



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO HUMANO
DIRECÇÃO NACIONAL DE ENSINO SECUNDÁRIO

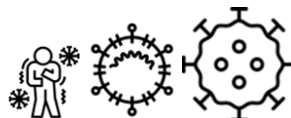
FÍSICA

10ª classe

O meu caderno de actividades



STOP SIDA



STOP COVID -19

FICHA TÉCNICA

Título:	<i>O meu caderno de actividades de Física 10ª Classe</i>
Direcção:	Gina Guibunda & João Jeque
Coordenação	Manuel Biriarte
Elaboradores:	Abdul Nizar & Ossufo Mizinho
Concepção gráfica e Layout:	Hélder Bayat & Bui Nguyet <i>Thomas Alva Edson, pinterest</i>
Impressão e acabamentos:	MINEDH
Revisão:	Isaías Mulima & Rui Manjate
Tiragem:	xxx exemplares.

PREFÁCIO

No âmbito da prevenção e mitigação do impacto da COVID-19, particularmente no processo de ensino-aprendizagem, o Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano concebeu um conjunto de medidas que incluem o ajuste do plano de estudos, os programas de ensino, bem como a elaboração de orientações pedagógicas a serem seguidas para a melhoria da qualidade de ensino e aprendizagem.

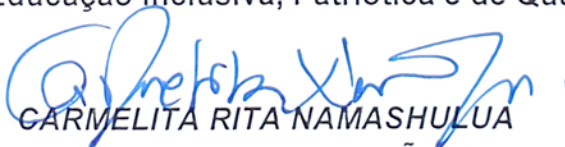
Neste contexto, foi elaborado o presente Caderno de Actividades, tendo em consideração os diferentes conteúdos programáticos nas diferentes disciplinas leccionadas no Ensino Secundário. Nele é proposto um conjunto alargado de actividades variadas, destinadas a complementar as acções desenvolvidas na aula e também disponibilizar materiais opcionais ao desenvolvimento de competências pré-definidas nos programas.

A concepção deste Caderno de Actividades obedeceu à sequência e objectivos dos programas de ensino que privilegiam o lado prático com vista à resolução dos problemas do dia-a-dia e está estruturado em três (3) partes, a saber: I. Síntese dos conteúdos temáticos de cada unidade didáctica; II. Exercícios; III. Tópicos de correcção/resolução dos exercícios propostos.

Acreditamos que o presente Caderno de Actividades constitui um instrumento útil para o auto-estudo e aprimoramento dos conteúdos da disciplina ao longo do ano lectivo. O mesmo irá permitir desenvolver a formação cultural, o espírito crítico, a criatividade, a análise e síntese e, sobretudo, o desenvolvimento de habilidades para a vida.

As actividades propostas no Caderno só serão significativas se o caro estudante resolvê-las adequadamente, com a mediação imprescindível do professor.

“Por uma Educação Inclusiva, Patriótica e de Qualidade!”


CARMELITA RITA NAMASHULUA
MINISTRA DA EDUCAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO HUMANO

ÍNDICE

UNIDADE TEMÁTICA I	1
CORRENTE ELÉCTRICA	1
2. Estrutura atómica da matéria	1
3. Electrização dos corpos	1
3. 1. 3. Electrização por influência ou indução	3
4. Instrumentos utilizados na detecção de cargas eléctricas	3
4.2. Electroscópio de folhas	4
5. Carga eléctrica.....	6
6. Campo eléctrico.....	6
7. Corrente eléctrica contínua	7
8. Circuito eléctrico	10
9. Resistência Eléctrica	11
10. Lei de Ohm	12
11. Associação de resistências	12
12. Aparelhos de medição	15
13. Trabalho, energia eléctrica e potência eléctrica	15
II. Exercícios resolvidos.....	16
III. Exercícios de aplicação	19
UNIDADE TEMÁTICA II	Error! Bookmark not defined.
OSCILAÇÕES E ONDAS MECÂNICAS.....	23
I. Resumo de conteúdos	23
1. Oscilações mecânicas ou movimentos harmónicos simples (MHS).....	23
2. Onda mecânica	26
II. Exercícios resolvidos.....	30
III. Exercícios de aplicação	31
UNIDADE TEMÁTICA III	Error! Bookmark not defined.
ELECTROMAGNETISMO	35
I. Resumo de conteúdos	35
1. Magnetismo.....	35
2. Campo magnético	36
3. A bússola magnética	36
3. Experiência de Oersted	37
5. O Electroíman.....	38
II. Exercícios resolvidos.....	39

III. Exercícios de aplicação 40

- a) é o íman que atrai o ferro b) é o ferro que atrai o íman c) a atracção do ferro pelo íman é mais intensa do que a atracção do íman pelo ferro d) a atracção do íman pelo ferro é mais intensa do que a atracção do ferro pelo íman e) a atracção do ferro pelo íman é igual à atracção do íman pelo ferro 42
10. Para ser atraído por um íman, um parafuso precisa ser: 42
- a) mais pesado que o íman 42

UNIDADE TEMÁTICA IVError! Bookmark not defined.

MOVIMENTO RECTILÍNEO..... 43

UNIFORMEMENTE VARIADO 43

I. Resumo de conteúdos 43

1. Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV) 43
2. Aceleração..... 43
3. Leis do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado..... 43
4. Equações do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado 43
5. Gráficos do MRUV 44

II. Exercícios resolvidos..... 45

III. Exercícios de aplicação 47

Tópico de soluções 51

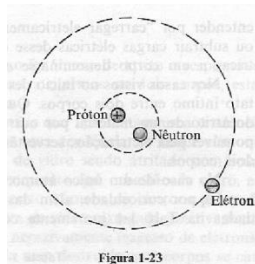
Bibliografia..... 54

UNIDADE TEMÁTICA I**CORRENTE ELÉCTRICA**

Electrostática – é a parte da Física que se dedica ao estudo das interacções entre cargas eléctricas em equilíbrio (em repouso).

Há milhões de anos, onde agora se situam as praias do Mar Báltico, foram descobertas algumas resinas (**o âmbar**); provenientes da fossilização de pinheiros e pequenos insectos que lá existiam.

O nome que os Gregos deram ao âmbar foi «**elektron**», tendo sido Thalles **de Mileto** (640-548 a. C), quem descobriu que um pedaço de âmbar, quando friccionado numa pele de gato, adquiria a propriedade de atrair corpos leves tais como bocados de algodão, palha, etc. Essa propriedade recebeu mais tarde o nome de **electricidade**.

2. Estrutura atómica da matéria

A matéria é constituída por **átomos**, que por sua vez são formados por:

- ✓ **Protões** (P^+) – partículas com carga eléctrica positiva;
- ✓ **Electrões** (e^-) – partículas com carga eléctrica negativa;
- ✓ **Neutrões** (N^0) – não possuem a carga eléctrica, isto é, a sua carga é nula.

O átomo é electricamente neutro, pois o número dos protões é igual ao dos electrões.

Se houver desigualdade entre o número de protões e de electrões dos átomos de um corpo, este manifestará possuir **carga eléctrica**. Assim:

- ➔ Quando os átomos de um corpo perdem electrões, o número de cargas positivas desses átomos é superior ao de cargas negativas (**há défice de electrões**): diz-se que o corpo está **carregado positivamente**, ou que está «**electrizado**» positivamente.
- ➔ Se, pelo contrário, os átomos de dado material captarem electrões do exterior, o número de cargas negativas será superior ao de cargas positivas (**há excesso de electrões**): neste caso diz-se que o corpo está **carregado negativamente**, ou ainda que está «**electrizado**» negativamente.

3. Electrização dos corpos

É o processo pelo qual um corpo passa do estado neutro à eletrizado.

3. 1. Tipos de electrização

Existem 3 tipos de electrização, a saber:

- ✓ Electrização por fricção ou atrito;
- ✓ Electrização por contacto e,
- ✓ Electrização por influência ou indução.

3. 1.1. Electrização por fricção (atrato)

Ao **friccionarmos** dois corpos de naturezas diferentes, provocamos uma aproximação entre seus átomos. Durante o processo ocorre uma transferência de electrões de valência dos átomos de um dos corpos para o outro.

No fim do processo, o corpo que recebe electrões fica **electrizado negativamente** e o corpo que cede esses electrões fica **carregado positivamente**.



Figura 1: Friccionando um objecto de plástico com um pano de lã (a), passam electrões do pano para o plástico (b).

3. 1. 2. Electrização por contacto

Quando um corpo neutro é posto em contacto com um corpo electrizado, alguns electrões do corpo neutro passam para o electrizado, e ambos corpos ficam electrizados com cargas do mesmo sinal.

No final do processo, o sinal da carga que eles possuem é igual ao da carga do corpo já previamente electrizado.

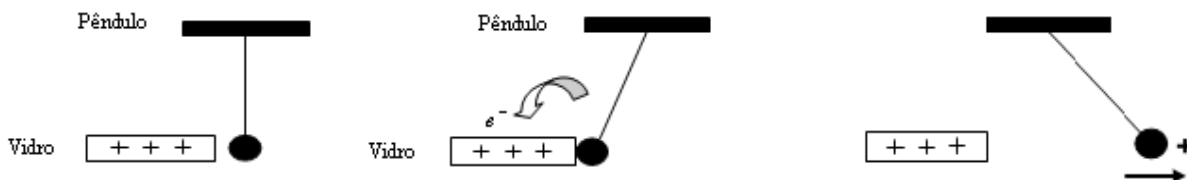


Figura. 2 (a): Passagem de electrões do pêndulo para o bastão de vidro.

(b): O pêndulo fica também electrizado positivamente

3. 1. 3. Electrização por influência ou indução

Quando um corpo condutor neutro (corpo induzido) é colocado próximo de um corpo eletrizado (corpo indutor), sem que haja contacto, as cargas do corpo neutro separam-se (indução electrostática), ficando as cargas de sinal contrário do indutor na extremidade mais próxima do mesmo.

Mantendo o **indutor** na sua posição e ligando o corpo neutro à terra, por meio de um fio condutor, inicia-se um câmbio de electrões entre a terra e o corpo neutro, tal que este acaba ficando eletrizado com cargas de sinal contrário das do indutor.



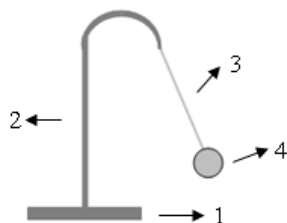
Fig.3. Electrização por indução

4. Instrumentos utilizados na detecção de cargas eléctricas

Para verificar se um corpo está ou não eletrizado, utilizam-se os seguintes aparelhos: **pêndulo eléctrico** e **electroscópio de folhas**.

4.1. Pêndulo electrostático

Pêndulo electrostático é um aparelho constituído por uma base isolada e por uma bolinha que se encontra suspensa numa **haste** de suporte através dum fio de algodão ou de um outro material (**de seda ou nylon**). A bolinha era feita de **medula de sabugueiro**, porém são usados materiais como papel de **alumínio**, **esferovite**, **cortiça**, etc. (figura 5)



- 1 ⇒ Base isolada
- 2 ⇒ Haste de suporte
- 3 ⇒ Fio de seda
- 4 ⇒ Bolinha (esfera) revestida de papel de alumínio

Figura 4 :Pêndulo electrostático

4.1.2. Funcionamento do pêndulo electrostático

Aproximando um corpo carregado (positiva ou negativamente) ao pêndulo electrostático, ele atrairá a bolinha suspensa.

Para determinar o sinal da carga de um corpo carregado, electriza-se a bolinha suspensa com carga de sinal conhecido. Em seguida aproxima-se o corpo carregado à bolinha suspensa. Se a bolinha for repelida pelo corpo, este terá carga do mesmo sinal e, se a bolinha for atraída pelo corpo, este terá carga de sinal oposto à da bolinha.

Nota 1:

- ☺ Se a bolinha suspensa não se mover, quando dela aproximar-se um corpo, significa que o corpo não está carregado, isto é, ele é neutro.

4.2. Electróscópio de folhas

Electróscópio de folhas é um aparelho composto por uma garrafa transparente isolante (fechada por uma **rolha** também isolante) e por uma haste metálica que tem, na parte superior uma esfera metálica (ou botão) e, na parte inferior, duas folhas metálicas de ouro ou de alumínio. (figura 5)

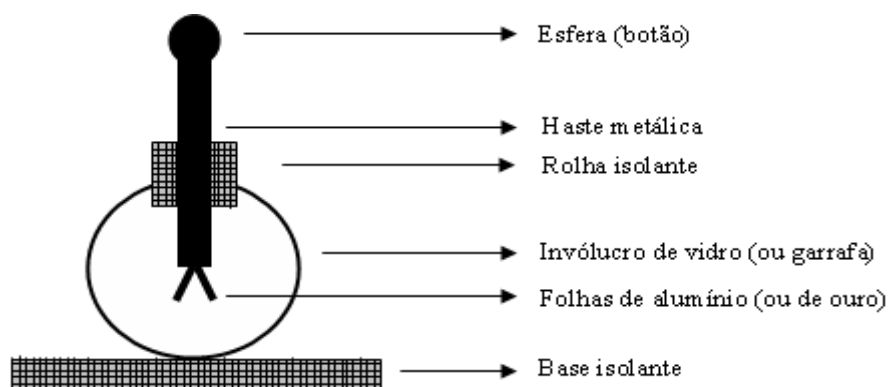


Figura 5 : Electróscópio de folhas.

4.2.1. Funcionamento do electróscópio de folhas



Figura 6 : Indução electrostática num electróscópio de folhas

Ao se aproximar um corpo carregado do botão de um electroscope neutro, as folhas do electroscope divergem, pois ocorre a indução electrostática (figura 6), ficando o botão com carga de sinal oposto à do corpo e as folhas com cargas do mesmo sinal.

E se aproximarmos um corpo electrizado a um electroscope também carregado, acontece uma das seguintes situações:

- ▼ A **divergência das folhas diminui**, indicando que o corpo e o electroscope têm cargas de sinais contrários, pois provoca a diminuição da concentração das cargas do mesmo sinal nas folhas.
- ▲ A **divergência das folhas aumenta**, indicando que o corpo e o electroscope têm carga do mesmo sinal, pois há aumento da concentração das cargas do mesmo sinal nas folhas.

Tabela 1: Quadro-resumo dos diferentes tipos de electrização e sua caracterização

PROCESSO OU TIPO DE ELECTRIZAÇÃO	SINAL DAS CARGAS ADQUIRIDAS	FENÓMENO OCORRIDO	CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉCTRICA
Electrização por fricção	Os dois corpos ficam com carga de sinal contrário	Transferência de electrões	O número de cargas que um corpo perde é igual ao número de cargas ganhas pelo outro
Electrização por contacto	Os dois corpos ficam com carga de mesmo sinal	Transferência de electrões	
Electrização por influência	O indutor e o induzido ficam com carga de sinal contrário	1º: Redistribuição de cargas eléctricas; 2º: Migração de electrões quando se estabelece a ligação com a Terra; 3º: Nova redistribuição de cargas eléctricas.	O número de cargas perdidas ou ganhas pelo induzido é igual ao número de cargas ganhas ou perdidas pela Terra (transmissor/receptor de cargas)

5. Carga eléctrica

$Q = n \cdot e^-$	Onde:	Q = quantidade de carga (C) n = número de cargas e^- = carga elementar do electrão ($e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)
-------------------	-------	--

Carga eléctrica é uma grandeza física que determina a intensidade das interacções **electromagnéticas**. Ela é caracterizada pela quantidade de electrões *em falta ou em excesso* num corpo e é dada por:

A unidade da carga eléctrica no S.I. é o Coulomb (C), em homenagem ao físico francês **Charles Augustin de Coulomb** (1736-1806). Utilizam-se também os sub-múltiplos de Coulomb:

$$1 \text{ mili-Coulomb} [mC] = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \text{ micro-Coulomb} [\mu C] = 10^{-6} \text{ C}$$

$$1 \text{ nano-Coulomb} [nC] = 10^{-9} \text{ C}$$

5.1. Leis qualitativas das interacções eléctricas

Duas cargas eléctricas de sinais contrários atraem-se e duas cargas de sinais iguais repelem-se.



Fig. 7 : Representação esquemática das atracções e repulsões entre cargas eléctricas

6. Campo eléctrico

É uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q (pequena e positiva), nela colocada, estará sob a acção de uma força de origem eléctrica e representa-se pela letra **E**.

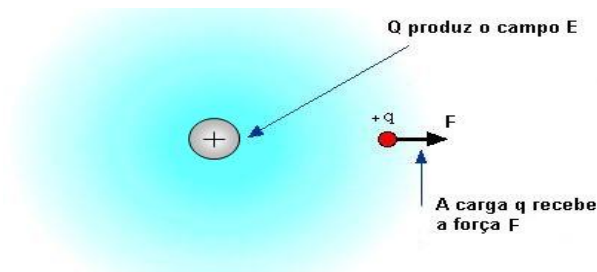


Fig. 8: Campo eléctrico criado por uma carga positiva

O campo eléctrico \vec{E} é uma grandeza vectorial, para além do módulo, tem direcção e sentido. O seu módulo é dado por:

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

Onde:

E = valor do campo eléctrico (N/C)

F = força de interacção

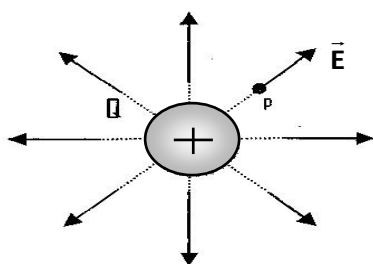
q = carga de prova (positiva)

6.1. Campo eléctrico criado por uma carga pontual

$$E = \frac{F}{q} \Leftrightarrow E = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}}{q} \Leftrightarrow E = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \cdot \frac{1}{q} \Leftrightarrow E = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

6.2. Direcção e sentido do vector campo eléctrico

A. Criado por uma carga positiva



A. Criado por uma carga positiva

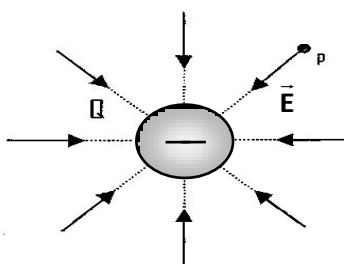


Fig. 9: Direcção e sentido do campo eléctrico

Nota 1:

Ao conjunto dos vectores que definem a direcção e o sentido do campo eléctrico criado por uma carga pontual, dá-se o nome de **linhas de força do campo eléctrico**.

7. Corrente eléctrica contínua

Dá-se o nome de corrente eléctrica a um movimento ordenado de cargas eléctricas negativas num condutor eléctrico.

O reconhecimento ou detecção de uma corrente eléctrica faz-se servindo-nos dos efeitos produzidos cuja observação pode ser imediata:

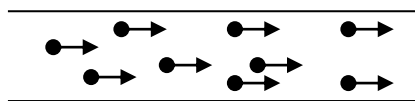


Fig.12: Movimento de electrões

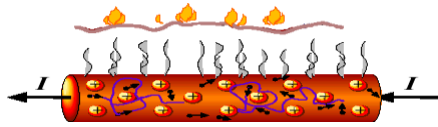
a. Efeito térmico ou efeito Joule

Fig. 13: Aquecimento de um condutor

Qualquer condutor sofre um aquecimento ao ser atravessado por uma corrente eléctrica.

Esse efeito é a base de funcionamento dos aquecedores eléctricos, chuveiros eléctricos, secadores de cabelo, lâmpadas térmicas etc.

b. Efeito luminoso

A passagem da corrente eléctrica através de um gás faz com que ele emita luz. As lâmpadas fluorescentes e os anúncios luminosos, são aplicações desse efeito.



Fig. 14: Efeito luminoso da corrente eléctrica

c. Efeito magnético

Um condutor percorrido por uma corrente eléctrica cria, na região próxima a ele, um campo magnético. Este é um dos efeitos mais importantes, constituindo a base do funcionamento dos motores, transformadores, relés etc.

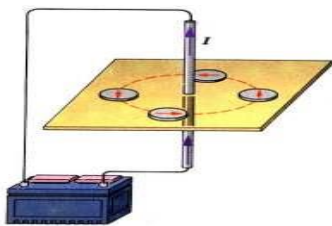


Fig. 15: Efeito magnético da corrente eléctrica

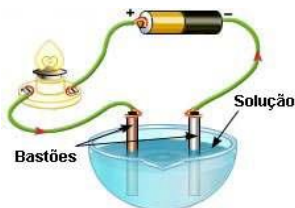
d. Efeito químico

Fig. 16: Efeito químico da corrente eléctrica

Uma solução electrolítica sofre decomposição, quando é atravessada por uma corrente eléctrica. Esse efeito é utilizado, por exemplo, no revestimento de metais: cromagem, niquelação etc.

e. Efeitos fisiológicos no corpo humano

- ✓ **Percepção:** é a reacção que produz apenas um formigueiro, primeiro perceptível só na língua, depois nos dedos.
- ✓ **Convulsão:** contracções musculares que podem ser de dois tipos:
 1. **Esticção**, quando os músculos reagem e provocam a interrupção do contacto;
 2. **Tetanização**, situação em que os músculos ficam contraídos provocando a "*colagem*" ao condutor e não voltam ao seu lugar a não ser que cesse a corrente.
- ✓ **Paragem respiratória:** devido à contracção dos músculos ligados ao sistema respiratório e aos centros nervosos que os comandam.
- ✓ **Asfixia:** pode levar à perda de consciência e à morte por sufocamento se a passagem da corrente no corpo for suficientemente demorada (superior a 3-4 minutos).
- ✓ **Queimaduras:** quando o corpo humano é atravessado por corrente eléctrica há desenvolvimento de calor que pode provocar queimaduras e morte por insuficiência renal.
- ✓ **Fibrilação ventricular:** deve-se a contracções anárquicas do músculo cardíaco, que tem como consequências o cérebro e o próprio coração deixarem de ser irrigados; ao fim de alguns minutos há paragem do coração.

7.1. Fontes de tensão e de corrente eléctrica

Fonte de tensão é um aparelho que funciona como "bomba de cargas eléctricas", e é capaz de manter a corrente eléctrica, permitindo-nos aproveitá-la para vários fins.

Existem várias fontes de tensão: a pilha, o acumulador, a bateria, o gerador de uma central eléctrica.

7.2. Intensidade de corrente eléctrica

Intensidade de corrente eléctrica (I) é a quantidade de carga que atravessa uma determinada secção de um condutor por unidade de tempo.

Matematicamente, temos:

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

Onde:

 I = intensidade de corrente eléctrica (A) ΔQ = carga eléctrica (C) Δt = tempo (s)

No S.I., a unidade da intensidade de corrente eléctrica é o **ampère** (A), em homenagem ao físico francês André Marie Ampère (1775 – 1836). Também utilizam – se os submúltiplos:





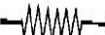
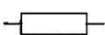

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$


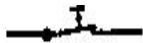


$$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

8. Circuito eléctrico

Circuito eléctrico é um caminho fechado percorrido por uma corrente de electrões.

8.1. Tabela 2: Elementos de um circuito eléctrico

ELEMENTO	FUNÇÃO	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA
Gerador (pilhas, acumuladores, etc)	Produzir corrente eléctrica e transformá-la em outras formas de energia	
Fontes de tensão (pilhas, etc)	Produzir corrente eléctrica	
Receptor	Transformar a energia eléctrica recebida	<p>Lâmpada </p> <p>Motor eléctrico </p> <p>Resistência ou voltâmetro  </p>
Fios de ligação (condutor)	Estabelecer a ligação entre o gerador e os diferentes	

	receptores	
Interruptor	Interromper a passagem da corrente eléctrica sempre que necessário	Interruptor aberto  Interruptor fechado 
Instrumentos de medição	Medir a intensidade de corrente eléctrica ou a tensão eléctrica	Amperímetro  Voltímetro 

9. Resistência Eléctrica

Em electricidade chama-se **resistência** à oposição ao deslocamento da corrente eléctrica.

9.1. Resistência eléctrica de um condutor

É a maior ou menor dificuldade que ele apresenta à passagem da corrente eléctrica.

9.1.2 Factores de que depende a resistência de um condutor

- ✓ Tipo de material de que o condutor é feito, através de uma sua característica chamada **resistividade do material** ou **resistência específica** (); **ρ**
- ✓ Comprimento do condutor (**l**);
- ✓ Área de secção do condutor (**S** ou **A**).

As dependências referidas são expressas na fórmula que nos permite calcular a resistência de um condutor:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Onde:

- R** = é a resistência do condutor (Ω)
- ρ** = é a resistividade do material ($\Omega \cdot m$)
- l** = é o comprimento do condutor (m)
- S** = é a secção do condutor (m^2)

A unidade da resistência no SI é o ohm, em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm, e representa-se pela letra grega **Ω** .

10. Lei de Ohm

Estudando a corrente eléctrica que percorre um condutor, George Simon Ohm (alemão e professor de Física), determinou em 1827, experimentalmente, que a resistência **R** é constante para determinados tipos de condutores.

"A intensidade de corrente (I) que percorre um condutor homogéneo, à temperatura constante, é directamente proporcional à tensão (U) aplicada nos seus terminais".

Isto significa que o quociente entre a tensão e a intensidade da corrente é constante:

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

Onde: U = tensão ou diferença de potencial (d.d.p.)

10.1. Representação gráfica da Lei de Ohm (Gráfico da tensão em função da intensidade)

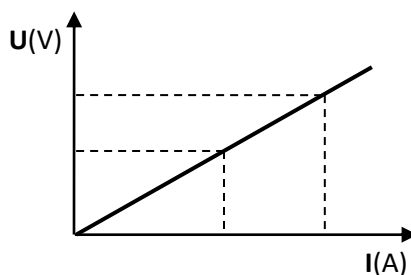


Fig. 18: Gráfico da tensão em função da intensidade da corrente eléctrica

Nota 3:

- ✓ **Condutor óhmico** é um condutor em que as tensões aplicadas são directamente proporcionais às intensidades da corrente, isto é, a resistência eléctrica tem um valor constante.

11. Associação de resistências

As resistências podem ser associadas de 3 formas diferentes:

- ✓ Em série;
- ✓ Em paralelo e;
- ✓ Mista.

11.1. Associação de resistências em série

Quando duas ou mais resistências são conectadas em sequência, como mostra a figura, diz-se que estão associadas em **série**.

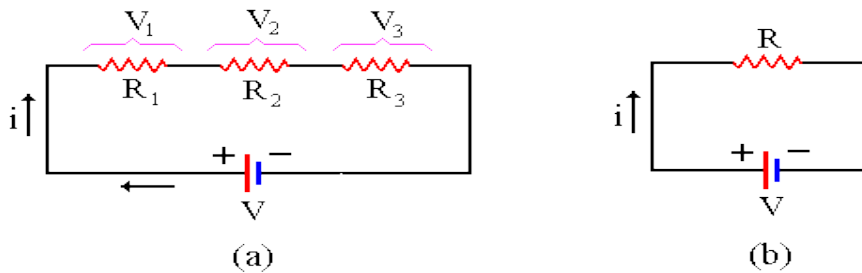


Fig. 19: **(a)** Resistências em série e **(b)** Resistência equivalente

11.1.1. Características da associação de resistências em série

b. Intensidade de corrente eléctrica

A corrente que percorre uma associação de resistências em série é a mesma.

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

b. Tensão eléctrica

A tensão em cada uma das resistências diferentes numa associação em série não é a mesma.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

c. Cálculo da resistência equivalente

A resistência equivalente dum associação de resistências em série é obtida somando as resistências, uma a uma:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

ou

$$R_T = \frac{U_T}{I_T}$$

Nota 4:

- ✓ Quanto maior for o número de resistências ligadas em série, maior será a resistência total do circuito. Portanto, se mantivermos a mesma voltagem aplicada ao circuito, menor será a corrente nele estabelecida.

11.2. Associação de resistências em paralelo

Outra forma simples de conectar resistências é em **paralelo**, como mostra a figura. Neste caso, a corrente I produzida pela fonte é dividida em diferentes correntes.

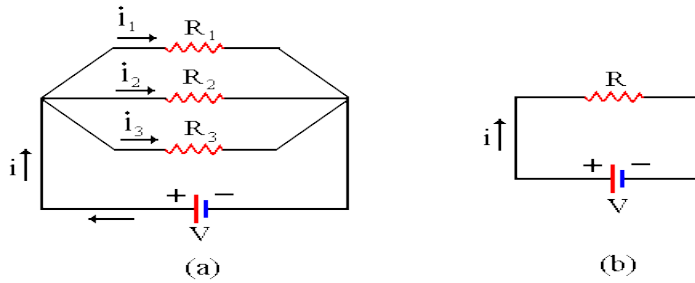


Fig.20 : **(a)** Resistências em paralelo e **(b)** Resistência equivalente

11.2.1. Características da associação de resistências em paralelo

a. Intensidade de corrente eléctrica

A corrente que percorre cada resistência numa associação em paralelo é diferente.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

b. Tensão eléctrica

A tensão em cada uma das resistências diferentes numa associação em paralelo é a mesma.

$$U_T = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

c. Cálculo da resistência equivalente

Quando conectamos várias resistências em paralelo, a resistência equivalente R pode ser determinada por:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Nota 5:

- ✓ Quanto maior for o número de resistências ligadas em paralelo, menor será a resistência total do circuito. Portanto, se mantivermos inalterada a voltagem aplicada ao circuito, maior será a corrente fornecida pela fonte.

12. Aparelhos de medição

São aparelhos utilizados nos circuitos eléctricos para medir a intensidade da corrente eléctrica ou a d.d.p. (tensão) existentes entre dois pontos.

12.1. Amperímetro

Aparelho que serve para medir a intensidade da corrente eléctrica. Num circuito, ele é montado em série.

12.2. Voltímetro

Aparelho utilizado para medir a diferença de potencial (d.d.p.) entre dois pontos de um circuito eléctrico. Num circuito, ele é montado em paralelo.

13. Trabalho, energia eléctrica e potência eléctrica

13.1. Lei de Joule

Um dos efeitos da passagem da corrente eléctrica num condutor é o aquecimento desse condutor. Este fenómeno é conhecido por **efeito Joule**, e traduz-se numa perda de energia nos condutores. Essa energia é equivalente ao trabalho realizado pela corrente eléctrica.

"A energia eléctrica transformada em energia calorífica num circuito eléctrico de um receptor, é directamente proporcional à resistência deste, ao quadrado da intensidade da corrente que o percorre e ao tempo da passagem desta."

Matematicamente temos:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

e

$$W = Q$$

Onde:

Q = energia (calor) (J)

W = Trabalho (J)

R = resistência (Ω)

I = intensidade da corrente eléctrica (A)

t = tempo (s)

A unidade de energia é o **Joule** (J), em homenagem ao físico inglês James Prescott Joule (1818 – 1889). Mas para a energia calorífica utiliza-se frequentemente uma unidade mais prática que é a **caloria** (cal):

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

13.2. Potência eléctrica

É a quantidade de energia transformada por unidade de tempo.

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

Sabe-se que:

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

Substituindo na expressão da potência:

$$P = \frac{R \cdot I^2 \cdot t}{t}$$

Teremos:

$$P = R \cdot I^2$$

A unidade da potência no SI é o **watt** (W).

$$P = U \cdot I$$

Ou

$$P = \frac{U^2}{R}$$

13.2.1. Outras fórmulas para o cálculo da potência

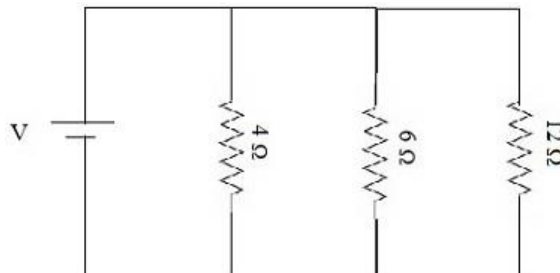


II. Exercícios resolvidos

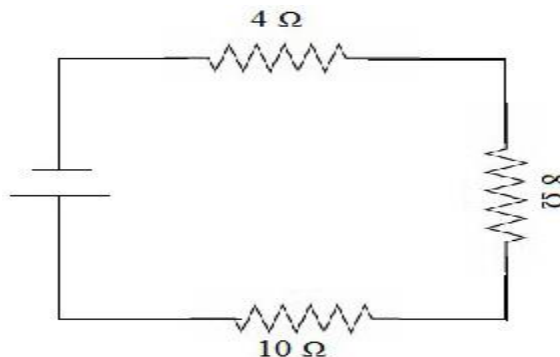
1. Um fio condutor ideal é atravessado por uma corrente eléctrica de 5,33 A durante um intervalo de tempo de 1 minuto. Determine o número de elétrons que atravessou esse fio, durante esse intervalo de tempo.
2. Um fio condutor é atravessado por uma corrente eléctrica de 0,35 A durante um intervalo de tempo de 2 minutos. Determine o módulo da carga eléctrica que atravessou o fio durante esse tempo.
3. Por um fio condutor metálico, passam $2,0 \cdot 10^{20}$ elétrons, durante um intervalo de tempo de

4 s. Determine a intensidade da corrente elétrica que atravessa esse fio.

4. A resistência de um chuveiro dissipa uma potência de 6000 W na forma de calor quando ligada a uma tensão de 120 V. Calcule a intensidade da corrente elétrica que percorre essa resistência.
5. Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:



6. Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:



Resoluções:

$$i = \frac{ne}{\Delta t} \rightarrow 5,3 = \frac{n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{60}$$

$$320 = n \times 1,6 \cdot 10^{-19} \rightarrow n = \frac{320}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 200 \cdot 10^{19}$$

$$n = 2,0 \cdot 10^{17} \text{ elétrons}$$

1. Para fazer o exercício, fazemos o seguinte cálculo (lembre-se de que 1 minuto equivale a 60 segundos):
2. O exercício é simples, basta usarmos a fórmula da corrente elétrica, observe:

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

$$0,35 = \frac{\Delta Q}{120} \rightarrow \Delta Q = 0,35 \times 120 = 42 \text{ C}$$

3. Usando a fórmula da corrente elétrica, fazemos o seguinte cálculo:

$$i = \frac{ne}{\Delta t} \rightarrow i = \frac{2,0 \cdot 10^{20} \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{4}$$

$$i = \frac{3,2 \cdot 10^1}{4} = 8 \text{ A}$$

4. Para resolver a questão, é necessário que nos recordemos de uma das fórmulas da potência elétrica, depois disso, basta resolver o seguinte cálculo:

$$P = U \cdot i \rightarrow 6000 = 120 \times i \rightarrow i = \frac{6000}{120} = 50 \text{ A}$$

5. Para encontrar o valor da resistência equivalente, utilizamos a equação:

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

Substituindo os valores das três resistências, temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

O MMC entre 4, 6 e 12 é 12:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3 + 2 + 1}{12}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{12}$$

$$6 \cdot R_{eq} = 12$$

$$R_{eq} = \frac{12}{6}$$

$$R_{eq} = 2 \Omega$$

6. Na associação de resistores em série, a resistência equivalente é igual à soma das resistências individuais:

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

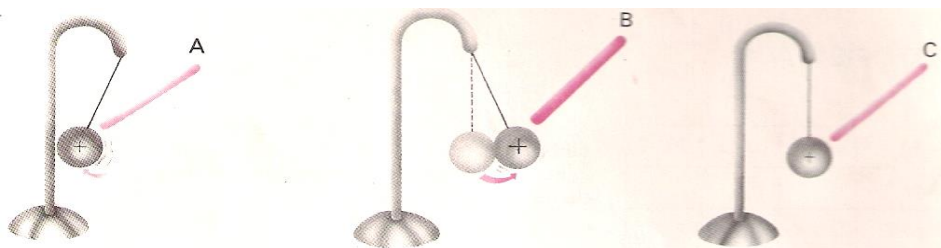
$$R_{eq} = 4 + 10 + 8$$

$$R_{eq} = 22 \Omega$$



III. Exercícios de aplicação

1. Calcule o valor do campo eléctrico num ponto do espaço, sabendo que uma força de 8N actua sobre uma carga de 2C situada nesse ponto.
2. Devido ao campo eléctrico gerado por uma carga Q, a carga $q = +2 \cdot 10^{-5}$ fica submetida à força eléctrica $F = 4 \cdot 10^{-2}$ N. Determine o valor desse campo eléctrico.
3. O corpo eletrizado Q, positivo, produz num ponto P o campo eléctrico, de intensidade $2 \cdot 10^5$ N/C. Calcule a intensidade da força produzida numa carga positiva $q = 4 \cdot 10^{-6}$ C colocada em P.
4. Calcule o valor do campo eléctrico num ponto do espaço, sabendo que uma força de 8N actua sobre uma carga de 2C situada nesse ponto.
5. Analise as figuras seguintes, tendo em atenção que o pêndulo aí representado está eletrizado positivamente.



Sendo assim:

a. O corpo A está eletrizado positivamente. O corpo B está eletrizado negativamente. O corpo C está também eletrizado positivamente.

b. Eletrizado positivamente negativamente. O corpo B está eletrizado positivamente. O corpo C não está eletrizado.

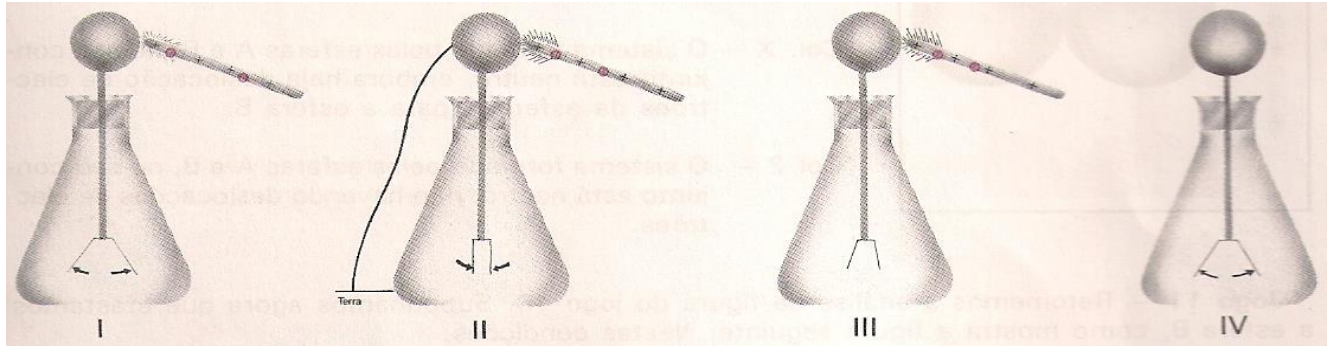
c. O corpo A está eletrizado positivamente. O corpo B está eletrizado negativamente. O corpo C não está eletrizado

6. Considere um electroscope no estado neutro e uma barra de ebonite carregada negativamente. Ao tocar com esta barra no botão do electroscope, para que este fique eletrizado por contacto, haverá:

a. Um fluxo de electrões da barra para o electroscope;

- b.** Um fluxo de electrões do electroscópio para a barra;
- c.** Uma concentração de electrões no botão do electroscópio devido à sua migração quer a partir das folhas do electroscópio quer da barra de ebonite.

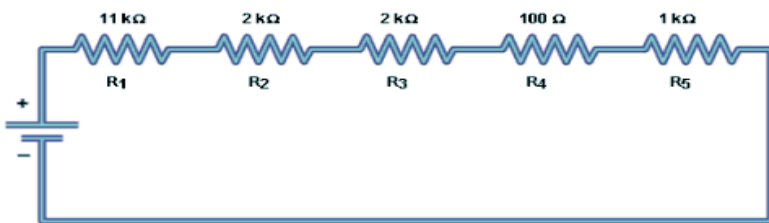
7. Aproximou-se de um electroscópio de folhas um corpo electrizado positivamente, tendo-se procedido como a sequência de figuras nos mostra.



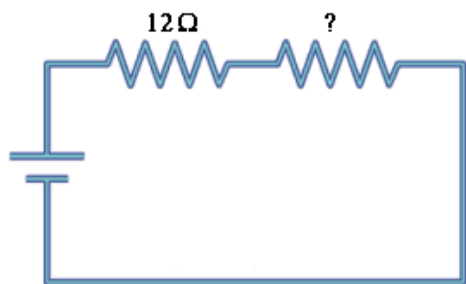
Assim concluímos que:

- a.** O electroscópio ficou electrizado negativamente por influência;
- b.** O electroscópio ficou electrizado positivamente por influência;
- c.** O electroscópio mantém-se no estado neutro.

- 8.** Duas resistências $R_1 = 1\Omega$ e $R_2 = 2\Omega$ estão ligadas em série a uma bateria de 12 V. Calcule: a) a resistência equivalente; b) a corrente total do circuito.



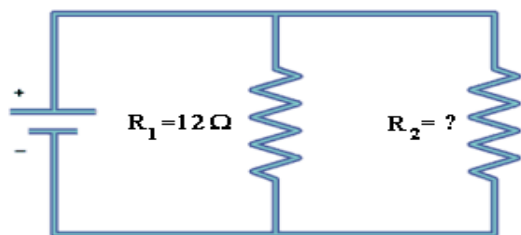
- 9.** Determine a resistência equivalente da associação abaixo.



10. Na associação representada abaixo, a resistência do resistor equivalente vale 28Ω . Calcule o valor da resistência desconhecida

11. Um fogão eléctrico contém duas resistências iguais de 50Ω . Determine a resistência equivalente da associação quando essas resistências forem associadas em série.

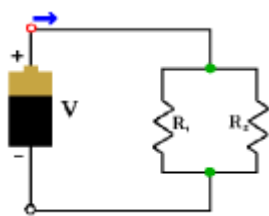
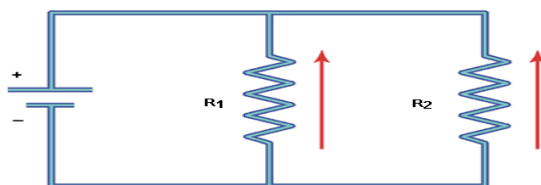
12. Calcule o valor da resistência R_2 , sabendo que a resistência equivalente da associação vale 4Ω .



13. Na associação da figura acima, a corrente que passa por $R_1=4\Omega$ é 3A. Calcule:

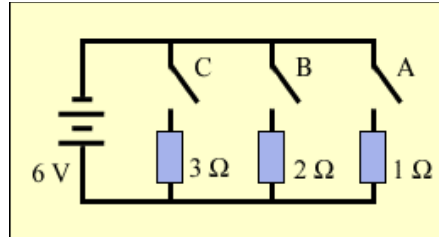
a) a resistência equivalente;

b) a corrente que passa por $R_2=6\Omega$.

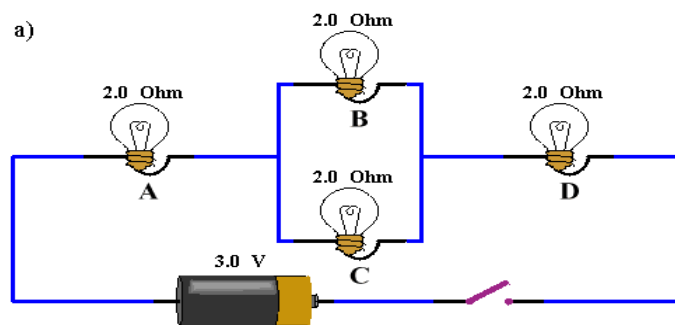


14. No circuito esquematizado acima $R_1 = 4\ \Omega$ e $R_2 = 4\ \Omega$ determine a resistência equivalente da associação.

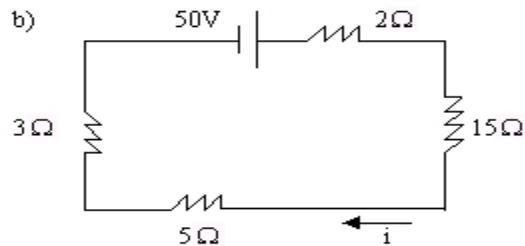
15. Qual é o valor da corrente elétrica quando você ligar só a chave A, só a B, só a C. E quando você ligar as três juntas?



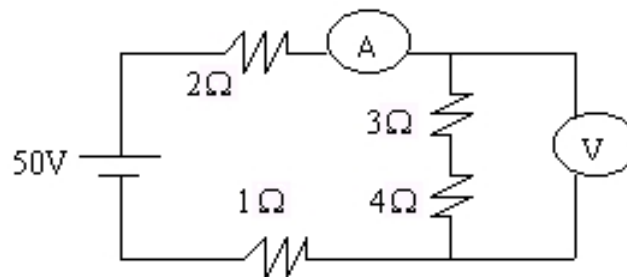
16. Determine a resistência equivalente das associações esquematizadas a seguir.



17. Determine a intensidade da corrente que circula no circuito abaixo



18. No circuito da figura, calcule a leitura do voltímetro V e do amperímetro A.



UNIDADE TEMÁTICA II**OSCILAÇÕES E ONDAS MECÂNICAS****I. Resumo de conteúdos****1. Oscilações mecânicas ou movimentos harmónicos simples (MHS)**

São movimentos de "vai e vem" realizados em torno de uma posição de equilíbrio, que se repetem com exactidão ou aproximadamente ao fim de determinados intervalos de tempo. O corpo que realiza esses movimentos tem o nome de **oscilador**.

Exemplos: os movimentos de uma mola, de um pêndulo e de uma corda de violão.

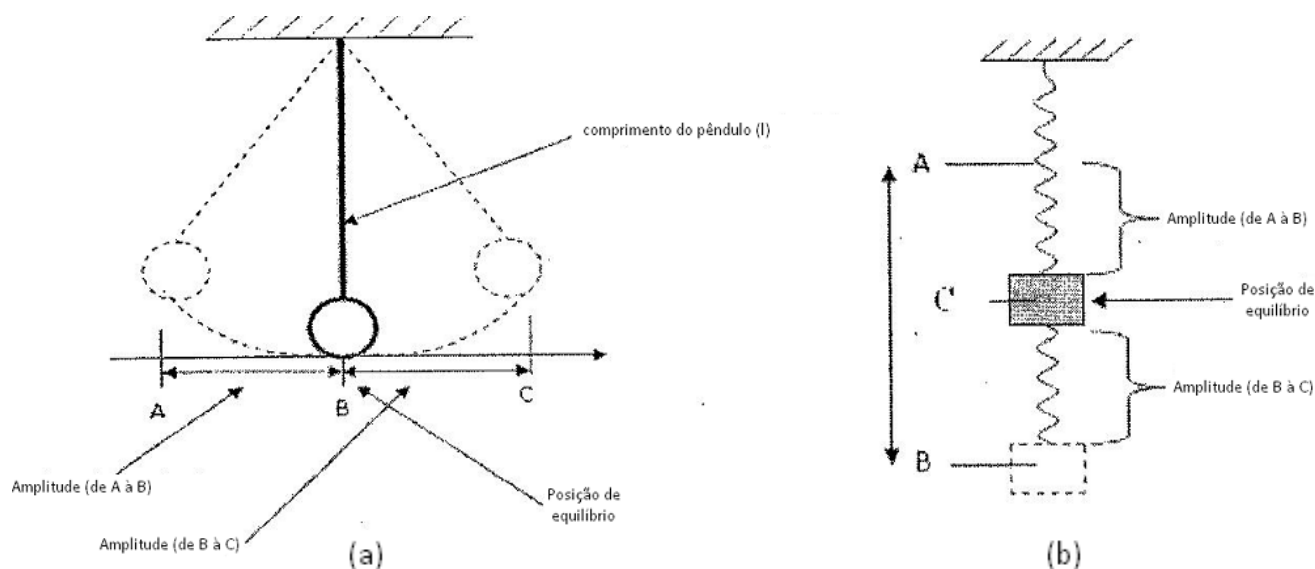


Fig. 21: (a) Pêndulo simples e (b) Pêndulo elástico

Afastando a esfera da posição de equilíbrio (ponto **B**) para o extremo **A** ou extremo **C**, e largando-a de seguida, veremos que ela começa a baloiçar da esquerda para direita e da direita para esquerda. A este tipo de movimento dá-se o nome de **oscilação**.

1.1. Oscilações livres

São oscilações simples que se realizam num sistema sob acção de forças internas.

1.2. Oscilações forçadas

São aquelas que os corpos efectuem sob acção de forças externas, que variam periodicamente.

1.3. Características de uma oscilação mecânica

a. Elongação

É a distância medida ao longo da direcção do movimento, do ponto de equilíbrio até qualquer ponto onde se localiza o oscilador.

b. Amplitude de oscilação (A)

Chama-se amplitude de uma oscilação harmónica ao módulo do afastamento máximo de um dado oscilador relativamente à sua posição de equilíbrio. A amplitude também tem o nome de **elongação máxima**.

A unidade da amplitude no SI é o metro (m).

c. Período de uma oscilação (T)

O período é o tempo que o objecto gasta para realizar uma oscilação completa (ou seja, um movimento completo de ida e volta). Se o objecto realizar muitas voltas, o período será dado por:

$$T = \frac{t}{n}$$

Onde:

T = período (s)

t = tempo (s)

n = nº de oscilações completas

A unidade do período no SI é o segundo (s).

d. Frequência de oscilações (f)

A frequência é o número de oscilações por unidade de tempo.

$$f = \frac{n}{t}$$

ou

$$f = \frac{1}{T}$$

Onde:

f = frequência (Hz)

t = tempo (s)

n = nº de oscilações completas

A unidade da frequência no SI é o Hertz (Hz).

e. Frequência cíclica ou velocidade angular (ω)

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

ou

$$\omega = 2\pi f$$

Onde:

 ω = frequência cíclica ou velocidade angular (rad/s)**1.4. Equação de Thompson para um pêndulo simples**

Para um pêndulo simples, é válida a seguinte expressão para o cálculo do período do oscilador:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Onde:

 T = período (s) l = comprimento do pêndulo (m) g = aceleração de gravidade (m/s²)

A partir da expressão pode concluir-se que:

O período de oscilação dum pêndulo simples é directamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à aceleração de gravidade do local (Terra, Lua, etc).

1.5. Equação de Thompson para um pêndulo elástico (mola)

Para um pêndulo simples, é válida a seguinte expressão para o cálculo do período do oscilador:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Onde:

 T = período (s) m = massa do corpo que oscila (Kg) k = constante elástica da mola (N/m)

A partir da expressão pode concluir-se que:

O período de oscilação dum pêndulo elástico é directamente proporcional à massa do oscilador e inversamente proporcional à constante elástica da mola

1.6. Representação gráfica de uma oscilação

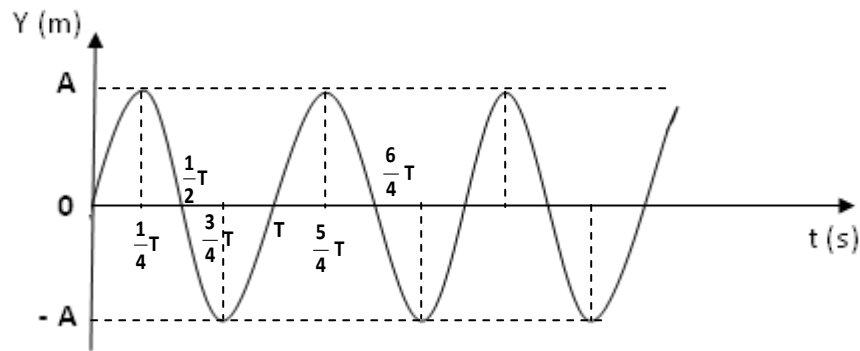


Fig. 22: Gráfico de uma oscilação

2. Onda mecânica

Dá-se o nome de onda à perturbação contínua ou transitória que se propaga com o transporte de energia, através de um meio elástico.

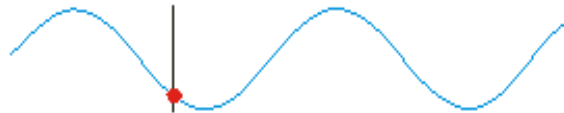


Fig. 23: Onda mecânica

Exemplos:

- ✓ As ondas de uma corda,
- ✓ Ondas oceânicas de superfície - perturbações que se propagam através da água,
- ✓ Som - uma onda mecânica que se propaga através dos gases, líquidos e sólidos, etc.

2.1. Meio elástico

É um meio deformável, capaz de retornar a sua posição inicial cessada a perturbação que lhe causou. Os meios podem ser: sólidos, líquidos ou gasosos.

Exemplo: água, corda, etc.

2.2. Classificação das ondas

As ondas podem ser classificadas da seguinte forma:

2.2.1. Quanto à natureza das ondas

Quanto à natureza, as ondas são classificadas em:

a) Ondas mecânicas: são aquelas que precisam de um meio material para se propagar (não se propagam no vácuo).

Exemplos: *ondas em cordas e ondas sonoras (som).*

b) Ondas electromagnéticas: são geradas por cargas eléctricas oscilantes e não necessitam de um meio material para se propagar, podendo se propagar no vácuo.

Exemplos: *ondas de rádio, de televisão, de luz, raios X, raios laser, ondas de radar etc.*

Nota 6:

- ✓ As ondas mecânicas não se propagam no vácuo, enquanto que as eletromagnéticas propagam-se tanto no vácuo, como em meios materiais.

2.2.2. Quanto à direcção de propagação

a. Unidimensionais: são aquelas que se propagam numa só direcção.

Exemplo: *Ondas em cordas.*

b) Bidimensionais: são aquelas que se propagam num plano.

Exemplo: *Ondas na superfície de um lago.*

c. Tridimensionais: são aquelas que se propagam em todas as direcções.

Exemplo: *Ondas sonoras no ar atmosférico ou em metais.*

2.2.3. Quanto à direcção de vibração

a. Ondas transversais: são aquelas em que a vibração das partículas do meio é perpendicular à direcção de propagação da onda.

Exemplos: *ondas em uma corda e ondas electromagnéticas.*

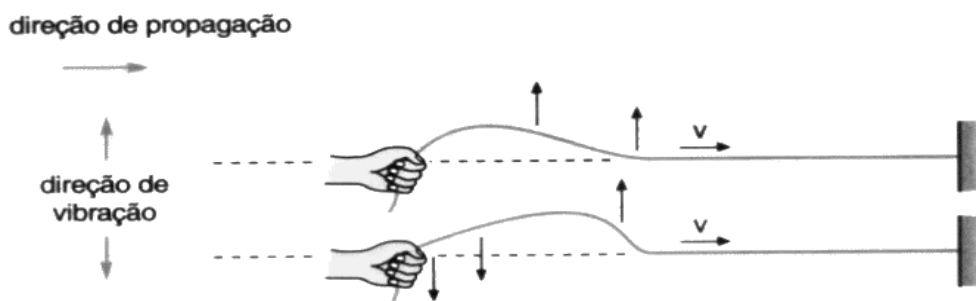


Fig.24: Ondas transversais

b. Ondas longitudinais: são aquelas em que a vibração das partículas do meio ocorre na mesma direcção do movimento.

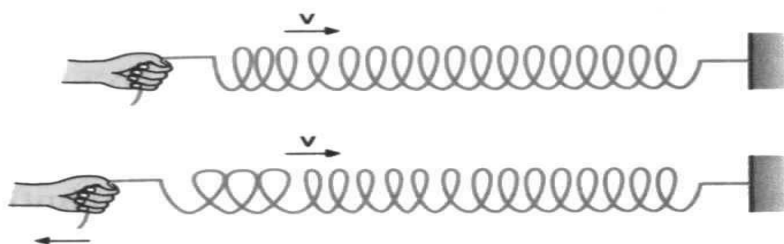


Fig. 25: Ondas longitudinais

Exemplo: as ondas sonoras, ondas em molas.

2.3. Características das ondas

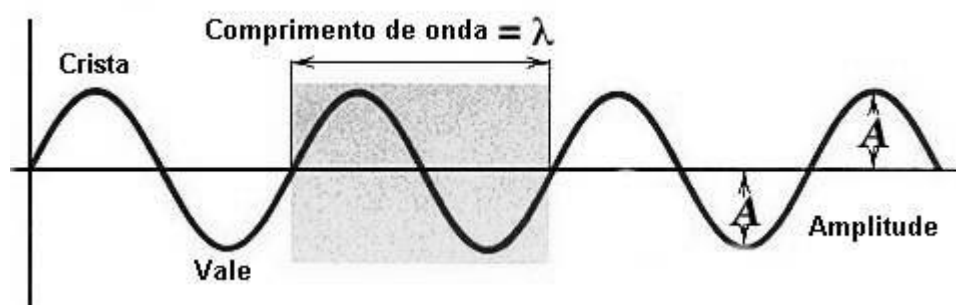


Fig. 26: Características de uma onda

2.3.1. Amplitude

A amplitude de uma onda é a medida da magnitude de um distúrbio em um meio durante um ciclo de onda.

Nota 7:

- ✓ **Crista:** é o ponto mais alto da onda.
- ✓ **Vale:** é o ponto mais baixo da onda.
- ✓ **Ventre:** é a combinação entre uma crista e um vale.

2.3.2. Comprimento de onda (λ)

É A distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos e representa-se por λ (lê-se "lambda").

A unidade do comprimento de onda é o metro (m).

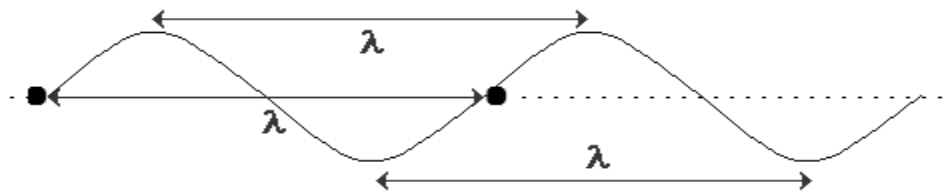


Fig. 27: Comprimento de onda

a. Outra maneira para determinar o comprimento de uma onda

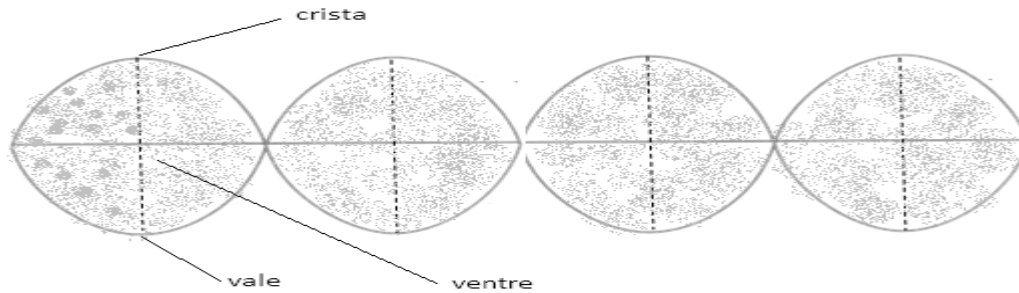


Fig.28 : Características de uma onda 1

$$\lambda = \frac{2 \cdot l}{n}$$

Onde:

λ = comprimento de onda (m)

l = comprimento dado (m)

n = nº de ventres

2.3.3. Período (T)

O período é o tempo de um ciclo completo de uma oscilação de uma onda.

2.3.4. Frequência (f)

A frequência representa quantas oscilações completas uma onda dá a cada segundo.

2.3.5. Velocidade de propagação de uma onda

A velocidade de propagação de uma onda é dada pela seguinte expressão:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Ou

$$v = \lambda \cdot f$$

Onde:

V = velocidade (m/s)

λ = comprimento de onda (m)

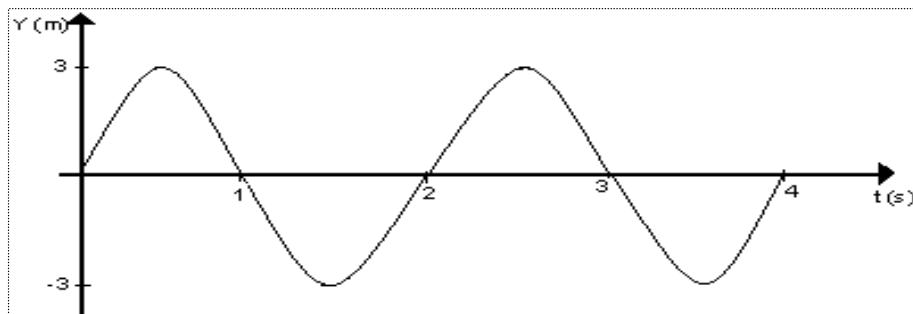
T = período (s)

f = frequência (Hz)

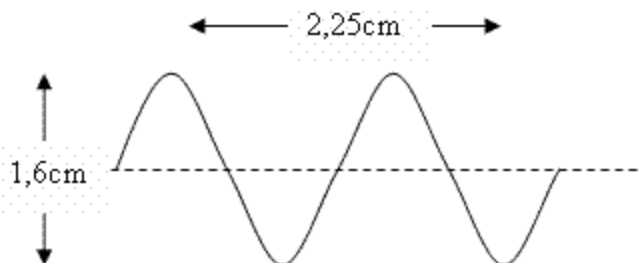


II. Exercícios resolvidos

- Qual é o período de um corpo que oscila com uma frequência de 4,0 Hz.
- A figura representa a elongação das oscilações do pêndulo de um relógio. Determine a Amplitude, o período e a frequência.



- O gráfico abaixo representa uma onda que se propaga com velocidade igual a 300m/s.



Determine:

- a amplitude da onda;
- comprimento de onda;
- a frequência;
- o período.

Soluções:

1.

1. Dados

4,0 Hz

Fórmula

$$T = \frac{1}{f}$$

Resolução

$$T = \frac{1}{4}$$

$$T = 0,25 \text{ s}$$

Resposta: O periodo do corpo é de 0,25 s

2. A amplitude, o período e frequência da oscilação são respectivamente: $A = 3\text{m}$, $T = 2\text{s}$ e $f = 0.5\text{ Hz}$

a) A Amplitude da onda é dada pela distância da origem até a crista da onda, ou seja:

$$A = \frac{1,6}{2} = 0,8\text{cm}$$

b) O comprimento de onda é dado pela distância entre duas cristas ou entre 3 nodos, ou seja:

Como a figura mostra a medida de três "meios-comprimento de onda", podemos calculá-lo:

$$\begin{aligned}\frac{3\lambda}{2} &= 2,25\text{cm} \\ \lambda &= \frac{2,25\text{cm} \cdot 2}{3} \\ \lambda &= 1,5\text{cm}\end{aligned}$$

c) Sabendo a velocidade de propagação e o comprimento de onda, podemos calcular a frequência através da equação:

$$\begin{aligned}v &= \lambda f \\ f &= \frac{v}{\lambda}\end{aligned}$$

Substituindo os valores na equação:

$$\begin{aligned}f &= \frac{300\text{m/s}}{0,015\text{m}} \\ f &= 20000\text{Hz}\end{aligned}$$

d) Como o período é igual ao inverso da frequência:

$$\begin{aligned}T &= \frac{1}{f} \\ T &= \frac{1}{20000} \\ T &= 5 \cdot 10^{-5}\text{s}\end{aligned}$$



III. Exercícios de aplicação

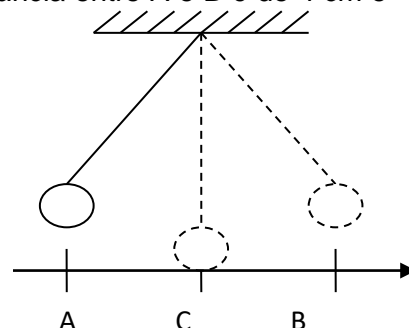
1. Quais das seguintes afirmações são correctas? E explique.

a. O período de um pêndulo simples depende da massa do corpo oscilante.

- b.** Quanto maior é o comprimento de um pêndulo simples, maior é o seu período.
- c.** Quanto maior é a aceleração de gravidade no local, menor é o período das oscilações.
- d.** Quanto maior é a constante elástica de uma mola, maior é o período das oscilações.
- e.** Quanto maior é a massa de um corpo suspenso numa mola, maior é o período das oscilações por ele realizadas.

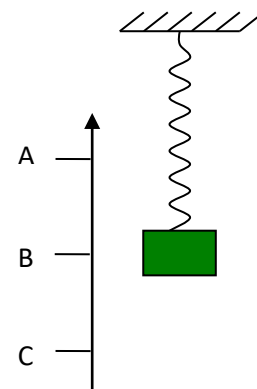
2. Observe o pêndulo da figura que oscila entre os pontos A e B. A distância entre A e B é de 4 cm e o corpo gasta 1 segundo a sair de A para B. Determine:

- a.** A amplitude do movimento.
- b.** O período das oscilações.
- c.** A frequência das oscilações.
- d.** O tempo que o corpo gasta a realizar 10 oscilações completas.
- e.** O número de oscilações completas que o corpo realiza em 1 minuto.



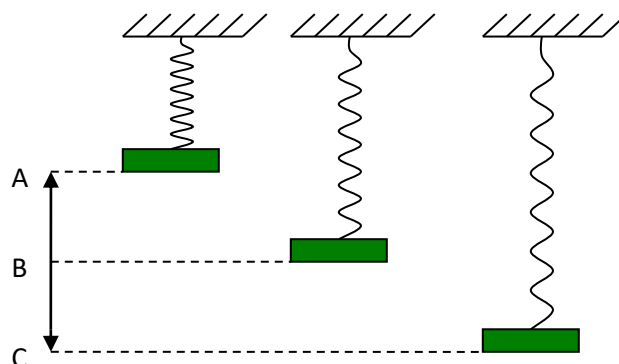
3. Observe o pêndulo da figura que oscila entre os pontos A e B. A distância entre A e B é de 6 cm e o corpo gasta 2 segundos a sair de A para B. Determine:

- a.** A amplitude do movimento.
- b.** O período das oscilações.
- c.** A frequência das oscilações.
- d.** O tempo que o corpo gasta a realizar 10 oscilações completas.
- e.** O número de oscilações completas que o corpo realiza em 1 minuto.



4. O pêndulo elástico da figura realiza MHS, gastando 0,25s ao mover-se de A para B. A distância AC é de 5 cm.

- a.** Qual é a amplitude do movimento? Justifique.
- b.** Qual é o período do movimento?
- c.** Calcule o número de oscilações completas que o pêndulo realiza em 10s.
- d.** Determine a constante elástica da mola, sabendo que o oscilador tem a massa de 100 g.



5. Um pêndulo tem na Terra o período de 1s. Qual será o seu período na Lua, sabendo que a aceleração de gravidade nela é de $1,6 \text{ m/s}^2$?

6. Um corpo de massa igual a 400 g oscila sem atrito, preso à extremidade de uma mola de constante elástica igual a 160 N/m. A amplitude do movimento é igual a 10 cm. Determine:

- O período de oscilação do pêndulo.
- A frequência deste movimento.
- Qual seria o período do movimento se a sua amplitude fosse reduzida para 5 cm?

7. Um pêndulo de 1 metro de comprimento é colocado a oscilar na terra onde a aceleração de gravidade é de aproximadamente 10 m/s^2 e depois é transportado para a Lua onde a aceleração de gravidade vale $1,6 \text{ m/s}^2$.

- Calcule o período do pêndulo na Terra.
- Calcule o período das oscilações do pêndulo na Lua.
- Qual deverá ser o comprimento do pêndulo para que o período das suas oscilações na Lua seja de 2 segundos?

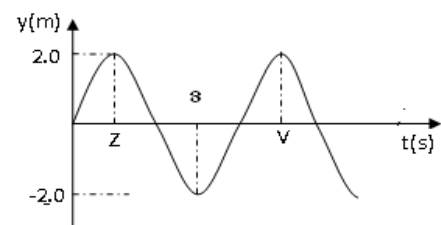
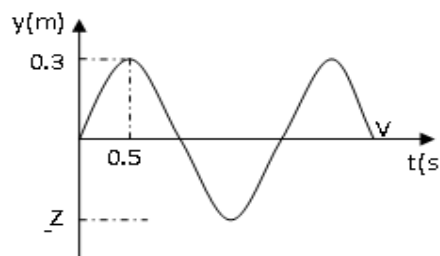
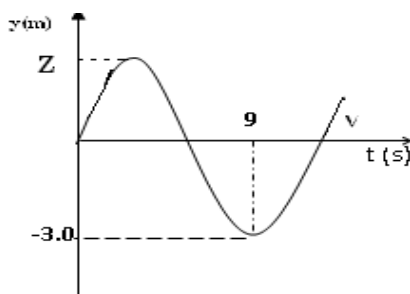
8. Defina, usando palavras suas, ondas mecânicas.

- Dê cinco (5) exemplos de ondas.
- Qual é a diferença entre uma onda mecânica e uma electromagnética?

9. Explique a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal.

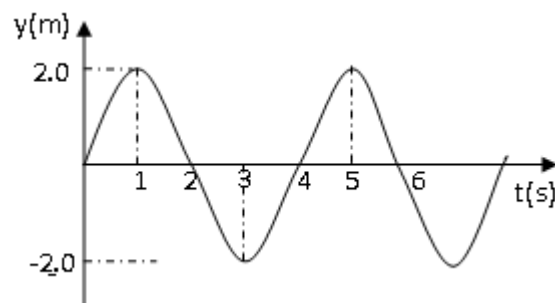
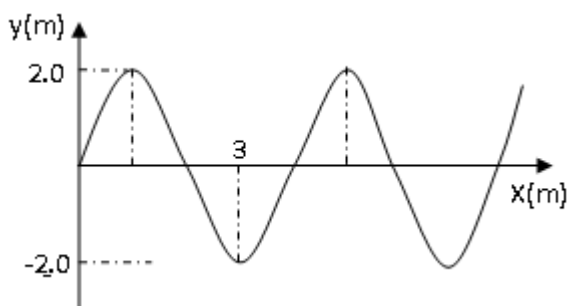
10. Qual é a relação matemática existente entre a velocidade de uma onda, sua frequência e seu comprimento de onda?

11. Dos gráficos que se seguem, determine:



- O valor de Z;
- O valor de V;
- A frequência das ondas.

12. Os gráficos abaixo apresentados, referem-se à propagação de uma onda mecânica.



- a. Quanto tempo a fonte leva para produzir uma onda?
- b. Qual é o número de ondas produzidas em cada segundo?
- c. Qual é a velocidade da onda?
- d. Se a fonte da onda for a cantina da escola (a sala dista 16m da cantina), quanto tempo leva a onda para alcançar a sala?

13. Uma certa fonte produz uma onda mecânica de 2m de comprimento. Sabendo que a fonte produz três ondas completas em cada segundo, determine:

- a. O período da onda;
- b. A velocidade da onda;
- c. A velocidade que anima a onda;
- d. O valor da frequência;
- e. O tempo necessário para a onda alcançar um raio de 2 Km
- f. Se o comprimento fosse acrescido para 4 m, qual seria a velocidade da onda?
- g. Se a frequência fosse reduzida à metade, qual seria o valor da velocidade?

UNIDADE TEMÁTICA III**ELECTROMAGNESTISMO****I. Resumo de conteúdos****1. Magnetismo**

O nome de **magnetismo** resultou do nome de Magnésia, cidade da Ásia Menor (hoje a Turquia), onde existia na Antiguidade um minério chamado magnetite (também chamada pedra-íman ou pedra magnética) que possuía a propriedade de atrair objectos ferrosos à distância (sem contacto físico).

Desde a Antiguidade que os chineses conheciam esta propriedade e a utilizavam em bússolas que usavam para se orientarem nas suas deslocações, nomeadamente militares, já que as agulhas magnéticas se orientam no sentido do eixo terrestre Norte-Sul magnético, que é próximo do eixo terrestre Norte-Sul geográfico.

1.1. Polos magnéticos de um íman

Chama-se **íman** a um objecto com propriedades magnéticas.

Um íman é composto por dois polos magnéticos, **norte** e **sul**, normalmente localizados em suas extremidades, excepto quando estas não existirem, como em um íman em forma de disco, por exemplo. Por esta razão são chamados **dipolos magnéticos**.

1.2. Leis qualitativas das interações magnéticas

“Polos magnéticos de mesmo nome repelem-se e de nomes contrários atraem-se.”

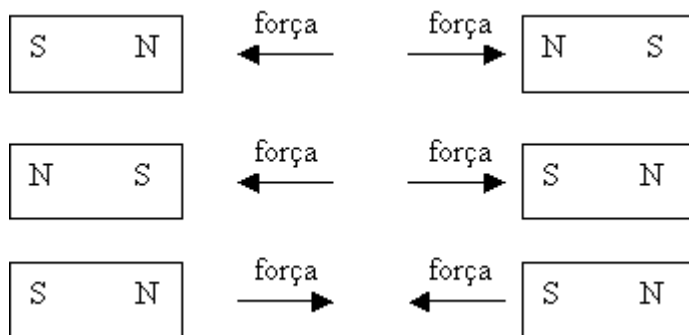


Fig. 29: Repulsão e atracção entre ímanes

1.3. Inseparabilidade dos polos de um íman

Esta propriedade diz que é impossível separar os polos magnéticos de um íman, já que toda a vez que este for dividido serão obtidos novos polos, então se diz que qualquer novo pedaço continuará sendo um dipolo magnético.

2. Campo magnético

É uma região do espaço onde se fazem sentir acções magnéticas. Estas acções verificam-se à distância e apenas algumas substâncias são influenciadas pelo campo magnético.

Por exemplo, o cobre não tem propriedades magnéticas. Pelo contrário, os materiais ferrosos são fortemente influenciados.

As linhas de força num íman entram pelo seu polo Sul e saem pelo seu polo Norte.

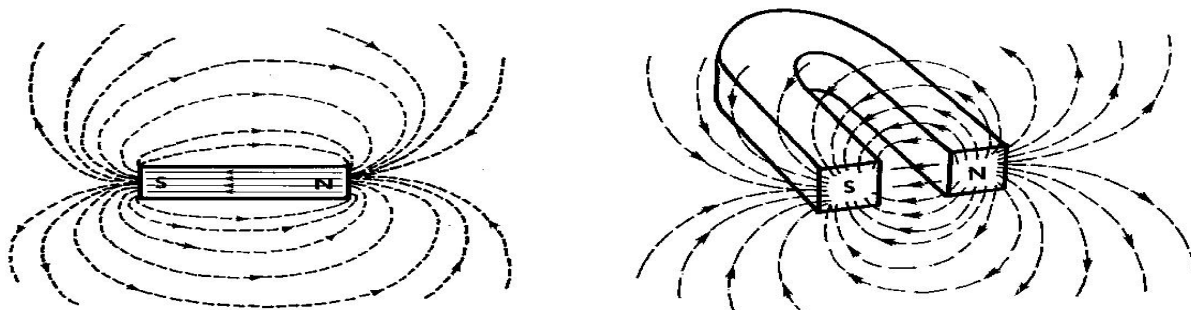


Fig. 30: Linhas de força do campo magnético

2.1. O campo magnético terrestre

A Terra é um íman gigantesco, tendo os seus polos próximos dos polos geográficos. Dado que o polo Norte de uma agulha magnética é atraído no sentido Norte, o **polo Sul magnético do globo terrestre** deve situar-se no **polo Norte Geográfico**.

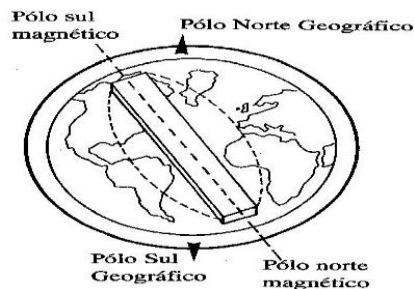


Fig. 31: Pólos magnéticos da Terra

3. A bússola magnética

É um aparelho que permite a orientação do homem à superfície terrestre, a sua navegação marítima e até as viagens aéreas.



Fig. 32: Bússola magnética

3.1. Funcionamento da bússola



Fig. 33: Agulha magnética

O funcionamento da bússola magnética baseia-se na sua sensibilidade em captar o campo magnético terrestre e apontar sempre para o norte.

3. Experiência de Oersted



Fig. 35: Experiência de Oersted

Em 1820, o físico dinamarquês **Hans Christian Oersted** (1771 - 1851), professor da Universidade de Copenhague, observou que, quando a agulha de uma bússola é colocada próxima de uma corrente elétrica, essa agulha é desviada de sua posição. Ora, uma agulha magnética, suspensa pelo centro de gravidade, só entra em movimento quando está em um campo magnético. O deslocamento da agulha só se explica pela formação de um campo magnético em torno do condutor percorrido por corrente elétrica.

5. O Electroímán

Um electroímán é um solenoide (enrolamento) no interior do qual se coloca uma substância metálica que se designa por núcleo. Em geral usa-se o ferro macio.

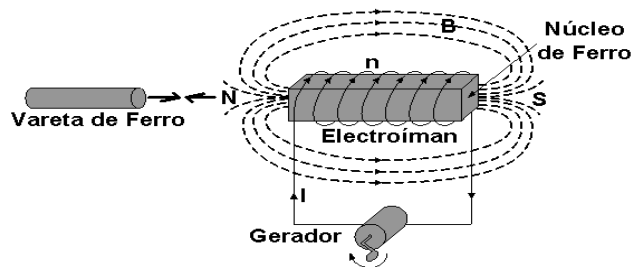


Fig. 42: Electroímán

Um Electroímán carregado reage como um Ímã normal. Colocando um material magnético, por exemplo um pedaço de Ferro, na sua proximidade, uma Força Magnética é exercida no Ferro e eles atraem-se.

5.1. Aplicações dos electroímãs

O Electroímán converte a energia eléctrica em energia mecânica. É utilizado em muitos dispositivos electromecânicos, tais como campainha eléctrica, disjuntores, motores, telégrafo, etc.

Legenda

- f – fios de ligação
- G – gerador da corrente
- C – campânula
- B – batente do martelo
- E – electroímán
- K – botão de chamada
- P – parafuso de ajustamento e contacto
- A – armadura
- M – mola

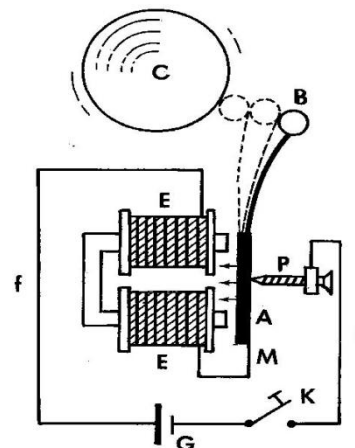


Fig 43: Campainha eléctrica (funcionamento)



II. Exercícios resolvidos

1. De acordo com o Eletromagnetismo, o movimento relativo entre cargas eléctricas e um observador tem como resultado o surgimento de:

- A. campos eléctricos.
- B. campos magnéticos.
- C. diferença de potencial.
- D. fenômenos relativísticos.
- E. ondas gravitacionais.

2. No Eletromagnetismo, existe uma lei que estabelece a seguinte relação: a variação temporal do fluxo de campo magnético através de uma área é responsável por produzir um campo eléctrico perpendicular a essa área e, conseqüentemente, um campo magnético induzido no sentido oposto àquela variação. A lei que estabelece uma relação matemática para o enunciado mostrado acima é chamada de:

- A. Lei de Faraday.
- B. Lei de Ampère.
- C. Lei de Gauss.
- D. Lei de Lenz.
- E. Lei de Faraday-Lenz.

3. Durante muito tempo, desconhecia-se a relação entre os fenômenos eléctricos e magnéticos. Pensava-se, nessa época, que se tratava de fenômenos distintos sem qualquer relação entre si. No entanto, bastou um experimento para provar que esses fenômenos estavam interligados. O experimento em questão ficou conhecido como:

- A. experimento de Rutherford.
- B. experimento de Faraday.
- C. experimento de Oersted.
- D. experimento de Millikan.
- E. experimento de Michelson-Morley.

4. A unificação e a descrição matemática dos fenômenos eletromagnéticos foi essencial para o desenvolvimento de inúmeras tecnologias utilizadas actualmente. O responsável por essa unificação foi:

- A. Michael Faraday.
- B. Hans Christin Oersted.
- C. André Marie Ampère.
- D. James Clerk Maxwell.
- E. Nikola Tesla.

Resoluções:

1. Letra B: De acordo com as equações de Maxwell, é sabido que o movimento relativo entre cargas eléctricas e um observador é capaz de dar origem a campos magnéticos em razão da variação do campo eléctrico produzido pelas cargas em movimento.
2. Letra E: Em todas as alternativas disponíveis nesse exercício, apresentam-se somente leis próprias do Eletromagnetismo. No entanto, a alternativa que explicita a lei que elucida o surgimento de campos eléctricos e campos magnéticos induzidos mediante a variação de um fluxo de campo magnético é a Lei de Faraday-Lenz. Essa lei é a junção da Lei da Faraday, que explica o facto de a variação do fluxo magnético produzir um campo eléctrico, com a Lei de Lenz, também conhecida como a Lei da Conservação da Energia, que explica o surgimento do campo magnético induzido e de sentido oposto à variação de fluxo de campo magnético.
3. Letra C: Foi **Hans Christian Oersted** o responsável pela descoberta da relação entre os fenómenos eléctricos e magnéticos. Acidentalmente, Oersted descobriu que a passagem de corrente eléctrica em um condutor retilíneo era capaz de rotacionar a agulha de bússolas próximas.
4. Letra D: Apesar de todas as alternativas da questão apresentarem nomes de físicos que contribuíram enormemente para o progresso do Eletromagnetismo, foi **James Clerk Maxwell** o responsável pela unificação da Teoria Eletromagnética. A descrição matemática por ele elaborada permitiu o cálculo da velocidade da luz, bem como a determinação da natureza da luz.

**III. Exercícios de aplicação**

1. Quebrando-se um íman pela metade, vamos obter:
 - a. um íman só com polo norte e outro só com pólo sul;
 - b. dois ímanes só com polo sul;
 - c. dois ímanes só com polo norte;
 - d. dois ímanes iguais ao primeiro;
2. Quando aproximamos as pontas de dois ímanes;
 - a. sempre há atracção;
 - b. sempre há repulsão;
 - c. não há atracção e nem repulsão;
 - d. pode haver atracção e repulsão;

3. O telégrafo e a campainha apresentam em comum:

- a. motor eléctrico;
- b. electroímã;
- c. rectificador de corrente eléctrica;
- d. lâmpada eléctrica;

4. Substâncias que, naturalmente, apresentam capacidade magnética:

- a) ferro, níquel e cobalto;
- b) zinco, ferro e chumbo;
- c) alumínio, prata e ferro;
- d) chumbo, ferro e níquel;

5. Região do espaço onde actua a atracção de um íman:

- a) campo gravitacional;
- b) campo polar;
- c) campo magnético;
- d) campo eléctrico;

6. Se aproximarmos o polo sul de um ímã do polo sul de outro íman:

- a) eles atraem-se;
- b) eles repelem-se;
- c) nada acontece;
- d) eles unem-se;

7. Íman natural é um fragmento de:

- a) ferro doce;
- b) magnetita;
- c) magnésia;
- d) aço;

8. Pares de imanes em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir

9. A letra N indica o polo Norte e o S o polo Sul de cada uma das barras. Entre os imanes de cada um dos pares anteriores (a), (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

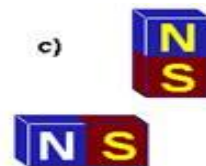
- a) atracção, repulsão, repulsão;
- b) atracção, atracção, repulsão;
- c) atracção, repulsão, atracção;
- d) repulsão, repulsão, atracção;
- e) repulsão, atracção, atracção.

9. Um

pedaço de

ferro é

posto nas



proximidades de um íman, conforme o esquema abaixo.



Qual é a única afirmação correcta relativa à situação em apreço?

- a) é o íman que atrai o ferro
- b) é o ferro que atrai o íman
- c) a atracção do ferro pelo íman é mais intensa do que a atracção do íman pelo ferro
- d) a atracção do íman pelo ferro é mais intensa do que a atracção do ferro pelo íman
- e) a atracção do ferro pelo íman é igual à atracção do íman pelo ferro

10. Para ser atraído por um íman, um parafuso precisa ser:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| a) mais pesado que o íman | b) mais leve que o íman |
| c) de latão e cobre | d) imantado pela aproximação do íman |
| e) formando por uma liga de cobre e zinco | |

UNIDADE TEMÁTICA IV**MOVIMENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO****I. Resumo de conteúdos****1. Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV)**

Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado é um movimento onde a aceleração do corpo se mantém constante, ou seja, a sua velocidade varia de forma constante ao longo do tempo.

Assim sendo, podemos ainda subclassificar esses movimentos em acelerado ou retardado.

Por isso, quando a aceleração e a velocidade estão no mesmo sentido, dizemos que o movimento é acelerado. Igualmente, quando a aceleração e a velocidade estão em sentidos contrários, dizemos que o movimento é retardado.

2. Aceleração

Aceleração é a variação de velocidade de um móvel por unidade de tempo. E é dada pela seguinte expressão:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

ou

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Onde:**a** – aceleração; Δv – variação de velocidade Δt – variação de tempo v_0 – velocidade inicial v – velocidade final t_0 – tempo inicial t – tempo final

A unidade de aceleração no SI é metro por segundo ao quadrado [**m/s²**].

3. Leis do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado

As leis que regem o MRUV são as seguintes:

Lei da Velocidade: “No MRUV a velocidade é directamente proporcional ao intervalo do tempo”.

Lei da Aceleração: “No MRUV a aceleração é constante ao longo do tempo”.

4. Equações do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado**4.1. Equação da velocidade em função do tempo do MRUV**

$$v = v_0 + a \cdot t$$

4.2. Equação do Espaço em função do tempo do MRUV ou Função horária do espaço

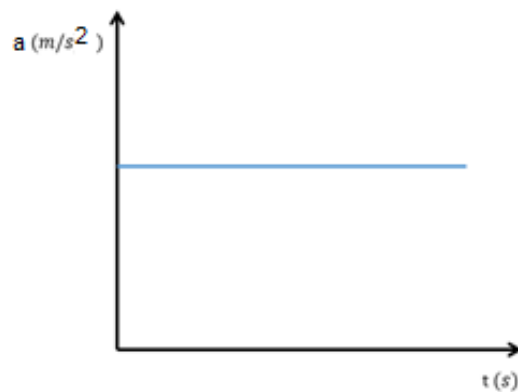
$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

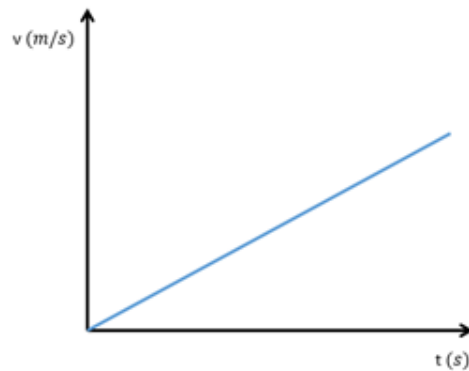
4.3. Equação do Torricelli

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

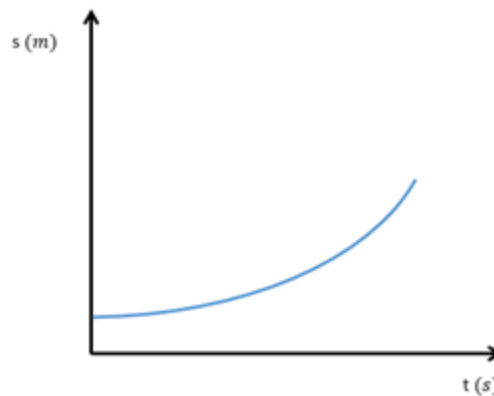
5. Gráficos do MRUV**5.1. Gráfico da aceleração em função do tempo**

Como a aceleração no MRUV é constante, temos:

**5.2. Gráfico da velocidade em função do tempo**



5.3. Gráfico do espaço em função do tempo



II. Exercícios resolvidos

1. Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera com aceleração escalar constante e igual a $2,0 \text{ m/s}^2$. Calcule a velocidade escalar e a distância percorrida após 3,0 segundos.
2. Um ponto material parte do repouso em movimento uniformemente variado e, após percorrer 12 m, está animado de uma velocidade escalar de $6,0 \text{ m/s}$. Determine A aceleração escalar do ponto material.
3. Uma pedra é lançada do décimo andar de um prédio com velocidade inicial de 5 m/s . Sendo a altura nesse ponto igual a 30 m e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine a velocidade da pedra ao atingir o chão.
4. Uma móvel parte do repouso e percorre uma distância de 200 m em 20s. Calcule aceleração desse móvel, em m/s^2 .

Resoluções:

1. Dados

$$a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

$$t = 3 \text{ s}$$

Fórmula

$$v = v_0 + at$$

Resolução

$$v = 0 + 2 \cdot 3$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Resposta: A velocidade escalar é de 6 m/s

Dados

$$a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$S_0 = 0$$

$$v_0 = 0$$

Fórmula

$$S = \frac{1}{2}at^2$$

Resolução

$$S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2$$

$$S = 9 \text{ m}$$

Resposta: A distancia percorrida apos 3s é de 9m

2. Dados

$$\Delta s = 12 \text{ m}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 0$$

Fórmula

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

Resolução

$$6^2 = 0^2 + 2 \cdot a \cdot 12$$

$$36 = 24a$$

$$a = \frac{36}{24}$$

$$a = 1,5$$

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Resposta: A acelerção é de 1,5 m/s²

3. Dados

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$h = 30 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Fórmula

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot h$$

Resolução

$$v^2 = 5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 30$$

$$v^2 = 25 + 600$$

$$v^2 = 625$$

$$v = \sqrt{625}$$

$$v = 25 \text{ m/s}$$

Resposta: A velocidade da pedra ao atingir o solo é de 25 m/s

4. Dados

$$S = 200 \text{ m}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

$$v_0 = 0$$

Fórmula

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Resolução

$$200 = 0 + 0.20 + \frac{1}{2} a \cdot 20^2$$

$$200 = \frac{1}{2} a \cdot 400$$

$$200 = 200 a$$

$$a = \frac{200}{200}$$

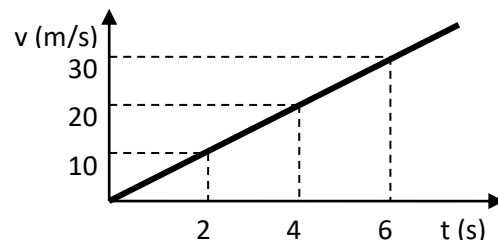
$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

Resposta: A aceleração do móvel é de 1 m/s^2

**III. Exercícios de aplicação**

1. O gráfico representa a velocidade em função do tempo de um carro.

- Classifique o movimento do carro.
- Calcule a aceleração.
- Calcule o espaço percorrido após 6 segundos.



- Um corpo abandonado num ponto situado à altura “h”, chega ao solo com uma velocidade de $39,2 \text{ m/s}$. Calcule:
 - A duração da queda.
 - A altura h.
- Um trem de 200 m de comprimento, com velocidade escalar constante de 60 km/h , gasta 36 s para atravessar completamente uma ponte. Determine extensão da ponte, em metros.
- No movimento rectilíneo uniformemente variado, com velocidade inicial nula, a distância percorrida é:
 - directamente proporcional ao tempo de percurso
 - inversamente proporcional ao tempo de percurso
 - directamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso
 - inversamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso
 - directamente proporcional à velocidade
- Uma partícula em movimento rectilíneo movimenta-se de acordo com a equação $v = 10 + 3t$, com o espaço em metros e o tempo em segundos. Determine para essa partícula:

- a. A velocidade inicial.
 - b. A aceleração.
 - c. A velocidade quando $t=5s$ e $t= 10s$
6. Determine o valor lógico (Vou F) das seguintes afirmações:
- a) (.....) A aceleração no M.R.U é nula.
 - b) (.....) No M.R.U.A, a velocidade diminui com o tempo.
 - c) (.....) A aceleração é a variação da velocidade por unidade de tempo.
 - d) (.....) No M.R.U.A, a velocidade é constante.
 - e) (.....) O movimento com aumento da velocidade pode ser considerado como M.R.U.A.
 - f) (.....) No movimento M.R.U.A, a velocidade aumenta constantemente ao longo do tempo.
7. Qual é diferença entre o movimento rectilíneo uniforme (M.R.U) e movimento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A)?
8. Qual é o significado de:
- a) $a = 4 \text{ m/s}^2$
 - b) $a = - 10 \text{ m/s}^2$
9. Qual é a unidade da aceleração no S.I?
10. Um móvel gasta 4s para atingir a velocidade de 8 m/s. Qual é a sua aceleração?
11. Em 20 s, a velocidade de um corpo aumenta uniformemente de 4 m/s para 36 km/h. Calcule a sua aceleração.
12. Quanto tempo gasta um corpo para atingir uma velocidade de 30 m/s, com uma aceleração constante de 3 m/s^2 .
13. Um móvel animado de MRUA, desloca-se a uma aceleração de 4 m/s^2 . Calcule o espaço percorrido após 6 s.
14. Um campeão mundial de fórmula 1, desenvolve uma aceleração constante de 5 m/s^2 . Que distância percorre em 1,5 minutos?
15. Um móvel que se desloca em linha recta, durante 1 minuto, imprime uma aceleração constante de $1,5 \text{ m/s}^2$. Calcule.
- a. A sua aceleração.
 - b. O espaço percorrido.
16. Uma partícula animada de MRUA, percorre 50 m em 5 s. Calcule:
- a. A sua aceleração.
 - b. A sua velocidade nos instantes 1 s, 2 s e 3 s.
 - c. A distância percorrida nos instantes 1 s, 2 s e 3 s.
 - d. Construa os gráficos de $v \times t$ e $a \times t$.
17. Um móvel animado no MRUA, percorreu 45 m em 5 s.

- a. Qual é a aceleração do móvel?
- b. Qual é o espaço percorrido no 10° s.
- c. Que tempo gasta para percorrer 259,2 m?
18. Uma partícula, partindo do repouso, percorre 75 m. Sabendo que está animada em MRUA, Calcule.
- a. A sua aceleração.
- b. A velocidade nos instantes 2 s e 4 s.
- c. Que tempo gasta para percorrer 259,2 m?
19. A tabela mostra como varia a velocidade de uma partícula em linha recta. Complete as frases:

v(m/s)	0	3	6	9
t(s)	0	1,5	3,0	4,5

- a. A partícula está animada de porque a sua velocidade
- b. A sua aceleração da partícula é de o que significa que em cada segundo a sua velocidade aumenta
- c. A velocidade da partícula no instante $t = 5,5$ s era de
- d. Em 5 s, a partícula percorreu a distância de

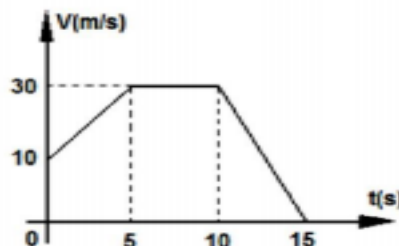
20. A tabela corresponde ao movimento de ponto material em uma linha recta.

v(m/s)	0	20	40	60	80
t(s)	0	10	20	30	4

- a. Classifique o movimento.
- b. Calcule a aceleração do movimento.
- c. Qual é a velocidade do ponto no instante $t = 5$ s?
- d. Calcule o espaço percorrido em $t = 5$ s?
- e. Construa os gráficos de v e a x t . e s x t .

21. O gráfico a seguir representa a velocidade escalar de um móvel durante 15 s de movimento. Com base no gráfico é correcto afirmar que o móvel...

- a. está parado entre os instantes 5,0 s e 10 s.
- b. muda de sentido nos instantes 5,0 s e 10 s.
- c. parte do repouso e pára ao fim de 5s.
- d. percorreu 100 m nos primeiros 5,0 s.



Tópico de soluções

Unidade Temática I: : Corrente Eléctrica

1. 4N/C
2. $2 \cdot 10^3 N/C$
3. 80N
4. 4N/C
5. C
6. A
7. B
8. a) 3Ω b) 4A
9. 16,1k Ω
10. 16 Ω
11. 100 Ω
12. 6 Ω
13. a) 2.4 Ω b) 2A
14. 2 Ω
15. 6A, 3A, 2A e 11A
16. 5 Ω
17. 2A
18. 5A e 35V

Unidade Temática II: Oscilações e Ondas Mecânicas

1. ..
2. 2cm b) 2s c) 0,5Hz d) 20s e) 30 oscilações
3. a) 6cm b) 8s c) 0,125s d) 80 s e) 7
4. a) 2.5cm b) 1s c) 10 oscilações d) 3,94 N/m
5. 0,99s
6. a) 0,14s b) 3,18Hz c) 0,314s Por mais que se reduza a amplitude para 5 cm o período será o mesmo, pois ele não depende da amplitude.
7. a) 1,99s b) 4,97s c) 0,16m
11. i. a) 3m b) 12s c) 0,08Hz ii. a) 0,3 m b) 3s c) 0,33HZ
- iii. a) 2,67 b) 13.5 c) 0,094
12. a) 4s b) $\frac{1}{4}$ Onda c) 1m/s

13. a) 0,33 b) 6m/s c) 6m/s d) 3Hz f) 12m/s

Unidade Temática III: Electromagnetismo

- 1. D
- 2. D
- 3. B
- 4. C
- 5. C
- 6. B
- 7. B
- 8. A
- 9. A
- 10. A
- 11. D

Unidade Temática IV: Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado

- 1. a) MRUA b) 5 m/s^2 c) 90cm
- 2. a) 3,92s b) 76,83m
- 3. 400m
- 4. C
- 5. a) 10m/s b) 3 m/s^2 c) 25m/s e 40m/s
- 6. a) V b) F c) V d) F e) V f) V

8. m/s^2

10. 2 m/s^2

11. $0,3 \text{ m/s}^2$

12. 10s

13. 72m

14. 22,5m

15. a) $1,5 \text{ m/s}^2$ b) 75m

16. a) 4 m/s^2 b) 4 m/s, 8m/s e 12m/s

17. a) 3,6m/s b) 180m c) 12s

18. a) 37,5m/s b) 75m/s e 150m/s c) 3,7s

19. a) MRUA.....Aumenta em cada intervalo de tempo b) 2 m/s^2 2 m/s

c) 11 m/s d) 25m

20. a) MRUA b) 2 m/s^2 c) 10m/s d) 25m

21. D

Bibliografia

INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. (2010) *Física, Programa da 10ª Classe*. INDE/MINED – Moçambique;

António Máximo e Beatriz Alvarenga. (2006) *Física Volume 1*, São Paulo;

António Máximo e Beatriz Alvarenga. (2006) *Física Volume 2*, São Paulo;

António Máximo e Beatriz Alvarenga. (2006) *Física Volume 3*, São Paulo;

António Máximo e Beatriz Alvarenga. (2006) *Física Volume 1*, São Paulo;

Nicolau e Toledo. (1998). *Física Básica*, São Paulo.

ARAÚJO, M. S., & ABIB, M. L. (Junho de 2003). *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 1-8.

AZEVEDO, H. L., JÚNIOR, F. N., SANTOS, T. P., CARLOS, J. G., & TANCREDO, B. n. (8 de Novembro de 2009). *O Uso do Experimento no ensino de Física: Tendências a partir do*

levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência*, 12.

BAGANHA, D. E., & GARCIA, N. M. (8 de Novembro de 2009). *ESTUDOS SOBRE O USO E O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL*. VII

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

BEREZUK, P. A., & INADA, P. (2010). *Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná*. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 32(2), 207-215.

BEVILACQUA, G. D., & SILVA, R. C. (20 de Março de 2007). *O Ensino de Ciências na 5ª série através da Experimentação*. *Ciência e Cognição*, 9. *Biológicas*, N. d. (s.d.). *Manual de Normas Gerais e de Segurança em Laboratório*. União da Vitória, PR: UNIGUAÇU.

BORGES, A. T. (dezembro de 2002). *Novos rumos para o laboratório escolar de ciência*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.

BORGES, A. T. (2006). *Novos Rumos Para o Laboratório Escolar de Ciências*. *Coleção Explorando o Ensino de Física*, 7, pp. 30-44.

CARLOS, J. G., JÚNIOR, F. N., AZEVEDO, H. L., SANTOS, T. P., & TANCREDO, B. N. (8 de novembro de 2009). *ANÁLISE DE ARTIGOS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS*

DE FÍSICA NAS ATAS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO

EM CIÊNCIAS. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1-15.

