

Cargas elétricas

Paulo Valim

Transparência elaboradas com base em
Halliday – “Fundamentos da Física” – vol. 3 –
cap. 21

Eletromagnetismo

- Presente em diversos aparelhos usados em nosso dia-a-dia:
 - Celulares, receptores de TV, impressoras laser, motores elétricos
- A física do eletromagnetismo foi estudada pela primeira vez por filósofos gregos (ele perceberam que se um pedaço de âmbar fosse friccionado e depois aproximado de pedaços de palha, estes pedaços de palha eram atraídos pelo âmbar).
- Os filósofos gregos também descobriram uma pedra (ímã natural) que conseguia atrair pequenos pedaços de ferro.

Eletromagnetismo

- As ciências da eletricidade e do magnetismo se desenvolveram separadas até que, em 1820, Hans Christian Oersted descobriu uma ligação entre elas: uma corrente elétrica era capaz de movimentar uma agulha de uma bússula.
- Michel Faraday, James Clerk Maxwell são alguns dos nomes importantes, cujos trabalhos contribuíram para entender melhor a física do eletromagnetismo.

Cargas elétricas

- Observe o experimento e dê uma explicação para o que acontece:

<file:///Applications/PhET/en/simulation/travoltage.html>

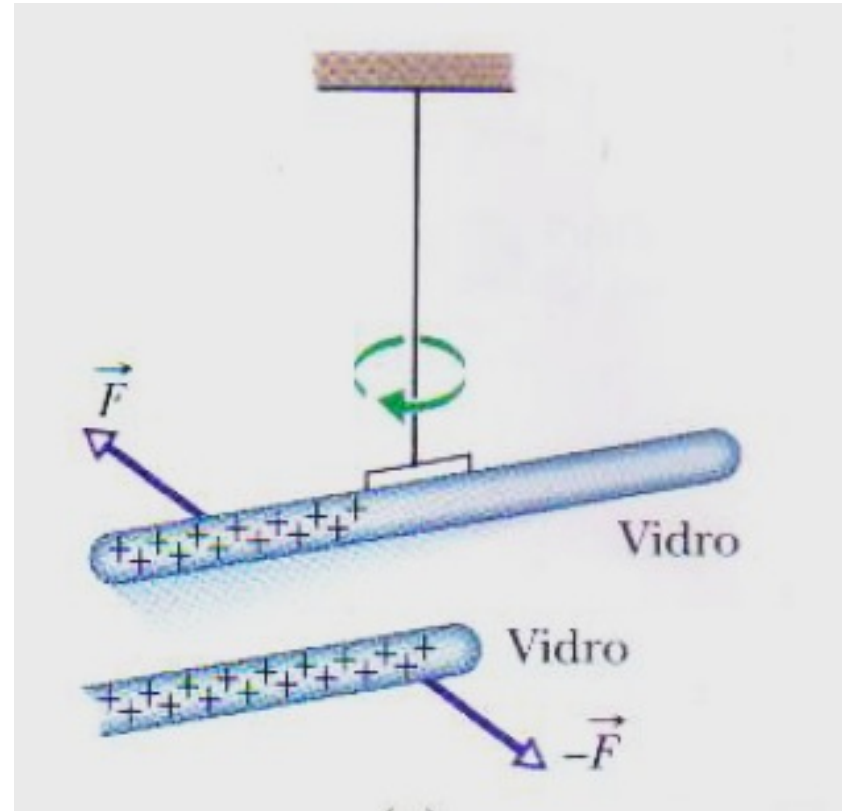
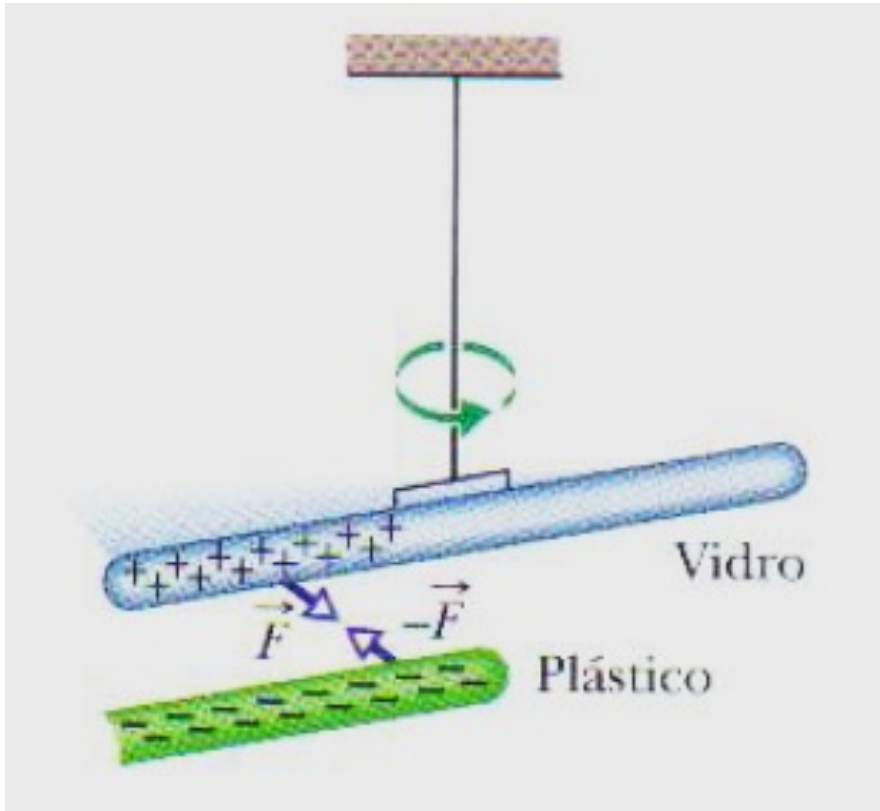
Cargas elétricas

- Carga elétrica é uma propriedade intrínseca das partículas fundamentais de que é feita a matéria;
- Todos os corpos contêm muitas cargas elétricas;
- Por que normalmente não percebemos os efeitos destas cargas elétricas?

Cargas Elétricas

- A grande quantidade de cargas elétricas existentes em qualquer objeto geralmente não pode ser observada porque o objeto contém quantidades iguais de dois tipos de cargas: cargas positivas e cargas negativas.
- Objeto com equilíbrio de cargas → eletricamente neutro.
- Os objetos eletricamente carregados interagem exercendo forças uns sobre os outros.
- <file:///Applications/PhET/en/simulation/balloons.html>

Cargas Eléctricas

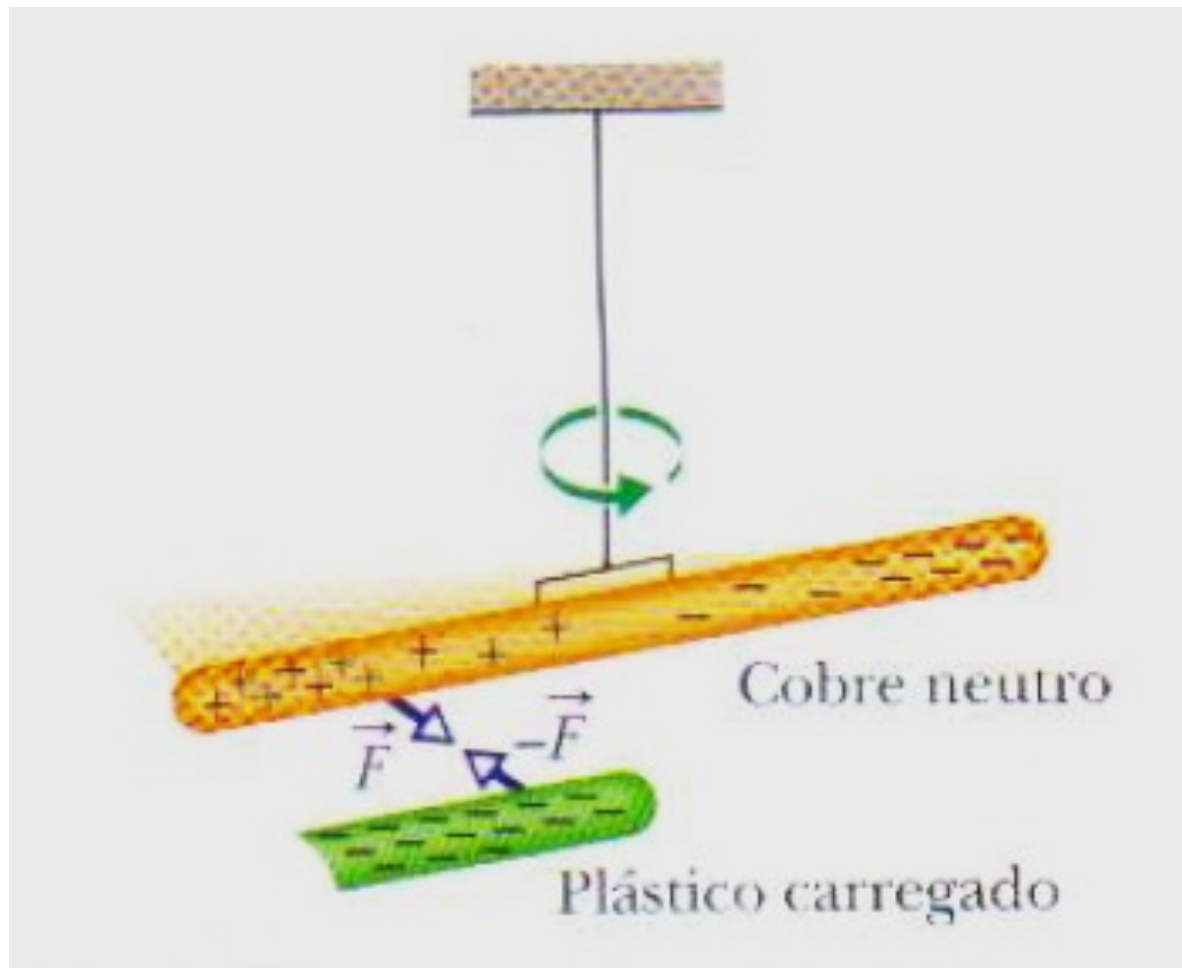


Cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais contrários se atraem

Condutores e Isolantes

- Os materiais podem ser classificados de acordo com a facilidade com a qual as cargas elétricas se movem em seu interior:
 - Condutores: materiais nos quais as cargas elétricas se movem com facilidade;
 - Isolantes: materiais nos quais as cargas elétricas não podem se mover;
 - Semicondutores: materiais com propriedades intermediárias;

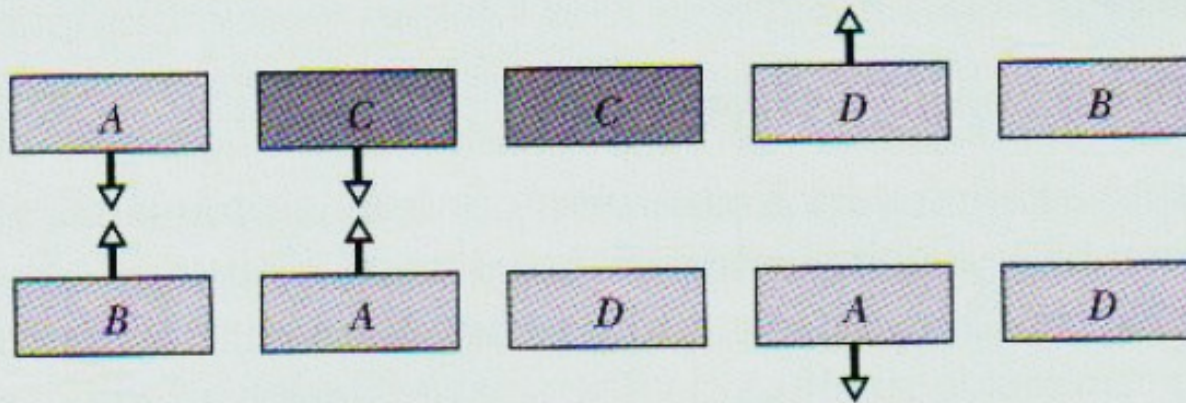
Condutores e Isolantes



Teste 01

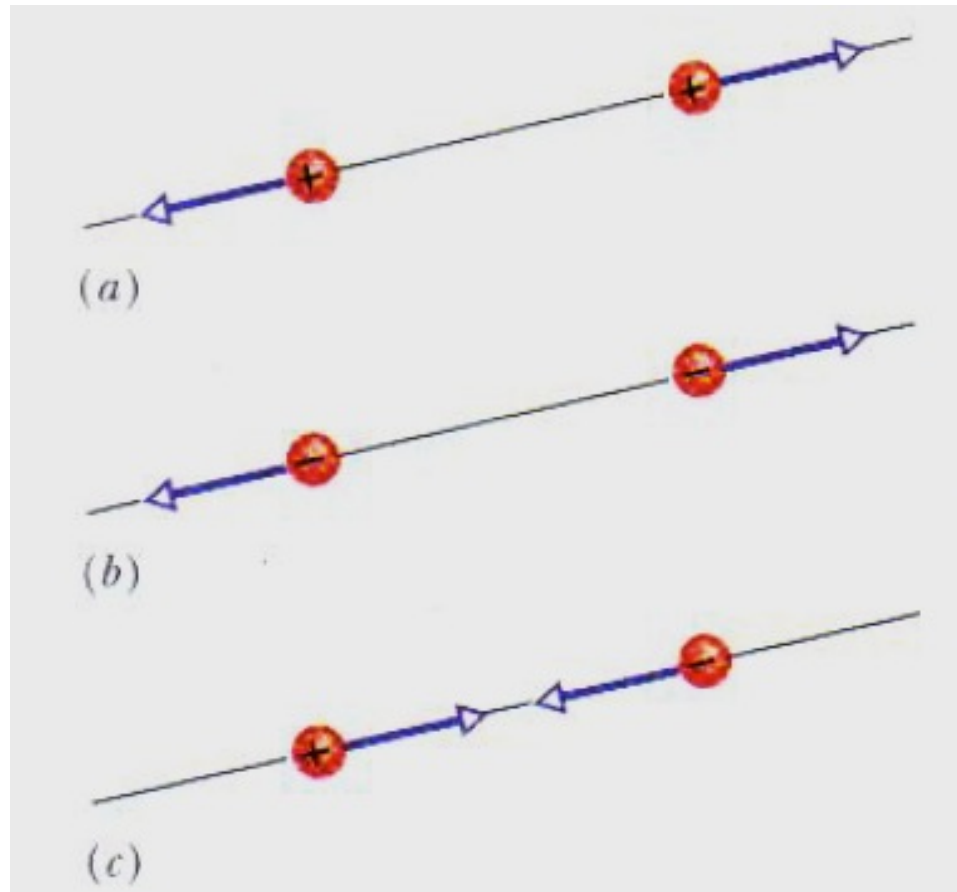
TESTE 1

A figura mostra cinco pares de placa: A , B e D são placas de plástico carregadas, e C é uma placa de cobre eletricamente neutra. As forças eletrostáticas entre três dos pares de placas estão indicadas. Os outros dois pares de placas se atraem ou se repelem?



Lei de Coulomb

- Força eletrostática: força de atração ou de repulsão associada à carga elétrica dos objetos:



Lei de Coulomb

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

- Onde:
 - \hat{r} é o vetor unitário na direção da reta que liga as duas partículas;
 - r é a distância entre as partículas;
 - k é uma constante.
 - q_1 e q_2 são os valores das cargas (unidade: C = [coulombs])

Lei de Coulomb

Constante eletrostática:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,9876 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$$

Permissividade do vácuo:

$$\epsilon_0 = 8,8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$$

Lei de Coulomb

- A força eletrostática obedece o princípio da superposição:

$$\vec{F}_{1tot} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \dots + \vec{F}_{1n}$$

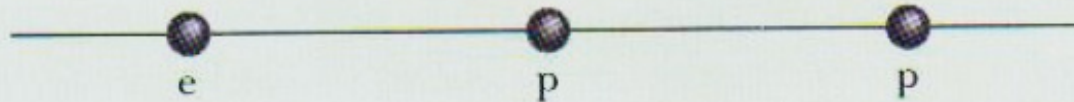
Uma casca com uma distribuição uniforme de carga atrai ou repele uma partícula carregada situada do lado de fora da casca como se toda a carga da casca estivesse situada no centro.

Se uma partícula carregada está situada no interior de uma casca com uma distribuição uniforme de carga, a casca não exerce nenhuma força eletrostática sobre a partícula.

Lei de Coulomb



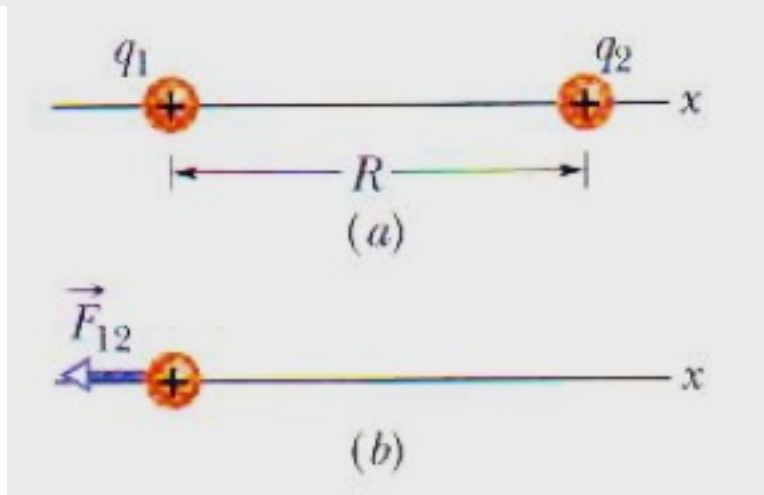
TESTE 2 A figura mostra dois prótons (símbolo p) e um elétron (símbolo e) sobre uma reta. Qual é o sentido (a) da força eletrostática exercida pelo elétron sobre o próton do meio; (b) da força eletrostática exercida sobre o próton do meio sobre o outro próton; (c) da força total exercida sobre o próton do meio?



Lei de Coulomb

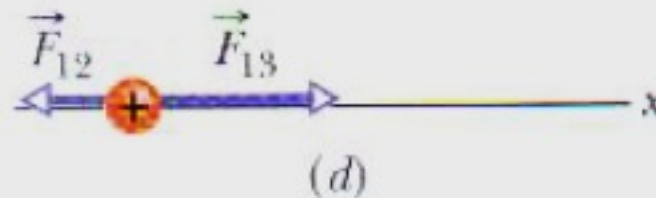
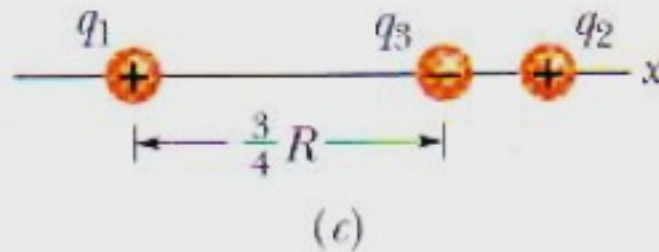
- Exercício:

(a) A Figura 21-9a mostra duas partículas positivamente carregadas situadas em pontos fixos do eixo x . As cargas são $q_1 = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ e $q_2 = 3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$, e a distância entre as cargas é $R = 0,0200 \text{ m}$. Determine o módulo e a orientação da força eletrostática \vec{F}_{12} exercida pela partícula 2 sobre a partícula 1.



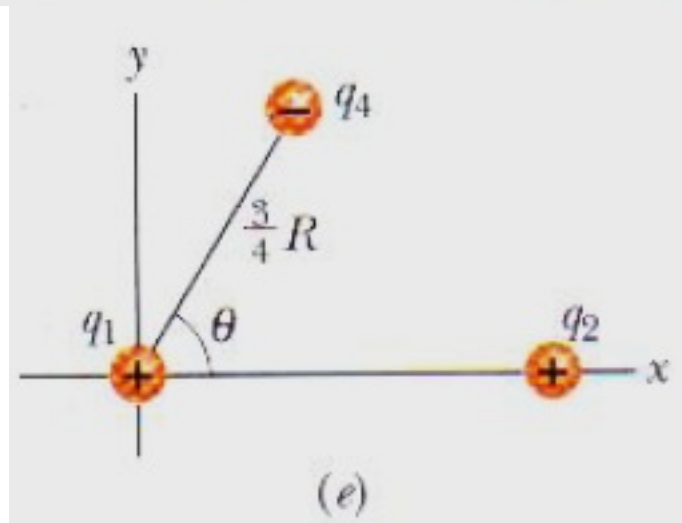
Lei de Coulomb

(b) A Fig. 21-9c é idêntica à Fig. 21-9a, exceto pelo fato de que agora existe uma partícula 3 no eixo x entre as partículas 1 e 2. A partícula 3 tem uma carga $q_3 = -3,20 \times 10^{-19}$ C e está a uma distância $3R/4$ da partícula 1. Determine a força eletrostática $\vec{F}_{1,\text{tot}}$ exercida sobre a partícula 1 pelas partículas 2 e 3.



Lei de Coulomb

(c) A Fig. 21-9e é idêntica à Fig. 21-9a, exceto pelo fato de que agora existe uma partícula 4. A partícula 4 tem uma carga $q_4 = -3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$, está a uma distância $3R/4$ da partícula 1 e está sobre uma reta que faz um ângulo $\theta = 60^\circ$ com o eixo x . Determine a força de atração eletrostática $\vec{F}_{1,\text{tot}}$ exercida sobre a partícula 1 pelas partículas 2 e 4.



Propriedades da carga elétrica

- A carga elétrica é quantizada:
 - Todas as cargas elétricas podem ser escritas na forma de ne , onde n é um número inteiro positivo ou negativo e e é uma constante física conhecida como carga elementar ($\approx 1,602 \times 10^{-19}\text{C}$).
- A carga elétrica é conservada:
 - A carga elétrica em qualquer sistema isolado é constante. Ex.: considere o sistema isolado flanela+ bastão de âmbar. Ao friccionarmos a flanela sobre o bastão de âmbar estaremos criando um desequilíbrio de cargas sobre o bastão e a flanela. Porém, o total de cargas do sistema não mudou.

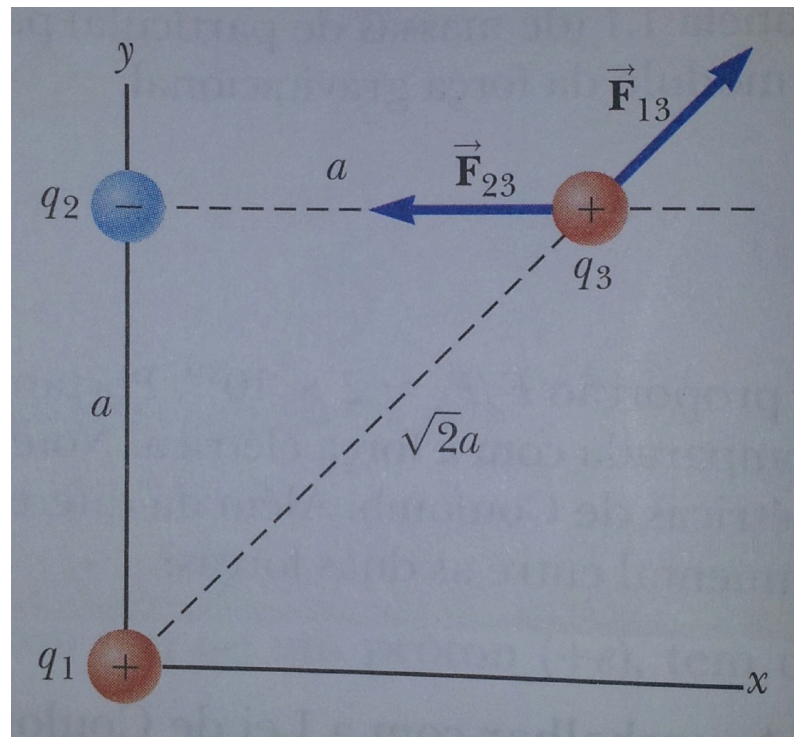
Exercícios

- 1) O elétron de um átomo de hidrogênio estão separados (em média) por uma distância de aproximadamente $5,3 \times 10^{-11}$ m. Determine o módulo das forças elétricas e gravitacional entre as partículas.

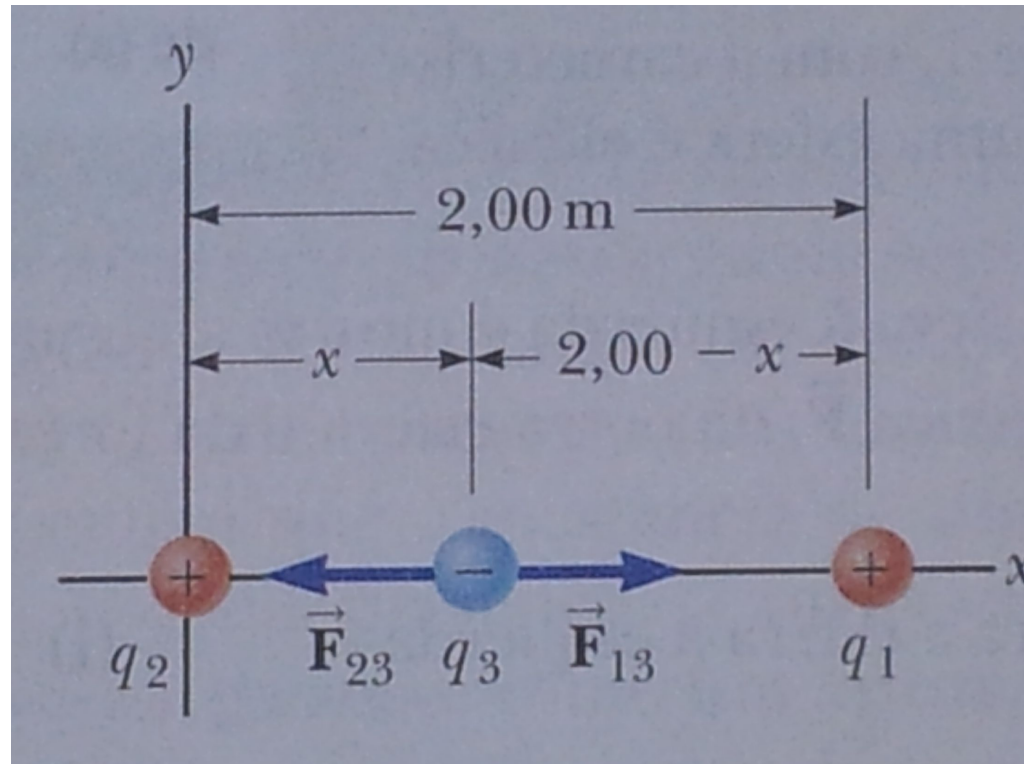
dados:

- carga elétrica = $1,6021765 \times 10^{-19}$ C
- massa elétron = $9,1094 \times 10^{-31}$ kg
- massa próton = $1,67262 \times 10^{-27}$ kg
- constante gravitacional (G) =
 $6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg²

2) Considere três cargas pontuais localizadas nos vértices de um triângulo retângulo, como mostra a figura abaixo, onde $q_1 = q_3 = 5,00 \mu\text{C}$, $q_2 = -2 \mu\text{C}$ e $a = 0,100 \text{ m}$. Determine a força resultante exercida sobre q_3 .



3) Três cargas pontuais estão localizadas no eixo x, como mostra a figura abaixo. A carga positiva $q_1 = 15,0 \mu\text{C}$ está em $x = 2,00\text{m}$, a $q_2 = 6,00 \mu\text{C}$ na origem e a força resultante sobre q_3 é zero. Qual é a coordenada x de q_3 ?



4) Duas pequenas e idênticas esferas carregadas, cada uma com uma massa de $3,00 \times 10^{-2}$ kg, estão suspensas em equilíbrio, como mostra a figura ao lado. O comprimento L de cada corda é de 0,150 m e o ângulo θ é de $5,00^\circ$. Determine o módulo da carga em cada esfera.

