



Ensino Médio

2025

**Ciências da Natureza
e suas Tecnologias**

Física
3ºANO

Estudante- 1º Bimestre



ESCOLA DE FORMAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL
DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE
ESTADO
EFICIENTE

Governador do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto

Vice-Governador do Estado de Minas Gerais

Mateus Simões de Almeida

Secretário de Estado de Educação

Igor de Alvarenga Oliveira Icassatti Rojas

Secretária Adjunta

Fernanda de Siqueira Neves

Subsecretaria de Desenvolvimento da Educação Básica

Kellen Silva Senra

Superintendente da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores

Graziela Santos Trindade

Diretor da Coordenadoria de Ensino da EFE

Tiago Vieira Lima

Produção de Conteúdo

Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores

Revisão

Equipe Pedagógica e Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores

Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores
Av. Amazonas, 5855 - Gameleira, Belo Horizonte - MG

Olá, estudante!

Convidamos você a conhecer e utilizar os Cadernos MAPA. Esse material foi elaborado com todo carinho para que você possa realizar atividades interessantes e desafiadoras na sala de aula ou em casa. As atividades propostas estimulam as competências como: organização, empatia, foco, interesse artístico, imaginação criativa, entre outras, para poder seguir aprendendo e atuando como estudante protagonista. Significa proporcionar uma base sólida para que você mobilize, articule e coloque em prática conhecimentos, valores, atitudes e habilidades importantes na relação com os outros e consigo mesmo(a) para o enfrentamento de desafios, de maneira criativa e construtiva.

Ficou curioso(a) para saber que convite é esse que estamos fazendo para você? Então não perca tempo e comece agora mesmo a realizar essa aventura pedagógica pelas atividades.

Bons estudos!

SUMÁRIO

TEMA DE ESTUDO: Desvendando os Mistérios da Eletricidade	5
TEMA DE ESTUDO: Explorando a Lei de Coulomb	10
TEMA DE ESTUDO: A relação entre Campo Elétrico e Potencial Elétrico	14

TEMA DE ESTUDO: Desvendando os Mistérios da Eletricidade.

OBJETOS DE CONHECIMENTO:

Processos de eletrização.

HABILIDADES:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT306X) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos, conhecer as normas de segurança, o tratamento de resíduos e reconhecer os equipamentos de proteção individual e coletivo, inclusive a tecnologia aplicada nos mesmos.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Eletrostática e eletrização: conceitos fundamentais

Saudações estudantes!

A eletrostática é o ramo da Física que estuda as cargas elétricas em repouso. Uma carga elétrica é uma propriedade intrínseca de partículas subatômicas, como prótons e elétrons,

sendo os prótons positivamente carregados e os elétrons negativamente carregados. Um corpo neutro possui quantidades iguais de prótons e elétrons, resultando em uma carga líquida total igual a zero (TIPLER; MOSCA, 2021).


A eletrização ocorre quando um corpo adquire ou perde elétrons, tornando-se carregado. Existem três processos principais de eletrização: por atrito, contato e indução. Na eletrização por atrito, dois corpos são esfregados, trocando elétrons devido à diferença de afinidade eletrônica entre seus materiais. Já na eletrização por contato, um corpo carregado transfere parte de sua carga para outro ao encostar-se nele. Por fim, a eletrização por indução ocorre quando um corpo carregado provoca uma separação de cargas em um corpo neutro próximo, sem que haja contato direto (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2022).

Os materiais podem ser classificados em condutores e isolantes, conforme a facilidade com que permitem o movimento de cargas elétricas. Os condutores, como os metais, possuem elétrons livres que se movem facilmente sob a ação de um campo elétrico. Já os isolantes, como vidro e borracha, mantêm seus elétrons fortemente ligados aos núcleos, dificultando a movimentação de carga (GIANCOLI, 2020).

A compreensão da eletrostática é fundamental para diversas aplicações tecnológicas, como o funcionamento de dispositivos eletrônicos e a proteção contra descargas eletrostáticas, além de ser um ponto de partida para estudos mais avançados sobre eletricidade e magnetismo.

Processos de Eletrização

1. Atrito: Quando dois materiais diferentes são esfregados, ocorre transferência de elétrons devido à diferença de afinidade eletrônica. Por exemplo, ao esfregar um bastão de plástico com um pano de lã, o plástico pode adquirir carga negativa e o pano carga positiva.

Pele humana	
Couro	
Pele de coelho	
Vidro liso	
Cabelo humano	
Fibra sintética	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Alumínio	
Papel ou papelão fino	
Algodão	
Madeira	
Âmbar	
Borracha dura	
Poliéster	
Isopor	
Filme PVC	
Poliuretano	
Polipropileno	
Silicone	
Teflon	

Gouveia, 2024.

2. Contato: Um corpo carregado transfere parte de sua carga elétrica para um corpo neutro ao entrar em contato com ele. Após o contato, ambos os corpos tendem a compartilhar cargas de forma uniforme, dependendo de suas capacidades elétricas.



Gouveia, 2024.

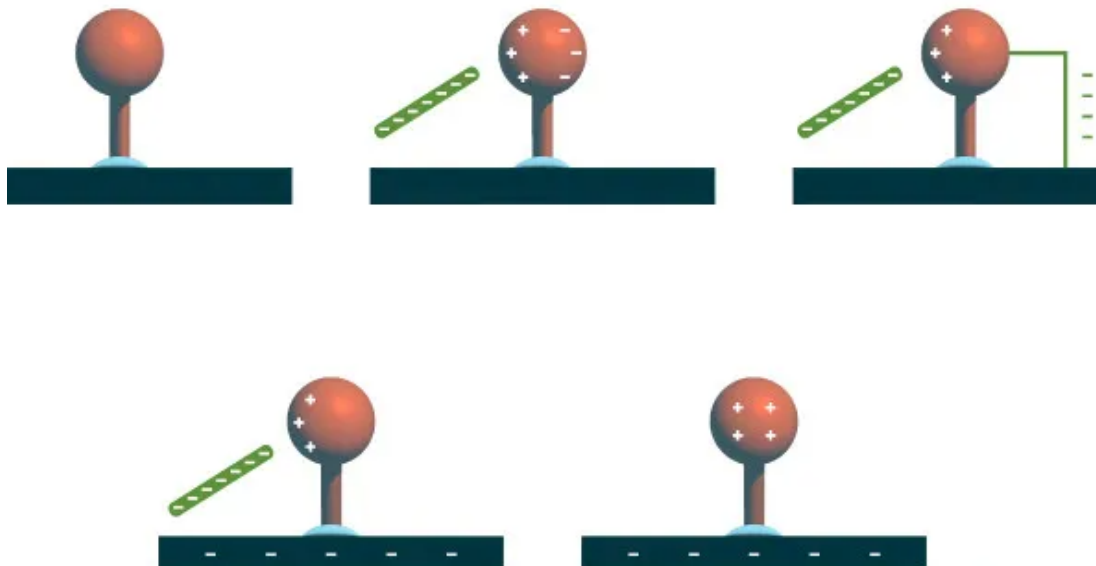
A quantidade de carga total após o contato é constante.

Exemplo para o contato entre dois corpos eletrizados: corpo 1 com carga +10 C e o corpo 2, com carga - 6 C.

Resolução:

$$Q_{Total} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$
$$Q_{Total} = \frac{+10 + (-6)}{2} = + 2C$$

3. Indução: Um corpo carregado próximo a um corpo neutro causa a separação de cargas neste último, sem contato físico. O extremo do corpo neutro adquire carga oposta à do corpo carregado, quando aterrado.



Melo, 2024.

ATIVIDADES

1. Diferencie corpo neutro de corpo eletrizado.
2. Um corpo eletricamente positivo é aquele que possui excesso de elétrons? Justifique.

3. Um corpo com carga de $-6 \times 10^{-6} \text{ C}$ (seis microcoulombs), é colocado em contato com um corpo neutro. Após o contato ambos os corpos ficarão positivamente ou negativamente carregados? Qual a quantidade total de cargas que cada um terá?
4. Explique por que os metais são melhores condutores de eletricidade que o plástico PVC.
5. Você provavelmente já levou um choque elétrico ao encostar em outra pessoa ou, quando encosta na maçaneta da porta de carro, ou até mesmo, quando usa camisas/coletes de treinos na aula de educação física. Explique por que isso acontece.
6. Se você esfregar um balão de festa no cabelo seco e aproximá-lo de pequenos pedaços de papel, possivelmente o balão irá atraí-los. Qual processo de eletrização explica este fenômeno?

REFERÊNCIAS

GIANCOLI, D. C. **Física: princípios com aplicações**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

GOUVEIA, R. **Processos de Eletrização**. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/processos-de-eletrizacao/>. Acesso em 09 dez. 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of physics**. 11. ed. Hoboken: Wiley, 2022.

MELO, P. R. Processos de Eletrização. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/processos-eletrizacao.htm>. Acesso em 09 dez. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 09 dez. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A2ncia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

TEMA DE ESTUDO: Explorando a Lei de Coulomb.

OBJETOS DE CONHECIMENTO:	HABILIDADES:
Carga Elétrica Lei de Coulomb	<p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p> <p>(EM13CNT306X) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos, conhecer as normas de segurança, o tratamento de resíduos e reconhecer os equipamentos de proteção individual e coletivo, inclusive a tecnologia aplicada nos mesmos.</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>

Conservação da Carga Elétrica e Lei de Coulomb

Saudações estudantes!

A carga elétrica é uma propriedade fundamental da matéria, associada a partículas subatômicas como prótons e elétrons. A *Lei da Conservação da Carga Elétrica* afirma que a carga total de um sistema isolado permanece constante, independentemente dos

processos internos. Ou seja, cargas não são criadas nem destruídas, apenas transferidas entre corpos (TIPLER; MOSCA, 2021).

A *Lei de Coulomb*, formulada por Charles-Augustin de Coulomb, descreve a força de interação entre duas cargas elétricas pontuais. Essa força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas, conforme a equação:

$$F = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{d^2}$$

Onde:

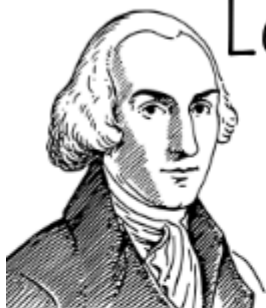
- F : força elétrica (em newtons, N),
- q_1 e q_2 : valores das cargas (em coulombs, C),
- d^2 : distância entre as cargas (em metros, m),
- k : constante eletrostática do meio ($9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, no vácuo).

A força é atrativa se as cargas possuem sinais opostos e repulsiva se possuem o mesmo sinal.

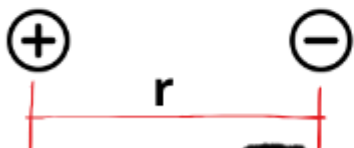
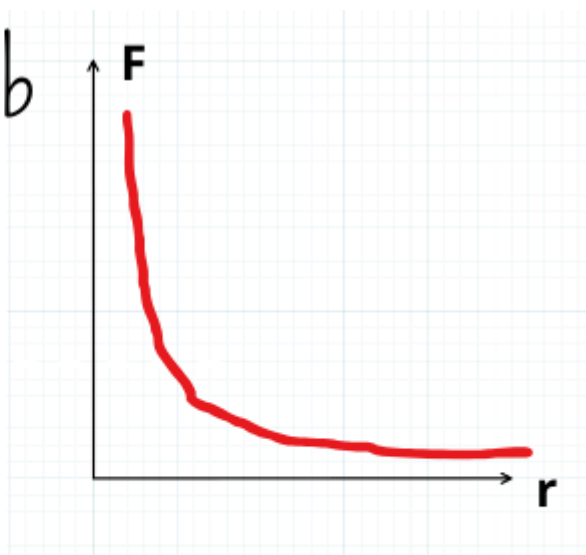
Gráfico da Força Elétrica e Distância

O gráfico da força elétrica F em função da distância d apresenta uma curva que diminui rapidamente à medida que d aumenta, seguindo uma relação de inverso ao quadrado. Isso significa que a força entre as cargas diminui significativamente à medida que elas se afastam.

Observe o esquema a seguir.



Lei de Coulomb



$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Silva, 2024.

Esse comportamento, no gráfico acima, reflete como a interação elétrica depende da proximidade das cargas, sendo muito intensa quando as cargas estão próximas e enfraquecendo rapidamente à medida que a distância aumenta (GIANCOLI, 2020).

ATIVIDADES

1. Calcule o valor da força elétrica entre duas cargas elétricas iguais a 1 C e separadas por uma distância de 1 metro, no vácuo. Use $k = 9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

2. Esse valor encontrado na questão é importante para nos lembrar que 1 C de carga é um valor muito grande. Escreva o equivalente aos seguintes valores dos prefixos científicos de cargas elétricas;

A) $Q = 2,00 \text{ mC} =$

B) $Q = 2,00 \mu C =$

C) $Q = 2,00 nC =$

3. Entre duas cargas elétricas idênticas e separadas por uma distância d , há uma força eletrostática de módulo F . Se duplicarmos a distância entre estas cargas, qual o novo valor da força elétrica?

4. Entre duas cargas elétricas idênticas e separadas por uma distância 20 cm, há uma força eletrostática de módulo 20 N. Se reduzirmos a distância entre estas cargas para 10 cm, qual o novo valor da força elétrica? Dica: tente resolver por proporcionalidade!

REFERÊNCIAS

GIANCOLI, D. C. **Física: princípios com aplicações**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of physics**. 11. ed. Hoboken: Wiley, 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 09 dez. 2024.

MINAS GERAIS. **Secretaria do Estado de Educação. Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%AAncia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

SILVA, G.E. Notas de aula: Lei de Coulomb, *in* **Canva**. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAGY0e6jXQg/OVTnju6QoLN1I8--0RsExA/view?utm_content=DAGY0e6jXQg&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=editor. Acesso em 09 dez. 2024.

TEMA DE ESTUDO: A relação entre Campo Elétrico e Potencial Elétrico.

OBJETOS DE CONHECIMENTO:

Campo Elétrico.
Potencial Elétrico.

HABILIDADES:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT306X) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos, conhecer as normas de segurança, o tratamento de resíduos e reconhecer os equipamentos de proteção individual e coletivo, inclusive a tecnologia aplicada nos mesmos.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Campo Elétrico, Linhas de Campo, Potencial Elétrico e Superfícies Equipotenciais

Campo Elétrico

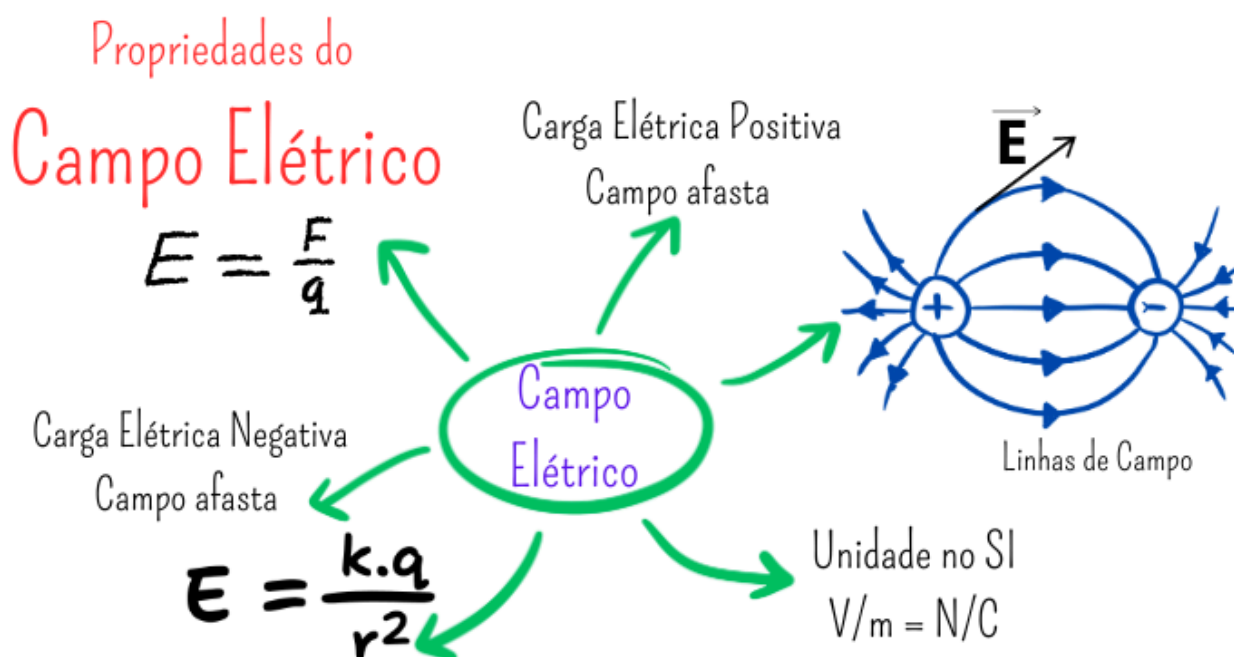
O campo elétrico é uma grandeza vetorial que preenche radialmente uma região do espaço onde há uma carga elétrica. Em havendo outra carga elétrica de teste, os campos elétricos se interagem e esta experimenta uma força elétrica. Ele é descrito como a força

por unidade de carga, dada pela expressão:

$$E = \frac{F}{q}$$

A unidade de campo elétrico é N/C (*newton por coulomb*). No Sistema internacional de unidades (SI) usa-se o V/m (volt por metro). Vale destacar que, dimensionalmente, 1 N/C equivale a 1 V/m.

Observe as propriedades do campo elétrico na figura:



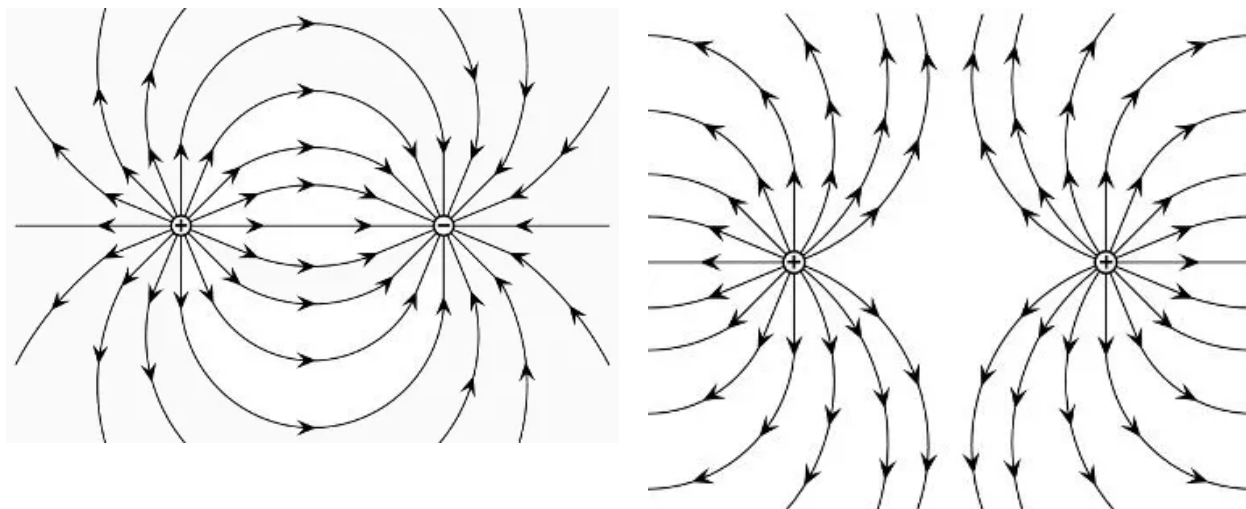
Silva, 2024.

Linhas de Campo Elétrico

As linhas de campo elétrico representam a direção do campo elétrico em cada ponto do espaço. Elas têm as seguintes características:

- Partem de cargas positivas e terminam/chegam em cargas negativas.

- A densidade das linhas indica a intensidade do campo.
- Nunca se cruzam.



Helerbrock, 2024.

Relação entre Campo e Potencial Elétrico

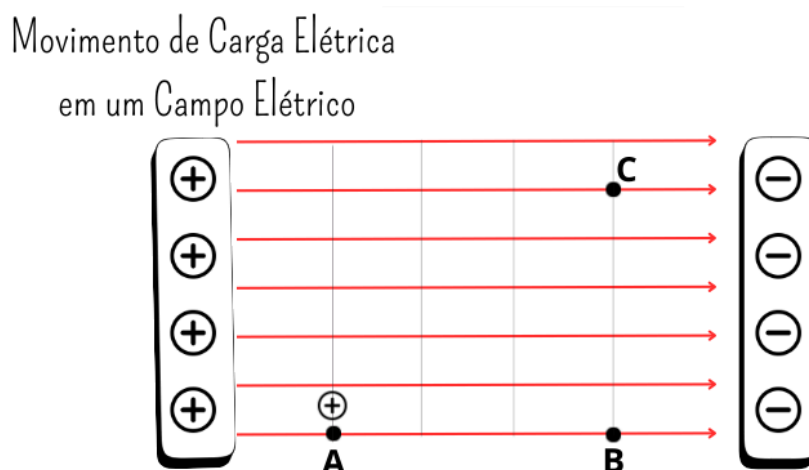
O potencial elétrico (ΔV) é a energia potencial elétrica por unidade de carga. Sua unidade é o volt (V), sendo portanto uma grandeza escalar.

A relação entre o campo elétrico e o potencial é dada pelo gradiente do potencial, ou seja:

$$E = - \frac{\Delta V}{d}$$

Isso significa que o campo elétrico aponta na direção de maior variação negativa do potencial elétrico. Assim uma carga elétrica positiva, espontaneamente, se desloca no sentido da linha de campo elétrico para uma região onde o potencial elétrico é menor.

Observe a figura:



Silva, 2024.

A carga positiva colocada no ponto A, se desloca para a região onde estão os pontos B e C, onde potencial elétrico é menor.

É importante destacar que a força elétrica possui característica conservativa e portanto o trabalho realizado por ela sobre uma carga elétrica partindo do ponto A até o ponto C é o mesmo trabalho que o movimento da carga do A até o ponto B. Em outras palavras, o trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga elétrica em movimento não depende da trajetória.

Superfícies Equipotenciais

As superfícies equipotenciais são regiões onde o potencial elétrico é constante. Na imagem anterior, os pontos B e C possuem o mesmo potencial elétrico, pois estão sobre uma mesma superfície equipotencial. Na figura há outras superfícies equipotenciais, que por definição são regiões perpendiculares em relação às linhas de Campo Elétrico.

Características da Superfície Equipotencial

- Não há trabalho realizado ao mover uma carga ao longo de uma superfície equipotencial.
- As superfícies equipotenciais são sempre perpendiculares às linhas de campo.

Bons estudos!

ATIVIDADES

1. Assinale a alternativa correta em relação às superfícies equipotenciais:

- A) O trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga que se desloca em cima de uma superfície equipotencial é sempre positivo.
- B) A tensão elétrica em Volts tem valor nulo em toda a extensão de uma linha equipotencial.
- C) O trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga de sinal negativo será negativo, e o trabalho realizado sobre cargas de sinal positivo será positivo.
- D) O módulo do trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga elétrica, independentemente do seu sinal, sempre será igual a zero.
- E) As linhas de campo elétrico são sempre tangenciais às superfícies equipotenciais.

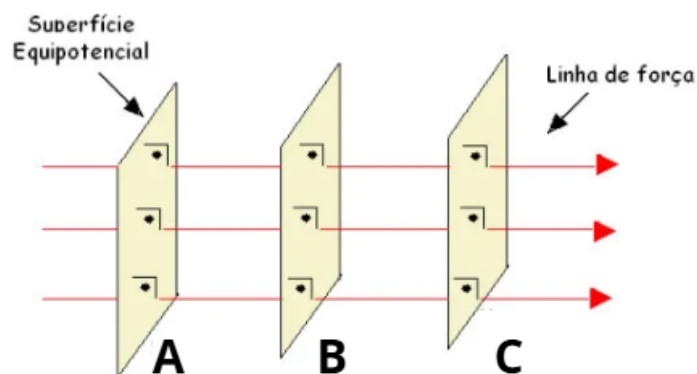
2. (UFPA) Com relação às linhas de força de um campo elétrico, pode-se afirmar que são linhas imaginárias:

- A) tais que a tangente a elas em qualquer ponto tem a mesma direção do campo elétrico;
- B) tais que a perpendicular a elas em qualquer ponto tem a mesma direção do campo elétrico;
- C) que circulam a direção do campo elétrico;
- D) que nunca coincidem com a direção do campo elétrico;
- E) que sempre coincidem com a direção do campo elétrico.

3. Desenhe, separadamente, as configurações do campo elétrico de uma carga elétrica positiva e de uma carga elétrica negativa.

4. Calcule a intensidade do campo elétrico em um ponto a 30 cm de uma carga elétrica puntiforme de valor igual a $2,5 \times 10^{-6} C$, no vácuo.

5. Observe a figura e responda as questões:



A) O potencial elétrico em A é maior ou menor que em B? Por que?

B) O campo elétrico em A é maior ou menor que em C? Por que?

C) Abandonando uma carga positiva no ponto B, ela se desloca para A ou C? Por que?

D) O Trabalho realizado sobre a região A é maior, menor ou igual ao trabalho sobre a região C? Justifique.

REFERÊNCIAS

ANJOS, Talita Alves dos. Superfícies Equipotenciais. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/superficies-equipotenciais.htm>. Acesso em 13 de dezembro de 2024.

GIANCOLI, D. C. **Física: princípios com aplicações**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of physics**. 11. ed. Hoboken: Wiley, 2022.

HELERBROCK, Rafael. Linhas de força. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/linhas-forca.htm>. Acesso em 11 de dezembro de 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 09 dez. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%AAncia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

SILVA, G. E. Notas de aula: Propriedades do campo elétrico. In **Canva**. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAGY6iRoyXw/0V8FDbNMIqx8PtnSmf1FLA/edit?utm_content=DAGY6iRoyXw&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton. Acesso em 10 dez. 2024.

SILVA, G. E. Notas de aula: Propriedades do campo elétrico. In **Canva**. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAGY5wD3SUI/MPD5p6Lu3RfEZAJuRfdq4Q/edit?utm_content=DAGY5wD3SUI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton. Acesso em 10 dez. 2024.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.