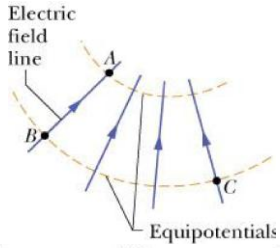
Potencial elétrico

1. A diferença de potencial elétrico entre a terra e uma nuvem de tempestade é $1{,}2\times10^{9}$ V. Qual é o módulo da variação da energia potencial elétrica (em eV), de um elétron que se desloca da nuvem para a terra?

2. Boa parte do material dos anéis de Saturno está na forma de pequenos grãos de poeira com um raio da ordem de 10^{-6} m. Os grãos se encontram em uma região onde existe um gás ionizado rarefeito e podem acumular elétrons em excesso. Suponha que os grãos são esféricos, com um raio $R = 1{,}0\times10^{-6}$ m. Quantos elétrons um grão teriaque recolher para adquirir um potencial de -400 V na superfície? (Considere $V = 0$ no infinito.)

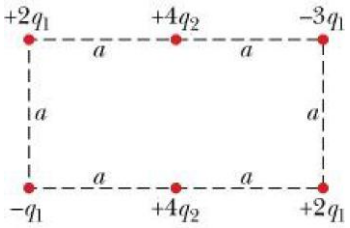
3. Duas placas paralelas condutoras de grande extensão estão separadas por uma distância de 12 cm e possuem densidades superficiais de cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos nas faces internas. Uma força eletrostática de $3{,}9 \times 10^{-15}$ N age sobre um elétron colocado na região entre as duas placas. (Despreze o efeito de borda, ou seja, considere o campo uniforme em todos os pontos entre as placas.). Determine:**(a)** o campo elétrico na posição do elétron;**(b)**a diferença de potencial entre as placas.

4. Na Figura ao lado, quando um elétron se desloca de *A* até *B* ao longo de uma linha de campo elétrico, esse campo realiza um trabalho de $3{,}94\times10^{-19}$J. Qual é a diferença de potencial elétrico:
(a)$V_A - V_B$;
(b)$V_C - V_A$;
(c)$V_C - V_B$.



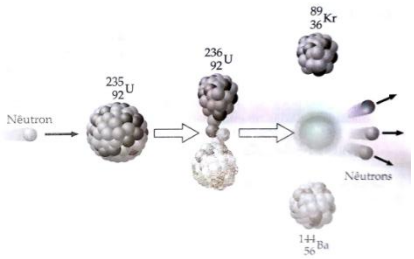
5. A Figura ao lado mostra um arranjo retangular de partículas carregadas mantidas fixas no lugar, com $a = 39{,}0\ cm$ e as cargas indicadas como múltiplos inteiros de $q_1 = 3{,}40\ pC$e$q_2 = 6{,}00\ pC$. Com $V = 0$ no infinito, qual é o potencial elétrico no centro do retângulo?

Sugestão: Examinando o problema com atenção é possível reduzir consideravelmente os cálculos.



6. Em um tubo de televisão, elétrons partem do repouso em direção à tela acelerados por um potencial de 30.000 V (a diferença de potencial entre o ponto de partida e a tela). **a)**Calcule a energia cinética dos elétrons ao atingir a tela em Joules; **b)** idem em elétrons-volt (eV) e **c)** qual o valor da velocidade dos elétrons ao atingirem a tela?
(dados: $e=1.6\times10^{-19}$C, 1 eV = $1.6\ 10^{-19}$ J, $m_e=9.1\times10^{-31}$Kg).

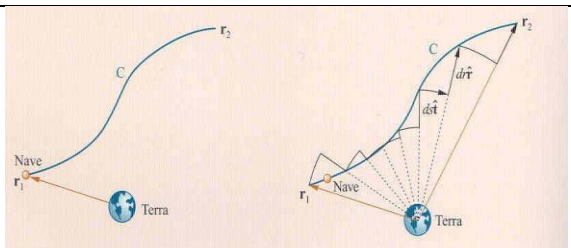
7. Durante a fissão nuclear, um núcleo de urânio 235 captura um nêutron para formar um núcleo instável de urânio 236. O núcleo instável, então se prepara em dois núcleos mais leves (Figura abaixo). Além disso, dois ou três nêutrons são liberados. Algumas vezes os dois produtos da fissão são um núcleo de bário (carga 56*e*) e um núcleo de criptônio (carga 36*e*). Considere que, imediatamente depois da separação, estes núcleos são cargas puntiformes positivas separadas por $r = 14{,}6\times10^{-15}$ m ($14{,}6\times10^{-15}$m é a soma dos raios dos núcleos de bário e criptônio). Calcule a energia potencial deste sistema de duas cargas em elétron-volts.



8. Considere uma nave de massa **m** que se move sob a ação de seu sistema propulsor e da força **F** de gravitação da Terra. A nave se encontra inicialmente à distância $\mathbf{r_1}$ do centro da Terra e se move para outro ponto à distância $\mathbf{r_2}$.

a) Supondo $r_2 > r_1$, trabalho feito pela força da gravidade sobre a nave é *positivo*, *negativo* ou *nulo*.
b) Calcule o trabalho feito pela força da gravidade sobre a nave.
OBS: Sendo M_T a massa da Terra, a força de gravidade é dada por: $U(R_T) = 0$.

$$F = -GM_T m\frac{\hat{r}}{r^2}$$



c) seu resultado está de acordo com o item **a)**?
d) calcule a energia potencial gravitacional, U(r), da nave a uma distância genérica r do centro da terra, U(r), considerando U(r) = 0 se $r \to \infty$.
e) repita o item d) adotando potencial zero na superfície da Terra, ou seja, $U(r = R_T) = 0$.
f) ainda adotando $U(R_T) = 0$, obtenha uma expressão para a energia potencial gravitacional de um corpo de massa m elevado a uma altura h da superfície da Terra. Mostre que se $h \ll R_T$, então U(h) ~ mgh.
g) Usando o resultado do item **d)** calcule a mínima velocidade necessária para um corpo escapar da Terra (velocidade de escape).
i) Defina a função potencial gravitacional, **V(r)**, de modo análogo ao potencial elétrico.

9. Átomo de Bohr – Em seu modelo do átomo de hidrogênio, Bohr considerou um elétron (negativo, com carga $q_e = -e$) orbitando em torno de núcleo (um próton) de carga $q_p = +e$, em movimento circular uniforme em uma órbita de raio **r**.
a) Usando o mesmo procedimento, usando no caso da gravitação, calcule a energia potencial elétrica do átomo de hidrogênio, U(r) adotando $U(r \to \infty = 0)$.
b) Supondo que o elétron orbite uma circularmente em torno do núcleo, a uma distância **r** do núcleo, mostre que sua energia total é dada por: E = K +U, onde K representa a energia cinética ($K = mv^2/2$, onde m é a massa do elétron).
c) Bohr fez algumas considerações "quânticas" para mostrar que nem todas as órbitas eram permitidas, apenas algumas com raios $r_n = a_o n^2$, onde $a_o = \hbar^2/(mke^2) \sim 5{,}29 \times 10^{-11}$m. Usando este resultado, mostre que a energia da enésima orbita é dada por:

$$E_n = -\,2{,}18 \times 10^{-8} J/n^2$$

d) Calcule a velocidade orbital do elétron em sua primeira órbita (caso n =1).
e) Calcule a velocidade de escape do elétron a partir da primeira órbita. Compare este resultado com o item d) e discuta.

OBS: No sistema MKS temos: $k = 8{,}99 \times 10^9$ $N.m^2/C^2$(constante de Coulomb), $m = 9{,}1 \times 10^{-31}$Kg (massa do elétron), $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$C, $\hbar = h/2\pi = 1{,}05 \times 10^{-34}$J.seg. (h = constante de Planck).
A massa do elétron é ~1800 vezes menor que a massa do próton. Por isso, fazemos a aproximação que o centro de massa do sistema está no próton, e que o elétron gira em torno do próton.

13. Anel uniformemente carregado com raio a e carga Q.
a) Calcule o potencial, V(x), a uma distância x do centro do anel.
b) Obtenha uma expressão para V(x) no limite em que $x \to \infty$ ($x \gg a$). A expressão obtida está de acordo com a de uma carga puntiforme?
c) Obtenha uma expressão para V(x) no limite $x \to 0$ ($x \ll a$). Qual o valor de $V(x \to 0)$? Este valor faz sentido? Justifique (dica: note a simetria do problema).
OBS: use a expansão em série de Taylor (em primeira ordem): $\frac{1}{\sqrt{1+\delta^2}} \sim 1 + \frac{\delta^2}{2} + \ldots$

14. Considere uma casca esférica de raio R uniformemente carregada, ou seja, sua carga total (Q) está uniformemente distribuída em sua superfície.
a) Calcule o campo elétrico em todo o espaço ($r<R$ e $r>R$)
b) Calcule o potencial elétrico em todo o espaço.

15. Dois condutores esféricos descarregados de raios R1 = 6,0 cm e R2 = 2,0 cm, separados por uma distância muito maior que 6,0 cm, estão conectados por um longo fio condutor muito fino. Uma carga total Q = +80 nC é colocada em uma das esferas e é permitido que o sistema atinja o equilíbrio eletrostático. **(a)** Qual é a carga em cada esfera?; **(b)** Qual é o módulo do campo elétrico na superfície de cada esfera? e**(c)** Qual é o potencial elétrico em cada esfera? (Considere que a carga no fio conector é desprezível.)