



## Eletrostática

Lista: 06 - Aulas: 10 e 11

Assunto: TRABALHO DA FORÇA ELÉTRICA e CAMPO ELÉTRICO UNIFORME II.

**EXC110.** (Pucsp)

“Acelerador de partículas cria explosão inédita e consegue simular o Big Bang

GENEBRA – O Grande Colisor de Hadrons (LHC) bateu um novo recorde nesta terça-feira. O acelerador de partículas conseguiu produzir a colisão de dois feixes de prótons a 7 tera-elétron-volts, criando uma explosão que os cientistas estão chamando de um ‘Big Bang em miniatura’.



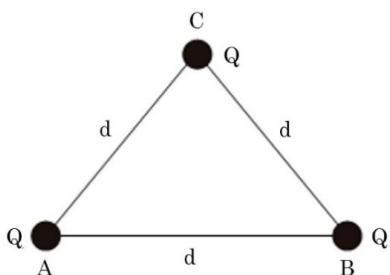
Pesquisador na sala de controle do acelerador de partículas. Foto: AFP

<http://oglobo.globo.com/ciencia/mat/2010/03/30/acelerador-de-particulas-cria-explosao-inedita-consegue-simular-big-bang-916211149.asp> – Publicada em 30/03/2010. Consultada em 05/04/2010.

A unidade elétron-volt, citada na matéria de *O Globo*, refere-se à unidade de medida da grandeza física:

- a) corrente    b) tensão    c) potencia    d) energia    e) carga elétrica

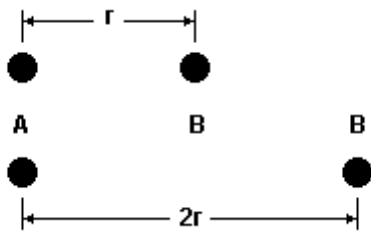
**EXC111.** (Upe) Considere três cargas elétricas puntiformes, positivas e iguais a  $Q$ , colocadas no vácuo, fixas nos vértices A, B e C de um triângulo equilátero de lado  $d$ , de acordo com a figura a seguir:



A energia potencial elétrica do par de cargas, disponibilizadas nos vértices A e B, é igual a 0,8 J. Nessas condições, é correto afirmar que a energia potencial elétrica do sistema constituído das três cargas, em joules, vale

- a) 0,8    b) 1,2    c) 1,6    d) 2,0    e) 2,4

**EXC112.** (Ufjf) A figura a seguir mostra um sistema de duas partículas puntiformes A e B em repouso, com cargas elétricas iguais a  $Q$ , separadas por uma distância  $r$ . Sendo  $K$ , a constante eletrostática, pode-se afirmar que o módulo da variação da energia potencial da partícula B na presença da partícula A, quando sua distância é modificada para  $2r$ , é:



- a)  $\frac{(KQ^2)}{(4r^2)}$ .      b)  $\frac{(KQ^2)}{(2r)}$ .      c)  $\frac{(KQ)}{(2r^2)}$ .      d)  $\frac{(KQ)}{(4r^2)}$ .      e)  $\frac{(KQ^2)}{r}$ .

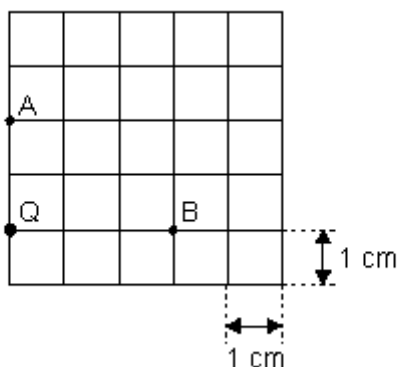
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Não só a tecnologia contribui para identificar os procedimentos mais adequados à saúde. É preciso também domínio das particularidades do ser humano.

**EXC113.** (Ufsm) A ddp que acelera os elétrons entre o filamento e o alvo de um tubo de raios X é de 40 000 V. Qual a energia, em J, ganha por elétron ( $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )?

- a)  $4 \times 10^{-22}$       b)  $1,6 \times 10^{-19}$       c)  $2 \times 10^{-19}$       d)  $6,4 \times 10^{-15}$       e)  $2,5 \times 10^{23}$

**EXC114.** (Mackenzie) Considere os pontos A e B do campo elétrico gerado por uma carga puntiforme positiva Q no vácuo ( $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ). Uma outra carga puntiforme, de  $2 \mu\text{C}$ , em repouso, no ponto A, é levada com velocidade constante ao ponto B, realizando-se o trabalho de 9 J. O valor da carga Q, que cria o campo, é:



- a)  $10 \mu\text{C}$       b)  $20 \mu\text{C}$       c)  $30 \mu\text{C}$       d)  $40 \mu\text{C}$       e)  $50 \mu\text{C}$

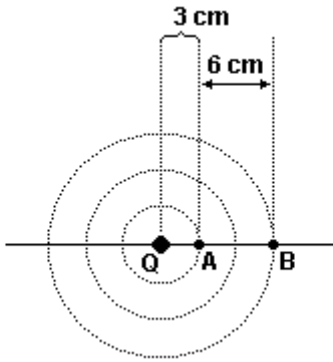
**EXC115.** (Mackenzie) A 40 cm de um corpúsculo eletrizado, coloca-se uma carga puntiforme de  $2,0 \mu\text{C}$ . Nessa posição, a carga adquire energia potencial elétrica igual a 0,54 J. Considerando  $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , a carga elétrica do corpúsculo eletrizado é:

- a)  $20 \mu\text{C}$       b)  $12 \mu\text{C}$       c)  $9 \mu\text{C}$       d)  $6 \mu\text{C}$       e)  $4 \mu\text{C}$

**EXC116.** (Pucrs) Uma esfera condutora, oca, encontra-se eletricamente carregada e isolada. Para um ponto de sua superfície, os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico são  $900 \text{ N/C}$  e  $90 \text{ V}$ . Portanto, considerando um ponto no interior da esfera, na parte oca, é correto afirmar que os módulos para o campo elétrico e para o potencial elétrico são, respectivamente,

- a) zero  $\text{N/C}$  e  $90 \text{ V}$ .      b) zero  $\text{N/C}$  e zero  $\text{V}$ .      c)  $900 \text{ N/C}$  e  $90 \text{ V}$ .      d)  $900 \text{ N/C}$  e  $9,0 \text{ V}$ .      e)  $900 \text{ N/C}$  e zero  $\text{V}$ .

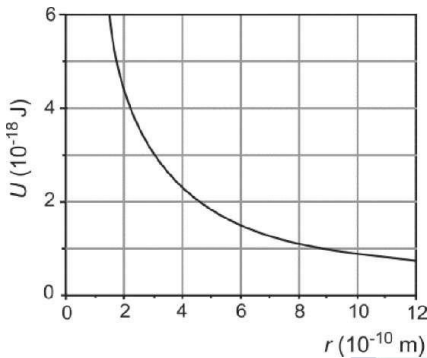
**EXC117.** (Mackenzie)



Uma partícula de 1,0g está eletrizada com carga  $1,0\mu\text{C}$ . Ao ser abandonada do repouso, no ponto A do campo elétrico da carga puntiforme Q, fica sujeita a uma força elétrica cujo trabalho por ela realizado, entre este ponto A e o ponto B, é igual ao trabalho realizado pelo seu próprio peso, durante sua queda num desnível de 40m. Sabendo-se que  $k_0=9\cdot 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  e que  $g=10\text{m}/\text{s}^2$ , podemos afirmar que o valor da carga Q é:

- a)  $1,0\mu\text{C}$                       b)  $2,0\mu\text{C}$                       c)  $3,0\mu\text{C}$                       d)  $4,0\mu\text{C}$                       e)  $5,0\mu\text{C}$

**EXC118.** (Fuvest) A energia potencial elétrica  $U$  de duas partículas em função da distância  $r$  que as separa está representada no gráfico da figura abaixo.



Uma das partículas está fixa em uma posição, enquanto a outra se move apenas devido à força elétrica de interação entre elas. Quando a distância entre as partículas varia de  $r_i = 3 \times 10^{-10}\text{m}$  a  $r_f = 9 \times 10^{-10}\text{m}$ , a energia cinética da partícula em movimento

- a) diminui  $1 \times 10^{-18}\text{J}$ .  
b) aumenta  $1 \times 10^{-18}\text{J}$ .  
c) diminui  $2 \times 10^{-18}\text{J}$ .  
d) aumenta  $2 \times 10^{-18}\text{J}$ .  
e) não se altera.

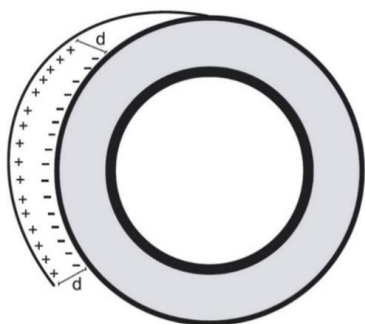
**EXC119.** (Pucrj) Um sistema A é formado por cargas elétricas positivas e negativas situadas em posições fixas. A energia eletrostática total do sistema é  $54\mu\text{J}$ . Seja um outro sistema B similar ao sistema A, exceto por duas diferenças: as cargas em B têm o dobro do valor das cargas em A; as distâncias entre as cargas em B são o triplo das distâncias em A.

Calcule em  $\mu\text{J}$  a energia eletrostática do sistema B.

- a) 18                      b) 54                      c) 72                      d) 108                      e) 162

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Quando um rolo de fita adesiva é desenrolado, ocorre uma transferência de cargas negativas da fita para o rolo, conforme ilustrado na figura a seguir.

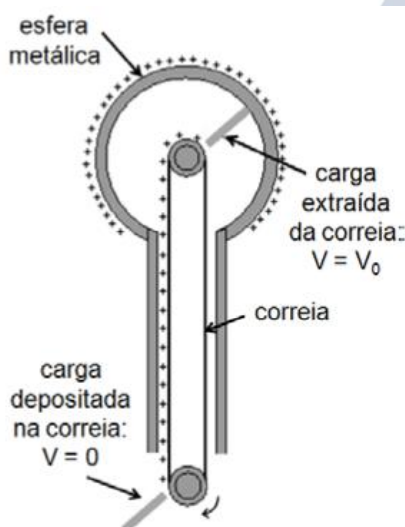


Quando o campo elétrico criado pela distribuição de cargas é maior que o campo elétrico de ruptura do meio, ocorre uma descarga elétrica. Foi demonstrado recentemente que essa descarga pode ser utilizada como uma fonte econômica de raios-X.

**EXC120.** (Unicamp) No ar, a ruptura dielétrica ocorre para campos elétricos a partir de  $E = 3,0 \times 10^6$  V/m. Suponha que ocorra uma descarga elétrica entre a fita e o rolo para uma diferença de potencial  $V = 9$  kV. Nessa situação, pode-se afirmar que a distância máxima entre a fita e o rolo vale

a) 3 mm.      b) 27 mm.      c) 2 mm.      d) 37 nm.

**EXC121.** (Unicamp) Geradores de Van de Graaff têm a finalidade de produzir altas diferenças de potencial. Consistem em uma esfera metálica onde é acumulada a carga proveniente de uma correia em movimento. A carga é inicialmente depositada na parte inferior da correia, que está aterrada (potencial  $V = 0$ , ver figura), e é extraída da correia quando atinge a parte superior, que está no potencial  $V_0$ , fluindo para a esfera metálica. O movimento da correia é mantido por um pequeno motor.



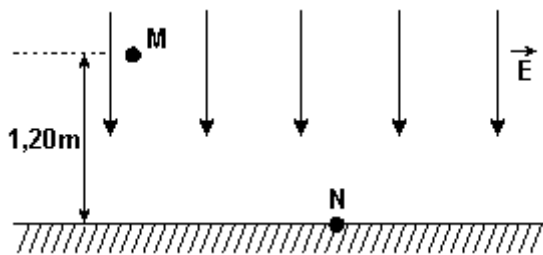
a) Em um gerador em operação, a carga transportada por unidade de comprimento da correia é igual a  $\lambda = 1,25 \times 10^{-7}$  C/m. Se a taxa com que essa carga é transferida para a esfera metálica é dada por  $i = 5,0 \times 10^{-9}$  C/s, qual é a velocidade da correia?

b) Um fenômeno muito atraente que ocorre em pequenos geradores usados em feiras de ciências é a produção de faísca, decorrente de uma descarga elétrica, quando um bastão metálico aterrado é aproximado da esfera carregada do gerador. A descarga elétrica ocorre quando o módulo do campo elétrico na região entre a esfera e o bastão torna-se maior que a rigidez dielétrica do ar, que vale  $E_{rd} = 3,0 \times 10^6$  V/m. Para simplificar, considere que a esfera de um gerador e a extremidade do bastão equivalem a duas placas metálicas paralelas com uma diferença de potencial de  $V = 7,5 \times 10^4$  V. Calcule a distância entre elas para que a descarga ocorra.

**EXC122.** (Pucrs) A condução de impulsos nervosos através do corpo humano é baseada na sucessiva polarização e despolarização das membranas das células nervosas. Nesse processo, a tensão elétrica entre as superfícies interna e externa da membrana de um neurônio pode variar de  $-70\text{mV}$  - chamado de potencial de repouso, situação na qual não há passagem de íons através da membrana, até  $+30\text{mV}$  - chamado de potencial de ação, em cuja situação há passagem de íons. A espessura média de uma membrana deste tipo é da ordem de  $1,0 \times 10^{-7}\text{m}$ . Com essas informações, pode-se estimar que os módulos do campo elétrico através das membranas dos neurônios, quando não estão conduzindo impulsos nervosos e quando a condução é máxima, são, respectivamente, em newton/coulomb,

a)  $7,0 \cdot 10^5$  e  $3,0 \cdot 10^5$    b)  $7,0 \cdot 10^{-9}$  e  $3,0 \cdot 10^{-9}$    c)  $3,0 \cdot 10^5$  e  $7,0 \cdot 10^5$    d)  $3,0 \cdot 10^8$  e  $7,0 \cdot 10^8$    e)  $3,0 \cdot 10^{-6}$  e  $3,0 \cdot 10^{-6}$

**EXC123.** (Unifesp) A presença de íons na atmosfera é responsável pela existência de um campo elétrico dirigido e apontado para a Terra. Próximo ao solo, longe de concentrações urbanas, num dia claro e limpo, o campo elétrico é uniforme e perpendicular ao solo horizontal e sua intensidade é de  $120\text{ V/m}$ . A figura mostra as linhas de campo e dois pontos dessa região, M e N.



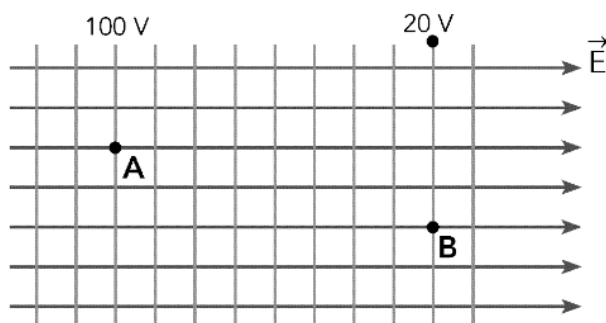
O ponto M está a  $1,20\text{ m}$  do solo, e N está no solo. A diferença de potencial entre os pontos M e N é:

a)  $100\text{ V}$ .   b)  $120\text{ V}$ .   c)  $125\text{ V}$ .   d)  $134\text{ V}$ .   e)  $144\text{ V}$ .

**EXC124.** (Puccamp) No interior das *válvulas* que comandavam os tubos dos antigos televisores, os elétrons eram acelerados por um campo elétrico. Suponha que um desses campos, uniforme e de intensidade  $4,0 \times 10^2\text{ N/C}$ , acelerasse um elétron durante um percurso de  $5,0 \times 10^{-4}\text{ m}$ . Sabendo que o módulo da carga elétrica do elétron é  $1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$ , a energia adquirida pelo elétron nesse deslocamento era de

a)  $2,0 \times 10^{-25}\text{ J}$ .   b)  $3,2 \times 10^{-20}\text{ J}$ .   c)  $8,0 \times 10^{-19}\text{ J}$ .   d)  $1,6 \times 10^{-17}\text{ J}$ .   e)  $1,3 \times 10^{-13}\text{ J}$ .

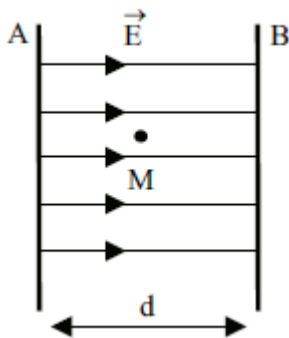
**EXC125.** (Uerj) O esquema abaixo representa um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$ , no qual as linhas verticais correspondem às superfícies equipotenciais. Uma carga elétrica puntiforme, de intensidade  $400\text{ }\mu\text{C}$ , colocada no ponto A, passa pelo ponto B após algum tempo.



Determine, em joules, o trabalho realizado pela força elétrica para deslocar essa carga entre os pontos A e B.

**EXC126.** (Fgv) Duas placas metálicas planas A e B, dispostas paralela e verticalmente a uma distância mútua  $d$ , são eletrizadas com cargas iguais, mas de sinais opostos, criando um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$  em seu interior, onde se produz um vácuo. A figura mostra algumas linhas de força na região mencionada.





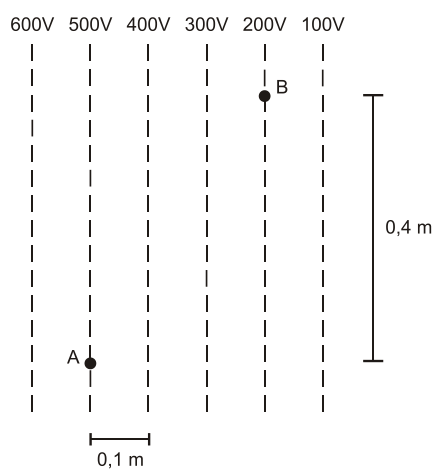
Uma partícula, de massa  $m$  e carga positiva  $q$ , é abandonada do repouso no ponto médio  $M$  entre as placas. Desprezados os efeitos gravitacionais, essa partícula deverá atingir a placa \_\_\_\_\_ com velocidade  $v$  dada por \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas.

- a) A;  $v = \frac{m \cdot E \cdot d}{q}$     b) A;  $v = \frac{q \cdot E \cdot d}{m}$     c) A;  $v = \sqrt{\frac{q \cdot E \cdot d}{m}}$     d) B;  $v = \sqrt{\frac{m \cdot E \cdot d}{q}}$     e) B;  $v = \sqrt{\frac{q \cdot E \cdot d}{m}}$

**EXC127.** (Ufrgs) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

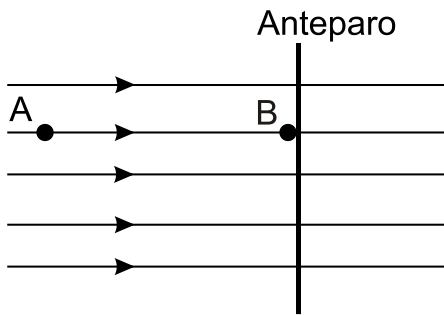
Na figura que segue, um próton (carga  $+e$ ) encontra-se inicialmente fixo na posição A em uma região onde existe um campo elétrico uniforme. As superfícies equipotenciais associadas a esse campo estão representadas pelas linhas tracejadas.



Na situação representada na figura, o campo elétrico tem módulo..... e aponta para ....., e o mínimo trabalho a ser realizado por um agente externo para levar o próton até a posição B é de.....

- a) 1000 V/m    direita    -300 eV  
 b) 100 V/m    direita    -300 eV  
 c) 1000 V/m    direita    +300 eV  
 d) 100 V/m    esquerda    -300 eV  
 e) 1000 V/m    esquerda    +300 eV

**EXC128.** (Mackenzie) Uma partícula de massa 1 g, eletrizada com carga elétrica positiva de  $40 \mu\text{C}$ , é abandonada do repouso no ponto A de um campo elétrico uniforme, no qual o potencial elétrico é 300 V. Essa partícula adquire movimento e se choca em B, com um anteparo rígido. Sabendo-se que o potencial elétrico do ponto B é de 100 V, a velocidade dessa partícula ao se chocar com o obstáculo é de



a) 4 m/s

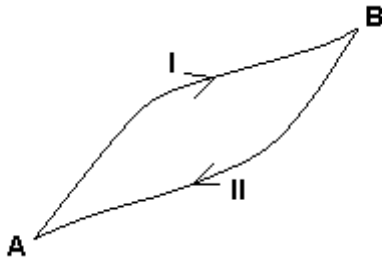
b) 5 m/s

c) 6 m/s

d) 7 m/s

e) 8 m/s

**EXC129.** (Ufrj) Uma carga elétrica  $q = 1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  se movimenta em uma região onde existe um campo eletrostático uniforme. Essa carga parte de um ponto A, cujo potencial elétrico é  $V_A = 2\text{V}$ , e caminha pelo percurso (I) até um ponto B, onde o potencial elétrico é  $V_B = 4\text{V}$ .



- Calcule o trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a carga ao longo do deslocamento de A a B.
- Supondo que a carga retorne ao ponto A pelo caminho (II), determine o trabalho total realizado pela força elétrica ao longo do percurso de ida e volta, (I) + (II).

**EXC130.** (Uerj) Um elétron deixa a superfície de um metal com energia cinética igual a  $10 \text{ eV}$  e penetra em uma região na qual é acelerado por um campo elétrico uniforme de intensidade igual a  $1,0 \times 10^4 \text{ V/m}$ . Considere que o campo elétrico e a velocidade inicial do elétron têm a mesma direção e sentidos opostos. Calcule a energia cinética do elétron, em  $\text{eV}$ , logo após percorrer os primeiros  $10 \text{ cm}$  a partir da superfície do metal.

**EXC131.** (Mackenzie) Duas cargas elétricas puntiformes,  $q_1 = 3,00 \mu\text{C}$  e  $q_2 = 4,00 \mu\text{C}$ , encontram-se num local onde  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$ . Suas respectivas posições são os vértices dos ângulos agudos de um triângulo retângulo isósceles, cujos catetos medem  $3,00 \text{ mm}$  cada um. Ao colocar-se outra carga puntiforme,  $q_3 = 1,00 \mu\text{C}$ , no vértice do ângulo reto, esta adquire uma energia potencial elétrica, devido à presença de  $q_1$  e  $q_2$ , igual a

a) 9,0 J

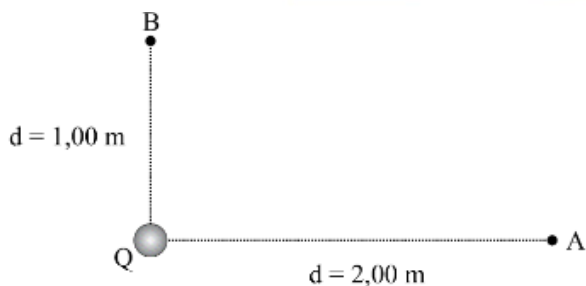
b) 12,0 J

c) 21,0 J

d) 25,0 J

e) 50,0 J

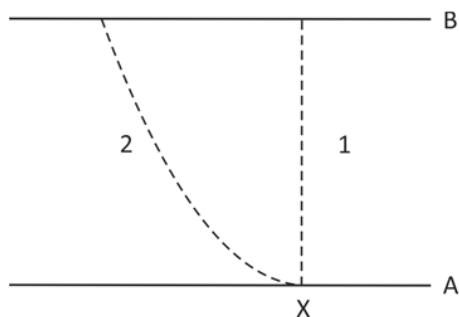
**EXC132.** (Mackenzie)



Uma carga elétrica de intensidade  $Q = 10,0 \mu\text{C}$ , no vácuo, gera um campo elétrico em dois pontos A e B, conforme figura acima. Sabendo-se que a constante eletrostática do vácuo é  $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$  o trabalho realizado pela força elétrica para transferir uma carga  $q = 2,00 \mu\text{C}$  do ponto B até o ponto A é, em mJ, igual a

a) 90,0      b) 180      c) 270      d) 100      e) 200

**EXC133.** (Fuvest) Na figura, A e B representam duas placas metálicas; a diferença de potencial entre elas é  $V_B - V_A = 2,0 \times 10^4 \text{ V}$ . As linhas tracejadas 1 e 2 representam duas possíveis trajetórias de um elétron, no plano da figura.



Considere a carga do elétron igual a  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  e as seguintes afirmações com relação à energia cinética de um elétron que sai do ponto X na placa A e atinge a placa B :

- I. Se o elétron tiver velocidade inicial nula, sua energia cinética, ao atingir a placa B, será  $3,2 \times 10^{-15} \text{ J}$ .
- II. A variação da energia cinética do elétron é a mesma, independentemente de ele ter percorrido as trajetórias 1 ou 2.
- III. O trabalho realizado pela força elétrica sobre o elétron na trajetória 2 é maior do que o realizado sobre o elétron na trajetória 1.

Apenas é correto o que se afirma em

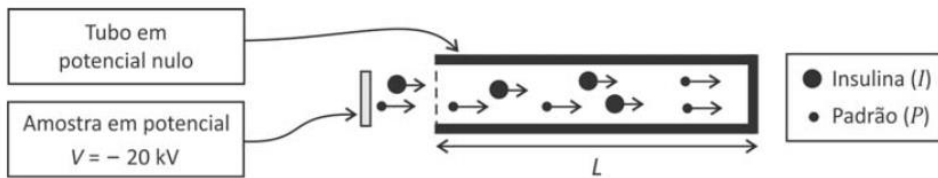
- a) I.      b) II.      c) III.      d) I e II.      e) I e III.

**EXC134.** (Ufpr) Numa experiência feita para investigar relações entre grandezas eletrostáticas, duas placas condutoras paralelas A e B, separadas por uma distância  $d = 5 \text{ cm}$ , foram submetidas a uma diferença de potencial  $U = 100 \text{ V}$ , sendo que a placa que tem o potencial elétrico mais alto é a B. Por hipótese, como as dimensões das placas são muito maiores que a distância que as separa, o campo elétrico que se estabeleceu entre elas pode ser considerado, para todos os efeitos, como sendo uniforme.

- a) Determine o módulo do campo elétrico existente na região entre as placas.
- b) Uma partícula com carga  $q = 3,2 \mu\text{C}$  sai da placa B e chega à placa A. Qual o trabalho realizado pela força elétrica sobre essa partícula durante esse movimento?

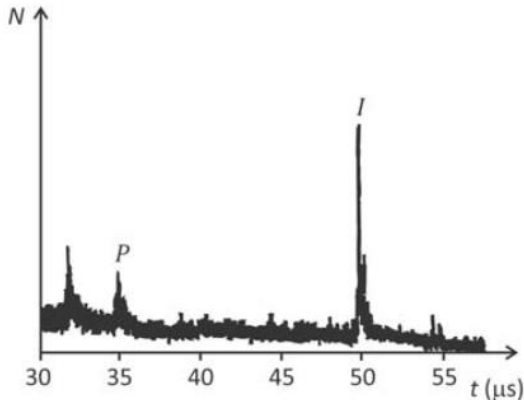
**EXC135.** (Fuvest) A determinação da massa da molécula de insulina é parte do estudo de sua estrutura. Para medir essa massa, as moléculas de insulina são previamente ionizadas, adquirindo, cada molécula, a carga de um elétron. Esses íons (I) são liberados com velocidade inicial nula a partir de uma amostra submetida a um potencial  $V = -20 \text{ kV}$ . Os íons são acelerados devido à diferença de potencial entre a amostra e um tubo metálico, em potencial nulo, no qual passam a se mover com velocidade constante. Para a calibração da medida, adiciona-se à amostra um material padrão cujas moléculas também são ionizadas, adquirindo, cada uma, a carga de um elétron; esses íons (P) têm massa conhecida igual a  $2846 \text{ u}$ . A situação está esquematizada na figura.





a) Determine a energia cinética  $E$  dos íons, quando estão dentro do tubo.

O gráfico a seguir mostra o número  $N$  de íons em função do tempo  $t$  despendido para percorrermos o comprimento  $L$  do tubo.



Determine:

- b) a partir dos tempos indicados no gráfico, a razão  $R_v = \frac{v_I}{v_P}$  entre os módulos das velocidades  $v_I$ , de um íon de insulina, e  $v_P$ , de um íon P, em movimento dentro do tubo;
- c) a razão  $R_m = \frac{m_I}{m_P}$  entre as massas  $m_I$  e  $m_P$ , respectivamente, de um íon de insulina e de um íon P;
- d) a massa  $m_I$  de um íon de insulina, em unidades de massa atômica (u).

Note e adote:

A amostra e o tubo estão em vácuo.

u = unidade de massa atômica.

Carga do elétron:  $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

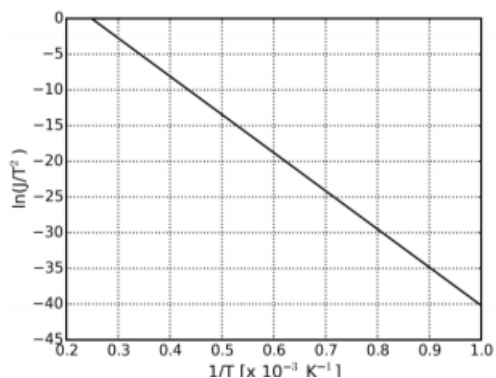
$1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$

**EXC136.** (Unicamp) Um instrumento importante no estudo de sistemas nanométricos é o microscópio eletrônico. Nos microscópios ópticos, a luz é usada para visualizar a amostra em estudo. Nos microscópios eletrônicos, um feixe de elétrons é usado para estudar a amostra.

a) A vantagem em se usar elétrons é que é possível acelerá-los até energias em que o seu comprimento de onda é menor que o da luz visível, permitindo uma melhor resolução. O comprimento de onda do elétron é dado por  $\lambda = h/(2m_e E_c)^{1/2}$  em que  $E_c$  é a energia cinética do elétron,  $m_e \sim 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  é a massa do elétron e  $h \sim 6,6 \times 10^{-34} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$  é a constante de Planck. Qual é o comprimento de onda do elétron em um microscópio eletrônico em que os elétrons são acelerados, a partir do repouso, por uma diferença de potencial de  $U = 50 \text{ kV}$ ? Caso necessário, use a carga do elétron  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

b) Uma forma usada para gerar elétrons em um microscópio eletrônico é aquecer um filamento, processo denominado efeito termiônico. A densidade de corrente gerada é dada por  $J = AT^2 e^{(-\Phi/(k_B T))}$ , em que  $A$  é a constante de Richardson,  $T$  é a temperatura em kelvin,  $k_B = 1,4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$  é a constante de Boltzmann e  $\Phi$ , denominado função trabalho, é a energia necessária para remover um elétron do filamento. A expressão para

J pode ser reescrita como  $\ln(J/T^2) = \ln(A) - (\Phi/k_B)(1/T)$ , que é uma equação de uma reta de  $\ln(J/T^2)$  versus  $(1/T)$ , em que  $\ln(A)$  é o coeficiente linear e  $(\Phi/k_B)$  é o coeficiente angular da reta. O gráfico da figura abaixo apresenta dados obtidos do efeito termiônico em um filamento de tungstênio. Qual é a função trabalho do tungstênio medida neste experimento?



**GABARITO:**

**EXC110:**[D]

**EXC111:**[E]

**EXC112:**[B]

**EXC113:**[D]

**EXC114:**[C]

**EXC115:**[B]

**EXC116:**[A]

**EXC117:**[B]

**EXC118:**[D]

**EXC119:**[C]

**EXC120:**[A]

**EXC121:**

a)  $v = 4,0 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

b)  $0 < d \leq 2,5 \text{ cm.}$

**EXC122:**[A]

**EXC123:**[E]

**EXC124:**[B]

**EXC125:**

$\tau_{A \rightarrow B} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

**EXC126:**[E]

**EXC127:**[A]

**EXC128:**[A]

**EXC129:**

a)  $W_{AB} = -2,0 \times 10^{-6} \text{ J}$

b)  $W_{AA} = 0$

**EXC130:**

$E_c = 1,0 \times 10^{-3} \text{ eV}$

**EXC131:**[C]

**EXC132:**[A]

**EXC133:**[D]

**EXC134:**

a)  $E = 2.000 \text{ V/m}$

b)  $W_{BA} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ J}$

**EXC135**

a)  $E = 3,2 \times 10^{-15} \text{ J}$

b) 0,7

c) 100/49

d)  $m = 5808u$

**EXC136:**

a)  $\lambda = 5,5 \times 10^{-12} \text{ m}$

b)  $\phi = 7,5 \times 10^{-19} \text{ J}$



**Boaro**  
O seu professor de exatas!