

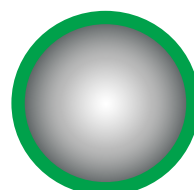
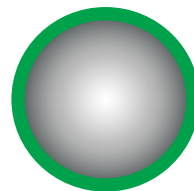
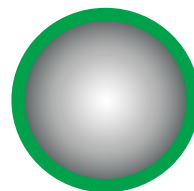
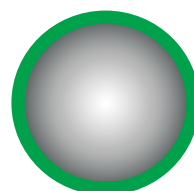
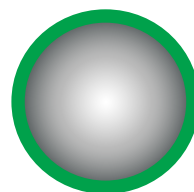
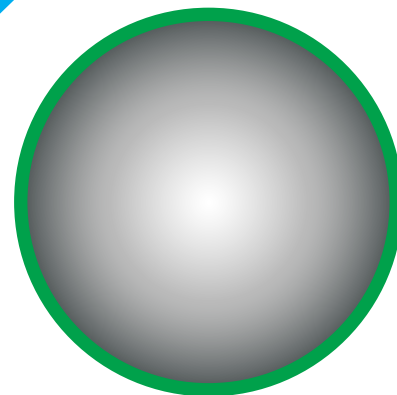


República de Moçambique
Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano
Instituto de Educação Aberta e à Distância

FÍSICA



MÓDULO 5



Venda proibida

PESD I

Programa do Ensino Secundário à Distância - 1º Ciclo



Baixar Livros & Exames em PDF

Somos o portal MozEstuda.com, um espaço dedicado à educação e ao conhecimento. Fornecemos links para o **download gratuito** de materiais de acesso livre, incluindo [exames anteriores](#), [livros e diversos PDFs](#) educacionais. Nosso objetivo é facilitar o aprendizado e a pesquisa, sempre respeitando os direitos autorais e promovendo o acesso legítimo ao conhecimento. Se você apreciou este conteúdo, considere apoiar os autores e editoras adquirindo versões oficiais sempre que possível. Todos os direitos autorais pertencem aos respectivos criadores e detentores de direitos. **Não vendemos nem lucramos com as obras disponibilizadas.** Aproveite e compartilhe com outros estudantes!

Para baixar livros em PDF, acesse biblioteca.mozestuda.com e pesquise o título desejado na barra de pesquisa. Ou, se preferir, siga/ Clique os links abaixo:

BAIXAR TODOS LIVROS ESCOLARES — MOÇAMBIQUE

Toque no **nome da Classe** para Baixar todos livros em PDF

12ª CLASSE

11ª CLASSE

10ª CLASSE

9ª CLASSE

8ª CLASSE

7ª CLASSE

6ª CLASSE

5ª CLASSE

4ª CLASSE

3ª CLASSE

2ª CLASSE

1ª CLASSE

BAIXAR TODOS MÓDULOS ESCOLARES —

MÓDULOS DO I CICLO

MÓDULOS DO II CICLO

LIVROS POR DISCIPLINAS - TODAS

BAIXAR EXAMES DA **6ª CLASSE** – MOÇAMBIQUE

Toque no **nome da disciplina** para Baixar todos exames em PDF

C. NATURAIS

C. SOCIAIS

MATEMÁTICA

PORTUGUÊS

BAIXAR EXAMES DA **10ª CLASSE** – MOÇAMBIQUE

Toque no **nome da disciplina** para Baixar todos exames em PDF

BIOLOGIA

FÍSICA

GEOGRAFIA

HISTORIA

INGLÊS

MATEMÁTICA

PORTUGUÊS

QUÍMICA

BAIXAR EXAMES DA **12ª CLASSE** – MOÇAMBIQUE

Toque no **nome da disciplina** para Baixar todos exames em PDF

BIOLOGIA

DGD

FILOSOFIA

FÍSICA

FRANCÊS

GEOGRAFIA

HISTÓRIA

INGLÊS

MATEMÁTICA

PORTUGUÊS

QUÍMICA

TODOS EXAMES

TODOS EDITAIS

TODOS LIVROS

BAIXAR EXAMES DE **ADMISSÃO** — MOÇAMBIQUE

Toque no **nome da Instituição** para Baixar todos exames em PDF

IFP / Formação de Professores

UEM

UJC/ ISRI

ISPG

ISPSONGO

AC. MILITAR

PRM

ISCAM

ICS — SAÚDE — ENSINO MÉDIO

ETP / Ensino técnico Profissional

UP / UniRios: Save, Rovuma, Licungo, ...

UNIZAMBEZE

ISPT

ISCISA

ACIPOL

CFJJ

IFAPA

EDITAIS

ENEM

VESTIBULARES

ENCCEJA

TODOS EXAMES

Programa do Ensino Secundário à Distância - 1º Ciclo

PESD I

Módulo 5 de Física

Moçambique – 2023

Ficha Técnica

© Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano

Título:

Módulo 5 de Física

Direcção Geral:

- Manuel José Simbine (Director Geral)
- Luís do Nascimento Paulo (Director Geral Adjunto)

Coordenação:

-
- Castiano Pússua Gimo (Chefe do Departamento Pedagógico)

Elaboração:

-
- | | | |
|------------------|--------------------|-----------------|
| • Paulo Chissico | • Benício Armindo | • Elson Nuvunga |
| • David Cossa | • Milagre Nhamunze | |

Revisão Instrucional:

-
- Abel Ernesto Uqueio Mondlane

Revisão Científica:

-
- | | | |
|----------------|------------------|---------------------|
| • Azarias Dava | • Joaquim Issaia | • Agostinho Barreto |
|----------------|------------------|---------------------|

Revisão Linguística:

-
- Alexandre P. Manjate

Ilustração:

-
- | | | |
|--------------------|---------------|------------------|
| • Dionísio Manjate | • Félix Mindú | • Hermínia Langa |
|--------------------|---------------|------------------|

Maquetização:

-
- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| • Flávio Joaquim Cordeiro | • João António Siquisse |
| • Hermínio Andrade Banze | • Júlio Ernesto Melo Ngomane |

Impressão:

Caro(a) aluno(a),

Seja bem-vindo/a ao Programa do Ensino Secundário à Distância (PESD) do primeiro ciclo, abreviadamente designado PESD1.

É com muito prazer que o Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano (MINEDH) coloca em suas mãos os materiais de aprendizagem, especialmente concebidos e elaborados para que você, independentemente do seu género, idade, condição social, ocupação profissional ou local de residência, possa prosseguir com os estudos do Ensino Secundário, através do Programa do Ensino Secundário à Distância (PESD), desde que tenha concluído o Ensino Primário.

Este programa resulta da decisão do Governo de Moçambique de oferecer no Sistema Nacional de Educação (SNE) o Ensino Secundário, no país, em duas modalidades: Ensino Presencial e Ensino à Distância, expandindo, assim, o acesso à educação a um número cada vez maior de crianças, jovens e adultos moçambicanos, como você.

Ao optar por se matricular no PESD1, você vai desenvolver conhecimentos, habilidades, atitudes e valores definidos para o graduado do 1º ciclo do Ensino Secundário, que vão contribuir para a melhoria da sua vida, da sua família, da sua comunidade e do País.

Para a implementação deste programa, o MINEDH criou Centros de Apoio à Aprendizagem (CAA), em locais estrategicamente escolhidos, onde você e os seus colegas dever-se-ão encontrar periodicamente com os tutores, que são professores capacitados para apoiar a sua aprendizagem, esclarecendo as dúvidas, orientando e aconselhando-o na adopção de melhores práticas de estudo.

Estudar à Distância exige o desenvolvimento de uma atitude mais activa no processo de aprendizagem, estimulando em si a necessidade de muita dedicação, boa organização, muita disciplina, criatividade e, sobretudo, determinação nos estudos. Por isso, fazemos votos de que se empenhe com afinco e responsabilidade para que possa, efectivamente, aprender e poder contribuir para um Moçambique sempre melhor.

Bons Estudos!

Maputo, aos 18 de Janeiro de 2024



CARMELITA RITA NAMASHUNGA

MINISTRA DA EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO HUMANO

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
I. SOBRE O PESD 1.....	5
II. SOBRE A DISCIPLINA DE FÍSICA	5
III. PROCESSO DE ESTUDO	5
IV. AVALIAÇÃO	6
V. ÍCONES	7
INTRODUÇÃO AO MÓDULO.....	8
LIÇÃO Nº 1: NOÇÃO DE CARGA ELÉCTRICA	10
LIÇÃO Nº 2: LEIS QUALITATIVAS DAS INTERACÇÕES ENTRE AS CARGAS ELÉCTRICAS E FORMAS DE ELECTRIZAÇÃO	16
LIÇÃO Nº 3: ELECTROSCÓPIOS	21
LIÇÃO Nº 4: FORÇAS ELECTROSTÁTICAS, LEI DE COULOMB.....	27
LIÇÃO Nº 5: NOÇÃO DE CAMPO ELÉCTRICO.....	33
LIÇÃO Nº 6: NOÇÃO DA CORRENTE ELÉCTRICA	39
LIÇÃO Nº 7: INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉCTRICA	44
LIÇÃO Nº 8: TENSÃO ELÉCTRICA	49
LIÇÃO Nº 9: NOÇÃO DE CIRCUITO DE CORRENTE ELÉCTRICA	52
LIÇÃO Nº 10: RESISTÊNCIA ELÉCTRICA - LEI DE OHM.....	56
LIÇÃO Nº 11: FACTORES DE QUE DEPENDEM A RESISTÊNCIA ELÉCTRICA DE UM CONDUTOR.....	62
LIÇÃO Nº 12: ASSOCIAÇÃO DE RESISTÊNCIAS.....	68
LIÇÃO Nº 13: POTÊNCIA ELÉCTRICA	72
LIÇÃO Nº 14: MAGNETISMO.....	77
LIÇÃO Nº 15: A BÚSSOLA.....	83
LIÇÃO Nº 16: ELECTROMAGNETISMO	86
TESTE DE PREPARAÇÃO	90
CHAVE DE CORRECÇÃO DO TESTE DE PREPARAÇÃO	92
BIBLIOGRAFIA.....	94

INTRODUÇÃO

Caro (a) aluno (a), seja bem-vindo ao Programa do Ensino Secundário à Distância - PESD, uma opção de aprendizagem que lhe permite prosseguir com seus estudos pós-primários, para concluir o nível secundário.

A seguir apresentamos algumas informações que você deve conhecer antes de iniciar o seu estudo.

I. Sobre o PESD 1

Neste programa, você tem a oportunidade de estudar o primeiro ciclo do Ensino Secundário, mediante a leitura dos módulos auto-instrucionais, de forma individual, respeitando o seu ritmo próprio, para que depois de completar a aprendizagem dos conteúdos programados, seja submetido aos exames nacionais, cujos resultados positivos permitirão que você receba um certificado de conclusão do ciclo.

Neste programa, a sua aprendizagem será feita por ciclo, sendo que irá receber um conjunto de módulos de todas as disciplinas que compõem o primeiro ciclo do ensino secundário (7ª, 8ª ou 9ª classes), não se distinguindo cada uma destas três classes. Por essa razão, ao concluir o estudo deste conjunto de módulos, terá concluído o estudo do ciclo todo, estando habilitado a realizar os exames da 9ª classe.

II. Sobre a disciplina de Física

Neste ciclo, os conteúdos de **Física** estão estruturados em **5** (cinco) módulos. Cada módulo é constituído por um conjunto de lições.

Cada lição tem a seguinte estrutura: o título da lição, os objectivos, o tempo de estudo, o desenvolvimento (no qual encontramos a explicação dos conceitos, a demonstração de experiências e actividades), os exercícios, o resumo e a chave de correcção. Poderá encontrar o glossário, isto é, o significado de algumas palavras, no fim da lição.

III. Processo de estudo

O processo de estudo no PESD inicia depois de você receber um conjunto de orientações sobre o funcionamento da aprendizagem no ensino à distância, que são dadas no Centro de Apoio à Aprendizagem (CAA) pelo respectivo Gestor. Assim, você receberá, no máximo, dois módulos, dando início ao seu estudo. O estudo é de carácter individual e consiste na leitura dos conteúdos existentes nos módulos.

Para efeitos de registo de notas pessoais (sistematização de informação, resumo das lições, resolução de actividades e exercícios, testes de preparação, incluindo anotação de dúvidas), você deverá usar um caderno. O caderno o ajudará a ser planificado e organizado no seu estudo.

Caro/a aluno/a, a actividade de leitura faz parte do processo de estudo. Ela prepara a você a ganhar habilidade de leitura observando as regras de entoação, pausa e ritmo adequado.

Sendo assim, a actividade de leitura expressiva nas diferentes tipologias textuais previstas, nesta disciplina, deve ser feita e caberá ao seu tutor, ao longo do processo de seu estudo, a responsabilidade de programar, acompanhar e aferir o nível de atingimento dos objectivos programáticos traçados para este nível.

IV. Avaliação

No Ensino à Distância a avaliação faz parte do processo de aprendizagem. Sabe por quê? Ela estimula o seu interesse pela matéria e ajuda-lhe a medir em que medida está ou não a progredir na aprendizagem.

Por esta razão, ao longo e no final dos módulos aparecem actividades avaliativas, em diferentes formatos ou com diferentes nomes: *exercícios, actividades, experiências, resumos e testes de preparação*. Você deve resolver cada uma delas.

Depois de resolver um determinado tipo de actividade avaliativa, para você certificar-se se resolveu bem ou não, deverá consultar a Chave de correcção disponível logo após a actividade ou no fim do módulo.

Nas últimas páginas do módulo, vai encontrar um conjunto de questões denominadas “Teste de Preparação”, que serve para verificar o seu nível de assimilação dos conteúdos aprendidos no módulo e ao mesmo tempo que lhe prepara para a realização do Teste de Fim de Módulo (TFM).

O TFM é o teste ou prova que você irá realizar no fim de cada módulo no CAA, vigiado pelo gestor ou tutor. A nota obtida no TFM serve de base para efeito de admissão ao exame.

No fim do ciclo, realizará um Exame Nacional, com base no qual, tendo aproveitamento positivo, ser-lhe-á emitido um certificado de conclusão do 1º ciclo do Ensino Secundário.

V. Ícones

Ao longo do módulo, você irá encontrar alguns símbolos gráficos com os quais se deve familiarizar antecipadamente, para a facilitação do seu estudo. Sempre que vir determinado ícone terá conhecimento prévio do que deve acontecer.

			
Glossário	Desenvolvimento	Exercícios	Reflexão
			
Tempo	Resumo	Chave de correção	Actividade de grupo
			
Objectivos	Discussão	Estudo de caso	Teste de preparação
			
Note	Dica	Ajuda	Experiências
			
Vídeo	Áudio		

INTRODUÇÃO AO MÓDULO

Seja bem-vindo, caro (a) aluno (a), ao estudo do módulo 5 da disciplina de **Física** do Programa do Ensino Secundário à Distância para o primeiro ciclo, PESD1.

Este módulo é constituído por **2 (duas)** unidades temáticas, subdivididas em 16 (dezasseis) lições, respectivamente:

Unidade Temática 1: *Electricidade*

Unidade Temática 2: *Magnetismo*

OBJECTIVOS DO MÓDULO

Quando terminar o estudo deste módulo, você será capaz de:

- Identificar a presença de cargas eléctricas através de um pêndulo eléctrico ou electroscópio;
- Identificar o tipo de carga eléctrica que os corpos adquirem em cada processo de electrização;
- Interpretar, em situações concretas: a Lei Qualitativa das Interações Eléctricas, a Lei Qualitativa das Interações magnéticas, a Lei de Ohm, e a Lei de Joule-Lenz.
- Construir gráficos da dependência entre grandezas físicas relacionada com a corrente eléctrica;
- Resolver problemas qualitativos e quantitativos até ao nível de reprodução com variante nas quais não intervenham mais de duas grandezas;
- Deduzir qualquer grandeza que intervém na fórmula relacionada com a corrente eléctrica;
- Distinguir os aparelhos da medição da intensidade e tensão eléctricas;
- Representar esquematicamente um circuito eléctrico;
- Explica o funcionamento de alguns aparelhos electrodomésticos com a sua potência eléctrica;
- Exemplificar os fundamentos de alguns processos tecnológicos de carácter geral e importante para o nosso desenvolvimento económico, em particular os relacionados com os fenómenos eléctricos, magnéticos.

Recomendações para o estudo

Caro (a) aluno (a), você está a estudar o módulo 05 de Física. Já desenvolveu muitas técnicas da aprendizagem a distância, porém precisamos de reforçar as recomendações de estudo. A educação a distância (EAD) é um processo de ensino e aprendizagem o professor e o aluno estão separados no espaço e no tempo, aprendizagem é mediada através de recursos e tecnologias e pode incluir momentos presenciais para tutoria e realização das avaliações.

No PESD1 a distância entre os professores e os alunos é suprida por módulos autoinstrucionais impressos ou electrónicos que podem ser estudados on-line ou off-line, via plataformas electrónicas de aprendizagem ou ferramentas da Web social.

Assim no estudo deste módulo, você vai aprender as respectivas lições de forma individual, discutilas com os seus colegas e o seu tutor presencialmente ou através de ferramentas electrónicas como o SMS, Chamadas de voz, WhatsApp, Youtube ou outras acessíveis através do seu smartphone.

Mas também vai precisar de fazer ou descrever experiências simples, apresenta-las aos colegas e ao seu tutor nas sessões de tutoria presencial, discuti-las e sistematizar as conclusões principais (teorias).

Caro (a) aluno (a), você terá que encontrar um local e um momento calmos, onde vai juntar todo o material necessário para o estudo de cada lição.

Muita força!

Palavras-chave: Electrostática, campo, Electricidade, magnetismo, corrente eléctrica, circuito eléctrico e Electromagnetismo.

LIÇÃO Nº 1: Noção de carga eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a)! Esta é a primeira lição deste módulo, nela introduziremos fundamentos da electricidade, sendo que ao terminá-la, terá conhecimentos sobre **a carga eléctrica, seus tipos e como determiná-la**.

Estas descobertas são estudadas na sub-unidade corrente eléctrica denominada **electrostática**, que é a parte da física que trata das cargas eléctricas em repouso.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Definir carga eléctrica;
- Identificar os tipos de carga eléctrica;
- Calcular o valor de uma carga eléctrica.



Caro (a) aluno (a), para o estudo desta lição vai precisar de 90 minutos.



Carga eléctrica

Caro (a) aluno (a), para iniciar esta lição, analise a seguinte situação:



De certeza já reparou em como o cabelo fica arrepiado após ser penteado? Ou então já passou pela situação de usar uma camiseta e passado algum tempo colar nos pelos? Imagine o que estas duas situações simples têm em comum com os raios que acontecem durante a tempestade.

Difícil, não é? Todas essas situações são fenómenos que ocorrem devido a **cargas eléctricas**!

Por isso vamos a seguir definir carga eléctrica:

Carga eléctrica é a grandeza física da matéria caracterizada por repulsões ou atracções fortes entre os corpos eletrizados.

Pronto! Agora que sabe o que é carga eléctrica, observe a fig. 1 e descreva-a. Caso tenha dificuldades na descrição, fale com os seus colegas ou recorra à internet.

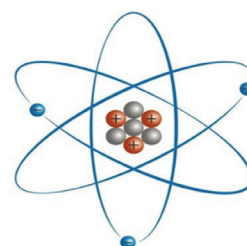


Fig. 1 - Átomo

No átomo encontramos um núcleo central, contendo **Protões** e **Neutrões**, à volta do qual giram **electrões** em órbitas circulares, conhecidas por camadas.

Muito bem! Em relação à fig. 1, as partículas nela existentes são descritas da seguinte maneira:

⊖	Os <i>electrões</i> são partículas com cargas eléctricas negativas e <i>representam-se por e^-</i> .
⊕	Os <i>Protões</i> são partículas com cargas eléctricas positivas e <i>representam-se por p^+</i> .
○	Os <i>Neutrões</i> são partículas sem cargas eléctricas e <i>representam-se por n</i> .

Como já foi referenciado que os protões e os electrões possuem carga, há que saber que essas duas partículas possuem o mesmo valor de carga eléctrica, apenas com sinal contrário. O valor destas cargas é chamado de **carga elementar**. A carga do protão é $+1,6 \times 10^{-19} C$ e a carga do electrão é $-1,6 \times 10^{-19} C$

Da disciplina de Matemática, você sabe que, na adição, valores simétricos anulam-se, ou seja:

$-1,6 \times 10^{-19} + 1,6 \times 10^{-19} = 0$. Aplicando este conhecimento, podemos dizer que um protão e um electrão anulam-se.

Para perceber melhor, observe novamente o modelo atómico e responda às questões seguintes: Quantos protões existem no seu núcleo? E quantos electrões gravitam à sua volta?

Caro (a) aluno (a), se tiver respondido que no núcleo existem 3 protões e gravitam à volta 3 electrões, acertou.

Então, estas partículas formam pares protão - electrão. Como o número de protões é igual ao número de electrões, diz-se que o **átomo é neutro**.

Tipos de Cargas Eléctricas

Caro (a) aluno (a), um átomo pode ceder ou captar electrões. Quando é que cede e quando é que capta?

Realmente, o átomo *cede* se tiver 1, 2, 3 ou 4 electrões na última camada e *capta* se tiver 4, 5, 6 ou 7 electrões na última camada. Naturalmente, todo o átomo apresenta-se neutro, ou seja, com o número de protões igual ao número de electrões. Isso é do seu conhecimento.

Então, o átomo que cede, ficará com *menos electrões* do que protões, assim, este átomo terá **carga positiva**. Ao passo que, aquele que recebe, ficará com mais electrões, logo, com **carga negativa**.

Tanto o átomo que cede assim como o que recebe fica *electrizado ou electricamente carregado*.

Caro (a) aluno (a), pode identificar a carga de cada um? Muito simples, como já foi referenciado que o átomo que cede fica com défice de electrões (electrões em falta), logo, está com carga positiva. E, aquele que ganha fica com excesso de electrões, logo, possui carga negativa.

Afinal, o que é carga eléctrica? E como pode ser determinada?

Na natureza, existem grandezas que possuem um limite para a sua divisão em partes menores. São chamadas grandezas quantizadas. É o caso da carga eléctrica de um corpo. A quantidade de carga eléctrica total (Q) é sempre um número inteiro (n) de vezes o valor da carga elementar (e^-)

$$Q = n \cdot e^-$$

Onde: n = número de electrões em excesso ou em falta;

$e^- = 1,6 \times 10^{-19} C$ (Carga elementar).

A unidade da carga eléctrica no Sistema internacional de Unidade é *Coulomb (C)*, em homenagem ao Físico Francês Charles Coulomb.



Os átomos não podem perder ou ganhar protões, pois estes estão fixos no núcleo, apenas os electrões são livres. Os átomos podem perder ou ganhar electrões e quando isso acontece, dizemos que o corpo está electricamente carregado ou electrizado.

Os corpos electricamente carregados classificam-se em:

1. *Corpos positivamente carregados ou com cargas eléctricas positivas*; quando têm défice de electrões ou excesso de protões.

A sua carga eléctrica (Q) será: $Q = +n \cdot e^-$

2. *Corpos negativamente carregados ou com cargas eléctricas negativas*: quando têm excesso de electrões ou défice de protões.

A sua carga eléctrica (Q) será: $Q = -n \cdot e^-$

Portanto, há duas espécies de cargas eléctricas: Cargas eléctricas positivas e cargas eléctricas negativas.

Estimado aluno, já sabe que a unidade da carga eléctrica no Sistema Internacional (S.I.) é *Coulomb*. Mas, nem sempre as unidades de medida das grandezas físicas são dadas no S.I., pode-se usar outros sistemas que são submúltiplos da unidade padrão.

A tabela a seguir é referente aos submúltiplos usados na conversão para o Sistema Internacional de medidas.

Tabela de submúltiplos usuais da conversão de unidades para S.I.

Nome	Símbolo	Valor no S.I.
Pico	p	1.10^{-12}
Nano	n	1.10^{-9}

Nome	Símbolo	Valor no S.I.
Micro	μ	1.10^{-6}
Mili	m	1.10^{-3}
Centi	c	1.10^{-2}
Deci	d	1.10^{-1}
Kilo	k	1.10^3
Mega	M	1.10^6
Giga	G	1.10^9

Tabela 1: Submúltiplos usuais da conversão de unidades para S.I.

Caro (a) aluno (a), continue o estudo da lição, acompanhando atentamente as actividades que servem de exemplos da aplicação do que acaba de aprender.



Actividades

- Um corpo possui um excesso de 16 electrões.
 - Calcule em coulomb (C) o valor da carga eléctrica presente no corpo e diga se o corpo está positivamente ou negativamente carregado.
 - Converta em μC o valor da carga eléctrica presente no corpo;
 - Converta em nC o valor da carga eléctrica presente no corpo.

Resolução

- a) já sabemos que se o corpo possuir excesso de electrões está carregado negativamente:

Dados

$$e^- = 1,6 \times 10^{-19} C$$

$$n = 16$$

$$Q = ?$$

Fórmula

Como o corpo possui

excesso de electrões, usamos

a seguinte fórmula:

$$Q = -n \cdot e^-$$

Resolução

$$Q = -16 \times 1,6 \times 10^{-19} C$$

$$Q = -2,56 \times 10^{-18} C$$

Resposta: O valor da carga eléctrica em Coulomb é de $-2,56 \times 10^{-18} C$

- | | |
|--|--|
| <p>b) Uma vez calculada a carga em coulomb, a conversão para μC é feita pelo factor 1.10^{-6} extraído da Tabela 1.</p> $Q = -2,56 \times 10^{-18} C$ $Q = -2,56 \times 10^{-18} \times 10^{-6} C$ $Q = -2,56 \times 10^{-24} \mu C$ | <p>c) Uma vez calculada a carga em coulomb, a conversão para nC é feita pelo factor 1.10^{-9} extraído da Tabela 1.</p> $Q = -2,56 \times 10^{-18} C$ $Q = -2,56 \times 10^{-18} \times 10^{-9} C$ $Q = -2,56 \times 10^{-27} nC$ |
|--|--|

2. . Determine o número de electrões necessários para que um corpo esteja com uma carga eléctrica de $-1,6 \times 10^{-6} \text{ pC}$.

Dados

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

$$Q = -1,6 \times 10^{-6} \text{ pC}$$

$$n = ?$$

Fórmula

$$Q = n \times e^- \rightarrow n = \frac{Q}{e^-}$$

Resolução

$$n = \frac{-1,6 \times 10^{-6} \text{ pC}}{-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$n = \frac{1,6 \times 10^{-6} \times 10^{-12} \cancel{\text{C}}}{1,6 \times 10^{-19} \cancel{\text{C}}}$$

$$n = 10 \text{ electrões}$$

Muito bem, tendo acompanhado a resolução das actividades responda às questões que se seguem.



Exercícios

Copie para o seu caderno e responda as seguintes questões:

1. Assinala com x as alternativas correctas.
 - 1.1. Com relação à electrização de um corpo, é correcto afirmar que:
 - a) Um corpo electricamente neutro, quando cede electrões fica eletrizado positivamente....
 - b) Um corpo electricamente neutro não tem cargas eléctricas.....
 - c) Um dos processos de electrização consiste em retirar protões do corpo.....
 - d) Um corpo electricamente neutro não pode ser atraído por um corpo eletrizado.....
 - 1.2. O átomo é constituído por:
 - a) Electrões que se encontram no núcleo.....
 - b) Cargas eléctricas que rodeiam a eletrosfera.....
 - c) Electrões e protões no núcleo e Neutrões na eletrosfera.....
 - d) Protões e Neutrões que se localizam no núcleo e electrões que se localizam na eletrosfera....
 - 1.3. Um corpo pode receber protões e ficar positivamente carregado?

☐ Sim. Justifique a sua resposta;

☐ Não. Justifique a sua resposta;
2. Um corpo, depois de eletrizado, possui 1014 Protões em excesso.
 - 2.1. O corpo foi eletrizado positiva ou negativamente. Porquê?

Estimado aluno, agora que terminou de responder as questões, propomos-lhe a seguir um resumo da lição e, temos a certeza de que o resumo vai te ajudar a recordar o que acabou de praticar com os exercícios, e poderá voltar a corrigir o que achares incorrecto antes de consultar as respostas.



Resumo da Lição

Nesta lição, você aprendeu que:

Um corpo fica eletrizado ao ganhar/captar ou ao perder/ceder electrões.

*Quando o corpo perder electrões, ficando com défice de electrões, diz-se que o corpo está eletrizado positivamente ou simplesmente possui **carga positiva**; e quando o corpo ganhar electrões, ficando com excesso de electrões, diz-se que o corpo está eletrizado negativamente ou simplesmente possui **carga negativa**.*

A quantidade de carga eléctrica (Q) é produto do número inteiro de vezes a quantidade de electrões e a carga elementar.

$$Q = n \cdot e^-$$

Onde: n = número de electrões em excesso ou em falta;

$$e^- = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C (Carga elementar).}$$

A unidade da carga eléctrica no Sistema internacional de Unidade é **Coulomb (C)**,

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção a seguir. Se tiver acertado todos os exercícios, passe para a lição seguinte. Caso não, estude novamente e interage com os seus colegas.



Chave de Correção

1.1. A 1.2. D

1.3. ☒ Não. Porque os protões encontram-se fixos no núcleo do átomo e apenas os electrões são livres e podem ser transferidos de um corpo para o outro;

2.1. O corpo foi eletrizado positivamente, porque possui défice de electrões.

LIÇÃO Nº 2: Leis qualitativas das interacções entre as cargas eléctricas e formas de electrização

Introdução

Caro (a) aluno (a), nesta lição iremos discutir as leis que regem a interacção dos corpos electricamente carregados e os processos de transferência de cargas eléctricas entre os corpos, bem como o tipo de carga que um corpo adquire ao ser eletrizado.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Identificar o tipo de interacção que ocorre entre corpos electricamente carregados;
- Descrever os processos de electrização;
- Identificar o tipo de carga eléctrica que os corpos adquirem em cada processo de electrização.



Caro (a) aluno (a), para o estudo desta lição, vai precisar de 90 minutos.



Alguma vez você já sentiu um leve choque seguido de estalos ao despir-se? Pois então caso você tenha passado por isso, saiba que esse fenómeno ocorreu devido a fricção entre a sua pele e a roupa ao despir. A questão agora é: O que tem a ver o choque com a fricção?

Então preste atenção e procure encontrar a resposta durante o estudo desta lição.



1. Leis qualitativas das interacções das cargas eléctricas.

A interacção entre os corpos ocorre quando estão eletrizados. Essa interacção é regida por duas leis, que são:

1ª Lei – Duas cargas eléctricas com mesmo sinal repelem-se.

Duas cargas positivas



Fig. 2 - A: Duas cargas positivas repelem-se

Duas cargas negativas



Fig. 3 - B: Duas cargas negativas repelem-se

2ª Lei – Duas cargas eléctricas com sinais contrários atraem-se.

Duas cargas positiva e negativa atraem-se.



Fig. 4 - Duas cargas de sinais contrários atraem-se

Caro (a) aluno (a), usando suas palavras, interprete o que acontece nas leis qualitativas das interações eléctricas com base na orientação das setas.

Isso mesmo, a sua interpretação está certa. Na primeira lei, as setas apontam para sentidos de afastamento, significando que para cargas do mesmo sinal, a força eléctrica que cada carga exerce sobre a outra é de repulsão.

Na segunda lei, as setas estão orientadas no sentido de aproximar as cargas, mostrando que a força exercida pelas cargas de sinais contrários é de atracção.

2. Electrização

Caro (a) aluno (a), aprendeu na lição anterior que os corpos ficam eletrizados quando perdem ou ganham electrões. Então, o que é electrização?

Acredito que tenha respondido da seguinte maneira: *A electrização é um processo de transferência de cargas eléctrica.*

É isso mesmo! Naturalmente, os corpos são neutros (possuem igual número de protões e electrões) e, ao serem submetidos a certos processos ficam eletrizados ou electricamente carregados. Cada processo de electrização constitui um *tipo ou forma de electrização*.

3. Tipos ou formas de electrização

3. 1. Electrização por Fricção ou por Atrito

Observe a fig. 3 e faça a devida descrição. Não se esqueça de identificar o tipo de carga que cada corpo adquire no fim do processo.

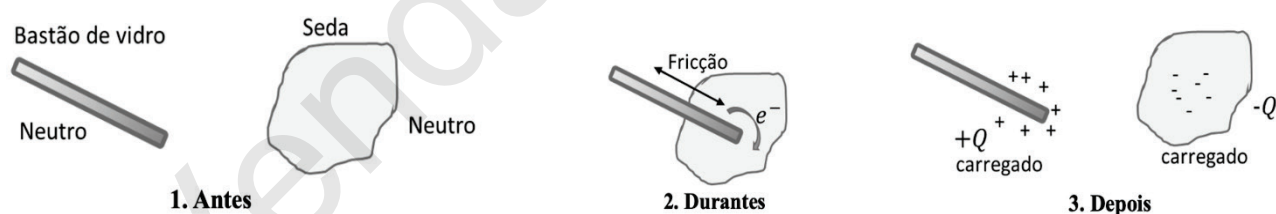


Fig. 5 - Electrização por fricção ou atrito

Realmente, trata-se de dois corpos neutros (bastão de vidro e pano de seda). Ao serem esfregados ou atritados ou ainda friccionados, o tubo de vidro cede electrões ao pano de seda.

Assim, o tubo de vidro fica eletrizado positivamente (adquire carga positiva) e o pano de seda eletrizado negativamente (adquire carga negativa).



A electrização por atrito ou fricção é o único processo de electrização em que ambos os corpos começam neutros.

A quantidade de cargas eléctricas cedidas por um corpo é igual à das cargas recebidas pelo outro corpo (princípio da conservação de cargas eléctricas).

3.2. Electrização por contacto

Caro (a) aluno (a), continue o seu estudo interpretando a fig. 4.

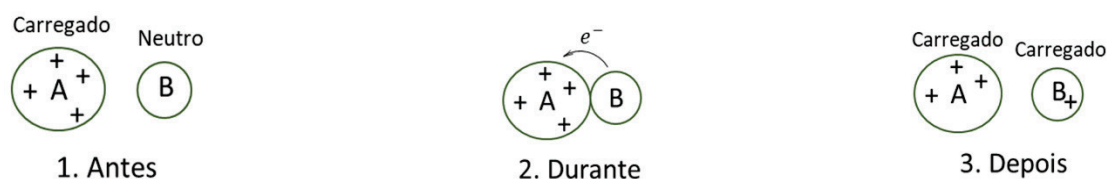


Fig. 6 - Electrização por contacto.

1. Antes do contacto: Inicialmente temos o corpo A carregado positivamente e um corpo B neutro, ambos separados (sem contacto).

2. Durante o contacto: parte dos electrões do corpo B é captada pelo corpo A carregado positivamente. Esses electrões neutralizam alguns protões no corpo.

3. Depois do contacto:

✓ Os corpos ficam eletrizados com cargas eléctricas do mesmo sinal (não necessariamente igual). Se o processo iniciar com o corpo A eletrizado negativamente, no fim, os dois corpos estarão eletrizados negativamente. E, se o processo iniciar com o corpo A carregado positivamente, no fim, ambos terão carga positiva.



A soma das cargas eléctricas antes é igual à soma das cargas eléctricas depois do processo de electrização.

3.3 Electrização por Indução electrostática ou por Influência

Caro (a) aluno (a), o seu estudo está a ser bem-sucedido. Vamos continuar com o estudo das formas de electrização. Este é o 3º e último processo de electrização.

Este processo de electrização é totalmente baseado no princípio da atracção e repulsão, já que a electrização ocorre apenas com aproximação de um corpo eletrizado (indutor) a um corpo neutro (induzido).

Observe a fig. 7 e faça a interpretação das etapas deste processo de electrização.

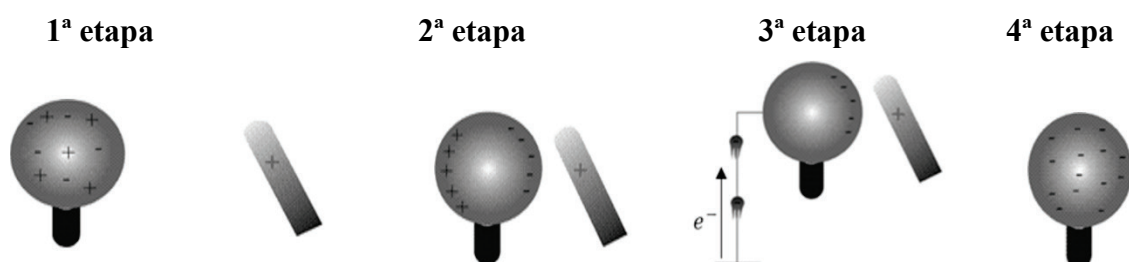


Fig. 7 - Electrização por indução electrostática ou influência.

A descrição pode ser feita da seguinte maneira:

- **1ª etapa:** Trata-se de um condutor neutro e um bastão eletrizado positivamente

- **2ª etapa:** Aproximado o bastão electrizado ao condutor inicialmente neutro, pelo princípio de atracção e repulsão, os electrões livres do induzido são atraídos, ocorrendo assim a separação de cargas no induzido (indução electrostática).
- **3ª etapa:** Ao ligar o induzido à terra, ainda na presença do indutor, parte de electrões da terra são conduzidos ao induzido.
- **4ª etapa:** Ao desligar o induzido da Terra em seguida retirar o indutor das proximidades, o induzido estará electrizado com sinal oposto ao do indutor e as cargas se redistribuem por todo o corpo.



Se o indutor for electrizado negativamente, ao ligar o induzido à terra, ainda na presença do indutor, parte de electrões do induzido são conduzidos à terra.

Muito bem, caro aluno, chegou ao fim de mais uma lição. Faça uma auto-avaliação da sua aprendizagem, resolvendo os exercícios que se seguem:



Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva responda as seguintes questões:

1. Classifique as seguintes afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F) em relação aos tipos de electrização.
 - A. Um corpo electricamente neutro possui igual número de protões e electrões; ()
 - B. Um corpo electrizado negativamente tem défice de electrões; ()
 - C. Corpos com cargas eléctricas de mesmo sinal atraem-se ()
 - D. Um corpo pode ser electrizado por fricção, por contacto ou por indução; ()
2. Existem quatro (4) esferas metálicas A, B, C e D, isoladas.

✓ D está electrizada negativamente;	✓ B e C atraem-se;
✓ A é repelida pela D ;	✓ C é atraída pela A ;

Determine o sinal da carga das esferas **A**, **B** e **C**. Justifique a sua resposta.
3. Preencha os parênteses com EC, EF e EI conforme a proposição se refere à electrização por contacto, fricção ou por indução respectivamente:
 - a) Um corpo electrizado **A**, coloca-se muito próximo de corpo electricamente neutro **B** e este último também se electriza. ()
 - b) Uma vareta de vidro é intensamente esfregada com uma pele seca de gato e ocorre que tanto a vareta quanto a pele seca de gato electrizam-se. ()

- c) Uma vareta de vidro electrizada toca no botão de um electróscópio de folhas e as suas folhas divergem mostrando que ficaram electrizadas. ()

Bravo amigo (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição, estude o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Existem duas leis qualitativas das interações entre as cargas eléctricas, que são:

1ª lei - Duas cargas eléctricas com mesmo sinal repelem-se;

2ª lei - Duas cargas eléctricas com sinais contrários atraem-se.

Electrização é o processo pelo qual um corpo ganha/capta ou cede/fornece electrões e existem três formas de electrização: Electrização por atrito/fricção, electrização por contacto e electrização por influência/indução.

No final de cada processo de electrização regista-se as seguintes situações:

- ✓ *Na electrização por atrito os dois corpos ficam eletrizados com cargas eléctricas de sinais contrários*
- ✓ *Na electrização por contacto os condutores ficam eletrizados com cargas eléctricas do mesmo sinal.*
- ✓ *Na electrização por indução o induzido fica com carga eléctrica de sinal oposto à do indutor.*

Compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção seguinte. Se tiver acertado todas, passe para a lição seguinte. Caso tenha enfrentado dificuldades, releia a sua lição e volte a resolver as suas actividades.



Chave de Correção

1. A. (F) B. (F) C. (F) D.(V)
2. Sendo **A** repelida por **D**, então **A** está carregada com carga de mesmo sinal ao de **D**, ou seja, **A** está carregada negativamente.
- C** e **A** atraem-se porque têm cargas de sinais contrários, ou seja, **C** está carregada positivamente.
- B** e **C** atraem-se, logo, têm cargas de sinais contrários, ou seja, **B** está carregada negativamente.
3. a. (EI) b. (EF) c. (EC)

LIÇÃO Nº 3: Electróscópios

Introdução

Caro (a) aluno (a)! Você já tem conhecimento da existência das cargas eléctricas e os respectivos tipos de carga eléctrica.

Importa, do momento, detectar se o corpo está ou não electrizado. Para tal, usa-se instrumentos chamados **Electróscópios**. Nesta lição você irá aprender sobre a constituição desses instrumentos de detecção de carga e como eles funcionam.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Identificar os tipos de electroscópios;
- Descrever o funcionamento de um electroscópio;
- Identificar a presença de cargas eléctricas através de um pêndulo eléctrico ou electroscópio de folhas.



Caro (a) aluno (a), para o estudo desta lição, vai precisar de 90 minutos.



Electróscópios

Caro (a) aluno (a), já foi dito na introdução que para detectar o sinal da carga eléctrica que um corpo possui usa-se **electroscópio**.

Assim, podemos definir **electroscópio** como sendo um dispositivo que nos permite verificar se um corpo está ou não electrizado. Existem dois tipos de electroscópios, **o pêndulo simples ou eléctrico e o electroscópio de folhas**.

Vamos nos inteirar a seguir da constituição de cada um e do respectivo funcionamento.

Pêndulo simples ou eléctrico

Um electroscópio muito simples é constituído por um pequeno corpo leve (por exemplo uma bolinha de isopor) suspenso na extremidade por meio de um fio. Este electroscópio costuma ser denominado **pêndulo eléctrico**. Conforme a fig. 8.

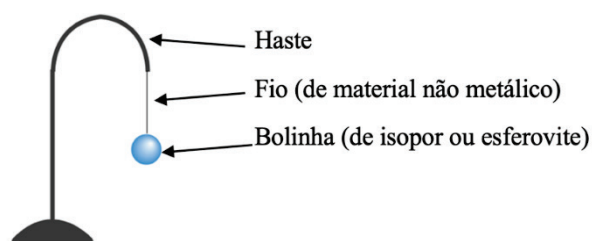


Fig. 8 - Pêndulo eléctrico

Funcionamento do Pêndulo eléctrico

O funcionamento do pêndulo eléctrico baseia-se na aproximação de um corpo electrizado de um neutro, onde o corpo electrizado atrai o corpo neutro

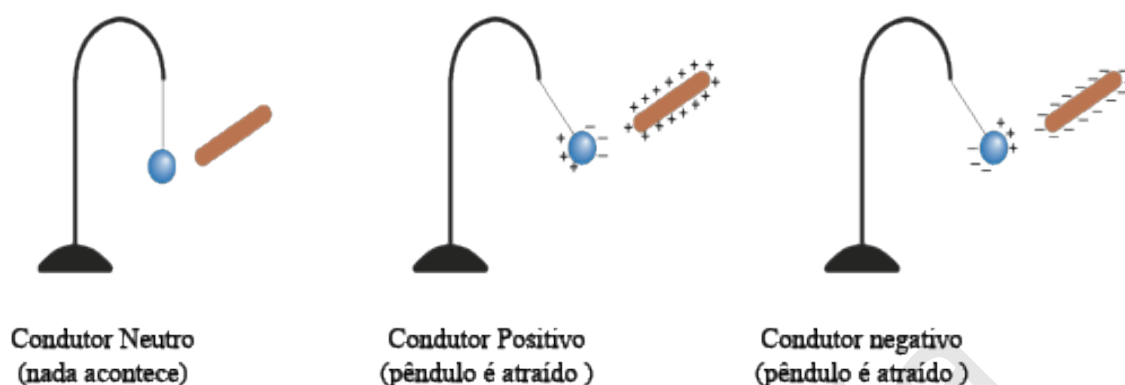


Fig. 9 – Funcionamento Pêndulo eléctrico

Se se electrizar o pêndulo é atraído com carga pré-conhecida (positiva por exemplo), ao aproximar um corpo electrizado neste, se o pêndulo for repellido, significa que o corpo aproximado tem o mesmo sinal do pêndulo; e se for atraído significa que o corpo está carregado do sinal contrário.

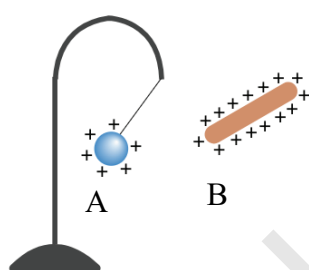


Fig. 10 - Pêndulo eléctrico e corpo carregado positivamente

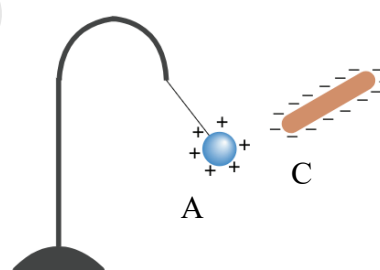


Fig. 11 - Pêndulo eléctrico e corpo carregado negativamente

O electoscópio funciona da seguinte maneira: aproximando-se um material electrizado da esfera condutora, pelo processo de indução electrostática, as cargas do mesmo sinal do material electrizado são repelidas para as duas folhas metálicas fazendo com que elas se afastem.

Aproximando-se do pêndulo eléctrico um corpo electrizado, que este corpo esteja carregado positivamente **B** ou negativamente **C**, ele atrairá a bolinha **A** suspensa no fio. Portanto, o facto de a bolinha **A** ser atraída pelo corpo **B** ou **C** nos informa que este corpo está electrizado, embora não possamos determinar o sinal da carga eléctrica.

Quando um corpo electrizado é aproximado a um pequeno corpo **isolante/ dieléctrico** (material que não possui electrões livres ou o número de electrões livres é relativamente pequeno por exemplo um pedaço de papel, isopor ou madeira) esta se polariza.

Para conhecermos o sinal da carga do corpo electrizado, precisamos de electrizar a bolinha do pêndulo eléctrico com uma carga de sinal conhecido. Suponhamos que electrizamos a bolinha com carga

positiva e esta fosse repelida pelo corpo. Qual seria o sinal da carga com que este corpo está eletrizado?

Lembre-se das leis qualitativas das interações elétricas, então, se você pensou que o corpo está carregado positivamente, está certo! E em caso da bolinha do pêndulo for atraída, é exactamente isso que pensou, o corpo está eletrizado negativamente.

Tendo aprendido a constituição e o respectivo funcionamento do pêndulo elétrico, vamos agora estudar a constituição e o funcionamento do electoscópio de folhas.

Electoscópio de folhas

Este aparelho consiste essencialmente de uma haste condutora **A** tendo, em sua extremidade superior, uma esfera metálica **B** e, na extremidade inferior, duas folhas metálicas leves **D**, sustentadas de modo que possam abrir e fechar livremente.

Este conjunto costuma ser envolvido por uma caixa protectora **E** (totalmente de vidro ou metálica com janelas de vidro), apoiando-se nela por meio de um material isolante.

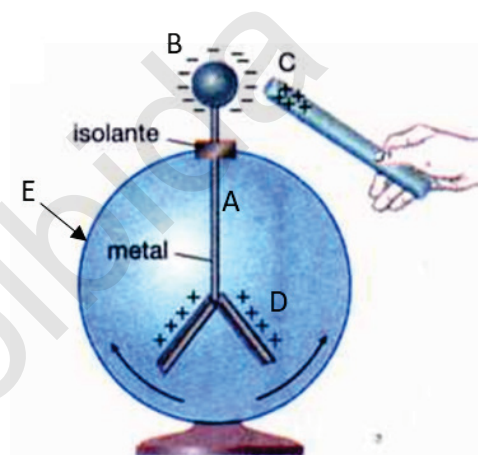


Fig. 12 - Electoscópio de folhas

Aproximando-se da esfera do electoscópio, isto sem tocá-la, um corpo **C** eletrizado positivamente, haverá indução electrostática na parte metálica do aparelho: os electrões livres serão atraídos para a esfera **B**, fazendo aparecer nas folhas **D** um déficit de cargas negativas, passando elas a estar carregadas positivamente.

As duas folhas **D**, estando eletrizadas com cargas de mesmo sinal, se abrem em virtude da força de repulsão entre elas. Portanto, abertura das folhas do electoscópio, quando aproximamos um corpo **C** da esfera do electoscópio, nos indica que o corpo **C** está eletrizado. É fácil perceber que, ao afastarmos o corpo **C**, os electrões da esfera serão atraídos para as folhas **D**, neutralizando a carga positiva existente e fazendo com que elas fechem.

Se o corpo **C** estivesse carregada negativamente observaríamos, da mesma forma, uma indução electrostática no electoscópio e, conseqüentemente, as folhas também se abririam (ambas, agora eletrizadas negativamente) então, o facto de as folhas se abrirem indica apenas que o corpo **C** está carregado, mas não nos permite determinar o sinal da carga neste corpo.

Como determinar pelo electroscópio de folhas o sinal do corpo electrizado?

Vejam agora, como usar o electroscópio para determinar o sinal do corpo electrizado. Para que isso seja possível, é preciso que o electroscópio esteja previamente electrizado com uma carga de sinal conhecido, como veremos a seguir:

Suponha que electrizamos a esfera do electroscópio positivamente, ao aproximarmos um corpo **C** da esfera do electroscópio observamos que as folhas (que estavam abertas) se aproximam então, podemos concluir que a carga do corpo **C** é negativa, uma vez que, os electrões livres da esfera **B** serão repelidos e se deslocarão para as folhas **D**. Estes electrões neutralizarão parte das cargas positivas aí existentes.

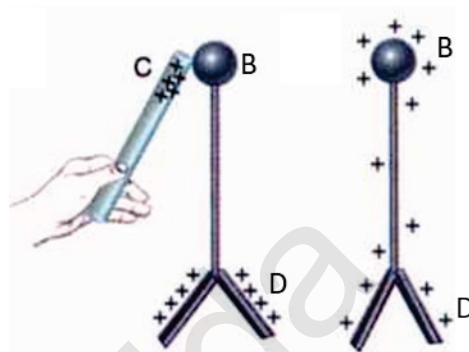


Fig. 13 - Electrização da esfera do electroscópio

Caso o corpo **C** estiver carregado positivamente qual será o comportamento das folhas **D**?

Com mesma analogia poderíamos agora, verificar o afastamento das folhas **D** pela aproximação do corpo **C**.

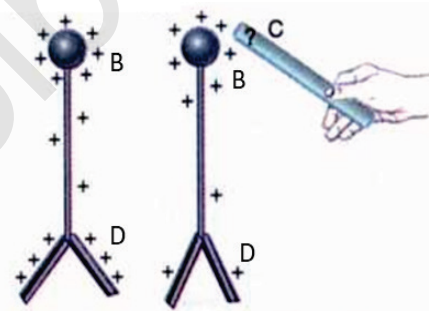


Fig. 14 - Determinação da carga eléctrica pelo electroscópio de folhas.

Muito bem, chegou ao fim de mais uma lição. Parabéns!

Resolva os exercícios a seguir para testar os seus conhecimentos.



Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. O que é electroscópio e mencione os tipos que conhece?
2. Complete a frase.

Suponha que electrizamos a esfera do electroscópio positivamente, ao aproximarmos um corpo **C** carregado _____ da esfera do electroscópio observamos que as folhas aproximam-se.

3. Escolha a alínea com afirmação correcta

- 3.1. Pêndulo eléctrico é constituído por:

- a) Caixa protectora de vidro; bolinha de cobre suspensa por um fio.
- b) Folhas metálicas; esfera metálica suspensa por um fio.
- c) Bolinha de isopor suspensa por um fio.

3.2. Electroscópio de pêndulo eléctrico:

- a) Quando a bolinha não está carregada, não pode ser atraída por um corpo electricamente carregado;
- b) Quando um corpo está electrizado positivamente ou negativamente, a bolinha é sempre atraída se estiver neutra.
- c) Quando se aproxima um corpo positivamente carregado, a bolinha sem carga é repelida;

4. Com base na figura a seguir diga como está carregado a bolinha de isopor no pêndulo eléctrico.

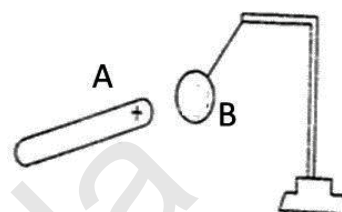


Fig. 15 - Pêndulo eléctrico.

Muito bem, se o (a) amigo (a) aluno (a) já terminou a resolução dos exercícios desta lição, então elabore o no seu caderno o resumo desta lição.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Electroscópio é o aparelho que serve para detectar corpos electrizados e existem dois (2) tipos de electroscópio: pêndulo eléctrico e electroscópio de folhas.

Funcionamento do pêndulo eléctrico

Aproximando-se do pêndulo eléctrico um corpo electrizado, que este corpo esteja carregado, ele atrairá a bolinha suspensa no fio. A bolinha ao ser atraída pelo corpo apenas informa que este corpo está electrizado e para determinar a carga do corpo electriza-se a bolinha com uma carga desconhecida. Se a bolinha for atraída o corpo possui carga de sinal contrário ao da bolinha e se for repellido a bolinha e a corpo possuem o mesmo sinal de carga.

Funcionamento do electroscópio de folhas

Se o electroscópio estiver neutro, suas folhas estarão abaixadas. A aproximação de um corpo carregado à esfera superior induz cargas no sistema, e as folhas se separam, por possuírem cargas de mesmo sinal. Se esse corpo carregado tocar a esfera superior, o electroscópio também ficará electricamente carregado.

Terminado o estudo e a resolução de exercícios, convido-lhe a comparar as soluções que obteve com as que lhe são propostas na Chave de Correção a seguir. Lembre-se! Caso não tenha acertado na totalidade, releia a sua lição e volte a resolver as suas actividades.



Chave de Correção

1. Electróscópio é o aparelho que serve para identificar presença de carga eléctrica num corpo.
Os tipos de electroscópios são electroscópio de pêndulo eléctrico e electroscópio de Folhas.
2. Positivamente
3. 3.1. b) 3.2. b)
4. Com base na figura a bolinha pode estar negativamente carregada ou neutra.

Venda proibida

LIÇÃO Nº 4: Forças Electrostáticas, Lei de Coulomb

Introdução

Caro (a) aluno (a), já aprendemos que cargas de sinais diferentes se atraem e de sinais iguais se repelem. Porém, qual é a intensidade da força de atracção ou de repulsão! Nesta lição vamos abordar sobre **Forças Electrostáticas, Lei de Coulomb**, onde você irá aprender como determinar a intensidade ou magnitude das forças das interacções eléctricas entre cargas.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Enunciar a lei de Coulomb;
- Descrever a expressão matemática da lei de coulomb;
- Aplicar a lei de Coulomb na resolução de exercícios concretos.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 90 minutos para completar o estudo desta lição.



Lei de Coulomb

Caro (a) aluno (a), observe a figura a baixo: Ela representa duas cargas Q_1 e Q_2 separadas por uma distância r .

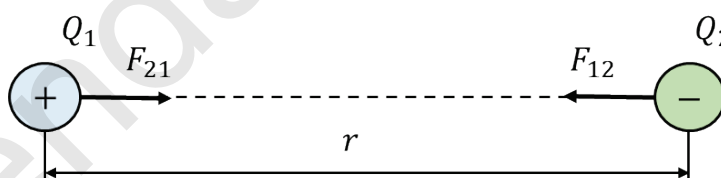


Fig. 16 - Força electrostática entre duas cargas

As cargas da figura que acaba de observar, interagem entre si. Que tipo de interacção se trata? Justifica a sua resposta.

Realmente trata-se de atracção porque as duas cargas têm sinais contrários. Em outras palavras estamos a dizer que cada carga exerce uma força de atracção sobre a outra.



Em relação à figura anterior, imagine agora como variaria a força de interacção em caso de aumentar ou diminuir o valor das cargas, mantendo a distância ente as cargas inalterável? O que aconteceria se aumentar ou diminuir a distância que separa as cargas, sem variar o valor das cargas

Feita a reflexão, vamos responder às questões colocadas com o procedimento a seguir:

- Aumentando ou diminuindo o valor de uma das cargas, o valor da força de interacção entre elas irá aumentar ou diminuir.

$$F \propto q_1 \cdot q_2$$

- Aumentando a distância entre as cargas, força de interacção entre elas irá diminuir e diminuindo a distância entre as cargas, a força de interacção entre elas irá aumentar.

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

- Combinando as duas expressões temos, a lei de coulomb generalizada.

$$F \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Onde: F – é força de interacção eléctrica entre duas cargas pontuais;

$Q_1; Q_2$ – Cargas pontuais;

r – Distância que separa as cargas eléctricas.

A relação acima mostrada pode ser transformada em igualdade, para tal deve ser introduzida nela uma constante de proporcionalidade adequada. Consideremos, inicialmente, as cargas Q_1 e Q_2 situadas no vácuo. Nesta situação, vamos designar por k a tal constante de proporcionalidade a ser introduzida na relação anterior. Teremos, então, a expressão matemática da lei de coulomb, para duas cargas pontuais no vácuo.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (1) \text{ (expressão matemática da lei de Coulomb)}$$

Onde: F – é a força de interacção eléctrica, medida em *Newtons* [N];

$Q_1; Q_2$ – Cargas pontuais, medida em Coulomb [C];

r – Distância que separa as cargas eléctricas, medida em metros [m];

k – Constante de Coulomb, $k = 8,9874 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$ para cargas no vácuo.

Para efeitos de cálculo toma-se $k = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$.



Cargas eléctricas punctiformes ou pontuais são aquelas cargas cujas dimensões podem ser consideradas desprezíveis, quando comparadas com a distância entre elas.

- Se $q_1 \cdot q_2 > 0$, as cargas têm o mesmo sinal e as forças de interacção entre elas são de repulsão.

- Se $q_1 \cdot q_2 < 0$ as cargas têm sinais contrários e as forças de interacção entre elas são de atracção.

Gráfico da força electrostática em função da distância das cargas

Observe que, à medida que uma carga se distancia de outra, a intensidade da força eléctrica diminui consideravelmente. Pela expressão (1), pode-se notar que, para o dobro da distância d entre as cargas eléctricas, a força eléctrica irá diminuir quatro vezes e se a distância diminuir duas vezes, a intensidade da força electrostática irá aumentar 4 vezes. Como será o gráfico? Exactamente da forma como é mostrado na figura a seguir.

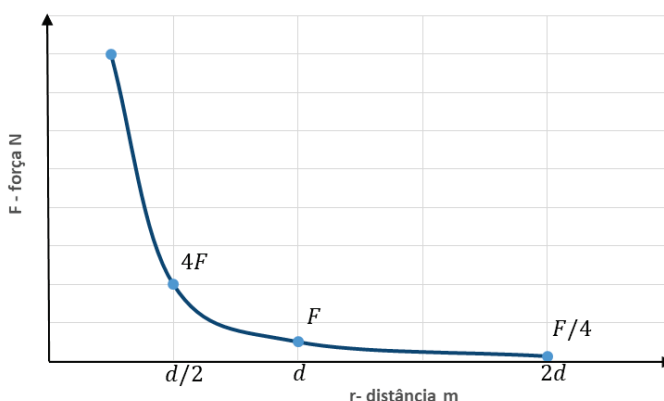
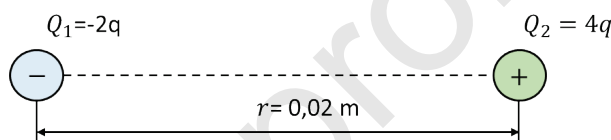


Fig. 17 - Gráfico da força electrostática em função da distância r

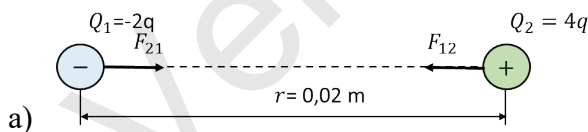
Exemplo 1

Enunciado: Dadas duas cargas $Q_1 = -2q$ e $Q_2 = 4q$, separadas a uma distância $r = 0,02 \text{ m}$ como mostra o esquema a seguir. $q = 0,5 \cdot 10^{-12} \text{ C}$



- Represente as forças de interação entre as cargas e diga qual é a natureza dessa força;
- Determine a força de interação entre as cargas;
- Diga o que acontece com a força electrostática, se a carga Q_1 aumentar duas vezes;
- Diga o que acontece com a força electrostática, se a distância de separação r reduzir a metade.

Resolução:



A natureza da força é de atracção, já que trata-se de cargas de sinais contrários.

F_{12} — é força com que a carga Q_1 atrai a carga Q_2 , estas duas forças são de igual magnitude.

F_{21} — é força com que a carga Q_2 atrai a carga Q_1 ;

Dados	Fórmula	Resolução
$Q_1 = -2q$ $Q_2 = 4q$ $q = 0,5 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ $r = 0,02 \text{ m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$ $F = ?$	$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-2q) \cdot 4q}{(0,02)^2}$ $F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-12}) \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-12}}{(0,02)^2}$ $F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-1 \cdot 10^{-12}) \cdot 2 \cdot 10^{-12}}{(0,02)^2}$

		$F = \frac{-1,8 \cdot 10^9 10^{-24}}{4 \cdot 10^{-4}}$ $F = -4,5 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
--	--	--

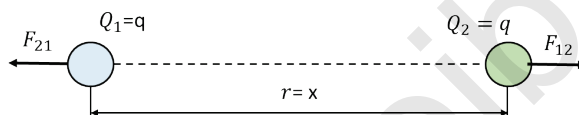
R: A força electrostática é de $-4,5 \cdot 10^{-12} \text{ N}$

- b) R: Se a carga Q_1 aumentar duas vezes, a força electrostática aumentara duas vezes já que a força electrostática é directamente proporcional ao produto das cargas.
- c) R: Se a distância de separação r reduzir à metade, a força electrostática aumentara 4 vezes já que a força electrostática é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Exemplo 2

Enunciado: Duas cargas iguais $Q_1 = Q_2 = q$, separadas a uma distância x , sabe-se que a força electrostática que cada carga exerce sobre a outra é de $64 \cdot 10^{-9} \text{ N}$. determine em metros a distância que separa as cargas. ($q = 8 \text{ pC}$)

Resolução:



Dados	Fórmula	Resolução
$Q_1 = q$ $Q_2 = q$ $q = 8 \text{ pC}$ $F = 64 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ $r = x?$ $k = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ $F \cdot r^2 = k \cdot Q_1 \cdot Q_2$ $r^2 = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}$ $r = \sqrt{k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}}$	$r = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-12} \cdot 8 \cdot 10^{-12}}{64 \cdot 10^{-9}}}$ $r = \sqrt{\frac{576 \cdot 10^{-15}}{64 \cdot 10^{-9}}}$ $r = \sqrt{9 \cdot 10^{-6}}; \text{ como } r = x$ $x = \sqrt{9 \cdot 10^{-6}}$ $x = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

R: A distância entre as cargas é de $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Muito bem, chegou ao fim de mais uma lição. Parabéns! Resolva os exercícios a seguir para testar os seus conhecimentos e, não se esqueça, primeiro identificar os dados, em seguida escrever a fórmula para o cálculo e finalmente efectuar os cálculos.

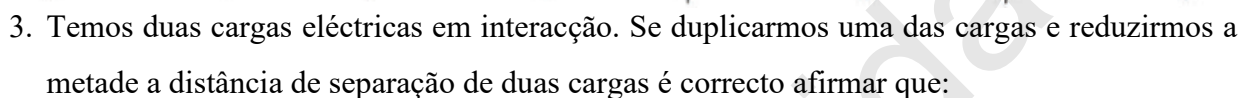


Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. A figura mostra pares de cargas eléctricas pontuais e estacionárias. Construa os vectores – força de interacção em cada par.

2. Seja F o módulo da força entre duas cargas eléctricas pontuais, separadas de uma distância r . Entre os gráficos mostrados a seguir, assinale aquele que melhor representa a relação entre F e r .



4. As forças de interação de duas cargas pontuais e estacionárias são iguais em módulo, mas têm sinais contrários.

- a) $Q_1 = 0,02 \text{ mC}$ e $Q_2 = 64 \text{ } \mu\text{C}$ são colocadas no vácuo a 6 cm uma da outra. Qual é a força de interação entre elas?
- b) Sendo que $Q_1 = 0,02 \text{ mC}$ e $Q_2 = 64 \text{ } \mu\text{C}$, para a força calculada anteriormente na alínea a) determine a distância r .



Nesta lição, você aprendeu que:

Módulo 5 de Física

O módulo da força de interacção de duas cargas eléctricas em repouso é determinado pela relação:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Onde: F – é força de interacção eléctrica, medida em *Newtons* [N];

$Q_1; Q_2$ – Cargas pontuais, medida em Coulomb [C];

r – Distância que separa as cargas eléctricas, medida em metros [m];

k – Constante de Coulomb, $k = 8,9874 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$ para cargas no vácuo.

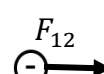
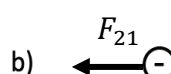
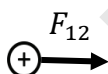
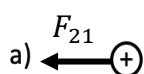
- Se as cargas têm mesmo sinal e as forças de interacção entre elas são de repulsão então $q_1 \cdot q_2 > 0$.
- Se as cargas têm sinais contrários e as forças de interacção entre elas são de atracção então $q_1 \cdot q_2 < 0$.

Agora, compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção a seguir. Caso tenha enfrentado dificuldades, releia a sua lição e volte a resolver as suas actividades. Caso as dificuldades prevaleçam, dirija-se ao CAA, o seu tutor ajudar-lhe-á a ultrapassá-las.



Chave de Correção

1. R:



2. R: c)

3.R: c)

4.R: a) $F = 3,2 \cdot 10^3 N$

b) $r = 0,06 m$

LIÇÃO Nº 5: Noção de campo eléctrico

Introdução

Caro (a) aluno (a) nesta lição vamos abordar a noção de campo eléctrico, onde você irá aprender como determinar a intensidade ou magnitude do campo eléctrico criado por uma carga, bem como identificar os tipos de campo eléctrico.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Definir o conceito de campo eléctrico;
- Caracterizar o campo eléctrico criado por uma carga pontual e por um par de cargas pontuais;
- Descrever a expressão matemática de um campo eléctrico criado por uma carga pontual;
- Aplicar a expressão matemática de um campo eléctrico criado por uma carga pontual na resolução de problemas.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 90 minutos para completar o estudo desta lição.



1. Campo Eléctrico

Estimado aluno, na lição 4 falamos da força eléctrica que é a força exercida por uma carga eléctrica sobre outras cargas existentes à sua vizinhança.

Esta força eléctrica age à distância, por meio do campo eléctrico, o qual serve como um transmissor das interacções entre cargas eléctricas. Uma carga eléctrica cria à sua volta um espaço que manifesta propriedades eléctricas denominado *Campo Eléctrico*.

“Os jogadores de futebol, jogam numa região chamada campo de futebol certo! Nesta fazem-se sentir as interacções dos diversos jogadores”. Por analogia *Campo eléctrico* criado por uma carga é a região onde se fazem sentir as interacções eléctricas criadas por essa mesma carga.

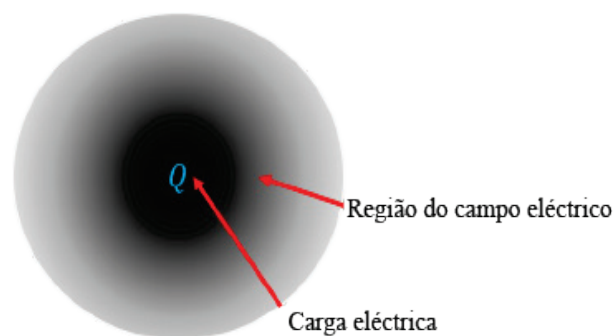


Fig. 18 - Região do campo eléctrico criado por uma carga

2. Como detectar a existência de um campo eléctrico?

Para detectar a existência de um campo eléctrico, usa-se uma carga pontual q a que se chama *carga de prova* (convencionada como sendo de sinal positivo). A carga de prova colocada onde

supostamente existe um campo eléctrico, esta será movida no sentido de aproximação ou de afastamento dependendo da carga Q , geradora do campo.

Já sabemos que o local do espaço onde se faz sentir a força eléctrica é denominada campo eléctrico, mas existe algumas informações sobre esse campo eléctrico que ainda não temos: Qual é a direcção desse campo? Chama-se a essa direcção, de *vector campo eléctrico* $\vec{E}$. Como descobrimos esse vector? Ele é o valor da força eléctrica F agindo em uma carga de prova q colocada no ponto P em que desejamos saber o valor do campo eléctrico, dividida pela mesma carga de prova q .

Em termos matemáticos, o módulo desse vector é dado pela expressão a seguir:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$
$$E = k \cdot \frac{|Q \cdot q|}{r^2} \cdot \frac{1}{q}$$
$$E = k \cdot \frac{|Q|}{r^2} \quad [N/C]$$

A direcção do vector campo eléctrico é sempre a mesma com a da força electrostática.

Onde:

F – é força de interação eléctrica, medida em *Newtons* $[N]$;

Q e q – Carga pontual e carga de prova medidas em Coulomb $[C]$;

r – Distância que separa as cargas eléctricas ou que determina o campo eléctrico, medida em metros $[m]$;

k – Constante de Coulomb, $k = 8,9874 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$ para cargas no vácuo.

Para facilitar o cálculo vamos arredondar o valor da Constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$

Muito bem, demos um passo no estudo da lição 5 ao aprendermos como determinar o módulo do vector campo eléctrico ($\vec{E}$). Agora, vamos nos inteirar da representação das linhas de forças do campo eléctrico.

3. Linhas de forças do campo eléctrico

A carga criadora do campo eléctrico actua em todas direcções e sentidos à sua volta, por isso o campo criado por ele é radial.

a) Campo eléctrico criado por uma carga positiva.

Colocando em volta de Q uma carga de prova que situada a uma distância r , você vai perceber que sobre a carga q actua força eléctrica F que tende a repelir a carga q (carga de prova sempre é positiva) e já foi dito que o campo eléctrico tem a mesma direcção com a força electrostática então as linhas

de campo para uma carga pontual positiva são **divergentes** em toda a periferia da carga como mostra a figura ao lado

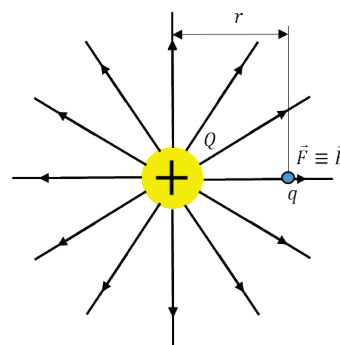


Fig. 19 - Campo eléctrico criado por uma carga positiva

b) Campo eléctrico criado por uma carga negativa.

Colocando em volta de Q uma carga de prova que situada a uma distância r, você vai perceber que sobre a carga q actua força eléctrica F que tende a atrair a carga q então as linhas de campo para uma carga pontual negativa são **convergentes** em toda a periferia da carga como mostra a figura a seguir.

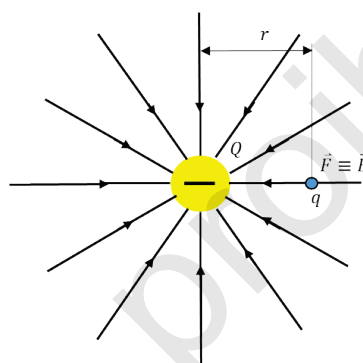


Fig. 20 - Campo eléctrico criado por uma carga negativa

c) Campo eléctrico criado por duas cargas do mesmo sinal

No caso do campo eléctrico criado por duas cargas pontiformes positivas as linhas de campo saem das cargas, ou seja, divergem e nunca se cruzam entre si. Enquanto que para duas cargas negativas as linhas de campo convergem, isto é, elas tendem a entrar nas cargas, mas também nunca se cruzam.

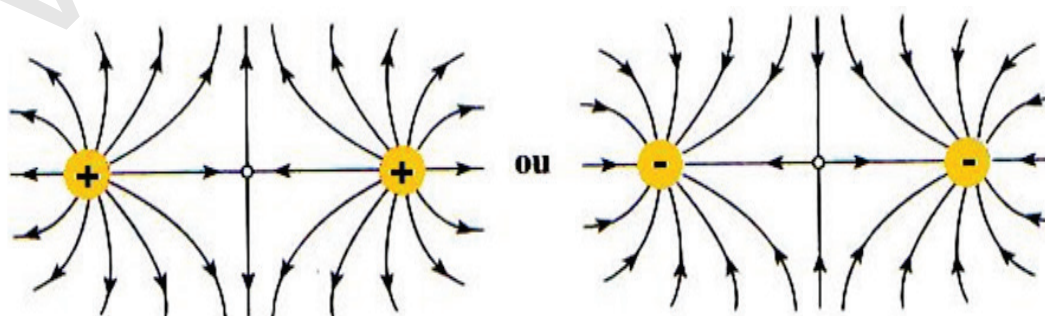


Fig. 21 - Campo eléctrico criado por duas cargas do mesmo sinal

d) Campo eléctrico criado por cargas de sinais contrários.

Neste caso, como são as linhas de campo? Se você pensou as linhas dos campos saem da carga positiva e entram na carga negativa é exactamente isso que acontece.

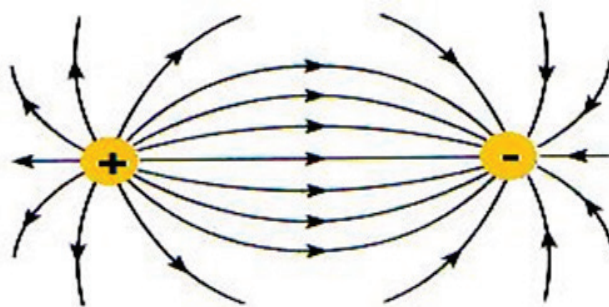


Fig. 22 - Campo eléctrico criado por cargas de sinais contrários

e) Campo eléctrico uniforme.

Esse caso é o mais simples que você vai aprender! Ele acontece quando temos duas placas paralelas infinitas. Infinitas? Como assim? Calma, é só um modo de expressar que o comprimento das placas é muito maior que a distância entre elas. Estas placas estão carregadas com cargas eléctricas de mesmo módulo, mas com sinais opostos, isto é uma placa positiva e outra negativa. Neste caso, o campo eléctrico terá o mesmo módulo em qualquer ponto entre elas. Preste a atenção na imagem a seguir.

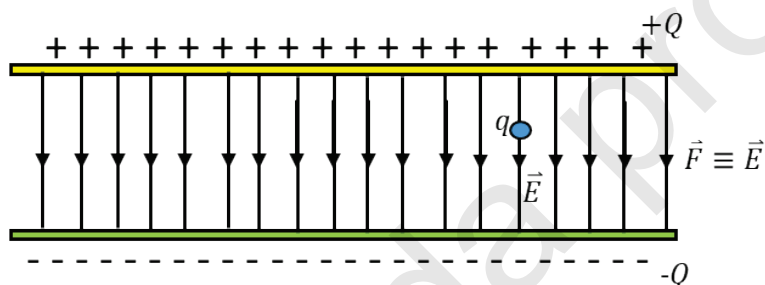


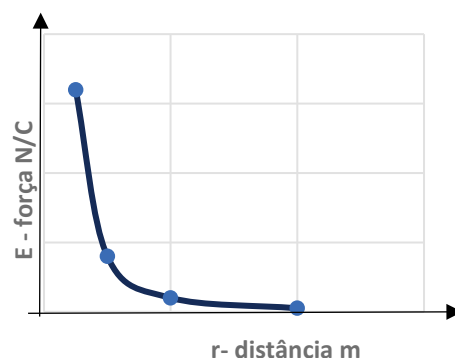
Fig. 23 - Campo eléctrico uniforme

A carga de prova q ao ser colocada entre as duas placas carregadas, ela é repelida pela placa $+Q$ e atraída pela placa $-Q$. sendo que a relação entre a atracção e repulsão é constante, assim, o campo eléctrico entre as placas é uniforme, com sentido descendente para este posicionamento das placas.

Caro aluno, agora vamos aprender como representar graficamente o campo eléctrico criado por uma carga eléctrica a uma certa distância.

Gráfico do campo eléctrico em função da distância

Observe que, à medida que nos distanciamos da carga Q , a intensidade do campo eléctrico diminui consideravelmente. Pela expressão (1), pode-se notar que, para o dobro da distância d entre a Carga eléctrica e o ponto P (local a estudar o campo, onde é inserida a carga de prova), o campo eléctrico irá diminuir quatro vezes e se a distância diminuir duas vezes, a intensidade do campo eléctrico irá aumentar 4 vezes. Como será o gráfico? Exactly da forma como é mostrado na figura ao lado.



Muito bem, chegou ao fim de mais uma lição. Parabéns! Resolva os exercícios a seguir para testar os seus conhecimentos.



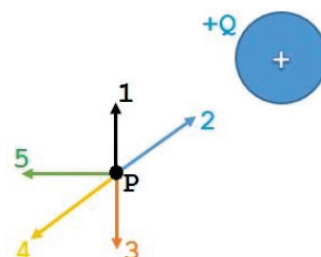
Exercícios

Copie para o seu caderno e responda/resolva as seguintes questões:

1. Atente às frases que se seguem. Coloque V nas afirmações verdadeiras ou F nas falsas.
 - a) O campo eléctrico é a região de espaço à volta de uma carga criadora onde actuam forças de atracção e repulsão sobre outras cargas de prova colocadas nessa região. ____
 - b) O campo eléctrico é uma grandeza escalar representada pelo vector $\vec{B}$. ____
 - c) O vector campo eléctrico é dirigido para fora da carga criadora Q_c (se $Q_c > 0$) e ou dirigido para dentro de Q_c (se $Q_c < 0$). ____
 - d) Uma carga pontual positiva cria em sua volta linhas de forças radiais convergentes. ____
 - e) Carga de teste ou de prova serve para verificar a existência do campo eléctrico. ____
 - f) Uma carga pontual puntiforme é a carga criadora do campo eléctrico uniforme. ____
2. O que é um campo eléctrico?
3. Como é caracterizado o vector campo eléctrico?
4. Que tipo de linhas de forças são criadas pelas cargas positivas?

5. Qual dos vectores melhor representa o campo eléctrico produzido pela carga $+Q$ no ponto P da imagem ao lado.

- | | | |
|------|------|------|
| a) 1 | c) 3 | e) 5 |
| b) 2 | d) 4 | |



Estimado aluno, agora que terminou de resolver os exercícios sobre Campo eléctrico, propomos-lhe a seguir um resumo da lição e, temos a certeza de que o resumo vai te ajudar a recordar o que acabou de praticar com os exercícios, e poderá voltar a corrigir o que achares incorrecto antes de consultar as respostas.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Campo Eléctrico é espaço à volta de uma carga eléctrica que manifesta propriedades eléctricas (repulsão e atracção); o campo eléctrico é dado pela fórmula a seguir:

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

Onde:

E – Campo eléctrico;

F – Força de interacção eléctrica, medida em *Newtons* [N];

q – Carga de prova medida em Coulomb [C].

A grandeza física campo eléctrico é uma grandeza vectorial, representada em qualquer ponto do campo por vector $\vec{E}$, divergente quando (se $Q_c > 0$) e convergente quando (se $Q_c < 0$). As linhas do campo eléctrico criado por um par de *cargas positivas* tendem a divergir ou sair das cargas, mas nunca se cruzam enquanto, e em par de *cargas negativas* elas são convergentes, mas também nunca se cruzam.

Quando se tem um par de cargas de sinais contrários as linhas de campo saem da carga positiva (divergem) e entram na carga negativa (convergem).

No caso de duas placas paralelas, o campo eléctrico é uniforme e tem suas linhas perpendiculares, essas linhas saem da placa positiva e entram na placa negativa.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção. Caso tenha enfrentado dificuldades, releia a sua lição e volte a resolver as suas actividades.



Chave de Correção

1. a) V b) F c) V d) F e) V f) F

2. **Resposta:** é a região a volta da carga onde se fazem sentir as interacções eléctricas de atracção ou repulsão sobre a carga de prova quando colocada nesta região.

3. **Resposta:** O vector campo eléctrico caracteriza-se por ter: Ponto de aplicação, direcção, sentido e o módulo ou intensidade.

4. **Resposta:** Cargas positivas criam linhas de força divergentes

5. d).

LIÇÃO Nº 6: Noção da corrente eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a)! Ao longo do estudo nas lições anteriores, tomamos conhecimento acerca das cargas eléctricas em repouso e do seu comportamento.

Nesta lição, vamos aprender os fenómenos eléctricos relacionados com cargas em movimento, as formas de condução da corrente eléctrica, classificar a corrente eléctrica quanto à natureza e sentido.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Explicar a existência da corrente eléctrica;
- Distinguir a corrente contínua da alternada;
- Explicar a função das fontes de corrente eléctrica.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 90 minutos para completar o estudo desta lição



Com certeza você já viu uma lâmpada acesa ou algum aparelho eléctrico a funcionar ao ser ligado a uma tomada ou bateria, certo! Você sabe explicar como isso acontece? Pois é, isso é graças a corrente eléctrica, agora como isso acontece vamos aprender ao longo da lição.



Corrente Eléctrica

Ao se estudarem situações onde as partículas electricamente carregadas deixam de estar em equilíbrio electrostático passamos à situação onde há deslocamento destas cargas para uma determinada direcção e em um sentido, este deslocamento é o que chamamos **corrente eléctrica**.

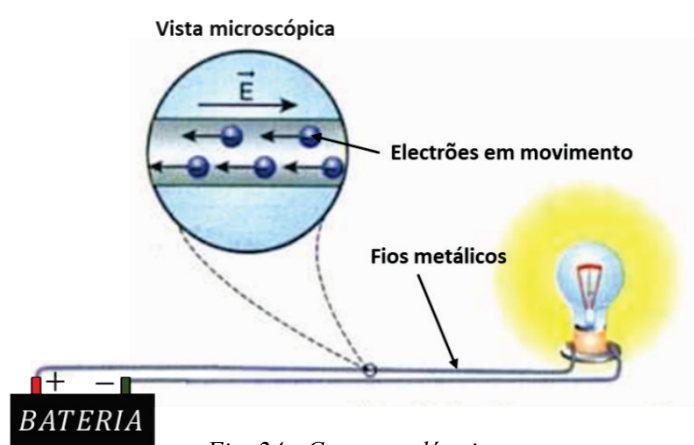


Fig. 24 - Corrente eléctrica

Consideremos um fio metálico no qual foi estabelecido um campo eléctrico $\vec{E}$, como mostra a figura a seguir. Este campo eléctrico por ser estabelecido, por exemplo, ligando-se as extremidades do fio aos polos de uma pilha ou bateria.

Você já deve saber que os metais têm um grande número de electrões livres. Estes electrões ficarão sujeitos a uma força eléctrica devido ao campo eléctrico e, sendo eles livres, entrarão imediatamente em movimento. Como os electrões são partículas de carga negativa, este movimento é contraio ao campo eléctrico em que o fio está sujeito.

Formas de circulação da corrente eléctrica

Podemos encontrar a corrente eléctrica em três (3) formas, a saber:

- a) *Na forma sólida (nos metais)*: onde ela é constituída por cargas electrões livres do condutor;
- b) *Na forma líquida (na água de bateria)*: onde ela é constituída por iões positivos (catiões) e iões negativos (aniões);
- c) *Na forma gasosa (na lâmpada fluorescente)*: onde ela é constituída por iões e electrões livres.

Sentido da corrente eléctrica

Sentido real da corrente eléctrica

O sentido em que os electrões livres se deslocam é denominado sentido real da corrente, sendo dirigido do pólo negativo (que tem excesso de electrões) para o pólo positivo (com deficiência de electrões) e o campo eléctrico, como você já deve saber das lições anteriores, é dirigido do polo positivo para o polo negativo. Assim a corrente eléctrica (o movimento dos electrões) tem sentido contrário ao campo eléctrico.

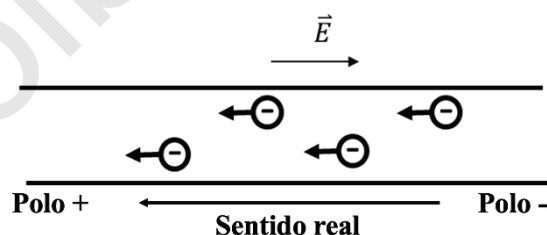


Fig. 25 - Sentido real da corrente eléctrica.

Sentido convencional da corrente eléctrica

Todavia, por questão de comodidade dos estudos, os físicos decidiram definir o sentido da corrente eléctrica como se fosse igual ao do vector campo eléctrico, ou seja, que os electrões movem-se no mesmo sentido que o campo eléctrico, é de salientar que esta é apenas uma situação idealizada em nenhum momento isso ocorre na realidade e a partir de agora, adoptaremos o sentido convencional para corrente eléctrica.

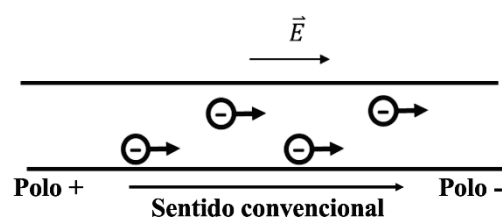


Fig. 26 - Sentido convencional da corrente eléctrica.

Tipos de corrente eléctrica

Corrente contínua (CC)

Vimos que a aplicação de um campo eléctrico em fio metálico (**condutor**) estabelece nesse fio uma corrente eléctrica cujo o sentido convencional dessa mesma corrente é o mesmo com o vector do

campo eléctrico. Então, se o sentido do campo eléctrico aplicado permanecer sempre o mesmo, o sentido da corrente eléctrica se manterá inalterado, isto é, os electrões se deslocaram sempre no mesmo sentido ao longo do fio, daí o nome **corrente contínua** (o sentido da corrente eléctrica é sempre o mesmo).

A corrente contínua é fornecida por pilhas (usadas nas lanternas, rádios, remoto-controle) ou pelas baterias (usadas nos aparelhos celulares, automóveis, etc.)

Corrente alternada (AC)

A corrente eléctrica distribuída pelas grandes companhias eléctricas, a corrente que chega a nossa casa, não é corrente contínua. A corrente eléctrica que chega a nossa casa, assim como a corrente que você liga um aparelho eléctrico em uma tomada da sua casa, o campo eléctrico estabelecido no fio condutor muda periodicamente de sentido, essa mudança periódica do campo eléctrico estabelecido ocorre devido a inversão dos polos.

Se o campo eléctrico muda de sentido periodicamente, conseqüentemente, a carga eléctrica no fio oscilará, os electrões deslocarão num sentido, ora em sentido contrário. Então a corrente eléctrica (assim como o campo) muda de sentido periodicamente, por este motivo essa corrente é denominada corrente alternada.



A frequência de uma corrente alternada ronda em torno de 60 hertz, ou seja, ocorre aproximadamente 60 inversões do sentido do movimento dos electrões (corrente eléctrica) por segundo.



É possível transformar a corrente alternada em contínua? Sim é possível e, para tal, usam-se dispositivos especiais, denominados rectificadores. Um exemplo específico é o caso do carregador do telemóvel e ele é ligado a corrente a uma tomada de corrente alternada (AC) e este carregador alimenta a bateria do telemóvel (CC). É por isso que os carregadores têm transformadores e rectificadores.

Agora resolva o exercício que a seguir lhe propomos. Esperamos que tenha sucessos.



Exercícios

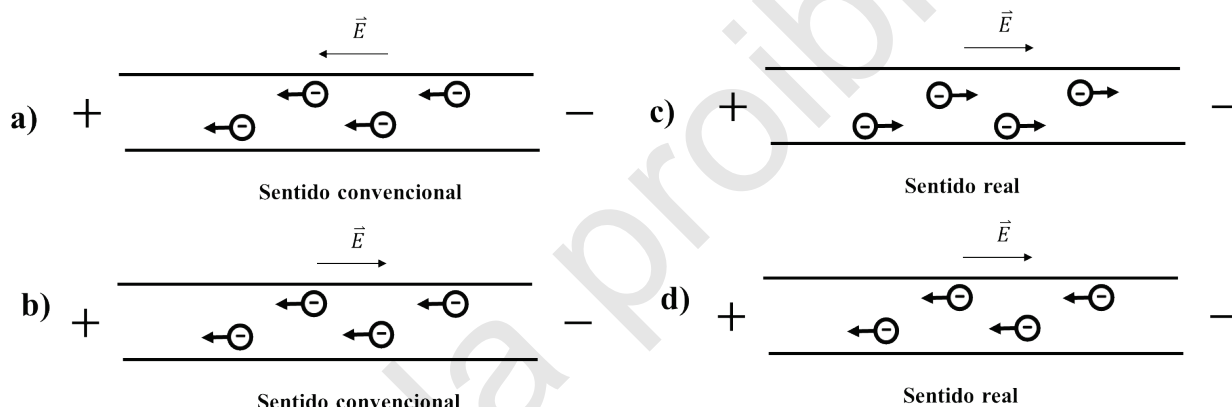
Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. Copie para o teu caderno e complete as frases com as seguintes palavras-chaves:

Movimento, ordenado, fácil, electrões, livres, líquidos, alternada, barata, contínua, diferença de potencial, iões negativos

- 1.1. Nos condutores sólidos a corrente eléctrica deve-se ao (A)_____ dos (B)_____, enquanto nos condutores (C) _____ as partículas em movimento ordenado são os iões positivos e (D)_____.
- 1.2. A causa da corrente eléctrica é a (E)_____ existente nos terminais do circuito eléctrico.
- 1.3. A corrente eléctrica usada nas nossas casas é corrente (F)_____ porque a sua distribuição é mais (G) _____ e mais (H) _____ em relação à corrente (I) _____.

2. Defina corrente eléctrica?
3. Diferencie a corrente alternada (DC) da corrente contínua (CC)
4. Em relação aos sentidos da corrente eléctrica das figuras a seguir escolha a alternativa correcta.



Estimado aluno, agora que terminou de resolver os exercícios, propomos-lhe a seguir um resumo da lição e, temos a certeza de que o resumo vai te ajudar a recordar o que acabou de praticar com os exercícios, e poderá voltar a corrigir o que achares incorrecto antes de consultar as respostas.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Corrente eléctrica é o movimento ordenado dos electrões, devido a acção de um campo eléctrico. Existem três formas de circulação da corrente eléctrica, nomeadamente:

- a) *Na forma sólida (nos metais):* onde ela é constituída por cargas electrões livres do condutor;
- b) *Na forma líquida (na água de bateria):* onde ela é constituída por iões positivos (catiões) e iões negativos (aniões);
- c) *Na forma gasosa (na lâmpada fluorescente):* onde ela é constituída por iões e electrões livres.

Sentidos da corrente eléctrica: existem dois sentidos da corrente eléctrica, o sentido real e o sentido convencional. No *sentido real da corrente eléctrica* os electrões movem-se no sentido contrário ao sentido do vector campo eléctrico, ou seja, a corrente flui do polo negativo para o polo positivo e no *sentido convencional da corrente eléctrica* tem o mesmo sentido com o vector campo eléctrico.

Tipos de corrente eléctrica: existem dois tipos de corrente eléctrica nomeadamente corrente contínua e corrente alternada.

Corrente continua: a corrente assim como o vector campo eléctrico nunca mudam de sentido, enquanto na *corrente alternada* o vector campo eléctrico e a corrente eléctrica tem uma inversão periódica de sentido.

Compare as suas respostas com as que lhe apresentamos na Chave de Correção que lhe damos em seguida para ver se acertou às questões colocadas.



Chave de Correção

1. A) Movimento Ordenado; B) Electrões livres; C) líquidos; D) iões negativos; E) diferencia de potencial; F) alternada; G) fácil; H) barata; I) Contínua.
2. *Resposta:* **Corrente eléctrica** é o movimento ordenado dos electrões verificado quando um condutor esta sujeito a um campo eléctrico.
3. *Resposta:* na **corrente alternada** verifica-se uma mudança periódica do sentido do vector campo eléctrico e do sentido do fluxo dos electrões enquanto que na **corrente continua** o sentido do movimento dos electrões permanece sempre constante e convencionalmente e é igual ao sentido do campo eléctrico.
4. d).

LIÇÃO Nº 7: Intensidade da corrente eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a)!

Na lição anterior demos início ao estudo da corrente eléctrica, ou seja, cargas eléctricas em movimento, agora como medir ou saber a quantidade da corrente eléctrica!

Nesta lição, vamos aprender como determinar a intensidade da corrente eléctrica, bem como o aparelho usado para a sua medição.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Aplicar a definição da intensidade da corrente eléctrica na resolução de exercícios concretos;
- Distinguir o aparelho da medição da intensidade da corrente eléctrica.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 60 minutos para completar o estudo desta lição



Intensidade da corrente eléctrica

Tomemos como base um trecho de um fio condutor no qual foi estabelecida uma corrente eléctrica, tal como foi dito na lição anterior que usa-se o sentido convencional. Você sabe que no sentido convencional, os electrões movem-se no mesmo sentido do vector campo eléctrico.

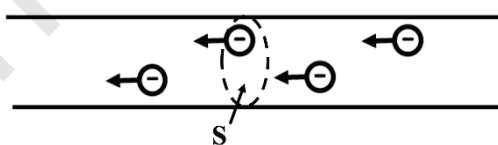


Fig. 27 - Secção transversal S

Considere uma secção transversal S qualquer do fio condutor e suponha que uma pessoa observasse, durante um intervalo de tempo Δt , a quantidade de carga Q (o produto do número de electrões e da carga elementar).

Denomina-se intensidade da corrente eléctrica a relação entre a quantidade de carga Q que passa na secção transversal do fio S e o intervalo de tempo Δt . Designando-se por I esta grandeza, então temos a intensidade da corrente a ser dada por:

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Sabe-se que $Q = n \cdot e^-$ então, podemos escrever:

$$I = \frac{n \cdot e^-}{\Delta t}$$

Onde:

Q - quantidade de carga, medida em Coulomb, que passa pela secção do condutor em cada intervalo de tempo;

Δt - intervalo de tempo durante o qual a carga Q passa pela secção recta do condutor, medido em segundos (s).

I - Intensidade da corrente eléctrica, medida em Ampère (A).

Para medir a intensidade da corrente eléctrica, usa-se o amperímetro, geralmente liga-se em serie no circuito.

e^- - Carga eléctrica do electrão, cujo seu valor é: $e^- = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ C}$

Você pode observar que quanto maior for a quantidade de carga que passar através da secção transversal do fio condutor, durante um certo tempo, maior será a intensidade da corrente eléctrica naquela secção. Em outras palavras, a intensidade da corrente nos informa a quantidade de carga que passa na secção transversal por unidade de tempo.

Unidades da intensidade da corrente eléctrica

É evidente que no S.I., a unidade de medida da corrente eléctrica será C/s (coulomb por segundo). Esta unidade é denominada 1 ampère = 1 A, em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère, que viveu no século XIX e contribuiu significativamente para o desenvolvimento do electromagnetismo. Assim, temos:

$$I = \frac{[Q]}{[\Delta t]} = \frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{A (Ampère)}$$

Aparelhos de medição da intensidade corrente eléctrica

Qualquer aparelho que indique a presença de corrente eléctrica é denominado **galvanómetro**. Se a escala deste aparelho for graduada de tal maneira que seja possível medir a intensidade da corrente eléctrica, o aparelho receberá o nome de **amperímetro**. Deste modo, podemos considerar que o aparelho usado para medir a corrente eléctrica é o **amperímetro**.

Existem amperímetros destinados a medir correntes de valores mais elevados. Neste caso, a escala deste aparelho é graduada em amperes (A). E quando as correntes eléctricas forem muito fracas, qual é a graduação usada?

É exactamente isso que pensou! Para correntes eléctricas fracas usam-se amperímetros com escalas menores, estas escalas graduadas em miliamperes (mA) ou microampères (µA).

Muitas vezes, usamos os submúltiplos do Ampère, tais como:

Nome	Símbolo	Valor em Ampère
Ampère	A	1
Deciampère	dA	10^{-1}
Centiampère	cA	10^{-2}
Miliampère	mA	10^{-3}
microampère	μc	10^{-6}
Nanoampère	nA	10^{-9}
Picoampère	pA	10^{-12}

Vamos agora resolver em conjunto o exemplo a seguir para que possa perceber como deve aplicar a equação que acaba de aprender.

Exemplo:

Enunciado: qual seria, em amperes, a corrente que seria lida no amperímetro ligado a fio condutor sabendo que, passam 3×10^{19} electrões em 2 segundos.

Dados

$$n = 3 \times 10^{19}$$

$$\Delta t = 2 \text{ s}$$

$$e^- = 1,6 \times 10^{-19}$$

$$I = ?$$

Fórmula

$$I = \frac{Q}{\Delta t}; Q = n \cdot e^-$$

$$I = \frac{nxe^-}{\Delta t}$$

Resolução

$$I = \frac{3 \times 10^{19} \times 1,6 \times 10^{-19}}{2}$$

$$I = \frac{4,8 \times 10^{19-19}}{2}$$

$$I = \frac{4,8}{2}$$

$$I = 2,4 \text{ A}$$

Resposta: A corrente que será lida pelo amperímetro é de 2,4 A.

Caríssimo (a) aluno (a), já terminou o estudo dos conteúdos desta lição. Então passe a resolução dos exercícios que se seguem.



Exercícios

Copie para o caderno de exercícios e resolva ou responda as questões colocadas.

- Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso) conforme as afirmações forem verdadeiras ou falsas em relação a intensidade da corrente eléctrica.
 - A intensidade da corrente eléctrica é a quantidade de electricidade que uma partícula possui na unidade de tempo. __
 - O Amperímetro é sempre conectado em série, no circuito. __

- c) Uma secção recta de fio é percorrida por $2,0 \times 10^{20}$ electrões em 4 segundos, a
- d) intensidade da corrente eléctrica que percorre essa secção é de 0,8 A. ____
- e) A unidade da intensidade da corrente eléctrica no sistema internacional é microampère. ____



Caro (a) aluno (a), preste atenção: para resolver estes exercícios deve usar as fórmulas que aprendemos durante a lição.

2. Um condutor metálico é percorrido por uma corrente eléctrica de intensidade 2,0 mA durante 5,0 minutos, Calcule.
 - a) A carga eléctrica que passou por cada secção do condutor.
 - b) O número de electrões que transporta a carga eléctrica.
3. Considera um condutor metálico, percorrido por uma corrente eléctrica. Durante 10 segundos uma secção transversal desse condutor é atravessada por $2,0 \times 10^{20}$ electrões. Determine:
 - a) Em coulomb, a quantidade de carga eléctrica que corresponde a esse número de electrões;
 - b) Em ampere, a intensidade da corrente eléctrica que passa pela secção do condutor.

Ótimo querido (a) aluno (a), já terminou a resolução de exercícios? Então estude com atenção o resumo desta lição.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Intensidade da corrente eléctrica (I) à quantidade de carga (Q) que atravessa uma secção transversal do condutor por unidade de tempo (Δt). A sua expressão matemática é:

$$I = \frac{Q}{\Delta t}, \text{ sabe-se que } Q = n \cdot e^- \text{ então, podemos escrever: } I = \frac{n \cdot e^-}{\Delta t}$$

Onde:

Q - Quantidade de carga, medida em Coulomb, que passa pela secção do condutor em cada intervalo de tempo;

e^- - Carga eléctrica do electrão, cujo valor é: $e^- = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ C}$;

n- Número de electrões que atravessa a secção transversal do fio condutor;

Δt - intervalo de tempo durante o qual a carga Q passa pela secção recta do condutor, medido em segundos (s);

I - Intensidade da corrente eléctrica, medida em Ampère (A).

Para medir a intensidade da corrente eléctrica, usa-se o amperímetro, e sempre se liga em serie no circuito.

Terminado o estudo e resolução de tarefas desta lição compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção.



Chave de Correção

1. a) F b) V c) V d) F
2. a) 0,6 C; 2. b) $3,75 \cdot 10^{18}$ *electroes*;
- 3.

Dados

$$T=10s$$

$$n=2,0 \cdot 10^{20}$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19}$$

a) $Q=?$

b) $I=?$

Formula

$$Q = ne$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

Resolução

a) $Q=2,0 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$$Q=3,2 \cdot 10^1 \text{ C}$$

$$Q=32 \text{ C}$$

b) $I = \frac{Q}{t} = \frac{32}{10} = 3,2 \text{ A}$

LIÇÃO Nº 8: Tensão eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a) nesta lição vamos abordar a tensão eléctrica, onde você irá aprender como determinar a magnitude da tensão eléctrica criada por uma carga, como identificar os tipos de fontes de tensão eléctrica bem como as formas de medição dessa tensão.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Identificar a origem da tensão eléctrica e o respectivo instrumento de medição;
- Explicar a função das fontes de tensão eléctrica;
- Distinguir as fontes de tensão.



Para o estudo desta lição serão necessários 60 minutos



Tensão eléctrica

Caro (a) aluno (a), observe a fig. 28 e reflecta sobre ela respondendo as questões que se seguem:



Fig. 28 – Diferença de potencial

1. Uma carga eléctrica Q cria à sua volta uma região que manifesta as propriedades eléctricas, isto é; um campo eléctrico. Assinala com V ou F conforme as alternativas são verdadeiras ou falsas sobre o campo eléctrico criado pela carga Q nos pontos A e B.

- A. O campo eléctrico no ponto A é igual ao campo eléctrico no ponto B.()
- B. O campo eléctrico no ponto A é maior do que campo eléctrico no ponto B.()
- C. O campo eléctrico no ponto A é menor do que campo eléctrico no ponto B.()
- D. O campo eléctrico no ponto A é diferente ao campo eléctrico no ponto B.()

Muito bem! O aluno acertou se tiver assinalado desta maneira: A. (F); B. (V); C. (F) e D. (V), visto que a intensidade do campo eléctrico é maior na região mais próxima da carga que gere (cria) o campo, logo, o campo eléctrico nos pontos A e B é diferente.

Com base na análise anterior, podemos garantir que:

A intensidade do campo eléctrico no ponto A (E_A) é diferente da intensidade do campo eléctrico no ponto B (E_B). A esta diferença denomina-se **Diferença do Potencial (ddp) ou tensão eléctrica (U)**.

A tensão eléctrica (U) nos extremos de um condutor cria um fluxo (movimento) ordenado das cargas eléctricas, chamado *corrente eléctrica*.

A **tensão eléctrica** é uma grandeza física escalar que se mede através de um instrumento denominado **voltímetro**.

A unidade fundamental das medidas da tensão eléctrica (voltagem) é **volt (V)** em homenagem ao físico Alexandre Volt

Na prática usa-se uma outra medida denominada **quilovolt (KV)**. $1KV = 1000V$

Fonte de tensão

Já falamos do movimento das cargas eléctricas em condutores, saiba que esse movimento das cargas ocorre em virtude da diferença de potencial. Pois então, a fonte de tensão é exactamente esse dispositivo que estabelece essa diferença de potencial (*ddp*) no condutor ou nos dispositivos eléctricos. As fontes de tensão podem ser **fontes de corrente contínua** ou **fontes de corrente alternada**.

Fonte de tensão é um dispositivo que serve para estabelecer a diferença de potencial (*ddp*) ou tensão eléctrica (U) num condutor ou nos dispositivos eléctricos.



Reflicta em relação à proveniência da corrente eléctrica que:

- ✓ ilumina a via pública;
- ✓ é usada para por o telemóvel a funcionar;
- ✓ é usada para acender uma lanterna.

Certamente que esteve a pensar numa hidroeléctrica, bateria, pilha, gerador eléctrico, painel solar. Estes dispositivos constituem exemplos de fontes de tensão.

Caríssimo (a) aluno (a), já terminou o estudo do texto desta lição. Então passe a resolução dos exercícios que se seguem.



Exercícios

Copie para o caderno de exercícios e resolva ou responda as questões colocadas.

1. Das afirmações que se seguem assinale com V as verdadeiras e com F as falsas, em relação à tensão eléctrica
 - a) A tensão eléctrica é a diferença de potencial. (___)
 - b) A unidade usada para medir a tensão eléctrica é **volt** ()

- c) Tensão eléctrica é o movimento ordenado de cargas eléctricas ()
 - d) Quando se estabelece a tensão eléctrica nos extremos de um condutor cria corrente eléctrica. ()
2. Das afirmações que se seguem, seleccione a afirmação correcta.
- a) As fontes de corrente contínua têm uma frequência de oscilação;
 - b) A corrente que chega as nossas casas é contínua;
 - c) A corrente fornecida pelas pilhas é alternada, por isso que as lampinhas piscam;
 - d) A bateria do automóvel fornece corrente contínua.

Caro (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição passe ao estudo do respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

A **tensão eléctrica** (U) é uma grandeza física escalar que determina a diferença da intensidade do campo eléctrico.

O instrumento usado para medir a tensão eléctrica é o voltímetro.

A unidade fundamental das medidas da tensão eléctrica é **volt (V)**

Na prática usa-se uma outra medida denominada **quilovolt (KV)**. $1KV = 1000V$

A tensão eléctrica (U) nos extremos de um condutor cria um fluxo (movimento) ordenado das cargas eléctricas, chamado **corrente**.

Fonte de tensão é um dispositivo que serve para estabelecer a diferença de potencial (ddp) ou tensão eléctrica (U) num condutor ou nos dispositivos eléctricos.

As fontes de tensão podem ser classificadas de acordo com o tipo de corrente eléctrica que estabelecem nos condutores eléctricos. Podendo ser de:

Corrente eléctrica alternada – Hidroeléctricas

Corrente eléctrica contínua – bateria, pilhas, geradores eléctricos

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção. Passe para a lição seguinte se tiver acertado em todas as tarefas.



Chave de correcção

1. a) (V) b) (V) c). (F) d). (V) 2. d)

LIÇÃO Nº 9: Noção de circuito de corrente eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a) nesta lição vamos abordar a noção de circuito de corrente eléctrica, onde você irá aprender a essência de um circuito eléctrico, identificar e descrever elementos básicos de um circuito eléctrico e esquematizar os circuitos eléctricos.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Identificar os elementos de um circuito eléctrico;
- Representar esquematicamente um circuito eléctrico;
- Analisar qualitativamente as características dos circuitos eléctricos.



Para o estudo desta lição, precisará de 60 min



Caro (a) aluno (a), certamente já viu e ou usou o aparelho representado na fig. 29. O que é necessário para pôr este aparelho a funcionar?

Realmente, se o aparelho estiver em condições, basta ter bateria carregada, ao teclar no botão ligar, começa a funcionar. Agora a questão é, como é que a carga da bateria circula até ao dispositivo e pô-lo a funcionar?

Muito bem! Pode ser um pouco difícil descrever todo o trajecto das cargas, mas o essencial é que no telefone celular existem vários componentes devidamente ligados que permitem a circulação da carga da bateria. Por sua vez, o botão de ligar funciona como interruptor. Todos esses componentes que permitem a circulação da corrente eléctrica constituem um *circuito eléctrico*.

Circuito eléctrico é um conjunto de componentes eléctrico devidamente ligados entre si, no qual é possível a circulação da corrente eléctrica.



Fig. 29 - Celular

Elementos que compõem um circuito eléctrico:

Gerador eléctrico: responsável por fornecer a energia eléctrica aos demais elementos do circuito. Pode ser uma pilha, uma bateria etc. Sua representação no circuito é feita das seguintes formas:

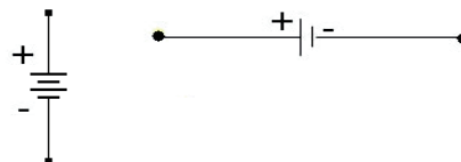


Fig. 30 - Gerador eléctrico

Resistência eléctrica: componente eléctrico capaz dissipar energia eléctrica, transformando-a em outra forma de energia e/ou controlar a corrente eléctrica no circuito. Sua representação no circuito é feita das seguintes formas:



Fig. 31 - Resistência eléctrica

Interruptores ou chave: responsável por ligar e desligar o circuito eléctrico, interrompendo ou permitindo a passagem de corrente eléctrica. Sua representação no circuito é feita da seguinte forma:



Fig. 32 - Interruptor ou chave



Fig. 33 - Lâmpadas incandescentes

Lâmpadas incandescentes: são dispositivos eléctricos responsáveis por transformar energia eléctrica em calor e energia luminosa. Seu efeito no circuito é igual ao de uma resistência eléctrica. Sua representação no circuito é feita da seguinte forma:

Condutor eléctrico: é o fio, ou seja, o elemento do circuito eléctrico que liga os demais componentes e possibilita a circulação da corrente eléctrica. Sua representação no circuito é feita da seguinte forma:



Fig. 33 - Condutor eléctrico

Amperímetro: é um instrumento usado para medir a intensidade de corrente eléctrica. É sempre ligado em série com a região do circuito cuja intensidade da corrente eléctrica se quer determinar:



Fig. 34 - Amperímetro

Voltímetro: mede a diferença de potencial (ddp), entre dois pontos do circuito eléctrico. O volímetro deve ser sempre colocado em paralelo com o ramo do circuito onde se deseja medir a ddp.



Fig. 35 - Voltímetro

Portanto, depois que enumeramos os possíveis componentes de um circuito eléctrico, podemos representa-lo da seguinte forma:

Repare que no circuito esquematizado encontramos seguintes componentes: condutores eléctricos, fonte de tensão eléctrica, interruptor, resistência eléctrica, volímetro e amperímetro.

Terminado o estudo do circuito eléctrico, convido-lhe a responder as questões que se seguem como forma de analisar o seu nível de percepção do que foi tratado nesta lição.

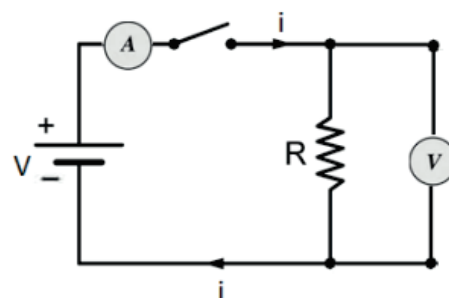


Fig. 36 - Circuito eléctrico



Exercícios

Copie para o caderno de exercícios e resolva ou responda as questões colocadas.

1. Copie para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave: Paralelo/ simples/ voltímetro/ resistência/ amperímetro/ circuito eléctrico/ interruptor aberto/ lâmpada /interruptor fechado/ Ligar/ circuito/ corrente eléctrica/ série.
 - 1.1. Num (A) _____, os fios de ligação servem para (B) _____, diferentes componentes do (C) _____.
 - 1.2. No circuito eléctrico (D) _____, a (E) _____ e a (F) _____, podem ser ligados em (G) _____. O (H) _____ liga-se em (I) _____, enquanto que o (J) _____ liga-se em série.
 - 1.3. Num circuito eléctrico não se verifica a passagem da (K) _____ quando (L) _____ estiver (M) _____.

2. Construa um circuito eléctrico e descreve cada elemento que o constitui.

Caro (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição passe ao estudo do respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Circuito eléctrico é um conjunto de componentes eléctricos devidamente ligados entre si, no qual é possível a circulação da corrente eléctrica, ou seja, é o caminho que as cargas eléctricas percorrem durante o seu movimento ordenado.

Os principais elementos de um circuito eléctrico são: Gerador da corrente ou fonte da corrente (G), Amperímetro (A), Voltímetro (V), Fios de ligação (f), Receptor ou resistência (R), Interruptor (K). O amperímetro é ligado em serie enquanto que o voltímetro é ligado em paralelo no circuito.

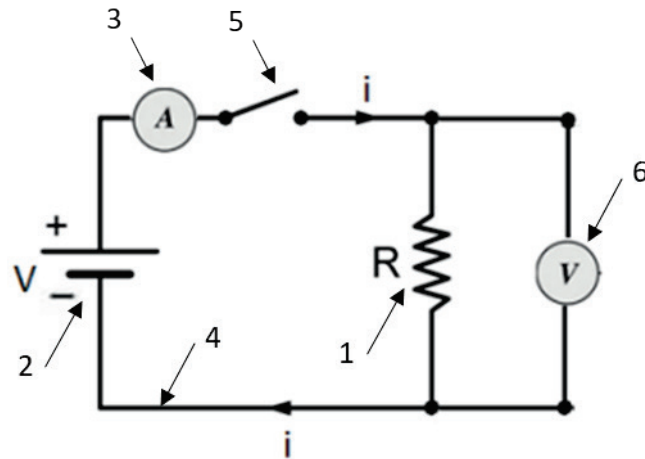
Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção.



Chave de Correção

1. A. Circuito; B. ligar; C. circuito; D. fechado; E. lâmpada; F. Resistência;
G. serie; H. voltímetro; I. paralelo; J. amperímetro;
K. corrente eléctrica; L. o interruptor; M. aberto

2.



- 1- Resistência eléctrica: componente eléctrico capaz de dissipar energia eléctrica, transformando-a em outra forma de energia e/ou controlar a corrente eléctrica no circuito;
- 2- Fonte de tensão: responsável por acelerar os electrões, devido a diferença de potencial;
- 3- Amperímetro: é o instrumento usado para medir a intensidade de corrente eléctrica. É sempre ligado em série com a região do circuito cuja intensidade da corrente eléctrica se quer determinar;
- 4- Condutor eléctrico: é o fio, ou seja, o elemento do circuito eléctrico que liga os demais componentes e possibilita a circulação da corrente eléctrica;
- 5- Interruptor ou chave: responsável por ligar e desligar o circuito eléctrico, interrompendo ou permitindo a passagem de corrente eléctrica.
- 6- Voltímetro: mede a diferença de potencial (ddp), entre dois pontos do circuito eléctrico. O voltímetro deve ser sempre colocado em paralelo.

LIÇÃO Nº 10: Resistência eléctrica - Lei de ohm

Introdução

Caro (a) aluno (a), até agora estamos a abordar conteúdos relacionados com a corrente eléctrica. Nesta lição, vai estudar a resistência eléctrica, sua relação com a intensidade da corrente e tensão eléctricas, a lei de Ohm e a sua aplicação na resolução de exercícios concretos.

Desde já, estude com maior atenção esta lição pois, irá aprofundar os seus conhecimentos sobre o dimensionamento dos consumidores da corrente eléctrica.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Explicar a dependência da resistência eléctrica da intensidade e da tensão eléctrica;
- Interpretar o gráfico da intensidade da corrente eléctrica que atravessa um condutor em função da tensão;
- Enunciar a lei de ohm;
- Aplicar a lei de Ohm na resolução de exercícios concretos.



Para o estudo desta lição precisará de 60 min



Resistência eléctrica.

Caro (a) aluno (a), iniciaremos esta lição duma forma diferente, isto é, realizando uma actividade. Em conversa com alguém procurando sinónimos e significados da palavra resistência. Acreditamos que este termo não constitui novidade.

1. Num laboratório, um estudante realizou uma experiência sobre electricidade. Variando a tensão eléctrica nos extremos do condutor ia medindo os valores da intensidade da corrente e registava os dados numa tabela como esta que mostramos a seguir.

Ddp (U)	2	4	6	...
Int. Corrente(I)	0,4	0,8	1.2	...
$\frac{U}{I}$				

- a) Ajuda o estudante a completar a tabela calculando a razão $\frac{U}{I}$.
- b) Represente graficamente a relação.

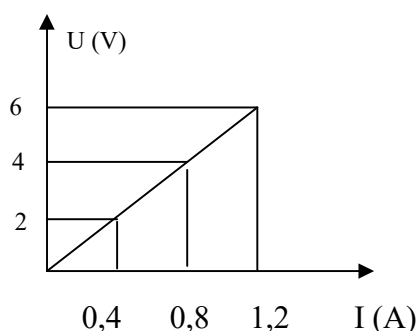
Evidentemente, a tabela ficou preenchida da seguinte maneira:

1º calculamos a razão $\frac{U}{I}$.

$$\frac{U}{I} = \frac{2}{0,4} = 5 \quad \frac{U}{I} = \frac{4}{0,8} = 5 \quad \frac{U}{I} = \frac{6}{1,2} = 5$$

Ddp (U)	2	4	6	...
Int. Corrente(I)	0,4	0,8	1.2	...
$\frac{U}{I}$	5	5	5	

Representando graficamente esta relação directa entre a tensão e intensidade da corrente eléctrica, obtém-se uma linha recta.



Como pode ver a razão $\frac{U}{I} = \frac{2}{0,4} = \frac{4}{0,8} = \frac{6}{1,2} = \dots = R$ (*constante*)

Desta forma: $U \propto I$

$$\frac{U}{I} = \text{Constante}$$

A esta constante chama-se **resistência eléctrica** do condutor (R).

A resistência eléctrica também pode ser caracterizada como "dificuldade" encontrada para que haja passagem de corrente eléctrica por um condutor submetido a uma determinada tensão.

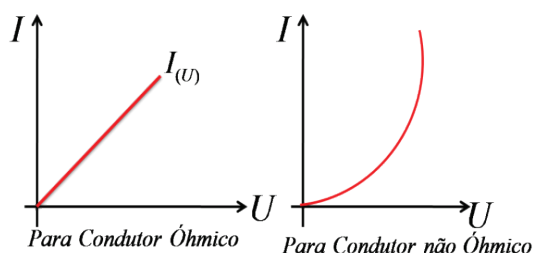
Quando esta proporcionalidade é mantida de forma linear, chamamos o condutor de **ôhmico**, tendo seu valor dado por:

$$\frac{U}{I} = R = \text{constante}$$

Esta relação, é conhecida como lei de ohm e tem o seguinte enunciado: *Para um condutor metálico, a temperatura constante, a intensidade da corrente eléctrica é directamente proporcional à tensão (ddp) aplicada em seus terminais.*

Gráfico da intensidade da corrente em função da tensão

Para **condutores ôhmicos** (os que obedecem a lei de ohm), o gráfico da intensidade da corrente em função da tensão é uma linha recta dado que se trata de um valor constante da resistência. Por isso os condutores ôhmicos também são chamados de **condutores lineares**.



E para *condutores não óhmicos (os que não obedecem à lei de ohm)*, o gráfico da intensidade da corrente em função da tensão é uma curva característica do condutor, pois a resistência varia com a tensão.

Unidade da resistência eléctrica no sistema internacional.

A unidade da resistência eléctrica no SI é **ohm** (Ω), em homenagem ao físico alemão do século XIX, Georg Ohm, um dos cientistas que colaborou no estudo de fenómenos relacionados com a corrente eléctrica. Logo, temos como unidade da resistência eléctrica:



Fig. 37 - Georg Ohm

$$1 \frac{V}{A} = 1 \text{ ohm} = 1 \Omega$$

Muito bem! Caro (a) aluno (a), agora podemos fazer a consolidação do que aprendemos.



Actividade

1. O que é uma resistência eléctrica?

Resposta: denomina-se resistência eléctrica a oposição que as cargas eléctricas encontram por parte das restantes partículas do condutor, durante o seu percurso.

2. Enuncie a lei de ohm.

Resposta: A lei de ohm estabelece que “A uma temperatura constante, a intensidade da corrente eléctrica que percorre um condutor é directamente proporcional a tensão eléctrica ou diferença de potencial (d.d.p) e inversamente proporcional a resistência eléctrica que lhe percorre”.

3. Que nome se dá a um condutor que obedece a lei de ohm? E ao que não obedece?

Resposta: chama-se condutor óhmico ou linear. Aquele que não obedece à lei de ohm chama-se condutor não óhmico ou não linear.

Caríssimo aluno, continue a resolver os exercícios para aplicar o que aprendeu nesta lição.

4. Um ferro de engomar, com uma resistência de 110Ω , é ligada a uma tomada de 220V.

Determine o valor da intensidade da corrente.

Observação: aqui tem mais um problema para resolver, é dado o valor da resistência eléctrica e da tensão eléctrica, agora procure encontrar a intensidade da corrente eléctrica que passa pelo resistor, para tal vai aplicar a lei de ohm. Acompanhe os passos, na resolução do exercício, para poder resolver outros problemas envolvendo a lei de ohm, na actividade da lição.

<u>Dados</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Resolução</u>
$R = 110\Omega$	$R = \frac{U}{I}$	$I = \frac{220V}{110\Omega}$
$U = 220V$	$I = \frac{U}{R}$	$I = 2A$
$I=?$		

Resposta: A intensidade da corrente eléctrica que passa pelo resistor é de 2ª

Ainda para facilitar a dedução da fórmula, pode usar o triângulo que aprendemos no módulo anterior, bastando para tal fechar com os dedos a grandeza que desejar calcular, no triângulo ao lado, para obter as fórmulas a seguir:

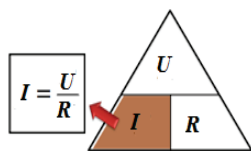
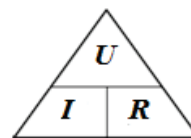


Fig. 38 – Fórmula (I)

a) Para determinar a fórmula principal onde calculamos a intensidade da corrente eléctrica, vamos fechar a parte onde temos a grandeza tensão (I) e o que visualizamos será a nossa fórmula.

b) Para calcular a Resistência eléctrica, vamos fechar a parte onde temos a grandeza (R) e obtemos a fórmula a seguir:

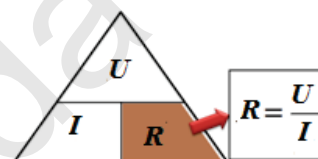


Fig. 39 – Fórmula (R)

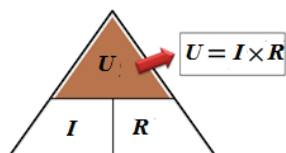


Fig. 40 – Fórmula (U)

c) Para calcular a tensão ou ddp, vamos fechar a parte onde temos a grandeza.

Caro aluno, chegamos ao fim da lição, por isso dedique um tempo para verificar o seu nível de compreensão da matéria, resolvendo os exercícios que se seguem.



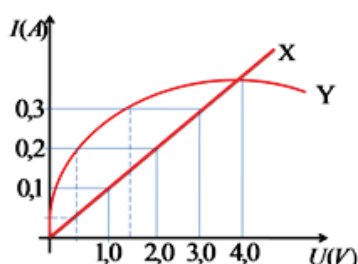
Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. Os valores apresentados na tabela foram colhidos num condutor à temperatura constante.

- Enuncie a lei que a tabela traduz
- Calcule a resistência do condutor.
- Determine os valores indicados pelas letras A e B.

U(V)	3	A	9	12
I(A)	0,05	0,1	B	0,5



2. O gráfico ao lado representa a variação da ddp nos extremos de dois condutores, X e Y, em função da intensidade da corrente eléctrica.

2.1. Qual dos condutores é óhmico ou linear? Justifique.

2.2. Sabendo que é aplicada uma d.d.p. de 3,0V nos extremos de cada condutor, calcula:

2.2.1. Os valores das resistências do condutor X.

2.2.2. Os valores das resistências do condutor Y

Bravo amigo (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição, estude o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Resistência eléctrica de um condutor é a oposição que o condutor oferece à passagem de corrente eléctrica quando o condutor eléctrico estiver sujeito a uma diferença de potencial.

A lei de ohm estabelece que “A uma temperatura constante, a intensidade da corrente eléctrica que percorre um condutor é directamente proporcional a tensão eléctrica ou diferença de potencial (d.d.p) e inversamente proporcional a resistência eléctrica que lhe percorre”.

Expressão matemática da lei de Ohm

$$R = \frac{U}{I} \text{ ou } U = I \times R$$

Onde:

R - Resistência eléctrica do condutor em ohm [Ω];

U – Tensão eléctrica em volts (V)

I – Intensidade da corrente eléctrica em ampere (A)

Condutores óhmicos ou lineares são os que obedecem a lei de ohm.

Condutores não óhmicos são os que não obedecem a lei de ohm.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção. Acertou em todas? Se sim, está de parabéns. Caso tenha enfrentado dificuldades, releia a sua lição e volte a resolver as suas actividades.



Chave de Correção

- a) Traduz a lei de ohm cujo enunciado é: A uma temperatura constante, a intensidade da corrente eléctrica que percorre um condutor é directamente proporcional à tensão eléctrica ou diferença de potencial (d.d.p) e inversamente proporcional à resistência eléctrica que lhe percorre.

b) Caro (a) aluno (a), agora vamos calcular a resistência eléctrica usando, a expressão que traduz a lei de ohm a partir dos valores fornecidos pela tabela.

Vamos escolher um dos valores da tabela, como por exemplo, a tensão eléctrica ($U = 3 \text{ V}$) e a intensidade da corrente de ($I = 0,05 \text{ A}$) e através da lei acima determinamos o valor da resistência eléctrica (R).

Resposta: $R = 60 \Omega$

d) Da mesma forma que obteve a resistência eléctrica, agora calcule os valores de A e B e deve obter a seguinte solução: $A = 6 \text{ V}$ e $B = 0,15 \text{ A}$

2.1. O condutor que é óhmico é o condutor X, porque o quociente entre a tensão eléctrica (U) e a intensidade da corrente (I) é uma constante, e apresenta um gráfico rectilíneo ou linear, significando que o condutor X obedece à lei de Ohm.

2.2.

2.2.1. Como o condutor X é ôhmico ou linear para cada U/I, irá obter o seguinte valor:

$$R = 1\Omega.$$

2.2.2. Como o condutor Y não é óhmico, para cada U/I irá obter diferentes valores, por exemplo, se retiramos os seguintes valores no gráfico, a intensidade da corrente eléctrica ($I = 0,2\text{A}$) e ($U = 0,5\text{V}$), ao calcular a resistência irá obter $R = 2,5 \Omega$, e se retiramos outros valores no mesmo gráfico ($I = 0,3\text{A}$) e ($U = 1,5\text{V}$), ao calcular irá obter $R = 5\Omega$. Comparando os dois valores obtidos, verifica-se que são diferentes, logo trata-se de um condutor não óhmico.

LIÇÃO Nº 11: Factores de que dependem a resistência eléctrica de um condutor

Introdução

Caro (a) aluno (a)! Nesta lição vamos abordar a resistência eléctrica de um condutor, onde você irá aprender na essência o que é a resistência eléctrica oferecida por um condutor, vai aprender a relação existente entre a resistência eléctrica e o material de que é feito o condutor.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Mencionar os factores de que depende a resistência de um condutor:
- Distinguir os condutores em função da resistência eléctrica.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 60 minutos para terminar o estudo desta lição



Caro (a) aluno (a), já sabe que um condutor pode oferecer oposição à passagem das cargas eléctricas.

Então, precisamos de saber de que depende essa resistência. Para tal, vamos classificar primeiro os materiais quanto à passagem da corrente

Classificação dos materiais quanto a passagem da corrente eléctrica

Lembra-se que toda matéria é composta por átomos? Agora dependendo da maneira como esses átomos estão estruturados, no interior da matéria, os electrões ou iões podem estar mais livres para se movimentar em seu interior. Assim, pode-se classificar os materiais em condutores, semicondutores e isolantes (dieléctricos).

Se, no interior do material, electrões se encontrarem mais livres para se movimentar, dizemos que são **condutores**. Caso contrário, se, no seu interior, os electrões se encontrarem mais presos, com dificuldades para se movimentar, esses materiais serão chamados de **isolantes** (dieléctricos).

Factores de que dependem a resistência eléctrica de um condutor

Para determinar os factores que influenciam na resistência eléctrica de um condutor metálico, consideremos a montagem na *fig. 41*; onde temos três fios de mesmo comprimento l , são fechados fixados sobre um suporte de madeira, sendo que os três fios ao total, dois de cobre de diâmetro 3 mm e diâmetro 2 mm e o terceiro condutor de alumínio com diâmetro de 3 mm .

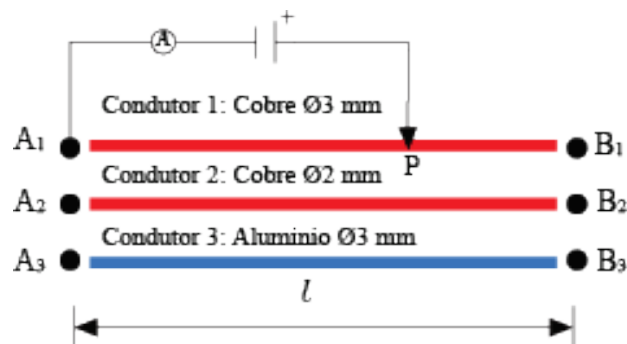


Fig. 41 – Resistência eléctrica de um condutor

- 1) Ligando o **condutor 1** entre os pontos A_1 e P na fonte de tensão, apenas a resistência do trecho A_1 e P será percorrida pela corrente fornecida pela fonte e essa corrente é indicada pelo amperímetro. Se deslocarmos o contacto móvel P ao longo de A_1B_1 , aproximando-o de B_1 , observaremos que a leitura do amperímetro vai tornar-se cada vez menor. Como a tensão é sempre a mesma, concluímos que a resistência do trecho A_1P aumenta à medida que aumentamos seu comprimento. Essa experiência nos mostra uma propriedade válida para qualquer condutor:

$$R \propto l$$

“Resistência de um condutor é directamente proporcional ao seu comprimento, isto é a resistência de um condutor é tanto maior quanto maior for o seu comprimento”

- 2) Suponha, agora, que a fonte e o amperímetro sejam ligados as extremidades do condutor 1 A_1B_1 e que anotemos a indicação do amperímetro. Se em seguida, essa ligação fosse feita em A_2B_2 , isto é, nas extremidades do segundo condutor também de cobre, observaríamos uma diminuição da leitura ao amperímetro. Portanto, a resistência de A_2B_2 é maior que A_1B_1 . Lembre-se que os condutores apenas se diferem da área da secção recta e que tem o mesmo comprimento. Desta forma chegamos na seguinte propriedade, válida para os condutores em geral:

$$R \propto \frac{1}{A}$$

“a resistência de um condutor é inversamente proporcional a área da secção recta, ou seja, a resistência do condutor é tanto maior quanto menor for a área da secção recta”

- 3) Ligando, finalmente, o amperímetro à fonte do condutor 3 de alumínio A_3B_3 , vemos que a indicação do amperímetro é menor que a ligação feita no condutor 1 entre A_1B_1 . Isto é, a resistência do fio condutor 3 é maior que a do A_1B_1 e como estes tem o mesmo comprimento a mesma área da secção recta, concluímos que:

“ A resistência de um condutor depende do material de que ele é feito”

Portanto, alguns materiais são melhores condutores que outros. Por exemplo da experiência que acabamos de descrever, qual dos condutores você diria que é o melhor?

Se você pensou, o cobre! É exactamente isso uma vez que ele oferece menor resistência a passagem da corrente. Na tabela a seguir, são mostrados alguns metais, colocados em ordem do melhor condutor para o pior.

Prata
Cobre
Alumínio
Tungsténio
Ferro
Chumbo
Mercúrio
Níquel-cromo

Relacionando os resultados da experiência descrita anteriormente:

$$R \propto l$$

$$R \propto \frac{1}{A}$$

Temos que: a resistência de um condutor é directamente proporcional ao comprimento do mesmo e inversamente proporcional à área da secção recta.

$$R \sim \frac{l}{A}$$

Introduzindo uma constante de proporcionalidade apropriada, podemos transformar esta relação em uma igualdade. A esta constante denomina-se resistividade do material e é representada pela letra grega ρ . Então temos como resistência eléctrica oferecida pelo condutor:

Onde:

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ } [\Omega]$$

R – Resistência eléctrica do condutor $[\Omega]$;

ρ – Resistividade do condutor $[\Omega \cdot m]$;;

l – Comprimento do condutor $[m]$;

A – Área da secção transversal do condutor $[m^2]$.

Resistividade do material à temperatura ambiente (25°C)	
Material	Resistividade $\rho[\Omega \cdot m]$
Prata	$1,5 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,6 \times 10^{-8}$
Tungsténio	$5,5 \times 10^{-8}$
Ferro	10×10^{-8}
Chumbo	22×10^{-8}
Mercúrio	94×10^{-8}
Níquel-cromo	100×10^{-8}

Exemplo

Enunciado: dado um condutor de cobre com $0,6\text{ m}$ de comprimento e área da secção recta $12,56\text{ mm}^2$.

- Calcule a resistência eléctrica oferecida pelo condutor;
- Calcule o diâmetro em mm do fio condutor;
- Se duplicamos o comprimento qual será a resistência do fio condutor?
- Se reduzirmos à metade a área do fio condutor qual será o valor da resistência eléctrica?

Resolução

a) Dados:	Fórmula	Resolução
$l = 0,6\text{ m}$	$R = \rho \frac{l}{A} [\Omega]$	$R = 1,7 \times 10^{-8} \frac{0,6}{12,56 \times 10^{-4}}$
$A = 12,56\text{ mm}^2$		$R = 0,081 \times 10^{-4} [\Omega]$
$\rho(\text{cobre}) = 1,7 \times 10^{-8} [\Omega \cdot \text{m}]$		

R: A resistência eléctrica oferecida pelo condutor é: $R = 0,081 \times 10^{-4} [\Omega]$

b) <u>Dados</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Resolução</u>
$A = 12,56\text{ mm}^2$	$A = \pi x r^2; r = \frac{d}{2}$	$d = 2 \times \sqrt{\frac{12,56}{3,14}}$
	$A = \pi x \left(\frac{d}{2}\right)^2$	$d = 2 \times \sqrt{4} = 2 \times 2 = 4\text{ mm}$
	$A = \pi x \frac{d^2}{2^2}$	
	$d = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	

R: O diâmetro do fio condutor em mm é: $d = 4\text{ mm}$.

- c) Já que a resistência do condutor é directamente proporcional ao comprimento do condutor eléctrico então se duplicarmos o comprimento a resistência também duplicará.

$$R = \rho \frac{2l}{A} = 2 \times 0,081 \times 10^{-4}$$

$$R = 0,162 \times 10^{-4} [\Omega]$$

- d) Se reduzirmos a metade a área da secção recta do condutor eléctrico. A resistência aumenta o dobro já que a área é inversamente proporcional a resistência.

$$R = \rho \frac{l}{\frac{A}{2}} = 2\rho \frac{l}{A} = 2 \times 0,081 \times 10^{-4}$$

$$R = 0,162 \times 10^{-4} [\Omega]$$

Querido aluno, terminado o estudo do texto desta lição, passe à realização das respectivas actividades.



Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. Se você fizesse uma instalação eléctrica em sua casa de entre alumínio e cobre qual deles escolheria para a instalação? Justifica a sua resposta.
2. Coloque em ordem decrescente os seguintes condutores eléctricos quanto a oposição a passagem de corrente eléctrica: cobre, ferro, alumínio, tungsténio e prata.
3. Escolha a opção correcta para a seguinte afirmação: “se duplicarmos o comprimento do condutor e reduzirmos a metade a área da secção recta do condutor então a resistência eléctrica”:
a) Mantem-se a mesma; c) Reduz duas vezes; e) Reduz 4 vezes.
b) Aumenta 2 vezes; d) Aumenta 4 vezes;
4. Dado um condutor de cobre com 1,2 m de comprimento e área da secção recta 6,28 mm².
a) Calcule a resistência eléctrica oferecida pelo condutor;
b) Se duplicamos o comprimento e reduzirmos a metade a área da secção recta do condutor qual será a resistência do fio condutor?
c) Mantendo a área da secção recta do condutor e verificar-se uma resistência de 0,162 Ω. Qual seria o novo comprimento do fio condutor?

Muito bem, se o (a) amigo (a) aluno (a) já terminou a resolução dos exercícios desta lição, então estude com a tenção o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Existem materiais isolantes, condutores e semicondutores.

Os materiais em que os electrões encontram-se mais presos são chamados de materiais isolantes e os que os electrões estão mais livres são denominados materiais condutores.

Os semicondutores reúnem as propriedades eléctricas dos materiais condutores e os isolantes.

A resistência de um condutor é directamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a área da secção recta do condutor se considerarmos que o condutor não está sujeito a variação de temperatura. Esta resistência é determinada pela expressão a seguir.

Onde:

$$R = \rho \frac{l}{A} [\Omega]$$

R – Resistência eléctrica do condutor em ohm $[\Omega]$;

ρ – Resistividade do condutor em ohm metro $[\Omega \cdot m]$;

l – Comprimento do condutor em metros $[m]$;

A – Área da secção transversal do condutor em metros quadrado $[m^2]$.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção.



Chave de Correção

1. R: usaria de um condutor de cobre, porque oferece menor resistência a passagem de corrente eléctrica e assim reduz a possibilidade de superar o aquecimento.
2. R: Ferro, Tungsténio, Alumínio, Cobre, Prata.
3. d) Aumenta 4 vezes;
4. Dado um condutor de cobre com $1,2\text{ m}$ de comprimento e área da secção recta $6,28\text{ mm}^2$.
 - a) $R = 0,325 \times 10^{-4}$;
 - b) A resistência do fio não altera.
 - c) $l = 0,6\text{ m}$

Venda proibida

LIÇÃO Nº 12: Associação de resistências

Introdução

Caro (a) aluno (a)!

Nesta lição irá aprender como associar vários receptores eléctricos (resistências eléctricas) em série e em paralelo, onde também determinará a resistência equivalente, para cada tipo de associação.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Analisar qualitativamente as características dos circuitos eléctricos;
- Explicar a característica da Intensidade de corrente nos circuitos eléctricos;
- Explicar a característica da resistência eléctrica nos circuitos eléctricos;
- Determinar a resistência total ou equivalente de uma associação de resistências em série;
- Determinar a resistência total ou equivalente de uma associação de resistência em paralelo.



Para o estudo desta lição serão necessários 60 minutos



Associação de resistência eléctrica

Geralmente os receptores da corrente eléctrica, usados nos circuitos eléctricos, que simplificamos em resistências eléctricas, podem ser associados (ligados). Associar resistências eléctricas ***é unir duas ou mais resistências por meio dos fios de ligação.***

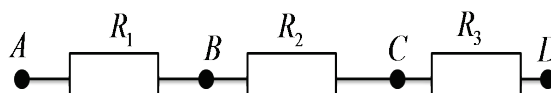
A associação de resistências é muito comum em vários sistemas, quando queremos alcançar um nível de resistência em que uma resistência não é suficiente. Por exemplo, em situações em que uma lâmpada não é suficiente para iluminar uma determinada área, aumentamos outras. Neste caso estamos a associar as resistências. Esta associação pode ser feita de tal maneira que uma é ligada na extremidade da outra ou várias resistências são ligadas nas mesmas extremidades. Deste modo, a associação de resistências pode ser feita em ***série*** ou em ***paralelo***.

A partir do conjunto dessas resistências é possível determinar uma única resistência que as substitua. A essa resistência damos o nome de ***Resistência equivalente (Req) ou resistência total (Rt).***

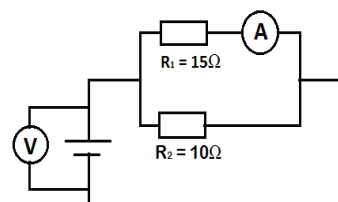
Associação de resistências eléctricas em Série

Uma ***associação de resistência em série*** é aquela em que as resistências eléctricas são unidas por meio de um condutor em que o fim de uma está ligada ao início da outra resistência eléctrica.

Por exemplo: Na figura ao lado, nota-se que o extremo de R_1 (A) está ligado ao início da R_2 (B) e assim sucessivamente.



Para a associação em série, a intensidade da corrente eléctrica é igual em todas as resistências e a tensão eléctrica varia de acordo com o valor da resistência.



$$V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$$

A resistência total ou equivalente é igual à soma das resistências ligadas em série, isto é:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

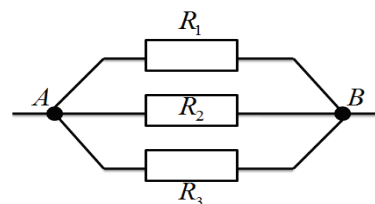
Associação de resistências eléctricas em Paralelo

Uma **associação de resistências em Paralelo** é aquela em que o início de uma resistência está unida ao início da outra, assim como o seu fim está ligado ao fim da outra na mesma associação.

Para a associação em paralelo, a tensão em todas as resistências é a mesma e igual à tensão fornecida aos extremos A e B.

$$V_{eq} = V_1 = V_2 = V_3 = \text{constante.}$$

E a intensidade da corrente eléctrica depende do valor de cada resistência eléctrica.



$$I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$$

O inverso da resistência total ou equivalente, é igual à soma dos inversos de todas as resistências eléctricas ligadas em paralelo, isto é:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Caro aluno, chegamos ao fim da lição, por isso dedique um tempo para verificar o seu nível de compreensão da matéria, resolvendo os exercícios que se seguem.

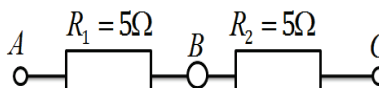


Exercícios

Copie para o caderno de exercícios e resolva ou responda as questões colocadas:

1. O que é uma associação de resistência?
2. Quais os tipos de associação de resistência que aprendeu? Descreva cada associação.
3. Um condutor AB de resistência 5Ω foi ligado em série a um condutor BC de resistência 5Ω .

Determine a resistência total.



4. A figura representa uma associação de resistências eléctricas. Calcule:
- b. A resistência total ou equivalente do circuito.

Estimado (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição, estude com muita atenção o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição você aprendeu que:

Associar resistências eléctricas é unir duas ou mais resistências por meio dos fios de ligação.

A associação de resistências pode ser em série ou em paralelo.

Associação de resistência em série é aquela em que as resistências eléctricas são unidas por meio de um condutor em que o fim de uma está ligada ao início da outra resistência eléctrica.

Associação de resistências em Paralelo é aquela em que o início de uma resistência está unida ao início da outra, assim como o seu fim está ligado ao fim da outra na mesma associação.

O efeito comum das resistências associadas designa-se por resistência total ou equivalente. Que pode ser determinado pelas relações:

$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$ – para a associação em série.

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ - para a associação em paralelo.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção que se segue.



Chave de Correção

1. Associação de resistências eléctricas é a união de duas ou mais resistências por meio dos fios de ligação.
2. Os tipos de associação de resistências que conheço são: Associação em série, paralelo e mista
Descrição:

Associação em série: é aquela em que as resistências eléctricas são unidas por meio de um condutor em que o fim de uma está ligado ao início da outra resistência eléctrica. A resistência total ou equivalente é a soma algébrica das resistências que compõem o circuito eléctrico.

Associação em paralelo: é aquela em que o início de uma resistência está unido ao início de outra, assim como o seu fim está ligado ao fim da outra na mesma associação. A resistência total ou equivalente é a soma algébrica dos inversos das resistências que compõem o circuito eléctrico

3. Para encontrar a resistência total ou equivalente numa associação em série, vamos somar todas as resistências que constituem a associação, daí que temos.

Dados	Fórmula	Resolução
$R_1=5\Omega$	$R_{eq}=R_1+R_2$	$R_{eq}=5\Omega+5\Omega$
$R_2=5\Omega$		$R_{eq}=10\Omega$
$R_{eq}=?$		

4. Como a associação é paralela, vamos somar o inverso das resistências que compõe um circuito, de tal modo que podemos escrever:

$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow \frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{10\Omega}$, daqui temos que fazer (m.m.c entre 15 e 10) que o valor será de 30, assim pode-se escrever $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{15 \text{ (2)}} + \frac{1}{10 \text{ (3)}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{2}{30} + \frac{3}{30} \Leftrightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{5}{30\Omega}$, aplicando, a regra de produtos dos meios é igual ao produtos dos extremos (o sistema de três simples ou proporções) podemos escrever $5 \cdot R_t = 30\Omega$. 1, multiplicando ambos membros, temos $5R_t = 30\Omega$, passando o 5 para o segundo membro, já que no primeiro membro está a multiplicar, no segundo membro estará a dividir $R_t = \frac{30}{5}\Omega$, dividindo 30 por 5, temos o resultado da resistência equivalente que é $R_t = 6\Omega$.

LIÇÃO Nº 13: Potência eléctrica

Introdução

Caro (a) aluno (a), nesta lição iremos discutir sobre potência eléctrica. O conhecimento sobre este assunto, irá lhe ajudar a tomar decisão em relação aos electrodomésticos a usar para o uso racional da energia eléctrica.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Definir a potência eléctrica;
- Aplicar a definição da potência eléctrica na resolução de exercícios concretos;
- Explicar o funcionamento de alguns aparelhos electrodomésticos com a sua potência eléctrica;
- Aplicar a lei de Joule-lenz na resolução de exercícios concretos.



Caro (a) aluno (a), você vai precisar de 60 minutos para terminar o estudo desta lição



Antes de irmos aos pormenores sobre potência eléctrica, interessa-nos recordar do que falamos na lição 13 do módulo 2 da potência. O que dissemos sobre potência?

Óptimo! Você está caminhando bem ao garantir que potência é a rapidez com que se realiza o trabalho.

Assim, para o caso da corrente eléctrica, por analogia, podemos dizer que:

Potência Eléctrica é a rapidez com que a quantidade de energia eléctrica convertida noutras formas de energia (mecânica, luminosa, térmica, etc.), se realiza em cada unidade de tempo. Isto é:

Onde:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \text{ Ou } P = U \times I$$

P é a potência eléctrica medida, em Watt (w);

E - é a energia, em Joule (J)

Δt é a variação do tempo medido em segundos (s).

A unidade da potência eléctrica no SI é Watts (W)

Outras unidades usuais da potência eléctrica são: Quilo Watts (Kw) e Mega Watts (Mw).



Caro (a) aluno (a), já notou que ligando um ferro de engomar numa tomada percorrida pela corrente eléctrica passando algum tempo o ferro aquece! Para além do ferro de engomar as lâmpadas incandescentes, fogão eléctrico produzem o mesmo efeito.

Como se chama este fenómeno em que a energia eléctrica é convertida em energia térmica?



Pode procurar a resposta em vários motores de busca tais como Google, Wikipédia ou em conversa com pessoas mais próximas.

Lei de Joule-Lenz

Vimos nas aulas anteriores que receptores eléctricos são aqueles que transformam a energia eléctrica noutra forma de energia. Por exemplo o ferro de engomar transforma a energia eléctrica em energia calorífica ou energia térmica.

Todos os aparelhos eléctricos, quando ligados à corrente eléctrica aquecem, libertando calor para o exterior, o que damos o nome de *efeito Joule*.

Portanto o enunciado da **Lei de Joule-Lenz** diz o seguinte:

“A quantidade de energia eléctrica transferida como calor numa resistência eléctrica é directamente proporcional ao produto da resistência eléctrica pelo quadrado da intensidade da corrente eléctrica e pelo intervalo de tempo durante o qual essa corrente passa.”

Isto é:

$$E_{el} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Onde:

E_{el} - é a energia libertada na forma de calor, em joule (J)

R - é a resistência eléctrica, em ohm (Ω)

I - é a intensidade da corrente eléctrica, em ampere (A)

Δt - é o tempo em que o dispositivo está ligado à corrente eléctrica, em segundos (s)

Esta lei é conhecida por lei de **Joule-Lenz** porque foi estabelecida experimentalmente pelo cientista inglês **James Joule** e pelo cientista russo **Heinrich Lenz**.

Caro (a) aluno (a), avalie a sua aprendizagem resolvendo as tarefas a seguir.



Actividade

1. Um aparelho de raios X transforma $5,4 \times 10^3$ J de energia em 3,0 segundos. Sabendo que a intensidade da corrente eléctrica que o atravessa é de 18 A, determine:
 - a) A potência do aparelho:
 - b) A tensão eléctrica ou diferença de potencial que passa pelo aparelho.

Resolução

a) Como podemos resolver o exercício proposto?

Então, você pode acompanhar-nos na resolução do exercício.

Para este exercício, vai extrair os dados, a partir dos quais vai calcular a potência eléctrica, aplicando a sua expressão matemática que estudamos durante a aula, e é claro que deve substituir cada grandeza pelo seu respectivo valor retirado dos dados e das suas unidades.

Dados	Fórmula	Resolução
$E = 5,4 \times 10^3 J$	$P = \frac{E}{\Delta t}$	$P = \frac{5,4 \times 10^3 J}{3,0 s}$
$\Delta t = 3,0 s$		$P = 1,8 \times 10^3 w \text{ como } 1 Kw = 10^3 w$
$I = 18 A$		então $P = 1,8 kw$
$P = ?$		

Resposta: A potência do aparelho é de 1,8 kW

b) A tensão eléctrica ou diferença de potencial que passa pelo aparelho.

Como podemos resolver o exercício proposto? Acompanhe-nos na resolução do exercício.

Agora, vamos determinar a tensão eléctrica a partir das equações deduzidas, sendo que a partir da equação que relaciona energia e a potência deduzimos a equação seguinte $P = UI$, mas não estamos à procura da potência. Então vamos isolar a tensão eléctrica, levando a intensidade da corrente eléctrica para o primeiro membro, ficando: $U = \frac{P}{I}$, e assim podemos calcular a tensão eléctrica. Veja os cálculos abaixo:

$$U = \frac{1800 w}{18 A} = 100 V$$

Resposta: A tensão eléctrica é de 100V.

2. Consideremos a experiência de fritador de salsicha aplicada na aula. Qual será a quantidade de calor que a salsicha liberta a cada minuto sabendo que ao ser percorrido pela intensidade da corrente de 5A oferece uma resistência de 2Ω .

Resolução:

Aplicando a lei de Joule-Lenz, podemos determinar a quantidade de energia com a equação:

$$E_{el} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Dados	Fórmula	Cálculos
$\Delta t = 1 \text{ min} = 60 s$	$E_{el} = R \times I^2 \times \Delta t$	$E_{el} = 2\Omega \times (5 A)^2 \times 60 s$
$R = 2\Omega$		$E_{el} = 50\Omega \cdot A^2 \times 60 s$
$I = 5 A$		$E_{el} = 50 \cdot 60\Omega \cdot A^2 \cdot s$
$Q = E_{el} = ?$		$E_{el} = 3000 J$
		$E_{el} = 3 kJ$

Resposta: A quantidade de energia que a salsicha liberta a cada minuto é de 3 KJ.

Caro (a) aluno (a), avalie a sua aprendizagem resolvendo as tarefas a seguir.



Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. Um aquecedor de água em forma de hélice com uma potência de 800 w é ligado a uma tomada doméstica de 220 V. Determine:
 - a) A intensidade da corrente que circula no circuito.
 - b) A energia libertada durante 60 minutos.
2. Duas lâmpadas, de 50 W e de 100 W, estão sujeitas a uma tensão de 220V.
 - a) Em qual delas o filamento tem maior resistência? Justifique.
 - b) Que quantidade de energia eléctrica consome a lâmpada de 100W, durante 5 horas de funcionamento? (Apresenta cálculos).
3. Uma lâmpada acesa cuja resistência do filamento é de 2Ω é percorrida a cada 10 minutos por uma corrente de 5A. Determine:
 - a) A quantidade de calor libertada neste instante.
 - b) A potência por ela dissipada.

Muito bem, se o (a) amigo (a) aluno (a) já terminou a resolução dos exercícios desta lição, então estude com atenção o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição aprendeu que:

Potência Eléctrica é a rapidez com que a quantidade de energia eléctrica convertida noutras formas de energia, se realiza em cada unidade de tempo.

A expressão matemática para o cálculo da potência eléctrica é:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \text{ Ou } P = U \times I$$

Onde:

P é a potência eléctrica medida, em Watt (w);

E - é a energia, em Joule (J)

Δt é a variação do tempo medido em segundos (s).

A unidade da potência eléctrica no SI é Watts (W)

A lei de **Joule-Lenz** estabelece que:

“A quantidade de energia eléctrica transferida como calor numa resistência eléctrica é directamente proporcional ao produto da resistência eléctrica pelo quadrado da intensidade da corrente eléctrica e pelo intervalo de tempo durante o qual essa corrente passa.”

Isto é: $E_{el} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$

Onde:

E_{el} - é a energia libertada na forma de calor, em joule (J)

R - é a resistência eléctrica, em ohm (Ω)

I - é a intensidade da corrente eléctrica, em ampere (A)

Δt - é o tempo em que o dispositivo está ligado à corrente eléctrica, em segundos (s)

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção. Aconselho passar para a lição seguinte se tiver acertado todas as tarefas.



Chave de Correção

1. a) $I = 3,6A$ b) $E_{el} = 2880000J = 2,88 MJ$

2. a) De acordo com a fórmula $R = \frac{U^2}{P}$, terá maior resistência o filamento da lâmpada de 100w.

b) $E_{el} = 1800000J = 1,8 MJ$

3. a) $E_{el} = 30000J$

b) $P = 50w$

LIÇÃO Nº 14: Magnetismo

Introdução

Caro (a) aluno (a), esta é a sua primeira aula que retrata fenómenos magnéticos. Nesta aula, iremos falar do campo magnético e das interacções magnéticas.

O magnetismo é aplicado no fabrico de altifalantes, aparelhos de navegação (bússola) no processo de separação de metais.

Organize alguns ímanes se os tiver, irão facilitar-lhe na percepção da lição.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Identificar a presença de um campo magnético;
- Explicar as interacções magnéticas;
- Aplicar as Leis Qualitativas das Interacções Magnéticas na resolução de exercícios concretos.



Para a aprendizagem desta lição necessita de 60 min



Magnetismo

É a força de atracção ou repulsão que um magnete exerce sobre um pedaço de Ferro, de Níquel ou Cobalto, criando deste modo um Campo Magnético.

Tem conhecimento, de certeza, do costume de decorar frigoríficos ou congeladores com objectos representando fruta, tomates, cebolas, etc. Estes objectos fixam-se por possuírem na face de contacto um pequeno íman.

Ímanes são corpos com propriedades magnéticas, pois atraem objectos de ferro, aço, etc. (materiais ferromagnéticos). Os ímanes existem em grande variedade, sendo classificados em **Naturais** (magnetite) ou **artificiais**.

Polos de um íman

Polos magnéticos de um íman

A identificação dos polos pode ser concebida através da seguinte experiência:

Vamos fixar ou suspender um íman de barra de modo a que ele possa mover-se livremente. Faz-se aproximar, de seguida, um segundo íman de barra. Usando alternadamente as duas extremidades, verifica-se que para uma extremidade haverá atracção e para outra repulsão. Conclui-se deste modo que o íman possui polos ou extremidades com propriedades diferentes.

Sem a presença de outro íman, o íman suspenso tende sempre a equilibrar-se num eixo cuja direcção é próxima à do eixo geográfico (**Norte-Sul**). Assim sendo, a extremidade que aponta para o **polo sul geográfico** designa-se por polo **norte magnético**, cabendo à outra parte a designação de **polo sul**.

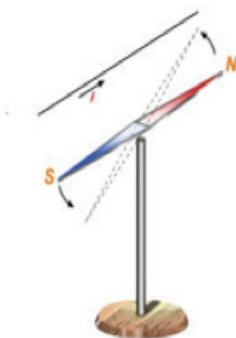


Fig. 42 - Uma agulha magnética girando e indicando os pólos magnéticos do íman.

Inseparabilidade dos polos de um íman.

Sabe-se que todo íman tem sempre dois polos (polo norte magnético e polo sul magnético) e também se sabe que não existem polos isolados, então facilmente pode compreender-se que dividindo um íman em dois pedaços, obtêm-se dois ímanes completos, ou seja, os polos de um íman não se separam.

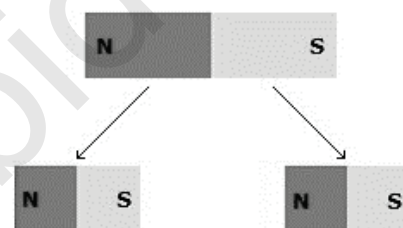


Fig. 43 - Leis qualitativas das interações magnéticas



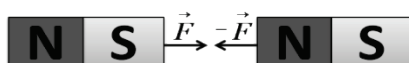
Caro (a) aluno (a), segure em dois ímanes e aproxime-os; o que acontece? Vira o íman em um ângulo de 90° e volta a aproximá-los, o que acontece novamente?

Certamente, numa das posições os ímanes colam-se e noutra afastam-se. Assim podemos concluir que os fenómenos magnéticos são regidos por duas leis, a saber:

- a. **1ª lei (Lei de Repulsão):** Pólos Magnéticos de mesmo nome repelem-se



- b. **2ª lei (Lei de Atracção):** Pólos Magnéticos de nomes diferentes atraem-se.



Campo Magnético ($\vec{B}$)

Como vimos, uma carga eléctrica cria um campo eléctrico, assim um íman cria um campo magnético.

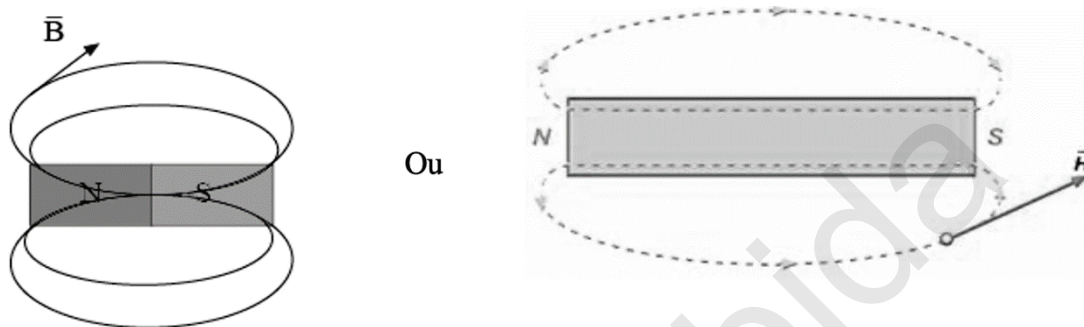
O que pode ser campo magnético?

Campo Magnético é a região à volta de um íman onde se fazem sentir as suas acções magnéticas.

Como o campo magnético é uma grandeza utilizada para descrever a maior ou menor força que actua sobre os ímanes representa-se por $\vec{B}$ e a sua unidade no sistema internacional é Tesla (T) em homenagem a Nikola Testa, engenheiro electrónico norte-americano de origem sérvia.

Linhas de forças de um Campo Magnético

Chama-se linha de força de um Campo Magnético a uma linha que em cada ponto é tangente ao campo desse ponto.



As linhas de força do campo magnético partem do polo norte e convergem no polo sul.



Fig. 44 – Linhas de força de um campo magnético

Baseando-se na observação das figuras anteriores pode-se concluir que:

- ✓ Duas linhas de força de um campo magnético nunca se cruzam.
- ✓ As linhas de força do campo magnético produzido por uma única massa magnética seriam rectilíneas e as do campo produzido por mais que umas massas magnéticas são curvas.
- ✓ Na natureza não existe uma massa magnética isolada, mas elas existem aos pares, formando os ímãs, concluímos que as linhas de força dos campos magnéticos dos ímãs são curvas.
- ✓ As linhas de forças de um campo magnético são linhas radiais fechadas e essas linhas entram pelo seu pólo sul e saem pelo pólo norte.

Agora, caro (a) aluno (a), pode responder às questões que se seguem para avaliar o seu nível de assimilação dos conteúdos:



Actividade

1. O que é magnetismo?

Resposta: é a força de atracção ou repulsão que um magneto exerce sobre pedaço de Ferro, de Níquel ou Colbato, criando deste modo um campo magnético.

2. Quais são os pólos de um íman?

Resposta: um íman possui dois pólos que são: pólo sul magnético e pólo norte magnético.

3. Enuncie as leis qualitativas das interacções magnéticas.

Resposta: as leis qualitativas das interacções magnéticas são:

1ª Lei de repulsão: pólos magnéticos de mesmo nome repelem-se.

2ª Lei de atracção: Pólos magnéticos de nomes contrários atraem-se.

4. O que é um campo magnético?

Resposta: É a região do espaço onde se fazem sentir acções magnéticas. Estas acções verificam-se à distância e apenas algumas substâncias as sentem.

5. Que tipo de linhas de forças criam-se num campo magnético?

Resposta: um campo magnético cria linhas de forças radiais fechadas e essas linhas entram pelo seu pólo sul e saem pelo pólo norte.

Caro aluno, chegamos ao fim da lição, por isso dedique um tempo para verificar o seu nível de compreensão da matéria, resolvendo os exercícios que se seguem.



Exercícios

Copie para o teu caderno e resolva as questões seguintes:

1. Complete as frases com as seguintes palavras-chaves:

Pólos / pólo sul / força de atracção / repelem-se / orienta-se / pólo norte geográfico / pólo Norte / pólo sul geográfico / zona neutra / linha geográfica

a) Qualquer íman tem dois (A) _____ que são os (B) _____ e (C) _____. A zona central do íman é chamada de (D) _____ porque nessa zona não se fazem sentir as acções magnéticas.

b) Quando aproximamos o pólo sul de um íman do pólo norte de outro íman, surge uma (E) _____ entre eles. Se aproximarmos o pólo norte de um íman, do pólo norte de outro íman, então eles (F) _____.

c) Uma agulha magnética que possa girar livremente em torno do seu eixo, longe de outro íman, (G) _____ sempre segundo a (H) _____ de tal modo que o (I) _____,

fica virada para o pólo norte magnético e (J) _____ fica voltada para o pólo sul magnético.

2. Das seguintes afirmações indica as verdadeiras e as falsas, corrigindo as que forem falsas.
 - a) Os campos magnéticos são criados apenas por ímanes.
 - b) As linhas de campo magnético cruzam-se e são em cada ponto, tangentes ao vector Campo Magnético e têm o sentido deste.
 - c) As linhas de Campo Magnético são linhas abertas.
 - d) Num Campo Magnético uniforme as linhas de campo são paralelas entre si e dirigidas do pólo sul para o pólo norte.
3. Suponha que você possua alguns ímanes, nos quais assinalou quatro pólos com as letras A, B, C e D:
 - ✓ O pólo A repele o pólo B
 - ✓ O pólo A atrai o pólo C
 - ✓ O pólo C repele o pólo D
 - a) Sabendo que o pólo D é um pólo norte e baseando-se nestas condições, quais são os nomes dos pólos A, B, e C.

Muito bem, se o (a) amigo (a) aluno (a) já terminou a resolução dos exercícios desta lição, então estude com a tenção o respectivo resumo



Resumo da Lição

Nesta lição aprendeu que:

Magnetismo é uma propriedade que uma pedra tem de atrair ou repelir pedaços de ferro. A pedra com essas propriedades designa-se por íman.

Um íman possui dois polos (norte e sul) inseparáveis.

As leis qualitativas das interações magnéticas são:

- **1ª lei (Lei de Repulsão):** *Pólos Magnéticos de mesmo nome repelem-se*

- **2ª lei (Lei de Atracção):** *Pólos Magnéticos de nomes diferentes atraem-se.*

Campo magnético é a região à volta de um íman onde se manifestam propriedades magnéticas.

O campo magnético de um íman é constituído por linhas de força que partem do polo Norte e convergem no polo sul.

Agora compare as suas soluções com as que lhe são propostas na Chave de Correção. E passe para a lição seguinte se tiver acertado todas as questões.



Chave de Correção

1. A) pólo B) Pólo Norte C) pólo sul D) zona neutra E) força de atracção F) repelem-se
G) orienta-se H) Linha geográfico I) pólo sul geográfico J) pólo norte geográfico.

2. a) V b) F c) F d) V

3. A- Pólo Norte; B - Pólo Norte C - Pólo Sul

LIÇÃO Nº 15: A bússola

Introdução

Caro (a) aluno (a); sabe que colocando horizontalmente, um magnete, numa posição de equilíbrio, sempre se orienta na direcção dos pólos magnéticos terrestres.

A tecnologia, aproveitando tal propriedade, cria aparelhos que permitem a orientação do homem à superfície da terra, a sua navegação marítima ou aérea na realização de manobras militares, exploração geológica (de minérios e petróleo) e desenvolvimento de turismo (da selva e marítimo), migrações, etc.

Nesta lição, irá aprender como esses aparelhos funcionam.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Explicar a utilização da bússola para orientação geográfica.



Para a aprendizagem desta lição irá precisar de 60 min



Aplicações do Campo Magnético

Caro aluno, quando iniciamos o estudo dos fenómenos magnéticos na lição 14, teríamos abordado de uma forma superficial sobre a aplicação do magnetismo. Mencione algumas aplicações do campo magnético.

Muito bem, a sua resposta está correcta caso tenha feito a menção de fabrico de altifalantes, aparelhos de navegação (bússola) e processo de separação de metais.

Aqui encontramos uma das aplicações do Campo Magnético sendo a bússola (fig. 45), que é um instrumento de orientação geográfica, utilizado na terra para se encontrar uma determinada direcção.

Ela é constituída por uma pequena agulha magnética de aço magnetizado, que pode rodar livremente, de modo a alinhar-se segundo um determinado Campo Magnético.



Fig. 45 – A bússola

Funcionamento da Bússola

A agulha magnética roda de forma que o seu pólo norte aponte para o pólo sul do Campo Magnético terrestre cuja direcção se quer conhecer.

O funcionamento da bússola levou o cientista William Gilbert em (1600), a perceber que a tendência que o pólo norte da agulha magnética da bússola é de apontar para o pólo sul do campo magnético terrestre, que fica próximo do pólo norte geográfico e porque a terra se comporta como um íman gigante.

Campo Magnético Terrestre

A primeira descrição científica do Campo Magnético da Terra foi a de William Gilbert, em 1600, demonstrando, com o auxílio da terrella (um íman em forma de esfera), que a Terra se comporta como um imenso íman. Esta é ainda hoje, a forma mais simples de descrever o magnetismo terrestre.

A figura ao lado (fig. 46) pode observar-se que os pólos magnéticos estão nas extremidades do eixo magnético que atravessa a Terra (linha vermelha enviesada) e os pólos geográficos estão nas extremidades do eixo de rotação da Terra (linha vermelha direita). Não há coincidência entre esses dois eixos.

Na realidade, a agulha da bússola aponta para o Norte magnético e não para o Norte geográfico, porque tanto a agulha como a Terra estão magnetizadas.

A diferença entre o Norte magnético e Norte geográfico chama-se ***declinação magnética***.

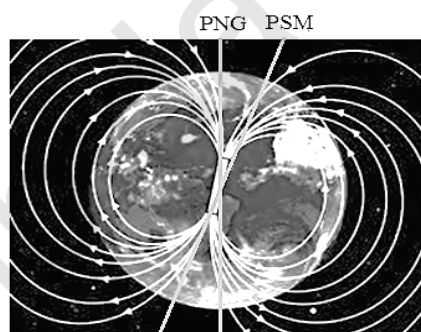


Fig. 46 - Linhas do campo magnético da terra, em que PNM é o pólo norte magnético, PSM, pólo sul magnético, PPSG, pólo norte geográfico e PSG, pólo sul geográfico.

Caro (a) aluno (a), avalie a sua assimilação respondendo as questões que se seguem.



Atividade

1. Assinale com (V) verdadeiras ou (F) falsas, conforme as afirmações sejam verdadeiras ou falsas em relação aos conhecimentos sobre os electroímãs.
 - a) Um electroíman é um solenóide (enrolamento) no interior do qual se coloca uma substância metálica, o núcleo que geralmente é de ferro macio.
 - b) Os pólos magnéticos de sinais diferentes (contrários) repelem-se.
 - c) O ferro macio demora menos tempo a magnetizar-se ou a desmagnetizar-se.
 - d) O electroíman pode ser recto, como no caso do prego.

Resposta: Acertou se tiver respondido assim:

a) (V)

b) (F)

c) (V)

d) (V)

2. O que é uma bússola?

Resposta: Bússola é um instrumento de orientação utilizado na terra para se encontrar uma determinada direcção.

Caro (a) aluno (a), terminado o estudo do texto realize as actividades da lição e verifique a sua aprendizagem



Exercícios

Copie para o teu caderno e responda à questão colocada.

1. Descreva o funcionamento da bússola.

Estimado (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição, estude com muita atenção o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição aprendeu que:

A agulha magnética de uma bússola roda de modo que o seu pólo norte aponte para o pólo sul do campo magnético terrestre, que fica próximo do pólo norte geográfico pelo facto da terra também produzir um Campo Magnético em seu redor.

Agora compare a sua resposta com a que é proposta na chave de correcção.



Chave de Correcção

1. A agulha magnética roda de forma que o seu pólo norte aponte para o pólo sul do campo magnético terrestre cuja direcção se quer conhecer.

LIÇÃO Nº 16: Electromagnetismo

Introdução

Caro aluno!

O estudo dos fenómenos eléctricos e magnéticos vem sendo feito há século e que conduziu invenção de vários equipamentos do nosso uso diário. Por exemplo, nos portos usa-se guindastes para o descarregamento ou carregamento de cargas pesadas dos navios. Como estes funcionam?

Nesta lição, iremos tratar do funcionamento e aplicações do electroíman e, desta maneira estaríamos a responder à questão antes colocada e várias outras curiosidades relacionadas com fenómenos eléctricos e magnéticos.



Objectivos da lição

Ao terminar esta lição você deverá ser capaz de:

- Explicar o funcionamento do electroíman;
- Identificar aplicações do electroíman na técnica.



Para a aprendizagem nesta lição irá necessitar de 60 min



Campos Magnéticos Criados por Correntes Eléctricas (experiência de Oersted)

Na antiguidade não se distinguiram bem os fenómenos eléctricos dos fenómenos magnéticos, pois não se suspeitava que pudesse haver qualquer relação entre eles.

Foi no início do século XIX (em 1820) que o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) descobriu, através de um experimento que realizou, Experiência de Oersted, que um fio rectilíneo conduzindo corrente eléctrica gera ao seu redor um campo de indução magnética.

A sua experiência foi feita da seguinte maneira:

Primeiramente coloca-se um fio condutor rectilíneo ligado a uma bateria, e com a chave aberta para que não haja fluxo de corrente eléctrica, coloca uma bússola com a agulha paralelamente disposto abaixo do fio.

Fechando-se a chave veremos que a agulha da bússola irá girar, e invertendo o sentido da corrente, ou seja, para o sentido oposto.



Fig. 47 - Hans Cristian Oersted (1777-1851)

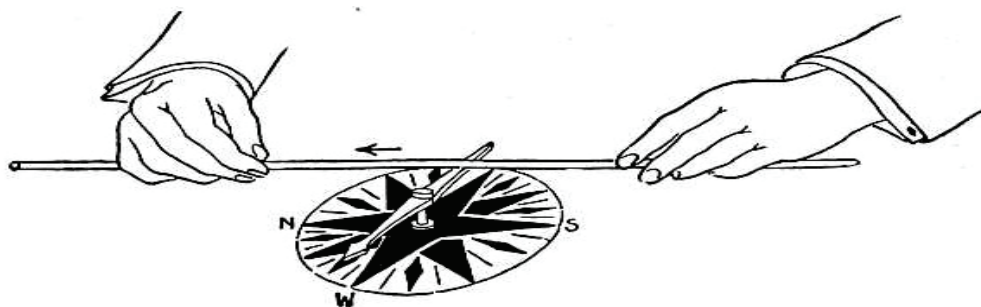


Fig. 48 – Experiência de Oersted

Desta maneira Oersted provou que um fio condutor percorrido por corrente eléctrica gera ao seu redor um campo magnético. Foi com base nesta experiência que foi construído o electroímã (um ímã artificial que funciona com base na corrente eléctrica). Vamos em seguida estudar este ímã artificial.

Electroímã

Um condutor percorrido por corrente eléctrica funciona como um ímã. Foi a descoberta de Oersted que tornou possível a magnetização dos corpos de ferro por acção de corrente eléctrica. Estes podem ser magnetizados ou desmagnetizados consoante se estabelece ou interrompe o circuito.

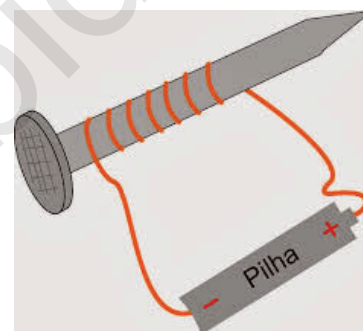


Fig. 49 - Exemplo de electroímã

Sabemos que aumentando a intensidade da corrente, aumenta o campo magnético criado por uma bobina e se lhe aumentarmos o número de espiras, o Campo Magnético criado será ainda mais forte. Porém se colocarmos uma barra de ferro macio, no interior da bobina, o Campo Magnético criado torna-se ainda mais intenso. O conjunto constituído por uma ou mais bobinas com núcleo de ferro macio comporta-se como um ímã extremamente forte, quando na bobina passa corrente eléctrica, recebendo por isso, a designação de electroímã.

Aplicações de electroímã

O estudo de Electromagnetismo tem uma aplicação técnica e científica variável e importante no desenvolvimento da humanidade. Tomemos em consideração os seguintes exemplos:

- ✓ **Campainha eléctrica** é um electroímã que usamos em casa, escola, serviços diversos para alerta, isto é, comunicar ou informar a presença de alguém junto do portão ou porta da nossa casa, término da aula, etc.;
- ✓ **Os guindastes** de transporte de peças de ferro ou aço, viaturas, etc.;
- ✓ **Galvanómetro** que é um amperímetro que serve para medir correntes fracas e ele funciona baseando-se no efeito de rotação que os campos magnéticos provocam nas espiras conduzindo corrente eléctrica;

- ✓ **Motores da corrente contínua**, nomeadamente, os "motores de arranque de automóveis, motores a pilha usada em carrinhos de ferro, helicópteros e aviões de brinquedo, etc.

Caro aluno, para verificar o seu nível de compreensão da matéria, resolva os exercícios que se seguem.



Exercícios

Copie para o seu caderno e resolva as seguintes questões:

1. Descreva a experiência de Oersted.
2. Quais são as aplicações de electromagnetismo?

Estimado (a) aluno (a), terminada a resolução dos exercícios desta lição, estude com muita atenção o respectivo resumo.



Resumo da Lição

Nesta lição aprendeu que:

Um Electroímã funciona com base em electromagnetismo. Pode ser usado em seguintes aspectos:

- ✓ **Campainha eléctrica** é um electroímã que usamos em casa, escola, serviços diversos para alerta, isto é, comunicar ou informar a presença de alguém junto do portão ou porta da nossa casa, término da aula, etc.;
- ✓ **Os guindastes** de transporte de peças de ferro ou aço, viaturas, etc.;
- ✓ **Galvanómetro** que é um amperímetro que serve para medir correntes fraca e ele funciona baseando-se no efeito de rotação que os campos magnéticos provocam nas espiras conduzindo corrente eléctrica;

Motores da corrente contínua, nomeadamente, os "motores de arranque de automóveis, motores a pilha usada em carrinhos de ferro, helicópteros e aviões de brinquedo, etc.

Certifique as suas respostas se são semelhantes às apresentadas na chave de correcção.

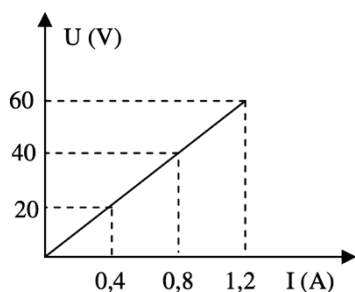


Chave de Correção

1. **Hans Cristian Oersted** observou, experimentalmente, que quando uma agulha magnética é colocada perto de uma corrente eléctrica, essa agulha é desviada da sua posição. Desta forma

ele concluiu que quando um condutor é percorrido pela corrente eléctrica produz um campo magnético em sua volta.

2. O estudo de electromagnetismo tem uma aplicação técnica e científica variável e importante no desenvolvimento da humanidade. Por exemplo, na construção de campainha eléctrica, guindaste, galvanómetro, motores de corrente alternada etc.



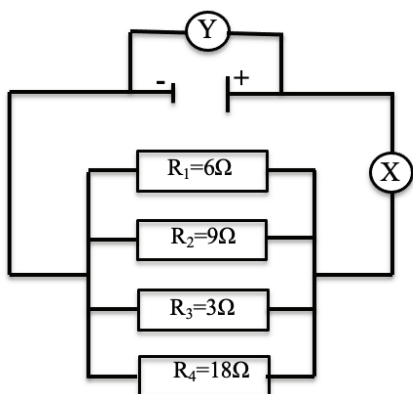


Teste de Preparação

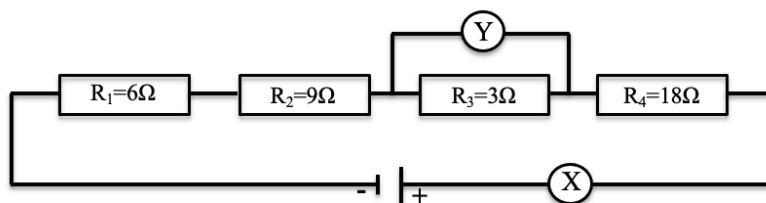
Caríssimo aluno, parabéns por ter terminado com sucesso o estudo deste módulo. Agora realize as actividades de preparação e veja se entendeu a matéria nele tratado.

1. Complete os espaços vazios de modo a obter proposições verdadeiras em relação à espécie da carga eléctrica:
 - a) Na electrização por fricção intervém dois corpos dos quais um fica eletrizado _____ e o outro fica eletrizado _____.
 - b) Um corpo A electricamente carregado é posto em contacto com um B electricamente neutro. O corpo B fica eletrizado _____.
 - c) Colocando um corpo M eletrizado muito próximo de um corpo N electricamente neutro, verifica-se que parte do corpo N mais próximo do M adquire cargas _____ e a parte de N mais afastada de M adquire cargas _____.
2. A figura a baixo mostra pares de cargas eléctricas pontuais e estacionárias. Construa os vectores – força de interacção em cada par.
 - a) _____ +q _____ +q _____
 - b) _____ -q _____ -q _____
 - c) _____ +q _____ -q _____
3. As forças de interacção de duas cargas pontuais e estacionárias são iguais em módulo, mas têm sinais contrários.
 - a) Escreva a expressão matemática do cálculo da força de interacção entre cargas eléctricas pontuais.
 - b) Duas cargas $Q_1=0,02\text{mC}$ e $Q_2=64\mu\text{C}$ são colocadas no vazio a 6 cm uma da outra. Qual é a força de interacção entre elas? Assinale com $\surd$ a alternativa correcta.

A. $3,2 \cdot 10^3$ B. $3,2 \cdot 10^4$ C. $3,2 \cdot 10^9$ D. $3,2 \cdot 10^{10}$
4. A figura representa a curva característica de uma resistência Óhmica.
 - a) Qual é a intensidade da corrente que atravessa o resistor quando a d.d.p. é de 60V?
 - b) Quando a intensidade da corrente é de 0,4A qual é a d.d.p. nos extremos do condutor?
 - c) Calcule a resistência.
5. Observe as associações de resistências representadas.



Associação 1



Associação 2

- a) Classifique os tipos de associações.
 - b) Marque com $\checkmark$ somente a alternativa correcta em relação aos dispositivos representados pelas letras X e Y respectivamente.

A. () Resistência e amperímetro;	B. () Fonte de tensão e voltímetro;
C. () Amperímetro e voltímetro	D. () Voltímetro e amperímetro
 - c) Calcule a resistência equivalente em cada associação.
6. Um ferro de engomar a roupa tem uma potência de 1500W e dimensionado para uma d.d.p. de 250V.
 - a) Calcule a intensidade da corrente que o atravessa.
 - b) Determine a resistência do ferro de engomar.
 - c) Calcule a energia consumida pelo ferro em 2 minuto.
 7. Preencha correctamente as lacunas:
 As linhas de força do campo magnético originado por um íman em forma de barra, saem do _____ e entram pelo pólo _____.

Certifique as suas respostas se são semelhantes às apresentadas na chave de correcção do teste de preparação.



Chave de Correção do teste de preparação

Caro (a) aluno (a), compare as suas respostas com as que se apresentam nesta chave e solicite a realização do teste do fim do módulo apenas se tiver acertado em todas as questões do teste de preparação.

1. a) ____ positivamente ____ negativamente.
 b) ____ com carga do mesmo sinal/igual a do corpo A.
 c) ____ do sinal contrário às do corpo M ____ iguais às do corpo M.

2.

a) $\leftarrow +q \dots\dots\dots +q \rightarrow$

b) $\leftarrow -q \dots\dots\dots -q \rightarrow$

c) $\dots\dots\dots +q \rightarrow \leftarrow -q \dots\dots\dots$

3. a) $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ b) A

4. a) R: $I=1,2A$ b) R: $U=20V$

4. c) Dados

5. Fórmula

6. Resolução

$$U = 60V$$

$$7. R = \frac{U}{I}$$

$$8. R = \frac{20}{0,4} = \frac{40}{0,8} = \frac{60}{1,2}$$

$$I = 1,2$$

$$9. R = 50\Omega$$

$$R=?$$

5. a) A associação 1 é em paralelo e a associação 2 é em série.

5. c) **Dados**

Fórmula

Resolução

$$R_1 = 6\Omega$$

Para a associação 1

Para a associação 1

$$R_2 = 9\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{3} + \frac{1}{18}$$

$$R_3 = 3\Omega$$

$$(3) \quad (2) \quad (6) \quad (1)$$

$$R_4 = 18\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3}{18} + \frac{2}{18} + \frac{6}{18} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{12}{18}$$

$$R_{eq} = \frac{18}{12}$$

$$R_{eq} = 1,5\Omega$$

Para a associação 2

Para a associação 2

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{eq} = 6\Omega + 9\Omega + 3\Omega + 18\Omega$$

$$R_{eq} = 36\Omega$$

5. b) C

6. a) **Dados**

$$P = 1500W$$

$$U = 250V$$

$$I = ?$$

Fórmula

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

Resolução

$$I = \frac{1500}{250}$$

$$I = 6A$$

6. b) **Dados**

$$P = 1500W$$

$$U = 250V$$

$$R = ?$$

Fórmula

$$P = U \cdot I$$

pela lei de Ohm

$$I = \frac{U}{R}$$

Resolução

$$R = \frac{250^2}{1500}$$

$$R = \frac{62500}{1500}$$

$$R = 41,66\Omega$$

Substituindo intensidade na fórmula da

$$\text{potência temos: } P = U \cdot \frac{U}{R} \leftrightarrow P = \frac{U^2}{R}$$

$$\text{Assim: } R = \frac{U^2}{P}$$

6. c) **Dados**

$$P = 1500W$$

$$t = 2min = 120s$$

$$E = ?$$

Fórmula

$$P = \frac{E}{t}$$

$$E = P \cdot t$$

Resolução

$$E = 1500W \cdot 120s$$

$$E = 180000J$$

7. polo Norte sul.

Bibliografia

Máximo, António e Alvarenga, Beatriz (2006). *Ciências da Natureza Física*, volume 4, Editora Scipione, São Paulo

Marques, António Francisco e Magnoni, Maria da Graça Mello (2016). *Ciências da Natureza Física*, volume 4, Cultura Académica editora, São Paulo

Vilanculos, Anastâncio e Cossa, Rogério (2017). *Física 11ª classe*, Texto Editores, Maputo

Armindo, Benício; Cossa, David e Chissico, Paulo Sainda (2008). *Material de Estudo de Física 10ª Classe*, MINEDH-IEDA

B.M.Yavorski e A.A.Detlaf (...). *Prontuário de Física*

