



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

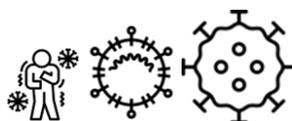
# FÍSICA

## 11ª Classe

### O meu caderno de actividades



**STOP** SIDA



**STOP** COVID -19

## FICHA TÉCNICA

<b>Título:</b>	<i>O meu caderno de actividades de Física - 11ª Classe</i>
<b>Direcção:</b>	Gina Guibunda & João Jeque
<b>Coordenação</b>	Manuel Biriarte
<b>Elaboradores:</b>	Abdul Nizar & Ossufo Mizinho
<b>Concepção gráfica e Layout:</b>	Hélder Bayat & Bui Nguyet <i>Alexander Graham Bell</i>
<b>Impressão e acabamentos:</b>	MINEDH
<b>Revisão:</b>	Isaías Mulima & Rui Manjate
<b>Tiragem:</b>	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.

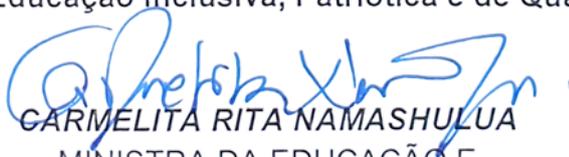
Neste contexto, foi elaborado o presente Caderno de Actividades, tendo em consideração os diferentes conteúdos programáticos nas diferentes disciplinas leccionadas no Ensino Secundário. Nele é proposto um conjunto alargado de actividades variadas, destinadas a complementar as acções desenvolvidas na 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

<b>UNIDADE TEMÁTICA I</b> .....	1
<b>MECÂNICA</b> .....	1
<b>Resumo de conteúdos</b> .....	1
Mecânica .....	1
Cinemática .....	1
<b>Movimento retilíneo uniforme (MRU)</b> .....	1
Gráficos da velocidade em função do tempo – $v(t)$ .....	2
Gráficos da posição em função do tempo – $x(t)$ .....	2
<b>Exercícios 1</b> .....	2
<b>Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)</b> .....	3
Equação de Torricelli .....	3
Gráficos da aceleração em função do tempo – $a(t)$ .....	4
Gráficos da velocidade em função do tempo – $v(t)$ .....	4
Gráficos da posição em função do tempo – $x(t)$ .....	4
<b>Exercícios 2</b> .....	5
Queda livre dos corpos .....	5
Lançamento horizontal .....	6
Lançamento oblíquo .....	7
<b>Exercícios 3</b> .....	7
<b>Exercícios 4</b> .....	10
Estática .....	10
Condição de equilíbrio de rotação .....	11
<b>Exercícios 5</b> .....	12
Exercícios sobre a condição de equilíbrio de rotação .....	16
<b>Dinâmica</b> .....	18
<b>UNIDADE TEMÁTICA II</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>TRABALHO E ENERGIA. CHOQUES E COLISÕES</b> .....	20
<b>Resumo de conteúdos</b> .....	20

<b>Trabalho e Energia</b> .....	20
<b>Exercícios de aplicação</b> .....	23
Determine o trabalho executado pela força $F$ .....	23
<b>UNIDADE TEMÁTICA III</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>ELECTROSTÁTICA</b> .....	33
<b>Resumo de conteúdos</b> .....	33
<b>Exercícios de aplicação</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>UNIDADE TEMÁTICA IV</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>CORRENTE ELÉCTRICA. ELECTROMAGNETISMO</b> .....	37
<b>Resumo de conteúdos</b> .....	37
<b>Associação de resistências</b> .....	37
<b>Noção de malha, ramo e sentido da corrente de circulação</b> .....	39
<b>Campo magnético originado por uma corrente rectilínea</b> .....	40
<b>Campo magnético no centro de uma espira</b> .....	41
<b>Força de Ampère e Lorentz</b> .....	42
<b>O fenómeno da indução electromagnética.</b> .....	42
<b>Exercícios de aplicação</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Bibliografia</b> .....	46

**UNIDADE TEMÁTICA I****MECÂNICA****Resumo de conteúdos****Mecânica**

**Mecânica** é ramo da Física que se dedica ao estudo das alterações das posições dos corpos no espaço e no decorrer do tempo, assim como o equilíbrio e as forças nelas aplicadas.

A mecânica é dividida em três partes a saber:

- **Cinemática**, que estuda os movimentos dos corpos sem levar em consideração as causas que os originam, estabelece as relações entre a posição, a velocidade, a aceleração e o tempo em que os movimentos se efectuam.
- **Estática**, que estuda as forças e suas condições de equilíbrio nos corpos sólidos e fluidos.
- **Dinâmica**, que estuda a relação entre a força e o movimento dos corpos.

**Cinemática****Movimento rectilíneo uniforme (MRU)**

**Movimento rectilíneo uniforme (M.R.U)** – é um movimento cuja trajectória descrita pelo corpo é uma linha recta e a sua velocidade é constante.

Um corpo animado de MRU percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

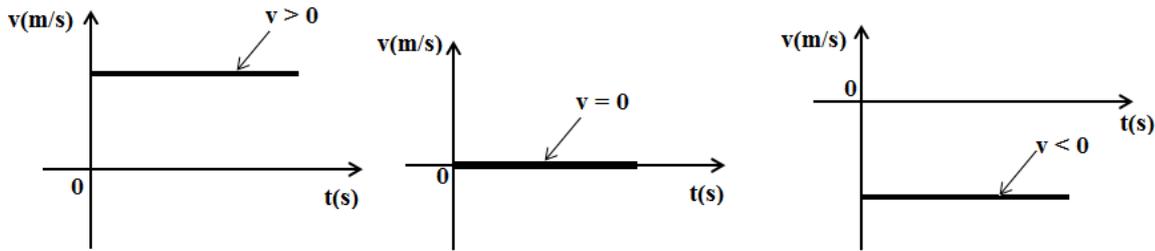
**Expressão para o cálculo da velocidade é a da velocidade instantânea.**

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow v = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

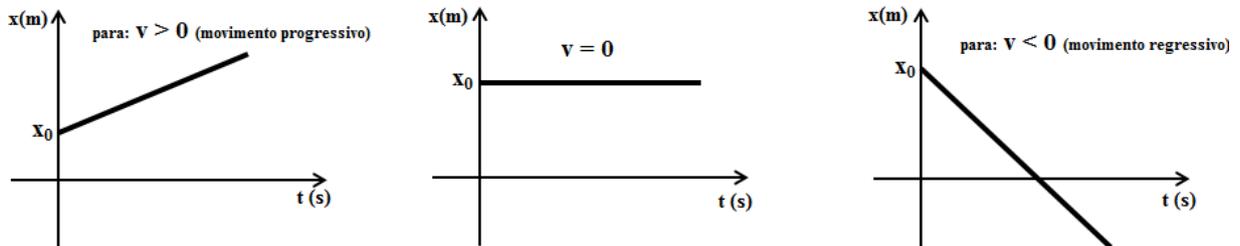
**Expressão para o cálculo do deslocamento.**

$$x(t) = x_0 + v.t$$

### Gráficos da velocidade em função do tempo – $v(t)$



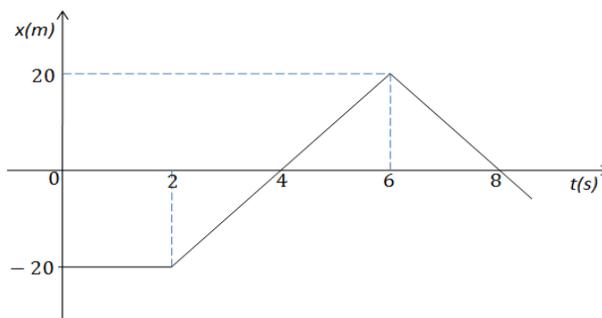
### Gráficos da posição em função do tempo – $x(t)$



### Exercícios 1

1. Um móvel movimenta-se a uma velocidade constante de 30 m/s.
  - a) Que distância ele percorre em 20s?
  - b) Em quanto tempo ele percorrerá 1.500 m?
  
2. Um móvel desloca-se obedecendo à seguinte função horária:
 
$$x = -50 + 20t$$
 (com  $s$  em metros e  $t$  em segundos)
  - a) Qual é o espaço inicial e a velocidade do móvel?
  - b) Em que instante o móvel passa pela origem dos espaços?
  - c) Qual é o espaço e a velocidade do móvel no instante  $t = 10$  s?
  
3. Observe o gráfico da posição em função do tempo de uma partícula.

- a) Qual é a posição inicial da partícula?
- b) Em que instantes o móvel passa pela origem?
- c) Calcule a velocidade nos instantes 4 e 6 segundos.



**Movimento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)**

**Movimento rectilíneo uniformemente variado (M.R.U.V)** – é um movimento cuja trajectória descrita pelo corpo é uma linha recta. A sua velocidade varia uniformemente no tempo, isto é, a velocidade varia em quantidades iguais para intervalos de tempo iguais e a aceleração é constante.

**Expressão para o cálculo da Aceleração**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

A unidade de aceleração no sistema internacional (SI) é o metro por segundo quadrado.

$$[a] = \left[ \frac{m}{s^2} \right] \quad \text{ou} \quad [a] = [m.s^{-2}]$$

**Expressão para o cálculo da velocidade**

$$v(t) = v_0 + a.t$$

**Expressão para o cálculo da posição**

$$x(t) = x_0 + v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

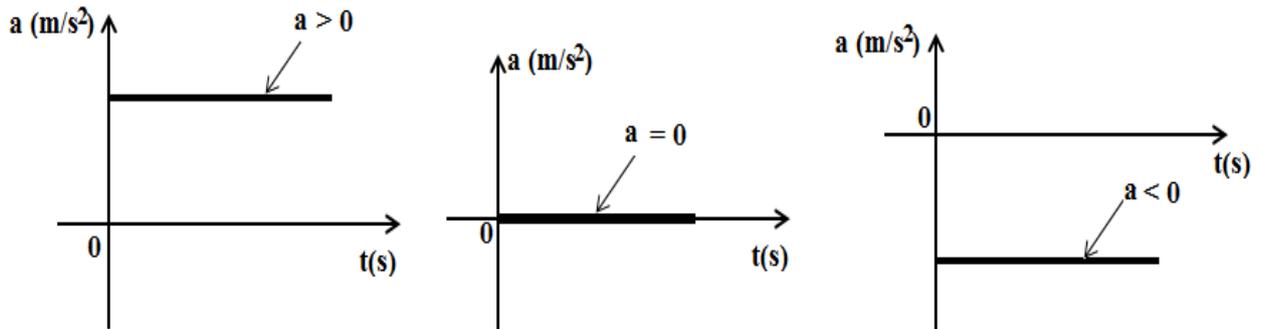
**Equação de Torricelli**

A equação de Torricelli é uma relação de extrema importância, pois ela independe do tempo e será fundamental em problemas que não trabalhem com o mesmo.

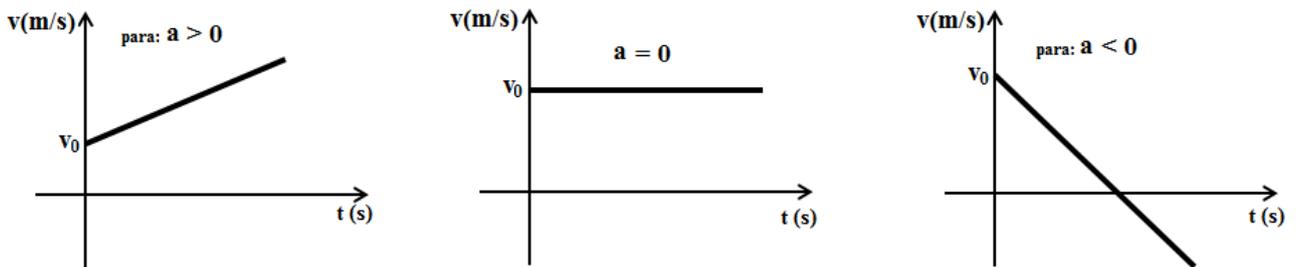
A equação de Torricelli é dada pela seguinte expressão matemática:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

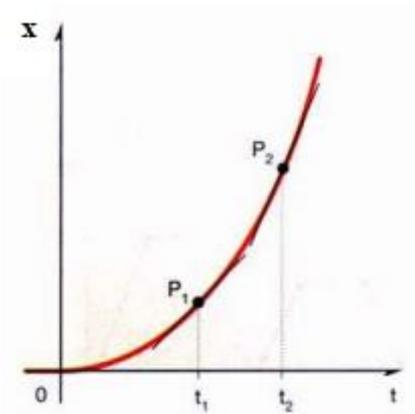
**Gráficos da aceleração em função do tempo – a(t)**



**Gráficos da velocidade em função do tempo – v(t)**



**Gráficos da posição em função do tempo – x(t)**





## Exercícios 2

4. Um carro parte do repouso e atinge a velocidade de 20 m/s num intervalo de tempo de 4s. Determine a sua aceleração média nesse intervalo de tempo.

5. Uma partícula em movimento rectilíneo tem a velocidade variada, em função do tempo, conforme a tabela:

$v(m/s)$	2,0	4,0	6,0	8,0
$t(s)$	0	1,0	2,0	3,0

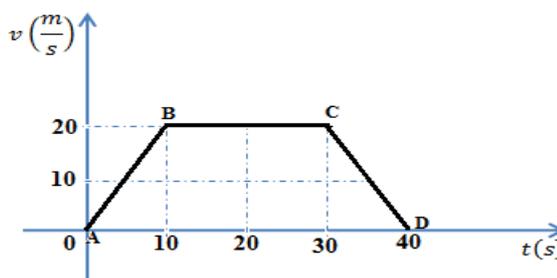
- a) Qual é a aceleração da partícula?
- b) Qual é o valor da velocidade no instante  $t = 1,5 s$ ?

6. Um móvel desloca-se sobre uma recta segundo a função horária  $x = -15 - 2t + t^2$  (no SI). Determine:

- a. O tipo de movimento
- b. A posição inicial
- c. A velocidade inicial
- d. A aceleração
- e. A função  $v = f(t)$

7. Um móvel descreve um movimento rectilíneo de acordo com a figura abaixo:

- a. Classifique o movimento em cada trecho, indicando o sinal da velocidade e da aceleração
- b. Calcule a aceleração em cada trecho
- c. Construa o gráfico  $a(t)$



### Queda livre dos corpos

A queda livre e o lançamento vertical dos corpos é o movimento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) com uma aceleração constante "g" para todos os corpos.

**Equação da velocidade em função do tempo**

$$v(t) = v_0 + gt$$

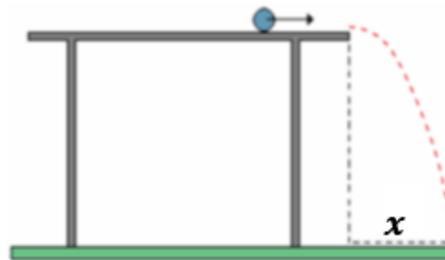
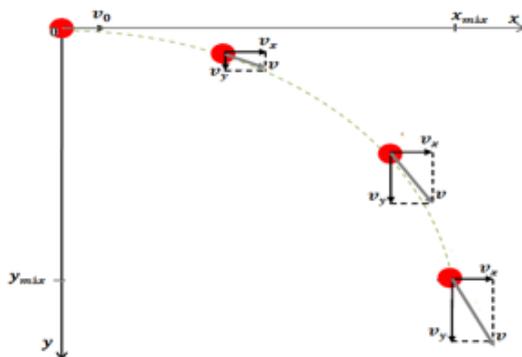
**Equação da posição em função do tempo**

$$y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

**Equação da posição em função da velocidade (equação de Torricelli)**

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y$$

**Lançamento horizontal**



**Equações:**

Ao longo do eixo horizontal (MRU):

$$v_x = v_{0x} = v_0 = \textit{constante}$$

$$x(t) = v_0 \cdot t$$

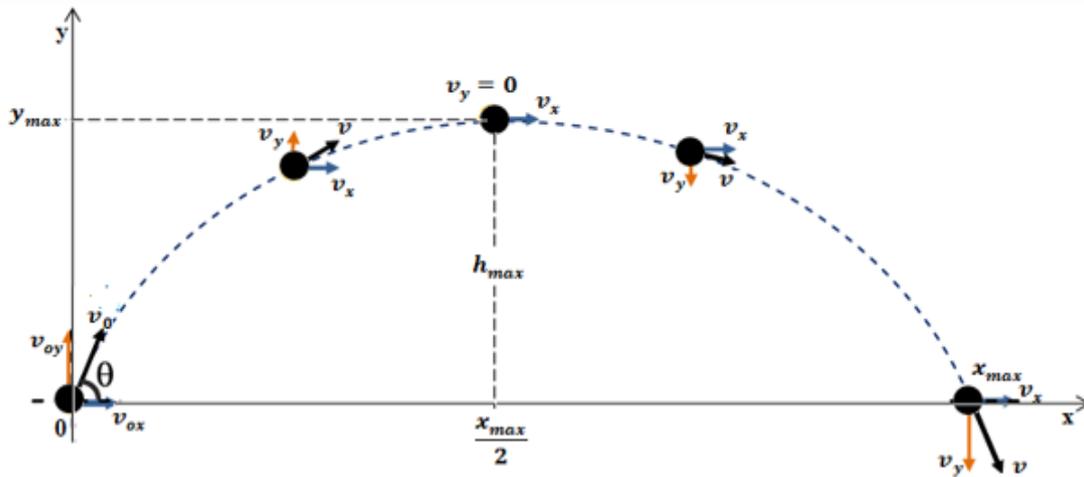
Ao longo do eixo vertical (MRUA)

$$y(t) = \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y(t) = gt$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

### Lançamento oblíqua



**Equações:**

**Ao longo do eixo horizontal (MRU):**

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta = \text{constante}; \theta \neq 0$$

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$$

**Ao longo do eixo vertical (MRUA)**

$$y(t) = v_0 \cdot \text{sen} \theta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y(t) = v_0 \cdot \text{sen} \theta - gt$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$



### Exercícios 3

8. Um corpo é lançado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de  $20 \text{ m/s}$ . Desprezando a resistência do ar e admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , pede – se:
  - a. A função  $y(t)$ .
  - b. A função  $v(t)$ .
  - c. O tempo gasto pelo corpo para atingir a altura máxima.
  - d. A altura máxima atingida em relação ao solo.
  - e. O tempo gasto pelo corpo para retornar ao solo.
  - f. A velocidade do corpo ao tocar o solo.
  
9. De um ponto situado a  $80 \text{ m}$  do solo, uma pedra é lançada verticalmente para cima com uma velocidade de  $42 \text{ m/s}$ . Adoptando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a. O tempo de subida.
- b. A altura máxima atingida em relação ao solo.
- c. O tempo gasto para atingir o solo.

10. Um projectil é atirado horizontalmente do alto de uma torre de 125 metros de altura com velocidade inicial de  $80 \text{ m/s}$ . Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , pede-se:

- a. O tempo que o projectil leva para atingir o solo.
- b. A velocidade do projectil ao atingir o solo.
- c. As coordenadas do projectil no instante 2s.

11. Um projectil é lançado obliquamente do solo para cima com a velocidade de  $300 \text{ m/s}$ , numa direcção que forma um ângulo de  $30^\circ$  com horizontal. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a. As equações do movimento do corpo.
- b. O tempo que o projectil leva para atingir a altura máxima.
- c. A altura máxima alcançada pelo projectil em relação ao solo.
- d. O alcance do projectil.
- e. A velocidade do corpo no instante  $t = 4 \text{ s}$ .
- f. As coordenadas do corpo no instante  $t = 4 \text{ s}$ .

### Movimento circular uniforme

Um movimento circular uniforme (MCU), é aquele em que um móvel descreve uma trajectória circular, com velocidade constante em módulo, repetindo-se periodicamente os estados do movimento (posição, velocidade e aceleração).

### Velocidade angular ou cíclica ( $\omega$ )

A velocidade angular, caracteriza a rapidez com que varia o ângulo horário ou fase ( $\theta$ ), o qual corresponde ao arco da trajectória em função do tempo.

A velocidade angular média é dada pela seguinte expressão:

$$\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

A unidade da velocidade angular no SI é **rad/s** (radianos por segundo).

Sendo  $\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$ , podemos relacionar a velocidade angular média ( $\omega_m$ ) com a velocidade escalar média ( $v_m$ ) pela seguinte expressão:

$$\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\Delta s}{r \cdot \Delta t} \Rightarrow \omega_m = \frac{v_m}{r} \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \text{ ou } v = \omega \cdot r$$

### Função horária do movimento circular uniforme

A figura 15, representa um móvel que se desloca da posição  $P_0$ , correspondente à fase inicial  $\theta_0$ , para a posição  $P$ , que corresponde à fase  $\theta$ , em movimento circular uniforme.

Nesse movimento, a velocidade angular é constante e a partir da sua definição podemos escrever:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta - \theta_0}{t - t_0} \text{ e considerando o instante inicial } t_0 = 0, \text{ obtemos:}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega t$$

### Frequência e período

A frequência é o número de voltas que o corpo executa na unidade de tempo.

A unidade da frequência no SI é o hertz (**Hz**) ou rotações por segundo (**rps**) e pode ser calculada pela seguinte expressão:

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

Onde  $n$  é o número de voltas e  $t$  é o tempo necessário para executar as  $n$  voltas.

O período é o tempo necessário para que o corpo dê uma volta completa.

A sua unidade no SI é o segundo (**s**).

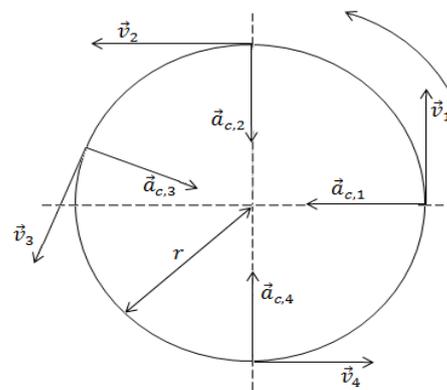
Entre o período e a frequência existe uma relação de proporcionalidade inversa, isto é, quanto maior for o período menor é a frequência, e vice-versa.

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{t}{n}$$

### Aceleração centrípeta e aceleração tangencial

A aceleração tangencial surge sempre que existe variação do módulo da velocidade de um corpo. Por isso, a aceleração tangencial é sempre tangente à trajectória descrita pelo corpo (figura 16).

*No MCU a aceleração tangencial é nula visto que o módulo da velocidade não varia, pois é constante.*



A aceleração centrípeta surge sempre que existe variação da direcção da velocidade.

$$a_c = \frac{v^2}{r} \text{ ou } a_c = \omega^2 r$$



## Exercícios 4

12. A distância da terra à lua é de  $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ . O período de rotação da lua em torno da terra é de 27,32 dias. Calcule a velocidade angular e linear da lua.
13. Um automóvel move-se a uma velocidade de  $90 \text{ km/h}$ . As suas rodas têm o diâmetro de  $50 \text{ cm}$  e não escorregam no solo.
- Qual é a velocidade linear de um ponto no centro da roda?
  - Calcule a velocidade linear e angular de um ponto na periferia da roda.
  - Calcule a frequência de rotação da roda
14. A função horária da fase para o MCU é  $\theta = 2,5 + 2,0t$  (com  $\theta$  em radianos e  $t$  em segundos). Sendo o raio da circunferência igual a  $1,5 \text{ m}$ , determine:
- A fase inicial e a velocidade angular do movimento;
  - O período e a frequência correspondentes;
  - A aceleração centrípeta do movimento.
15. Um móvel em movimento circular e uniforme efectua 1200 rotações completas por minuto. Qual é a frequência, em hertz, e o período em segundos, desse móvel?

### Estática

**Estática** é a parte da Mecânica que estuda as forças e suas condições de equilíbrio.

#### Condição de equilíbrio de translação

Um corpo executa o movimento de translação, quando se desloca de um ponto ao outro do espaço, aumentando ou diminuindo a sua distância em relação a um corpo considerado fixo (corpo ou ponto de referência).

Um corpo está em equilíbrio de translação, quando a resultante (soma) das forças que actuam sobre ele for nula (igual a zero).

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$F_R = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} F_{Rx} = 0 \\ F_{Ry} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

### Aplicação da condição de equilíbrio de translação

Na resolução de exercícios sobre equilíbrio de translação, convém obedecer os seguintes passos:

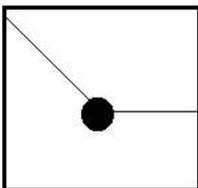
**1º Passo:** Representar todas as forças que actuam apenas sobre o corpo.

**2º Passo:** Decompor a(s) força(s), que não coincide(m) com os eixos de referência x e y.

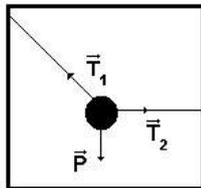
**3º Passo:** Aplicar a condição de equilíbrio de translação.

Exemplo:

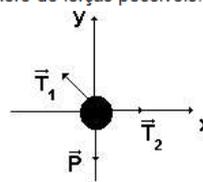
Um ponto material preso por dois cabos



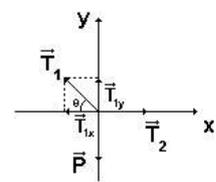
Representar as forças que actuam sobre a esfera.



Traçar eixos de referência x e y. Fazê-los coincidir com o maior número de forças possíveis.



Decompor a(s) força(s), que não coincidem com os eixos de referência x e y.



### Condição de equilíbrio de rotação

Um corpo executa um movimento de rotação quando este se move em torno de um eixo fixo.

Um corpo encontra-se em equilíbrio de rotação quando a soma algébrica dos momentos das forças ( $M$ ) é igual a zero.

$$\sum \vec{M} = \vec{0}$$

### Momento de uma força

Chama-se o momento ( $M$ ) de uma força ( $F$ ) em relação a um ponto ( $O$ ), ao produto do módulo da força pelo braço de força ( $d$ ).

$$M = F \cdot b$$

Onde:

- **M** o *Momento da Força* dado em Newton x metro (**Nm**);
- **F** é a *Força* dada em Newton (**N**);
- **b** é o *braço da força* (distância da força em relação ao pólo) dado em metros (**m**).

O Momento da Força pode ser *positivo* ou *negativo*, dependendo do sentido de rotação produzida pela força sobre o corpo.

### Aplicação da condição de equilíbrio de rotação

Na resolução de exercícios sobre equilíbrio de rotação, convém obedecer os seguintes passos:

**1º Passo:** Representar todas as forças que actuam apenas sobre a barra.

**2º Passo:** Escolher um ponto qualquer da barra, que passa a ser considerado o seu centro de rotação. Convém escolher um ponto em que se encontra uma das grandezas a ser calculada.

**3º Passo:** Calcular o momento de todas as forças que actuam sobre a barra em relação ao eixo escolhido.

**4º Passo:** Escolher o sentido positivo de rotação da barra, sobre o eixo escolhido. Quando o sentido é anti-horário, é convenção adoptar o sinal (+); quando é horário, o sinal é (-).

### Regra dos sinais do momento:

- As forças cuja acção (sozinha) sobre a barra iriam provocar uma rotação da barra no sentido horário, em torno do ponto de rotação, têm um momento positivo.
- As forças cuja acção (sozinha) sobre a barra iriam provocar uma rotação da barra no sentido anti-horário, em torno do ponto de rotação têm um momento negativo.

**5º Passo:** Aplicar a condição de equilíbrio de rotação, tendo em conta a regra dos sinais dos momentos de cada força.

**6º Passo:** Aplicar a condição de equilíbrio de translação.

### Regra dos sinais das forças:

Se se considerar positivas as forças que actuam para cima, então as forças que actuam para baixo são negativas, ou vice-versa.



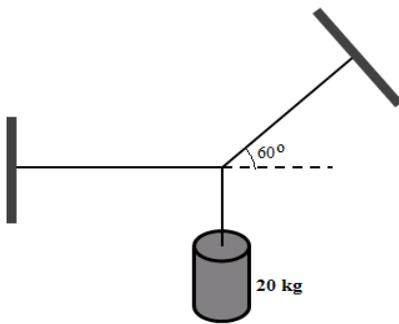
## Exercícios 5

### Exercícios sobre condição de equilíbrio de translação

**16.** Um corpo de massa 20 kg é sustentado por duas cordas inextensíveis, conforme a figura.

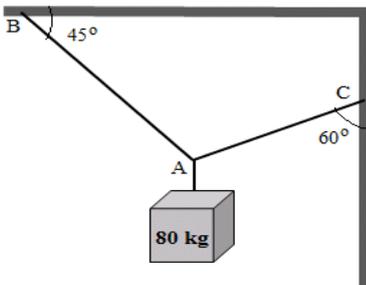
$$\{\text{solução: } T_1 = \frac{200\sqrt{3}}{3}N \quad e \quad T_2 = \frac{400\sqrt{3}}{3}N \}$$

Calcule as tensões nas cordas (use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



17. O Corpo da figura ao lado tem peso 80 N e está em equilíbrio suspenso por fios ideais. Calcule a intensidade das forças de tração suportadas pelos fios AB e AC. {solução:  $T_{AB} = \frac{800}{13} N$  e  $T_{AC} = \frac{6400}{91} N$ }

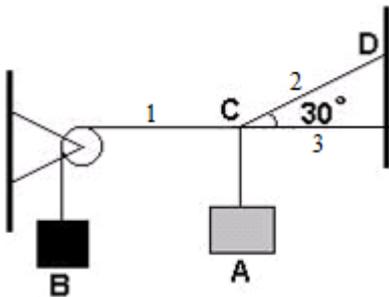
Adote  $\cos 30^\circ = 0,8$  e  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,7$ .



18. Duas cargas, A e B, estão suspensas por cabos 1, 2 e 3, conforme a figura, situados num Plano vertical. Sendo: A = 500 kg, B = 1000 kg,  $\cos 30^\circ = 0,87$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a intensidade da tração nos cabos 1, 2 e 3.

{solução:

$T_1 = 10000N$  ,  $T_2 = 10000N$  e  $T_3 = 1300N$ }

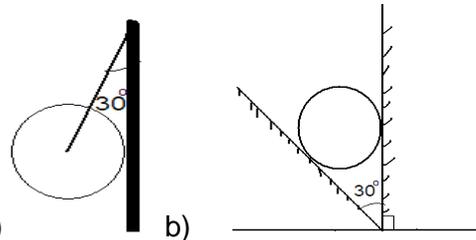


19. Para os seguintes casos, determine a direcção, o sentido e o módulo de todas

as forças que actuam sobre a esfera de 40 kg.

{solução:

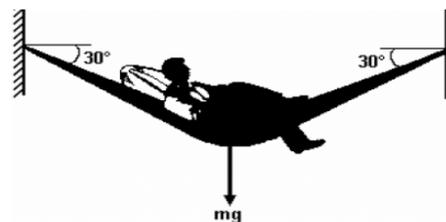
a)  $T = 461,9N$ ,  $N = 230,5N$  b)  $N_1 = 800N$ ,  $N_2 = 692,8N$ }



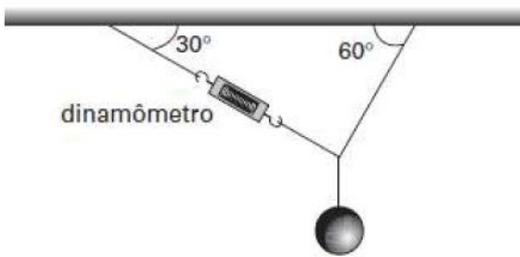
20. Quando um homem está deitado numa rede (de massa desprezível), as forças que esta aplica na parede formam um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal, e a intensidade de cada uma é de 60kgf (ver figura abaixo).

a) Qual é o peso do homem? {solução: 60 kgf }

b) O gancho da parede foi mal instalado e resiste apenas até 130kgf. Quantas crianças de 30kg a rede suporta? (suponha que o ângulo não mude). {solução: 4 crianças }



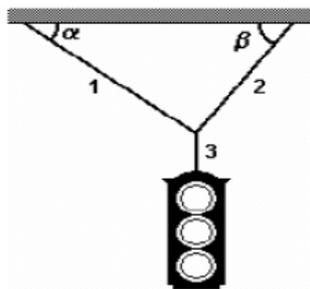
21. Um professor de Física pendurou uma pequena esfera, pelo seu centro de gravidade, ao tecto da sala de aula, conforme a figura abaixo: Em um dos fios que sustentava a esfera ele acoplou um dinamómetro e verificou que, com o sistema em equilíbrio, ele marcava 10N. Calcule o peso, em Newtons, da esfera pendurada. {solução:  $P = 20 N$ }



22. Um semáforo pesando 100 N está pendurado por três cabos conforme ilustra a figura. Os cabos 1 e 2 fazem um ângulo  $\alpha$  e  $\beta$  com a horizontal, respectivamente. Considerando o caso em que  $\alpha = 30^\circ$  e  $\beta = 60^\circ$ , determine as tensões nos cabos 1, 2 e 3.

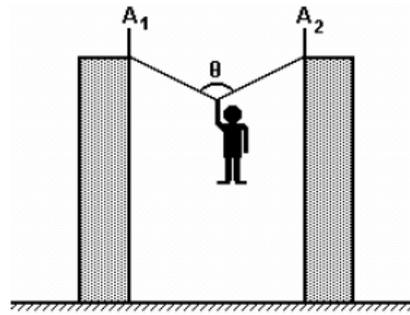
Dados:  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$  e  $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

{solução:  $T_1 = 50N$ ,  $T_2 = 50\sqrt{3}$ ,  $T_3 = 100N$  }

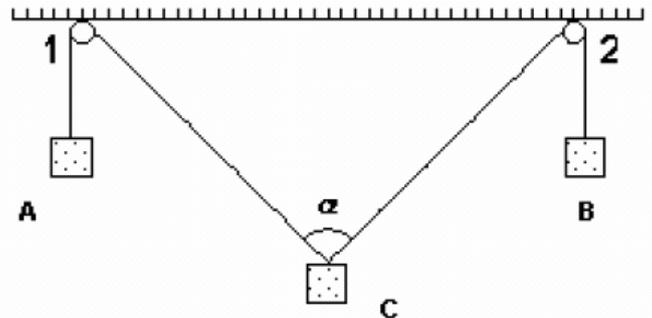


23. Na figura ao lado, a corda ideal suporta um homem pendurado num ponto equidistante dos dois apoios ( $A_1$  e  $A_2$ ), a uma certa altura do solo, formando um ângulo  $\theta$  de  $120^\circ$ . Sabe-se que a tensão em cada uma das cordas é de 800N.

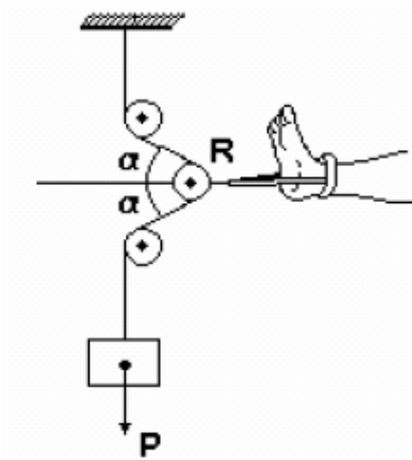
Calcule a massa do homem. {solução :P = 80 N }



24. Três blocos A, B, e C, sendo que A e B possuem a mesma massa de 5 kg, e C têm massa desconhecida. Esses blocos são pendurados no tecto através de dois fios que passam livremente pelas argolas 1 e 2 e encontra – se em equilíbrio, sabe-se que o ângulo  $\alpha = 90^\circ$ , calcule o valor da massa do bloco C. {solução:  $m = 7$  kg }

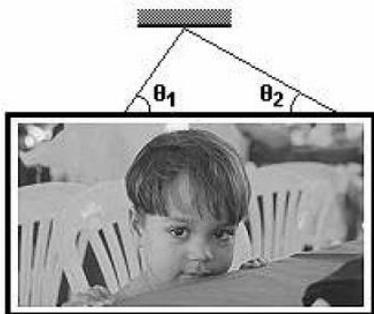


25. Em uma sessão de fisioterapia, a perna de um paciente acidentado é submetida a uma força de tração que depende do ângulo  $\alpha$ , como indica a figura a seguir. Se o peso do bloco e de 200 N e o ângulo  $\alpha = 45^\circ$ , calcule a força de tração no pé do paciente. {solução:  $T = 200\sqrt{2}N$  }



26. Um quadro de massa  $m = 6,0 \text{ kg}$  encontra-se em equilíbrio pendurado ao tecto pelos fios 1 e 2, que fazem com a horizontal os ângulos  $\theta_1 = 60^\circ$  e  $\theta_2 = 30^\circ$ , conforme a figura, calcule as trações nos fios 1 e 2.

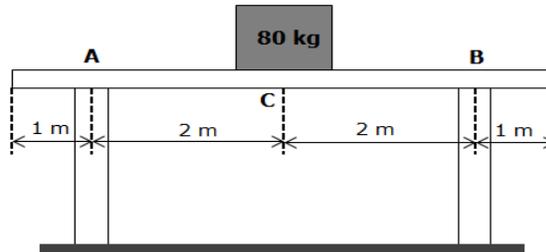
{solução:  $T_1 = 30\sqrt{3}N$ ,  $T_2 = 30N$ }



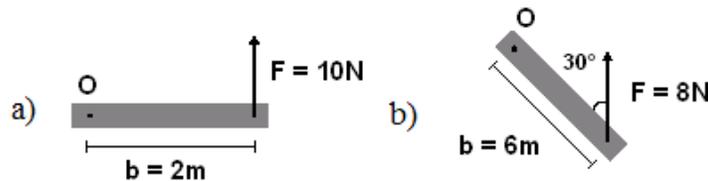
**Exercícios sobre a condição de equilíbrio de rotação**

27. Uma barra de madeira homogénea, de massa 50 kg está apoiada sobre dois muros, como mostra a figura. No ponto C, da barra é colocado um bloco de 80 kg. Calcule as forças de reacção dos muros contra o conjunto barra-bloco.

{solução:  $N_A = 650\text{ N}$ ;  $N_B = 650\text{ N}$  }



28. Em cada caso representado abaixo, calcule o momento da força aplicada na barra, em relação ao ponto O. {solução: a)  $M = + 20\text{ Nm}$  b)  $M = + 24\text{ Nm}$ }



29. Em relação às barras representadas no exercício anterior, determine:

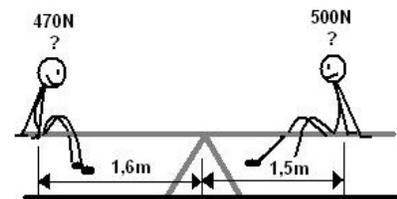
- a. os momentos da força, se esta estivesse aplicada no ponto médio de cada barra. {solução: a)  $M = + 10\text{ Nm}$  b)  $M = + 12\text{ Nm}$ }
- b. o valor desses momentos quando a força é aplicada paralela às barras.

30. Dois atletas estão sentados em lados opostos de uma gangorra, como mostra a figura.

- a. Determine o momento resultante em relação ao eixo de rotação?

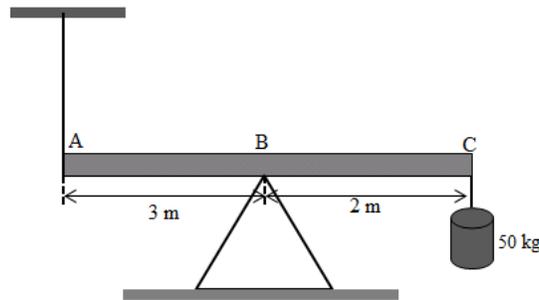
{solução:  $M_1 = + 752\text{ Nm}$   $M_2 = -750\text{ Nm}$   $\Sigma M = +2\text{ Nm}$ }

- b. Determine ainda para que lado a gangorra cairá?



31. Uma tábua uniforme de 3m de comprimento é usada como gangorra por duas crianças com massas 25 kg e 54 kg. Elas sentam sobre as extremidades da tábua de modo que o sistema fique em equilíbrio quando apoiado em uma pedra distante de 1m da criança mais pesada. Qual é o peso da tábua? Dado:  $g = 10\text{ m/s}^2$ {solução:  $P = 80\text{ N}$  }

32. A barra da figura, abaixo é rígida de 250 kg, fixa numa das extremidades por um fio e apoiada no ponto B. Na extremidade C da barra encontra-se um bloco de 50 kg.



Determine:

- A força a que está sujeita o fio.
- A força que o apoio exerce sobre a barra. (use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

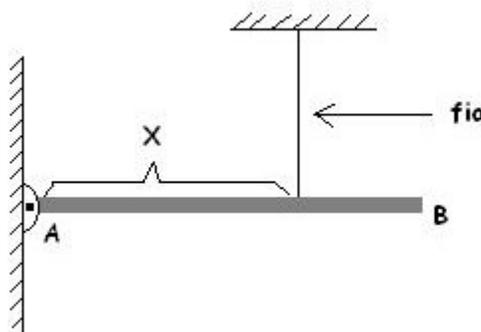
{solução: a)  $T = 83,3 \text{ N}$ ; b)  $N_B = 1416,7 \text{ N}$  }

33. Um fio, cujo limite de resistência é de 25N, é utilizado para manter em equilíbrio, na posição horizontal, uma haste de metal, homogênea, de comprimento  $AB = 80 \text{ cm}$  e peso de 15N.

A barra é fixa em A, numa parede, através de uma articulação, conforme indica a figura a seguir.

Calcule a menor distância X, para a qual o fio manterá a haste em equilíbrio.

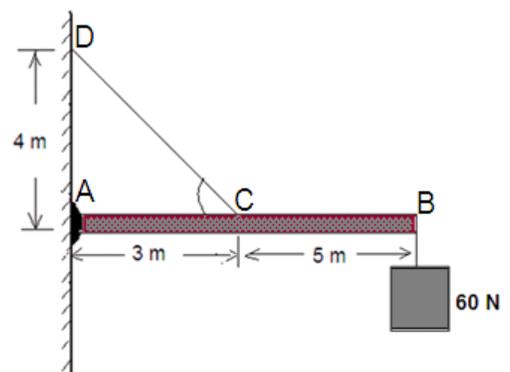
{solução:  $X = 25 \text{ cm}$  }



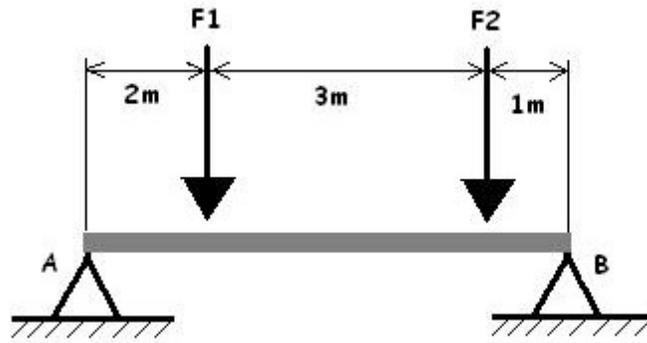
34. A barra AB da figura é homogênea e tem peso 180 N. Sabendo que ela é mantida horizontalmente pela corda DC e é articulada em B, determine:

- A tensão na corda AC.
- As componentes horizontais e verticais da força sobre a barra no ponto A.

{solução:a)  $T = 500 \text{ N}$  b)  $F_1 = 160 \text{ N}$  e  $F_2 = 375 \text{ N}$ }



35. A barra a seguir é homogênea e está apoiada nos pontos A e B. Sabendo-se que a reacção no apoio A é  $N_A = 200$  e que  $F_1 = 100\text{N}$  e  $F_2 = 500\text{N}$ , calcule o peso da barra. {solução:  $P = 100\text{ N}$ }



36. Um cachorro de 4 kg está sentado no meio de uma barra de 6m de comprimento. Considere o peso da barra desprezível.

Calcule a reacção dos apoios A e B.

{solução:  $N_A = N_B = 20\text{ N}$ }



37. Repita o exercício anterior, agora com o cachorro sentado a 1,5m do apoio B.

{solução:  $N_A = 10\text{ N}$ ;  $N_B = 30\text{ N}$ }

## Dinâmica

**Dinâmica** – Estudo dos movimentos a partir de suas CAUSAS.

### 1ª Lei de Newton – Lei da Inércia

“Qualquer corpo tende a permanecer em seu estado de movimento se a resultante das forças que actuam sobre ele for nula.”

$$\vec{F}_R = 0$$

**Exemplos da 1ª Lei de Newton**

Quando um machimbombo freia bruscamente os passageiros são arremessados para a frente do colectivo, pois tendem a permanecer em seu estado de movimento.

Quando um automóvel arranca bruscamente, o motorista “cola” no banco, pois tende a permanecer em seu estado de movimento (no caso, repouso).

**2ª Lei de Newton – Lei Fundamental da Dinâmica**

*“A Força Resultante sobre um corpo é igual ao produto da sua massa pela aceleração que adquire.”*

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

**3ª Lei de Newton – Lei da Ação e Reação**

*“A toda acção corresponde uma reacção, de mesma intensidade, mesma direcção, porém de sentido contrário actuando em corpos distintos.”*

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

**UNIDADE TEMÁTICA II**

**TRABALHO E ENERGIA. CHOQUES E COLISÕES**



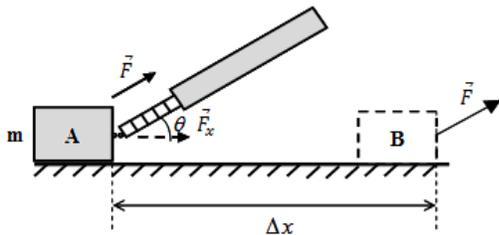
**Resumo de conteúdos**

**Trabalho e Energia**

**Trabalho e energia**

**Equação do trabalho mecânico**

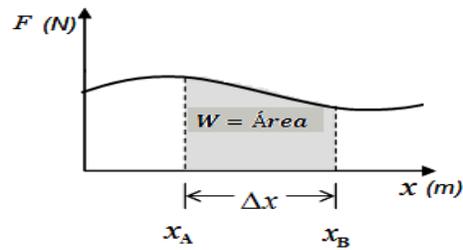
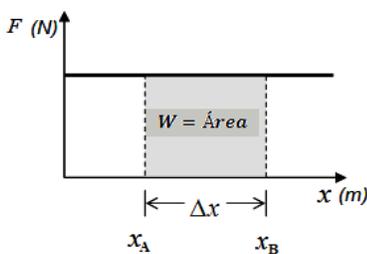
Seja um ponto material de massa  $m$  que, por causa da acção de uma força  $\vec{F}$  constante, se desloca da posição **A** para a posição **B**.



$$W_{A,B} = F \cdot \Delta x \cdot \cos \theta$$

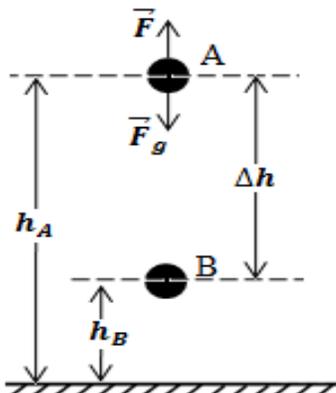
**Unidade no SI:**  $[W] = N \cdot m = \text{Joule } (J)$

**Gráfico do trabalho mecânico**



**Energia potencial gravitacional**

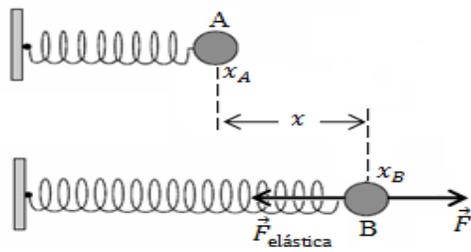
**Energia potencial gravitacional:** é a energia que um corpo possui devido à sua posição em relação ao solo.



$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

### Energia potencial elástica

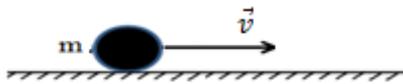
**Energia potencial elástica:** é a energia que um corpo elástico possui devido à sua deformação.



$$E_{pel} = \frac{1}{2} kx^2$$

### Energia cinética

**Energia cinética ( $E_c$ ):** é a energia mecânica que um corpo possui devido ao seu movimento.



$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

### Lei de conservação da energia mecânica

**Energia mecânica:** é a soma das energias cinética e potencial de um corpo.

$$E_M = E_c + E_p$$

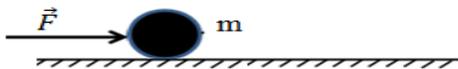
$$E_{Mi} = E_{Mf} \Leftrightarrow E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf} = \text{constante}$$

### Impulso e quantidade de movimento

#### Impulso de uma força

**Chama-se impulso** ao produto do módulo da força aplicada ao corpo, pelo tempo da sua acção.

Unidade no SI:  $[I] = N \cdot s$  (**Newton. Segundo**)

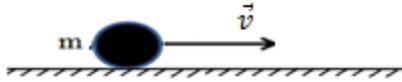


$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

### Quantidade de movimento de um corpo

**Quantidade de movimento** é uma grandeza vectorial  $\vec{P}$  que tem a direcção da velocidade do corpo e cujo módulo é igual ao produto da massa do corpo pela sua velocidade.

Unidade no SI:  $[p] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{N}}{\text{s}}$



$$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$$

### Lei de conservação da quantidade de movimento

Na ausência de forças externas, ou seja, quando a resultante das forças externas é nula, o momento linear de um sistema de partículas é constante.

$$P_{inicial} = P_{final} \Rightarrow p_{1i} + p_{2i} + p_{3i} + \dots + p_{ni} = p_{1f} + p_{2f} + p_{3f} + \dots + p_{nf}$$

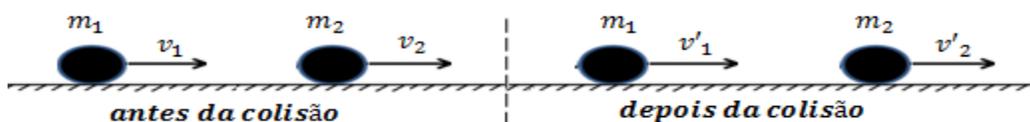
### Choques ou colisões

Considera-se choque ou colisão, a interacção bastante curta que resulta da aproximação entre dois ou mais corpos.

#### Colisões elásticas

Diz-se que ocorreu uma colisão elástica quando, depois do choque, os corpos se movem separadamente e a energia mecânica do sistema antes e depois da colisão permanecer constante.

Nesta colisão pode-se aplicar a lei de conservação da energia mecânica e a lei de conservação da quantidade de movimento da seguinte maneira:



### Lei de conservação da quantidade de movimento

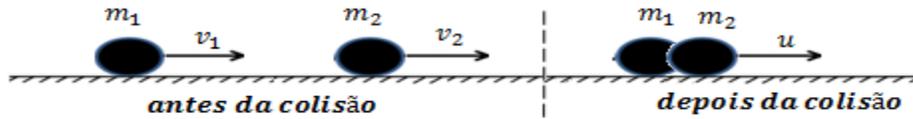
$$\sum p_{antes} = \sum p_{após} \Rightarrow p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 \Rightarrow m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

### Lei de conservação da energia

$$E_{M_{antes}} = E_{M_{após}} \Rightarrow E_{c_1} + E_{c_2} = E'_{c_1} + E'_{c_2} \Rightarrow \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} = \frac{m_1 \cdot v'_1{}^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v'_2{}^2}{2}$$

### Colisões inelásticas

Diz-se que ocorreu uma colisão inelástica quando, após o choque, os corpos se juntam e passam a se deslocarem com a mesma velocidade. Nesta colisão a energia mecânica não permanece constante, podemos aplicar a lei de conservação da quantidade de movimento da seguinte maneira:



### Lei de conservação da quantidade de movimento

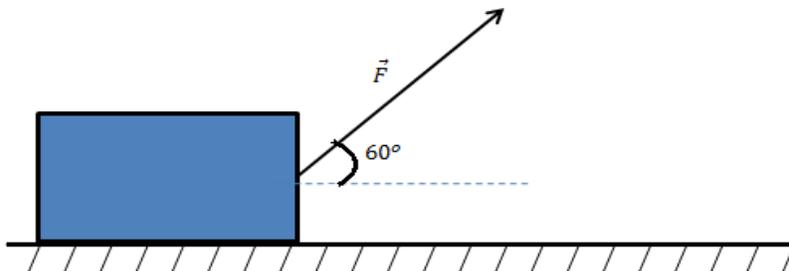
$$\sum p_{\text{antes}} = \sum p_{\text{após}} \Rightarrow p_1 + p_2 = p \Rightarrow m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$$

$$\frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot u^2}{2} + Q/|W_{F_a}|$$



### Exercícios de aplicação

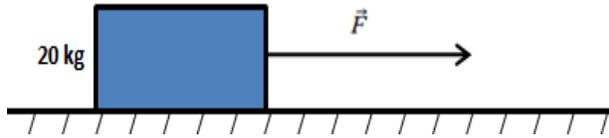
38. Um pequeno bloco desliza num trilho recto, sem atrito, submetido à acção de uma força resultante  $F = 250N$ , constante. Calcule o trabalho dessa força em um percurso de  $10\text{ m}$  no mesmo sentido dessa força.
39. Um bloco pesando  $800\text{ N}$  é arrastado ao longo de  $6\text{ m}$  sobre um piso horizontal, com velocidade constante, por uma força  $F$  que faz um ângulo de  $30^\circ$  com a direcção horizontal. O coeficiente de atrito entre o bloco e o piso é de  $0.25$ .
- Calcule o valor da força  $F$ .
  - Calcule o trabalho realizado pela força  $F$  e pela força de atrito.
40. Uma força constante  $\vec{F}$ , de intensidade  $40N$ , formando um ângulo de  $60^\circ$  com a direcção do deslocamento, age sobre um corpo num percurso de  $60\text{ m}$ , conforme indica a figura:



Determine o trabalho executado pela força  $\vec{F}$ .

41. Um corpo de massa  $m = 20 \text{ kg}$  é deslocado de uma distância de  $50 \text{ m}$  pela força  $F = 60 \text{ N}$  aplicada na direcção do deslocamento.

Sendo o coeficiente de atrito entre o corpo e a superfície  $\mu = 0,2$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,

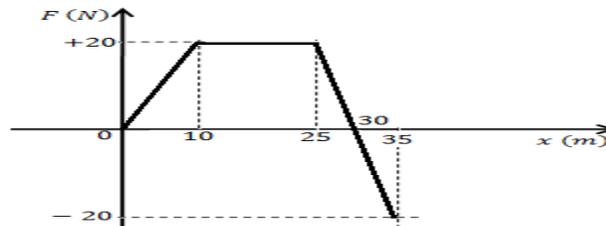


Determine:

- O trabalho realizado pela força peso;
- O trabalho realizado pela reacção normal do apoio;
- O trabalho realizado pela força  $\vec{F}$ ;
- O trabalho realizado pela força de atrito
- O trabalho realizado pela resultante de todas as forças

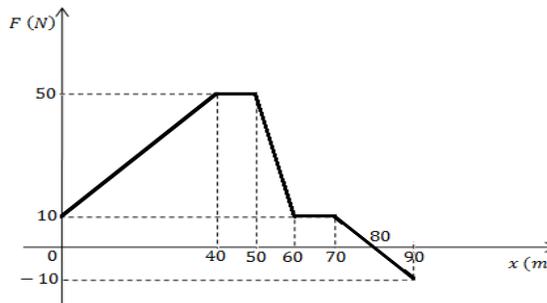
42. A figura representa as intensidades das forças aplicadas em um corpo na direcção de seu deslocamento. Determine o trabalho realizado pela força para deslocar o corpo entre as posições:

- $x = 0$  e  $x = 10 \text{ m}$
- $x = 10 \text{ m}$  e  $x = 25 \text{ m}$
- $x = 25$  e  $x = 30 \text{ m}$
- $x = 30$  e  $x = 35 \text{ m}$
- $x = 0$  e  $x = 35 \text{ m}$



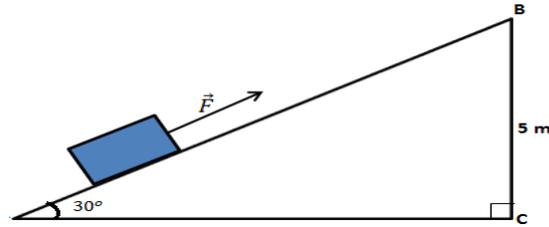
43. É dado o gráfico da força  $\vec{F}$  que age sobre um corpo de massa  $5 \text{ kg}$ , em função do seu deslocamento. A força  $\vec{F}$  é paralela ao deslocamento. Calcule o trabalho de  $\vec{F}$  nos deslocamentos:

- De 0 a 40 m;
- De 40 a 70 m;
- De 70 a 90 m;



44. No esquema temos uma força  $\vec{F}$  de intensidade  $200N$  aplicada sobre um corpo de massa  $10\text{ kg}$ . O atrito entre o corpo e o plano inclinado é desprezível. Dado  $g = 10\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , determine:

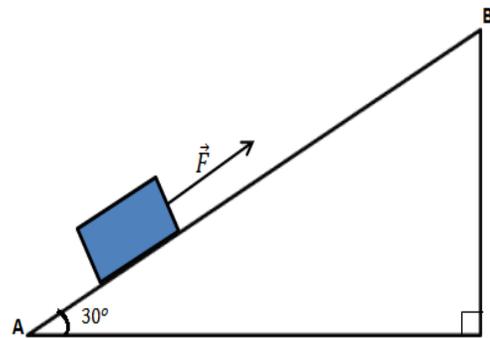
- O trabalho realizado por  $\vec{F}$  no deslocamento AB;
- O trabalho realizado pela força peso no deslocamento AB



45. Um corpo de massa  $8\text{ kg}$  está subindo um plano inclinado de  $30^\circ$  em relação à horizontal, conforme indica a figura.

Sabendo que  $F = 260N$ ,  $g = 10\frac{m}{s^2}$ ,  $\overline{AB} = 3m$  e a força de atrito entre o corpo e a superfície vale  $60\text{ N}$ , determine no deslocamento AB:

- O trabalho realizado pela força  $\vec{F}$ ;
- O trabalho realizado pela força de atrito;
- O trabalho realizado pela reacção normal do apoio;
- O trabalho realizado pela força peso;
- O trabalho realizado pela força resultante



46. Uma pessoa levanta uma criança de massa  $25\text{ kg}$  a uma altura de  $2\text{ m}$ , a uma velocidade constante. Sendo  $g = 10\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , determine:
- O trabalho realizado pela força peso
  - O trabalho realizado pela pessoa

47. Um corpo de massa  $12\text{ kg}$  encontra-se a  $8m$  de altura em relação ao solo. Admitindo  $g = 10\frac{m}{s^2}$ .

Determine:

- O trabalho realizado pela força peso para colocá-lo nesta posição;
- O trabalho realizado pela força peso para o corpo retornar ao solo.

48. Seja uma mola de constante elástica  $k = 800\text{ N/m}$ , comprimida de  $5\text{ cm}$ . Sabendo que o seu comprimento normal é de  $12\text{ cm}$ , determine o trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  externa.

49. Uma mola de constante elástica  $k = 16N/m$  é esticada desde sua posição de equilíbrio até uma posição em que o seu comprimento aumentou de  $10\text{ cm}$  a uma velocidade constante.

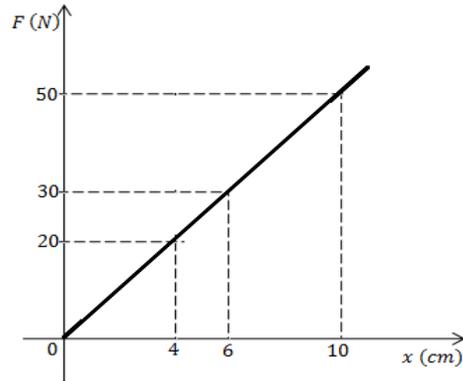
Determine o trabalho realizado pela força empregada no deslocamento referido

50. Uma mola é esticada desde a sua posição inicial, não alongada, até uma posição em que o alongamento é de  $10\text{ cm}$ .

O gráfico mostra a intensidade da força tensora em função do alongamento.

Determine:

- a) A constante elástica da mola
- b) O trabalho realizado pela força tensora o alongamento de  $0$  a  $10\text{ cm}$



51. Sobre um corpo de massa  $10\text{ kg}$ , inicialmente em repouso, actua uma força constante  $\vec{F}$  que faz variar sua velocidade de  $28\text{ m/s}$  em  $4\text{ s}$ . Determine:

- a) A aceleração do corpo
- b) A intensidade da força  $\vec{F}$
- c) O trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  nos primeiros  $6\text{ s}$

52. Um homem arrasta um saco de farinha de massa  $60\text{ kg}$  a uma distância de  $10\text{ m}$  sobre o solo, empregando para tanto uma força horizontal  $240\text{ N}$ .

A seguir ergue o saco a uma altura de  $1,0\text{ m}$  para colocá-lo num camião.

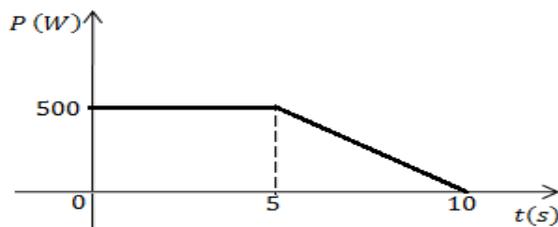
Supondo  $g = 10\frac{m}{s^2}$ , detrmine o trabalho total realizado pelo homem.

17. Determine a potência empregada por um dispositivo para elevar um corpo de massa  $2000\text{ kg}$  a uma altura de  $200\text{ m}$  em  $10$  segundos.

18. O gráfico abaixo representa a potência de um dispositivo no decorrer do tempo.

Determine:

- a) O trabalho realizado pelo dispositivo no intervalo de  $0$  a  $10\text{ s}$
- b) A potência média fornecida pelo dispositivo no intervalo de



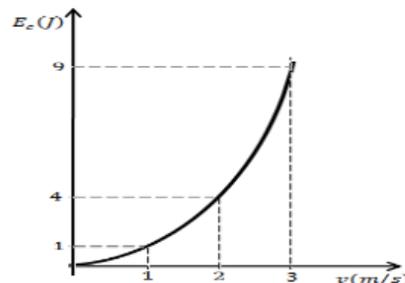
0 a 10s

19. Um motor de potência  $50 \text{ kW}$  acciona um veículo durante  $1 \text{ h}$ . Determine o trabalho desenvolvido pelo motor.
20. Um automóvel num trecho rectilíneo e horizontal tem velocidade constante de  $30 \text{ m/s}$ , apesar de actuar sobre ele uma força resistente de intensidade  $600 \text{ N}$ . Qual deve ser a potência necessária para mantê-lo em movimento?
21. Um corpo de massa  $2 \text{ kg}$  esta inicialmente em repouso. Num dado instante, passa a actuar sobre ele uma força  $\vec{F}$  constante e igual a  $10 \text{ N}$ . Sabendo que, após percorrer  $10 \text{ m}$ , a sua velocidade é de  $10 \text{ m/s}$ , calcule no deslocamento anterior:
- O trabalho da força  $\vec{F}$ ;
  - A sua potência média;
  - Sua potência instantânea  $2 \text{ s}$ , após iniciar o movimento.
22. Um dispositivo consome  $1000 \text{ W}$ , realizando um trabalho de  $3200 \text{ J}$  em  $4 \text{ s}$ . Determine o rendimento desse dispositivo.
23. Um motor de  $220 \text{ W}$  utiliza efectivamente em sua operação  $200 \text{ W}$ . Qual é o seu rendimento?
24. O rendimento de uma máquina é de  $60\%$  e a potência perdida  $250 \text{ W}$ . Determine:
- A potência útil.
  - A potência total fornecida à máquina.
25. O rendimento de uma máquina é de  $70\%$  e a potência perdida  $250 \text{ W}$ . Determine:
- A potência útil.
  - A potência total fornecida à máquina.
26. Qual é a energia cinética de um corpo de massa  $5 \text{ kg}$  no instante em que a sua velocidade é  $10 \text{ m/s}$  ?
27. Qual é o trabalho realizado por uma força que varia a velocidade de um corpo de massa  $3 \text{ kg}$  de  $8 \text{ m/s}$  a  $15 \text{ m/s}$  ?

28. Qual é o trabalho realizado por uma força que faz variar a velocidade de um corpo de massa  $0,2 \text{ kg}$  de  $5 \text{ m/s}$  a  $12 \text{ m/s}$ ?
29. Um corpo de massa  $6 \text{ kg}$  encontra-se a uma altura de  $8 \text{ metros}$  do solo. Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e considerando o solo como nível de referência, determine:
- A sua energia potencial;
  - O trabalho para elevar o corpo.
30. Um corpo de massa  $4 \text{ kg}$  encontra-se a uma altura de  $18 \text{ metros}$  do solo. Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  determine:
- A sua energia potencial;
  - O trabalho para elevar o corpo.
31. Um corpo de massa  $4 \text{ kg}$  é abandonado de um ponto situado a  $500 \text{ m}$  acima do solo. Determine a sua energia potencial em relação ao solo, nos instantes  $1\text{s}$ ,  $8\text{s}$  e  $10\text{s}$ . (*considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$* ).
32. Um corpo de massa  $6 \text{ kg}$  é abandonado de uma altura de  $120 \text{ m}$  em relação ao solo. Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine, após  $2$  segundos de queda:
- A energia potencial do corpo em relação ao solo;
  - A energia cinética do corpo;
  - A energia mecânica do corpo.

33. O gráfico relaciona os valores da energia cinética de um corpo aos da sua velocidade. Sobre o corpo não actuam forças dissipativas. Qual é, em joules, o trabalho realizado para variar a velocidade do corpo de  $1 \text{ m/s}$  a  $3 \text{ m/s}$ ?

- 5
- 8
- 9
- 10



34. Determine a energia potencial elástica armazenada numa mola de constante elástica  $k = 500 \text{ N/m}$ , quando ela é distendida  $40 \text{ cm}$ .
35. Uma mola de constante elástica  $600 \text{ N/m}$  é comprimida de  $0,01 \text{ m}$  por um corpo de massa  $10 \text{ kg}$ . Determine a energia potencial adquirida pelo corpo.

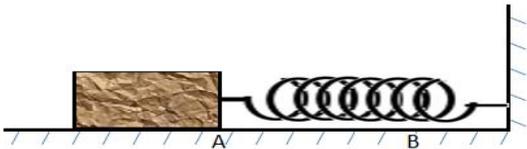
36. Um bloco de massa de  $5\text{ kg}$ , desloca-se, num plano horizontal sem atrito, e colide com uma mola de constante elástica  $200\text{ N/m}$ . O bloco comprime a mola em  $25\text{ cm}$  a partir da posição inicial. Determine:
- A velocidade com que o bloco atingiu a mola.
  - A energia potencial recebida pela mola.

37. Um carrinho de brinquedo de massa de  $1\text{ kg}$  é comprimido contra uma mola e a seguir é abandonado no ponto A. A mola faz com que o carrinho se movimente ao longo de um trilho sem atrito, conseguindo atingir o ponto B do trilho, onde chega com velocidade nula.

Sabendo que a constante elástica da mola é  $2000\text{ N/m}$  e  $g = 10\text{ m/s}^2$ , determine a deformação que o carrinho produziu na mola no ponto A.

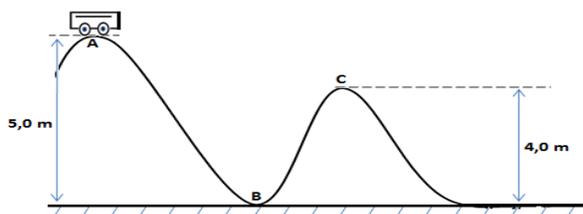


38. Um corpo de massa  $m = 2\text{ kg}$  move-se sobre uma superfície horizontal com atrito em direcção a uma mola cuja constante  $k = 100\text{ N/m}$  (veja a figura deste problema). A velocidade do corpo imediatamente antes de atingir a mola é  $v_A = 3\text{ m/s}$  (ponto A), o corpo comprime a mola em  $x = 40\text{ cm}$  chegando ao repouso no ponto B.



- Qual é o trabalho realizado pela força de atrito no deslocamento do corpo de A para B?
- Supondo que após atingir o repouso, o corpo é empurrado pela mola de volta ao ponto A, qual será a sua energia cinética ao abandonar a mola?

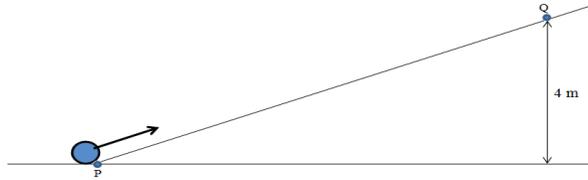
39. Numa montanha-russa, um carrinho com  $300\text{ kg}$  de massa é abandonado do repouso de um ponto A que está a  $5\text{ m}$  de altura. Supondo que o atrito seja desprezível, determine:



- O valor da velocidade do carrinho no ponto B;
- A energia cinética do carrinho no ponto C que está a  $4\text{ m}$  de altura

40. Um corpo de  $2\text{ kg}$  atinge o ponto **P** da rampa com a velocidade de módulo  $10\text{ m/s}$ . Sabendo que esse corpo alcança o ponto **Q** da rampa e pára, qual é a quantidade de energia dissipada no percurso P para Q? ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

- A. 20
- B. 50
- C. 80
- D. 100



41. Uma força  $\vec{F}$  de intensidade  $8\text{ N}$ , horizontal, é aplicada sobre um corpo de massa  $9\text{ kg}$  durante  $5\text{ s}$ , conforme indica a figura.



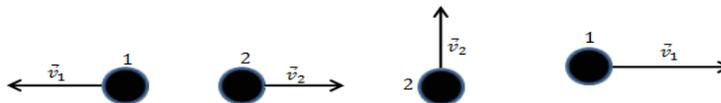
Determine a intensidade, a direcção e o sentido do impulso da força.

42. Uma força de intensidade  $20\text{ N}$  actua em um corpo de massa  $4\text{ kg}$ , inicialmente em repouso, durante  $6\text{ s}$ . Determine:

- a) A intensidade do impulso dessa força.
- b) A aceleração do corpo.
- c) A velocidade do corpo no instante  $6\text{ s}$ .

43. Um ponto material de massa  $10\text{ kg}$  possui velocidade constante igual a  $90\text{ km/h}$ . Determine a intensidade da quantidade de movimento desse ponto material.

44. Determine a intensidade da quantidade de movimento, nos instantes indicados, dos sistemas de corpos indicados na figura.

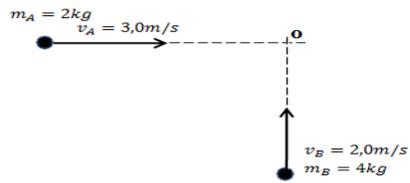


Dados:  $v_1 = 6\text{ m/s}$ ;  $v_2 = 2\text{ m/s}$ ;  $m_1 = 1\text{ kg}$ ;  $m_2 = 4\text{ kg}$

45. Quanto tempo deve agir uma força de intensidade  $40\text{ N}$ , sobre um corpo de massa  $4\text{ kg}$ , para que sua velocidade passe de  $20\text{ m/s}$  para  $80\text{ m/s}$ ?



52. Dois objectos deslocam-se, como está indicado na figura. No ponto "O" realiza-se uma colisão completamente inelástica. Portanto, os dois objectos movimentam-se juntamente depois da colisão.



- Determine o módulo da velocidade destes objectos após a colisão.
- Calcule a perda de energia cinética durante a colisão.

**UNIDADE TEMÁTICA III**

**ELECTROSTÁTICA**



**Resumo de conteúdos**

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

**Lei de Coulomb**

*"A força de atracção ou de repulsão entre duas cargas eléctricas é directamente proporcional aos módulos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas".*

Onde:

**F** = força de interacção

**K** = é uma constante que depende do meio em que as cargas se encontram (no vácuo  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ );

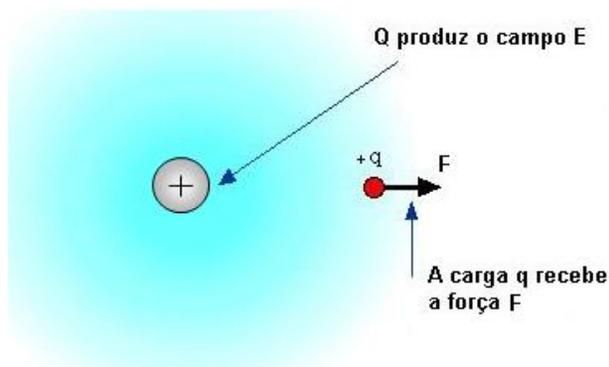
**Q<sub>1</sub>** e **Q<sub>2</sub>** = são as cargas eléctricas (em C);

**r** = é a distância que separa as cargas

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

**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**



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

Onde:

**E** = valor do campo eléctrico (N/C)

**F** = força de interacção

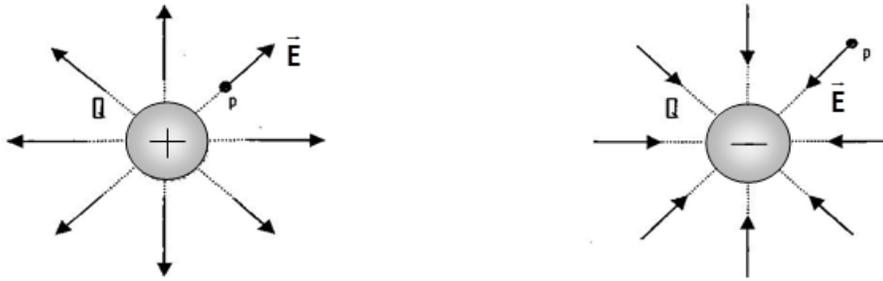
**q** = carga de prova (positiva)

Campo eléctrico criado por uma carga pontual

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

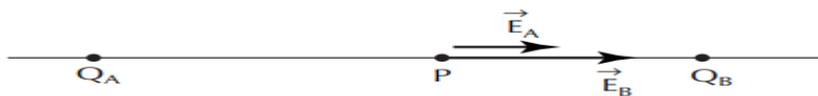
$$E = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

**Direcção e sentido do vector campo eléctrico**



**Cálculo do módulo do campo resultante**

Campo eléctrico resultante é a soma dos vectores campos eléctricos.

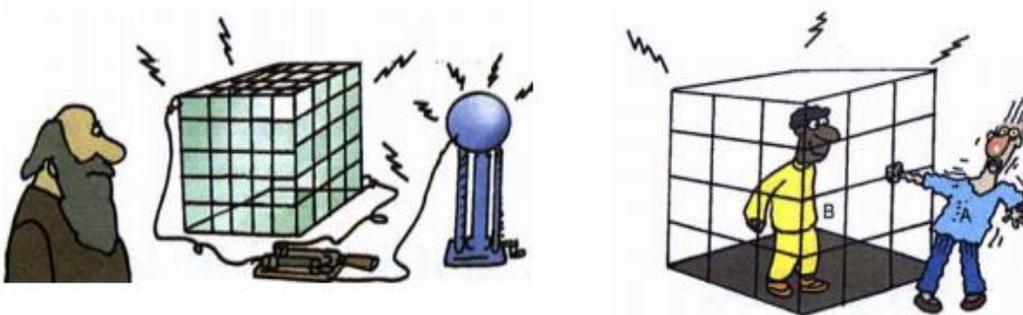


$$E_R = E_A + E_B$$

**Protecção electrostática**

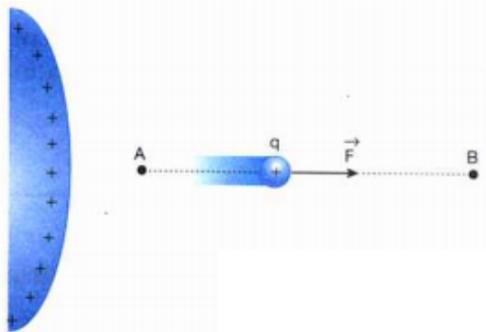
**Gaiola de Faraday**

**Gaiola de Faraday** (Michael Faraday, físico Inglês) é uma barreira de protecção contra campos eléctricos e magnéticos indesejados.



**Potencial eléctrico**

**Potencial eléctrico** é a energia potencial por unidade de carga num dado ponto.



$$V_A - V_B = \frac{E_P}{q} \quad \text{sabe-se que } E_P = W$$

**Onde:**

$V_A$  e  $V_B$  = Diferença de potencial em Volt (V).

$E_P$  = Energia potencial electrostática em Joule (J).

$q$  = Carga de prova em Colombo (C).

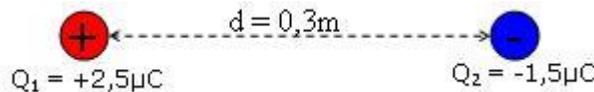
**Trabalho do campo electrostático.**

**Trabalho** electrostático é o trabalho realizado por uma carga eléctrica com a variação da energia potencial.

$$W = \Delta E_P$$

**Exercícios de aplicação**

53. Considere duas partículas carregadas respectivamente com  $+2,5 \mu\text{C}$  e  $-1,5 \mu\text{C}$ , dispostas conforme mostra a figura abaixo:



Qual a intensidade da força que actua sobre a carga 2?

Solução:  $F = 0,375 \text{ N}$

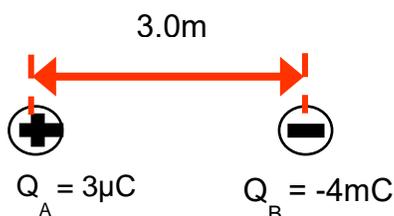
54. Duas cargas eléctricas iguais, de módulo  $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , encontram-se separadas a uma distância de  $0,5 \text{ m}$ . Determine o módulo da força de interacção eléctrica.

Solução:  $F = 0,144 \text{ N}$

55. O campo eléctrico produzido por uma carga pontual é igual a  $50 \text{ V/m}$ . Quando uma carga de prova de  $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  é colocada, determine a intensidade da força eléctrica entre as cargas.

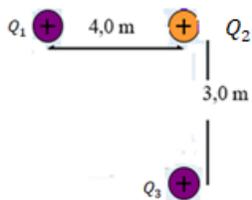
Solução:  $F = 1 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ .

56. Determine a força de interacção entre as cargas  $Q_A$  e  $Q_B$ .



Solução:  $F = 12 \text{ N}$

Determine a força resultante sobre a carga  $Q_2$ , sabendo que  $Q_1 = 4\text{mC}$ ,  $Q_2 = 4\mu\text{C}$  e  $Q_3 = 6\text{mC}$ .



Solução:  $F_r = 30\text{ N}$

91. O campo eléctrico criado por uma carga pontual, no vácuo, tem intensidade igual a  $9 \cdot 10^{-1}\text{ N/C}$ .

Calcule a que distância  $d$  se refere o valor desse campo. ( $Q = -4\text{ pC}$ ).

Solução:  $d = 0,2\text{ m}$

92. Determine a intensidade do campo eléctrico criado num ponto situado a  $3,0\text{ mm}$  de uma carga eléctrica pontual  $Q = 2,7\text{ }\mu\text{C}$ .

Solução:  $E = 2,7 \cdot 10^9\text{ N/C}$

**UNIDADE TEMÁTICA IV****CORRENTE ELÉCTRICA. ELECTROMAGNETISMO****Resumo de conteúdos****Corrente eléctrica continua****Corrente eléctrica**

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

**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.

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

**Onde:**

I = intensidade de corrente eléctrica (A)

$\Delta Q$  = carga eléctrica (C)

$\Delta t$  = tempo (s)

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

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

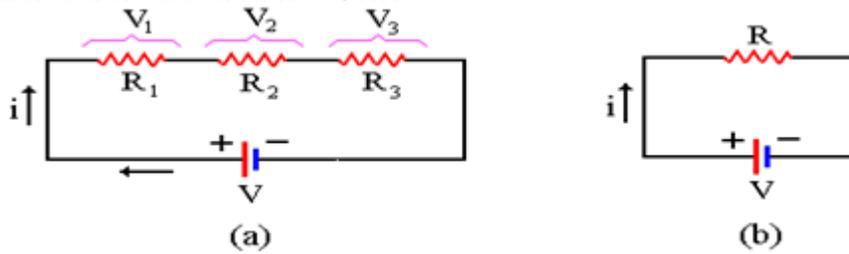
$$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

**Circuito eléctrico**

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

**Associação de resistências****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**.



**a) 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:

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

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

**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.

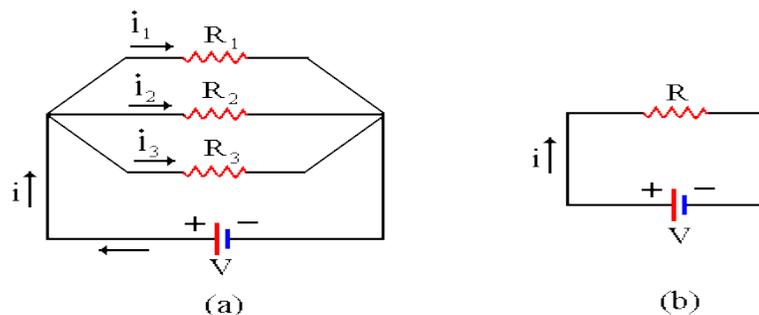


Fig.20 : **(a)** Resistências em paralelo e **(b)** Resistência equivalente

**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.

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

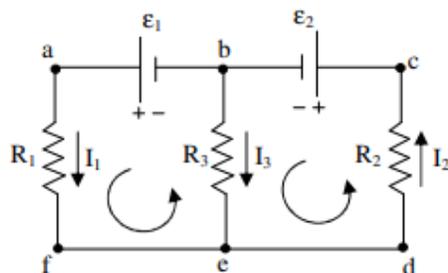
**c) Cálculo da resistência equivalente**

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

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

**Noção de malha, ramo e sentido da corrente de circulação**

**Rede eléctrica** é um conjunto de circuitos constituídos por várias resistências, geradores e receptores, associados arbitrariamente onde corrente eléctrica possui mais do que uma via de circulação.



**Nó** ou **nodo** é o ponto da rede onde se encontram três ou mais condutores.

**Ramo** é parte do circuito, sem derivação, que liga dois nodos consecutivos.

**Malha** é o conjunto ramos dispostos de maneira que formam um circuito fechado.

## As Leis de Kirschoff

- a) **1ª lei (lei de nodos)** – A soma algébrica das intensidades da corrente eléctrica que concorrem num nó é nula.

$$\sum_{i=1}^n i_k = 0$$

- b) **2ª lei (lei das malhas)** – Numa malha qualquer, a soma algébrica das forças electromotrizes é igual à soma algébrica das diferenças de potencial ao longo dessa malha.

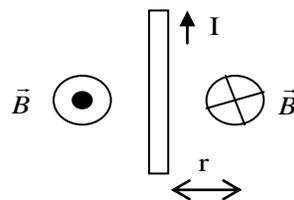
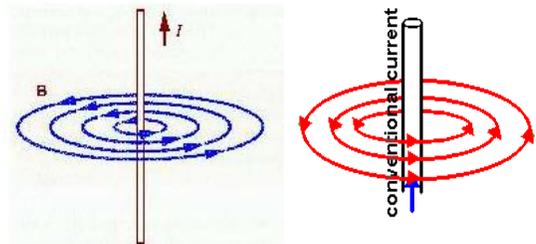
$$\sum_{i=k}^n \varepsilon_i = \sum_{k=1}^m U_k$$

## Campo magnético originado por uma corrente rectilínea

### Campo magnético criado por um condutor retilíneo

Num condutor retilíneo, a passagem da corrente eléctrica cria um campo magnético em todos níveis. As linhas de indução do campo são circulares e concêntricas ao fio por onde passa a corrente eléctrica e estão contidas num plano perpendicular ao fio.

O sentido das linhas de indução do campo magnético pode ser obtido pela **regra da mão direita**.



(b) Representação das linhas de indução do campo magnético

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi r}$$

**Onde:**

**B** = intensidade do vector campo magnético em um ponto, em Tesla (T), no SI.

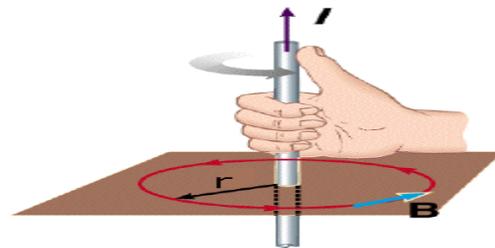
**μ**= Permeabilidade magnética do meio (T.m/A)

**μ<sub>0</sub>** = 4 π .10<sup>-7</sup> T.m/A (no vácuo)

**r** = distância do ponto ao fio (m)

**Regra da mão direita**

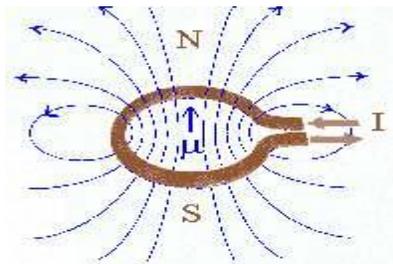
Segure o condutor com a mão direita de modo que o polegar aponte no sentido da corrente. Os demais dedos dobrados fornecem o sentido do vector campo magnético, no ponto considerado.



**Campo magnético no centro de uma espira**

Se o condutor tiver forma circular, ele é denominado por **espira**.

Neste caso, o lado em que entram as linhas de campo pode ser associado ao pólo sul e o lado em que saem as linhas pode ser associado ao pólo norte.



Observe que as linhas de indução concentram-se no interior do círculo e continua valendo a regra da mão direita para a determinação do seu sentido.

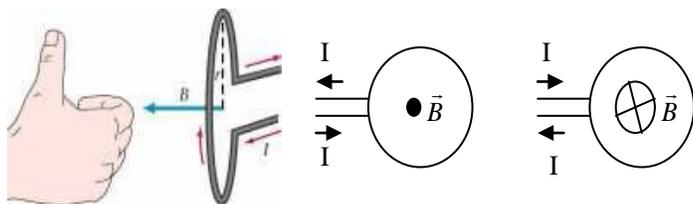


Fig. 39: Linhas de indução numa espira

$$B = \frac{\mu I}{2R}$$

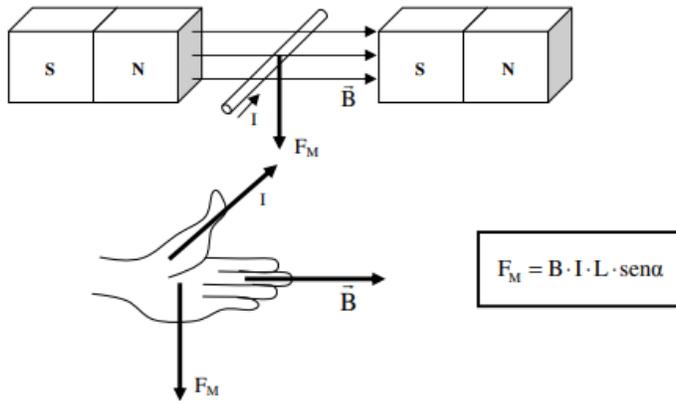
**Onde:**

R = raio da espira

### Força de Ampère e Lorentz

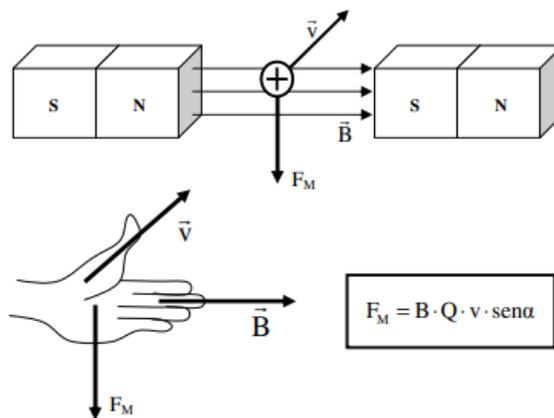
#### Força de Lorentz.

Quando uma carga eléctrica é submetida a acção de um campo magnético sofre a acção de uma força magnética denominada por **força de Lorentz**.



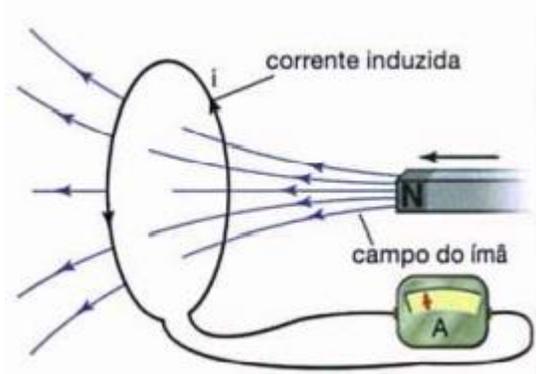
#### Força de Ampère

A intensidade da força magnética é directamente proporcional à carga eléctrica  $q$ , à velocidade  $v$ , à intensidade do campo magnético  $B$  e ao *seno* do ângulo formado pelas direcções do campo magnético e a sua velocidade.



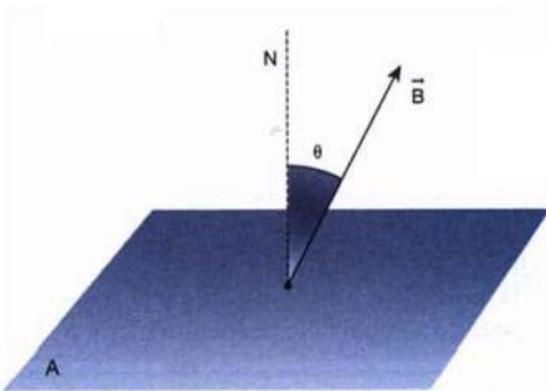
### O fenómeno da indução electromagnética.

**Indução electromagnética** é o fenómeno da produção da corrente eléctrica através do campo eléctrico.



### Leis de Lenz

A força electromotriz induzida (**f.e.m**) gera, num circuito fechado, uma corrente induzida cujo campo magnético se opõe à causa.



$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

Onde:

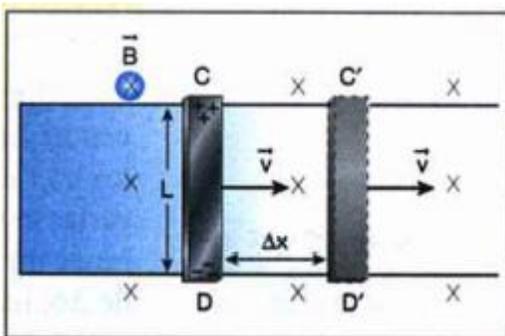
$\Phi$  – Fluxo magnético em Weber (Wb)

$B$  – Campo magnético em Tesla (T)

$A$  – Área em  $m^2$

### Leis de Faraday

Sempre que ocorrer uma variação do fluxo magnético através de um circuito, aparecerá, neste circuito uma força electromotriz induzida.



$$\epsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Onde :

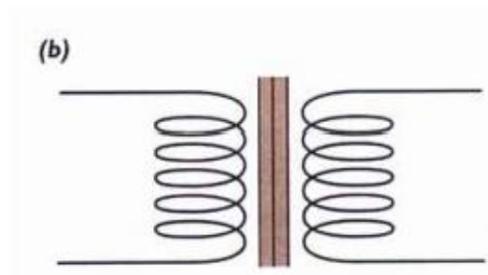
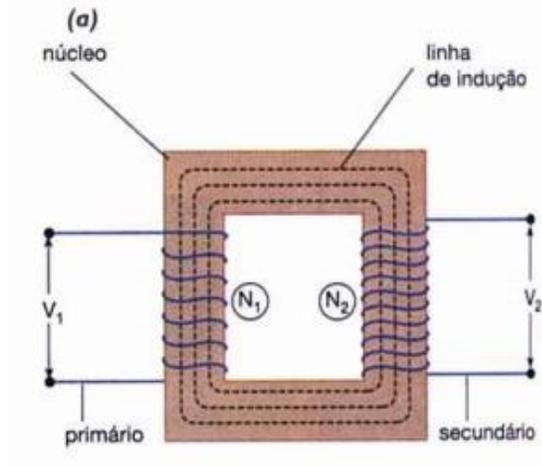
$\epsilon$  – Força electromotriz em Volt (V)

$\Delta\Phi$  – Variação de fluxo magnético em Weber

$\Delta t$  – Variação do tempo em segundos

### O transformador de corrente eléctrica

Transformador de corrente eléctrica é aparelho com capacidade de aumentar ou diminuir a voltagem ou tensão eléctrica.



### Exercícios de aplicação

93. Determine a intensidade de corrente eléctrica que percorre um fio condutor sabendo que, durante um intervalo de tempo de 2,0 s, esse condutor foi atravessado por um total de  $4,0 \cdot 10^{20}$  electrões.

Solução:  $I = 32A$

94. Calcule o módulo de carga eléctrica que atravessa um fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica de 3,0 A durante um intervalo de tempo de 2,0 s

Solução:  $Q = 6C$

95. Determine a resistência eléctrica de um fio condutor de 20 metros de comprimento, com área transversal de  $8 \text{ mm}^2$  e resistividade igual a  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ .

Solução:  $R = 4,25\Omega$

96. Dois resistores,  $R_1$  e  $R_2$ , de  $0,5 \Omega$  cada são ligados em série. Em paralelo com esses resistores, há um resistor  $R_3$  de  $0,25 \Omega$ . Determine a resistência equivalente dessa associação de resistores.

Solução:  $R = 0,16\Omega$

97. No circuito abaixo temos a associação de três resistores sujeitos a uma ddp de 9V. Determine:

a) A resistência equivalente da associação;

Solução:  $R_{eq} = 2\Omega$

b) A corrente total do circuito;

Solução:  $I = 4,5A$

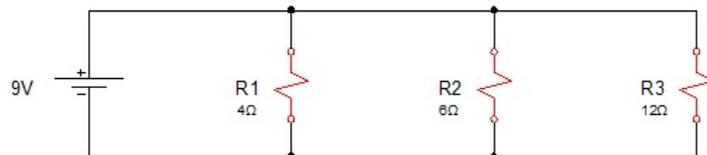
c) O valor de intensidade da corrente eléctrica que atravessada

S:  $I_1 = 2,25A$ ,  $I_2 = 1,5A$ ,  $I_3 = 0,75A$

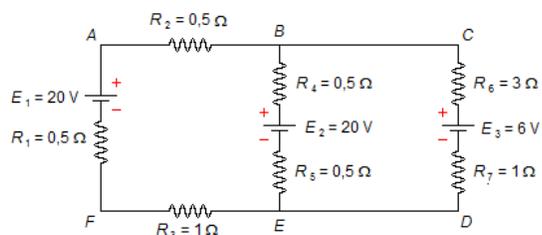
resistência;

d) O valor de tensão de cada resistência.

Solução:  $U = 9V$



98. No circuito abaixo determinar as correntes nos ramos e seus verdadeiros sentidos.



Solução:  $I_1 = 1A, I_2 = 2A, I_3 = 3A$

99. Um campo magnético constante, de módulo igual a  $10^{-4} T$ , atravessa uma espira de área igual a  $10^{-5} m^2$ , formando um ângulo de  $45^\circ$  com a recta normal dessa espira. Calcule a intensidade do fluxo de campo magnético sobre essa espira.

Solução:  $\phi = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-9} Wb$

100. Determine o módulo do campo magnético necessário para produzir um fluxo de  $10^{-4} Wb$  sobre uma espira de área  $10^{-4} m^2$ .  $\theta = 60^\circ$ .

Solução:  $B = 2,0T$

**BIBLIOGRAFIA**

- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. (2010) *Física, Programa da 11ª 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*.
- Anastácio Vilanculos e Rogério Cossa( 2001), *Física 11ª Classe*;
- 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: Tenêndias 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.