

**CAPÍTULO II- ENERGIA E POTENCIAL ELÉCTRICO**

1. Geralmente, engenheiros e cientistas definem o potencial eléctrico da superfície da terra como zero. Se, em vez disso o potencial da terra fosse definido como 100V, que efeito isso teria nos valores medidos de (a) potencial; (b) diferenças de potencial;
2. Considere que existe um planeta onde a aceleração gravítica é aproximadamente igual à da terra ( $9.8000 \text{ m/s}^2$ ) mas onde existe um campo eléctrico forte, dirigido para o planeta, que é uniforme junto da superfície. Uma bola de 2 kg de massa e  $5 \mu\text{C}$  de carga é lançada verticalmente para cima, com uma velocidade de 20.1 m/s. A bola atinge o solo após um intervalo de tempo de 4.10 s. Qual a diferença de potencial entre o ponto de lançamento da bola e o ponto mais alto da trajectória? ( $\Delta V = 40.39 \times 10^3 \text{ V}$ )
3. Num relâmpago típico a diferença de potencial entre uma nuvem e a terra é de  $1.0 \times 10^9 \text{ V}$  e a quantidade de carga transferida é de 30C.
  - a) Qual é a variação de energia da carga transferida? ( $\Delta U = 30 \times 10^9 \text{ J}$ )
  - b) Se toda essa energia pudesse ser utilizada para acelerar um carro de massa 1000kg, desde o repouso, qual seria a velocidade atingida pelo carro? ( $v = 7746 \text{ m/s}$ )
4. A distância média entre o electrão e o protão no átomo de H é  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ .
  - a) Calcule o potencial eléctrico à distância  $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  do protão. ( $V = 27.17 \text{ V}$ )
  - b) Calcule a energia potencial do sistema protão/electrão do átomo de hidrogénio. ( $U = 4.35 \times 10^{-18} \text{ J}$ )

**Nota:** se o electrão do hidrogénio estivesse em repouso, a energia de ionização seria 27.2 eV. O electrão move-se com uma energia cinética 13.6 eV, em consequência a sua energia total é  $-27.2 + 13.6 = -13.6 \text{ eV}$ . Esta é a razão porque é necessária uma energia de 13.6 eV para ionizar um átomo de H.
5. Em reacções de fissão nuclear, o urânio  $^{235}\text{U}$  capta um neutrão e divide-se em 2 núcleos mais leves, normalmente um núcleo de bário ( $Z(\text{Ba}) = 56$ ) e um núcleo de kriptón ( $Z(\text{Kr}) = 36$ ). Assuma que ambos os núcleos resultantes são cargas pontuais separadas por  $14.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ . Calcule a energia potencial deste sistema. ( $\sim 200 \text{ MeV}$ )

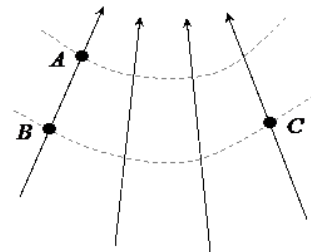
Nota: A distância  $14.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  corresponde à soma dos raios dos 2 núcleos. Após a fissão os núcleos separam-se rapidamente devido à repulsão electrostática. A energia potencial é transformada em energia cinética e térmica.
6. Um positrão possui a mesma carga de um protão, mas a sua massa é igual à de um electrão. Suponha que um positrão percorre uma distância de 5.2 cm, no sentido e direcção do campo, numa região onde existe um campo eléctrico uniforme de 480 V/m.
  - a) Qual a variação da energia potencial do positrão? ( $\Delta U = -4 \times 10^{-18} \text{ J}$ )
  - b) Qual a variação da energia cinética do positrão ( $\Delta E_c = 4 \times 10^{-18} \text{ J}$ )

7. Solta-se um balão cheio de hélio que possui uma carga  $q = -5.5 \times 10^{-8} \text{ C}$ , e este sobe verticalmente 520m. Sabendo que geralmente, na atmosfera próxima da superfície terrestre existe um campo eléctrico de cerca de  $150 \text{ N/C}$ , direccionado para baixo, calcule a diferença de potencial eléctrico do balão entre as duas posições? ( $\Delta V = 78 \text{ kV}$ )

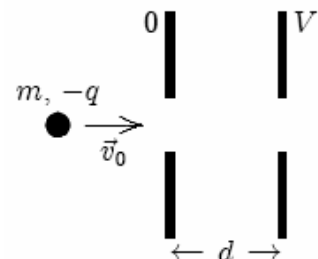
8. Considere três pontos, A de coordenadas  $x_A=1, y_A=4$ , B de coordenadas  $x_B=1, y_B=1$  e C de coordenadas  $x_C=4, y_C=4$ , situados numa região em que existe um campo eléctrico uniforme  $\vec{E} = -4 \times 10^4 \hat{j} \text{ (N/C)}$ .

- a) Determine o trabalho realizado pelo campo eléctrico no deslocamento de uma carga de  $1 \text{ C}$  desde A até B e de B até C. ( $W_{A \rightarrow B} = 12 \times 10^4 \text{ J}$ ;  $W_{B \rightarrow C} = -12 \times 10^4 \text{ J}$ )
- b) Determine as diferenças de potencial  $V_B - V_A$ ,  $V_B - V_C$  e  $V_C - V_A$ . ( $V_B - V_A = -12 \times 10^4 \text{ V}$ ;  $V_B - V_C = 12 \times 10^4 \text{ V}$ ;  $V_C - V_A = 0 \text{ V}$ )

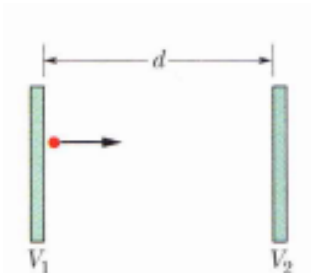
9. Na figura as linhas rectas representam linhas de campo e as curvas, a tracejado, linhas equipotenciais. Quando um electrão se move de A até B o trabalho realizado pelo campo eléctrico é  $3.94 \times 10^{-19} \text{ J}$ . Calcule as diferenças de potencial  $V_B - V_A$ ,  $V_C - V_B$  e  $V_C - V_A$ . ( $V_B - V_A = 2.46 \text{ V}$ ;  $V_C - V_B = 0 \text{ V}$ ;  $V_C - V_A = 2.46 \text{ V}$ )



10. Uma partícula de massa  $m$  e carga  $-q$  é projectada com velocidade  $v_0$  numa região entre duas placas paralelas, como se mostra na figura. A diferença de potencial entre as duas placas é  $V$  e a sua separação é  $d$ . Calcule a variação de energia cinética da partícula quando atravessa a região entre as placas.



11. Uma partícula carregada (um protão ou um electrão) move-se para a direita, entre duas placas paralelas, com uma velocidade inicial de  $25 \text{ m/s}$ , conforme se ilustra na figura. As placas encontram-se separadas por uma distância  $d = 2.0 \text{ mm}$  e os potenciais das placas são  $V_1 = -70.0 \text{ V}$  e  $V_2 = -50.0 \text{ V}$ . Verifica-se que a partícula sofre uma desaceleração.



- a) A partícula carregada é um protão ou um electrão?
- b) Qual a velocidade da partícula quando atinge a placa 2? ( $v = 6.53 \times 10^4 \text{ m/s}$ )

12. Numa dada região do espaço actua um campo eléctrico uniforme de  $(2\text{kN/C})$  na direcção  $x$ . Uma carga puntiforme  $Q = 3\text{ C}$  é solta, em repouso na origem.

- Calcule a energia cinética da carga quando passa na posição  $x = 4\text{m}$ . ( $E_c = 24 \times 10^3 \text{ J}$ )
- Qual é a variação de energia potencial entre os pontos  $x = 0$  e  $x = 4\text{m}$ ? ( $\Delta U = -24 \times 10^3 \text{ J}$ )
- Qual é a diferença de potencial entre os pontos  $x = 0$  e  $x = 4\text{m}$ ? ( $\Delta V = 8 \times 10^3 \text{ V}$ )

13. Um campo eléctrico uniforme tem o sentido do semi-eixo negativo  $xx'$ . As coordenadas dos pontos  $a$  e  $b$  são respectivamente  $(2\text{m}, 0)$  e  $(6\text{m}, 0)$ .

- A diferença de potencial  $(V_b - V_a)$  é positiva ou negativa? ( $V_b - V_a > 0$ )
- Se o módulo de  $(V_b - V_a)$  for  $10^5 \text{ V}$ , qual é o módulo  $E$  do campo eléctrico? ( $E = 25 \times 10^3 \text{ N/C}$ )

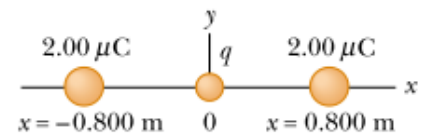
14. Uma esfera de raio  $60\text{ cm}$  tem o seu centro na origem. Sobre o "equador" da esfera, espaçadas entre si de  $60^\circ$  estão 6 cargas de  $3\mu\text{C}$ .

- Qual é o potencial eléctrico na origem? ( $V = 2.46 \times 10^5 \text{ V}$ )
- Qual é o potencial eléctrico no "polo norte" da esfera? ( $V = 1.9 \times 10^5 \text{ V}$ )

15. Calcular a energia potencial electrostática de um sistema constituído por quatro cargas puntiformes, colocadas nos vértices de um quadrado de  $4\text{ m}$  de lado, nas seguintes situações:

- Todas as cargas têm um valor de  $+2\mu\text{C}$ . ( $U = 48.7 \times 10^{-3} \text{ J}$ )
- Uma das cargas é negativa  $(-2\mu\text{C})$  e as outras três são positivas  $(+2\mu\text{C})$ . ( $U = 0$ )

16. Duas cargas de  $2\mu\text{C}$  estão colocadas em dois pontos, conforme se mostra na figura, e uma carga de prova positiva  $q = 1.28 \times 10^{-18} \text{ C}$ , na origem.

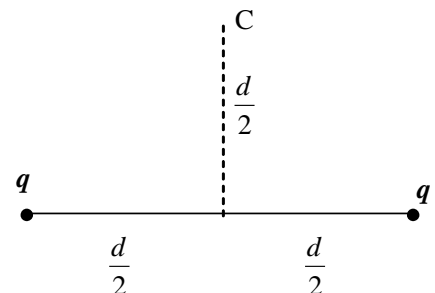


- Qual é a força resultante exercida sobre  $q$  pelas duas cargas de  $2\mu\text{C}$ ? ( $F_R = 0$ )
- Caracterize o campo eléctrico, originado pelas duas cargas de  $2\mu\text{C}$ , na origem? ( $E_R = 0$ )
- Qual é o potencial  $V$  provocado pelas duas cargas de  $2\mu\text{C}$ , na origem? ( $V = 45 \times 10^3 \text{ V}$ )

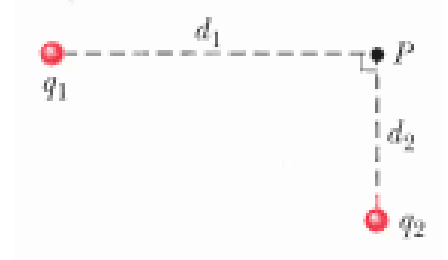
17. Duas cargas iguais  $q = 2.0\mu\text{C}$  estão separadas por uma distância  $d = 2\text{cm}$  como está indicado na figura seguinte.

Determine:

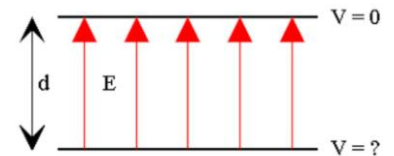
- a energia potencial do sistema de cargas; ( $U = 1.8 \text{ J}$ )
- o potencial eléctrico no ponto  $C$ ; ( $V = 2.54 \times 10^6 \text{ V}$ )
- o trabalho a realizar para trazer uma terceira carga  $q$  (idêntica às anteriores) do infinito até  $C$ . ( $W = 5.1 \text{ J}$ )
- a energia potencial do sistema de três cargas. ( $U = 6.9 \text{ J}$ )



18. Duas cargas  $q_1 = -2e$  e  $q_2 = +2e$  estão fixas em dois pontos, conforme se ilustra na figura. O ponto P encontra-se localizado a uma distância  $d_1 = 4.0$  m da carga 1 e a  $d_2 = 2.0$  m da carga 2.



- Qual o potencial do ponto P? ( **$7.192 \times 10^{-10}$  V**)
  - Qual o trabalho realizado para trazer uma terceira carga  $q_3 = +3e$  do infinito até o ponto P? ( **$2.30 \times 10^{-28}$  J**)
  - Qual a energia potencial do sistema de três cargas. ( **$2.43 \times 10^{-29}$  J**)
19. Um campo eléctrico é criado, ajustando uma ddp entre 2 placas paralelas distanciadas 5 cm (As placas são superfícies equipotenciais). Qual a ddp necessária para criar um campo eléctrico com a intensidade de 100 N/C? ( **$V = 5$  V**)



20. Uma carga de  $+10^{-8}$  C está uniformemente distribuída sobre uma casca esférica de raio 12cm.
- Qual é o módulo do campo eléctrico na face interna e na face externa da superfície? ( **$E=0$ ;  $E=6.25 \times 10^3$  V/m**)
  - Qual é o potencial eléctrico na face interna e na face externa da superfície? ( **$V=750$  V**)
  - Qual é o módulo do potencial eléctrico no centro da casca? Qual é o campo eléctrico nesse ponto? ( **$V=750$  V;  $E=0$** )
21. Um plano infinito tem a densidade superficial de carga de  $3.5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ . Qual é o afastamento entre duas superfícies equipotenciais cujos potenciais tenham 100V de diferença? ( **$d=0.5$  mm**)