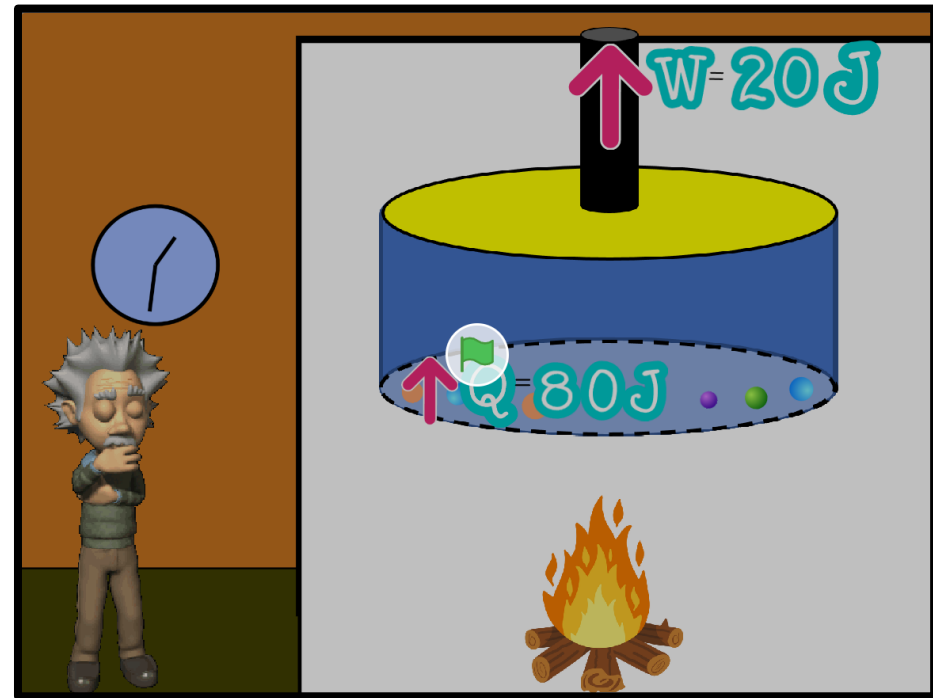


Produzido pela SEDUC-SP.

Simulação interativa

Agora que conhecemos a 1ª 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

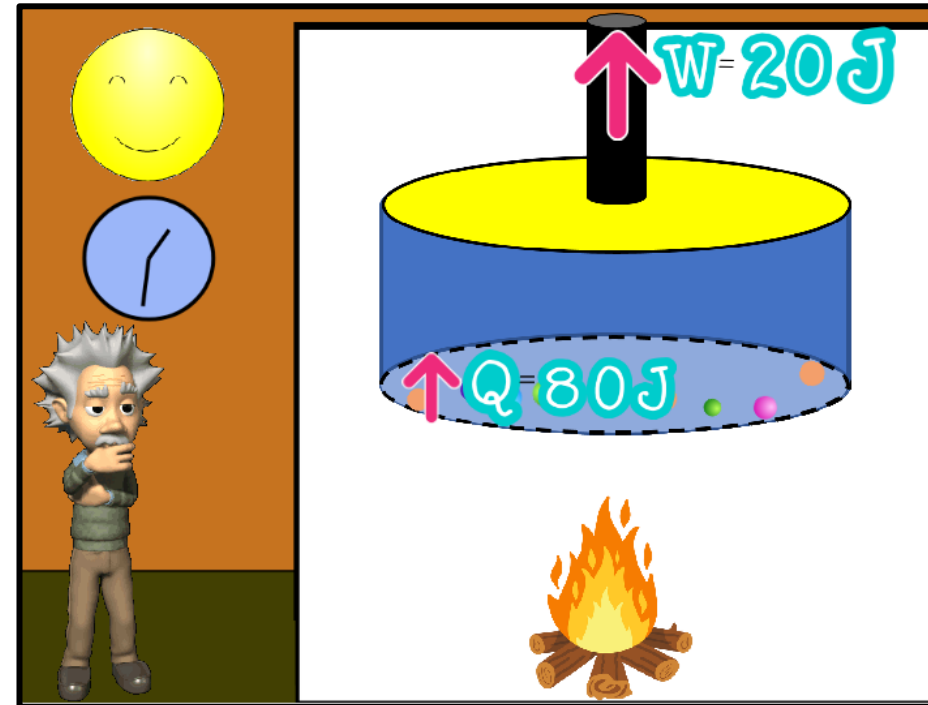


TODO MUNDO ESCRIVE

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

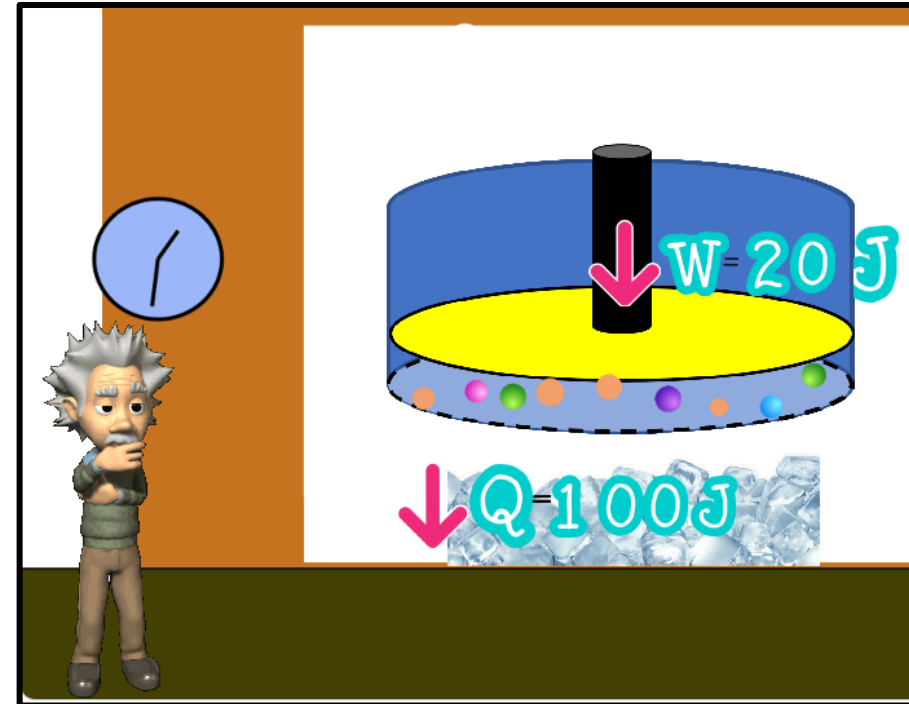
TODO MUNDO ESCRIVE



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

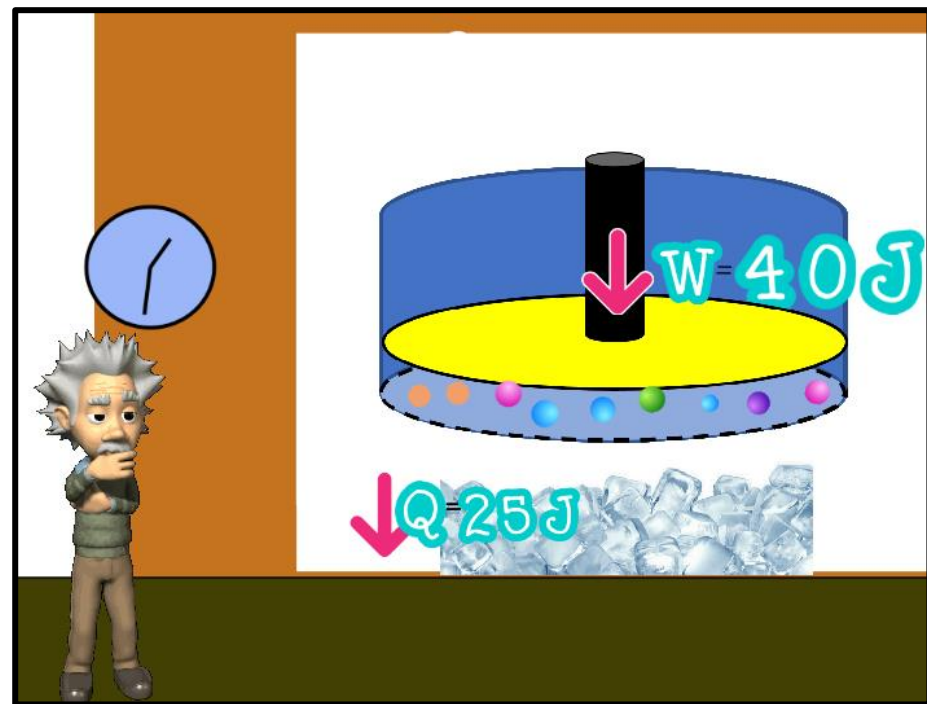
TODO MUNDO ESCRIVE



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

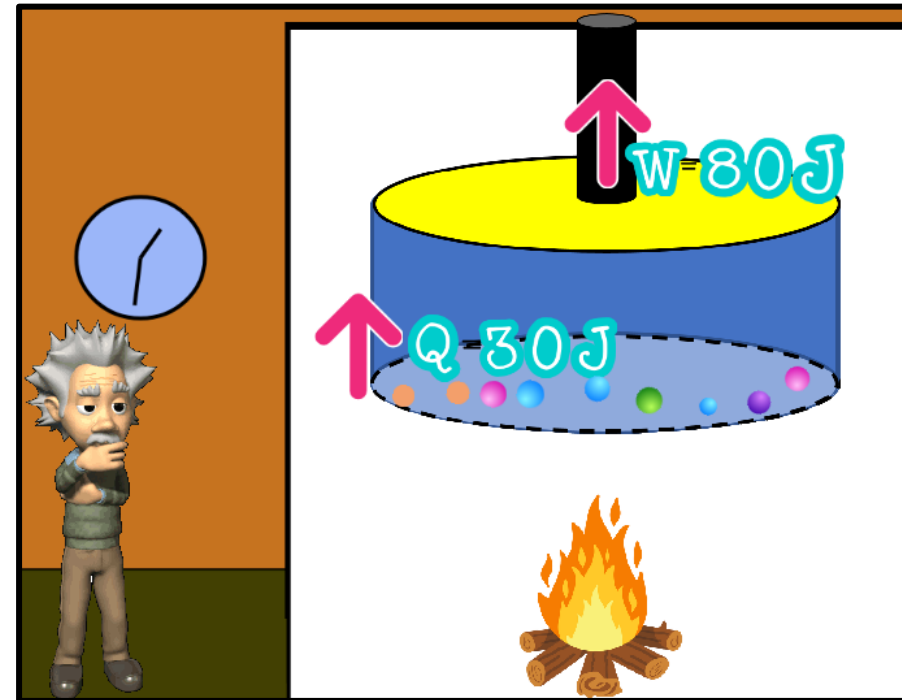
TODO MUNDO ESCRIVE



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.



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

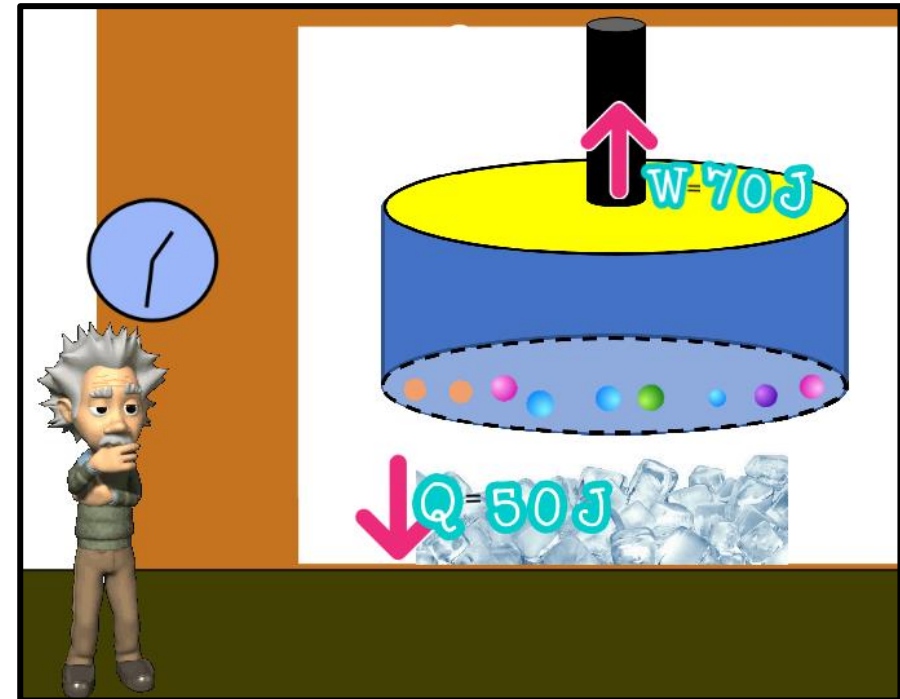
TODO MUNDO ESCRIVE



Atividade 5



Veja no livro!



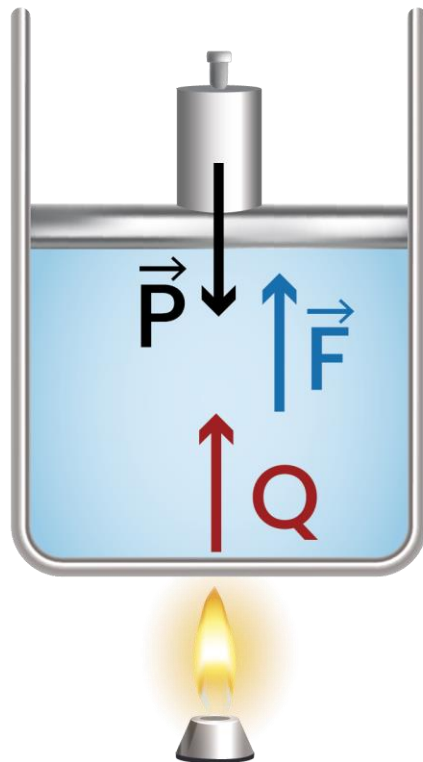
Captura de tela obtida a partir do jogo virtual

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

Transformação isobárica

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

$\uparrow v = \text{constante}$



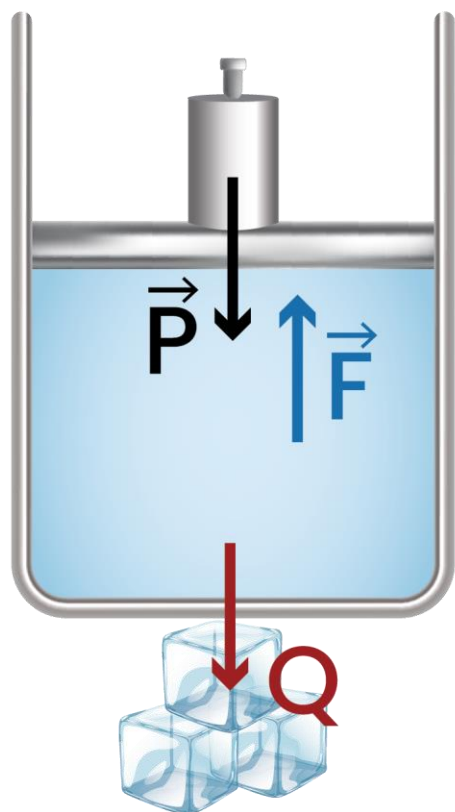
$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U > 0 \text{ (temperatura aumenta)} \\ Q > 0 \text{ (sistema recebe calor)} \\ \tau > 0 \text{ (expansão)} \end{array} \right.$$

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

Transformação isobárica

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

$\downarrow v = \text{constante}$

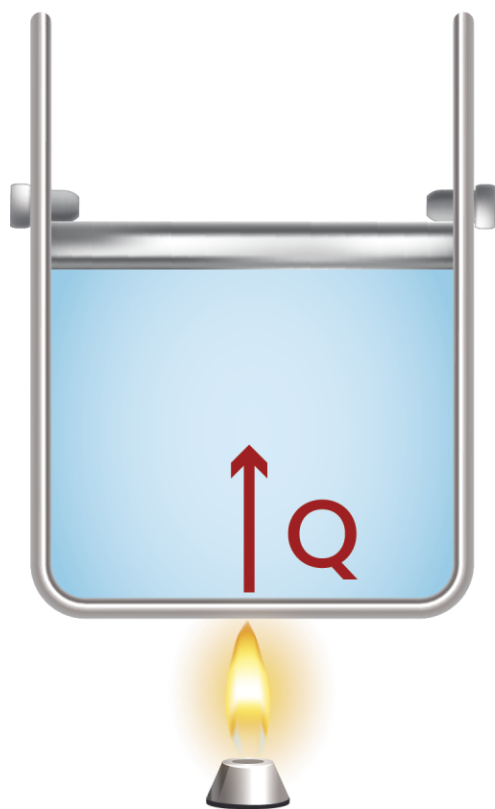


$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U < 0 \text{ (temperatura diminui)} \\ Q < 0 \text{ (sistema cede calor)} \\ \tau < 0 \text{ (compressão)} \end{array} \right.$$

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

Transformação isovolumétrica

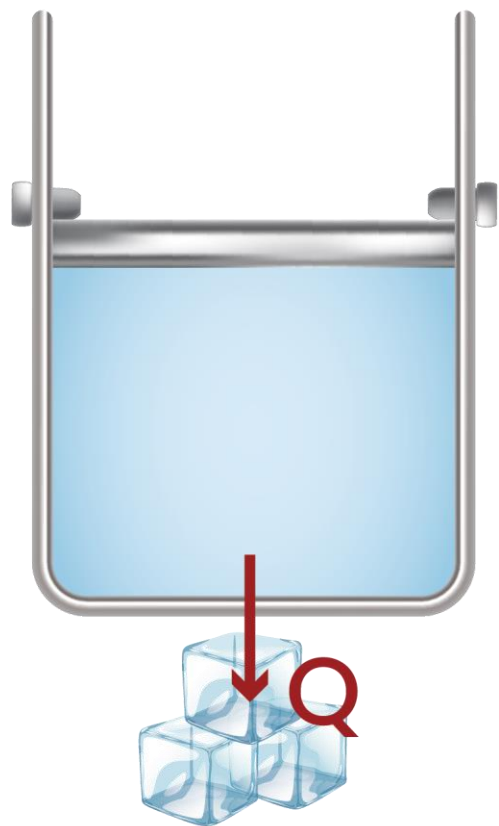
Volume constante



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

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

Transformação isovolumétrica Volume constante

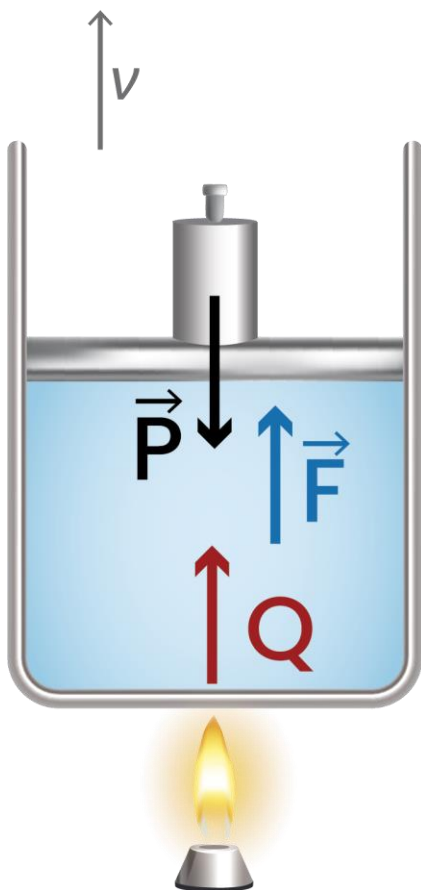


$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U < 0 \text{ (temperatura diminui)} \\ Q < 0 \text{ (sistema cede calor)} \\ \tau = 0 \text{ (volume constante)} \end{array} \right.$$

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

Transformação isotérmica

Temperatura constante



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

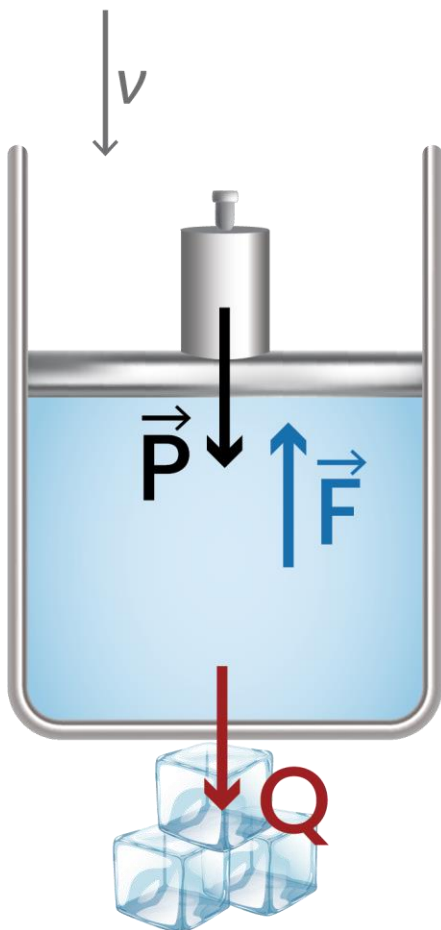
$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U = 0 \text{ (temperatura constante)} \\ Q > 0 \text{ (sistema recebe calor)} \\ \tau > 0 \text{ (expansão)} \end{array} \right.$$

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



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

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

Transformação adiabática



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

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



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://espcecx.eb.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. **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. 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.brasilecola.uol.com.br/downloads/universidade-regional-cariri.htm>. Acesso em: 13 nov. 2024.

YAMAMOTO, K.; FUKU, 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 1ª 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 $4 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ e o seu volume diminui $0,2 \text{ m}^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

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

Correção:

A $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ ✗

B $1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$ ✗

C $-8,0 \cdot 10^3 \text{ J}$ ✗

D $-1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$ ✓

E $-1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ ✗

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

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

Então,

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

Pela 1ª 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:

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

