

Introdução a Termodinâmica

Ementa

Nº 31

Nome da disciplina: **FÍSICA**

Carga horária: 48h

Período: 1º

Pré-requisito: -

EMENTA

Visão geral dos princípios físicos comumente aplicados nas ciências Biológicas. Conceitos de escala em biologia. Vetores. Cinemática e dinâmica. Trabalho e energia. Conservação de energia. Noções básicas de termodinâmica. Ondas. Ótica e Eletricidade.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. 1. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 387 p. ISBN 8573780819.
2. HENEINE, I. F. **Biofísica básica**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2008. 391 p.
3. OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1986. 490 p.

Equilíbrio Térmico

- Temperatura: sensação de quente e frio
- Dois corpos, um quente e outro frio, em contato: há interação térmica entre ambos.
- O que é interação térmica?
- É a troca de calor entre ambos.

Equilíbrio Térmico

- E quando os corpos estão quentes ou frios na mesma quantidade?
- Não há troca de calor entre eles!
- Esse é o estado de equilíbrio térmico: sem troca de calor.

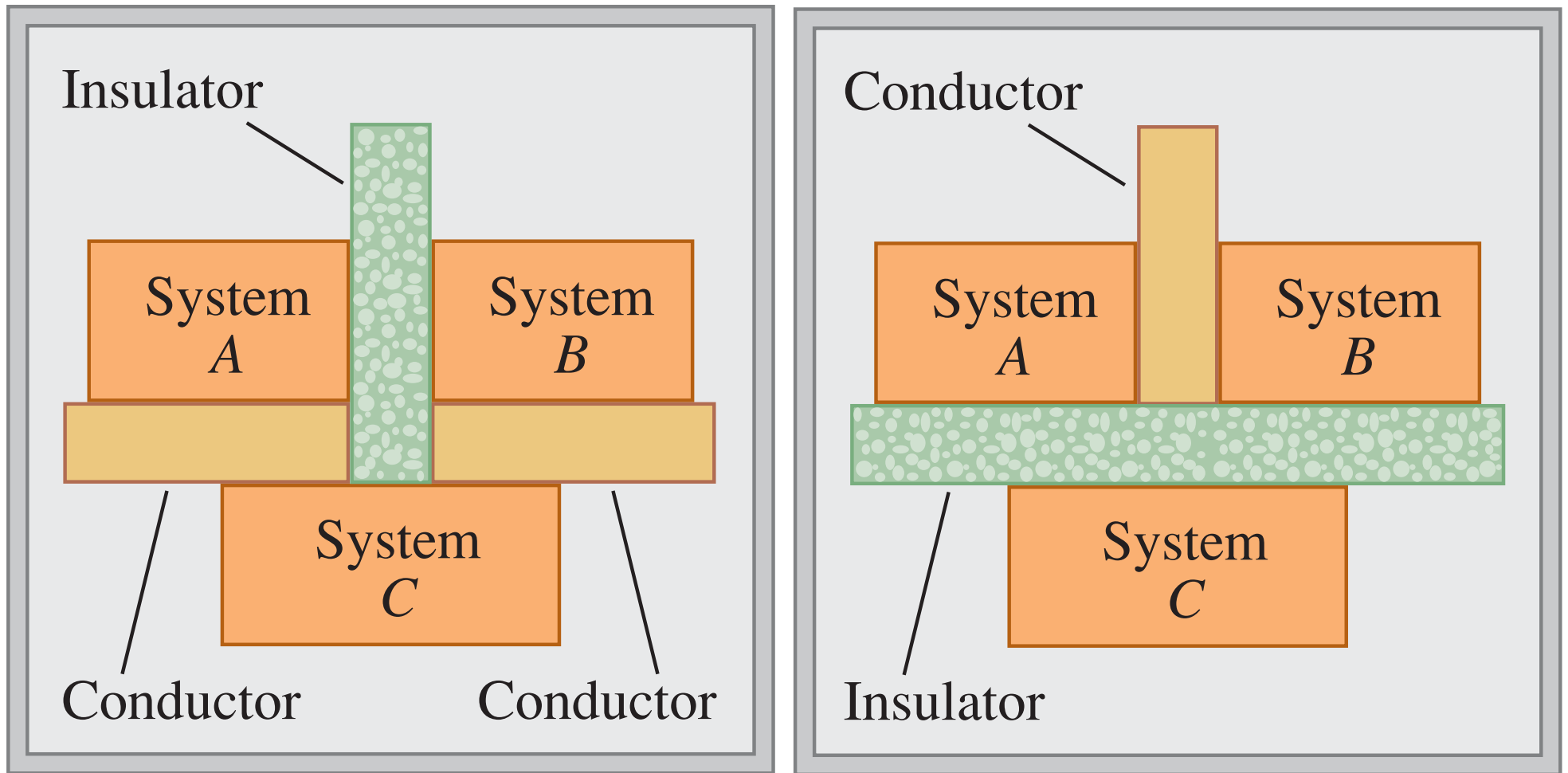
Lei Zero

- Sejam 3 corpos: A, B e C
- Seja A em equilíbrio térmico com C
- Seja B também em equilíbrio com C
- Logo, A e B estão em equilíbrio térmico

Lei Zero

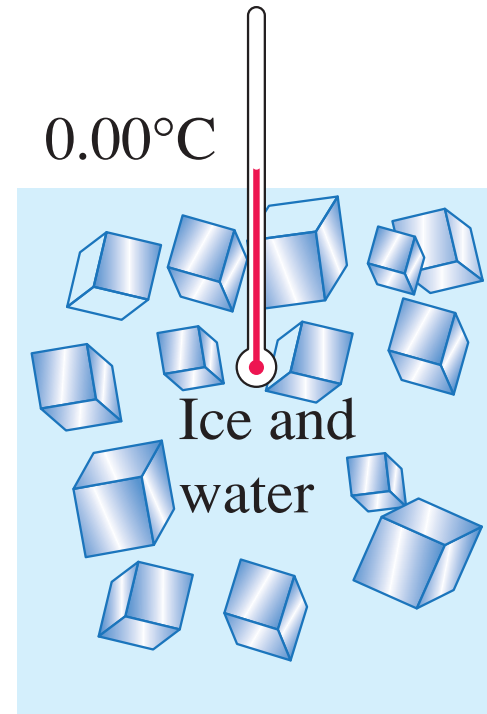
- Esta Lei foi formulada após a primeira e segunda.
- Mas como ela é mais fundamental que as outras, recebeu a ordem zero.
- Dois sistemas estão em equilíbrio térmico quando eles tem a mesma temperatura.

Lei Zero



Escalas de Temperatura

- Sensor de temperatura: volume de um líquido dentro de um tubo, resistência, volume de um gás, etc...
- Definição arbitrária dos valores.
- Escala Celsius: 0°C para o ponto de fusão e 100°C para o ponto de ebulição da água.



Escala Kelvin

- Toda escala depende do sensor!
- Como então encontrar uma escala que não dependa do sensor? Uma escala absoluta?
- Por exemplo, usar o volume de um gás, mas obter resultados independentes do gás escolhido.

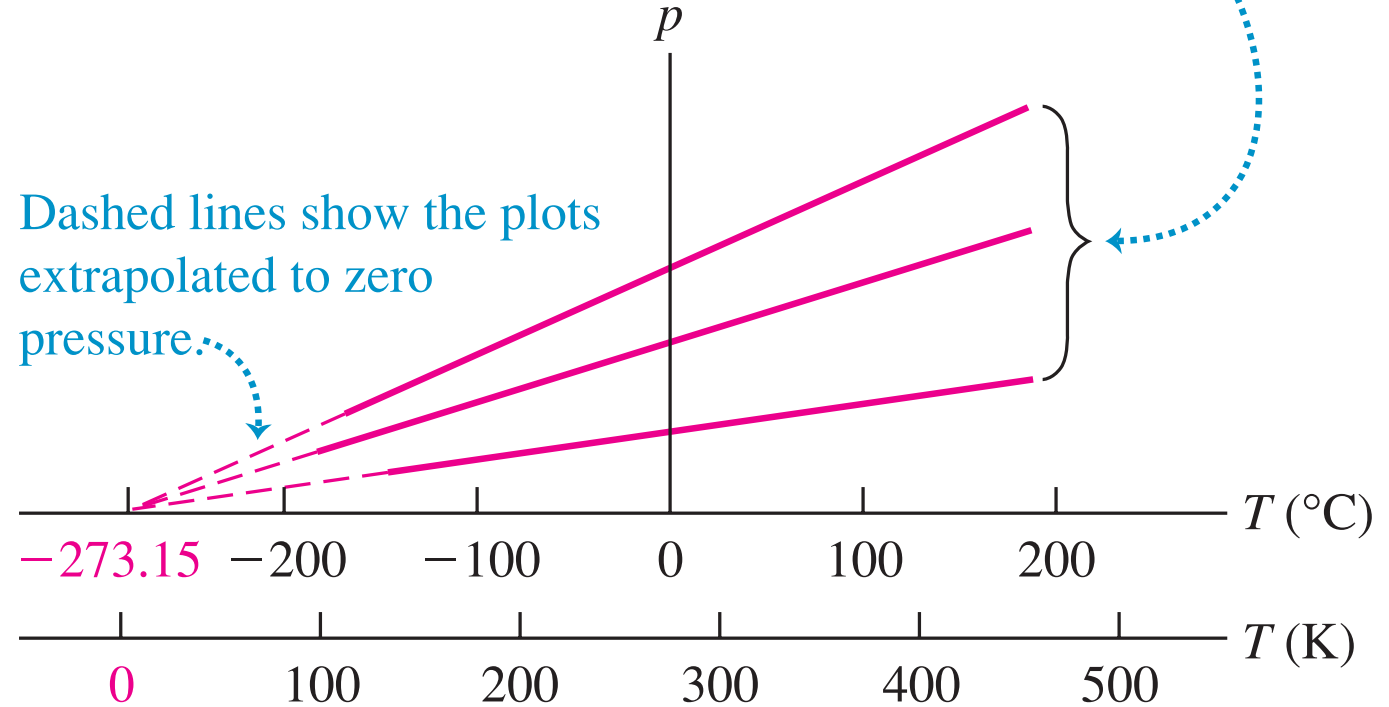
Escala Kelvin

- Mede-se o volume do gás em 0°C e em 100°C .
- Obtém-se uma reta no gráfico volume vs temperatura. Extrapolamos para volume = 0 e obtemos uma temperatura mínima T_0 .
- Faz isso para vários gases e calculamos T_0 para cada um.
- Obtém-se $T_0 = -273,15^{\circ}\text{C}$, que é então definido como 0 K.

Escala Kelvin



Plots of pressure as a function of temperature for gas thermometers containing different types and quantities of gas



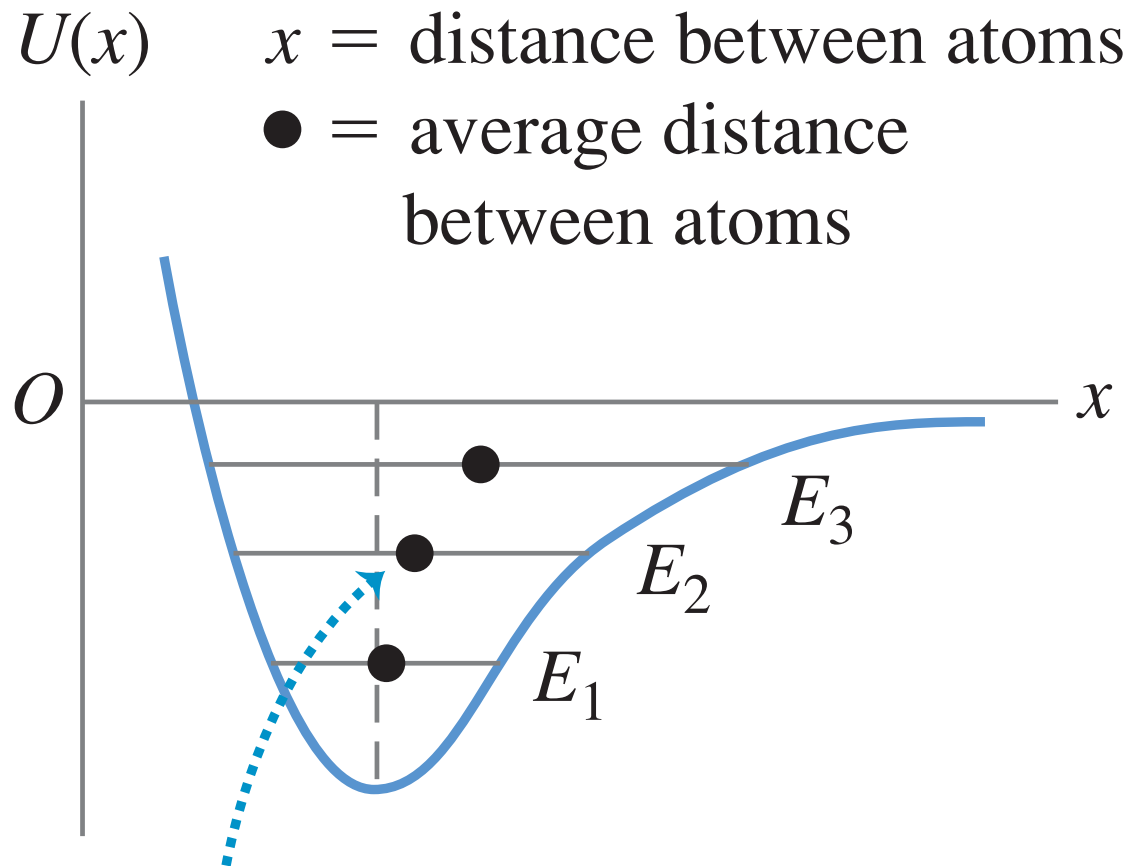
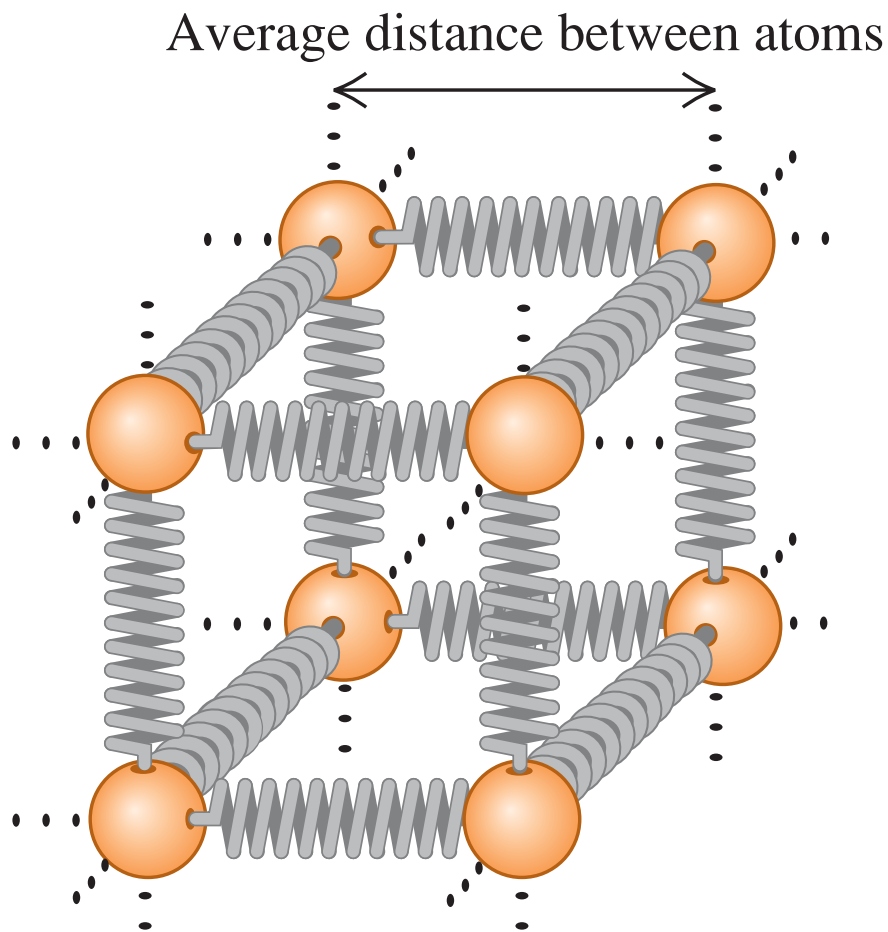
Dashed lines show the plots extrapolated to zero pressure:

The extrapolated plots all reach zero pressure at the same temperature: -273.15°C .

Escalas de Temperatura

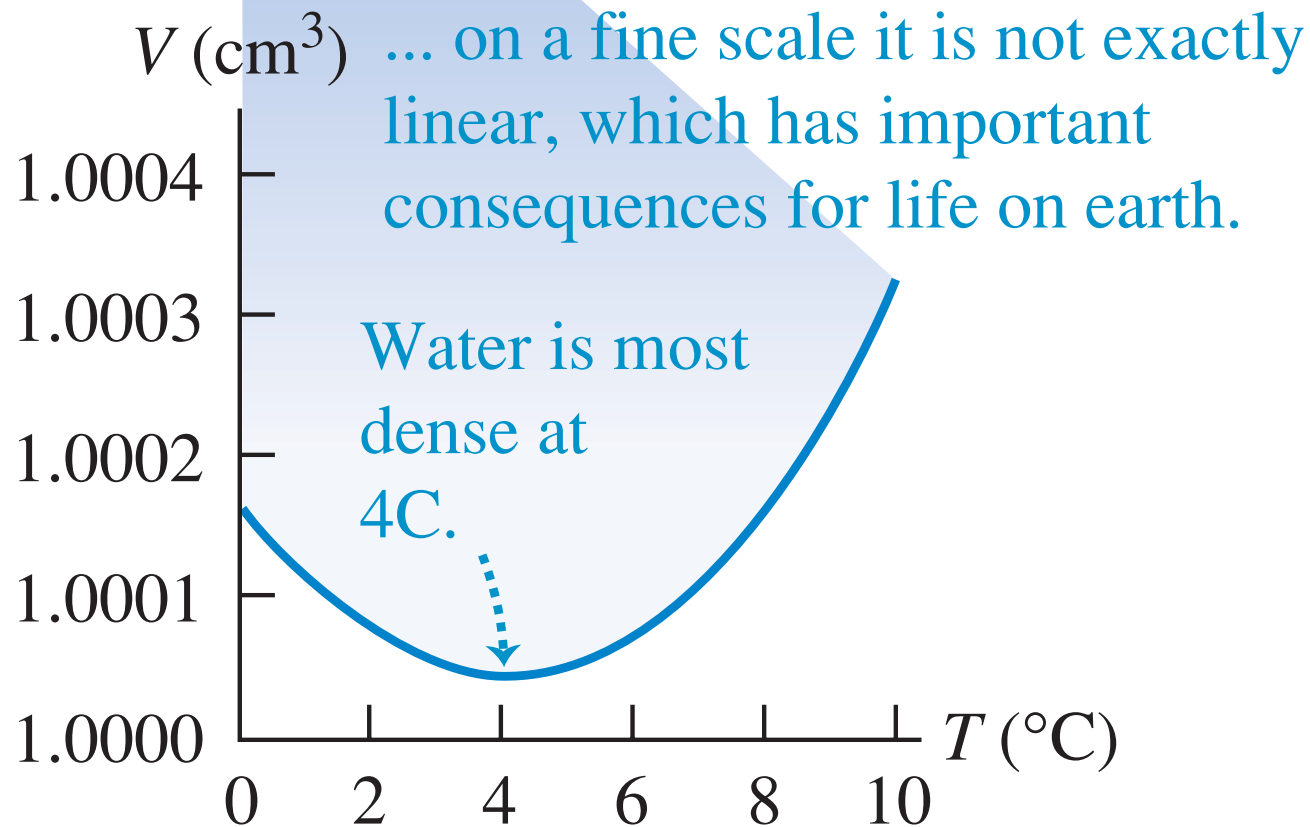
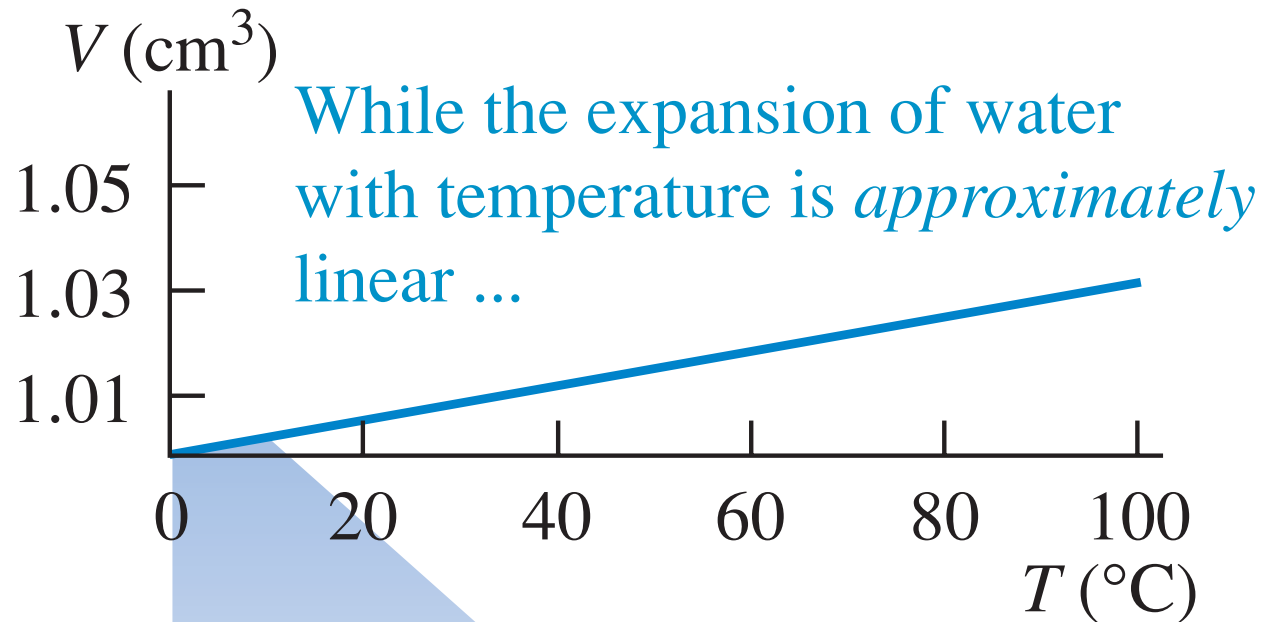
| | K | C | F |
|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Water boils | 373 | 100° | 212° |
| | ↑ 100 K ↓ | ↑ 100 C° ↓ | ↑ 180 F° ↓ |
| Water freezes | 273 | 0° | 32° |
| CO ₂ solidifies | 195 | -78° | -109° |
| Oxygen liquefies | 90 | -183° | -298° |
| Absolute zero | 0 | -273° | -460° |

Temperatura e Energia Cinética Média



Volume da água vs temperatura

- Água aumenta de volume com a temperatura.
- Comportamento comum.
- Porém, perto do ponto de seu ponto de fusão, ela aumenta o volume com a diminuição da temperatura.
- Isso é essencial para manutenção de vida aquática! Por que?

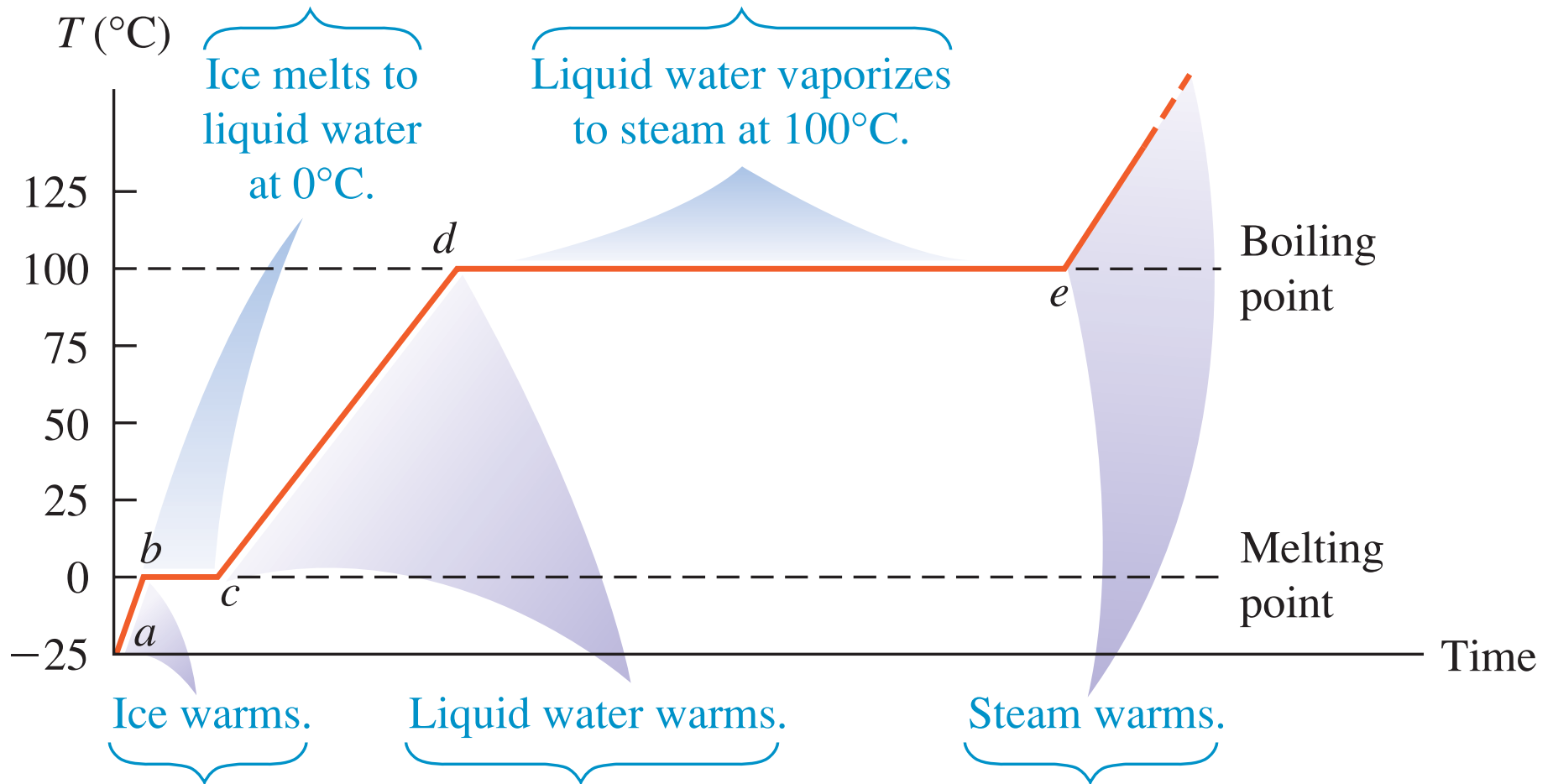


Volume da água vs temperatura

- Nos países frios, quando a T abaixa de 0°C , a água se expande e o gelo fica com maior volume que a água, e menos denso.
- Assim, o gelo formado flutua sobre a água, formando uma camada isolante impedindo que as águas abaixo também congele.
- Assim, os peixes podem sobreviver sem problemas!

Temperatura e fasi

Phase of water changes. During these periods, temperature stays constant and the phase change proceeds as heat is added: $Q = +mL$.



Temperature of water changes. During these periods, temperature rises as heat is added: $Q = mc \Delta T$.

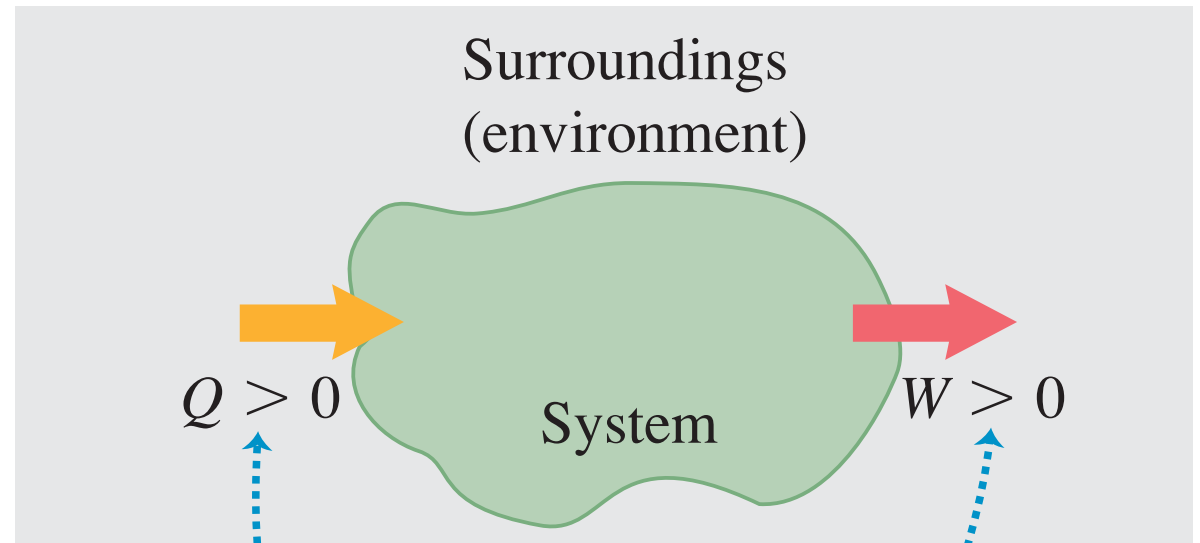
Primeira Lei

- É a aplicação da Lei da Conservação da Energia.
- Seja um corpo qualquer, que tem energia interna U .
- Formas desse corpo trocar energia com o meio: trocas de calor e/ou trabalho.
- Q = calor recebido.
- W = trabalho efetuado pelo corpo.

Primeira Lei

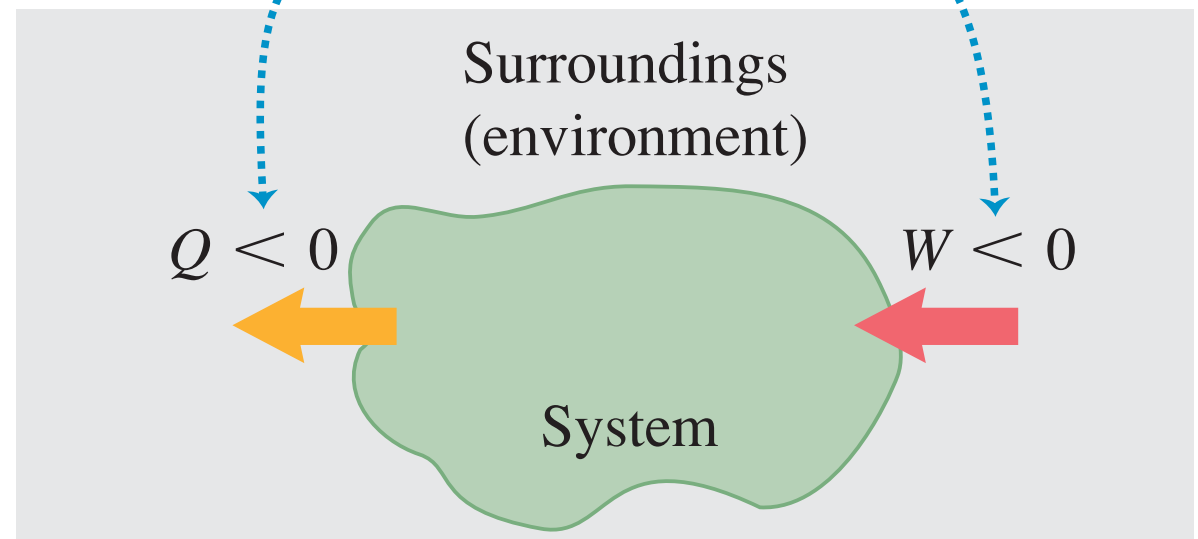
- A energia interna U é o reservatório de energia do corpo.
- Matéria em geral: $U = K$ = energia cinética média das moléculas.
- Seres vivos: U = energia química armazenada nas diversas moléculas do corpo (ATP, glicose, gordura, proteína, etc...)

- Primeira Lei da Termodinâmica
- $\Delta U = Q - W$



Heat is positive when it *enters* the system, negative when it *leaves* the system.

Work is positive when it is done *by* the system, negative when it is done *on* the system.



Primeira Lei

- Quando você faz exercícios, seu corpo exerce trabalho sobre algum objeto externo: $W > 0$ (energia que seu corpo perdeu).
- Além disso, calor é produzido também: $Q < 0$ (energia que seu corpo também perdeu!)
- Eficiência de conversão de energia química em trabalho não é 100%, sempre é produzido calor também.

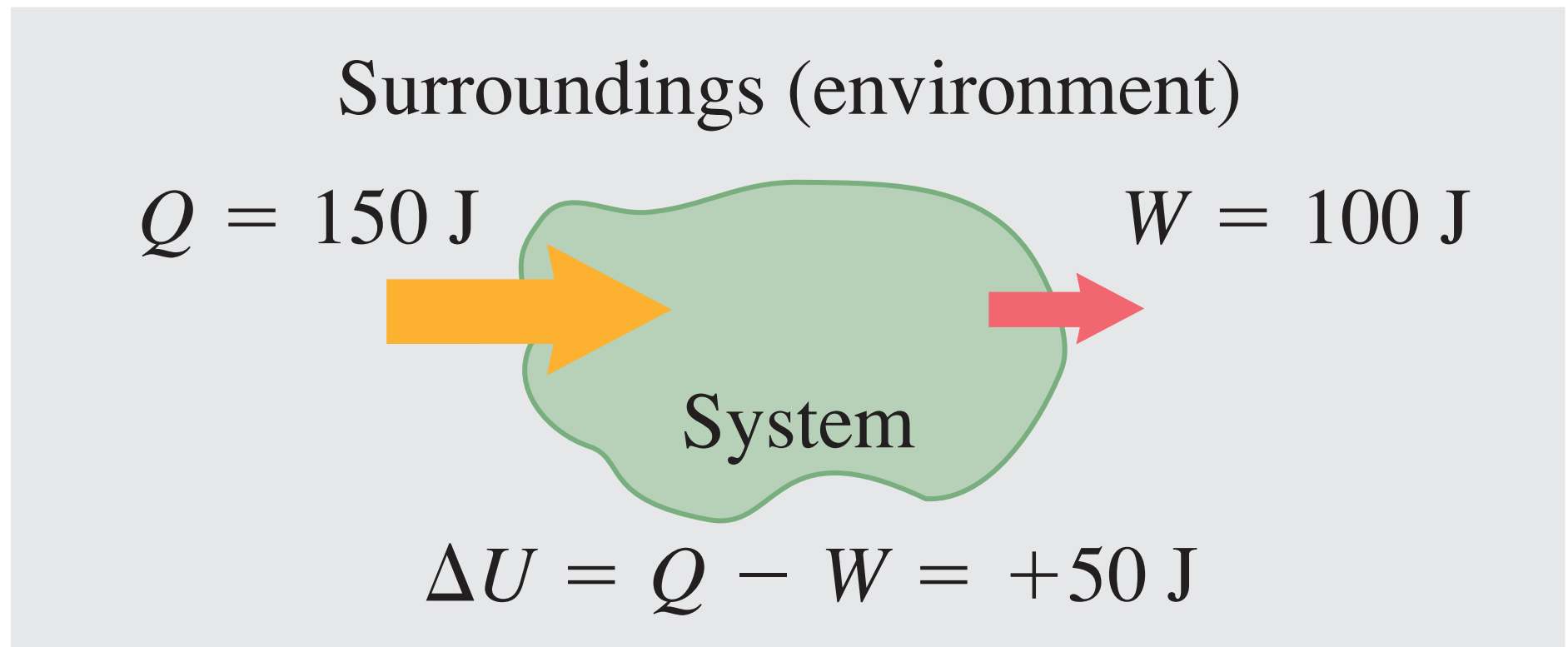
Primeira Lei

- Se o corpo perdeu energia na forma de trabalho e na forma de calor, a energia interna diminuiu!!
- De fato, da primeira lei:
 $\Delta U < 0$!
- E assim emagrecemos!



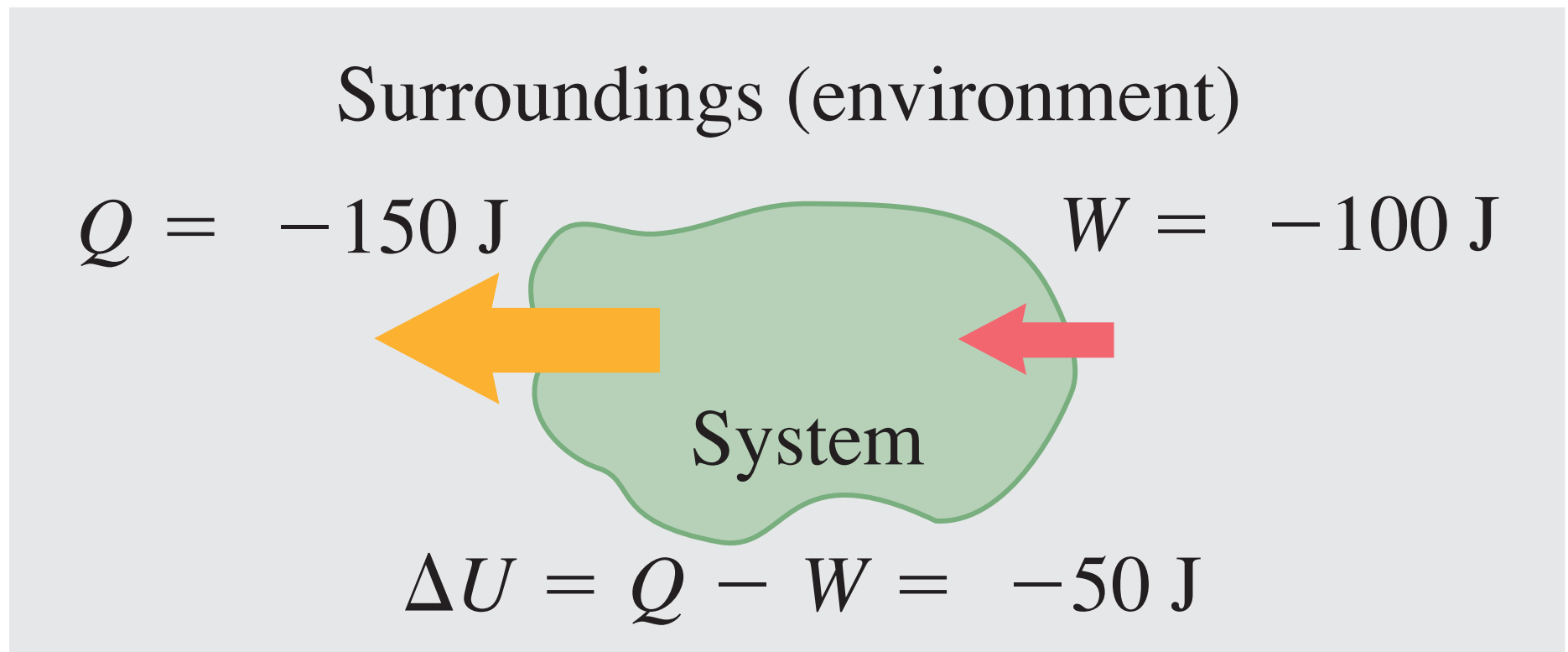
Primeira Lei: $\Delta U > 0$

(a) More heat is added to system than system does work: Internal energy of system increases.



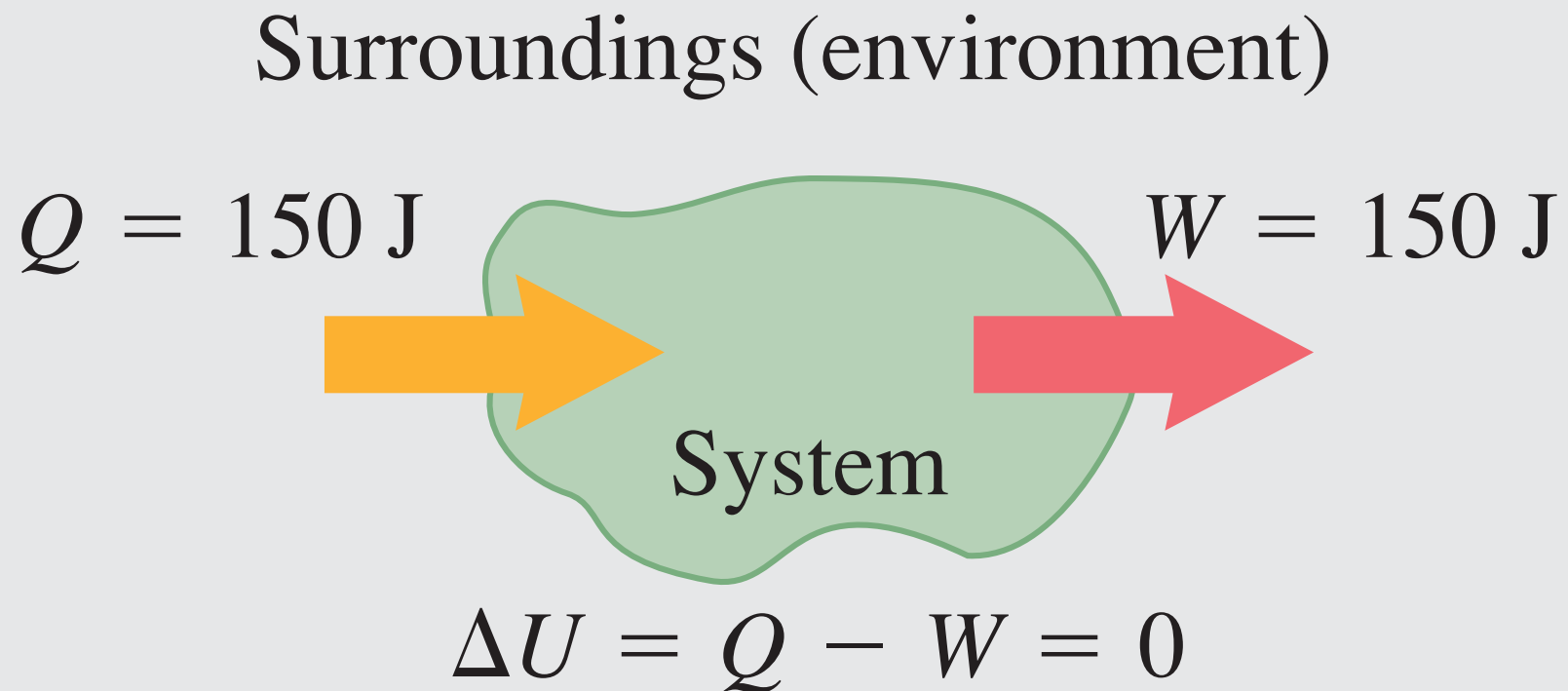
Primeira Lei: $\Delta U < 0$

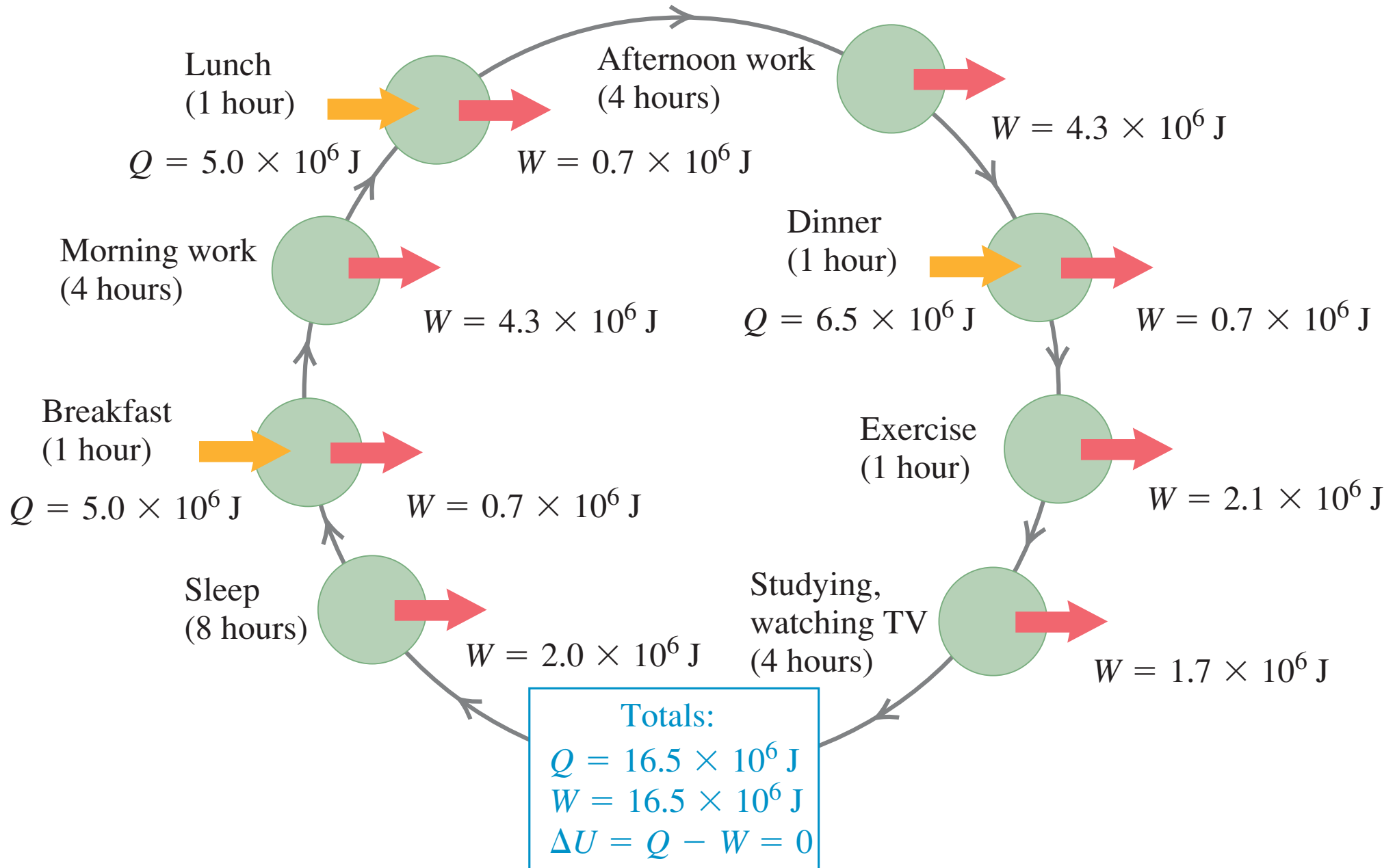
(b) More heat flows out of system than work is done: Internal energy of system decreases.



Primeira Lei: $\Delta U = 0$

(c) Heat added to system equals work done by system: Internal energy of system unchanged.





**Pausa para um novo
tópico...**

Segunda Lei da Termodinâmica

- Existe uma direcionalidade da evolução temporal para os seres vivos.
- Ciclo natural: os seres vivos nascem, crescem, reproduzem, envelhecem e morrem.
- Porém, há também uma direcionalidade para eventos relacionados com a matéria inanimada.

Por que?

- Por que o calor sempre vai do corpo mais quente para o mais frio?
- Por que não conseguimos transformar completamente o calor em trabalho?
- Por que ao colocar um soluto em um solvente, o soluto se difunde?
- De maneira geral, processos naturais são irreversíveis.

Por que?



Por que?

- Por que existem processos irreversíveis?
- Note que a Primeira Lei da Termodinâmica apenas diz se um processo é possível ou não.
- Se a energia inicial é igual a final, o evento pode ocorrer.
- Mas da observação, apenas alguns eventos permitidos pela Lei I ocorrem.

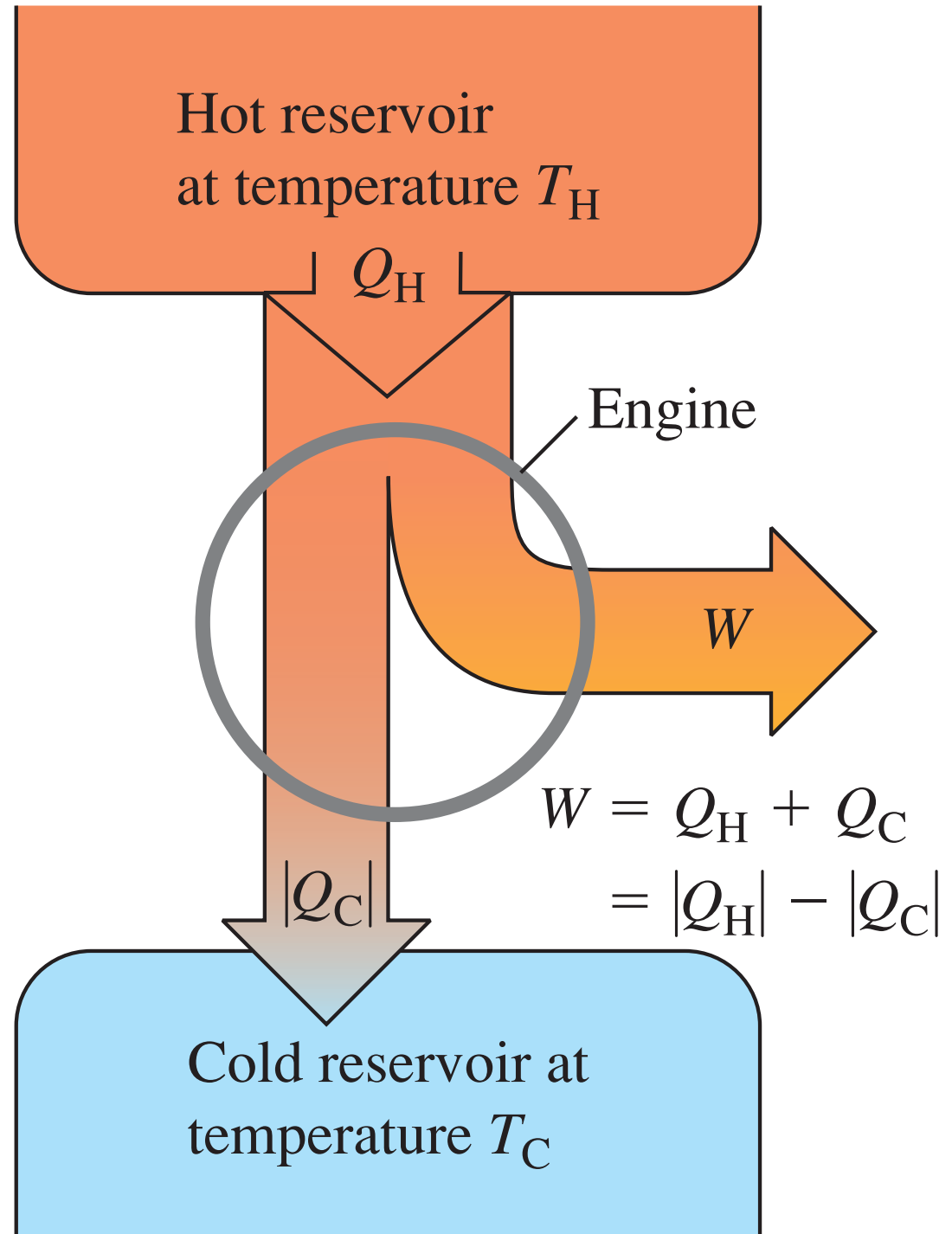
Segunda Lei da Termodinâmica

- Trata da evolução temporal dos processos.
- Define quais processos são reversíveis e quais são irreversíveis.
- Define a chama seta do tempo: em que sentido os processos ocorrem.
- Há várias formulações!!

Motores

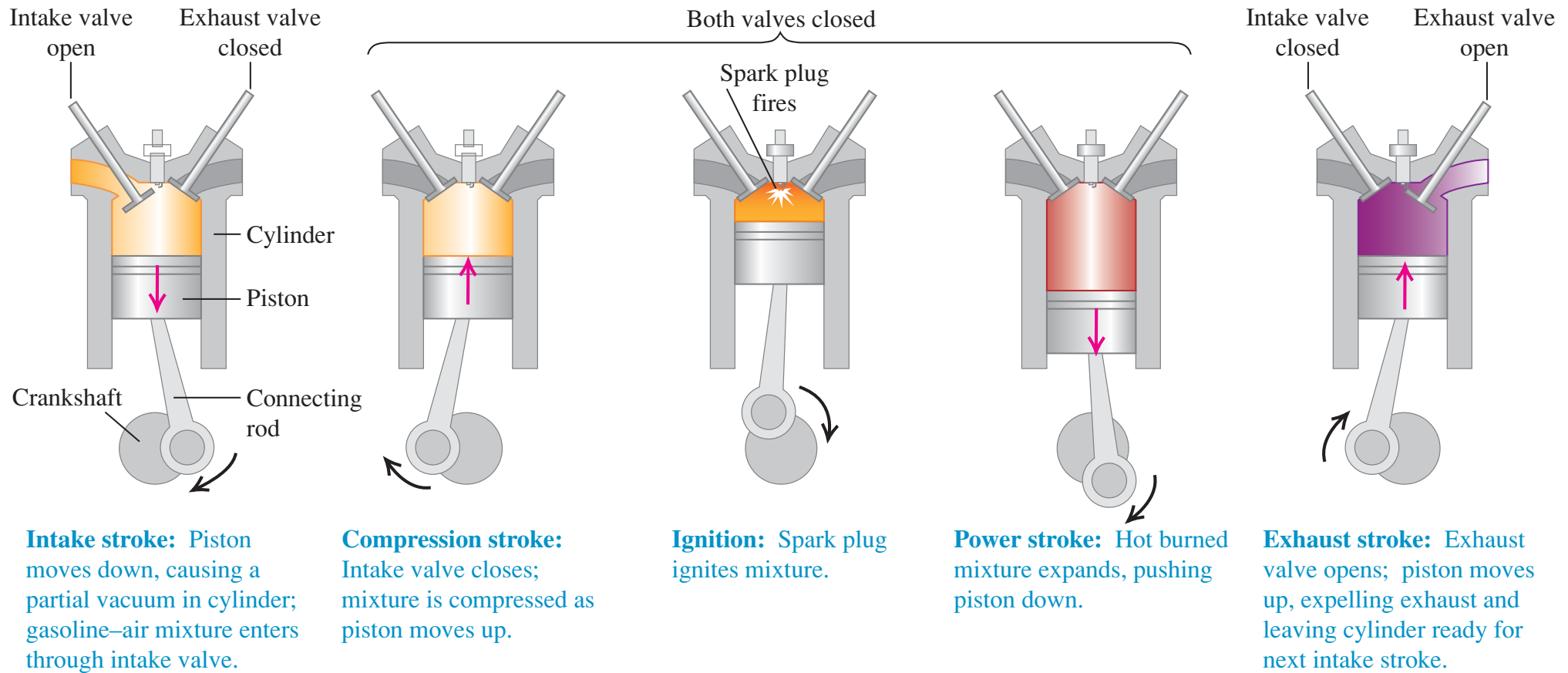
- Calor sempre vai do quente para o frio, a menos que um agente externo faça trabalho.
- Isso é um dos enunciados da segunda lei da Termodinâmica!
- Um exemplo da segunda lei são os motores a combustão.

- Motor a combustão
- A explosão gera calor
- Parte desse calor gerado (energia) é utilizado como trabalho



Motores

- No carro:
- Reservatório de calor: ar + gasolina depois da explosão.
- O ar sofre expansão, empurrando o pistão do cilindro: isso é o trabalho W
- O calor restante aquece o motor e é expelido pelo escapamento.
- O ar externo é o reservatório frio.



Motores

- Porém, a eficiência de um carro é em geral de 30 %. O que isso significa?
- $Q_H = W + Q_c$
- W é o trabalho utilizado e Q_c é perdido!
- $W = 0.3 Q_H$
- Se $W = Q_H$, a eficiência seria 100 %!

Motores

- Segundo enunciado da segunda lei
- A eficiência de motores a combustão nunca é 100 %, sempre há energia expelida para a fonte fria.
- Infelizmente!