



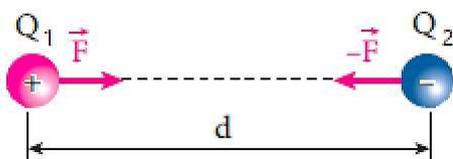
16 - Força elétrica

Prof. Mauro

The slide contains the Colégio Aplicativo logo in the top left corner. The main content is centered and includes the chapter title '16 - Força elétrica' and the professor's name 'Prof. Mauro', both in a green font. The background features the same decorative blue and green geometric patterns as the top slide.

✓ Lei de Coulomb

Em 1785, o físico francês Charles Augustin Coulomb, constatou que a intensidade da força elétrica é diretamente proporcional ao produto das quantidades de carga elétrica de cada corpo e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.



$$F = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}$$

Onde:

Grandeza	Unidade no SI
F ⇒ intensidade da força elétrica	F em newton (N)
k ⇒ uma constante que depende do meio	k em N.m ² /C ² .
Q ₁ e Q ₂ ⇒ quantidades de carga elétrica dos corpos	Q ₁ e Q ₂ em coulomb (C)
d ⇒ distância de separação entre os corpos	d em metro (m)

Para o vácuo, a constante k vale aproximadamente $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$.

Em relação à expressão

$$F = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}$$

- mantendo-se a distância entre os corpos e dobrando-se a quantidade de carga elétrica de cada corpo, a intensidade da força elétrica quadruplica.
- mantendo-se a quantidade de carga elétrica de cada corpo e dobrando-se a distância de separação entre eles, a intensidade da força elétrica se reduz a um quarto do valor original.
- mudando-se o meio no qual estão imersas as cargas, muda a intensidade da força elétrica.

Q ₁	Q ₂	D	F
q ₁	q ₂	d	F
2q ₁	2q ₂	d	4F
3q ₁	q ₂	d	3F
q ₁	q ₂	d/2	4F
q ₁	q ₂	2d	F/4
q ₁	q ₂	3d	F/9

QUESTÃO RESOLVIDA ✓

- 1 Duas cargas elétricas puntiformes, imersas no vácuo, $Q_1 = -2 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 3 \mu\text{C}$, estão separadas pela distância de 2 m.
- Caracterizar a ação elétrica entre elas.
 - Faça um esquema contendo as duas cargas e o vetor força aplicado a cada uma delas.
 - Se as cargas são diferentes, por que as intensidades das forças são iguais?

Resolução:

a) A intensidade da força elétrica entre elas é dada por:

$$F = k \frac{|Q_1 Q_2|}{d^2}$$

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{2^2} \Rightarrow F = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

A direção da força é a mesma do segmento de reta que une as cargas; como ambas possuem sinais diferentes, a força será de atração.

Resposta: $F = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ N}$, de atração.



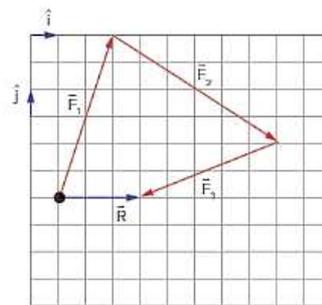
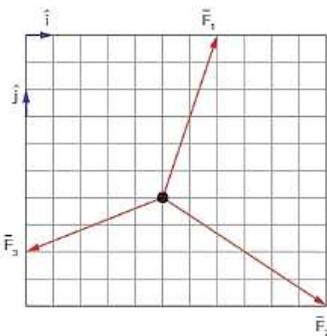
$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

c) Trata-se de um par ação e reação. Possuem mesma intensidade, mesma direção e sentidos contrários, estando aplicadas uma em cada corpo. A intensidade de ambas depende do produto das duas cargas.

✓ Princípio da superposição

Se um corpo eletrizado estiver sob a ação de várias forças elétricas, a força elétrica resultante será a soma vetorial das forças elétricas que estão agindo no corpo.

$$\vec{F}_R = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$



$$\begin{aligned} \vec{F}_1 &= 2\hat{i} + 6\hat{j} \\ \vec{F}_2 &= 6\hat{i} - 4\hat{j} \\ \vec{F}_3 &= -5\hat{j} - 2\hat{j} \\ \vec{F}_R &= 3\hat{i} \end{aligned}$$

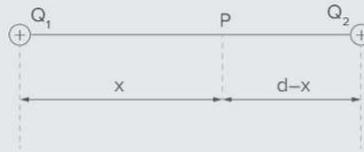
QUESTÕES RESOLVIDAS ✓

2 Duas cargas pontuais $Q_1 = 4q$ e $Q_2 = q$, ambas positivas e fixas, estão no vácuo separadas pela distância $d = 0,90$ m. Deseja-se colocar uma terceira carga Q_3 , situada entre as duas primeiras de forma que fique em equilíbrio.

- a) A que distância de Q_1 devemos colocar Q_3 ?
 b) A carga Q_3 pode ser negativa?

Resolução:

a) Na figura seguinte destacamos o ponto P, no qual a resultante deve ser nula.



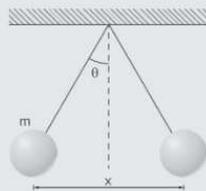
Considerando-se que a carga Q_3 colocada nesse ponto seja positiva, ela será repelida por Q_1 e Q_2 , com forças opostas, logo:

$$k \frac{Q_1 \cdot Q_3}{x^2} = k \frac{Q_2 \cdot Q_3}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{x}{d-x} = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}}$$

Como $\sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}} = 2$, obtemos $x = 2d - 2x \Rightarrow x = 0,6$ m.

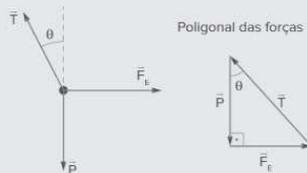
b) O equacionamento seria o mesmo para $Q_3 < 0$; logo, a carga Q_3 pode ser negativa.

3 UFMS Duas esferas de mesma massa m e mesmo raio r são presas a um anteparo horizontal, de forma a ficarem sob ação da gravidade. Então são eletrizadas, permanecendo separadas, devido à força de repulsão elétrica, por uma distância x , segundo a figura abaixo. Determine a expressão para a carga elétrica q . (Considere a constante eletrostática igual a k .)



Resolução:

Considerando-se, por exemplo, a esfera à direita, temos:



$$\text{tg } \theta = \frac{F_E}{P}, \text{ logo } \text{tg } \theta = \frac{kq^2}{x^2 mg} \Rightarrow |q| = x \sqrt{\frac{mg \cdot \text{tg } \theta}{k}}$$

✓ Aplicando conhecimentos

5 EEAR-SP 2017 Duas cargas são colocadas em uma região onde há interação elétrica entre elas. Quando separadas por uma distância d , a força de interação elétrica entre elas tem módulo igual a F . Triplicando-se a distância entre as cargas, a nova força de interação elétrica em relação à força inicial será

- (a) diminuída 3 vezes
- (b) diminuída 9 vezes
- (c) aumentada 3 vezes
- (d) aumentada 9 vezes

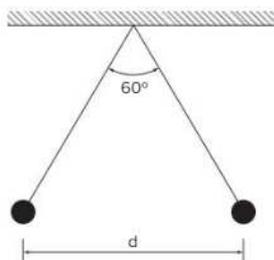
7 IFSul-RS 2015 Considere duas cargas elétricas pontuais, sendo uma delas Q_1 , localizada na origem de um eixo x , e a outra Q_2 , localizada em $x = L$. Uma terceira carga pontual, Q_3 , é colocada em $x = 0,4L$. Considerando apenas a interação entre as três cargas pontuais e sabendo que todas elas possuem o mesmo sinal, qual é a razão $\frac{Q_2}{Q_1}$ para que Q_3 fique

submetida a uma força resultante nula?

- (a) 0,44
- (b) 1,0
- (c) 1,5
- (d) 2,25

✓ Consolidando saberes

10 ESPM-SP Dois pêndulos elétricos idênticos, de peso 1,0 N e comprimento 10 cm, estão igualmente carregados. No equilíbrio formam um ângulo de 60° , como mostra a figura.



A distância "d" entre as duas cargas é:
 (a) 5 cm (d) 20 cm
 (b) 10 cm (e) 25 cm
 (c) 15 cm

Aplicando conhecimentos

1.
 - a) Os sinais de Q_1 e Q_2 são opostos.
 - b) Como Q_1 é repelida por uma carga positiva, então Q_1 é positiva. Como Q_1 é positiva e é atraída por Q_2 , então Q_2 é negativa.
2. E
3. E
4. A
5. B
6. D
7. D
8. E
9. 37 nC

Consolidando saberes

1. C
2. D
3.
 - a) $5 \cdot 10^9$.
 - b) Eletrização por atrito:
 $Q = -8 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
 - c) $I = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ A}$
 - d) $F = 6,4 \cdot 10^8 \text{ N}$
4. $a = 9 \text{ m/s}^2$
5. C
6. B
7.
 - a) $F = 1 \cdot 10^3 \text{ N}$
 - b) $|Q| = 1 \cdot 10^{-4} \text{ C}$
8. B
9. D
10. B
11. A
12. C
13. Soma: $01 + 02 = 03$

SUPERAÇÃO

B