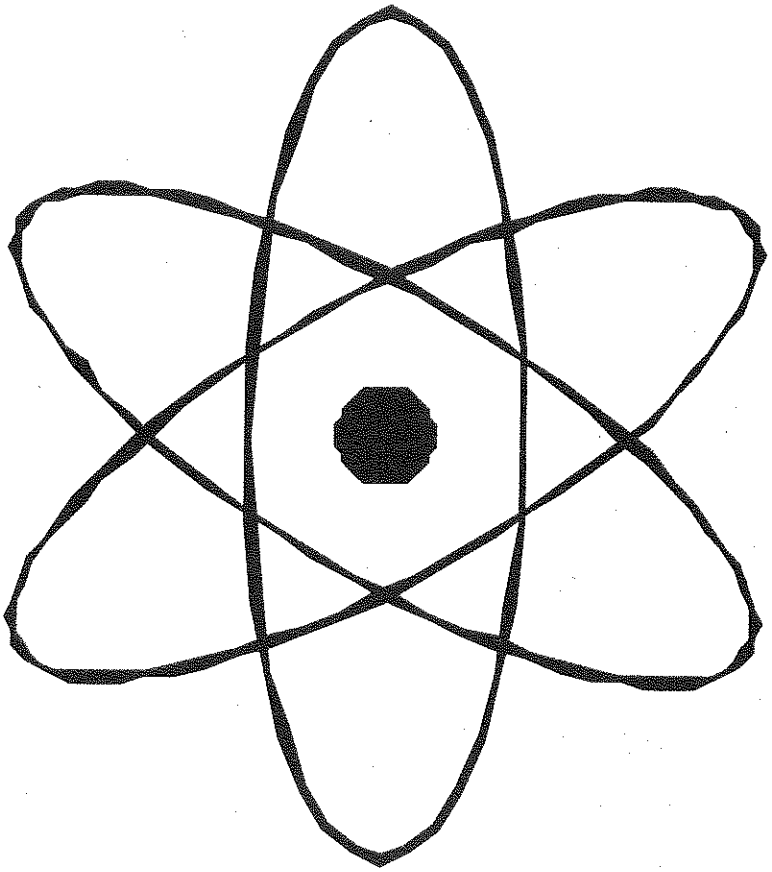


Física

Ensino Médio

ÍNDICE DE FÍSICA

Mecânica 1
Movimento e equilíbrio 1
Dinâmica – as leis de Newton 2
Massa e peso 4
Princípio da ação e reação (Terceira lei de Newton) 4
Aplicações trigonométricas 5
Plano inclinado 6
Repouso, movimento, referencial 7
Quantidade de movimento – impulso 8
Cinemática 9
Hidrostática 12
Pressão atmosférica 14
Óptica 15
O olho humano 19
Trabalho e energia 21
Potência 23
Conservação de energia 24
Mecânica quântica 25

FÍSICA

MECÂNICA

Mecânica é a parte da física que estuda os movimentos dos corpos, tanto em movimento quanto em repouso. Não é de hoje que o homem procura explicações para os fenômenos ocorridos na natureza, essa busca vem desde a Antiguidade, principalmente no que diz respeito à explicação para os movimentos que os corpos executam. Talvez seja por isso que a mecânica é o ramo de estudo mais antigo da física. Homens famosos como Aristóteles, Galileu, Ptolomeu foram alguns dos muitos cientistas que estiveram na busca por explicações sobre os movimentos, além de serem os responsáveis por estabelecer muitas das leis que hoje conhecemos.

A mecânica em si estuda os seguintes movimentos:

- Movimento uniforme e uniformemente variado;
- Movimento circular;
- Lançamento vertical e oblíquo.

Ela, além de estudar esses movimentos que acontecem diariamente, busca a explicação para as suas ocorrências, fazendo análises das forças que atuam sobre os corpos em repouso ou em movimento. Essa é a dinâmica, uma parte da mecânica que tem como principal estudo a explicação de como um corpo em repouso é capaz de entrar em movimento e como é possível alterar o estado de movimento de um corpo.

MOVIMENTO E EQUILÍBRIO

O movimento na Física

Em Física, movimento é a variação da posição de um objeto ou ponto material no decorrer do tempo em relação a um referencial inercial, suas características são descritas pela Cinemática.

O movimento é sempre relativo. Se não tomar-se um referencial, não poder-se-á dizer se algo está em movimento ou parado. A essencialidade do referencial pode ser entendida a partir do seguinte exemplo:

Imagine um pombo descansando sobre uma árvore. Aparentemente, ele está parado. Porém, a Terra continua girando em torno de seu eixo, e ao redor do Sol, e, portanto, tudo que está sobre a superfície terrestre também se move. Logo, em relação ao Sol, o pombo está se deslocando conforme o tempo passa: em movimento.

A partir da constatação da expansão do universo, há um consenso na Física em aceitar que nada está em repouso absoluto.

Deslocamento

O deslocamento de um corpo é definido como a variação de sua posição dentro de uma trajetória determinada. O deslocamento representa a porção da trajetória pela qual o móvel se deslocou; pode ser expresso na forma escalar ou na forma vetorial. (Os respectivos símbolos são $\Delta\vec{s}$ e Δs).

Velocidade

A velocidade (símbolo *v*) é a razão entre um deslocamento e o intervalo de tempo levado para efetuar esse deslocamento. Pode ser considerada sob o aspecto vetorial ($\vec{v}$ - tem direção, sentido e módulo) ou escalar, e é matematicamente expressa por:

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$$

O que chamamos de velocidade escalar também é cotidianamente conhecido como rapidez.

A velocidade instantânea é definida como o espaço percorrido em um intervalo de tempo que tende a zero. É a velocidade do corpo naquele instante.

Matematicamente:

$$\mathbf{v_{inst}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathrm{s}}{\Delta t} = \frac{d\mathrm{s}}{dt}$$

Quando se considera um intervalo de tempo que não tende a 0, a velocidade é considerada média.

A velocidade depende do referencial. Um objeto pode mesmo estar parado (imóvel) em relação a outro, sendo que ambos estejam se deslocando em relação a um terceiro com a mesma velocidade.

A velocidade pode ser expressa em inúmeras unidades de medida, que relacionem o espaço (L) e o tempo (T) na forma $v = (L)\,(T)^{-1}$. O SI tem como unidade padrão para velocidade o metro por segundo (m/s), mas unidades comumente usadas incluem o quilômetro por hora (km/h), centímetro por segundo (cm/s), milhas por hora (mph - no Sistema Imperial), etc.

Aceleração

A aceleração (símbolo **a**) é a taxa de variação da velocidade. Acelerar um corpo é variar sua velocidade em um período de tempo.

A aceleração é uma grandeza vetorial de dimensão comprimento/tempo^2, ou $(L)(T)^{-2}$. No SI, é quantificada em metros por segundo quadrado.

A aceleração pode ter valores positivos ou negativos, respectivamente chamados aceleração e desaceleração, bem como direção e sentido.

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

Onde

$\mathbf{a}$ é o vetor aceleração
$\mathbf{v}$ é o vetor velocidade
$\mathbf{t}$ é o tempo

No SI, a equação fornece a na unidade m/(s · s) ou m/s^2
Uma equação alternativa é:

$$\bar{\mathbf{a}} = \frac{\mathbf{v} - \mathbf{u}}{t}$$

onde

$\bar{\mathbf{a}}$ é a aceleração média
$\mathbf{u}$ é a velocidade inicial
$\mathbf{v}$ é a velocidade final
$\mathbf{t}$ é o tempo

Equilíbrio estático

Equilíbrio estático é o caso especial de equilíbrio mecânico observado em um objeto em repouso.

Uma criança escorregando em um trenó sobre a neve em velocidade constante está em equilíbrio mecânico, mas não em equilíbrio estático. Um peso de papel descansando sobre uma mesa está em equilíbrio estático.

O número mínimo de estados de equilíbrio estático de um objeto homogêneo e convexo sobre uma superfície plana é de especial interesse. No caso bidimensional, o número mínimo é 4, enquanto em três dimensões já foi possível construir um objeto com apenas um ponto estável e um ponto instável de equilíbrio. O objeto com tais características foi denominado Gömböc.

Basicamente, pela Segunda Lei de Newton, temos que o equilíbrio de um corpo é dado quando: F = m.a, com a = 0, resultando em: F = m.(0), ou seja: F = 0 (I)

De uma forma geral, um corpo tem velocidade v = 0 ou v = constante se a resultante de forças que agem sobre este corpo é nula (F = 0). Ou seja, para um dado corpo rígido, se a condição (I) for satisfeita, o corpo ainda pode rotacionar em torno de um eixo, de forma que leva-nos a outra condição, ou seja, se a resultante de torques, ou momento de uma força em relação a um ponto, for nula, então o corpo não está sob ação de forças que tendem a rotacionar o corpo.

De forma que se T for o torque produzido no corpo por uma força F aplicada a uma distância d, então outra condição necessária para que o equilíbrio seja estabelecido é: T = 0 (II)

Para um corpo em movimento, temos as seguintes equações de movimento:

$$d\mathbf{p}/dt = \mathbf{F} \text{ (i) } d\mathbf{l}/dt = \mathbf{T} \text{ (ii)}$$

Ou seja, a derivada do momento linear em relação ao tempo, nos dá a força e a derivada do momento angular em relação ao tempo, nos dá o torque. Isso se comprova da seguinte forma: Como p = m.v então: dp/dt = d[m.v]/dt = m.dv/dt Como dv/dt é a derivada da velocidade em relação ao tempo, e nos dá a aceleração, então, concluímos que: m.dv/dt = m.a = F Analogamente, para (ii) temos: l = rxp (produto vetorial): dl/dt = d[rxp]/dt = dr/dt x dp/dt = Fxr, onde F é a força aplicada ao corpo e r é a distância que esta força está sendo aplicada, do ponto de origem. Sendo satisfeitas as condições (i) e (ii), então o corpo está em equilíbrio estático.

EXERCÍCIO

1 - Assinale a alternativa incorreta:

a) Movimento é a variação da posição de um objeto ou ponto material no decorrer do tempo em relação a um referencial inercial, suas características são descritas pela Cinemática.
b) A velocidade (símbolo *v*) é a razão entre um deslocamento e o intervalo de tempo levado para efetuar esse deslocamento.
c) A aceleração (símbolo **a**) é a taxa de variação da velocidade. Acelerar um corpo é variar sua velocidade em um período de tempo.
d) Equilíbrio estático é o caso especial de equilíbrio mecânico observado em um objeto em repouso.
e) O deslocamento de um corpo é definido como a variação de sua posição dentro de uma trajetória indeterminada.

RESPOSTA
1 - E

DINÂMICA
AS LEIS DE NEWTON

No estudo do movimento, a cinemática, propõe-se descrevê-lo sem se preocupar com as suas causas. Quando nos preocupamos com as causas do movimento, estamos entrando em uma área da mecânica conhecida como dinâmica.

Da dinâmica, temos três leis em que todo o estudo do movimento pode ser resumido. Essas leis são conhecidas como as leis de Newton:

- **Primeira lei de Newton** - a lei da inércia
- **Segunda lei de Newton** - o princípio fundamental da dinâmica
- **Terceira lei de Newton** - a lei da ação e reação

A primeira lei de Newton descreve o que ocorre com os corpos que estão em equilíbrio. A segunda lei explica o que ocorre quando não há o equilíbrio, e a terceira lei mostra como é o comportamento das forças quando temos dois corpos interagindo entre si. Para o entendimento dessas leis, é necessário conhecer alguns conceitos físicos muito importantes, como força e equilíbrio.

Observe a sua situação nesse exato momento: provavelmente você está sentado em uma cadeira lendo esse texto. Nesse momento existem forças agindo sobre você: elas vêm da cadeira, do chão e de algum outro objeto em que esteja encostado. Observe que, mesmo com a existência dessas forças, você continua parado. Isso ocorre porque elas estão se cancelando. Podemos dizer, portanto, que você se encontra em equilíbrio.

O repouso não é a única situação de equilíbrio possível. Imagine-se de pé em um ônibus em movimento: se ele acelerar, frear ou fizer uma curva, você pode acabar se desequilibrando e caindo. Mas existe um caso que, mesmo com o ônibus em movimento, não haverá perigo nenhum de você cair. Isso acontecerá caso o ônibus execute um movimento retilíneo e uniforme (em outras palavras, quando ele se movimenta em linha reta e com velocidade constante). Nessa situação, podemos dizer que o ônibus está em equilíbrio.

Os dois casos exemplificados anteriormente ilustram situações de corpos em equilíbrio. O primeiro mostra o equilíbrio dos corpos em repouso, que é conhecido como equilíbrio estático. O segundo mostra o equilíbrio dos corpos em movimento, que é conhecido como equilíbrio dinâmico. Nos dois casos, temos algo em comum que define a situação de equilíbrio, e esse algo em comum é o fato de que todas as forças que estão atuando estarem se anulando. Portanto: O equilíbrio ocorre em toda a situação em que as forças atuantes em determinado corpo se cancelam.

A primeira lei de Newton - a lei da inércia

Na natureza, todos os corpos apresentam certa resistência a alterações no seu estado de equilíbrio, seja ele estático ou dinâmico. Imagine que você tenha que chutar duas bolas no chão: uma de vôlei e uma de boliche. É claro que a bola de vôlei será chutada com mais facilidade que a de boliche, que apresenta uma maior resistência para sair do lugar, maior tendência em se manter em equilíbrio, ou ainda, apresenta uma maior inércia.

Define-se inércia como uma resistência natural dos corpos a alterações no estado de equilíbrio.

A primeira lei de Newton trata dos corpos em equilíbrio e pode ser enunciada da seguinte forma:

Quando as forças atuantes em um corpo se anulam, ele permanecerá em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Um objeto que repousa sobre sua mesa, por exemplo, está em equilíbrio estático, e tende a permanecer nessa situação indefinidamente. No caso dos corpos em movimento, podemos imaginar um carro em movimento que freia bruscamente. Os passageiros serão lançado para frente porque tendem a continuar em movimento.

Força Resultante

No nosso cotidiano, é impossível encontrar um corpo sobre o qual não existam forças atuando - só o fato de vivermos na Terra já nos submete à força da gravidade. Muitas vezes essas forças se anulam, o que resulta em equilíbrio. Em outros casos, a resultante das forças que atuam sobre um corpo é diferente de zero. Quando isso ocorre, o resultado dessas forças é definido como força resultante.

A determinação de uma força resultante não é algo simples, já que se trata de uma grandeza vetorial. Isso quer dizer que uma força é definida por uma intensidade, uma direção e um sentido. Como a força se trata de uma grandeza vetorial, não podemos determinar a força resultante utilizando a álgebra com que estamos acostumados. É preciso conhecer um processo matemático chamado de soma vetorial.

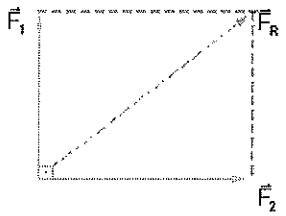
A seguir, estão ilustrados os casos mais conhecidos para a determinação da força resultante de duas forças aplicadas em um corpo.

Caso 1 - Forças com mesma direção e sentido.

$$\text{Se } \alpha = 0° \Rightarrow F_R = F_1 + F_2$$

Caso 2 - Forças perpendiculares.

$$\text{Se } \alpha = 90° \Rightarrow F_R^2 = F_1^2 + F_2^2$$



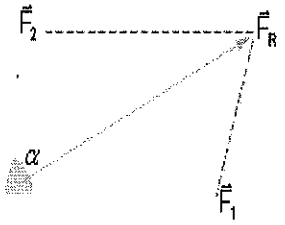
Caso 3 - Forças com mesma direção e sentidos opostos.

$$\text{Se } \alpha = 180° \Rightarrow F_R = F_1 - F_2$$

$\vec{F}_R \Rightarrow$ tem a direção e o sentido da força de maior módulo

Caso 4 - Caso Geral - Lei dos Cossenos

$$\text{Se } \alpha = \text{qualquer} \Rightarrow F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\alpha$$



A segunda lei de Newton

Quando diversas forças atuam em um corpo e elas não se anulam, é porque existe uma força resultante. E como se comporta um corpo que está sob a ação de uma força resultante? A resposta foi dada por Newton na sua segunda lei do movimento. Ele nos ensinou que, nessas situações, o corpo irá sofrer uma aceleração. Força resultante e aceleração são duas grandezas físicas intimamente ligadas.

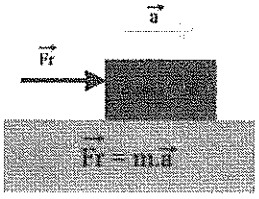
A segunda lei de Newton também nos mostra como força e aceleração se relacionam: essas duas grandezas são diretamente proporcionais. Isso quer dizer que, se aumentarmos a força, a aceleração irá aumentar na mesma proporção. A relação de proporção entre força e aceleração é mostrada a seguir.

$$\vec{F}_R \propto \vec{a}$$

Onde é o símbolo de proporção. Para que possamos trocar a proporção por uma igualdade, precisamos inserir na equação acima uma constante de proporcionalidade. Essa constante é a massa do corpo em que é aplicada a força resultante. Por isso, a segunda lei de Newton é representada matematicamente pela fórmula:

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

A segunda lei de Newton também nos ensina que força resultante e aceleração serão vetores sempre com a mesma direção e sentido.

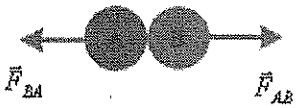


Unidades de força e massa no Sistema Internacional

Força - newton (N). Massa - quilograma (kg).

A terceira Lei de Newton

A terceira lei de Newton nos mostra como é a troca de forças quando dois corpos interagem entre si, seja essa interação por contato ou por campo. Segundo a terceira lei, se um corpo faz uma força em outro, imediatamente ele receberá desse outro corpo uma força de igual intensidade, igual direção e sentido oposto à força aplicada, como é mostrado na figura a seguir.



EXERCÍCIOS

1 – A segunda lei de Newton trata:

a) da lei da inércia
b) do princípio fundamental da dinâmica
c) da lei da ação e reação

2 - A ..... lei de Newton nos mostra como é a troca de forças quando dois corpos interagem entre si.

a) primeira
b) segunda
c) terceira

RESPOSTAS	
1 - B	2 - C

MASSA E PESO

Massa

A massa é uma grandeza física fundamental. Segundo a mecânica newtoniana, ela dá a medida da inércia ou da resistência de um corpo em ter seu movimento acelerado. Ela também é a origem da força gravitacional, atuante sobre os corpos no Universo. Mais recentemente, dentro da física moderna, a massa aparece relacionada com a energia, relação formulada por Einstein através da equação $E = mc^2$.

A massa inercial de um corpo é definida pela Segunda Lei de Newton como uma constante de proporcionalidade entre a força (F) aplicada e a aceleração (a) causada:

$$\vec{F} = m_i\vec{a} \Longrightarrow m_i = \frac{F}{a}$$

Considerando que a força e a aceleração são grandezas vetoriais, isso implica em dizer que a massa é uma grandeza escalar. Então, a massa inercial indica a tendência de aceleração de um corpo para uma dada força.

Chamamos de massa gravitacional a intensidade da força de atração gravitacional gerada por um corpo dotado de massa. Nesse momento, é bom introduzirmos a relação que pode ser deduzida de leis da Mecânica, notando que a força peso que conhecemos depende da massa do corpo, mas não é equivalente a ela conceitualmente.

Peso

O peso é a força gravitacional sofrida por um corpo na vizinhança de um planeta ou de outro corpo celeste de massa significativa. Enquanto força, o peso é uma grandeza vetorial. Portanto, apresenta intensidade, direção e sentido.

Para corpos próximos da Terra, por exemplo, a direção é a linha que passa pelo objeto e pelo centro da Terra. O sentido é aquele que aponta para o centro da Terra. Matematicamente, ele pode ser descrito como o produto entre massa e a aceleração da gravidade local:

$$P = m \cdot g$$

Unidades

A força (o peso) é medida comumente em quilograma-força (kgf), em newton (N) ou em dina (dyn). Já a massa é medida em quilograma (kg), grama (g), tonelada (t), etc. Se considerarmos que o valor de g na superfície da Terra é de aproximadamente 10 m/s^2, teremos então que um corpo com a massa de 1 kg pesa 10 N ou 1 kgf; um corpo com a massa de 2 kg pesa 20 N ou 2 kgf; e assim por diante.

Nas balanças de farmácia, o peso é indicado por um ponteiro que é acionado por molas na plataforma. Quanto maior a massa da pessoa, maior a força peso que ela exerce sobre a plataforma, deformando mais as molas que a sustentam. Essa indicação de deformação é passada para o visor por meio de um ponteiro ou de uma indicação eletro-digital.

EXERCÍCIO

1 - A massa inercial de um corpo é definida pela ..... Lei de Newton

a) primeira
b) segunda
c) terceira

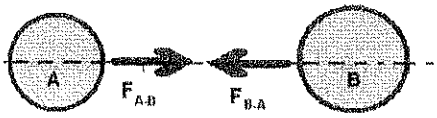
RESPOSTA
1 - B

PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO TERCEIRA LEI DE NEWTON

"Toda ação provoca uma reação de igual intensidade, mesma direção e em sentido contrário".

Como as duas primeiras Leis de Newton (lei da inércia e princípio fundamental da mecânica) descrevem como é o comportamento de uma força, a terceira lei irá analisar o sistema de troca de forças entre os corpos.

Com a sua terceira lei, Newton postula um dos pilares da mecânica clássica: para toda interação, na forma de força, que um corpo A aplica sobre um corpo B, dele A irá receber uma força de mesma direção, intensidade e sentido oposto.



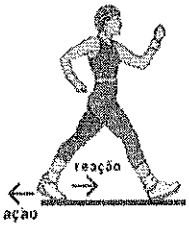
Assim $|F_{A-B}| = |F_{B-A}|$

Em casos de troca de forças é indiferente saber qual corpo realizou a ação e qual realizou a reação, pois as forças sempre estarão aos pares, quando existe uma ação sendo realizada sempre haverá uma reação. Que é o equivalente a dizer que não existe uma ação sem reação.

Exemplos: quando uma bola bate na parede, a parede bate na bola com a mesma intensidade, direção e em sentido oposto.

É usual utilizamos a notação F e – F quando representamos um par de forças ação-reação. O sinal negativo representa que o sentido da força é o oposto de F. A natureza da força de reação é sempre a mesma da ação, por exemplo, ambas de contato, ou ambas elétricas, etc.

Aplicações da 3º Lei de Newton



Toda força que um corpo recebe é conseqüência da força que ele aplicou: quando uma pessoa caminha sobre uma superfície, ela é direcionada para frente graças à força que ela aplicou sobre o chão.

EXERCÍCIO

1- Um foguete para entrar em órbita aplica uma constante ação de forças, sobre o ar atmosférico, e em reação a esta força o foguete é impulsionado para cima. Note que quando já em órbita o foguete só necessita de propulsão para alterar sua rota, pois como prevê a ..... Lei de Newton, o corpo irá permanecer em movimento, para mudar sua rota no espaço o foguete aplica uma força para o lado oposto que necessita ir, e pela ..... Lei de Newton é direcionado para o outro lado.

a) primeira e segunda
b) segunda e terceira
c) primeira e terceira
d) segunda e primeira

RESPOSTA
1 - C

APLICAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

As aplicações das definições matemáticas são primordiais nos estudos físicos, pois através de cálculos obtemos comprovações para as teorias relacionadas à Física. As funções trigonométricas seno, cosseno e tangente estão presentes em diversos ramos da Física, auxiliando nos cálculos relacionados à Cinemática, Dinâmica, Óptica entre outras.

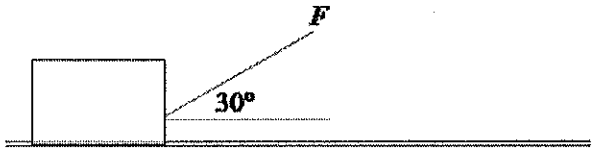
Dessa forma, Matemática e Física caminham juntas com o objetivo único de fornecer conhecimentos e ampliar novas pesquisas científicas. Veja através de exemplos resolvidos as aplicações da Matemática na Física.

Exemplo 1 – Dinâmica

Fórmula que permite calcular o trabalho da força F no deslocamento **d** de um corpo:

$$\tau = F * d * \cos\theta$$

Determine o trabalho realizado pela força F de intensidade √3/3 num percurso de 2m, de acordo com a ilustração, considerando que a superfície seja lisa. Use cosseno 30° = √3/2.



$$\tau = \frac{\sqrt{3}}{3} * 2 * \cos 30°$$

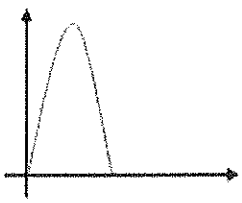
$$\tau = \frac{\sqrt{3}}{3} * 2 * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

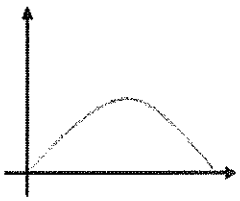
$$\tau = \frac{6}{6}$$

$$\tau = 1\,joule$$

Exemplo 2 - Cinemática: Lançamento Oblíquo

A altura máxima atingida, o tempo de subida e o alcance horizontal são alguns dos elementos que constituem um lançamento oblíquo. De acordo com o ângulo formado entre o lançamento e a superfície o corpo, pode percorrer diferentes trajetórias. Caso a inclinação (ângulo) aumente, o objeto logicamente atinge uma altura mais elevada e um alcance horizontal menor; se o ângulo de inclinação diminui, a altura também diminui e o alcance horizontal se torna maior.





Um objeto é lançado obliquamente no vácuo com velocidade inicial de 100m/s com uma inclinação de 30°. Determine o tempo de subida, a altura máxima e o alcance horizontal do objeto. Considere g = 10m/s².

Tempo de subida

$$t_s = \frac{V_0 * sen\theta}{g}$$

$$t_s = \frac{100 * sen30°}{10}$$

$$t_s = \frac{100 * \frac{1}{2}}{10}$$

$$t_s = \frac{50}{10}$$

$$t_s = 5s$$

Altura máxima

$$h = \frac{V_0^2 * sen^2\theta}{2g}$$

$$h = \frac{100^2 * \left(\frac{1}{2}\right)^2}{2*10}$$

$$h = \frac{10000 * \frac{1}{4}}{20}$$

$$h = \frac{2500}{20}$$

$$h = 125m$$

Alcance horizontal

$$a = \frac{V_0^2 * sen2\theta}{g}$$

$$a = \frac{100^2 * sen2 * 30°}{10}$$

$$a = \frac{10000 * sen60°}{10}$$

$$a = \frac{10000 * \frac{\sqrt{3}}{2}}{10}$$

$$a = 500\sqrt{3}m$$

EXERCÍCIO

1 – A fórmula abaixo permite calcular o trabalho da .....no deslocamento **d** de um corpo:

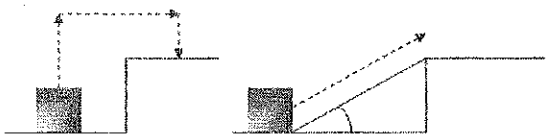
$$\tau = F * d * \cos\theta$$

a) força
b) massa
c) peso
d) ação e reação

RESPOSTA
1 - A

PLANO INCLINADO

Dadas duas trajetórias:

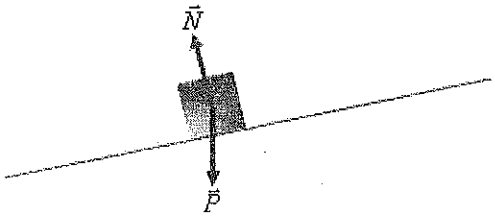


Em qual delas é mais fácil carregar o bloco?

Obviamente, na trajetória inclinada, pois no primeiro caso, teremos que realizar uma força que seja maior que o peso do corpo. Já no segundo caso, devemos fazer uma força que seja maior que uma das componentes de seu peso, neste caso, a componente horizontal, que terá intensidade menor conforme o ângulo formado for menor.

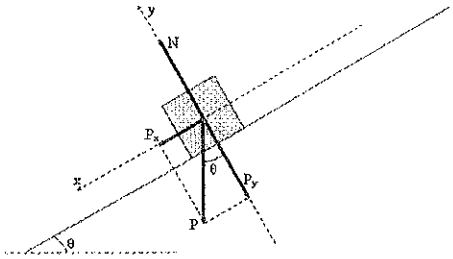
Por isso, no nosso cotidiano, usamos muito o plano inclinado para facilitar certas tarefas.

Ao analisarmos as forças que atuam sobre um corpo em um plano inclinado, temos:



A força Peso e a força Normal, neste caso, não tem a mesma direção pois, a força Peso é causada pela aceleração da gravidade, que tem origem no centro da Terra, logo a força Peso tem sempre direção vertical. Já a força Normal é a força de reação, e tem origem na superfície onde o movimento ocorre, logo tem um ângulo igual ao plano do movimento.

Para que seja possível realizar este cálculo, devemos estabelecer algumas relações:



- Podemos definir o plano cartesiano com inclinação igual ao plano inclinado, ou seja, com o eixo x formando um ângulo igual ao do plano, e o eixo y, perpendicular ao eixo x;

- A força Normal será igual à decomposição da força Peso no eixo y;

- A decomposição da força Peso no eixo x será a responsável pelo deslocamento do bloco;

- O ângulo formado entre a força Peso e a sua decomposição no eixo y, será igual ao ângulo formado entre o plano e a horizontal;

- Se houver força de atrito, esta se oporá ao movimento, neste caso, apontará para cima.

Sabendo isto podemos dividir as resultantes da força em cada direção:

Em y:

$$F_r^y = N - P_y = 0$$

como o bloco não se desloca para baixo e nem para cima, esta resultante é nula, então:

$$N = P_y$$

mas

$$P_y = P \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot \cos\theta$$

então:

$$N = m \cdot g \cdot \cos\theta$$

Em x:

$$F_r^x = m \cdot a$$

$$P_x = m \cdot a$$

mas

$$P_x = P \cdot sen\theta = m \cdot g \cdot sen\theta$$

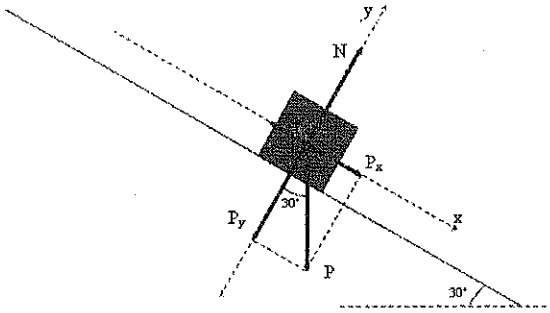
então:

$$\cancel{m} \cdot g \cdot sen\theta = \cancel{m} \cdot a$$

$$a = g \cdot sen\theta$$

Exemplo:

Um corpo de massa 12kg é abandonado sobre um plano inclinado formando 30° com a horizontal. O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o plano é 0,2. Qual é a aceleração do bloco?



Em y:

$$F_r^y = N - P_y = 0$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos\theta$$

$$N = 12 \cdot 10 \cdot \cos 30°$$

$$N = 104N$$

Em x:

$$F_r^x = m \cdot a$$

$$P_x - F_{at} = m \cdot a$$

$$\cancel{m} \cdot g \cdot sen\theta - \cancel{m} \cdot g \cdot \cos\theta \cdot \mu = \cancel{m} \cdot a$$

$$a = g \cdot (sen\,\theta - \mu \cdot \cos\theta)$$

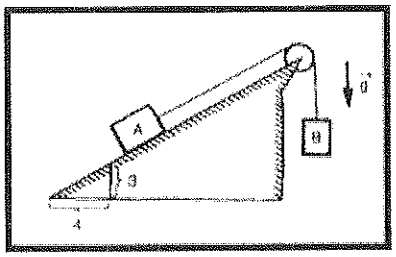
$$a = 10 \cdot (0{,}5 - 0{,}2 \cdot 0{,}86)$$

$$a = 10 \cdot 0{,}326$$

$$a = 3{,}26 m/s^2$$

EXERCÍCIOS

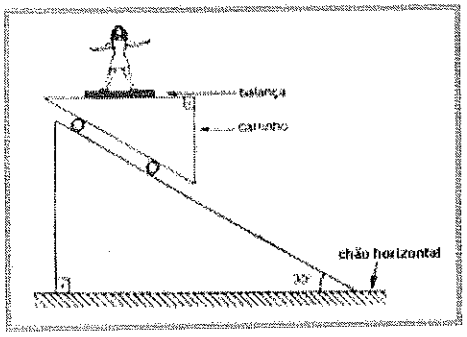
1 - No plano inclinado da figura abaixo, o coeficiente de atrito entre o bloco A e o plano vale 0,20. A roldana é isenta de atrito e despreza-se o efeito do ar.



Os blocos A e B têm massas iguais a **m** cada um e a aceleração local da gravidade tem intensidade igual a g. A intensidade da força tensora na corda, suposta ideal, vale:

a) 0,875 mg
b) mg
c) 0,96 mg
d) 0,76 mg
e) 0,88 mg

2 - Uma garota de massa 50,0kg está sobre uma balança de mola, montada num carrinho que desloca livremente por um plano inclinado fixo em relação ao chão horizontal. Não se consideram atritos nem resistência do ar.



O módulo da aceleração da gravidade local é igual a 10,0 m/s^2.

a) Durante a descida, qual o módulo da componente vertical da aceleração da garota?

b) Durante a descida, qual a leitura na escala da balança que está calibrada em newtons?

RESPOSTAS	
1 - E	2 - a)2,5 m/s^2 b) 375N

REPOUSO, MOVIMENTO E REFERENCIAL

Imagine que você esteja sentado dentro de um ônibus. Já imaginou ? Será que você está em repouso ou em movimento?

Sempre que você ouvir falar que algo está em movimento ou em repouso, este movimento ou repouso será em relação a algum outro corpo, adotado como referência. Um corpo pode muito bem estar em movimento em relação a algum objeto e em repouso em relação a outro, e em Física chamamos este corpo, adotado como referência, de referencial.

Sentado no ônibus, se o referencial for o poste da rua você estará em movimento, mas se o referencial for a pessoa sentada ao seu lado, você estará em repouso .

Lembre-se: *todo movimento é relativo, ou seja, depende de um referencial!*

Trajetórias (Tipos de movimentos)

Existem dois tipos de trajetórias, ou movimentos. A trajetória curva e a trajetória reta. Chamamos estas trajetórias de movimento curvilíneo e movimento retilíneo .

Como já vimos que o movimento depende do referencial, a trajetória também dependerá. Portanto, um corpo poderá realizar movimento retilíneo em um referencial e curvilíneo em outro. Daí a importância de sabermos qual o referencial está sendo adotado. Também podemos dividir os movimentos retilíneos e curvilíneos em três tipos diferentes:

uniforme: a velocidade do corpo não muda com o passar do tempo;
acelerado: a velocidade do corpo aumenta com o passar do tempo;
retardado: a velocidade do corpo diminui com o passar do tempo.

Classificação:

Movimento retilíneo uniforme: o corpo movimenta-se em linha reta e sua velocidade nunca muda.

Movimento retilíneo acelerado: o corpo movimenta-se em linha reta e sua velocidade aumenta com o tempo.

Movimento retilíneo retardado: o corpo movimenta-se em linha reta e sua velocidade diminui com o tempo

Movimento curvilíneo uniforme: o corpo não se movimenta em linha reta e o módulo da sua velocidade nunca muda.

Movimento curvilíneo acelerado: o corpo não se movimenta em linha reta e o módulo da sua velocidade aumenta com o passar do tempo.

Movimento curvilíneo retardado: o corpo não se movimenta em linha reta e o módulo da sua velocidade diminui com o passar do tempo.

EXERCÍCIO

1 - Movimento em que o corpo movimenta-se em linha reta e sua velocidade diminui com o tempo

a) movimento curvilíneo uniforme
b) movimento retilíneo acelerado
c) movimento retilíneo retardado
d) movimento curvilíneo retardado

RESPOSTA
1 - C

QUANTIDADE DE MOVIMENTO
IMPULSO

Impulso e conservação

No estudo da física, encontramos grandezas que se conservam, isto é, grandezas que, com o decorrer do fenômeno físico, mantêm o seu valor constante. Dois exemplos que podem ser citados são a carga elétrica e a energia mecânica em um sistema conservativo.

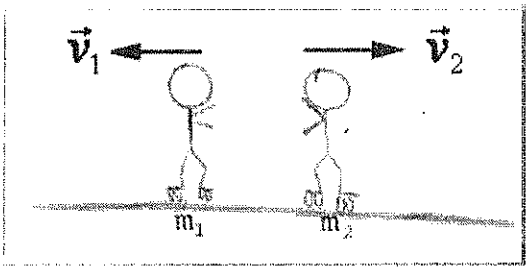
Num sistema conservativo, como por exemplo, um objeto em queda sem a resistência do ar, observa-se que inicialmente existe a energia potencial que - no decorrer do movimento - diminui ao mesmo tempo em que a energia cinética aumenta. A soma da energia cinética com a energia potencial, ou seja, a energia mecânica se mantém constante e por isso ela é conservada.

Na mecânica, existe outra grandeza física muito importante que se conserva, ela é conhecida como quantidade de movimento e a sua definição, assim como a sua conservação, serão estudadas a seguir.

A quantidade de movimento e a sua conservação

Imagine dois patinadores muito próximos, e em determinado instante, um deles empurra o outro. O que se observa é que os dois patinadores irão se locomover em sentidos opostos. Podemos explicar tal fenômeno pela Terceira lei de Newton, pois quando um patinador exerce uma força sobre o outro, ele recebe simultaneamente uma força igual e oposta do seu colega.

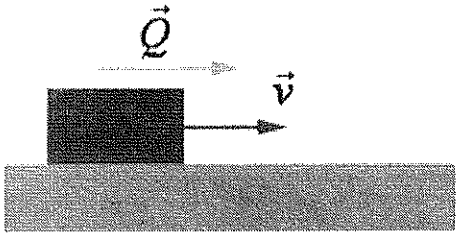
Podemos também explicar esse exemplo de uma outra forma. Após o empurrão, os dois patinadores irão ter velocidades em sentidos opostos e pode se observar que, se multiplicarmos a massa de cada patinador pela sua respectiva velocidade, o resultado dessa operação será a mesma para os dois patinadores. Observe o esquema a seguir.



$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

O produto da massa do corpo pela a sua velocidade é definido como quantidade de movimento e a sua orientação é sempre a mesma da velocidade.

A Quantidade de Movimento e a velocidade terao a mesma direçao e sentido



$$\vec{Q} = m\vec{v}$$

A conservação da quantidade de movimento, nesse exemplo, pode ser entendida da seguinte forma. Antes de ocorrer o empurrão, os dois patinadores estavam em repouso e por isso a quantidade de movimento do sistema era zero. Após o empurrão, eles foram para lados opostos com a mesma quantidade de movimento e como essa grandeza é vetorial, quando efetuamos a soma dos vetores, o resultado também será igual a zero.

Observe que, com isso, a quantidade de movimento do sistema constituído pelos dois patinadores se conservou, pois antes do empurrão o seu valor era zero e após continuou sendo igual a zero.

É importante assinalar que o movimento dos patinadores ocorreu através da atuação de forças internas entre eles, ou seja, não apareceu no nosso exemplo uma terceira pessoa que - exercendo uma força externa - empurra os patinadores para lados opostos. Quando temos um sistema em que só há a atuação de forças internas ou com a resultante das forças externas nula, esse sistema é definido como sistema isolado, e a conservação da quantidade de movimento só pode ocorrer nesse tipo de situação.

Um exemplo muito citado e explorado de sistema isolado é o fenômeno da explosão. Observe que, nesse caso, os fragmentos são espalhados por atuação de forças internas e por isso vale a conservação da quantidade de movimento.

Impulso

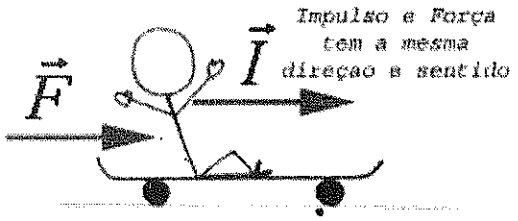
Considere uma criança sentada em um skate e um colega que irá empurrá-lo. Durante a brincadeira, o garoto que está empurrando exerce uma força durante um determinado intervalo de tempo e logicamente, o garoto sentado irá sofrer um impulso.

Note que esse impulso só ocorre, enquanto o garoto no skate estiver sob a ação da força exercida pelo seu colega. Podemos, então, deduzir que o impulso é uma grandeza que depende da força aplicada e do tempo em que ela é exercida.

Define-se o impulso de uma força constante como sendo o resultado do produto da força aplicada pelo tempo de aplicação dessa força.

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

O impulso é uma grandeza vetorial e a sua orientação (direção e sentido) sempre será a mesma da força aplicada.



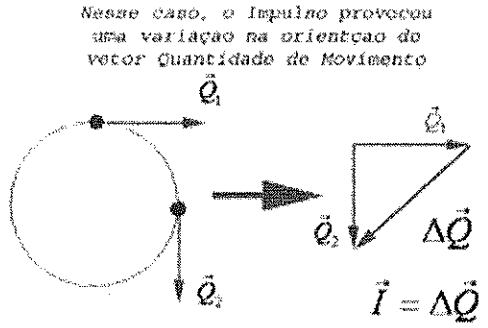
Outro fato bastante simples de ser percebido é que a intensidade da velocidade do garoto no skate aumenta. Como a intensidade da quantidade de movimento é determinada pelo produto da massa do garoto pela velocidade por ele obtida, podemos concluir que se a intensidade da velocidade aumenta, então, a intensidade da quantidade de movimento também aumenta, ou seja, o impulso provocou uma variação na quantidade de movimento do garoto.

Essa observação nos leva a um teorema conhecido como **Teorema do Impulso** que diz exatamente isso, *"o Impulso de uma força é igual a variação na Quantidade de Movimento"*.

Matematicamente, ele é escrito da seguinte forma:

$$\vec{I} = \Delta\vec{Q}$$

Note que essa equação é uma equação vetorial e isso nos leva a um sentido bem mais amplo do que é o Teorema do Impulso. O exemplo do garoto empurrado no skate nos deixa claro que o impulso pode provocar uma variação na intensidade da quantidade de movimento, mas não é só isso, por ser uma equação vetorial, pode se concluir também, que o impulso pode provocar uma variação na orientação do vetor quantidade de movimento. Quando um móvel executa uma trajetória curvilínea, mesmo que seja com velocidade constante, há um impulso aplicado nesse móvel, pois há variação na direção do vetor quantidade de movimento.



EXERCÍCIOS

1 - Um avião está voando em linha reta com velocidade constante de módulo 7,2 . 10^2km/h quando colide com uma ave de massa 3,0kg que estava parada no ar. A ave atingiu o vidro dianteiro (inquebrável) da cabine e ficou grudada no vidro.

Se a colisão durou um intervalo de tempo de 1,0 . 10^{-3}s, a força que o vidro trocou com o pássaro, suposta constante, teve intensidade de:

a) 6,0 . 105N
b) 1,2 . 106N
c) 2,2 . 106N
d) 4,3 . 106N
e) 6,0 . 106N

2 - Um objeto de massa 5,0kg movimentando-se a uma velocidade de módulo 10m/s, choca-se frontalmente com um segundo objeto de massa 20kg, parado. O primeiro objeto, após o choque, recua uma velocidade de módulo igual a 2,0m/s. Desprezando-se o atrito, a velocidade do segundo, após o choque tem módulo igual a:

a) 2,0 m/s
b) 3,0m/s
c) 4,0 m/s
d) 6,0 m/ss
e) 8,0 m/s

3 - Um patinador de 80kg de massa está parado sobre um plano horizontal, segurando em uma das mãos um objeto de 5,0kg de massa. Em dado instante, ele joga o objeto para a sua frente com velocidade horizontal de 16m/s. Sendo desprezíveis as forças de atrito sobre o patinador, pode-se afirmar que o mesmo

a) permanece imóvel.
b) desloca-se para frente com velocidade de 1, 0m/s.
c) desloca-se para trás com velocidade de 1, 0m/s.
d) desloca-se para frente com velocidade de 8,0m/s.
e) desloca-se para trás com velocidade de 16m/s

RESPOSTAS		
1 - A	2 - B	3 - C

CINEMÁTICA

O conceito fundamental da mecânica é o de movimento, ou seja, da mudança nas posições dos corpos ao longo do tempo.

Na cinemática, o objetivo é descrever como se processam os movimentos, isto é, estabelecer as posições que os corpos ocupam ao longo do tempo e as respectivas velocidades, independentemente das causas desses movimentos. Em outros termos, na cinemática procura-se estabelecer as formas geométricas das trajetórias dos corpos no espaço, se são retas ou curvas, e os intervalos de tempo levados para percorrer todos os segmentos dessas trajetórias.

Na dinâmica, o objetivo é buscar conhecer as causas dos movimentos. Dado um conjunto de corpos interagindo uns com os outros, busca-se descrever as forças que agem sobre cada um deles, relacionar a resultante dessas forças à respectiva aceleração e, daí, entender o movimento correspondente.

A Relatividade do Movimento

Quando um corpo muda de posição em relação à vizinhança, dizemos que ele se move.

Aqui existem duas idéias independentes.

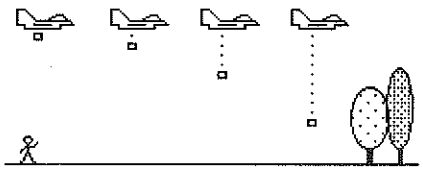
A idéia de **mudança:** quando um corpo se move, o Universo muda de alguma forma, isto é, ele não é mais o que era antes.

E a idéia de **sistema de referência:** dizer que um corpo se move significa dizer que se pode verificar os lugares que ele ocupa em relação a outro corpo ou sistema de corpos. Ao sistema de eixos coordenados fixado nesse corpo ou sistema de corpos chamamos de sistema de referência ou referencial.

Para o movimento em uma dimensão, o sistema de referência pode ser uma reta infinita com um ponto fixo a partir do qual se estabelecem as posições.

Para um movimento plano, o sistema de referência pode ser um plano infinito com dois eixos perpendiculares entre si e fixos, com as posições sendo dadas por pares de números.

E assim por diante.



Exemplo:

Um avião voa horizontalmente e dele se desprende uma peça, que cai ao solo.

Para o piloto, a peça cai segundo uma linha reta vertical. Para uma pessoa em terra, a peça cai segundo uma parábola.

O mesmo movimento aparece de modo diferente para os dois observadores.

Por isso, se diz que movimento é relativo ao sistema de referência.

Posição e Deslocamento

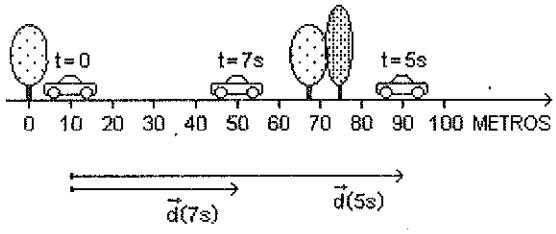
O conceito de posição está associado ao lugar onde se encontra o corpo num dado instante de tempo.

O movimento do corpo fica completamente descrito indicando sua posição em todos os instantes de tempo.

O deslocamento do corpo é definido como a medida do segmento de reta (orientado) com origem na posição inicial e extremidade na posição final do movimento no intervalo de tempo considerado.

Exemplo:

Um carro percorre uma estrada retilínea, indo até um certo ponto e retornando um tanto.



Para analisar o movimento do carro, deve-se escolher, antes de tudo, um sistema de referência. Agora se pode dizer que o carro estava em x = 10 m no instante t = 0 (quando ele começou a ser observado), em x = 90 m em t = 5 s e em x = 50 m em t = 7 s.

Se o carro se deslocou da posição x = 10 m até a posição x = 90 m em 5 s e da posição x = 90 m até a posição x = 50 m nos dois segundos subsequentes, então ele teve um deslocamento de 80 m, da esquerda para a direita, nos primeiros 5 s e um deslocamento de 40 m, também da esquerda para a direita, nos 7 s considerados.

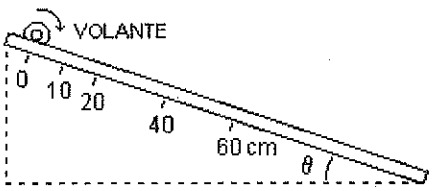
Distância Percorrida

A distância percorrida em um certo intervalo de tempo é definida como a soma de todos os deslocamentos (em módulo) ocorridos neste intervalo de tempo.

Assim, no exemplo discutido acima, a distância percorrida pelo carro nos primeiros 5 s é de 80 m e a distância percorrida nos 7 s considerados é de 80 m + 40 m = 120 m.

Gráfico Posição x Tempo

Como exemplo de movimento ,seja o movimento do centro de massa de um volante (ou uma esfera) que desce um plano inclinado constituído por uma calha metálica.



Velocidade Média

A velocidade média em um certo intervalo de tempo é definida como o cociente do deslocamento do corpo neste intervalo de tempo pelo próprio intervalo de tempo:

$$v(t1,t2) = [\, x(t2) - x(t1) \,] / (\, t2 - t1 \,)$$

Se $v(t1,t2) > 0$, então $x(t2) > x(t1)$: o corpo se desloca no sentido definido como positivo para o eixo x.

Se $v(t1,t2) < 0$, então $x(t2) < x(t1)$: o corpo se desloca no sentido contrário àquele definido

Movimento Retilíneo Uniforme

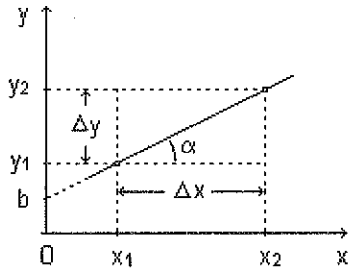
A equação de uma reta no plano x-y é:

$$y(x) = ax + b$$

onde

$$a = tg\ \alpha = \Delta y / \Delta x = (\, y_2 - y_1 \,) / (\, x_2 - x_1 \,)$$

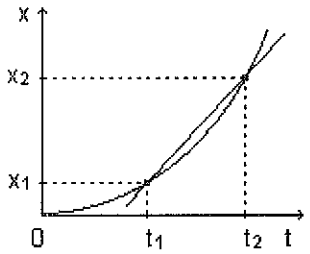
$$b = y(0)$$



À velocidade média $v(t_1,t_2)$ podemos associar uma reta que passa pelos pontos do gráfico x(t) x t correspondentes aos instantes t_1 e t_2.

E a equação dessa reta é:

$$x(t) = v(t_1,t_2)\, t + xo$$



Pode-se imaginar um corpo cujo movimento é descrito por essa equação horária. Esse corpo teria velocidade constante e igual a $v(t_1,t_2)$. O movimento em questão é chamado movimento retilíneo uniforme (MRU).

Velocidade Instantânea

A partir do gráfico posição x tempo, foram calculadas algumas velocidades médias para o centro de massa do volante tomando, para todas elas, o mesmo instante inicial.

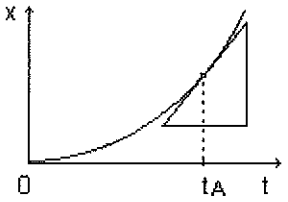
Os valores obtidos para a velocidade média formam uma sequência de números que decrescem monotonicamente com o decréscimo do intervalo de tempo correspondente aos pares de pontos considerados. E o decréscimo do intervalo de tempo vem acompanhado do decréscimo do deslocamento correspondente, de modo que o cociente $\Delta x / \Delta t$ sempre é um número finito.

Se o cálculo das velocidades médias pudesse ser levado até que o intervalo de tempo fosse muito pequeno, os valores obtidos formariam uma sequência de números que tenderia a um valor final.

Esse valor final é a velocidade instantânea correspondente ao instante inicial (t_A) considerado no processo.

Matematicamente:

$$v(t_A) = \lim_{\Delta t \to 0} \Delta x / \Delta t = \lim_{t \to t_A} [\, x(t) - x(t_A) \,] / (\, t - t_A \,)$$



A partir do gráfico posição x tempo, a velocidade instantânea no instante t_A é calculada seguindo-se os seguintes passos:

- Traça-se um segmento tangente ao gráfico no ponto correspondente a t_A.

- Desenha-se um triângulo retângulo com catetos paralelos aos eixos cartesianos e a hipotenusa, o segmento de reta tangente.

- Tira-se, por inspeção do gráfico, os valores Δx e Δt.

O cociente $\Delta x / \Delta t$ é a velocidade instantânea do corpo no instante t_A.

Aceleração

A aceleração média de um corpo entre dois instantes de tempo é definida como o cociente da variação da velocidade instantânea neste intervalo pelo intervalo de tempo:

$$a(t_1,t_2) = [\, v(t_2) - v(t_1) \,] / (\, t_2 - t_1 \,)$$

Se $a(t_1,t_2) > 0$, então $v(t_2) > v(t_1)$: a velocidade do corpo aumenta.

Se $a(t_1,t_2) < 0$, então $v(t_2) < v(t_1)$: a velocidade do corpo diminui.

A partir do gráfico v(t) x t pode-se introduzir o conceito de aceleração instantânea de maneira análoga àquela usada para introduzir o conceito de velocidade instantânea a partir do gráfico posição x tempo.

Um corpo está em movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) quando a sua aceleração instantânea não varia. Assim, os conceitos de aceleração média e aceleração instantânea se confundem e podemos escrever:

$$a = [\, v(t_2) - v(t_1) \,] / (\, t_2 - t_1 \,)$$

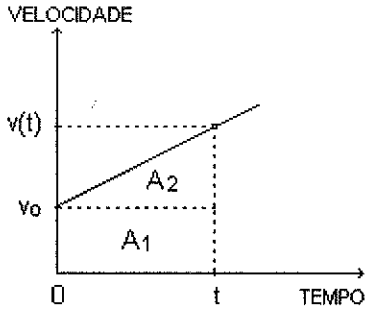
Agora, tomando $t_1 = 0$, $v(t_1) = v(0) = v_o$ e $t_2 - t_1 = t$, obtemos:

$$v(t) = v_o + at$$

O gráfico v(t) x t é uma reta para o MRUV.

Equação Horária do MRUV

O deslocamento de um corpo entre dois instantes dados é numericamente igual à área sob o gráfico velocidade instantânea x tempo compreendida entre estes dois instantes.



Para um corpo em MRUV, o gráfico velocidade instantânea x tempo é uma reta. Então, como:

$$A_1 = v_o t$$

$$A_2 = \tfrac{1}{2} [\, v(t) - v_o \,]\, t = \tfrac{1}{2} at^2$$

vem:

$$x(t) - x_o = v_o t + \tfrac{1}{2} at^2$$

Esta é a expressão para o deslocamento de um corpo em MRUV. A correspondente equação horária é:

$$x(t) = x_o + v_o t + \tfrac{1}{2} at^2$$

EXERCÍCIOS

1 - Considere a seguinte situação. Um ônibus movendo-se numa estrada e duas pessoas: A sentada no ônibus e B parada na estrada. Ambas observam uma lâmpada fixa no teto do ônibus. A diz: "A lâmpada não se move em relação a mim, uma vez que a vejo sempre na mesma posição". B diz: "A lâmpada está se movimentando, uma vez que ela está se afastando de mim".

Assinale a alternativa correta:

a) A está errada e B está certa.
b) A está certa e B está errada.
c) Ambas estão erradas.
d) Cada uma, dentro do seu ponto de vista, está certa. O movimento depende do referencial.
e) Não é possível determinar qual delas está certa.

2 - Em uma avenida de uma cidade, existem semáforos regularmente espaçados a cada 500 m. Se em todos os semáforos a luz vermelha (sinal de parada) permanece acesa durante 40 s, qual deve ser a velocidade média, em km/h, para que um carro não pare nos semáforos dessa avenida?

3 - O fabricante informa que um carro, partindo do repouso, atinge 100 km/h em 10 segundos. A melhor estimativa para o valor da aceleração nesse intervalo de tempo, em m/s2, é:

a) 3,0.10-3
b) 2,8
c) 3,6
d) 9,8
e) 10

RESPOSTAS		
1 - D	2 - => v = 45 km /h	3 - C

HIDROSTÁTICA

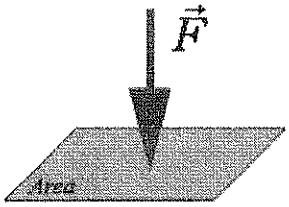
A hidrostática é a parte da física que estuda os líquidos e os gases em repouso, sob ação de um campo gravitacional constante, como ocorre quando estamos na superfície da Terra.

As leis que regem a hidrostática estão presentes no nosso dia-a-dia, mais do que podemos imaginar. Elas se verificam, por exemplo, na água que sai da torneira das nossas residências, nas represas das hidrelétricas que geram a energia elétrica que utilizamos e na pressão que o ar está exercendo sobre você nesse exato momento.

Para entender essas leis, é preciso compreender primeiramente o conceito de pressão.

Pressão

A grandeza física determinada pelo quociente entre uma força aplicada e a área de ação dessa força recebe o nome de pressão. É o que se vê na figura abaixo:



$$Pr = \frac{|\vec{F}|}{Área}$$

De acordo com o Sistema Internacional de Pesos e Medidas, a unidade de medida da pressão é o pascal (*pa*), mas é muito comum usar-se também a atmosfera (*atm*)e o milímetro de mercúrio (*mmHg*).

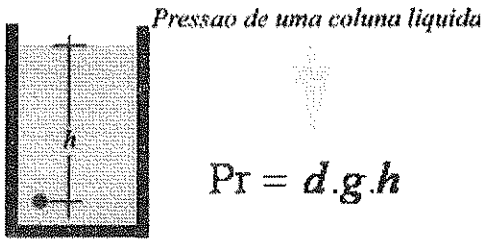
$$1\ atm = 1.10^5 pa = 760 mmHg$$

Pressão hidrostática

Ao mergulharmos em uma piscina, a água irá exercer uma pressão sobre nós. Quanto mais fundo mergulharmos, maior será essa pressão. Agora, imagine que o líquido contido pela piscina não seja água, mas outro mais denso.

Nessa situação, a pressão vai aumentar, pois o peso do líquido sobre nós também será maior. E, se estamos falando de peso, é porque a força da gravidade, que o compõe, influencia a pressão exercida pelo líquido, também chamada de pressão hidrostática. A partir disso, é possível concluir que a pressão hidrostática depende da profundidade, da densidade do líquido e da gravidade local.

A pressão hidrostática é determinada pela seguinte expressão matemática:



Onde:

d é a densidade do líquido

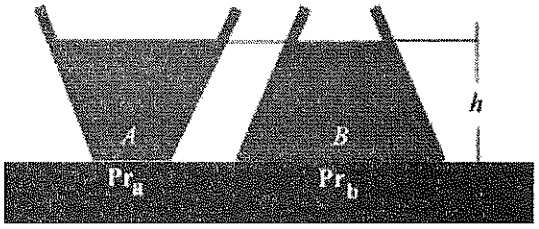
g é a aceleração da gravidade

h é a profundidade

Esta equação foi publicada pela primeira vez em 1586, pelo físico holandês Simão Stevin. Por isso, fico conhecida como lei de Stevin.

Uma consequência importante de lei de Stevin é o fato de a pressão hidrostática não depender da área de contato do líquido.

Observe a seguinte figura:



Apesar de os recipientes terem bases com áreas diferentes, essas bases estão submetidas à mesma pressão, pois os dois líquidos estão com a mesma altura, ou seja:

$$Pr_A = Pr_B$$

Princípio de Pascal

Se você está dirigindo e depara com o sinal fechado, coloca o pé no freio. O carro para.

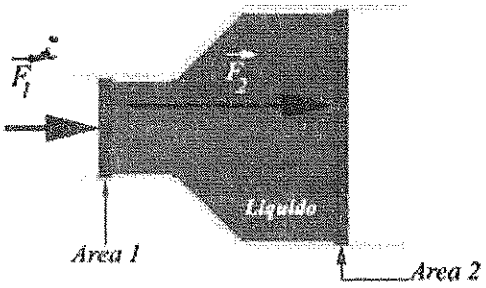
Para a física, o que isso significa? Significa que é possível parar um objeto que tem uma massa de uma tonelada ou mais, com um esforço mínimo - o do seu pé sobre o pedal do freio.

Isso ocorre porque a força que é transmitida para o sistema de freios é a força que você exerceu no pedal multiplicada muitas vezes. A explicação desse fenômeno é o princípio de Pascal, que pode ser enunciado da seguinte forma:

"Em equilíbrio, os líquidos que não podem ser comprimidos transmitem integralmente a pressão por eles recebida".

Um exemplo que pode esclarecer melhor esse princípio é o da prensa hidráulica.

Considere um cilindro que é constituído por extremidades com áreas diferentes. Seu interior é preenchido por um líquido e o cilindro é fechado por dois êmbolos (área 1 e área 2, na imagem abaixo) que podem deslizar.



Se aplicarmos uma força sobre a área 1, estaremos exercendo uma pressão nesse local, e pelo Princípio de Pascal, essa pressão será transmitida integralmente para a área 2.

$$Pr_1 = Pr_2 \longrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

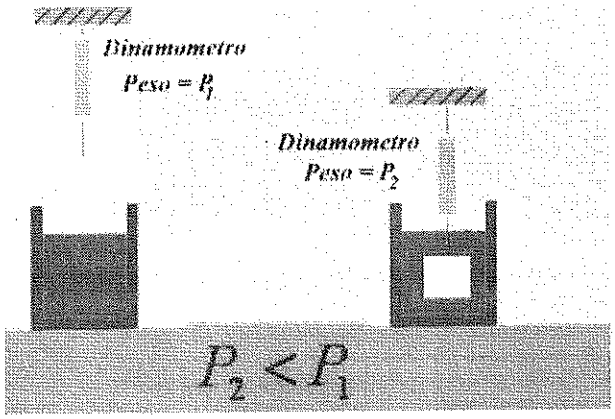
A equação acima mostra que, quanto maior em relação à área 1 for a área 2, maior será a força F_2 em relação à força F_1. Considere, por exemplo, que a área 1 tem 1 cm^2 e a área 2 tem 100 cm^2. Aplicando-se o princípio de Pascal, obteremos o seguinte resultado:

$$\frac{F_1}{1} = \frac{F_2}{100} \longrightarrow F_2 = 100\,F_1$$

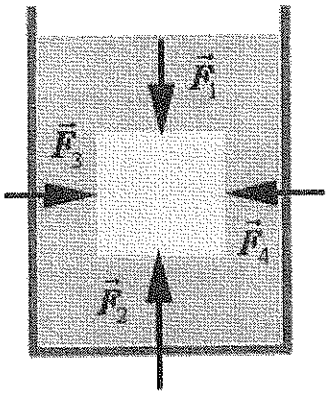
Ou seja, a força transmitida para a área 2 é 100 vezes maior que a força transmitida a área 1.

O princípio de Arquimedes

Considere um objeto que está suspenso no ar por um dinamômetro que indica o valor do seu peso. Em seguida, mergulha-se o mesmo objeto em um recipiente que contém um líquido em seu interior. Nessa segunda situação, o mesmo objeto terá um peso menor.



P_2 é menor do que P_1 pelo fato de o líquido exercer forças por toda a extensão do objeto, como se vê a seguir:



Na figura acima, é importante observar que:

a) as forças F_3 e F_4 se anulam, pois são simétricas;

b) a intensidade da força F_2 é maior que a intensidade da força F_1, porque a pressão exercida pelo líquido na parte inferior do objeto é maior que a pressão exercida na parte superior (de acordo com a Lei de Stevin).

Essa diferença irá resultar numa força vertical e dirigida para cima, que é conhecida como empuxo. O empuxo pode ser determinado pela equação:

$$E = F_2 - F_1$$

Segundo o princípio de Arquimedes, a intensidade do empuxo é igual ao peso do fluido deslocado pelo objeto imerso:

$$E = P_{FD} = m_{FD}.g = d_{FD}.g.V_{FD}$$

Onde:

P_{FD} é peso do fluido deslocado.

m_{FD} é a massa do fluido deslocado.

d_{FD} é a densidade do fluido deslocado.

V_{FD} é o volume do fluido deslocado.

É importante salientar que, ao falarmos de fluidos, estamos nos referindo a líquidos e gases. Ou seja, o empuxo não é uma exclusividade dos líquidos, os gases também podem exercê-lo.

EXERCÍCIOS

1 - Desde a remota Antiguidade, o homem, sabendo de suas limitações, procurou dispositivos para multiplicar a força humana. A invenção da RODA foi, sem sombra de dúvida, um largo passo para isso. Hoje, uma jovem dirigindo seu CLASSE A, com um leve toque no freio consegue pará-lo, mesmo que ele venha a 100 km/h. É o FREIO HIDRÁULICO. Tal dispositivo está fundamentado no PRINCÍPIO de:

a) Newton
b) Stevin
c) Pascal
d) Arquimedes
e) Eisntein

2 - Um bloco maciço de ferro de densidade 8,0 g/cm^3 com 80kg encontra-se no fundo de uma piscina com água de densidade 1,0 g/cm^3 e profundidade 3,0m. Amarrando-se a esse bloco um fio ideal e puxando esse fio de fora da água, leva-se o bloco à superfície com velocidade constante. Adote g = 10 m/s^2. A força aplicada a esse fio tem intensidade de:

a) 8,0 . 102 N
b) 7,0 . 102 N
c) 6,0 . 102 N
d) 3,0 . 102 N
e) 1,0 . 102 N

3 - Um corpo de massa específica 0,800 g/cm^3 é colocado a 5,00m de profundidade, no interior de um líquido de massa específica 1,0 g/cm^3. Abandonando-se o corpo, cujo volume é 100 cm^3, sendo g = 10 m/s^2, a altura máxima acima da superfície livre do líquido alcançada pelo corpo vale:

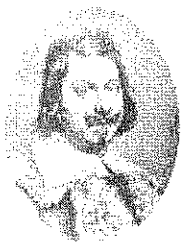
Obs.: Desprezar a viscosidade e a tensão superficial do líquido.

a) 0,75 m
b) 2,50 m
c) 1,00 m
d) 3,75 m
e) 1,25 m

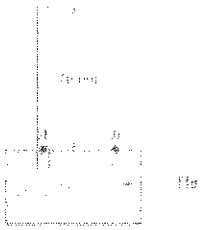
RESPOSTAS		
1 - C	2 - B	3 - E

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A atmosfera terrestre é composta por vários gases, que exercem uma pressão sobre a superfície da Terra. Essa pressão, denominada pressão atmosférica, depende da altitude do local, pois à medida que nos afastamos da superfície do planeta, o ar se torna cada vez mais rarefeito, e, portanto, exercendo uma pressão cada vez menor.



O físico italiano Evangelista Torricelli (foto) (1608-1647) realizou uma experiência para determinar a pressão atmosférica ao nível do mar. Ele usou um tubo de aproximadamente 1,0 m de comprimento, cheio de mercúrio (Hg) e com a extremidade tampada. Depois, colocou o tubo, em pé e com a boca tampada para baixo, dentro de um recipiente que também continha mercúrio. Torricelli observou que, após destampar o tubo, o nível do mercúrio desceu e estabilizou-se na posição correspondente a 76 cm, restando o vácuo na parte vazia do tubo.



Na figura, as pressões nos pontos A e B são iguais (pontos na mesma horizontal e no mesmo líquido). A pressão no ponto A corresponde à pressão da coluna de mercúrio dentro do tubo, e a pressão no ponto B corresponde à pressão atmosférica ao nível do mar:

$$p_B = p_A \text{ è } p_{ATM} = p_{coluna(Hg)}$$

Como a coluna de mercúrio que equilibra a pressão atmosférica é de 76 cm, dizemos que a pressão atmosférica ao nível do mar equivale à pressão de uma coluna de mercúrio de 76 cm. Lembrando que a pressão de uma coluna de líquido é dada por dgh (g = 9,8 m/s2), temos no SI :

$$p_{ATM} \cong 76cmHg = 760mmHg = 1{,}01x10^5 \text{ Pa}$$

A maior pressão atmosférica é obtida ao nível do mar (altitude nula). Para qualquer outro ponto acima do nível do mar, a pressão atmosférica é menor.

A tabela a seguir apresenta a variação da pressão atmosférica de acordo com a altitude.

Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)	Altitude (m)	Pressão (mmHg)
0	760	1200	658
200	742	1400	642
400	724	1600	627
600	707	1800	612
800	690	2000	598
1000	674	3000	527

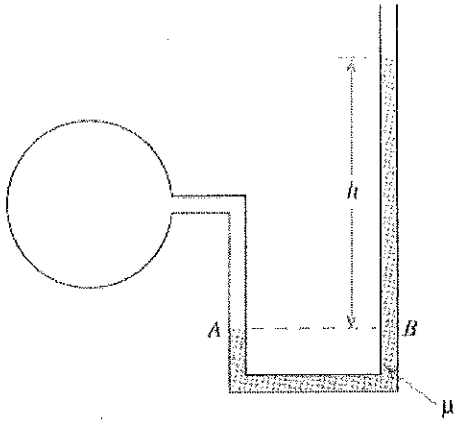
Os manômetros (medidores de pressão) utilizam a pressão atmosférica como referência, medindo a diferença entre a pressão do sistema e a pressão atmosférica. Tais pressões chamam-se pressões manométricas.

A pressão manométrica de um sistema pode ser positiva ou negativa, dependendo de estar acima ou abaixo da pressão atmosférica. Quando o manômetro mede uma pressão manométrica negativa, ele é chamado de manômetro de vácuo.

Manômetro utilizado em postos de gasolina (os médicos usam um sistema semelhante) para calibração de pneus. A unidade de medida psi (libra por polega ao quadrado) corresponde a, aproximadamente, 0,07 atm.

Assim, a pressão lida no mostrador, 26 psi, é igual a aproximadamente, 1,8 atm.

A figura representa um manômetro de tubo aberto. Pela diferença de níveis do líquido nos dois ramos do tubo em U, mede-se a pressão manométrica do sistema contido no reservatório. Escolhendo os dois pontos A e B mostrados na figura, temos:



$$p_A = p_B$$

$$p_{SISTEMA} = p_{ATM} + p_{LÍQUIDO}$$

$$p_{SISTEMA} = p_{ATM} = dgh$$

$$p_{MANOMÉTRICA} = dgh$$

EXERCÍCIOS

1 – Qual foi o físico italiano que realizou a experiência para determinar a pressão atmosférica ao nível do mar?

a) Isaac Newton
b) Evangelista Torricelli
c) Arquimedes
d) Nicolau Copérnico

2 – Os medidores de pressão são os:

a) barômetros
b) termômetros
c) manômetros
d) pluviômetros

RESPOSTAS	
1 - B	2 - C

ÓPTICA

A óptica é um ramo da Física que estuda a luz ou, mais amplamente, a radiação eletromagnética, visível ou não. A óptica explica os fenômenos de reflexão, refração e difração, a interação entre a luz e o meio, entre outras coisas.

Geralmente, a disciplina estuda fenômenos envolvendo a luz visível, infravermelha, e ultravioleta; entretanto, uma vez que a luz é uma onda eletromagnética, fenômenos análogos acontecem com os raios X, micro-ondas, ondas de rádio, e outras formas de radiação eletromagnética. A óptica, nesse caso, pode se enquadrar como uma subdisciplina do eletromagnetismo. Alguns fenômenos ópticos dependem da natureza da luz e, nesse caso, a óptica se relaciona com a mecânica quântica.

Segundo o modelo para a luz utilizada, distingue-se entre os seguintes ramos, por ordem crescente de precisão (cada ramo utiliza um modelo simplificado do empregado pela seguinte):

Óptica geométrica: Trata a luz como um conjunto de raios que cumprem o princípio de Fermat. Utiliza-se no estudo da transmissão da luz por meios homogêneos (lentes, espelhos), a reflexão e a refração.

Óptica ondulatória: Considera a luz como uma onda plana, tendo em conta sua frequência e comprimento de onda. Utiliza-se para o estudo da difração e interferência.

Óptica eletromagnética: Considera a luz como uma onda eletromagnética, explicando assim a reflexão e transmissão, e os fenômenos de polarização e anisotrópicos.

Óptica quântica ou óptica física: Estudo quântico da interação entre as ondas eletromagnéticas e a matéria, no que a dualidade onda-corpúsculo joga um papel crucial.

Natureza da Luz

Em 1675, Isaac Newton, num de seus artigos, considerou a luz constituída por um conjunto de corpúsculos materiais em movimento, cujas trajetórias seriam retas. Huygens sugeriu que os fenômenos de propagação da luz seriam mais bem explicados se a luz fosse considerada uma onda.

No início do século XIX, a teoria de Newton foi definitivamente abandonada, passando-se a considerar a luz como uma propagação ondulatória, graças ao trabalhos do inglês Thomas Young. No entanto, evidências mais recentes mostram que ao lado das ondas a luz transporta também corpúsculos de energia, chamados fótons, apresentando uma natureza dual (partícula-onda), segundo teoria do francês Louis De Broglie.

O transporte de energia radiante da luz é realizada através de ondas chamadas eletromagnéticas, tais ondas, além de não necessitarem de um meio material para se propagar – podendo, portanto, propagar-se no vácuo – possuem uma enorme velocidade.

No vácuo, a velocidade de propagação da luz (c) vale, aproximadamente:

$$c = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Em geral, somente uma parcela de energia radiante propicia a sensação de visão, ao atingir o olho. Essa parcela é denominada luz e possui frequência entre $4 \cdot 10^{14}$ Hz e $8 \cdot 10^{14}$ Hz.

Luz Mono e Policromática

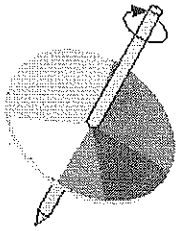
De acordo com sua cor, a luz pode ser classificada como Monocromática ou Policromática.

Chama-se **luz monocromática** aquela composta de apenas uma cor, como por exemplo, a luz amarela emitida por lâmpadas de sódio.

Chama-se **luz policromática** aquela composta por uma combinação de duas ou mais cores monocromáticas, como por exemplo, a luz branca emitida pelo Sol ou por lâmpadas comuns.

Usando-se um prisma é possível decompor a luz policromática nas luzes monocromáticas que a formam, o que não é possível para as cores monocromáticas, como o vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

Um exemplo da composição das cores monocromáticas que formam a luz branca é o disco de Newton, que é uma experiência composta de um disco com as sete cores do espectro visível, que ao girar em alta velocidade, "recompõe" as cores monocromáticas, formando a cor policromática branca.



Cor de um corpo

Ao nosso redor é possível distinguir várias cores, mesmo quando estamos sob a luz do Sol, que é branca.

Esse fenômeno acontece pois, quando é incidida luz branca sobre um corpo de cor verde, por exemplo, este absorve todas as outras cores do espectro visível, refletido de forma difusa apenas o verde, o que torna possível distinguir sua cor.

Por isso, um corpo de cor branca é aquele que reflete todas as cores, sem absorver nenhuma, enquanto um corpo de cor preta absorve todas as cores sobre ele incididas, sem refletir nenhuma, o que causa aquecimento.

Luz - Velocidade

Há muito tempo sabe-se que a luz faz parte de um grupo de ondas, chamado de ondas eletromagnéticas, sendo uma das características que reúne este grupo a sua velocidade de propagação.

A velocidade da luz no vácuo, mas que na verdade se aplica a diversos outros fenômenos eletromagnéticos como raios-x, raios gama, ondas de rádio e TV, é caracterizada pela letra **c**, e tem um valor aproximado de 300 mil quilômetros por segundo, ou seja:

$$c = 3 \cdot 10^5 \, {}^{km}/_{s}$$

No entanto, nos meios materiais, a luz se comporta de forma diferente, já que interage com a matéria existente no meio. Em qualquer um destes meios a velocidade da luz v é menor que c.

Em meios diferentes do vácuo também diminui a velocidade conforme aumenta a frequência.

Assim a velocidade da luz vermelha é maior que a velocidade da luz violeta, por exemplo.

Índice de refração absoluto

Para o entendimento completo da refração, convém a introdução de uma nova grandeza que relacione a velocidade da radiação monocromática no vácuo e em meios materiais, esta grandeza é o índice de refração da luz monocromática no meio apresentado, e é expressa por:

$$n = \frac{c}{v}$$

Onde n é o índice de refração absoluto no meio, sendo uma grandeza adimensional.

É importante observar que o índice de refração absoluto nunca pode ser menor do que 1, já que a maior velocidade possível em um meio é c, se o meio considerado for o próprio vácuo. Para todos os outros meios materiais n é sempre maior que 1.

Alguns índices de refração usuais:

Material	n
Ar seco (0°C, 1atm)	≈ *1* (1,000292)
Gás carbônico (0°C, 1atm)	≈ *1* (1,00045)
Gelo (-8°C)	1,310
Água (20°C)	1,333
Etanol (20°C)	1,362
Tetracloreto de carbono	1,466
Glicerina	1,470
Monoclorobenzeno	1,527
Vidros	de 1,4 a 1,7
Diamante	2,417
Sulfeto de antimônio	2,7

Índice de refração relativo entre dois meios

Chama-se índice de refração relativo entre dois meios, a relação entre os índices de refração absolutos de cada um dos meios, de modo que:

$$n_{1,2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Mas como visto:

$$n = \frac{c}{v}$$

Então, podemos escrever:

$$n_{1,2} = \frac{\frac{c}{v_1}}{\frac{c}{v_2}} = \frac{v_2}{v_1}$$

Ou seja:

$$n_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

Observe que o índice de refração relativo entre dois meio pode ter qualquer valor positivo, inclusive menores ou iguais a 1.

Refringência

Dizemos que um meio é mais refringente que outro quando seu índice de refração é maior que do outro. Ou seja, o etanol é mais refringente que a água.

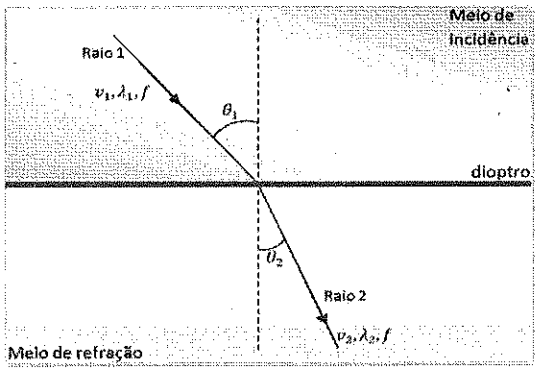
De outra maneira, podemos dizer que um meio é mais refringente que outro quando a luz se propaga por ele com velocidade menor que no outro.

Leis de Refração

Chamamos de refração da luz o fenômeno em que ela é transmitida de um meio para outro diferente.

Nesta mudança de meios, a frequência da onda luminosa não é alterada, embora sua velocidade e o seu comprimento de onda sejam. Com a alteração da velocidade de propagação ocorre um desvio da direção original.

Para se entender melhor este fenômeno, imagine um raio de luz que passa de um meio para outro de superfície plana, conforme mostra a figura abaixo:



Onde:

- Raio 1 é o raio incidente, com velocidade e comprimento de onda característico;

- Raio 2 é o raio refratado, com velocidade e comprimento de onda característico;

- A reta tracejada é a linha normal à superfície;

- O ângulo formado entre o raio 1 e a reta normal é o ângulo de incidência;

- O ângulo formado entre o raio 2 e a reta normal é o ângulo de refração;

- A fronteira entre os dois meios é um dioptro plano.

Conhecendo os elementos de uma refração podemos entender o fenômeno através das duas leis que o regem.

1ª Lei da Refração

A 1ª lei da refração diz que o raio incidente (raio 1), o raio refratado (raio 2) e a reta normal ao ponto de incidência (reta tracejada) estão contidos no mesmo plano, que no caso do desenho acima é o plano da tela.

2ª Lei da Refração - Lei de Snell

A 2ª lei da refração é utilizada para calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio, e é expressa por:

$$\frac{sen\theta_1}{sen\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

No entanto, sabemos que:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1 f}{\lambda_2 f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Além de que:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

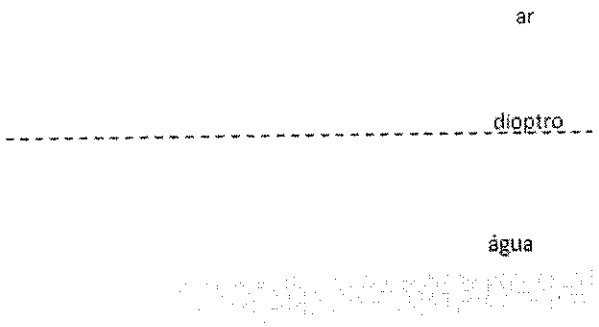
Ao agruparmos estas informações, chegamos a uma forma completa da Lei de Snell:

$$\frac{sen\theta_1}{sen\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Dioptro

É todo o sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes.

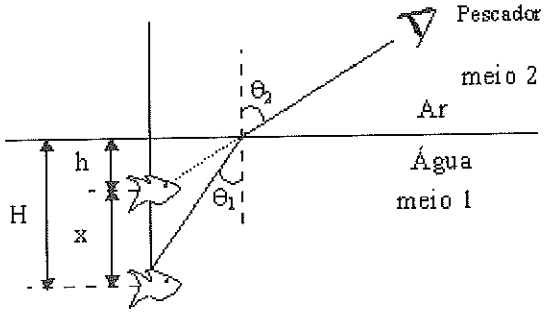
Quando esta separação acontece em um meio plano, chamamos então, dioptro plano.



A figura acima representa um dioptro plano, na separação entre a água e o ar, que são dois meios homogêneos e transparentes.

Formação de imagens através de um dioptro

Considere um pescador que vê um peixe em um lago. O peixe encontra-se a uma profundidade H da superfície da água. O pescador o vê a uma profundidade h. Conforme mostra a figura abaixo:



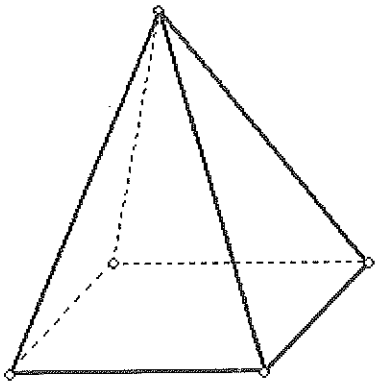
A fórmula que determina estas distância é:

$$\frac{h}{H} = \frac{n_2}{n_1}$$

Prisma

Um prisma é um sólido geométrico formado por uma face superior e uma face inferior paralelas e congruentes (também chamadas de bases) ligadas por arestas. As laterais de um prisma são paralelogramos.

No entanto, para o contexto da óptica, é chamado prisma o elemento óptico transparente com superfícies retas e polidas que é capaz de refratar a luz nele incidida. O formato mais usual de um prisma óptico é o de pirâmide com base quadrangular e lados triangulares.



A aplicação usual dos prismas ópticos é seu uso para separar a luz branca policromática nas sete cores monocromáticas do espectro visível, além de que, em algumas situações poder refletir tais luzes.

Funcionamento do prisma

Quando a luz branca incide sobre a superfície do prisma, sua velocidade é alterada, no entanto, cada cor da luz branca tem um índice de refração diferente, e logo ângulos de refração diferentes, chegando à outra extremidade do prisma separadas.

Tipos de prismas

- **Prismas dispersivos** são usados para separar a luz em suas cores de espectro.

- **Prismas refletivos** são usados para refletir a luz.

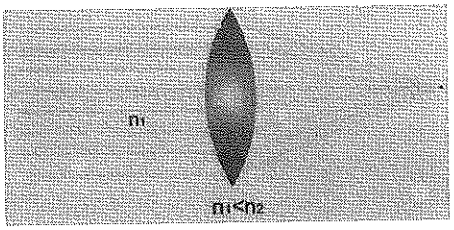
- **Prismas polarizados** podem dividir o feixe de luz em componentes de variadas polaridades.

Lentes esféricas convergentes

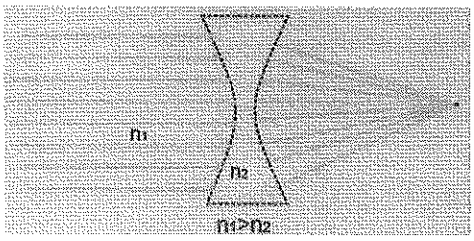
Em uma lente esférica com comportamento convergente, a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que convergem a um único ponto.

Tanto lentes de bordas finas como de bordas espessas podem ser convergentes, dependendo do seu índice de refração em relação ao do meio externo.

O caso mais comum é o que a lente tem índice de refração maior que o índice de refração do meio externo. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento convergente é o de uma lente biconvexa (com bordas finas):



Já o caso menos comum ocorre quando a lente tem menor índice de refração que o meio. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento convergente é o de uma lente bicôncava (com bordas espessas):

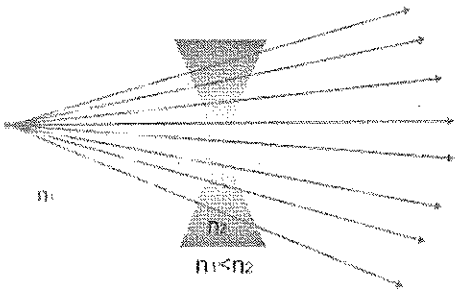


Lentes esféricas divergentes

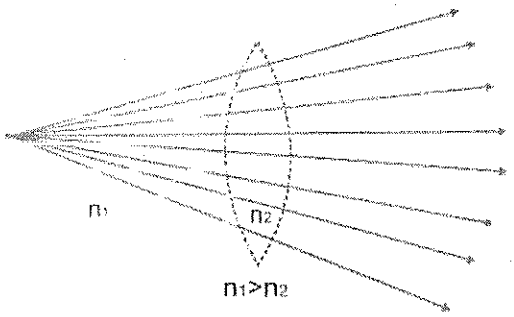
Em uma lente esférica com comportamento divergente, a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que divergem a partir de um único ponto.

Tanto lentes de bordas espessas como de bordas finas podem ser divergentes, dependendo do seu índice de refração em relação ao do meio externo.

O caso mais comum é o que a lente tem índice de refração maior que o índice de refração do meio externo. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento divergente é o de uma lente bicôncava (com bordas espessas):



Já o caso menos comum ocorre quando a lente tem menor índice de refração que o meio. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento divergente é o de uma lente biconvexa (com bordas finas):



Focos de uma lente e vergência

Focos principais

Uma lente possui um par de focos principais: foco principal objeto (F) e foco principal imagem (F'), ambos localizam-se a sobre o eixo principal e são simétricos em relação à lente, ou seja, a distância OF é igual a distância OF'.

Foco imagem (F')

É o ponto ocupado pelo foco imagem, podendo ser real ou virtual.

Foco objeto (F)

É o ponto ocupado pelo foco objeto, podendo ser real ou virtual.

Distância focal

É a medida da distância entre um dos focos principais e o centro óptico, esta medida é caracterizada pela letra f.

Pontos antiprincipais

São pontos localizados a uma distância igual a 2f do centro óptico (O), ou seja, a uma distância f de um dos focos principais (F ou F'). Esta medida é caracterizada por A (para o ponto antiprincipal objeto) e A' (para o ponto antiprincipal imagem).

Vergência

Dada uma lente esférica em determinado meio, chamamos vergência da lente (V) a unidade caracterizada como o inverso da distância focal, ou seja:

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

A unidade utilizada para caracterizar a vergência no Sistema Internacional de Medidas é a **dioptria**, simbolizado por **di**.

Uma **dioptria** equivale ao inverso de um metro, ou seja:

$$1di = 1m^{-1}$$

Uma unidade equivalente à dioptria, muito conhecida por quem usa óculos, é o "Grau".

1di = 1grau

Quando a lente é **convergente** usa-se distância focal positiva (**f>0**) e para uma lente **divergente** se usa distância focal negativa (**f<0**).

Por exemplo:

1) Considere uma lente convergente de distância focal 25cm = 0,25m.

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{+0,25} = +4di$$

Neste caso, é possível dizer que a lente tem vergência de +4di ou que ela tem *convergência* de 4di.

2) Considere uma lente divergente de distância focal 50cm = 0,5m.

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} = -2di$$

Neste caso, é possível dizer que a lente tem vergência de -2di ou que ela tem *divergência* de 2di.

Associação de lentes

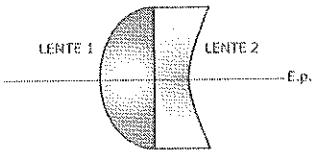
Duas lentes podem ser colocadas de forma que funcionem como uma só, desde que sejam postas coaxialmente, isto é, com eixos principais coincidentes. Neste caso, elas serão chamadas de justapostas, se estiverem encostadas, ou separadas, caso haja uma distância d separando-as. Estas associações são importantes para o entendimento dos instrumentos ópticos. Quando duas lentes são associadas é possível obter uma lente equivalente. Esta terá a mesma característica da associação das duas primeiras.

Lembrando que se a lente equivalente tiver vergência positiva será convergente e se tiver vergência negativa será divergente.

Associação de lentes justapostas

Quando duas lentes são associadas de forma justaposta, utiliza-se o teorema das vergências para definir uma lente equivalente.

Este teorema diz que a vergência da lente equivalente à associação é igual à soma algébrica das vergências das lentes componentes.



Associação de lentes separadas

Quando duas lentes são associadas de forma separada, utiliza-se uma generalização do teorema das vergências para definir uma lente equivalente.

A generalização do teorema diz que a vergência da lente equivalente à tal associação é igual a soma algébrica das vergências dos componentes menos o produto dessas vergências pela distância que separa as lentes.

EXERCÍCIOS

1 – São usados para separar a luz em suas cores de espectro:

a) prismas dispersivos
b) prismas reflexivos
c) prismas polarizados

2 - Assinale a alternativa incorreta:

a) **Óptica geométrica:** Trata a luz como um conjunto de raios que cumprem o princípio de Fermat. Utiliza-se no estudo da transmissão da luz por meios homogêneos (lentes, espelhos), a reflexão e a refração.

b) **Óptica ondulatória:** Considera a luz como uma onda plana, tendo em conta sua frequência e comprimento de onda. Utiliza-se para o estudo da refração e divergência.

c) **Óptica eletromagnética:** Considera a luz como uma onda eletromagnética, explicando assim a reflexão e transmissão, e os fenômenos de polarização e anisotrópicos.

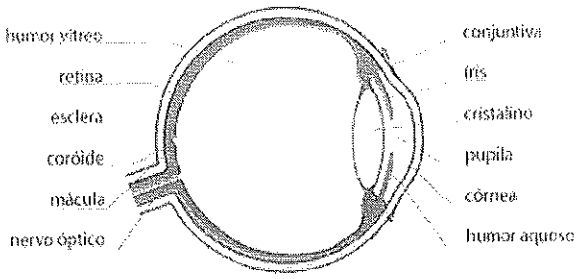
d) **Óptica quântica ou óptica física:** Estudo quântico da interação entre as ondas eletromagnéticas e a matéria, no que a dualidade onda-corpúsculo joga um papel crucial.

RESPOSTAS	
1 - A	2 - B

O OLHO HUMANO

O olho humano é um sistema óptico complexo, formado por vários meios transparentes além de um sistema fisiológico com inúmeros componentes.

Todo o conjunto que compõe a visão humana é chamado **globo ocular**.



Didaticamente dividimos o olho humano em:

Cristalino: parte do frontal do olho que funciona como uma lente convergente, do tipo biconvexa.

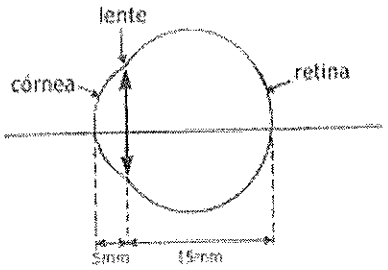
Pupila: comporta-se como um diafragma, controlando a quantidade de luz que penetra no olho.

Retina: é a parte sensível à luz, onde são projetadas as imagens formadas pelo cristalino, e enviadas ao cérebro.

Músculos ciliares: comprimem convenientemente o cristalino, alterando a distância focal.

A luz incide na córnea e converge até a retina, formando as imagens.

Para esta formação de imagem acontecem vários fenômenos fisiológicos, no entanto, para o estudo da óptica podemos considerar o olho como uma lente convergente, com distância focal variável. Sendo representado:



Tal representação é chamada **olho reduzido**, e traz a representação das distâncias entre a córnea e a lente e entre a lente e a retina, sendo a última a distância da imagem produzida em relação a lente (p').

Adaptação visual

Chama-se adaptação visual a capacidade apresentada pela pupila de se adequar à luminosidade de cada ambiente, comprimindo-se ou dilatando-se.

Em ambientes com grande luminosidade, a pupila pode atingir um diâmetro de até 1,5mm, fazendo com que entre menos luz no globo ocular, protegendo a retina de um possível ofuscamento.

Já em ambientes mais escuros, a pupila se dilata, atingindo diâmetro de até 10mm. Assim, a incidência de luminosidade aumenta no globo ocular, possibilitando a visão em tais ambientes.

Acomodação visual

As pessoas que tem visão considerada normal, emétropes, têm a capacidade de acomodar objetos de distâncias de 25 cm em média, até distâncias no infinito visual.

Ponto próximo

A primeira distância (25cm) corresponde ao ponto próximo, que é a mínima distância que um pessoa pode enxergar corretamente. O que caracteriza esta situação é que os músculos ciliares encontram-se totalmente contraídos.

Neste caso, pela equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Considerando o olho com distância entre a lente e a retina de 15mm, ou seja, p'=15mm:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{250} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{f} = 0{,}0766$$

$$f = 14{,}1\text{mm}$$

Neste caso, o foco da imagem será encontrado 14,1mm distante da lente.

Ponto remoto

Quanto a distância infinita, corresponde ao ponto remoto, que a distância máxima alcançada para uma imagem focada. Nesta situação, os músculos ciliares encontram-se totalmente relaxados.

Da mesma forma que para o ponto próximo, podemos utilizar a equação de Gauss, para determinar o foco da imagem.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{15}$$

No entanto, $\frac{1}{\infty}$ é um valor indeterminado, mas se pensarmos que infinito corresponde a um valor muito alto, veremos que esta divisão resultará em um valor muito pequeno, podendo ser desprezado.

Assim, teremos que:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{15}$$

$$f = 15\text{mm}$$

Problemas na visão

O olho humano pode apresentar algumas anormalidades que levam a dificuldades de enxergar em algumas situações. Essas anormalidades podem ser, Miopia, Hipermetropia, Astigmatismo, Presbiopia e Estrabismo, estudaremos agora essas disfunções do globo ocular e qual o melhor método de correção desses problemas.

Miopia

É uma anomalia da visão que consiste em um alongamento do globo ocular.

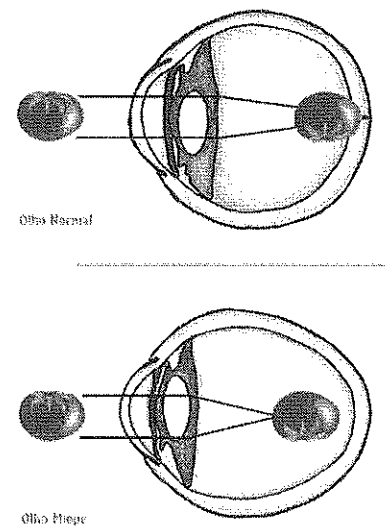
Nesse caso, há um afastamento da retina em relação ao cristalino, fazendo com que a imagem seja formada antes da retina, tornando-a não nítida.

Para o míope, o ponto próximo (ou remoto), que é o ponto onde a imagem é nítida está a uma distância finita, maior ou menor, conforme o grau da miopia.

O míope tem grandes dificuldades de enxergar objetos distantes.

A correção da miopia é feita comumente com a utilização de lentes divergentes. Ela fornece de um objeto impróprio (objeto no infinito) uma imagem virtual no ponto remoto do olho. Esta imagem se comporta como objeto para o cristalino, produzindo uma imagem final real exatamente sobre a retina.

MIOPIA

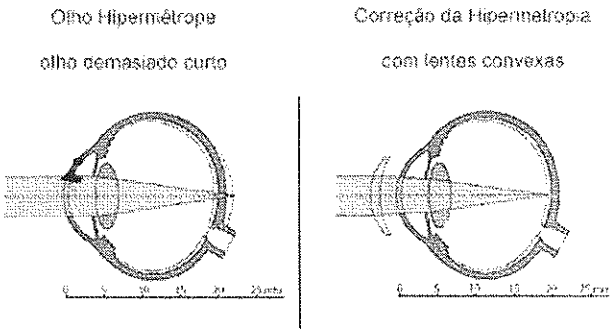


Hipermetropia

A hipermetropia é um defeito oposto à miopia, ou seja, aqui existe uma diminuição do globo ocular.

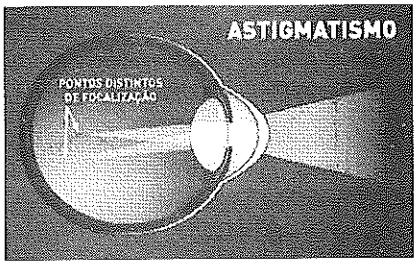
Nesse caso, a imagem de objetos próximos é formada além da retina, fazendo aquelas imagens não sejam formadas com nitidez.

A correção desse defeito é possível através da utilização de uma lente convergente. Tal lente convergente deve fornecer, de um objeto real, situado em um ponto próximo do olho, uma imagem que se comporta como objeto real para o olho, dando uma imagem final nítida.



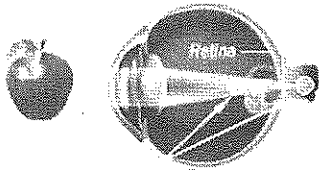
Astigmatismo

Consiste no fato de que as superfícies que compõem o globo ocular apresentam diferentes raios de curvatura, ocasionando uma falta de simetria de revolução em torno do eixo óptico. A correção é feita com a utilização de lentes cilíndricas capazes de compensar tais diferenças entre os raios de curvatura.



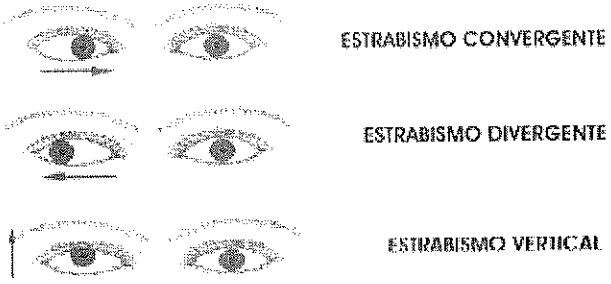
Presbiopia

Anomalia da visão semelhante à hipermetropia, que ocorre com envelhecimento da pessoa, ocasionando o relaxamento dos músculos. Porém, se a acomodação muscular for muito grande, o presbíope, também terá problemas de visão a longa distância, uma vez que a aproximação do ponto remoto, o problema se torna semelhante ao da miopia. A correção, nesse caso, se dá com a utilização de lentes bifocais (convergentes e divergentes).



Estrabismo

Tal anomalia consiste no desvio do eixo óptico do globo ocular, a correção é feita com o uso de lentes prismáticas.



EXERCÍCIO

1 - Defeito oposto à miopia, ou seja, aqui existe uma diminuição do globo ocular. A imagem de objetos próximos é formada além da retina, fazendo aquelas imagens não sejam formadas com nitidez.

a) estrabismo
b) presbiopia
c) astigmatismo
d) hipermetropia

RESPOSTA
1 - D

TRABALHO E ENERGIA

A energia é algo com que convivemos constantemente. Para nos mantermos vivos, precisamos nos alimentar e, para isso, extrair a energia dos alimentos. Historicamente, o homem se encontra em uma busca constante por formas de energia. A queda das águas para gerar energia elétrica, a queima de combustíveis para a geração de movimento e mais um enorme número de exemplos.

Desses todos, é importante observar que em nenhum deles ocorreu criação de energia, mas sim a sua transformação. Um caso clássico que pode ser citado é o de uma usina hidrelétrica, onde ocorre a transformação da energia mecânica em energia elétrica.

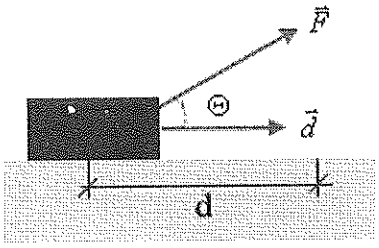
Aqui, vamos explicar as formas de energia que são estudadas na mecânica, como o trabalho e as energias cinética, potencial e mecânica.

Trabalho

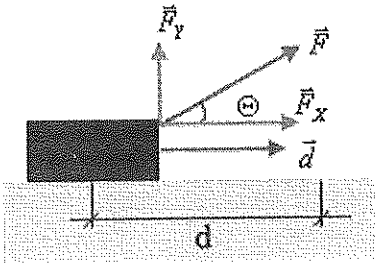
Para se colocar algum objeto em movimento, é necessária a aplicação de uma força e, simultaneamente, uma transformação de energia. Quando há a aplicação de uma força e um deslocamento do ponto de aplicação dessa força, pode-se dizer que houve uma realização de trabalho.

Note que, para realizar-se um trabalho, existe a necessidade de um deslocamento. Caso algum objeto esteja sob a ação de uma força, mas em repouso, não haverá a realização de trabalho. As forças que atuam sobre uma pessoa parada segurando uma mala não realizam trabalho, pois não há deslocamento do ponto de aplicação dessas forças.

Considere um objeto que está submetido a uma força $\vec{F}$ e, devido a essa força, esse objeto sofre um deslocamento $\vec{d}$, como se vê abaixo:



A força $\vec{F}$ pode ser dividida em dois componentes, $\vec{F}_x$ e $\vec{F}_y$, como se mostra a seguir:



Observe que o componente de $\vec{F}$ que realiza o trabalho é $\vec{F}_x$, pois é o que tem a mesma direção do deslocamento.

O componente $\vec{F}_Y$ não realiza trabalho, pois é perpendicular ao deslocamento e, por isso, não interfere diretamente no movimento.

O trabalho é definido como sendo o produto do componente $\vec{F}_X$ pelo deslocamento sofrido pelo objeto e como $F_X = F.\cos\Theta$, teremos a seguinte definição matemática para o trabalho:

$$\tau = F_X.d \quad \text{ou} \quad \tau = F.d.\cos\Theta$$

No Sistema Internacional, a unidade de trabalho é o joule (J).

No exemplo citado, a força mostrada é causadora do movimento do objeto, mas existem casos em que a força é de oposição ao movimento, como por exemplo, o atrito. Nessas situações, o trabalho será negativo. Observe o quadro abaixo:

Força a favor do movimento $\Rightarrow \tau > 0$ Trabalho motor

Força de oposição ao movimento $\Rightarrow \tau < 0$ Trabalho resistente

Uma força que merece uma atenção especial, ao realizar trabalho, é a força da gravidade. Considere um corpo que é abandonado de certa altura.

Durante o movimento de queda, temos um deslocamento para baixo e uma força, a gravidade, que também é direcionada para baixo.

Sabemos que, se há uma força e um deslocamento do ponto de aplicação, haverá a realização de trabalho.

Nesse caso, o trabalho será determinado pelo produto da força da gravidade pela altura de queda do objeto:

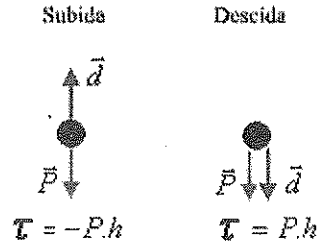
$$\tau = P.h$$

É importante salientar que o trabalho da força da gravidade independe da trajetória descrita durante o movimento e por isso ela é classificada como força conservativa.

A força da gravidade também é conhecida como força peso que é constante quando se está próximo da superfície da Terra e é calculada com o produto da massa do objeto pela a aceleração da gravidade local.

$$P = m.g$$

Em uma descida, o trabalho da força da gravidade é positivo, pois ela está contribuindo com o movimento, mas, em uma subida, o trabalho da força da gravidade será negativo, pois agora ela é de oposição ao movimento.



$\vec{d}$ é o vetor que indica deslocamento.

Energia Cinética

Considere um corpo inicialmente em repouso, como por exemplo, uma bicicleta. Para colocá-la em movimento será necessária a aplicação de uma força e, com isso, a realização de trabalho. Se essa força for paralela ao deslocamento, o trabalho será determinado pelo produto da força pelo deslocamento.

$$\tau = F.d$$

A força aplicada é determinada pela segunda lei de Newton, ou seja:

$$F = m.a$$

Considerando que a força aplicada foi constante e que a bicicleta partiu do repouso, então a ela realizará um movimento uniformemente variado e o seu deslocamento e a sua velocidade serão determinadas da seguinte forma:

$$d = \frac{at^2}{2}$$

$$v = at$$

Substituindo as equações de força e deslocamento na definição de trabalho, teremos:

$$\tau = F.d \rightarrow \tau = m.a.\frac{at^2}{2} \rightarrow \tau = \frac{m(at)^2}{2}$$

Lembre que $v = a.t$ e então chegaremos à equação que determina o trabalho realizado pela força aplicada a essa bicicleta, para que ela atinja a velocidade v.

$$\tau = \frac{mv^2}{2}$$

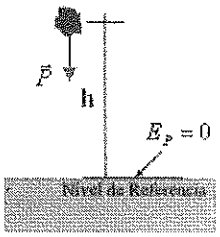
A expressão acima é definida como energia cinética, e expressa a capacidade de um corpo em movimento para realizar trabalho.

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

Energia potencial gravitacional

Estamos todos submetidos a uma força da gravidade e essa força é praticamente constante quando se está próximo à superfície do planeta. Agora, imagine-se segurando uma pedra a certa altura do solo. Para fazê-la entrar em movimento, basta largá-la e durante a queda haverá a realização de trabalho pela força gravitacional.

Observe que quanto maior for a altura inicial da pedra, tanto maior será o trabalho realizado pela força da gravidade, pois maior será o deslocamento realizado por ela. É importante perceber que a pedra entra em movimento espontâneo, ou seja, você não precisa forçar o movimento. Se isso ocorre, é porque na pedra existe uma energia armazenada que será utilizada na realização de trabalho. Essa energia é definida como energia potencial e, no caso descrito, isto é, em que a força da gravidade realiza trabalho, essa energia é definida como energia potencial gravitacional.



A energia potencial depende da posição do objeto. No caso da energia potencial gravitacional a posição é definida pela a altura em que o objeto se encontra de um nível horizontal definido como nível de referência.

Para determinar o valor da energia potencial gravitacional, basta sabermos o valor do trabalho realizado pela força peso, ou seja, a energia potencial gravitacional é numericamente igual ao trabalho da força peso.

$$Ep = \tau_{peso} = P.h$$

Energia mecânica

Considere novamente um corpo em queda. Durante esse movimento, observamos que, ao longo do trabalho realizado pela força peso, ocorre um aumento da energia cinética, pois há um aumento de velocidade. O trabalho da força peso realizado durante esse movimento pode ser determinado pela variação da energia cinética, ou seja:

$$\tau_{peso} = Ec_{final} - Ec_{inicial}$$

A expressão matemática anterior é conhecida como o Teorema da Energia Cinética. Observe também, que durante a queda, a energia potencial do corpo diminui, pois se tomarmos como nível de referência o solo, a altura do corpo em relação ao mesmo, está diminuindo. Nesse caso, o trabalho realizado pela força peso pode ser determinado pelo decréscimo da energia potencial, isto é:

$$\tau_{peso} = Ep_{inicial} - Ep_{final}$$

As duas equações mencionadas aqui são usadas para o mesmo fim, que é a determinação do trabalho da força peso, e por isso elas são iguais. Igualando a primeira equação com a segunda, teremos:

$$Ec_{final} - Ec_{inicial} = Ep_{inicial} - Ep_{final}$$

Isolando os termos de energia cinética dos termos de energia potencial, chegamos ao seguinte resultado:

$$Ec_{final} + Ep_{final} = Ec_{inicial} + Ep_{inicial}$$

A soma da energia cinética com a energia potencial é definida como energia mecânica, e a expressão anterior mostra a sua conservação durante qualquer movimento sob ação exclusiva de forças conservativas, como por exemplo, na mecânica, a força peso e a força elástica.

Sistemas físicos que se encontram sob essa situação são definidos como sistemas conservativos.

- Energia mecânica $\rightarrow Em = Ec + Ep$
- Sistema conservativo $\rightarrow Em_{inicial} = Em_{final}$

EXERCÍCIOS

1 - Uma partícula de massa constante tem o módulo de sua velocidade aumentado em 20%. O respectivo aumento de sua energia cinética será de:

a) 10% b) 20% c) 40% d) 44% e) 56%

2 - Um corpo de massa 3,0kg está posicionado 2,0m acima do solo horizontal e tem energia potencial gravitacional de 90J. A aceleração de gravidade no local tem módulo igual a $10m/s^2$. Quando esse corpo estiver posicionado no solo, sua energia potencial gravitacional valerá:

a) zero b) 20J c) 30J d) 60J e) 90J

RESPOSTAS	
1 - D	2 - C

POTÊNCIA

Em física, potência é a grandeza que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte a cada unidade de tempo. Noutros termos, potência é a rapidez com a qual uma certa quantidade de energia é transformada ou é a rapidez com que o trabalho é realizado.

A potência P é dada por $P = \dfrac{dE}{dt}$

Variação de energia é a energia que mudou de natureza ou transitou para outro local.

A variação de energia recebe diversos nomes, quando se refere a tipos específicos de energia:

Trabalho (W): é a energia consumida ao longo de um percurso ($W = F.x$)

Potência: sabendo a Força aplicada (constante) e a velocidade da partícula:

$$P = \frac{\delta W}{\delta t} = \frac{\delta(F.x)}{\delta t} = F\frac{\delta x}{\delta t} = F.v$$

Quantidade de Calor (Q_c): é a variação da energia térmica (ΔE_T).

No SI, a unidade de potência é o W (watt), dimensionalmente igual a joule por segundo ($J.s^{-1}$). Usam-se-lhe, conforme a ordem de grandeza, submúltipos e múltiplos, como, por exemplo, miliwatt, mW (10^{-3}W) e quilowatt, kW (10^3W), entre tantas. Ainda se usam, conquanto apenas por motivos histórico-práticos, unidades não-oficiais como cavalo-vapor, cv (735,5W), horse power, hp (746,6W) e outras unidades híbridas.

EXERCÍCIO

1 - Um automóvel possui um motor de potência máxima P_0. O motor transmite sua potência completamente às rodas. Movendo-se em uma estrada retilínea horizontal, na ausência de vento, o automóvel sofre a resistência do ar, que é expressa por uma força cuja magnitude é $F = AV^2$, onde A é uma constante positiva e V é o módulo da velocidade do automóvel. O sentido dessa força é oposto ao da velocidade do automóvel. Não há outra força resistindo ao movimento. Nessas condições, a velocidade máxima que o automóvel pode atingir é V_0. Se quiséssemos trocar o motor desse automóvel por um outro de potência máxima P, de modo que a velocidade máxima atingida nas mesmas condições fosse $V = 2V_0$, a relação entre P e P_0 deveria ser:

a) $P = 2P_0$ b) $P = 4P_0$ c) $P = 8P_0$
d) $P = 12P_0$ e) $P = 16P_0$

RESPOSTAS
1 - C

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Conservação da Energia Potencial

Quando temos um sistema constituído por duas ou mais partículas, devemos ter cuidado ao calcular o trabalho feito por uma força que age sobre uma parte do sistema, pois o deslocamento do ponto de aplicação da força nem sempre é igual ao deslocamento do sistema todo. Na realidade, é possível que diferentes partes de um sistema tenham diferentes deslocamentos.

Em muitos casos, o trabalho feito sobre um sistema, não provoca modificação da energia cinética do sistema, mas é armazenado como energia potencial. Consideramos um esquiador de massa m, que é transportado por um elevador para o topo de uma encosta, a uma altura h, com velocidade desprezível. O elevador faz um trabalho sobre o esquiador, de grandeza mgh, qualquer que seja o ângulo de inclinação da subida. A energia cinética do esquiador não se altera, pois a força gravitacional da terra, que atua sobre o esquiador, faz trabalho -mgh, de modo que o trabalho total efetuado sobre o esquiador é nulo. Consideremos agora a terra e o esquiador (excluindo o elevador) como um sistema de duas partículas. O tal feito desse sistema é o trabalho mgh do sistema terra-esquiador. Quando este desliza em uma encosta sem atrito, esta energia potencial se converte em energia cinética do sistema, que é exatamente a energia cinética do esquiador, pois o movimento da terra é desprezível. Observe que quando o esquiador é levado até o topo da encosta, o trabalho da gravidade é negativo, e a energia potencial do sistema aumenta, enquanto que, quando o esquiador desce a rampa da encosta, o trabalho da gravidade é positivo e a energia potencial do sistema diminui. O trabalho total da gravidade, quando o esquiador sobe até o topo da encosta e retorna a posição original é nulo. A força da gravidade é uma força conservativa. Em geral,

> *Uma força é conservativa se o trabalho que ela efetua sobre uma partícula, quando a partícula se desloca sobre qualquer trajetória fechada é nulo.*

Conclui-se, então, que a Energia Potencial é conservativa, pois conforme pode ser visto do exemplo esquiador terra, dada tal trajetória fechada, a energia potencial final é igual a energia potencial final, o que demonstra seu caráter conservativo. Exemplo ainda mais simples da conservação da energia potencial, pode ser o de uma pedra arremessada verticalmente para cima. Temos de mesma forma, um $\Delta U = U_{final} - U_{inicial}$ **0**, caracterizando assim a energia potencial como sendo conservativa.

Conservação da Energia Cinética

De forma análoga a feita para observar-se a energia potencial como uma energia conservativa, propõe-se o estudo da conservatividade da energia cinética. Dada uma partícula qualquer de massa m sobre uma trajetória fechada (por exemplo, o sistema da pedra lançada verticalmente), temos um instante inicial onde a energia potencial é mínima e a energia cinética é máxima, no caso, este instante é o do lançamento da pedra, onde ela tem velocidade V_0 e $K_0=mV_0^2/2$.

No dado instante final, onde a pedra retorna a posição de origem, a velocidade final V_f é dada por $V_f = -V_0$, Então:

$K_f = m(-V_0)^2/2$.
Logo

$K_f = mV_0^2/2$ que é a mesma energia cinética do instante inicial. Através disso observa-se que:

$\Delta K = K_{final} - K_{inicial} = 0$

Assim sendo, tem-se por resultado, que a **energia cinética é conservativa**, sendo que D K é uma constante.

A Conservação da Energia Mecânica

O sinal negativo na definição da função energia potencial ($\Delta U = U_2 - U_1 = -W = -\int_{s1}^{s2} \mathbf{F}.ds$), é introduzido de modo que o trabalho efetuado por uma força conservativa sobre uma partícula, seja igual a diminuição de energia potencial do sistema.

Consideremos um sistema no qual o trabalho seja efetuado apenas sobre uma das partículas, como o caso esquiador-terra. Se a única força que efetuar o trabalho sobre a partícula for uma força conservativa, o trabalho feito pela força é igual a diminuição da energia potencial do sistema, e também igual ao aumento da energia cinética da partícula (que no caso, é o aumento de energia cinética do sistema):

$W_{total} = \int \mathbf{F}.ds = -\Delta U = +\Delta K$

Portanto,

$\Delta K + \Delta U = \Delta (K+U) = 0$

A soma da Energia cinética com a energia potencial do sistema é a **energia mecânica total** E:

$E = K + U$

Se apenas forças conservativas efetuam trabalho, a equação $\Delta K + \Delta U = \Delta (K+U) = 0$, afirma que a variação da energia mecânica total é nula. Então a energia mecânica total permanece constante durante o movimento da partícula.

E= K+U= constante

Esta é a lei da **conservação da energia mecânica** e é a origem da denominação "força conservativa".

Símbolos:

W: Trabalho;

K: Energia cinética;

U: Energia Potencial ;

E: Energia Mecânica;

$\int$: Integral

Δ: variação (Δ K: variação de energia cinética, Δ U: variação de energia potencial, ...)

EXERCÍCIO

1 - Um jovem escorrega por um tobogã aquático, com uma rampa retilínea, de comprimento L, como na figura, sem impulso, ele chega ao final da rampa com uma velocidade de cerca de 6 m/s. Para que essa velocidade passe a ser de 12 m/s. mantendo-se a inclinação da rampa, será necessário que o comprimento dessa rampa passe a ser aproximadamente de:

a) L/2
b) L
c) 1,4 L
d) 2 L
e) 4 L

RESPOSTA
1 - E

MECÂNICA QUÂNTICA

Formas de Radiação: Emissores de Luz

Iremos estudar a irradiação de luz pelos corpos. A luz são ondas eletromagnéticas cujo comprimento vai de $4 \cdot 10^{-7}$ a $8 \cdot 10^{-7}$ m. As ondas eletromagnéticas irradiam-se quando o movimento das partículas carregadas é acelerado. Estas partículas carregadas fazem parte dos átomos que constituem a matéria. Mas, se não soubermos como é constituído o átomo, não podermos dizer nada de concreto sobre o mecanismo da irradiação. Só sabemos que no interior do átomo não há luz, o que é semelhante a dizer que nas cordas de um piano não há som. A semelhança das cordas, que só começam a emitir som depois dos batimentos do martelo, os átomos só emitem luz depois de ser excitados.

Para que um átomo comece a irradiar, é necessário transmitir-lhe uma determinada quantidade de energia. Ao irradiar, o átomo perde a energia que adquiriu e para que a matéria emita luz continuamente é necessária a afluência de energia do exterior.

Radiação térmica

A forma mais simples e mais difundida de radiação é a radiação térmica: a energia libertada pelos átomos sob a forma de luz é compensada pela energia do movimento térmico dos átomos (ou moléculas) do corpo que irradia. Quanto maior é a temperatura do corpo tanto mais rapidamente se movem os átomos. Quando os átomos rápidos (ou moléculas) colidem uns com os outros, parte da sua energia cinética transforma-se em energia de excitação dos átomos que depois irradiam luz.

A radiação solar é um exemplo de radiação térmica. Uma lâmpada habitual incandescente é um emissor térmico de luz. É um emissor muito cômodo, mas pouco econômico. Só cerca de 12% de toda a energia libertada pelo filamento da lâmpada elétrica se transforma em energia luminosa. Finalmente, outro emissor térmico de luz é a chama. As partículas de fuligem (partes do combustível ainda não queimadas) tornam-se incandescentes, graças à energia libertada durante a combustão, e emitem luz.

Eletroluminescência

A energia, necessária aos átomos para a irradiação de luz, pode ser transmitida também por emissores não térmicos. Quando há descargas nos gases, o campo elétrico comunica aos elétrons uma grande quantidade de energia cinética. os elétrons rápidos sofrem choques não elásticos com os átomos. Os átomos excitados libertam energia sob a forma de ondas luminosas. Graças a isso, as descargas do gás são acompanhadas de luminescência. Trata-se de eletroluminescência.

As auroras boreais constituem uma manifestação de eletroluminescência. Os fluxos de partículas carregadas, emitidas pelo Sol, são atraídos pelo campo magnético da Terra. Elas excitam os átomos das camadas superiores da atmosfera junto do pólo magnético da Terra e, graças a isso, estas camadas iluminam-se. A eletroluminescência utiliza-se nos tubos dos anúncios luminosos.

Luminescência catódica

A luminescência de corpos sólidos provocada por um bombardeamento de eletrões chama-se luminescência catódica. Graças à luminescência catódica iluminam-se os écrans dos tubos catódicos dos televisores.

Luminescência química

Quando se dão algumas reações químicas exotérmicas, a parte da energia libertada transforma-se em energia luminosa. O emissor de luz mantém-se frio (à temperatura do meio onde se encontra). Este fenômeno chama-se luminescência química . Quase todos, provavelmente, já o conhecem. No verão na floresta, durante a noite é possível ver um inseto curioso - o pirilampo. No seu corpo "luz" uma pequena lanterna verde. Vocês não queimam os dedos, se apanharem um pirilampo. A mancha luminosa que se encontra nas costas do pirilampo tem praticamente a mesma temperatura que o ar à sua volta. A propriedade de se iluminarem é encontrada também noutros organismos vivos: bactérias, insetos e muitos peixes, que vivem a grandes profundidades, onde a luz solar não chega. Muitas vezes, no escuro, iluminam-se bocados de madeira em putrefação. Lamentavelmente, até agora não é possível construir emissores da luz econômicos, baseados nos princípios da luminescência química.

Fotoluminescência

Parte da luz que incide na matéria reflete-se e outra parte absorve-se. A energia da luz que é absorvida, na maioria dos casos, provoca apenas o aquecimento do corpo. No entanto, alguns corpos começam imediatamente a emitir luz sob ação da radiação que incide neles. Trata-se da fotoluminescência . A luz excita os átomos (aumenta a sua energia interna), depois do que eles próprios se iluminam. Por exemplo, as tintas luminosas que envolvem muitos brinquedos da árvore de Natal, irradiam luz depois de submetidos a radiação.

A luz irradiada por fotoluminescência tem, em regra, um comprimento de onda maior do que a luz que causou a luminescência. Isto pode ser verificado experimentalmente. Se dirigirmos para um recipiente com tinta fluorescente (orgânica) um fluxo luminoso, que se fez passar através de um filtro da cor violeta, então este liquido começa a iluminar-se com luz verde-amarela, ou seja, a luz que tem um comprimento de onda maior do que o da luz violeta.

O fenômeno de fotoluminescência emprega-se nas lâmpadas de luz natural. As lâmpadas de luz natural são aproximadamente três a quatro vezes mais econômicas do que as habituais lâmpadas incandescentes.

Espectros e Instrumentos Espectrais

Distribuição da energia no espectro

Não existe nenhum emissor capaz de dar luz monocromática, ou seja, luz com um comprimento de onda rigorosamente definido. Isto é comprovado pelas experiências sobre a decomposição da luz no espectro com um auxílio de um prisma, bem como experiências sobre interferências ou difração. A energia, que traz consigo a luz do emissor, distribui-se de uma forma determinada por ondas de todos os comprimentos, que entram na composição do fluxo luminoso.

Pode dizer-se que a energia está distribuída segundo as frequências, visto que entre o comprimento de onda e a frequência existe uma relação simples:

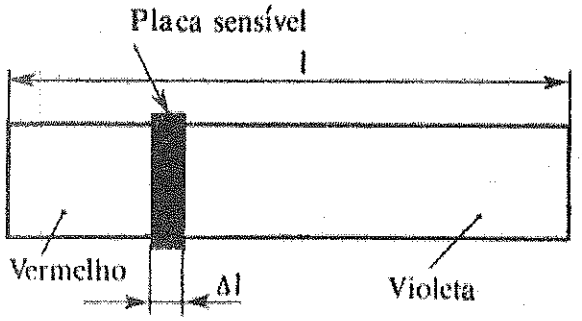
$$\lambda \cdot f = c$$

Qualquer emissor de luz é caracterizado pela energia total que irradia por cada unidade de tempo. A energia irradiada não se distribui uniformemente entre as ondas de comprimentos diferentes. Por isso, a principal característica da radiação é a distribuição da energia emitida em cada unidade de tempo segundo os comprimentos de onda ou as frequências. Esta distribuição pode calcular-se experimentalmente. Por isso, com o auxílio de um prisma, pode obter-se o espectro da radiação, por exemplo, de um arco voltaico, e medir-se a energia luminosa que atravessa um pequeno intervalo espectral de largura Δf.

Ao avaliar a distribuição da energia, ainda que aproximadamente, não nos podemos basear na vista. A sensibilidade dos olhos à luz é seletiva. O seu máximo situa-se na zona amarela-verde do espectro. É melhor utilizar um corpo absolutamente negro que absorve quase totalmente a luz de todos os comprimentos de onda, de tal modo que a energia luminosa provoca o seu aquecimento. Basta medir a temperatura do corpo para se avaliar a quantidade de energia absorvida por unidade de tempo.

Um termômetro habitual é pouco sensível para que possa ser utilizado com êxito nestas experiências. São necessários instrumentos mais sensíveis para medir a temperatura. Pode usar-se um termômetro elétrico de resistência, no qual o elemento sensível é constituído por uma placa metálica fina. É necessário cobrir esta placa com uma camada fina de fuligem, que absorve quase totalmente a luz de qualquer comprimento de onda.

A placa do instrumento, sensível ao aquecimento, deve ser colocada no lugar do espectro. A todo o espectro visível, de comprimento l, entre os raios vermelhos e os raios violeta, corresponde o intervalo de frequência de f_{vm} a f_{vi}.



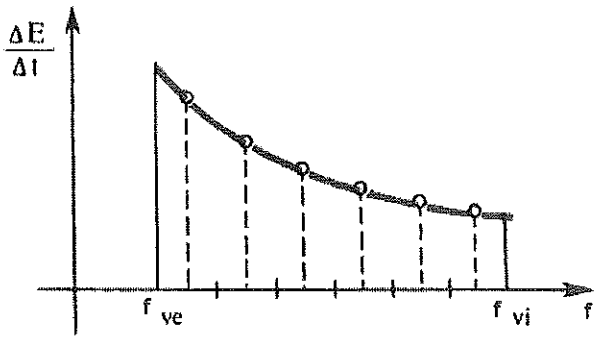
À largura Δl da placa negra corresponde um intervalo pequeno Δf.

Pelo aquecimento da placa negra do instrumento, é possível calcular a quantidade de energia luminosa, que corresponde ao intervalo de frequência Δf.

Deslocando a placa ao longo do espectro, verificaremos que grande parte da energia vai para a zona vermelha do espectro e não para a amarela-verde, como nos parece à vista.

Pelo resultado destas experiências pode construir-se o gráfico de dependência da energia irradiada por unidade de tempo em relação à frequência. A energia irradiada é determinada pela temperatura da placa, enquanto que a frequência não é difícil de calcular se utilizarmos para a decomposição da luz um instrumento graduado, ou seja, se for conhecido a que frequência corresponde uma determinada zona do espectro.

Colocando no eixo das abcissas o valor das freqüências, correspondentes aos centros dos intervalos Δf, e no eixo das ordenadas a energia $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ absorvida pelo instrumento por unidade de tempo, obtemos um conjunto de pontos, através dos quais podemos fazer passar uma curva lisa. Esta curva nos dá uma ideia concreta sobre a distribuição da energia na parte visível do espectro do arco voltaico.

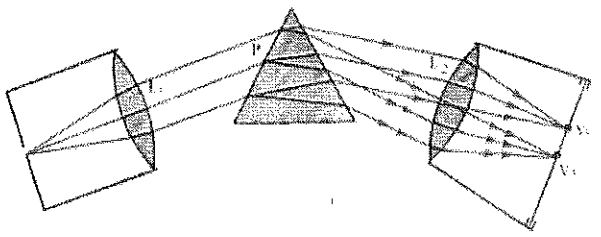


Instrumentos espectrais

Mecanismos simples, tais como uma fenda estreita, que limita um feixe luminoso, ou um prisma, já não são suficientes para observarmos com exatidão o espectro.

Um dispositivo mais perfeito, composto por um prisma e uma lente, proposto por Newton, também não é completamente satisfatório. São necessários dispositivos que deem um espectro nítido, ou seja, dispositivos que decomponham bem as ondas de comprimentos diferentes e que não permitam (ou quase não permitam) a sobreposição de zonas diferentes do espectro. Tais dispositivos têm o nome de instrumentos espectrais. Muitas vezes, a parte principal de um instrumento espectral é constituída por um prisma ou por uma rede de difração.

Vejamos o esquema de funcionamento do instrumento espectral prismático



A radiação investigada incide primeiro na parte do instrumento, que se chama colimador. Um colimador é um tubo que numa das pontas tem um biombo com uma fenda estreita, e na outra ponta uma lente convergente L_1. A fenda encontra-se no plano focal da lente. Por isso, um feixe luminoso divergente que incida na lente através da fenda, sai dela como um feixe paralelo e incide no prisma P.

Visto que a diversas frequências correspondem índices de refração diferentes, então do prisma saem feixes paralelos, mas com uma direção diferentes. Eles incidem na lente L_2 . No plano focal desta lente, encontra-se uma tela de vidro fosco ou uma chapa fotográfica. A lente L_2, foca os raios dos feixes paralelos no écran e, no lugar de uma imagem da fenda, aparece uma série de imagens. A cada frequência (mais precisamente, a cada estreito intervalo espectral) corresponde a sua imagem. Todas estas imagens juntas formam o espectro.

O instrumento descrito chama-se espectrógrafo. Se no lugar da segunda lente e do écran utilizarmos um tubo para observação visual do espectro, então o instrumento chama-se espectroscópio. Os prismas e outros detalhes dos instrumentos espectrais não são obrigatoriamente fabricados de vidro. No lugar do vidro, utilizam-se materiais transparentes tais como o quartzo, o sal-gema e outros. É que o vidro, transparente para ondas eletromagnéticas do espectro visível, absorve fortemente as ondas de outros comprimentos.

Radiação Infravermelha e Ultravioleta

Radiação infravermelha

Quando se desloca a placa negra - o elemento sensível do instrumento - para a zona vermelha do espectro ,verifica-se um aumento da temperatura. Se deslocarmos a placa para lá da zona vermelha do espectro, onde a vista já não detecta a luz, então o aquecimento do disco ainda é maior. As ondas eletromagnéticas que produzem este aquecimento chamam-se infravermelhas. Qualquer corpo, até no caso de não iluminar, emite tais ondas. Por exemplo, um forno aquecido ou um aquecedor numa casa emitem ondas infravermelhas que aquecem os corpos à sua volta. Por isso, as ondas infravermelhas também se designam térmicas.

As ondas infravermelhas, às quais a nossa vista não é sensível, têm comprimentos superiores aos das ondas vermelhas. O máximo da energia de radiação do arco voltaico e da lâmpada de incandescência corresponde aos raios infravermelhos.

A radiação infravermelha utiliza-se para secar revestimentos de tintas e de vernizes, legumes, frutas, etc. Foram construídos instrumentos com o auxílio dos quais a imagem infravermelha invisível do objeto se transforma numa imagem visível. Fabricam-se binóculos e lunetas que permitem ver no escuro.

Radiação ultravioleta

Para lá do extremo violeta do espectro o instrumento também revela um aumento de temperatura, mas, verdade se diga, não muito alto. Consequentemente, existem ondas eletromagnéticas cujo comprimento é menor do que o da luz violeta - são as ondas ultravioletas. Para verificar a radiação ultravioleta, pode usar-se uma pantalha coberta de substância luminescente. A pantalha começa a iluminar-se na parte, na qual incidem os raios que se encontram para lá da zona violeta do espectro.

Os raios ultravioletas distinguem-se por uma alta atividade química. As fotoemulsões são dotadas de maior sensibilidade à radiação ultravioleta. Podemos verificar isto, projetando o espectro num local escuro sobre papel fotográfico. Depois de revelado, o papel escurece mais para lá do extremo violeta do espectro do que na sua parte visível.

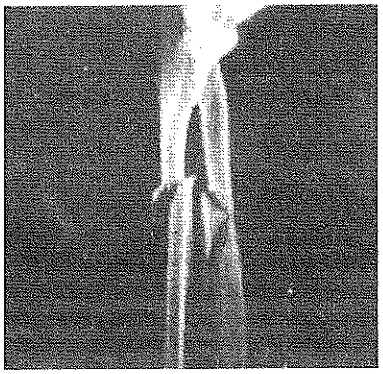
Os raios ultravioletas não formam imagens visuais, são invisíveis. Mas a sua ação na retina do olho e na pele é muito intensa e destruidora. A radiação ultravioleta do Sol é insuficientemente absorvida pelas camadas superiores da atmosfera. Por isso, nas zonas altas das montanhas, não se deve estar na neve sem óculos de vidro escuros nem muito tempo sem roupa. O vidro absorve intensamente os raios ultravioletas. Por isso, óculos escuros de vidro, transparentes para o espectro visível, defendem os olhos da radiação ultravioleta.

No entanto, em pequenas doses, os raios violetas têm ação curativa. Uma exposição moderada ao Sol é proveitosa, em especial para os mais novos: os raios ultravioletas contribuem para o desenvolvimento e a consolidação do organismo. Para além da ação direta nos tecidos da pele (formação de um pigmento de defesa - queimado do Sol, vitamina D2), os raios ultravioletas têm ação sobre o sistema nervoso central, estimulando um conjunto de funções vitais do organismo.

Os raios ultravioletas têm também uma ação bactericida. Eles destroem muitas bactérias prejudiciais ao organismo e utilizam-se na medicina com esse fim.

Os Raios X

Pode ser que nem todos tenham ouvido falar dos raios ultravioletas e infravermelhos, mas da existência dos raios X é evidente que todos sabem. Estes raios interessantes atravessam corpos que, para a luz habitual, são opacos. O expoente de absorção deles é proporcional à densidade da substância. Por isso, com o auxílio dos raios X é possível obter uma fotografia dos órgãos internos do homem. Nestas fotografias, distinguem-se bem os ossos do esqueleto e detectam-se diferentes deformações dos tecidos brandos.



A descoberta dos raios X

Os raios X foram descobertos em 1895 pelo físico alemão W. Röntgen. Röntgen soube ver, soube notar coisas novas onde muitos cientistas - seus antecessores - não viram nada de interessante. Este dom especial permitiu-lhe fazer uma descoberta importante.

No fim do séc. XIX, a atenção geral dos físicos estava virada para as descargas em gases à pressão baixa. Nestas condições, num tubo de descarga de gás forma-se um fluxo de elétrons muito rápidos. Nesse tempo, chamavam-lhes raios catódicos. A natureza destes raios ainda não tinha sido determinada rigorosamente. Só se sabia que estes raios partiam do tubo catódico.

Tendo-se dedicado ao estudo dos raios catódicos. Röntgen depressa viu que a chapa fotográfica, que se encontrava perto do tubo de descarga, era impressionada mesmo no caso do tubo estar envolvido em papel preto. Depois disto, ele conseguiu observar ainda um fenômeno que o surpreendeu. Um écran de papel, umedecido por uma solução de platinocianeto de bário, começava a iluminar-se, se com ele se envolvesse o tubo carregado. Além disso, quando Röntgen colocou a mão entre o tubo e o écran, neste tornaram-se visíveis as sombras escuras dos ossos, sobre o fundo de impressões mais claras da mão inteira. O cientista compreendeu que quando o tubo de descarga funcionava, aparecia uma radiação fortemente penetrante que até então não era conhecida. Chamou-lhe raios X. Mais tarde, esta radiação passou a ser chamada também " raios Röntgen ".

Röntgen verificou que o novo tipo de radiação aparecia no lugar onde os raios catódicos (feixes de elétrons rápidos) chocavam com as paredes de vidro do tubo. Neste lugar, o vidro iluminava-se com uma cor esverdeada. Experiências posteriores mostraram que os raios X apareciam quando os elétrons rápidos eram retardados por qualquer obstáculo, em particular, pelos eléctrodos metálicos.

A aplicação dos raios X

Os raios X têm numerosas aplicações práticas muito importantes. Na medicina, aplicam-se para diagnosticar doenças.

Os raios X são amplamente aplicados na investigação científica.

Devido ao quadro de difração, que nos é dado pelos raios X quando atravessam cristais, é possível verificar a ordem de disposição dos átomos no espaço-estrutura dos cristais. Fazer isto para os cristais de substâncias inorgânicas não foi muito difícil. Mas com o auxílio da análise estrutural com raios de Röntgen pode decifrar-se a estrutura das ligações orgânicas complexas, incluindo as proteínas. Em particular, foi determinada a estrutura das moléculas da hemoglobina que contêm dezenas de milhares de átomos.

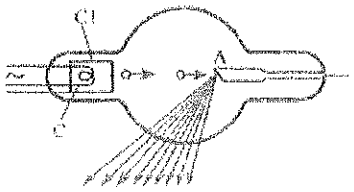
Isto foi possível graças ao fato do comprimento de onda dos raios X ser muito pequeno e de isso tornar possível "ver" as estruturas moleculares. Ver, como é evidente, não no sentido literal da palavra; trata-se de obter um quadro de difração , com o auxílio do qual, trabalhando bastante na sua decifração, se pode conhecer o caráter da disposição dos átomos no espaço.

Uma das aplicações dos raios X é a radiolocalização - um método de detectar falhas em peças fundidas, fendas nos carris, verificação da qualidade das costuras de soldagem, etc.

A radiolocalização com raios de Röntgen é baseada na variação da absorção dos raios X pelo artigo, se dentro dele existirem cavidades ou corpos estranhos.

A estrutura do tubo de Röntgen

Para obter raios X, construíram-se mecanismos muito perfeitos que se chamam tubos de Röntgen. Eles diferenciam-se substancialmente dos aparelhos construídos por Röntgen. Na figura, está representada esquematicamente a estrutura de um tubo eletrónico de Röntgen. O cátodo C é uma espiral de volfrâmio, que emite elétrons graças à emissão termoeletrônica. O cilindro Cl foca o feixe de elétrons que depois colidem com o eléctrodo metálico (ânodo) A. Durante este processo, formam-se os raios X. A diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo atinge várias dezenas de quilovolts. No tubo forma-se um alto vácuo; a pressão do gás neste tubo é de 10^{-5} - 10^{-7} mm Hg.



EXERCÍCIO

1 – Qual é a forma mais simples e mais difundida de radiação?

a) infravermelha
b) ultravioleta
c) catódica
d) térmica

RESPOSTA
1 - D

LIVROS PESQUISADOS

- Paraná (Djalma Nunes da Silva)
  Física – Série Novo Ensino Médio – São Paulo: Ática.
- Paraná (Djalma Nunes da Silva)
  Física – Volume único – São Paulo: Ática.

SITES PESQUISADOS

http://www.brasilescola.com/fisica/mecanica.htm
http://pt.wikibooks.org/wiki/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_F%C3%ADsica/Movimento
http://pt.wikipedia.org/wiki/Equil%C3%ADbrio_est%C3%A1tico_(F%C3%ADsica)
http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u4.jhtm
http://educacao.uol.com.br/fisica/massa-e-peso.jhtm
http://www.infoescola.com/fisica/3a-lei-de-newton-acao-e-reacao/
http://www.brasilescola.com/matematica/aplicacoes-trigonometricas-na-fisica.htm
http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/pi.php
http://www.mundovestibular.com.br/articles/633/1/REPOUSO-MOVIMENTO-E-REFERENCIAL/Paacutegina1.html
http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u9.jhtm
http://www.ufsm.br/gef/Cinema10.htm
http://www.ufsm.br/gef/Cinema07.htm
http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u11.jhtm
http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%93ptica
http://www.coladaweb.com/fisica/optica/optica
http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Lentesesfericas/vergencia.php
http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Instrumentosoticos/acomodacaovisual.php
http://www.brasilescola.com/fisica/defeitos-na-visao-humana.htm
http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u8.jhtm
http://pt.wikipedia.org/wiki/Pot%C3%AAncia
http://www.angelfire.com/ct2/3lambda/Conserva__o_de_Energia.htm
http://www.fisica.net/quantica/curso/os_raios_x.php

RELEMBRANDO

MECÂNICA: parte da física que estuda os movimentos dos corpos, tanto em movimento quanto em repouso.

MOVIMENTO: variação da posição de um objeto ou ponto material no decorrer do tempo em relação a um referencial inercial, suas características são descritas pela Cinemática.

EQUILÍBRIO: estado no qual se encontra um corpo quando sua velocidade vetorial é nula. O corpo está em repouso seja pela Velocidade (V=0).

DINÂMICA:
- **Primeira lei de Newton** - a lei da inércia
- **Segunda lei de Newton** - o princípio fundamental da dinâmica
- **Terceira lei de Newton** - a lei da ação e reação

MASSA: propriedade geral da matéria, é a quantidade de matéria que existe em um corpo. Por isso, se mudarmos o corpo de lugar, a massa não se altera.

PESO: força gravitacional sofrida por um corpo nos arredores de um planeta ou outro grande corpo. Também pode ser definido como a medida da aceleração que um corpo exerce sobre outro, através da força gravitacional.

PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO: terceira lei de Newton (Toda ação provoca uma reação de igual intensidade, mesma direção e em sentido contrário).

APLICAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: aplicações das definições matemáticas primordiais nos estudos físicos, pois através de cálculos obtemos comprovações para as teorias relacionadas à Física. As funções trigonométricas seno, cosseno e tangente estão presentes em diversos ramos da Física, auxiliando nos cálculos relacionados à Cinemática, Dinâmica, Óptica entre outras.

PLANO INCLINADO: superfície plana, oblíqua em relação à horizontal . O plano inclinado permite que a força aplicada para levantar um peso seja menor, mas o trabalho realizado é o mesmo, pois temos uma força menor com uma distância maior.

TIPOS DE MOVIMENTO

- **Movimento**
  - **retilíneo**
    - **uniforme**
    - **acelerado**
    - **retardado**
  - **curvilíneo**
    - **uniforme**
    - **acelerado**
    - **retardado**

IMPULSO: grandeza física que mede a variação da quantidade de movimento de um objeto. É causado pela atuação de uma força. A unidade no Sistema Internacional de Unidades para o Impulso é o N.s (newton segundo ou newton vezes segundo).

TEORIA DO IMPULSO: *"o Impulso de uma força é igual a variação na Quantidade de Movimento".*

CINEMÁTICA: se ocupa da descrição dos movimentos dos corpos, sem se preocupar com a análise de suas causas (Dinâmica). Geralmente, trabalha-se aqui com partículas ou pontos materiais, corpos em que todos os seus pontos se movem de maneira igual e em que são desprezadas suas dimensões em relação ao problema.

ACELERAÇÃO: taxa de variação da velocidade de um corpo em um dado intervalo de tempo. Assim como a velocidade, ela apresenta suas interpretações em situações mais globais (aceleração média) e em situações mais locais (aceleração instantânea).

HIDROSTÁTICA: parte da física que estuda os líquidos e os gases em repouso, sob ação de um campo gravitacional constante, como ocorre quando estamos na superfície da Terra.

PRINCÍPIO DE PASCAL: *"Em equilíbrio, os líquidos que não podem ser comprimidos transmitem integralmente a pressão por eles recebida".*

PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES: a intensidade do empuxo é igual ao peso do fluido deslocado pelo objeto imerso:

$$E = P_{FD} = m_{FD}.g = d_{FD}.g.V_{FD}$$

Onde:
- P_{FD} é peso do fluido deslocado.
- m_{FD} é a massa do fluido deslocado.
- d_{FD} é a densidade do fluido deslocado.
- V_{FD} é o volume do fluido deslocado.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA: pressão exercida pela atmosfera num determinado ponto. É a força por unidade de área, exercida pelo ar contra uma superfície. Se a força exercida pelo ar aumenta em um determinado ponto, consequentemente a pressão também aumentará.

ÓPTICA: estuda a luz ou, mais amplamente, a radiação eletromagnética, visível ou não. A óptica explica os fenômenos de reflexão, refração e difração, a interação entre a luz e o meio, entre outras coisas.

ÓPTICA GEOMÉTRICA: trata a luz como um conjunto de raios que cumprem o princípio de Fermat. Utiliza-se no estudo da transmissão da luz por meios homogêneos (lentes, espelhos), a reflexão e a refração.

ÓPTICA ONDULATÓRIA: considera a luz como uma onda plana, tendo em conta sua frequência e comprimento de onda. Utiliza-se para o estudo da difração e interferência.

ÓPTICA ELETROMAGNÉTICA: considera a luz como uma onda eletromagnética, explicando assim a reflexão e transmissão, e os fenômenos de polarização e anisotrópicos.

ÓPTICA QUÂNTICA OU ÓPTICA FÍSICA: estudo quântico da interação entre as ondas eletromagnéticas e a matéria, no que a dualidade onda-corpúsculo joga um papel crucial.

PRISMA: sólido geométrico formado por uma face superior e uma face inferior paralelas e congruentes ligadas por arestas. As laterais de um prisma são paralelogramos.

MIOPIA: distúrbio visual que acarreta uma focalização da imagem antes de esta chegar à retina. Uma pessoa míope consegue ver objetos próximos com nitidez, mas os distantes são visualizados como se estivessem embaçados (desfocados).

HIPERMETROPIA: nome dado ao erro de focalização da imagem no olho, fazendo com que a imagem seja formada após a retina.

ASTIGMATISMO: deficiência visual, causada pelo formato irregular da córnea ou do cristalino formando uma imagem em vários focos que se encontram em eixos diferenciados.

PRESBIOPIA: anomalia da visão semelhante à hipermetropia, que ocorre com envelhecimento da pessoa, ocasionando o relaxamento dos músculos.

ESTRABISMO: corresponde à perda do paralelismo entre os olhos.

ENERGIA: em geral, o conceito e uso da palavra energia se refere "ao potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação". O termo energia também pode designar as reações de uma determinada condição de trabalho, por exemplo o calor, trabalho mecânico (movimento) ou luz. Estes que podem ser realizados por uma fonte inanimada (por exemplo motor, caldeira, refrigerador, alto-falante, lâmpada, vento) ou por um organismo vivo (por exemplo os músculos, energia biológica).

TRABALHO: medida da energia transferida pela aplicação de uma força ao longo de um deslocamento.

ENERGIA CINÉTICA: quantidade de trabalho que teve que ser realizado sobre um objeto para modificar a sua velocidade (seja a partir do repouso - velocidade zero - seja a partir de uma velocidade inicial).

ENERGIA MECÂNICA: capacidade de um corpo produzir trabalho. É a energia que pode ser transferida por meio de força. A energia mecânica total de um sistema é a soma da energia potencial com a energia cinética. Se o sistema for conservativo, ou seja, apenas forças conservativas atuam nele, a energia mecânica total conserva-se e é uma constante de movimento. A energia mecânica "E" que um corpo possui é a soma da sua energia cinética "c" mais energia potencial "p".

POTÊNCIA: grandeza que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte a cada unidade de tempo.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: estabelece que a quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante. Uma consequência dessa lei é que energia não pode ser criada nem destruída. A única coisa que pode acontecer com a energia em um sistema isolado é que ela pode mudar de forma, isto é, por exemplo, a energia cinética pode ser transformada em energia térmica. Porque a energia é associada com massa na teoria da relatividade de Einstein, a conservação de energia também implica na conservação de massa em sistemas isolados (isto é, a massa de um sistema isolado não pode mudar, pois é impossível que energia entre ou deixe o sistema).

CONSERVAÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL: *"Uma força é conservativa se o trabalho que ela efetua sobre uma partícula, quando a partícula se desloca sobre qualquer trajetória fechada é nulo."*

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA CINÉTICA: o trabalho realizado pela resultante de todas as forças aplicadas a uma partícula durante certo intervalo de tempo é igual à variação de sua energia cinética, nesse intervalo de tempo.

CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA: a energia mecânica (Emec) de um sistema é a soma da energia cinética e da energia potencial. Quando um objeto está a uma altura h, ele possui energia potencial; à medida que está caindo, desprezando a resistência do ar, a energia potencial gravitacional do objeto que ele possui no topo da trajetória vai se transformando em energia cinética e quando atinge o nível de referência a energia potencial é totalmente transformada em energia cinética. Na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica total do sistema se conserva, ocorrendo transformação de energia potencial em cinética e vice-versa.

MECÂNICA QUÂNTICA: teoria física que obtém sucesso no estudo dos sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica, tais como moléculas, átomos, elétrons, prótons e de outras partículas subatômicas, muito embora também possa descrever fenômenos macroscópicos em diversos casos. A Mecânica Quântica é um ramo fundamental da física com vasta aplicação. A teoria quântica fornece descrições precisas para muitos fenômenos previamente inexplicados tais como a radiação de corpo negro e as órbitas estáveis do elétron. Apesar de na maioria dos casos a Mecânica Quântica ser relevante para descrever sistemas microscópicos, os seus efeitos específicos não são somente perceptíveis em tal escala. Por exemplo, a explicação de fenômenos macroscópicos como a super fluidez e a supercondutividade só é possível se considerarmos que o comportamento microscópico da matéria é quântico. A quantidade característica da teoria, que determina quando ela é necessária para a descrição de um fenômeno, é a chamada constante de Planck, que tem dimensão de momento angular ou, equivalentemente, de ação.

RADIAÇÃO TÉRMICA: radiação eletromagnética emitida por um corpo em equilíbrio térmico causada pela temperatura do mesmo. A irradiação térmica é uma forma de transmissão de calor. Ou seja, um segundo corpo pode absorver as ondas caloríficas que se propagam pelo espaço em forma de energia eletromagnética aumentando assim sua temperatura, pois os dois corpos têm entre si um intercâmbio de energia.

ESPECTROS: resultado obtido quando as radiações electromagnéticas são emitidas nos seus comprimentos de onda ou frequências correspondentes.

RADIAÇÃO INFRAVERMELHA: radiação não ionizante na porção invisível do espectro eletromagnético que está adjacente aos comprimentos de onda longos, ou final vermelho do espectro da luz visível.

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA: radiação eletromagnética ou os raios ultravioleta com um comprimento de onda menor que a da luz visível e maior que a dos raios X, de 380 nm a 1 nm. O nome significa mais alta que (além do) violeta (do latim ultra), pelo fato que o violeta é a cor visível com comprimento de onda mais curto e maior frequência.

RAIO X: são capazes de atravessar o corpo humano. Durante a travessia, o feixe sofre um certo enfraquecimento. Ele provoca a iluminação de certos sais minerais. O uso do raio X tem sido uma importante ferramenta de diagnóstico e terapia. Os raios X são absorvidos pelos ossos enquanto passam facilmente pelos outros tecidos. Em 1895 Wilhelm Konrad von Röntgen descobre acidentalmente os raios X quando estudava válvulas de raios catódicos. Verificou que algo acontecia fora da válvula e fazia brilhar no escuro focos fluorescentes. Eram raios capazes de impressionar chapas fotográficas através de papel preto. Produziam fotografias que revelavam moedas nos bolsos e os ossos das mãos. Estes raios desconhecidos são chamados simplesmente de "x".