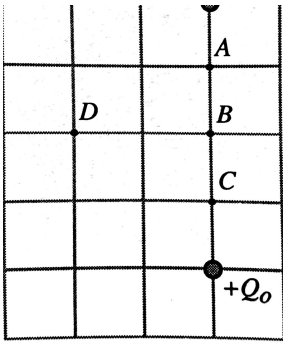
Física por Atividades II - Atividade 4

1 Diferença de Potencial Elétrico

1.1 Pré-Teste

Duas cargas $+Q_0$ e $-Q_0$ são fixadas nas posições indicadas na figura ao lado. A figura também exibe as localizações de 4 pontos rotulados de A, B, C e D.



1. Use setas desenhadas no diagrama para representar a direção do vetor campo elétrico nos pontos A, B, C e D. Se o campo for nulo em algum ponto, indique este fato.

2. Observa-se que uma partícula de teste carregada positivamente se move como descrito abaixo. Para cada um dos movimentos descritos, diga se o trabalho realizado pela força devida ao *campo elétrico* é *positivo, negativo*, ou *nulo*. Exponha seu raciocínio.

. a carga de teste se move do ponto A ao ponto B

. a carga de teste se move do ponto B ao ponto C

. a carga de teste se move do ponto B ao ponto D

3. Coloque em ordem decrescente de valor os potenciais elétricos nos pontos A, B, C e D. Exponha seu raciocínio.

1.2 Revisão: O conceito de trabalho

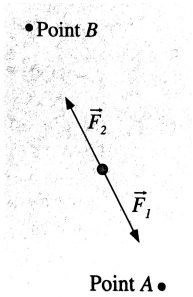
A. Suponha que um objeto se mova sob a ação de uma força. Desenhe flechas que representem as orientações relativas dos vetores força e deslocamento quando o trabalho feito pela força for:

(i) positivo

(ii) negativo

(iii) nulo

B. Um objeto vai do ponto A ao ponto B. Ao longo deste trajeto agem sobre ele duas forças constantes de mesmo módulo, $\vec{F_1}$ e $\vec{F_2}$.



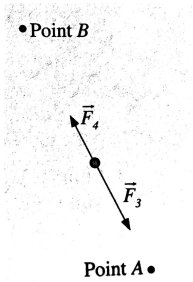
1. O trabalho feito pela força $\vec{F_1}$ ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*?

2. O trabalho feito pela força $\vec{F_2}$ ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*?

3. O trabalho resultante sobre o objeto ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Justifique sya resposta.

4. Quando o objeto chegar ao ponto B sua rapidez será *maior*, *menor*, ou *igual* a que ele tinha quando passou pelo ponto A? Justifique em detalhe sua resposta.

C. Um objeto vai do ponto A ao ponto B. Ao longo deste trajeto agem sobre ele duas forças constantes, mas de módulos distintos, $\vec{F_3}$ e $\vec{F_4}$, como evidencia a figura abaixo.



1. O trabalho feito pela força $\vec{F_3}$ ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*?

2. O trabalho feito pela força $\vec{F_4}$ ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*?

3. O trabalho resultante sobre o objeto ao longo deste trajeto é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Justifique sya resposta.

4. Quando o objeto chegar ao ponto B sua rapidez será *maior*, *menor*, ou *igual* a que ele tinha quando passou pelo ponto A? Justifique em detalhe sua resposta.

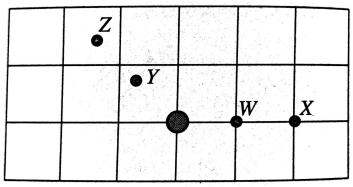
D. Enuncie o teorema do trabalho e da energia cinética, usando suas próprias palavras, sem copiar de algum livro ou caderno. As respostas que você deu na parte B são consistentes com este teorema? Justifique sua resposta.

As respostas que você deu na parte C são consistentes com este teorema?

Justifique sua resposta.

1.3 Trabalho e campos elétricos

O diagrama à direita mostra a vista de cima de um bastão carregado positivamente. Ele aparece como o círculo maior na figura. Os pontos W, X, Y e Z pertencem a um plano perpendicular ao bastão e que o corta em seu ponto médio. Os pontos W e Y são equidistantes do bastão. O mesmo é verdade para os pontos X e Z.



A. Desenhe vetores que representem o campo elétrico em cada um dos pontos W, X, Y e Z.

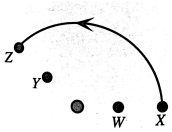
B. Uma partícula carregada positivamente com carga q_0 vai do ponto W ao ponto X numa trajetória reta.

O trabalho feito *pela força devida ao campo elétrico* sobre esta partícula é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Apoie sua justificativa num esquema que represente a força elétrica sobre a partícula e seu deslocamento como dois vetores.

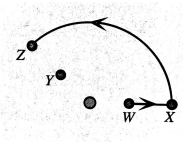
Compare o trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre a partícula quando ela vai do ponto W ao ponto X com o que ele faz quando a partícula vai de X a W.

C. A partícula vai do ponto X ao ponto Z ao longo do arco de círculo mostrado.

1. O trabalho feito *pela força devida ao campo elétrico* sobre a partícula é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Justifique sua resposta. (*Sugestão*: Represente a direção da força sobre a partícula e a direção de seu deslocamento para alguns intervalos curtos ao longo do movimento)

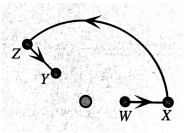


2. Compare o trabalho feito *pela força devida ao campo elétrico* quando a partícula vai do ponto W ao ponto X com o feito quando a partícula vai de W a Z ao longo dos trajetos mostrados na figura. Justifique sua resposta.



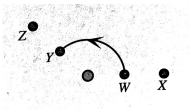
D. Suponha que a partícula vá do ponto W ao ponto Y ao longo do trajeto $WXYZ$ mostrado.

1. Compare o trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre a partícula quando ela vai do ponto W ao ponto X com o feito quando ela vai do ponto Z ao ponto Y. Justifique sua resposta.

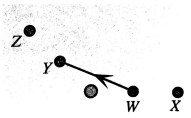


Qual o trabalho resultante feito sobre a partícula pela força devida ao campo elétrico ao longo de todo o trajeto $WXYZ$?

2. Suponha que a partícula vá do ponto W ao Y ao longo do arco de círculo mostrado. O trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre a partícula é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Justifique sua resposta usando vetores para representar força e deslocamento.



3. Suponha que a partícula vá do ponto W ao Y ao longo da trajetória retilínea mostrada. O trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre a partícula é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Justifique sua resposta usando vetores para representar força e deslocamento. (*Sugestão*: Divida o trajeto em duas metades e compare o trabalho feito na primeira metade com o feito na segunda)



E. Compare o trabalho feito sobre a partícula quando ela vai do ponto W ao ponto Y ao longo dos três trajetos distintos mostrados na parte **D**.

Diz-se que o trabalho feito pela força devida a um campo elétrico estático é *independente do caminho*. Explique porque os resultado que você obteve na parte **D** são consistentes com esta afirmação.

1.4 Diferença de potencial elétrico

A. Suponha que a carga da partícula usada na seção anterior seja aumentada, passando de $+q_0$ para $+1.7q_0$.

1. O trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre esta partícula quando ela vai do ponto W ao ponto X é *maior*, *menor*, ou *igual* ao feito sobre a partícula original ao longo do mesmo trajeto? Justifique sua resposta.

2. Considere a quantidade obtida ao se dividir *o trabalho realizado pela força elétrica* pela *carga que sofre essa força*. Como se altera esta quantidade quando calculada com a nova partícula?

A *diferença de potencial elétrico* ΔV_{WX} é definida pela razão

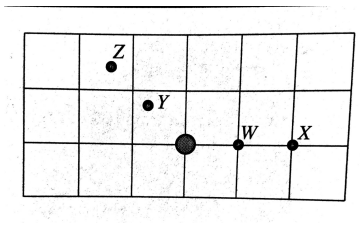
$$\Delta V_{WX} = \frac{-W_{elet}}{q}$$

onde W_{elet} é o trabalho feito pela força devida ao campo elétrico que atua sobre a carga q ao longo do trajeto entre os pontos W e X.

3. Esta quantidade depende do *módulo* da carga usada para sua medida? Justifique sua resposta.

4. Esta quantidade depende do *sinal* da carga usada para a sua medida? Justifique sua resposta.

B. A figura ao lado mostra quatro pontos nas proximidades de um bastão carregado positivamente. Assim como nas seções anteriores, os pontos W e Y são equidistantes do bastão, assim como os pontos X e Z. Uma partícula carregada, de massa $m_0 = 3 \times 10^{-8}$ kg, é abandonada a partir do repouso no ponto W. Algum tempo depois ele é vista passando pelo ponto X.



1. Qual o sinal da carga desta partícula? Justifique sua resposta.

2. Suponha que o módulo da carga desta partícula seja 2×10^{-6} C e que passe pelo ponto X com velocidade de 40 m/s.

a. De quanto mudou sua energia cinética entre os pontos W e X?

b. Calcule o trabalho feito pela força devida ao campo elétrico sobre a partícula ao longo do trajeto entre os pontos W e X. (*Sugestão*: reveja a parte D da primeira seção desta atividade.)

c. Determine a diferença de potencial elétrico entre os pontos W e X.

d. Se esta mesma partícula fosse abandonada a partir do repouso no ponto Y, sua rapidez ao passar pelo ponto Z seria *maior que*, *menor que*, ou *igual a* 40 m/s? Justifique sua resposta.

3. Suponha que uma segunda partícula, de massa igual à da primeira mas carga nove vezes maior em módulo (*i.e*, 18×10^{-6} C) fosse abandonada em repouso no ponto W.

a. A diferença de potencial entre os pontos W e X passaria a ser diferente? Se sim, teria qual valor? Se não, porque não?

b. A rapidez da segunda partícula ao passar pelo ponto X seria *maior que*, *menor que*, ou *igual a* rapidez da primeira partícula ao passar pelo mesmo ponto? Justifique sua resposta.

4. Uma partícula de massa $m_0 = 3 \times 10^{-8}$ kg é arremessada em direção ao bastão a partir do ponto Z, Ela não alalcança o bastão: o ponto de retorno de sua trajetória é o ponto Y.

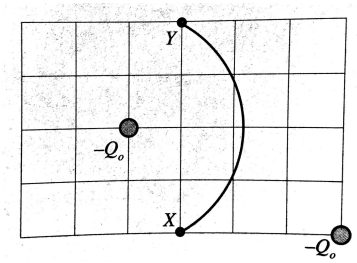
a. Se a carga desta partícula é $q_0 = 2 \times 10^{-6}$ C, com que rapidez ela deve ser arremessada? Exiba seus cálculos e o raciocínio que os motivou.

b. Se a carga dessa partícula fosse $9q_0$ (*i.e.* 18×10^{-6} C), qual deveria ser sua rapidez inicial? Justifique sua resposta.

1.5 Exercícios

1. Dois bastões cilíndricos carregados são mantidos nas posições mostradas na vista de cima abaixo.

a. Uma pequena carga de prova $-q$ vai do ponto X ao ponto Y ao longo do arco circular mostrado.



i. Use uma flecha em cada um dos pontos X e Y do diagrama para mostrar a direção da força sofrida pela carga de prova quando estiver neste ponto. Exponha seu raciocínio.

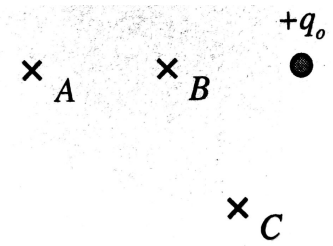
ii. O trabalho feito pela força elétrica neste percurso é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Exponha seu raciocínio.

iii. A diferença de potencial elétrico entre os pontos X e Y, V_{XY}, é *positiva*, *negativa*, ou *nula*? Exponha seu raciocínio.

b. A carga de prova é disparada a partir do ponto X com rapidez inicial v_0 e se observa que ela alcança o ponto Y. Sua rapidez neste ponto (Y) será *maior que*, *menor que*, ou *igual a* v_0? Exponha seu raciocínio.

2. Uma carga positiva de módulo q_0 está mostrada no diagrama abaixo.

a. Os pontos B e C estão a uma distância r_0 da carga, enquanto o ponto A dista dela $2r_0$.



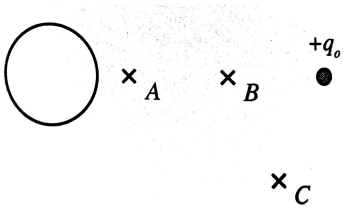
i. Use uma flecha em cada um dos pontos A, B e C do diagrama para mostrar a direção do campo elétrico criado pela carga neste ponto.

ii. Seja W_{AB} o módulo do trabalho feito por um agente externo (uma força externa) para mover uma pequena carga de prova do ponto A ao ponto B.

. O módulo do trabalho feito por um agente externo para mover a mesma carga de prova entre os pontos B e C será *maior que*, *menor que*, ou *igual a* W_{AB}? Exponha seu raciocínio.

. O módulo do trabalho feito por um agente externo para mover a mesma carga de prova entre os pontos A e C será *maior que*, *menor que*, ou *igual a* W_{AB}? Exponha seu raciocínio.

b. Uma esfera metálica neutra (com carga nula) é agora posta à esquerda do ponto A como mostrado.



i. Use o diagrama ao lado para representar como ficará a distribuição de carga na esfera.

ii. O módulo do campo elétrico nos pontos identificados abaixo terá *aumentado*, *diminuído*, ou *permanecido inalterado* depois de trazida a esfera para sua vizinhança? Exponha seu raciocínio.

. ponto B

. ponto C

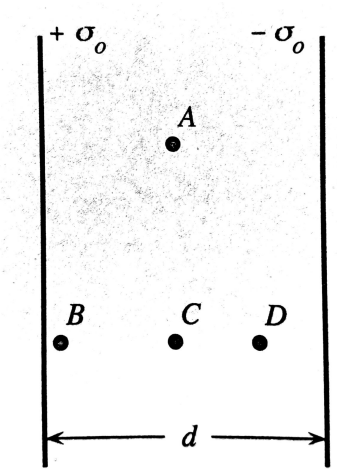
iii. A *direção* do campo elétrico foi afetada pela presença da esfera metálica neutra nos pontos abaixo identificados? Exponha seu raciocínio.

. ponto B

. ponto C

iv. O valor absoluto (módulo) da diferença de potencial elétrico ΔV_{AB} entre os pontos A e B *aumentou*, *diminuiu*, ou *permaneceu inalterado* com a presença da esfera condutora neutra? Exponha seu raciocínio.

3. Duas folhas muito grandes carregadas estão separadas por uma distância d. Uma delas tem uma densidade superficial de carga $+\sigma_0$, enquanto a outra tem uma densidade superficial de carga $-\sigma_0$. O diagrama mostra uma pequena região próxima ao centro das folhas.



a. Desenhe flechas no diagrama para representar a direção do campo elétrico nos pontos A, B, C e D.

i. Compare os módulos do campo elétrico nestes quatro pontos. Exponha seu raciocínio.

ii. Como se compara a força elétrica exercida sobre uma partícula carregada quando ela estiver no ponto A com a força exercida sobre a mesma partícula quando ela estiver no ponto B? E no ponto C? E no ponto D?

b. Uma partícula de teste de carga positiva se move do ponto A ao ponto C.

i. O trabalho feito pela força elétrica sobre esta partícula é *positivo*, *negativo*,

ou *nulo*? Exponha seu raciocínio.

ii. Determine ΔV_{AC}. Explique como você encontrou este valor.

c. Uma partícula de teste carregada positivamente se move do ponto A ao ponto D.

i. O trabalho feito pela força elétrica sobre esta partícula é *positivo*, *negativo*, ou *nulo*? Exponha seu raciocínio.

ii. A diferença de potencial elétrico ΔV_{AD} é *positiva*, *negativa*, ou *nula*? Exponha seu raciocínio.

d. Determine o módulo e a direção do campo elétrico nos pontos A, B, C e D. (*Sugestão:* Use a superposição e os resultados obtidos para o campo elétrico produzido por uma folha grande de carga na atividade sobre a *lei de Gauss*.)

e. Uma partícula de massa m_0 e carga $-q_0$ é abandonada a partir do repouso de um ponto à esquerda da folha da direita e bem próximo a ela. Encontre sua velocidade quando ela colidir com a folha da esquerda.