

Atividade: Campo elétrico e fluxo¹

I. Campo elétrico

- A. Considere uma barra delgada eletricamente carregada. Pequenas esferas carregadas, com mesmo tipo de carga, são posicionadas em torno da barra. Veja a ilustração abaixo com as posições das esferas marcadas com "x".



Com o objetivo de representar a força elétrica sobre cada esfera, desenha vetores nos pontos que indicam as posições das esferas.

Como que a magnitude da força sobre a esfera no ponto A se compara com a magnitude da força sobre a esfera no ponto B ?

- B. Suponha que a magnitude da carga (q) de cada esfera diminua pela metade.

A força elétrica sobre cada esfera será alterada? Caso afirmativo, como será alterada? Caso contrário, justifique.

A razão \vec{F}/q terá alguma alteração? Justifique sua resposta.

- C. A quantidade \vec{F}/q avaliada em cada ponto do espaço é chamada de *campo elétrico*, \vec{E} .

Como a magnitude do campo elétrico no ponto A se compara com a magnitude do campo elétrico no ponto B ?

- D. Desenhe vetores em cada ponto correspondente as posições das esferas para representar o campo elétrico no ponto.

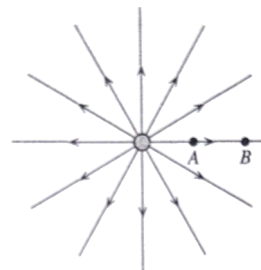


A magnitude ou a direção do campo elétrico no ponto A é alterada se:

- a carga da barra aumenta? Explique.
- a magnitude da carga da esfera aumenta? Explique.
- o tipo de carga da esfera é trocada? Explique.

O campo elétrico é tipicamente representado de duas maneiras: por *vetores* ou por *linhas de campo*. Na representação vetorial, vetores são desenhados para indicar a direção e a magnitude do campo em determinados pontos do espaço. Na representação de linhas de campos, linhas retas ou curvas são desenhadas de tal forma que cada vetor do campo seja tangente a uma linha de campo.

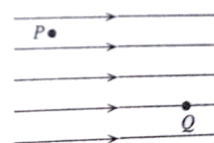
- E. O diagrama abaixo mostra a barra vista por cima com a representação das linhas de campo para o campo elétrico considerando a carga da barra positiva.



Na seção C, você deve ter concluído que a magnitude do campo elétrico no ponto A é maior do que a magnitude do campo elétrico no ponto B . Qual é a característica das linhas de campo que expressa esta informação sobre a magnitude dos campos?

II. Fluxo

Considere a situação do desenho abaixo com a representação das linhas de campo de determinado campo elétrico.



- A. Compare a magnitude do campo elétrico nos pontos P e Q . Justifique sua resposta.

Como este diagrama é modificado para representar um campo elétrico menos intenso?

- B. Considere um anel circular, representando a borda de um disco imaginário. Como que o anel deve ser posicionado em relação as linhas de campo para a quantidade de linhas que atravessam o disco seja:

- a maior possível.
- a menor possível.

Para uma dada superfície, o fluxo do campo elétrico ϕ_E é proporcional ao número de linhas de campo através da superfície. Para um campo elétrico uniforme, o fluxo elétrico máximo é igual ao produto da magnitude do campo com a área da superfície, ou seja, EA . O fluxo elétrico é definido como sendo positivo se o campo elétrico \vec{E} é paralelo ao vetor normal a superfície e negativo se ambos forem antiparalelos, ou seja, quando o campo elétrico aponta no sentido oposto ao vetor normal da superfície.

- C. Para uma certa distribuição de linhas de campo, desenhe representações de fluxo positivo, negativo e nulo.
- D. Como o fluxo deve ser expresso, matematicamente, para incluir o caso geral em que os vetores \vec{E} e \vec{n} (normal a superfície) não sejam paralelos?

E. Considere as seguintes situações ilustradas a seguir. A superfície gaussiana cilíndrica possui raio r e altura h . Determine o fluxo elétrico em cada situação.

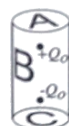
1. A superfície gaussiana cilíndrica encontra-se numa região com campo elétrico uniforme de magnitude E , alinhado com o eixo do cilindro.



- Escreva a magnitude e o sinal do fluxo através das superfícies A, B e C.
 - O fluxo elétrico total pela superfície gaussiana é positivo, negativo ou nulo?
2. No interior do volume delimitado pela superfície gaussiana há uma carga negativa. O campo externo foi removido.



- Determine qual é o sinal do fluxo através das superfícies A, B e C.
 - O fluxo elétrico total pela superfície gaussiana é positivo, negativo ou nulo?
3. No interior do volume delimitado pela superfície gaussiana há duas cargas de igual magnitude, equidistantes do centro e posicionadas no eixo do cilindro.



- Determine qual é o sinal do fluxo através das superfícies A, B e C.
- O fluxo elétrico total pela superfície gaussiana é positivo, negativo ou nulo?

4. Uma carga positiva é colocada acima da superfície cilíndrica.

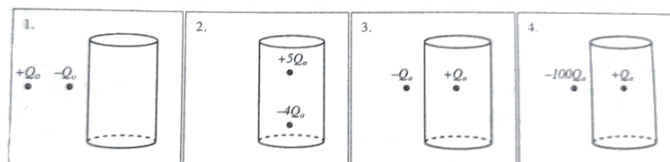


- Determine qual é o sinal do fluxo através das superfícies A, B e C.
- O fluxo elétrico total pela superfície gaussiana é positivo, negativo ou nulo?

III. Lei de Gauss

A lei de Gauss estabelece que o fluxo do campo elétrico através de uma superfície gaussiana é diretamente proporcional à carga total confinada pela superfície ($\phi_E = q_{dentro}/\epsilon_0$)

- As respostas anteriores estão em acordo com a lei de Gauss?
- Considere a situação ilustrada na questão 4 da seção E. Se $\phi_A = -10 \text{ N.m}^2/\text{C}$ e $\phi_C = 2 \text{ N.m}^2/\text{C}$, qual é o fluxo ϕ_B ?
- Encontre o fluxo elétrico resultante através de cada superfície gaussiana abaixo:



¹ Adaptado do livro *Tutorials in Introductory Physics* de McDermott, Shaffer e Phys. Educ. Group da Univ. de Washington.