

Carga eléctrica; Condutores e isoladores; Lei de Coulomb; Campo eléctrico; Movimentos de cargas pontuais em campos eléctricos

1. Um prego de Fe ($Z = 26$, massa molar = 55.847 g/mol) tem uma massa de 3g . Qual é a carga correspondente a todos os electrões do prego? (R: $\sim 134\text{kC}$)
2. Durante 2007 a equipa de F1 McLaren foi multada em cem milhões (10^8) de dólares americanos pela FIA, devido a espionagem. Parece um valor muito elevado, mas de facto isso é relativo! Se a cada um dos cerca de dez milhões de portugueses fosse atribuído aquele número não de dólares mas de electrões, qual a percentagem do nº de electrões distribuídos pelos portugueses relativamente ao nº de electrões do prego de Fe, com 3 g , da questão anterior?
3. Um bastão de plástico é friccionado com um pano de lã e adquire a carga de $-8 \mu\text{C}$. Quantos electrões foram transferidos do tecido de lã para o bastão de plástico? (R: $\sim 5 \times 10^{13}$ electrões)
4. Richard Feynman no Volume 2 do seu Physics Lectures, na primeira página do Capítulo 1, Electromagnetism, descreve o extraordinário equilíbrio que existe entre cargas positivas e negativas na matéria e como disso depende a estabilidade do mundo tal como o conhecemos. A certa altura, no terceiro parágrafo, diz:

“ Ainda assim, tão perfeito é o balanço [entre cargas positivas e negativas no corpo humano] que mesmo que se se colocar perto de alguém não sentirá qualquer força. Se estivesse a um braço de distância de alguém e se ambos tivessem 1% de electrões a mais do que de prótons, a força de repulsão seria incrível. Quão grande? Suficiente para levantar o Empire State Building? Não! Suficiente para levantar o Monte Everest? Não! A repulsão seria suficiente para levantar um "peso" equivalente à massa da Terra.”


Demonstre a veracidade desta afirmação de R. Feynman.

Nota: Apesar de se poder encontrar à volta de 60 elementos químicos distintos no corpo humano, 99% do número total dos átomos são hidrogénio (63%), oxigénio (24%) e carbono (12%). (R: $F \sim 6 \times 10^{25} \text{ N}$)

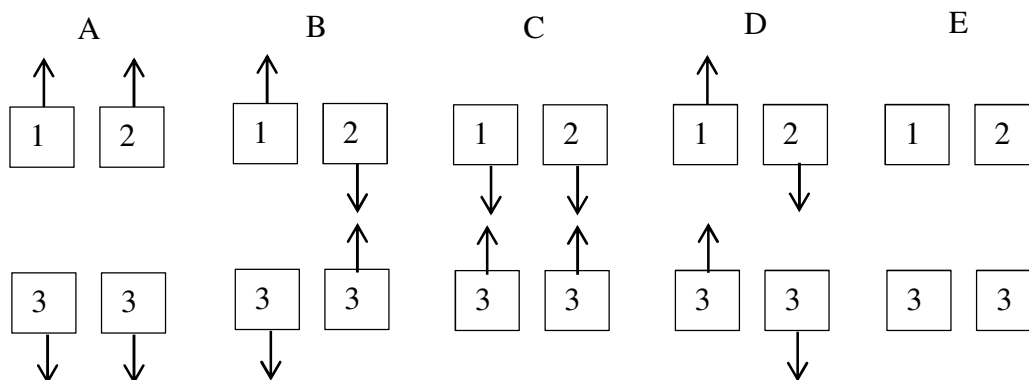
5. A distância média entre o electrão e o protão no átomo de hidrogénio é de 5.3×10^{-11} m. Qual é o módulo da força de atração entre as duas partículas devido às suas cargas eléctricas? Compare a intensidade da força gravítica com a intensidade da força eléctrica exercida pelo protão no electrão.

($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C; $m_p = 1.7 \times 10^{-27}$ kg; $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg; $K = 9 \times 10^9$ Nm²/C; $G = 6.7 \times 10^{-11}$ Nm²/kg)

(R: $F_e = 8.2 \times 10^{-9}$ N; $F_g = 3.6 \times 10^{-47}$ N)

6. Considere dois grãos de poeira de 500 μ m de diâmetro e densidade 2.8 g/cm³. Calcule o número de electrões que cada grão de poeira teria de ter a mais, para que a força de Coulomb compense a atração gravitacional entre eles ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm²kg⁻²). Nota: Despreze a massa dos electrões. (R: ~230 000 electrões) 

7. Os cubos 1 e 2 são de plástico, estão carregados e quando são colocados na proximidade um do outro atraem-se mutuamente. O cubo 3 é um condutor neutro. Qual das figuras seguintes ilustra as forças entre os cubos 1 e 3 e 2 e 3?

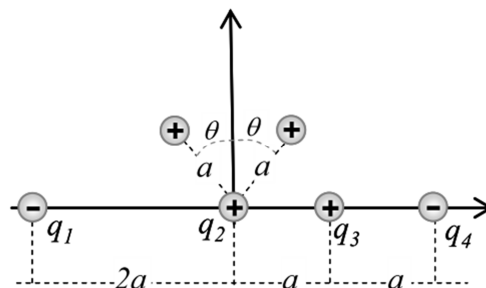


8. Duas esferas condutoras idênticas A e B, electricamente isoladas, estão separadas por uma distância a (muito maior que o diâmetro das esferas). A esfera A tem uma carga positiva $+Q$; a esfera B está electricamente neutra.

a) Suponha que as esferas são momentaneamente ligadas por um fio condutor. Qual será a força entre as esferas depois de o fio ter sido removido?

b) Suponha que a esfera A é agora ligada, durante alguns instantes, à terra; depois da ligação ser removida as esferas são novamente colocadas à distância a , uma da outra. Nessa altura, qual será a força que atua em cada uma das esferas?

9. A figura mostra seis partículas, de módulo igual a $3 \times 10^{-6} \text{ C}$; os sinais das cargas e as suas posições são indicados na figura, onde $a = 2.0 \text{ cm}$ e $\theta = 30^\circ$. Calcule a força resultante que atua na partícula q_2 .
(R: $\vec{F} = -202.5\hat{i} - 350.7\hat{j} \text{ N}$)



10. Duas esferas condutoras idênticas, mantidas fixas a uma distância de 50 cm uma da outra, atraem-se com uma força electrostática de módulo igual a 0.108 N. As esferas são ligadas por um fio condutor. Quando o fio é removido, as esferas repelem-se com uma força de 0.0360 N. Quais eram as cargas iniciais das esferas? (R: $Q_1 = 2.89 \mu\text{C}$; $Q_2 = -1.038 \mu\text{C}$)

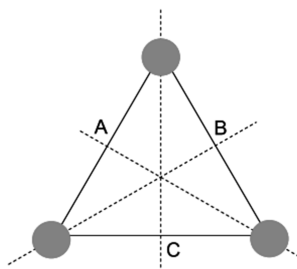
11. Duas cargas de $3 \mu\text{C}$, uma positiva e outra negativa, encontram-se separadas por uma distância de 10cm. Indique, justificando:

- Qual é a direção do campo eléctrico em qualquer ponto sobre a recta mediatriz do segmento de recta que une as duas cargas.
- Haverá algum ponto sobre a recta que passa pelas duas cargas em que o campo eléctrico se anule? Justifique.

12. Duas cargas livres puntiformes $+q$ e $+4q$ estão a uma distância L uma da outra. Uma terceira carga é colocada de tal modo que todo o sistema fica em equilíbrio. Determine a posição, o módulo e o sinal da terceira carga. Este equilíbrio é estável?

13. Três cargas Q , iguais e do mesmo sinal, estão localizadas nos vértices de um triângulo equilátero.

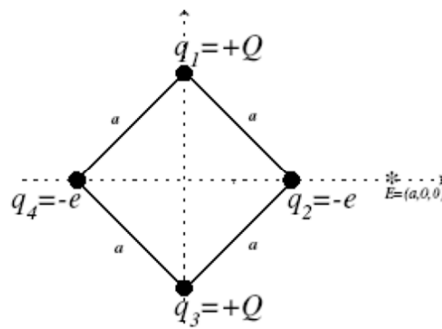
- Qual é o valor da carga a colocar no centro do triângulo para que a força resultante em cada carga seja nula? (R: $Q_0 = 0.577 Q$)
- Qual o campo eléctrico nos pontos A, B e C?



14. Considere a distribuição constituída por quatro cargas eléctricas puntiformes colocadas nos vértices de um quadrado de lado $a = 0.05 \text{ cm}$ (ver figura). Sendo $q_2=q_4=-e$ e $q_1=q_3=+10e$, em que $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

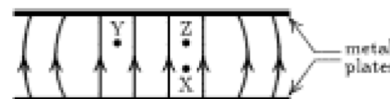
a) Qual é o valor da força eléctrica resultante que atua na carga q_2 ? (R: $\vec{F} = \frac{-27.3Ke^2}{a^2} \hat{i} \text{ N}$)

b) Calcule o valor do campo eléctrico no ponto O, de coordenadas cartesianas (0,0,0). (R: 0)



15. A figura mostra o campo eléctrico provocado por duas placas metálicas paralelas, carregadas. Pode-se concluir que:

a) A placa superior tem carga positiva e a inferior negativa.



- b) Um protão em X fica sujeito à mesma força que quando é colocado em Y.
- c) Um protão em X fica sujeito a uma força maior do que outro colocado em Z.
- d) Um protão em X fica sujeito a uma força menor do que outro colocado em Z.
- e) Um electrão em X pode ter o seu peso contrabalançado pela força eléctrica.

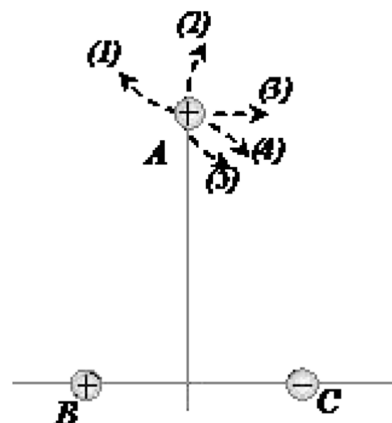
Nota: Admita que as dimensões das placas são muito maiores que a distância entre elas.

16. Duas partículas pontuais, de cargas q_1 e q_2 estão colocadas a uma distância r uma da outra. Num ponto P situado no segmento que une as duas cargas, o campo eléctrico é nulo. Pode-se concluir que:

- a) As cargas q_1 e q_2 são do mesmo sinal.
- b) O ponto P tem que estar a igual distância de ambas as cargas.
- c) As cargas q_1 e q_2 têm que ter magnitudes diferentes
- d) As cargas q_1 e q_2 são do mesmo sinal, mas têm o que ter magnitudes diferentes
- e) As cargas q_1 e q_2 são a mesma magnitude, mas sinais diferentes.

17. Determine qual deve ser a magnitude de um campo eléctrico \vec{E} de forma a que um electrão colocado nesse campo fique sujeito a uma força eléctrica igual ao próprio peso.
(R: $E = 9.8 m_e / q_e$)

18. Três pequenas esferas, A, B e C possuem cargas do mesmo módulo. Em A e B a carga é positiva, enquanto em C a carga é negativa. As esferas estão localizadas nas posições indicadas na figura. Se B e C estiverem fixas e A for solta, qual das linhas tracejadas indica a trajetória seguida pela carga A?



19. Um electrão com velocidade $\vec{v}_0 = 2 \times 10^6 \hat{i}$ m/s entra numa região onde existe um campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -1000 \hat{i}$ N/C.

a) Calcule a aceleração a que fica sujeito. (R: $\vec{a} = 1.75 \times 10^{14} \hat{i}$ m/s²)

b) Que distância percorre o electrão até ao instante em que a sua velocidade se anule? O que acontece após esse instante? (R: a velocidade não se anula...)

c) Um electrão com velocidade $\vec{v}_0 = 10^6 \hat{i}$ m/s entra numa região onde existe um campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -2000 \hat{i}$ N/C.

c1) Calcule a aceleração a que fica sujeito. (R: $\vec{a} = 3.5 \times 10^4 \hat{i}$ m/s²)

c2) Calcule a velocidade ao fim de 10s. (R: $\vec{v} = 1.35 \times 10^6 \hat{i}$ m/s)

c3) Calcule a distancia que percorreria ao fim de 10s, se não encontrasse nenhum obstáculo. (R: $d = 1.175 \times 10^7$ m)

20. Duas cargas puntiformes de $q_1 = 5 \mu\text{C}$ e $q_2 = -5 \mu\text{C}$ estão localizadas nos pontos $P_1 = (1 \text{ m}, 3 \text{ m})$ e $P_2 = (2 \text{ m}, -2 \text{ m})$ respectivamente.

a) Calcular o campo eléctrico no ponto $P_3 = (-1 \text{ m}, 0)$. (R: $\vec{E} = 0.96 \hat{i} - 4.8 \hat{j}$ V/m)

b) Calcular a força que atua num electrão colocado no ponto P_3 .