

---

# FISICA PARA BIOLOGIA F107 A : AULA 14

---

PROFESSOR Orlando Luis Goulart Peres

Pagina do curso: <https://sites.ifi.unicamp.br/orlando/ensino/f-107-fisica-para-biologia/>

Moodle: <https://www.ggte.unicamp.br/ea/>

---



# ELETROMAGNETISMO

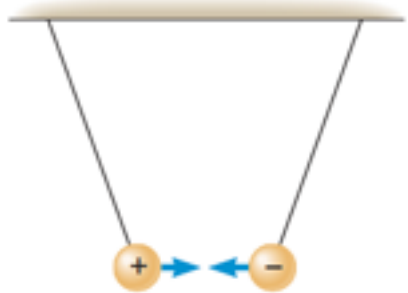


Eletricidade estatica

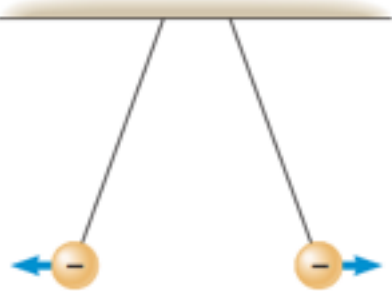


# CARGAS ELÉTRICAS

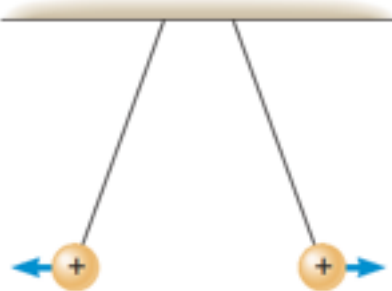
Benjamim Frankin: existência de duas cargas



(a)



(b)

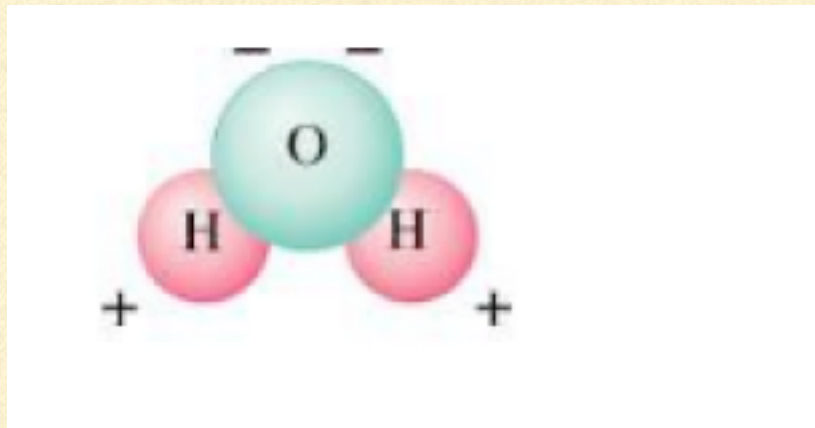


(c)

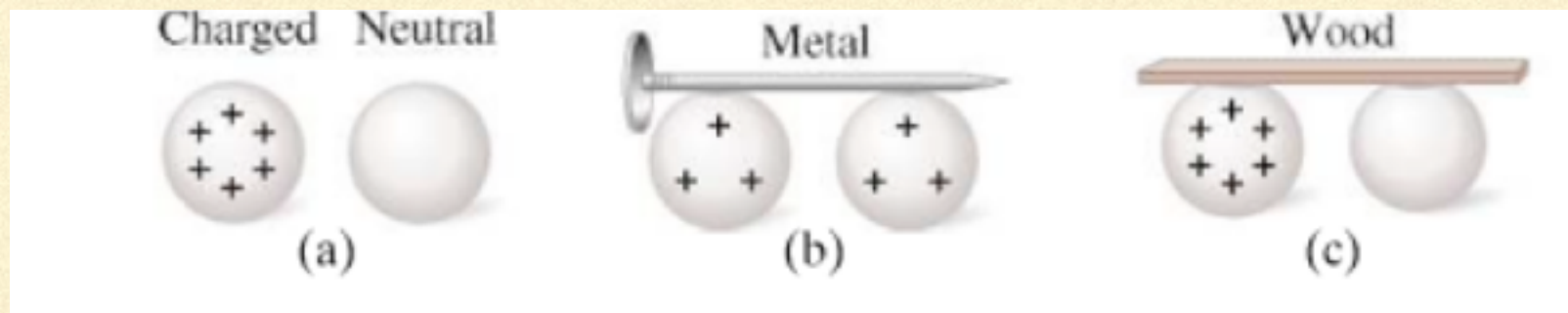
nenhuma carga é criada ou destruída.



# ARRANJO DE CARGAS



Moléculas neutras podem ter arranjos como a água.



Caso (b): rápida transferência de cargas: condutores

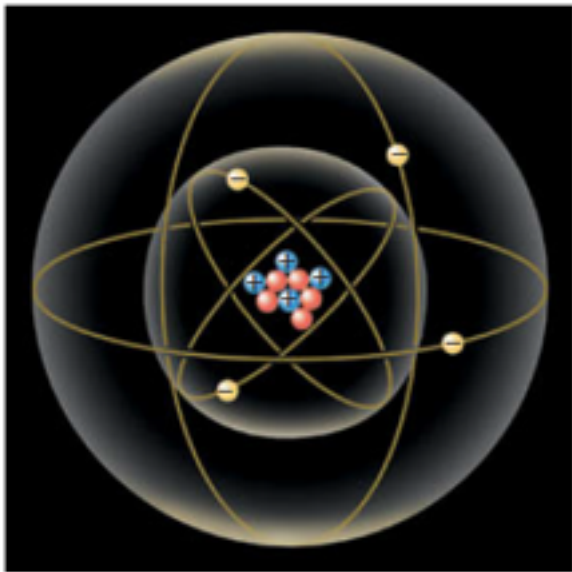
Caso (c): lenta transferência de cargas: isolantes

Caso intermediário: semicondutores



# UNIDADE MINIMA DA CARGA

⊖ electron  
⊕ proton  
● neutron



Electrons tem carga negativa, protons carga positiva

$$1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23} \text{ particulas}$$

$$1 \text{ mol de eletrons} = 9,6 \times 10^4 \text{ C}$$

$$| e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

A unidade é o Coulomb, C.



---

## LEI DE COULOMB

---

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Força de coulomb: magnitude e direção

Quanto maior a carga , maior a força.

Se dobrar a carga, dobramos a força.

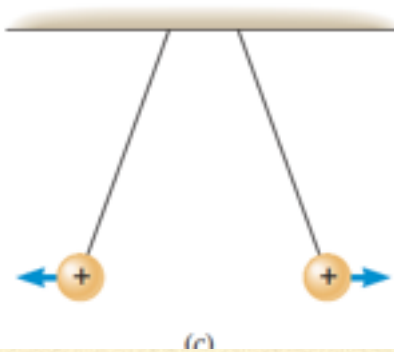
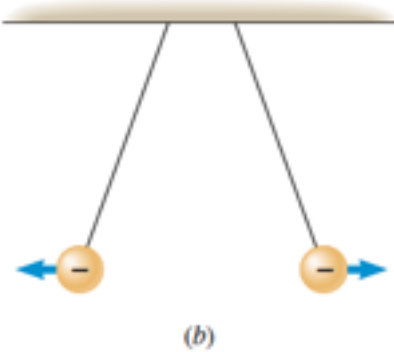
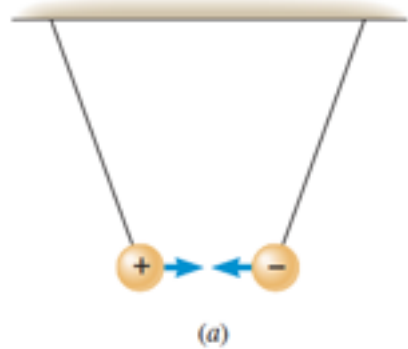
Se diminuirmos a distancia pela metade a força fica quatro vezes maior.

$$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

---



# LEI DE COULOMB



Lembrando: forças entre cargas iguais faz ter uma separação.

força entre cargas diferentes faz se atraírem.

Combinado diferentes arranjos de cargas, força pode ser positiva ou negativa.

Sejam duas cargas  $Q_1$  e  $Q_2$  de valores de  $Q_1 = 50\mu\text{C}$  e  $Q_2 = 1\mu\text{C}$

separados por 1 cm.  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

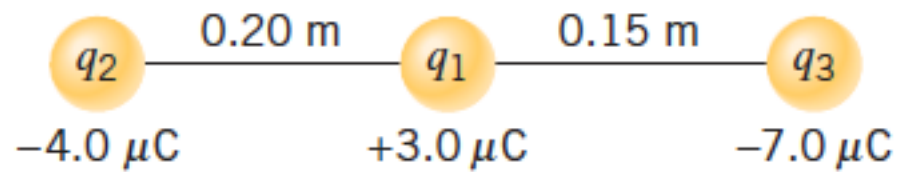
(A) Qual é a força que a carga  $Q_1$  exerce na carga  $Q_2$ ?

(B) Qual é a força que a carga  $Q_2$  exerce na carga  $Q_1$ ?



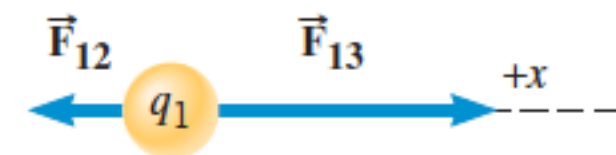
## LEI DE COULOMB PARA MÚLTIPLAS CARGAS

Seja o segundo arranjo. Determine as forças em  $q_1$



$$F_{12} = \frac{k|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = \frac{(9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.20 \text{ m})^2} = 2.7 \text{ N}$$

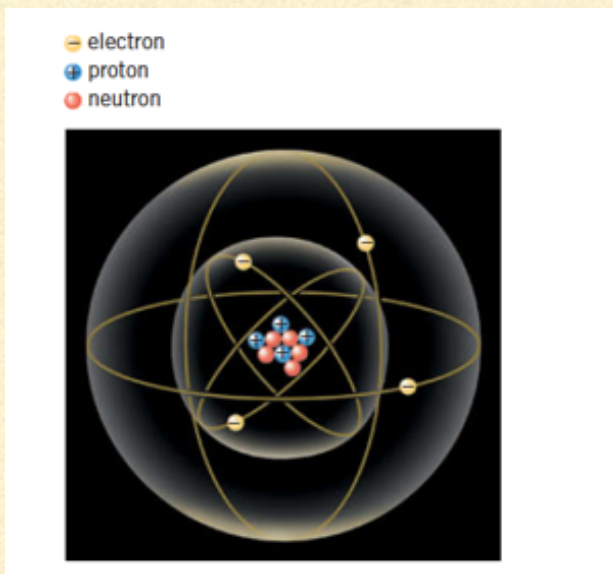
$$F_{13} = \frac{k|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = \frac{(9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(7.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.15 \text{ m})^2} = 8.4 \text{ N}$$



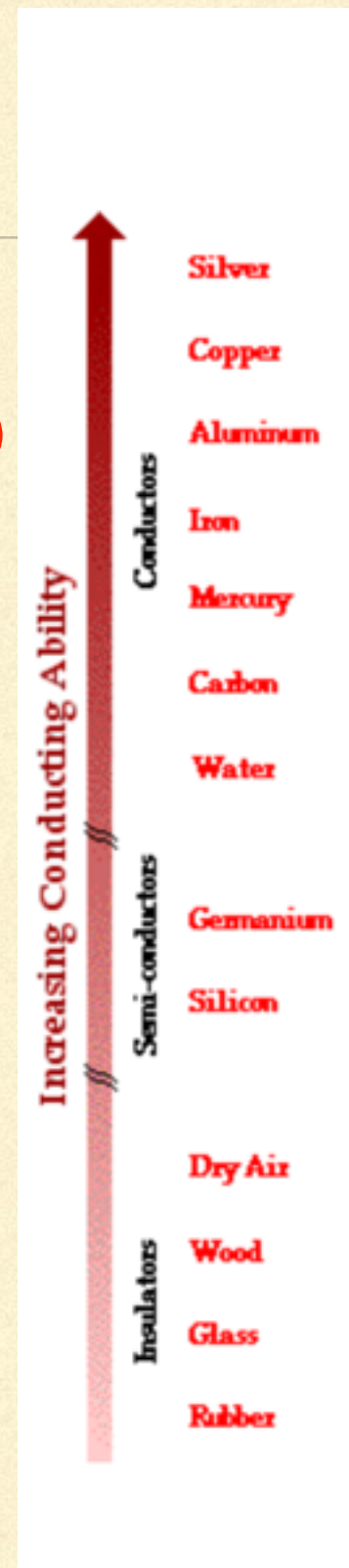
Qual ganha?



# CONDUTORES E ISOLANTES



Materiais se classificam por suas propriedades elétricas dependendo do elétron mais externo (**elétron de valência**)

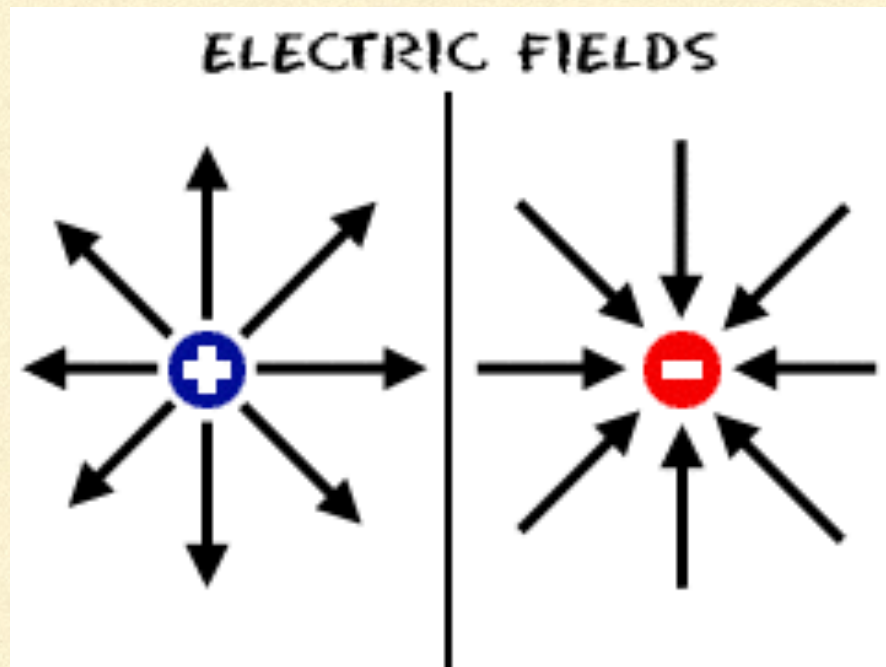


**condutores:** metais, elétrons mais externos são livres

**isolantes:** elétrons mais externos são fortemente ligados



# CAMPO ELETRICO



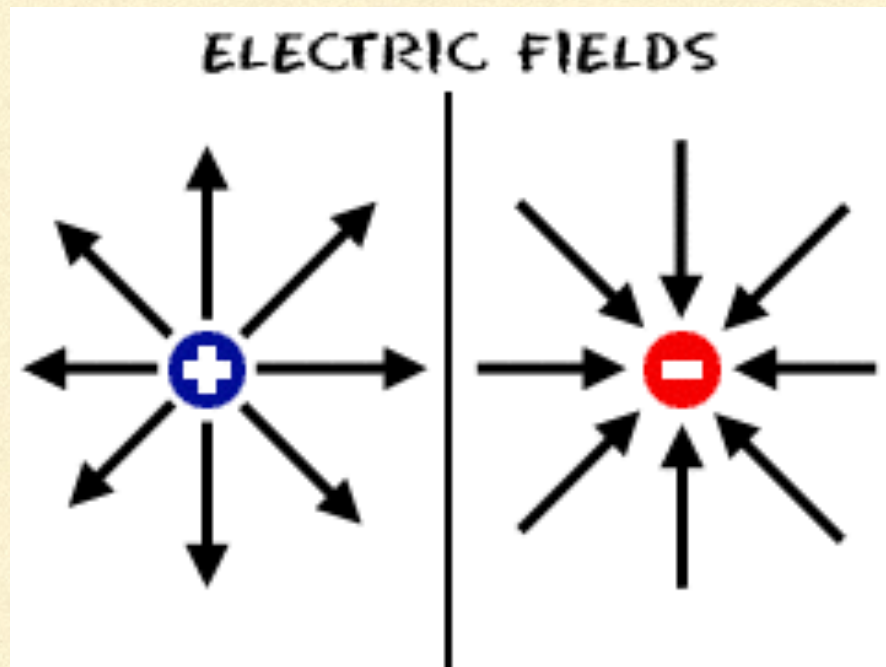
Imagine a carga positiva (em azul).

Coloque um outra qualquer **positiva** ao redor dela. Esta carga sera repelida pela **carga positiva (em azul)**

Podemos representar este comportamento pelos vetores mostrados se afastando da carga.



# CAMPO ELETRICO II



Imagine a negative charge (in red).

Place another positive charge around it. This charge will be attracted by the positive charge (in blue)

Podemos representar este comportamento pelos vetores mostrados se aproximando da carga.



---

## DEFINIÇÃO DE CAMPO ELÉTRICO

---

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Unidades de campo elétrico: N/C

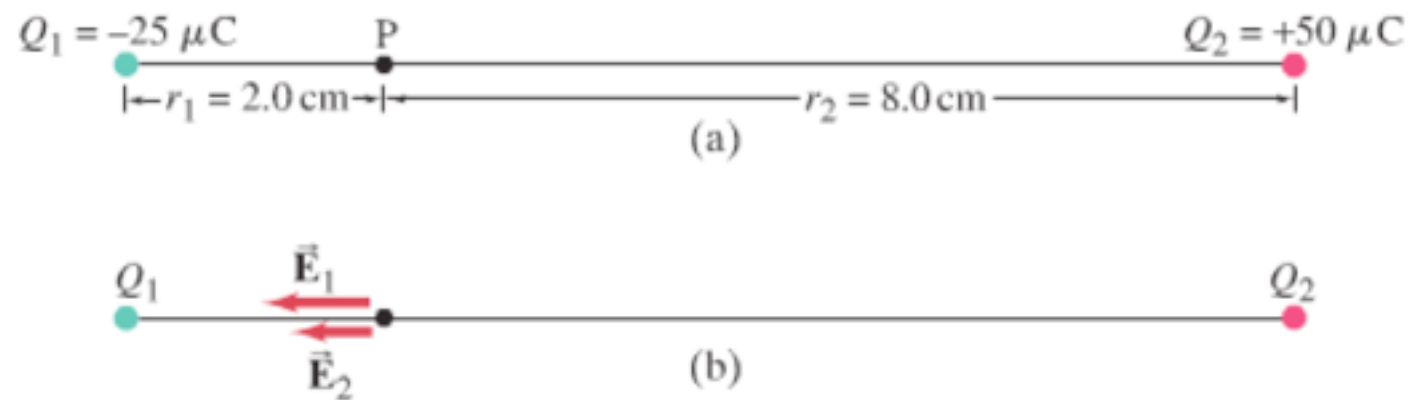
Magnitude do campo elétrico:

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

---



## EXEMPLO DE CALCULO DE CAMPO ELÉTRICO



Calcule o campo elétrico no ponto P devido as cargas  $Q_1 = -25 \mu\text{C}$  e  $Q_2 = 50 \mu\text{C}$

As distancias  $r_1$  e  $r_2$  são dadas na figura.

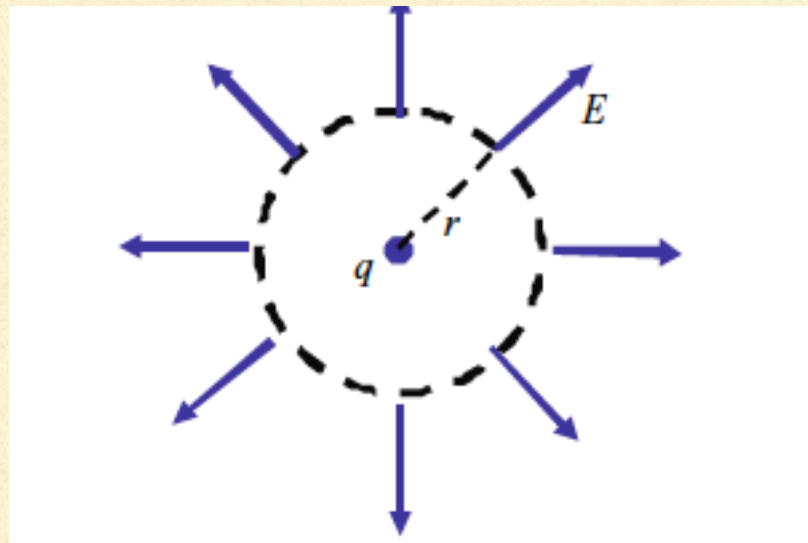
(A) Qual é o campo elétrico devido a carga  $Q_1$ ?  $E_1 = \frac{(9.0 \times 10^9)(25 \times 10^{-6})}{(2.0 \times 10^{-2})^2} = 5.6 \times 10^8 \text{ N/C}$

(B) Qual é o campo elétrico devido a carga  $Q_2$ ?  $E_2 = \frac{(9.0 \times 10^9)(50 \times 10^{-6})}{(8.0 \times 10^{-2})^2} = 7.0 \times 10^7 \text{ N/C}$

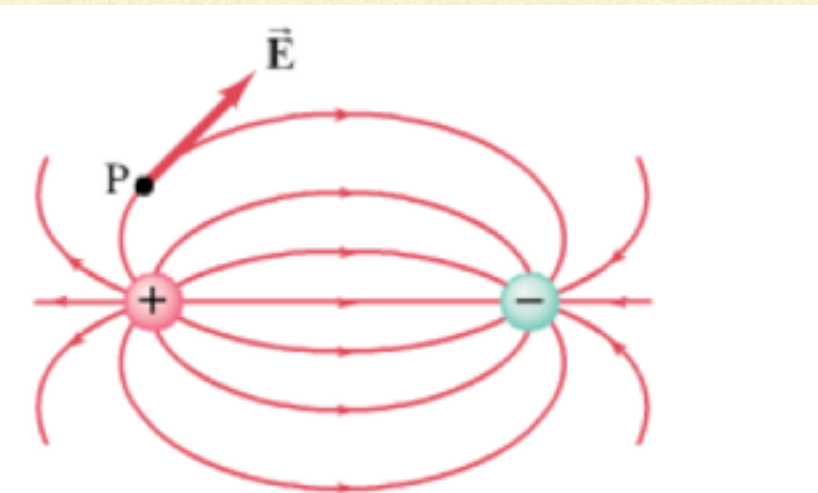
(A) Qual é o campo elétrico total?  $E = E_1 + E_2 = 6.3 \times 10^8 \text{ N/C}$



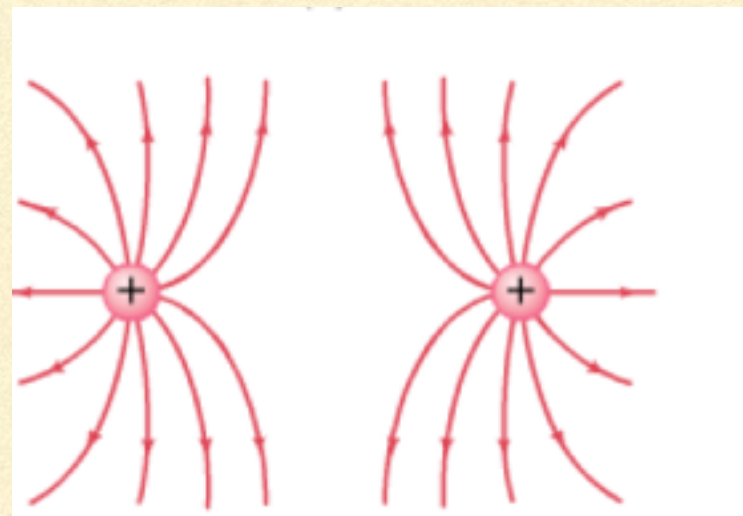
# LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO



Uma **única partícula** carregada: campo radial



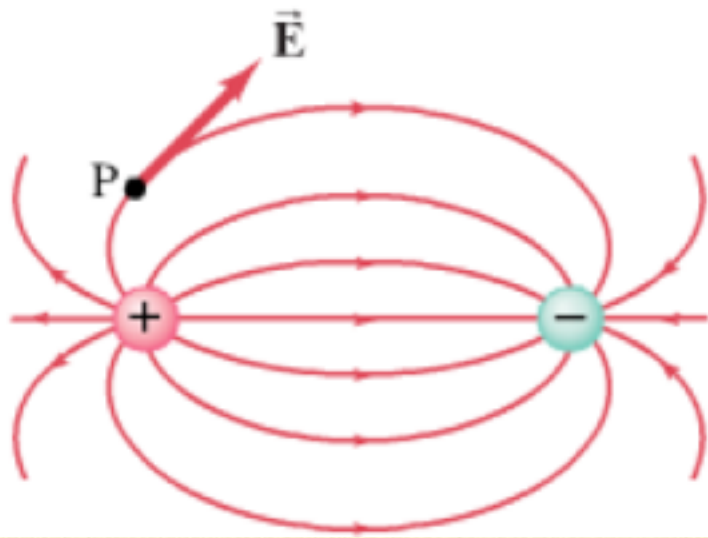
Duas partículas carregadas com cargas **opostas**



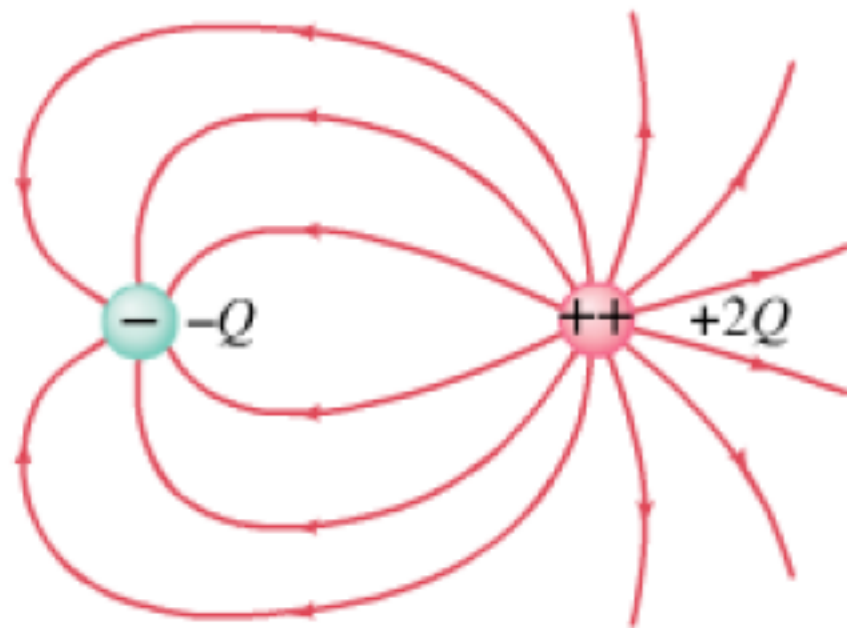
Agora: cargas **iguais**.



# LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO



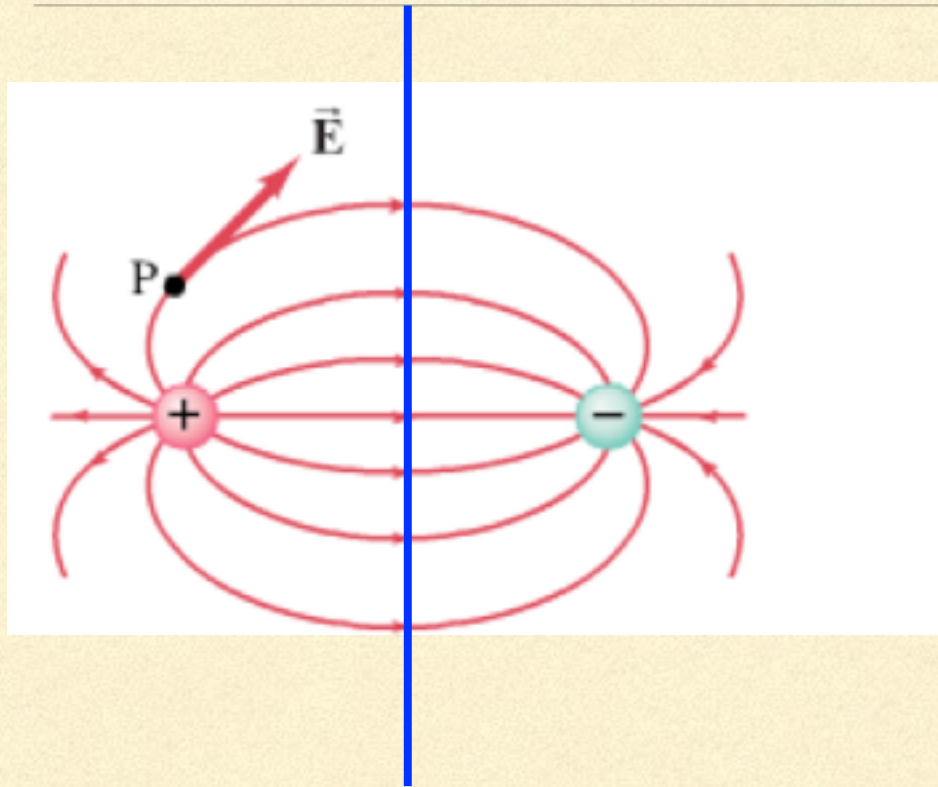
Duas partículas carregadas e cargas opostas.



Duas partículas carregadas e cargas diferentes.



# CAMPO DIPOLAR



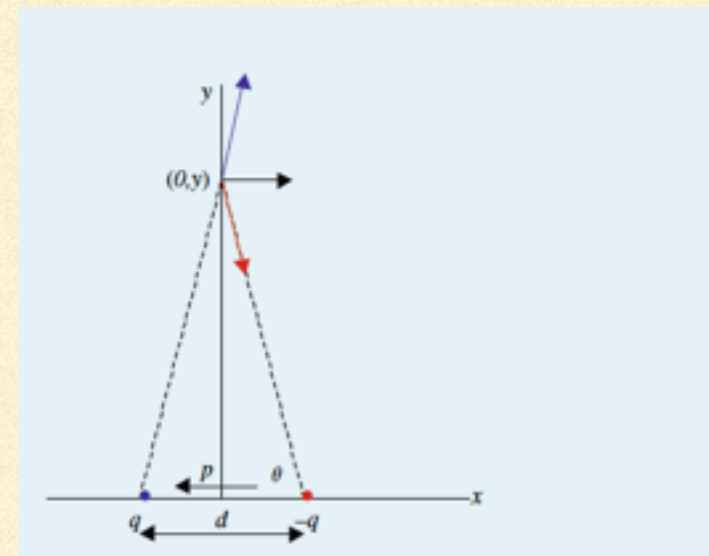
Qual é o campo elétrico ao longo da linha azul?

A linha azul é o **ponto mediano** entre as cargas.

Qualquer carga situado na linha azul sentira o efeito conjunto das **duas cargas**.

Uma carga 
$$E = kq \frac{1}{(y^2 + (d/2)^2)^2}$$

Duas cargas: 
$$E_{\text{total}} = \left( kq \frac{1}{(y^2 + (d/2)^2)^2} \right) \times 2 \times \cos \theta = qd \frac{1}{(y^2 + (d/2)^2)^{3/2}}$$





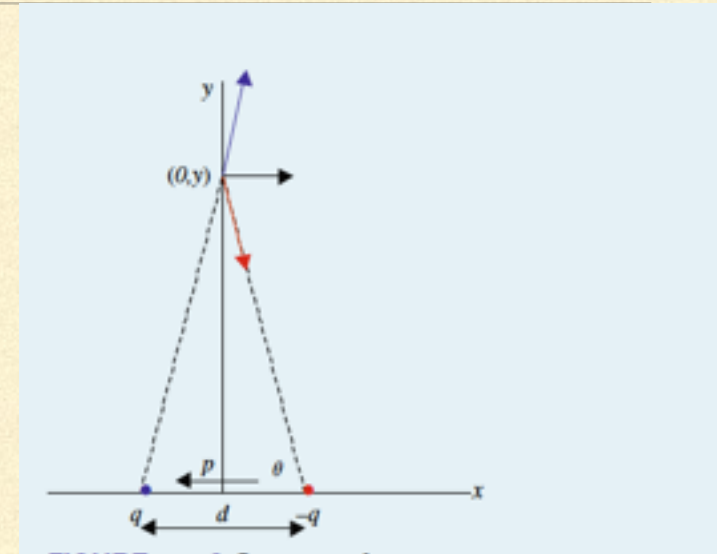
## CAMPO DIPOLAR

$$E_{\text{total}} = \left( kq \frac{1}{(y^2 + (d/2)^2)^2} \right) \times 2 \times \cos \theta = qd \frac{1}{(y^2 + (d/2)^2)^{3/2}}$$

Para distancias  $y \gg d$

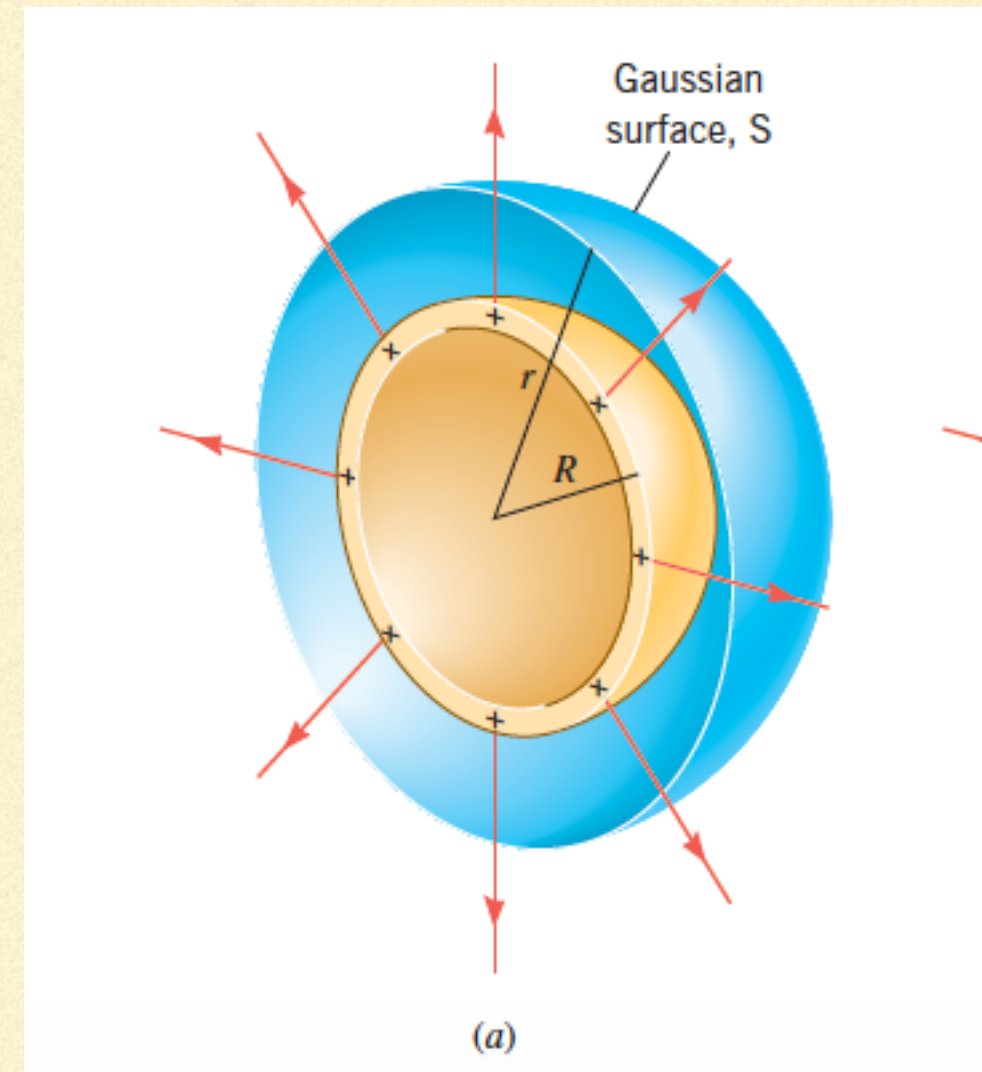
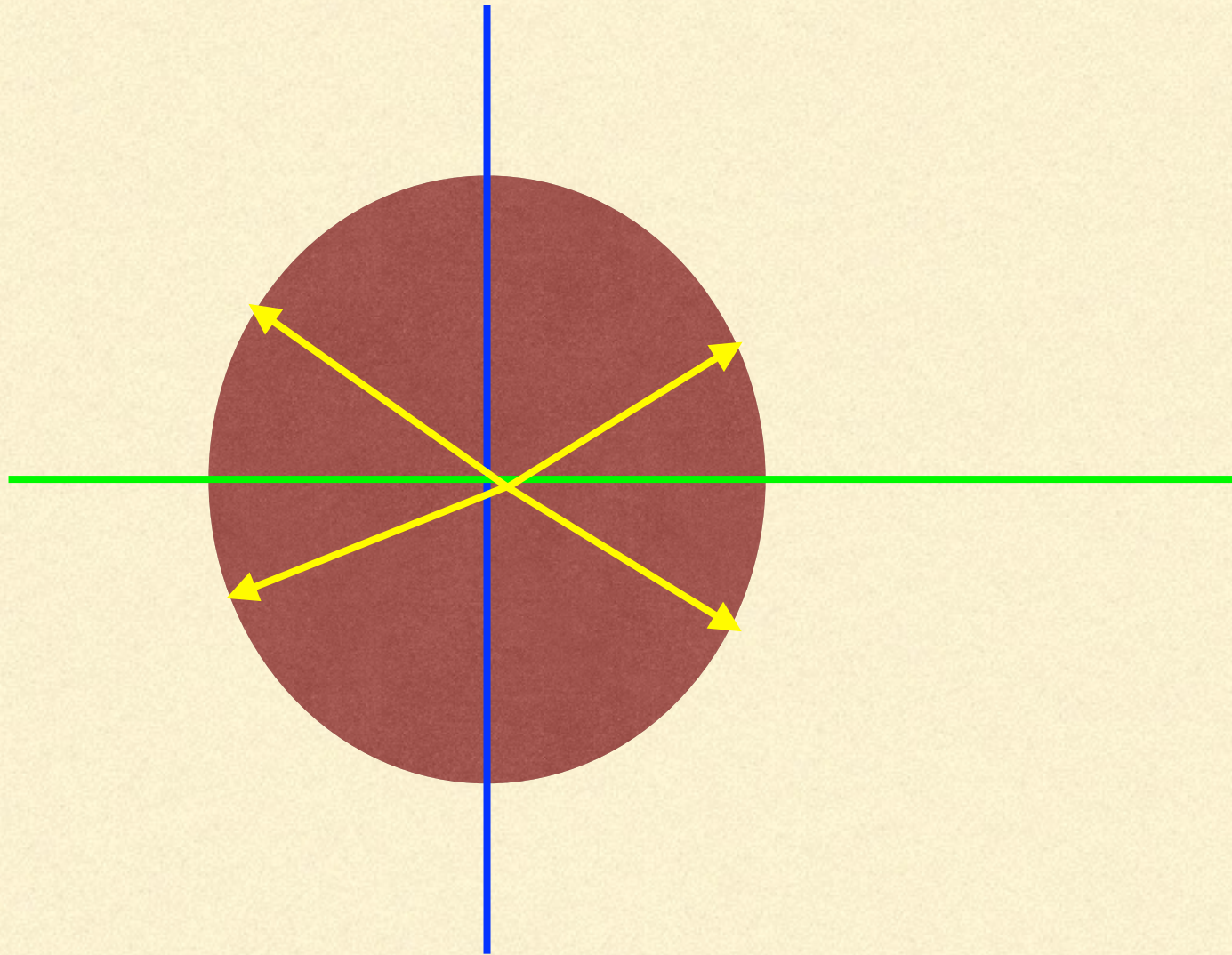
$$E_{\text{total}} = \frac{k(qd)}{y^3} = \frac{kp}{y^3}$$

$p$ : momento do dipolo





# CAMPO DE UMA DISTRIBUIÇÃO ESFÉRICA DE CARGAS





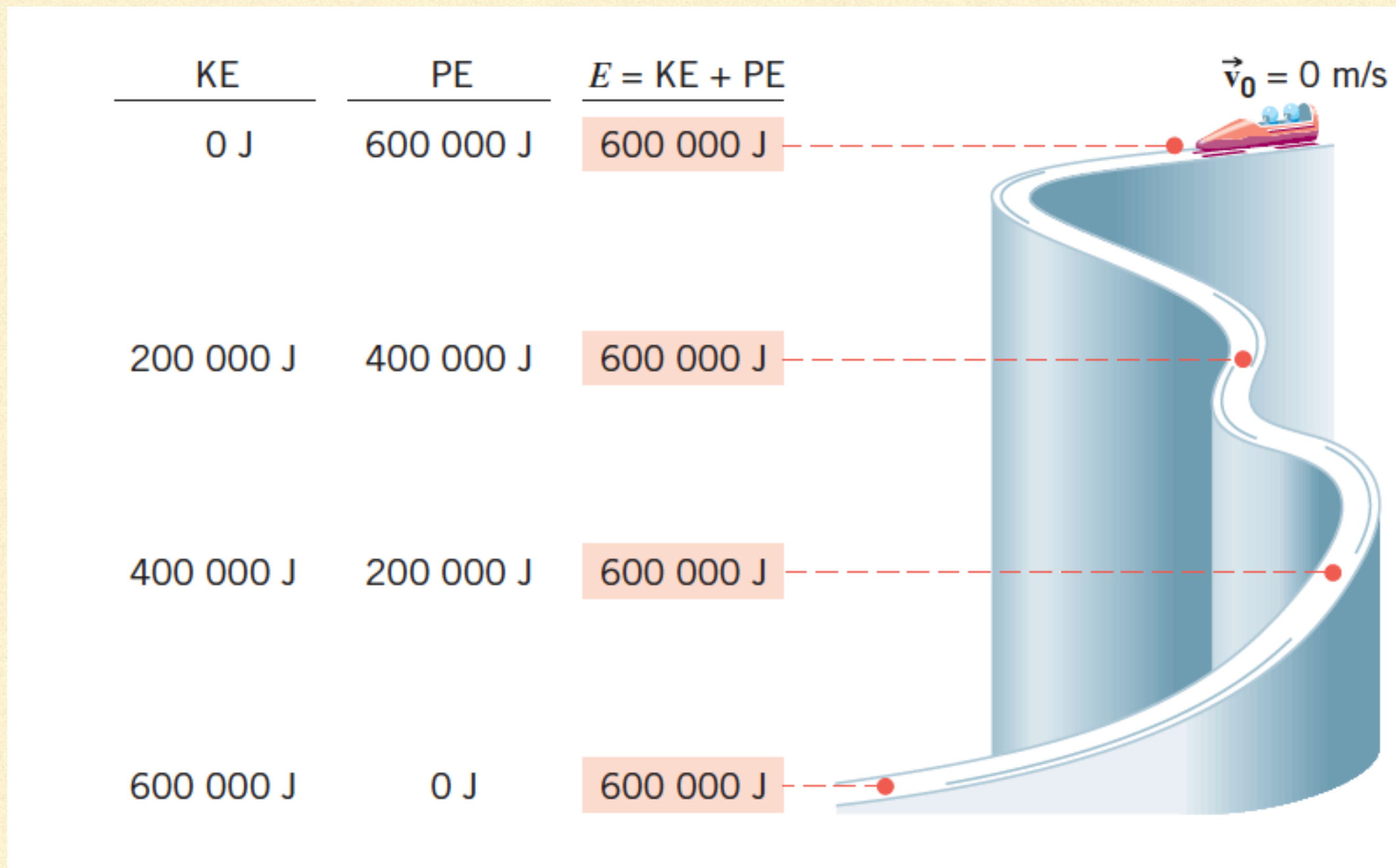
---

---

---



# TRABALHO: ENERGIA POTENCIAL E CINÉTICA.





---

# ENERGIA TOTAL

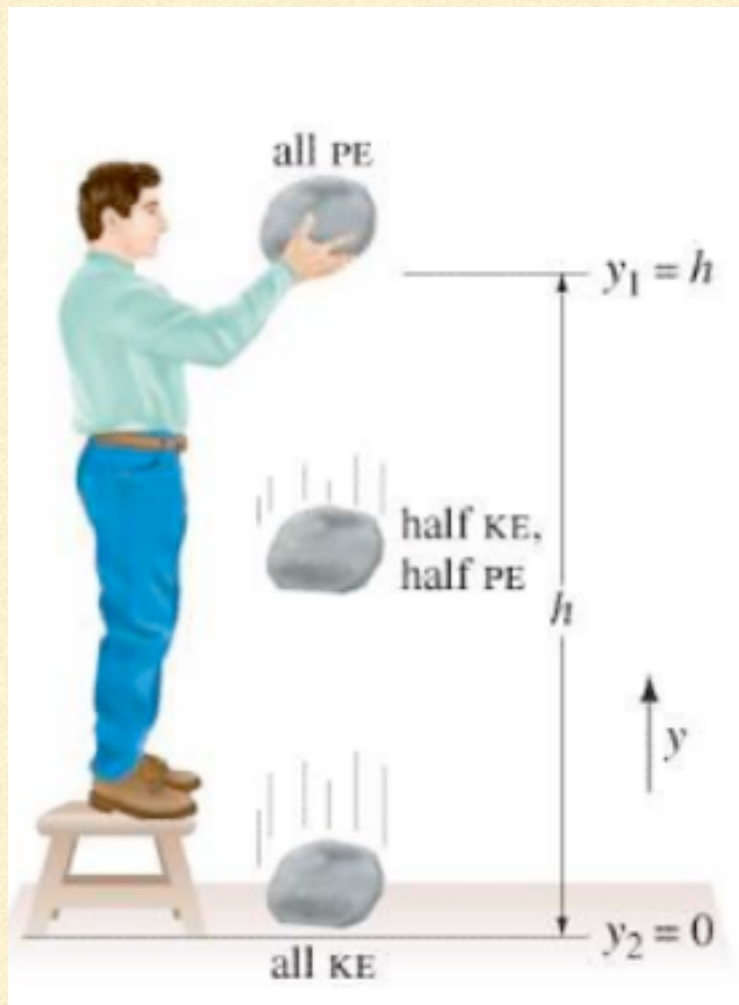
---

ENERGIA TOTAL=ENERGIA POTENCIAL+ENERGIA CINETICA

$$E_i + E_{h_i} = E_f + E_{h_f} = \frac{mv_i^2}{2} + mgh_i = \frac{mv_f^2}{2} + mgh_f$$



# USO DO TEOREMA ENERGIA-TRABALHO

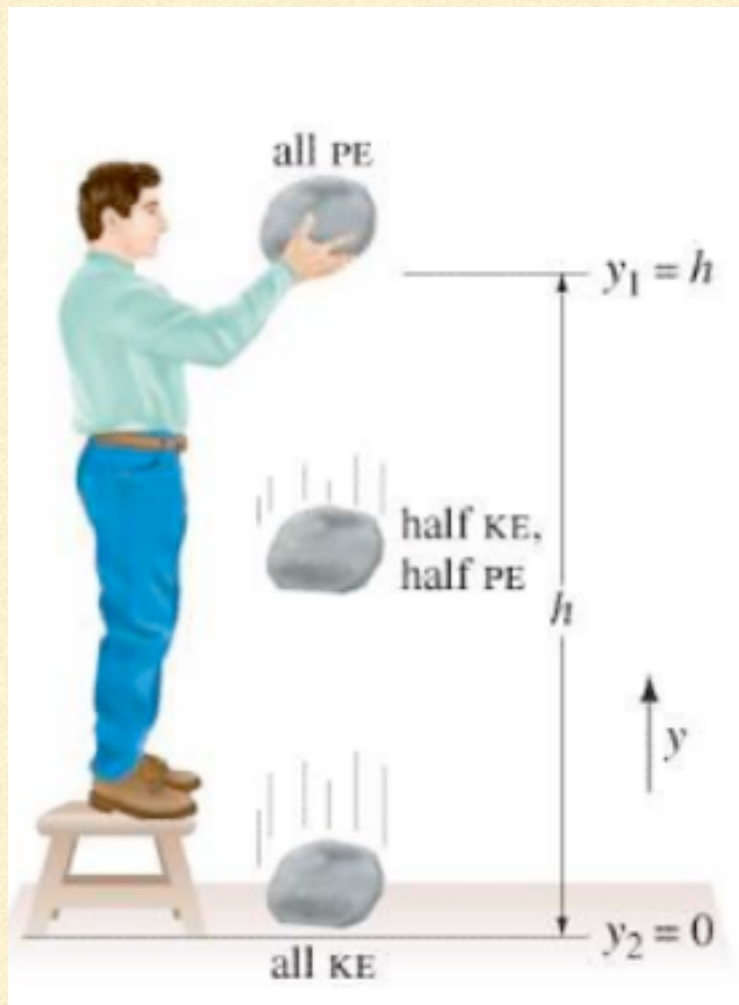


Dado uma pedra foi solta de uma certa altura de  $h=3,0\text{m}$

- (a) Qual é a velocidade quando a pedra no chão?
- (b) Qual é a velocidade quando a pedra esta a 1m do chão?



# USO DO TEOREMA ENERGIA-TRABALHO



Dado uma pedra foi solta de uma certa altura de  $h=3,0\text{m}$  e massa= $1,0\text{kg}$

- (a) Qual é a velocidade quando a pedra chega no chão?
- (b) Qual é a velocidade quando a pedra esta a  $1\text{m}$  do chão?

Na altura de  $3\text{m}$ , temos apenas energia potencial

No chão temos energia cinética e zero energia potencial.

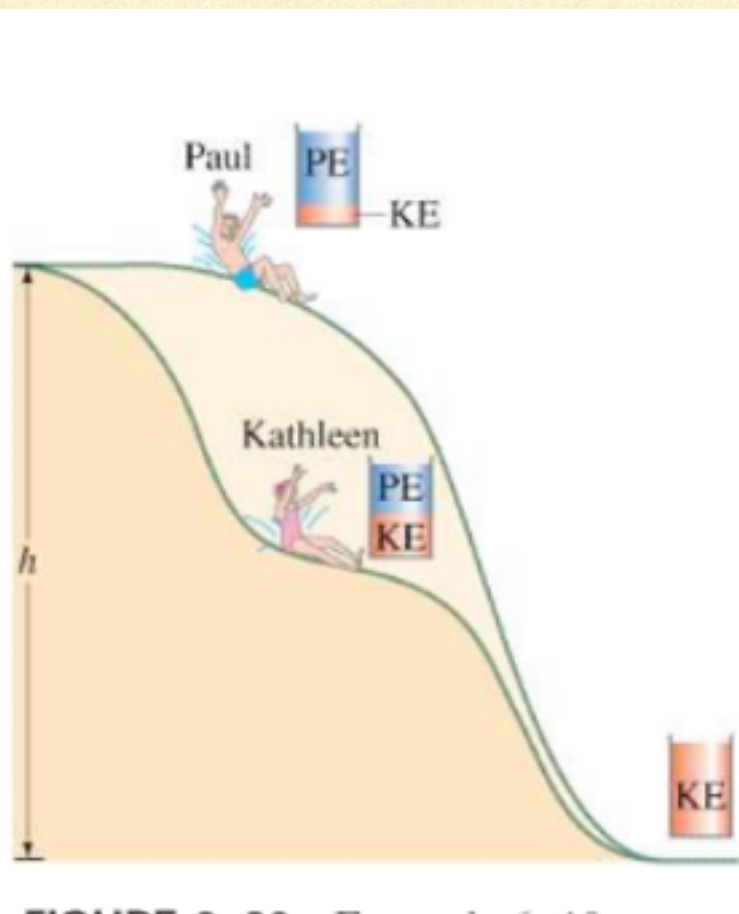
Passo 1: conservação de energia.

Passo 2: escrever a energia total no inicio.

$$\frac{1.00^2}{2} + 1.0 \times 10. \times 3.0 = \frac{1.0 v^2}{2} + 1.0 \times 10. \times 0.0 \quad v=7.7 \text{ m/s}$$



# USO DO TEOREMA ENERGIA-TRABALHO



Imagine duas pessoas descendo uma toboágua. Cada uma descendo por uma curva diferente conforme a imagem.

(a) Quem chega mais rápido no chão?

(I) Paul. (II) Kathleen. (III) Ambos chegam com a mesma velocidade.

(b) Quem chega primeiro no chão?

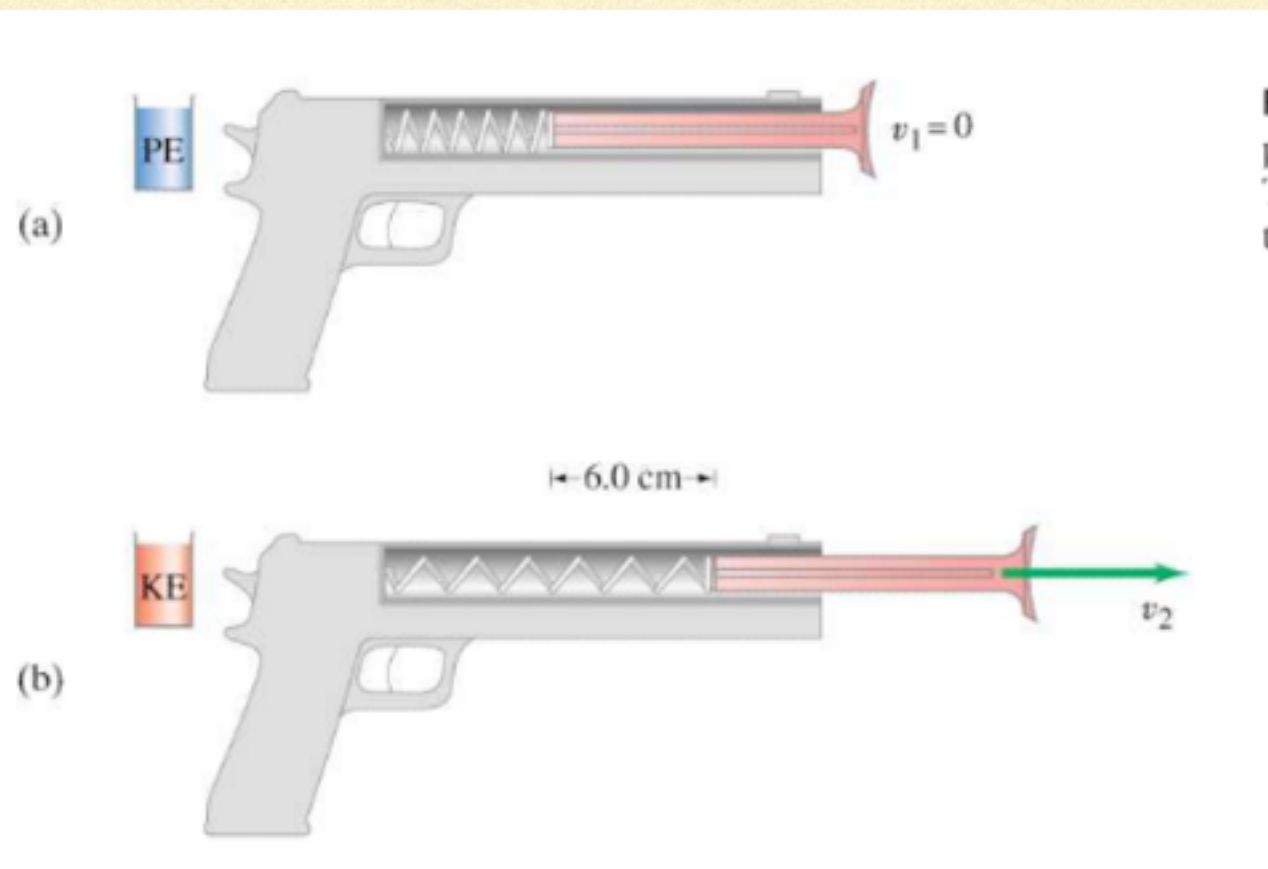
(I) Paul. (II) Kathleen. (III) Ambos chegam ao mesmo tempo.



# USO DO TEOREMA ENERGIA-TRABALHO

Um dardo com massa de 0.1 kg é empurrado dentro de uma arma de dardos. A arma de dardos tem uma mola com constante de  $k=250 \text{ N/m}$ , que é comprimida 6,0 cm e então é solta. Qual é a velocidade do dardo?

$$E_{\text{início}} = E_{\text{final}} = 0 + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + 0$$



$$v_2 = 3.0 \text{ m/s}$$



---

# POTENCIA

---

O tempo para se realizar um certo trabalho mede a potência.

$$\bar{P} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}} = \frac{W}{t} = F \bar{v}$$

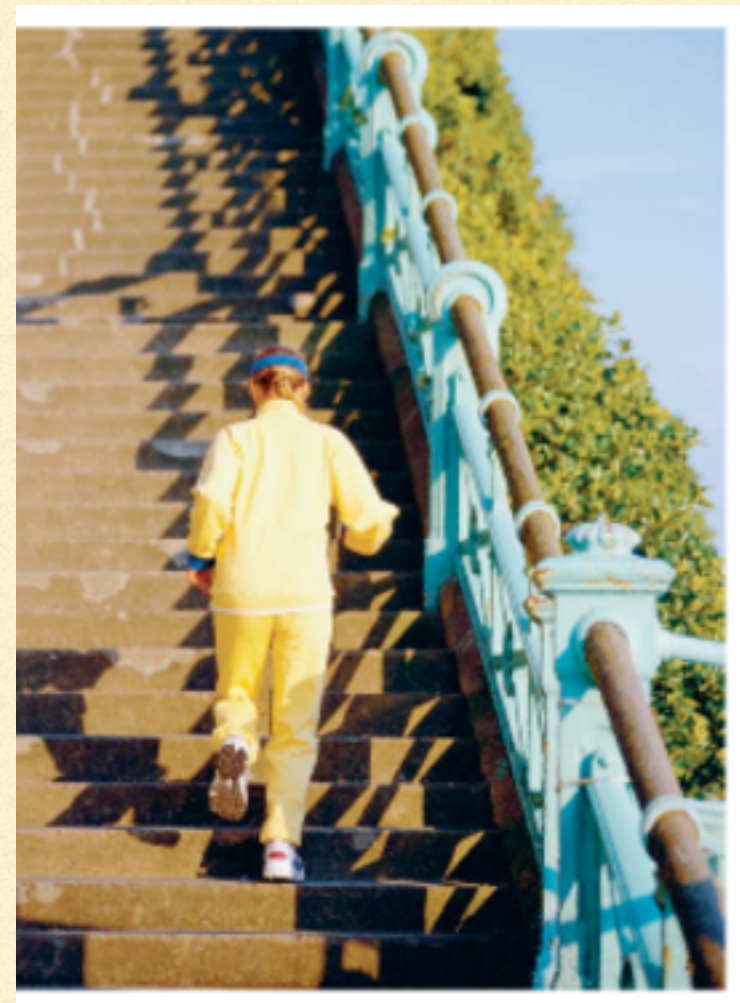
Unidade em Joules/s=**W**.

Outras unidades usadas: cavalos-força : 1 cv=746 W.

---



# EXERCÍCIOS DE POTÊNCIA



Um corredor de 60 kg está subindo as escadas em 4.0s. O chão da escada está 4.5m abaixo da parte mais alta da escada.

(a) Estime a potência do corredor em W e em cavalos-força

$$\bar{P} = \frac{mgy}{\text{tempo}} = \frac{60 \times 9.8 \times 4.5}{4.0} = 660 \text{ W}$$

(b) Quanta energia o corredor gastou nesta corrida?

$$E = \bar{P}t = 660 \text{ W} \cdot 4.0 = 2600 \text{ J}$$



---

# ENERGIA TERMICA

---

Energia do movimento de moléculas na matéria.

Agitação molecular = agitação térmica=calor

ENERGIA TERMICA-> ALTERACAO DA TEMPERATURA

Se alterarmos a temperatura por  $\Delta t$  então haverá a troca de calor  $Q$ .

$$Q = C \Delta t \quad C \text{ capacidade calorifica do corpo}$$

---



---

# DEFINIÇÃO DE QUILOCALORIAS (KCAL)

---

1 kcal = a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura da água em 1 C.

Jargão nutricionista: Caloria=1000 calorias = 1 kcal.

Equivalência de energia térmica e energia mecânica:  
1 kcal=4186 J



---

# TAXAS METABÓLICAS

---

Comida (energia química) -> trabalho + energia térmica -> gordura (energia química)

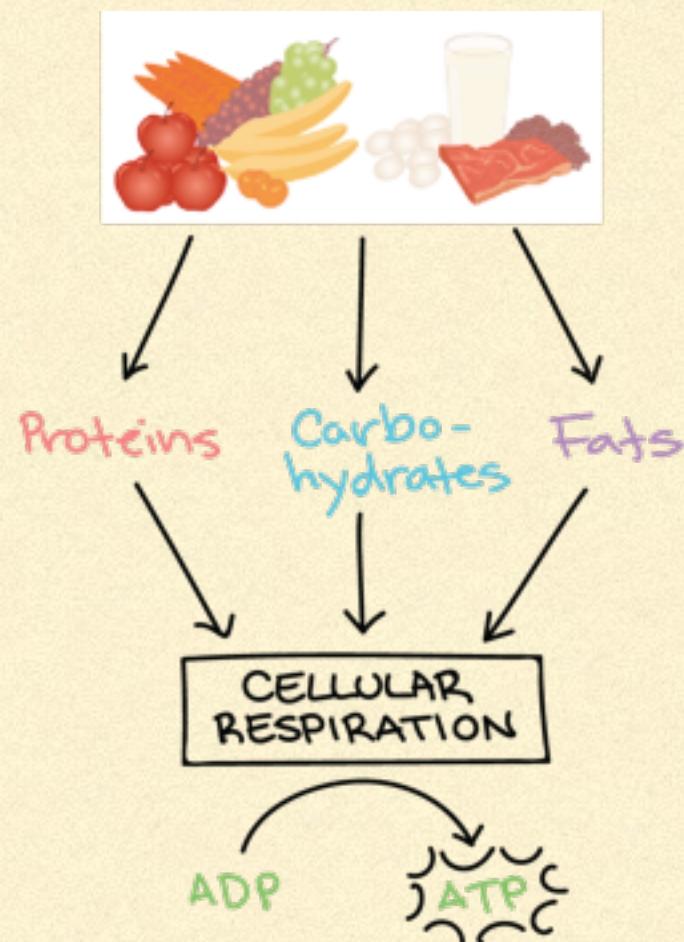
**Metabolismo:** todas as reações químicas que ocorre no corpo.

**Taxa Metabólica:** quão rápido os alimentos são processados para obter energia

---



# TAXAS METABÓLICAS



ADP: Adenosine diphosphate

ATP: Adenosine triphosphate

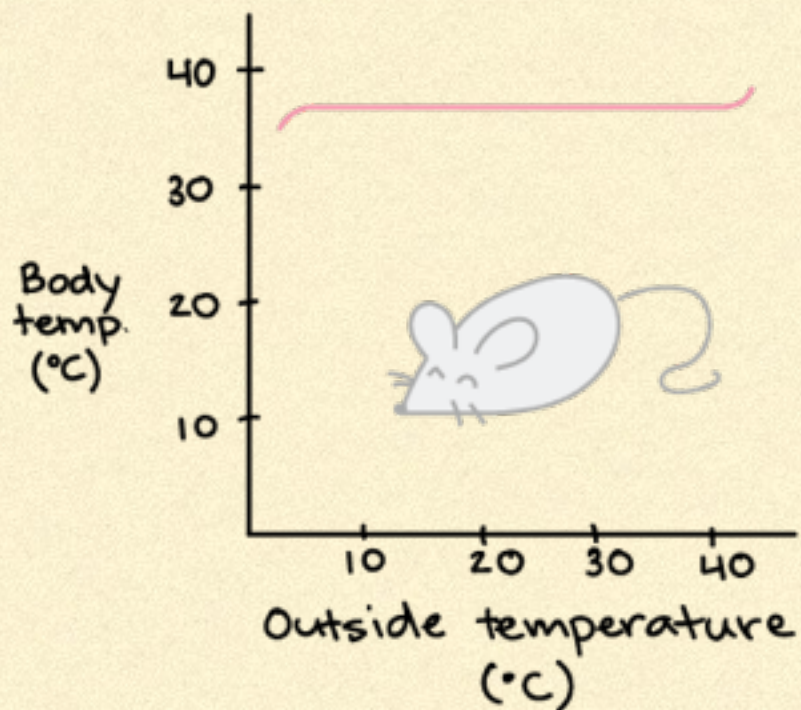
Khan Academy

<https://www.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/metabolism-and-thermoregulation/a/metabolic-rate>

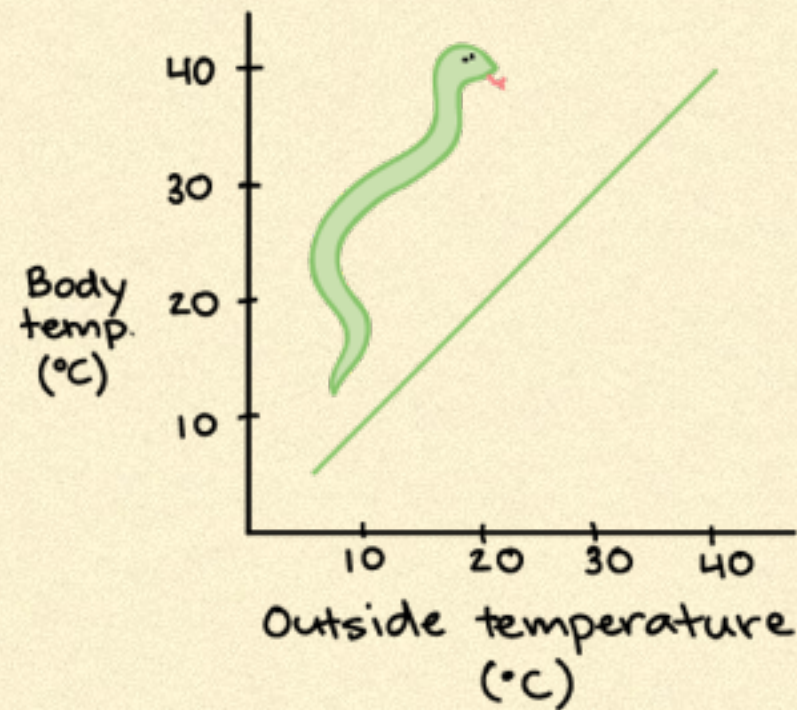


# TAXAS METABÓLICAS

**ENDOTHERMS**  
like the mouse  
generate metabolic  
heat to maintain  
internal temperature



**ECTOTHERMS**  
like the snake have a  
body temperature  
that changes with  
the temperature  
of the environment

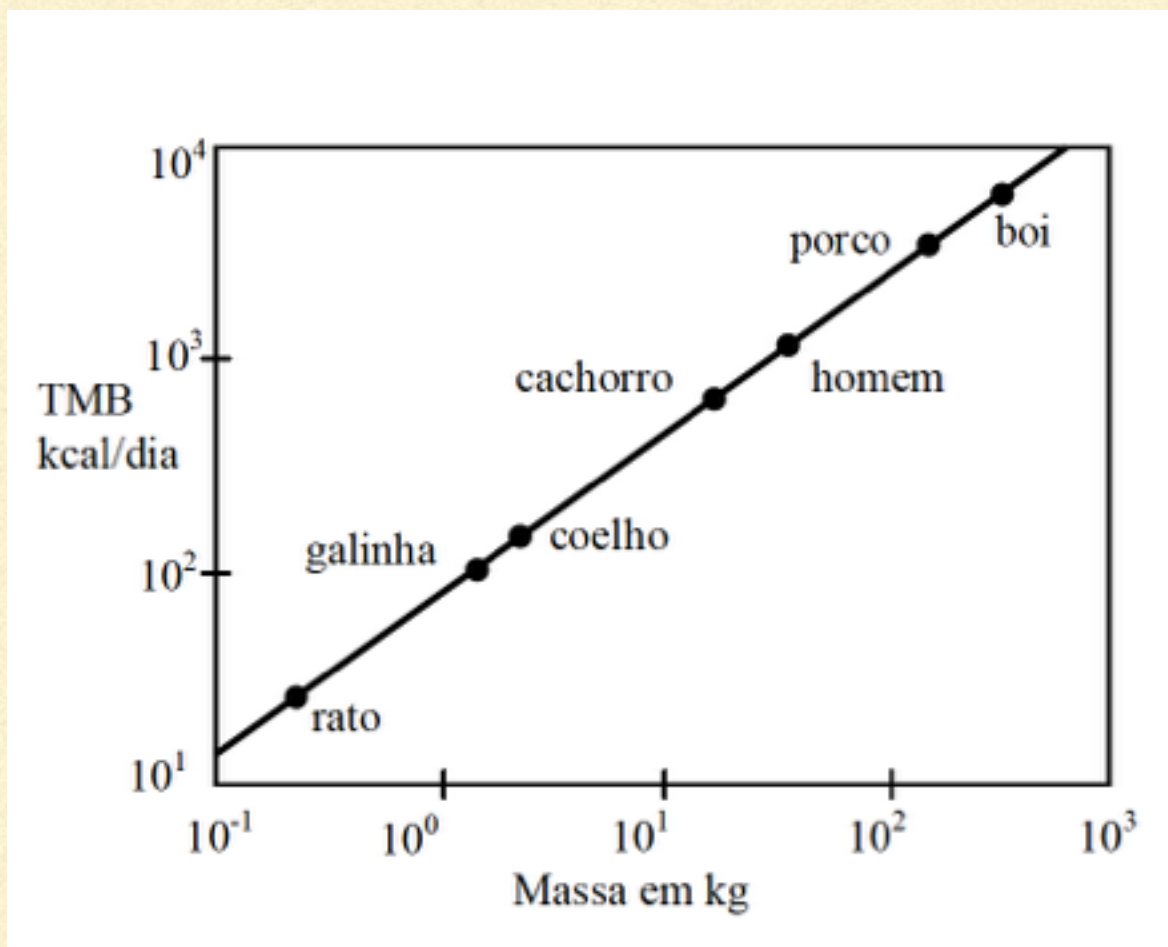


Mantenimento da temperatura constante



# TAXAS METABÓLICAS BASAIS

**Taxa Metabólica basal:** taxa quando o animal esta em repouso.



Quem tem a taxa mais alta?



# VALOR CALORICO E COMIDA

Tabela 1: Valor calórico de alguns alimentos em kcal/g

Carboidratos	4,1 (v. médio)
Proteínas	4,1 (v. médio)
Gordura	9,3 (v. médio)
abacate	1,67
Açúcar	4,00
Amendoim torrado	5,73
Arroz	1,09
Batata cozida	0,93
Big-mac	2,98
Cerveja	0,42
Chocolate	5,28
Corn flakes	3,93
Frango assado	1,60
Leite integral	0,64
Maçã	0,58
Manteiga	7,20
Ovos	1,63
Toucinho	9,30
Uvas	2,90
Vinho	0,85

Órgão	Potência consumida em repouso		Consumo de O <sub>2</sub> (ml/min)	Porcentagem da TMB
	kcal/min	W		
Fígado e Baço	0,33	23	67	27
Cérebro	0,23	16	47	19
Esqueleto	0,22	15	45	18
Rim	0,13	9	26	10
Coração	0,08	6	17	7
Outros	0,23	16	48	19
total	1,22	85	250	100

Assuma que uma pessoa consumiu 2500 kcal por dia..  
Quantas gramas de gordura esta pessoa vai adquirir?

Vamos estimar usando o valor total.: 1,22 kcal/min

$$1.22 \text{ kcal/min} \times 60 \times 24 = 1757 \text{ kcal/dia}$$

Esta é a quantidade de energia gasta num dia.



---

# VALOR CALORICO E COMIDA

---

**A quantidade de energia** gasta num dia: 1757 kcal/dia

Se a pessoa consumir **2500 kcal por dia**, então haverá sobra de  $2500 - 1757 = 743$  kcal/dia

Quanto chocolate isto corresponde? Olhando na Tabela um chocolate fornece 5,28 kcal/g

Então temos

$$743 \text{ cal/dia} = \left( \frac{743 \text{ cal/dia}}{5.28 \text{ kcal/g}} \right) \text{ chocolate} = (140. \text{ g/dia}) \text{ chocolate}$$





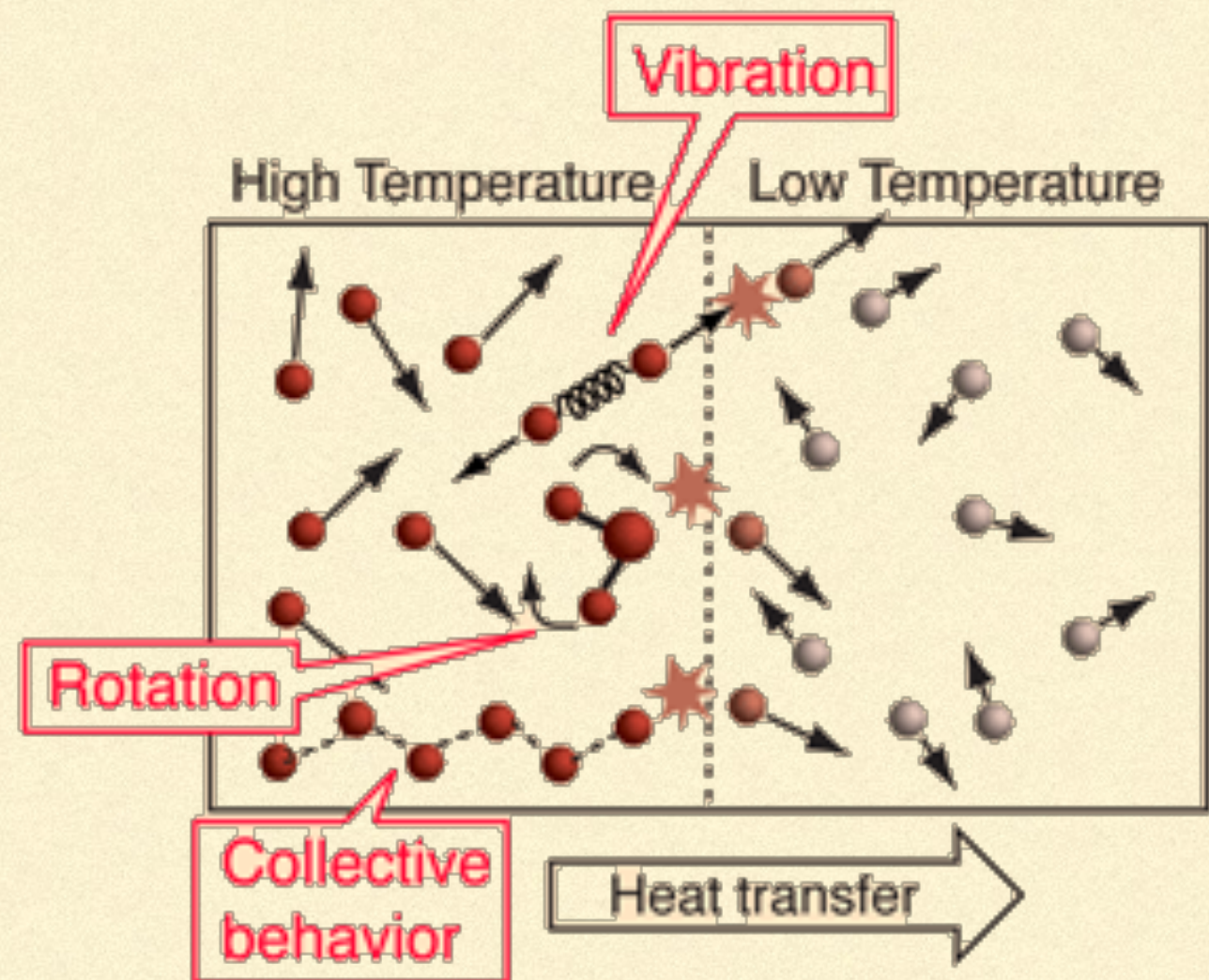
# CALOR/TEMPERATURA/ENERGIA INTERNA

Calor é a transferencia de energia entre dois corpos.

Energia interna:

Vibração

Rotação





# CALOR ESPECIFICO

$$Q = C \Delta T$$

$$C = m c, \quad c \text{ calor específico}$$

Imagine um balde de ferro de 20kg .

(a) Quanto calor é necessário para para aumentar a temperatura de 10 graus Celsius para 90 graus Celsius?

$$Q = 20 \times (450 \text{ J/Kg}/^{\circ}\text{C}) (80) = 720 \text{ kJ}$$

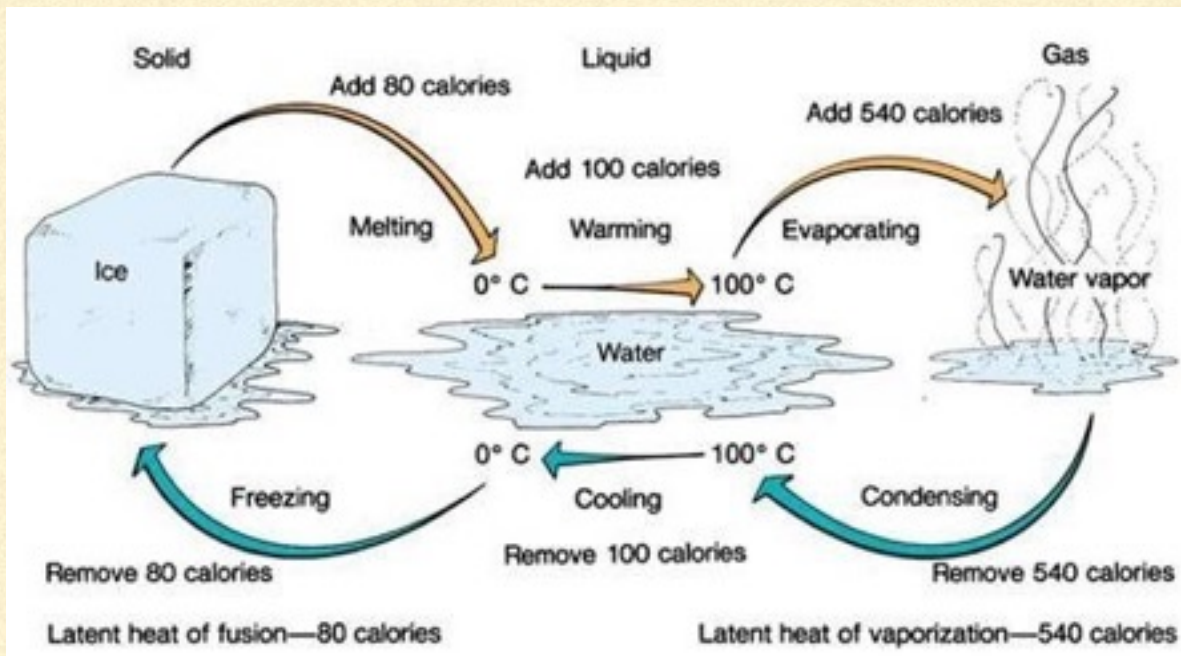
$$Q = 20 \times (4186 \text{ J/Kg}/^{\circ}\text{C}) (80) = 6700 \text{ kJ}$$

**TABLE 14–1 Specific Heats**  
(at 1 atm constant pressure and 20°C unless otherwise stated)

Substance	Specific Heat, $c$	
	kcal/kg · °C (= cal/g · °C)	J/kg · °C
Aluminum	0.22	900
Alcohol (ethyl)	0.58	2400
Copper	0.093	390
Glass	0.20	840
Iron or steel	0.11	450
Lead	0.031	130
Marble	0.21	860
Mercury	0.033	140
Silver	0.056	230
Wood	0.4	1700
Water		
Ice (−5°C)	0.50	2100
Liquid (15°C)	1.00	4186
Steam (110°C)	0.48	2010
Human body (average)	0.83	3470
Protein	0.4	1700



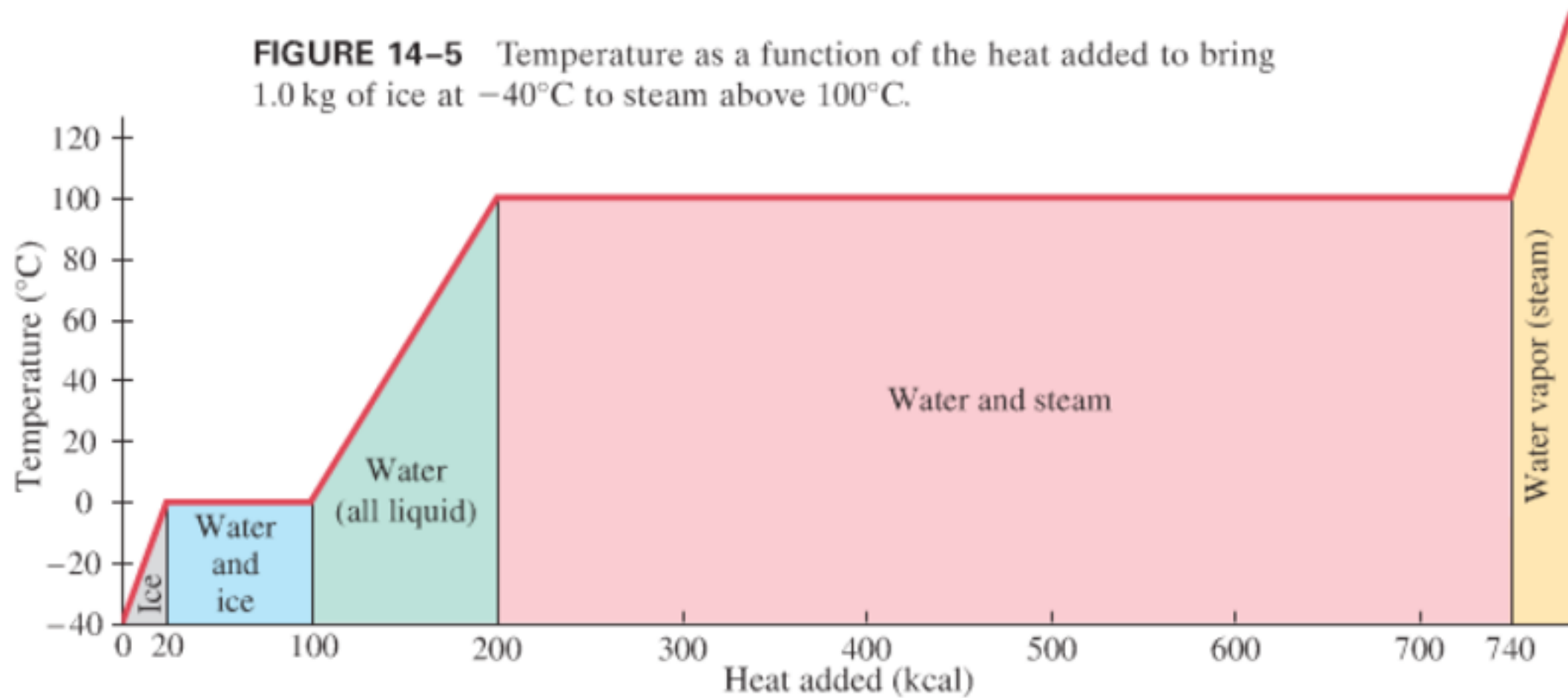
# CALOR LATENTE



Em algumas situações a adição/remoção de calor não altera a temperatura.



# CALOR LATENTE



Observe que nas mudanças o gráfico fica horizontal sem mudança de temperatura.



---

# TRANSFERENCIA DE CALOR

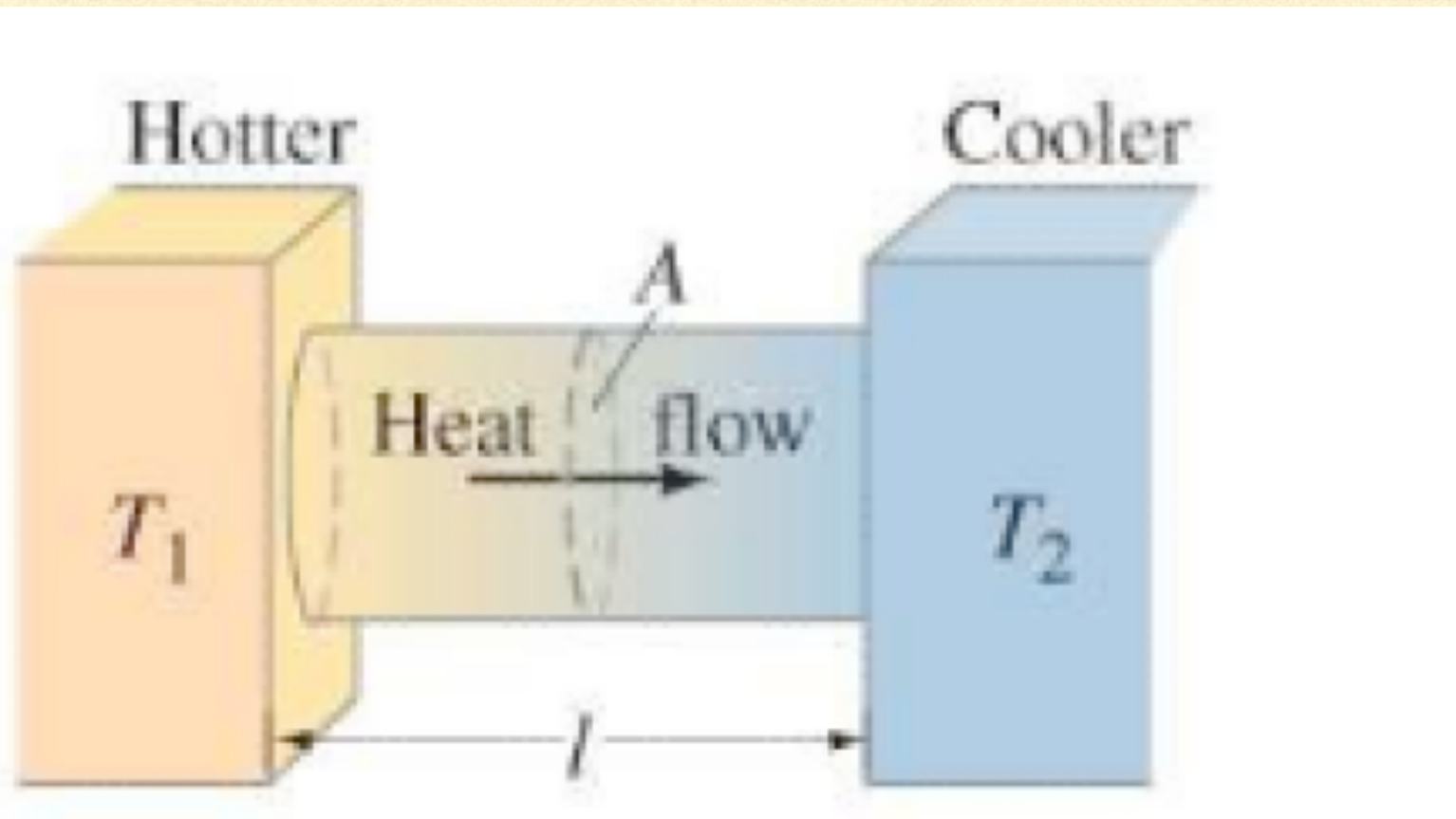
---

Possíveis formas de transferencia de calor:

Condução  
Convecção  
Radiação



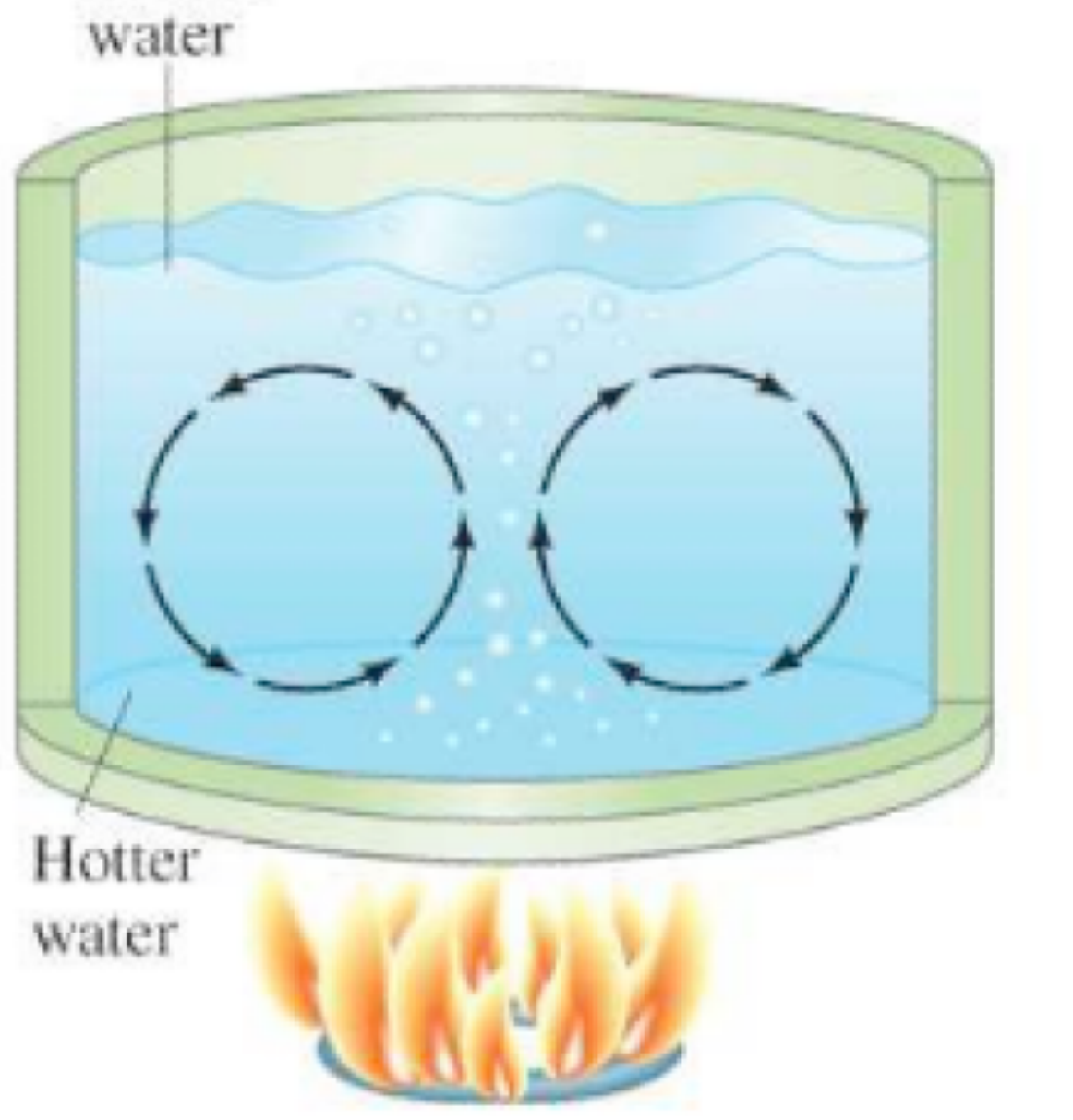
## Condução



Passagem de calor de um meio a outro: colisões de moléculas



## Convecção



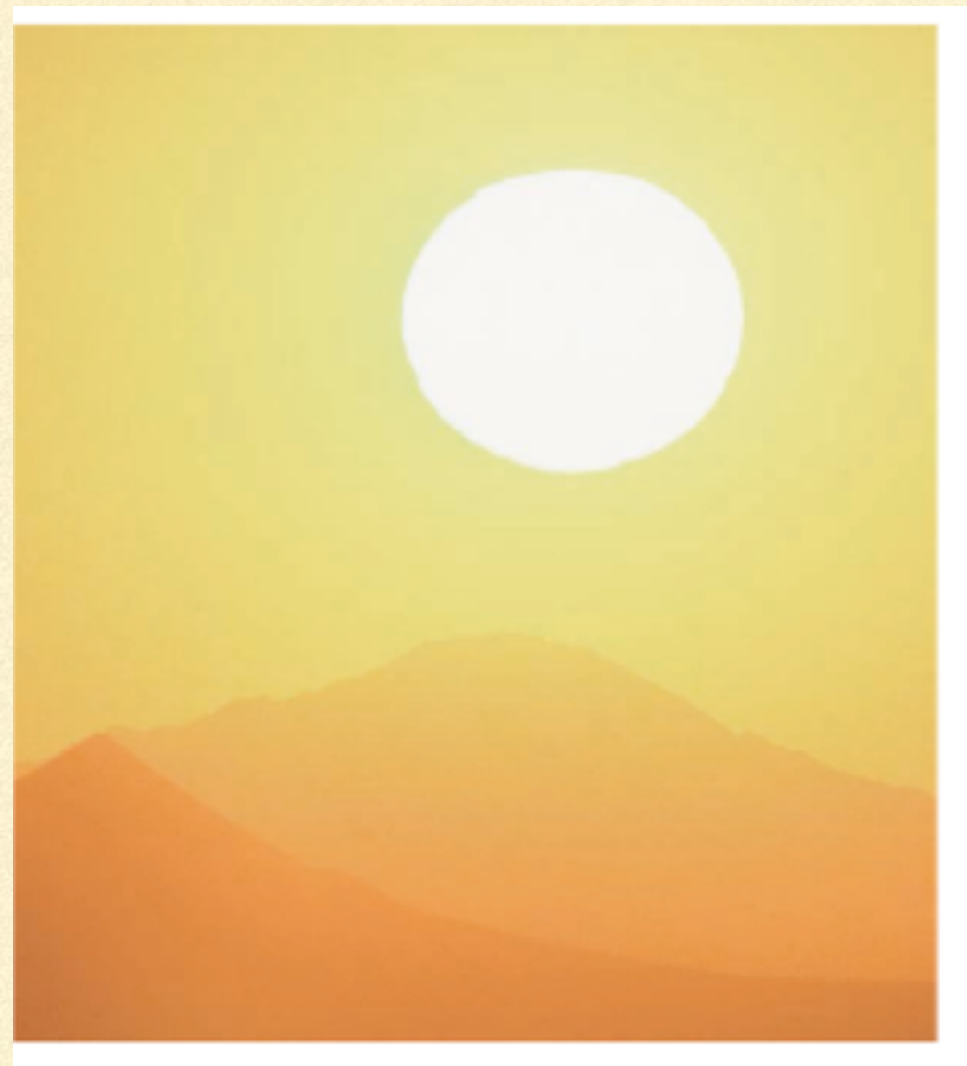
Circulação de varias moléculas



---

# Radiação

---



Radiação: emissão de onda eletromagnéticas

---



---

# RESUMO:

---

- Trabalho: da força peso, da força elástica.
  - Energia cinética e potencial
  - Energia total: teorema trabalho e energia cinética.
  - Potência,
  - Taxas metabólicas
  - Calor: calor específico e latente
-