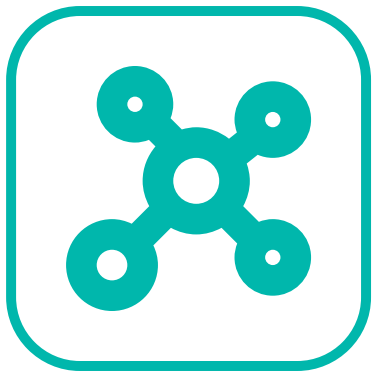


GUIA DE SOBREVIVÊNCIA

////// Mecânica ////





GUIA DE SOBREVIVÊNCIA

A **Mecânica** é a mais antiga área de estudo da física. Foi o primeiro passo da humanidade em direção à compreensão dos mistérios do Universo através da observação de fenômenos e da tentativa de chegar a princípios fundamentais que descrevessem a forma como o mundo funciona. É a área da física responsável pelo estudo do movimento, suas descrições, suas causas e efeitos.

Alguns conceitos são essenciais para a compreensão mecânica em suas diversas subáreas. São os seguintes:

Grandeza física: atribuição qualitativa e quantitativa que permite mensurar elementos relacionados a fenômenos físicos. As grandezas físicas são classificadas em dois tipos:

- **Grandeza escalar:** grandeza que é bem caracterizada apenas pela sua magnitude (valor numérico) e unidade.
- **Grandeza vetorial:** grandeza que deve ser caracterizada por uma orientação (direção e sentido) além de sua magnitude e uma unidade.

Vetor: elemento matemático utilizado para representar grandezas vetoriais. Representado visualmente por uma flecha cujo tamanho indica o módulo e a orientação indica a direção e o sentido da grandeza.

Sistema físico: conjunto de corpos que possuem algum tipo de vínculo ou interação entre si.

Referencial: sistema de referência utilizado para medir diversas grandezas físicas. Determinar um referencial é muito importante para a física, pois algumas grandezas dependem de um referencial para serem

compreendidas com clareza.

Relativo: algo que depende de um referencial.

Ponto material: corpo, participante de um fenômeno físico, que possui dimensões desprezíveis, ou seja, que não afetam o estudo do fenômeno.

Corpo extenso: diferentemente de um ponto material, um corpo extenso é um corpo cujas dimensões são relevantes para o fenômeno que está sendo estudado.



Em construção civil, as dimensões de uma ponte são extremamente importantes para que ela seja construída de maneira segura.

A Mecânica é subdividida em cinco principais subáreas: cinemática, dinâmica, gravitação, fluidos e movimento harmônico simples.

CINEMÁTICA

Área da física responsável pelo estudo dos movimentos dos corpos, mas sem se preocupar com suas causas. A abordagem da cinemática consiste em uma análise matemática, e não em leis físicas propriamente, de diferentes tipos de movimento. Essa análise parte de três elementos essenciais, que se relacionam entre si: posição, velocidade e aceleração.





Posição: localização de um objeto em um dado referencial. Normalmente, representamos posição pela letra s . Também é comum utilizar x para um referencial horizontal e y para um referencial vertical.

Movimento: alteração da posição de um objeto em um dado referencial. Quando um objeto está em **movimento**, esse objeto apresenta uma **velocidade** (que depende do referencial).

Repouso: estado em que um objeto não altera a sua posição. Perceba que movimento e repouso **dependem de um referencial**: um motorista dirigindo um carro pode estar em repouso em relação ao veículo, mas em movimento em relação à estrada onde dirige.

Móvel: corpo que realiza um movimento.

Trajatória: conjunto de posições ocupadas pelo móvel ao longo do movimento. Se um objeto pudesse deixar um “rastro” por onde passou, esse corresponderia à trajetória do movimento.



O rastro de fumaça dos aviões é uma indicação da trajetória de seu movimento.

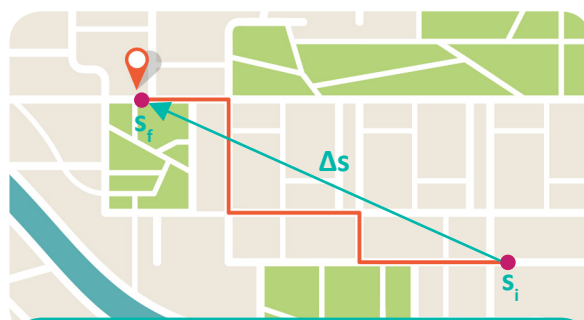
Deslocamento: grandeza vetorial correspondente à variação $\Delta \vec{s}$ da posição de um corpo em um referencial. Sendo \vec{s}_i a posição inicial e \vec{s}_f a posição final, definimos o módulo do deslocamento como:

$$\Delta s = s_f - s_i$$

Sendo deslocamento uma grandeza vetorial, ao falar simplesmente em deslocamento, estamos tratando do **vetor deslocamento**. Ao falar em **deslocamento escalar**, estamos nos referindo ao módulo desse vetor, que

corresponde à distância entre os pontos s_i e s_f . Unidade no SI: metro (m). Não confundir com distância percorrida.

Distância percorrida: grandeza escalar correspondente ao comprimento da trajetória de um movimento. Diferentemente do deslocamento, que considera apenas a posição inicial e a posição final, a distância percorrida considera o trajeto como um todo. Unidade no SI: metro (m).



A imagem acima mostra uma possível trajetória para se deslocar do ponto s_i até o ponto s_f . Isso exemplifica bem a diferença entre distância percorrida e deslocamento: a distância percorrida, indicada em laranja, corresponde ao quanto o móvel de fato percorreu de s_i até s_f (depende da trajetória). Já o deslocamento, indicado em azul, depende somente de s_i e s_f .

Velocidade: grandeza vetorial correspondente à rapidez com que um corpo se desloca em um dado instante, juntamente com a orientação desse movimento. Também chamada de velocidade instantânea, é usualmente representada por \vec{v} . Unidade no SI: metro por segundo (m/s).

Velocidade média: grandeza vetorial correspondente à variação da posição ($\Delta \vec{s}$) em um intervalo de tempo (Δt). O módulo da velocidade média (v_m) é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Velocidade relativa: representa o movimento relativo entre dois móveis. Seria como se um dos móveis fosse considerado um referencial em repouso e o outro móvel estivesse se movendo em relação a ele. Essa velocidade indica a taxa com que um móvel se afasta (ou se aproxima) do outro.





Dois carros que andam sobre uma estrada apresentam uma velocidade relativa entre eles.



Aceleração: grandeza vetorial correspondente à taxa de variação da velocidade em função do tempo. Como a velocidade é uma grandeza vetorial, a aceleração pode expressar tanto uma variação no módulo da velocidade quanto uma variação em sua orientação (ou ambos!). É usualmente representada por \vec{a} . Unidade no SI: metro por segundo ao quadrado (m/s^2).

Aceleração média: grandeza vetorial correspondente à variação da velocidade ($\Delta\vec{v}$) em um intervalo de tempo (Δt). O módulo da aceleração média (a_m) é dado por:

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

Aceleração gravitacional: aceleração sofrida pelos corpos em decorrência da força de atração gravitacional do planeta onde se encontram. Na Terra, é representada por g e vale aproximadamente $9,8 m/s^2$ ao nível do mar.

Movimento retilíneo: tipo de movimento em que a trajetória é retilínea, ou seja, a velocidade não altera a sua direção (mas pode alterar seu sentido e/ou módulo).

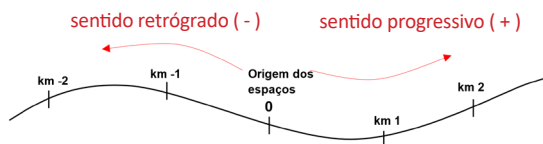
Movimento uniforme (MU): tipo de movimento em que o módulo da velocidade não varia ao longo do tempo. Esse movimento pode ser descrito pela seguinte equação:

$$s = s_0 + v \cdot t$$

(função horária da posição no MU)

Movimento progressivo: tipo de movimento que ocorre no sentido crescente da trajetória orientada. Como o móvel está se deslocando no sentido crescente, a **velocidade é positiva**.

Movimento retrógrado: tipo de movimento que ocorre no sentido decrescente da trajetória orientada. Como o móvel está se deslocando no sentido decrescente, a **velocidade é negativa**.



Na imagem acima, o sentido progressivo (crescente) foi escolhido como sendo da esquerda para a direita. Conseqüentemente, o sentido retrógrado (decrescente) é dado da direita para a esquerda.

Movimento uniformemente variado (MUV): tipo de movimento em que há uma variação constante no módulo da velocidade ao longo do tempo, havendo, portanto, a presença de uma aceleração. As equações que descrevem o MUV são as seguintes:

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

(função horária da posição no MUV)

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

(função horária da velocidade no MUV)

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

(equação de Torricelli)

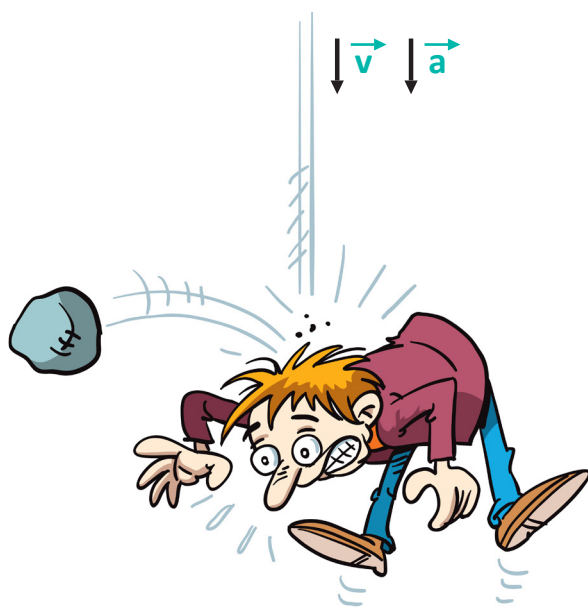
$$v_m = \frac{v_f + v_0}{2}$$

(velocidade média para o MUV)



Perceba que as três primeiras equações não apresentam uma das seguintes grandezas: posição, velocidade ou tempo. Isso é um forte aliado na hora da escolha de uma equação que você deve utilizar para resolver um determinado problema.

Movimento acelerado: tipo de movimento uniformemente variado em que a **velocidade** e a **aceleração têm o mesmo sentido**: o módulo da velocidade aumenta ao longo do tempo. Em outras palavras, o móvel fica cada vez mais rápido.



Quando velocidade e aceleração têm o mesmo sentido, o movimento é acelerado. Isso acontece quando a velocidade e a aceleração são positivas ou quando ambas são negativas. Um exemplo de movimento acelerado é a situação em que um objeto é solto e passa a cair.

Movimento retardado: tipo de movimento uniformemente variado em que a **velocidade** e a **aceleração têm sentidos opostos**: o módulo da velocidade diminui ao longo do tempo. É dito que esse tipo de movimento apresenta uma “desaceleração”, ou seja, o objeto está freando.



Quando velocidade e aceleração têm sentidos opostos, o movimento é retardado. Isso acontece quando a velocidade é positiva e a aceleração é negativa ou quando a velocidade é negativa e a aceleração é positiva. Um exemplo de movimento retardado é aquele em que um objeto é arremessado para cima até parar de subir (a velocidade é para cima e a aceleração - que é a aceleração gravitacional - é para baixo).

Queda livre: movimento vertical sob influência apenas da gravidade.

Imponderabilidade: quando um corpo está em queda livre, este sente uma sensação de “peso zero”, o que chamamos de imponderabilidade.

Projétil: um objeto que se move no espaço sob ação única da gravidade e da resistência do ar (se esta for considerada).



Uma pessoa que se joga para mergulhar no mar pode ser tratada como um projétil.



Mecânica





DINÂMICA

Área da física responsável pelo estudo do movimento dos corpos, juntamente com a origem desses movimentos. Esse estudo está intimamente ligado a **forças** e aos efeitos causados por elas.

Inércia: tendência dos corpos de resistir a alterações em seu estado de movimento.

Massa: grandeza escalar correspondente à quantidade de matéria de um corpo. Equivale à resistência que esse corpo oferece à mudança do seu movimento. Unidade no SI: quilograma (kg).

Força: grandeza vetorial capaz de alterar o estado de inércia de um corpo. As forças podem provocar acelerações e/ou deformações. Unidade no SI: newton (N), que é equivalente à força aplicada a um quilograma de massa produzindo uma aceleração de um metro por segundo a cada segundo ($N = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$).

Força resultante: soma vetorial de todas as forças que atuam sobre um corpo.

Primeira Lei de Newton (ou Lei da Inércia): todo corpo tem a tendência de permanecer em seu estado de inércia (repouso ou movimento retilíneo e uniforme), a menos que uma força resultante atue sobre ele.



Situação em que um balão cheio de água é estourado. Toda a água, que antes se encontrava em repouso dentro do balão, tem seu estado estático alterado após o estouro. Se pudéssemos enxergar em câmera lenta, veríamos a porção de água conservando a forma do balão antes de se espalhar.

Segunda Lei de Newton (ou Princípio Fundamental da Dinâmica):

a aceleração de um corpo submetido a uma força resultante é diretamente proporcional a essa força e inversamente proporcional à massa do corpo. Matematicamente, o que estamos querendo dizer é:

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

Note que força resultante e aceleração sempre têm a mesma orientação.



Se você tentar empurrar um carro com a mesma força com que empurraria uma cadeira, pode ter certeza de que a cadeira iria adquirir uma maior aceleração por ter uma massa muuuito menor do que um carro!

Terceira Lei de Newton (Lei da Ação e Reação):

quando um corpo exerce uma força (força de ação) sobre outro corpo, este devolve uma força (força de reação), com mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto ao da força de ação.



Um foguete expele gás após a queima de combustível. Ou seja: ele exerce uma força sobre esse gás (representada pelo vetor preto). Como reação, o gás exerce uma força sobre o foguete (representada pelo vetor branco), causando a sua propulsão.





É importante perceber que um par de forças ação-reação sempre atua em corpos diferentes. Por esse motivo, **as forças não se anulam.**

Peso: força de atração gravitacional exercida por um corpo massivo sobre um objeto de massa muito menor do que a dele. Peso é comumente confundido com massa, mas são coisas diferentes: a sua massa está relacionada apenas com a quantidade de matéria existente no seu corpo. Já o seu peso relaciona a sua massa e a atração gravitacional do planeta onde você está.

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

A sua massa é a mesma aqui na Terra ou lá na Lua. Mas como a aceleração gravitacional é menor na Lua, lá você possuiria um peso menor.

Força normal: força exercida por uma superfície sobre um objeto nela apoiado. Recebe esse nome porque sua direção é sempre normal (ortogonal) à superfície.

Atrito: força de resistência que surge em sentido contrário ao deslizamento (ou à tendência ao deslizamento) entre superfícies. A força de atrito pode ser classificada em:

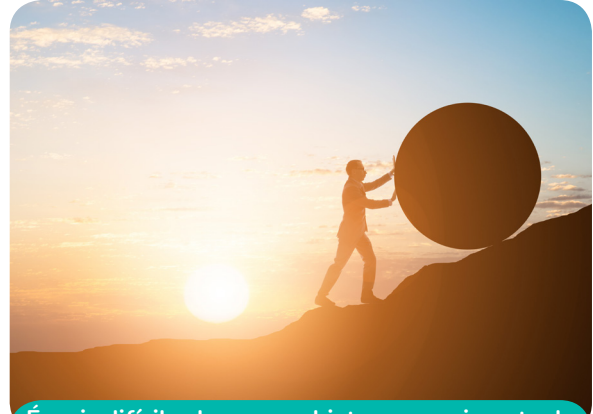
- **Atrito estático:** força de resistência entre duas superfícies em repouso entre si, decorrente da tendência ao deslizamento entre elas.
- **Atrito cinético:** força de resistência que surge devido ao deslizamento relativo entre duas superfícies. O módulo da força de atrito (F_{AT}) é expresso como:

$$F_{AT} = \mu \cdot N$$

Em que μ é o coeficiente de atrito (estático ou cinético) e N é o módulo da força normal. O atrito estático entre duas superfícies é sempre maior do que o atrito cinético entre elas.

Logo, o coeficiente de atrito estático (μ_e) é sempre maior do que o coeficiente de atrito cinético (μ_c):

$$\mu_e > \mu_c$$



É mais difícil colocar um objeto em movimento do que mantê-lo em movimento. Isso ocorre porque a força de atrito estático é maior do que a de atrito cinético.

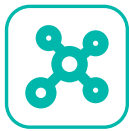
Resistência do ar: atrito atuante sobre tudo que se move através do ar.

Tensão: também chamada de força de tração, é a resultante das forças de atração e repulsão entre as partículas de um corpo como uma corda ou cabo submetido a uma deformação.



Uma pessoa pendurada em uma corda exerce sobre ela uma força de tensão, que se transmite por toda a corda. Como reação, a corda exerce sobre a pessoa uma força de mesma magnitude.

Força elástica: força exercida por um corpo que apresenta elasticidade quando este é deformado. Essa força sempre apresenta sentido contrário ao da deformação.



A força elástica exercida por um corpo elástico se opõe à deformação. Por exemplo: uma mola, ao ser comprimida, exerce uma força que tende a devolver sua forma original. Um elástico, ao ser esticado, exerce uma força que também tende a devolver o seu comprimento original.

Lei de Hooke: a deformação x sofrida por um corpo que apresenta elasticidade é diretamente proporcional à força que causa essa deformação. Matematicamente:

$$F = - k \cdot x$$

A constante de proporcionalidade k é chamada de constante elástica. O sinal negativo na equação indica que o vetor força e o vetor deslocamento sempre têm sentidos opostos.



Praticantes de bungee jumping se utilizam da elasticidade de certos tipos de corda para praticar o esporte. Quanto a corda é tensionada, esta exerce uma força elástica que obedece à Lei de Hooke.

Trabalho: medida da energia transferida a um corpo pela aplicação de uma força \vec{F} ao longo de um deslocamento \vec{d} . É geralmente representado pela letra grega τ e sua unidade no SI é o joule (J), sendo uma grandeza escalar. Como diversas forças podem gerar trabalho, ao falar de trabalho, devemos especificar a qual força ele está associado.

A forma geral de expressar τ matematicamente é a seguinte:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$$

onde θ é o ângulo entre os vetores \vec{F} e \vec{d} . Perceba que, se θ é igual a 0, $\cos(\theta) = 1$ e o trabalho é simplesmente $F \cdot d$.

Energia: grandeza física que assume diversas formas e não é bem definida conceitualmente, apesar de conhecermos bem suas características e comportamento. É compreendida como a capacidade de realizar trabalho. Unidade no SI: joule (J).

Energia mecânica: energia cinética, potencial ou a combinação entre as duas:

- **Energia cinética:** energia mecânica associada ao movimento. Expressa da seguinte forma:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

sendo m a massa do corpo e v a sua velocidade.



A velocista, se movimentando, apresenta energia cinética.



- **Energia potencial elástica:** energia armazenada por um corpo ao ser submetido a uma deformação. Matematicamente, podemos escrever:

$$E_{P_{EL}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

sendo k a constante elástica do corpo e x a sua deformação.



Ao puxar o arco, o arqueiro está lhe atribuindo uma energia que fica armazenada na forma de energia potencial elástica. Ao soltar, a energia potencial é transformada em energia cinética, que é transmitida à flecha, causando o seu movimento

- **Energia potencial gravitacional:** energia armazenada por um corpo devido à sua altura em um referencial dentro de um campo gravitacional. Sua equação é a seguinte:

$$E_{P_G} = m \cdot g \cdot h$$

sendo m a massa do corpo, g a aceleração gravitacional local e h a altura em relação ao referencial adotado.



No topo do escorregador, a menina possuía uma energia potencial gravitacional. Ao escorregar, essa energia passou a ser convertida em energia cinética.

Conservação de energia: princípio que nos diz que a energia não pode ser criada nem destruída: ela apenas é transformada em outros tipos de energia, sem que sua quantidade total se altere.

É importante esclarecer que a energia, como um todo, **sempre se conserva**. Mas a energia mecânica é dissipada em outras formas (como energia térmica e energia sonora). Isso ocorre em um **sistema dissipativo** (ou **não-conservativo**). Se o sistema for especificado como sendo um **sistema conservativo**, então a sua energia mecânica se conserva.

Imagine que você segura um objeto e o solta. No momento em que você o segura, toda a energia mecânica contida no objeto é energia potencial gravitacional. Quando você o solta, essa energia potencial vai sendo convertida em energia cinética. Considerando um sistema conservativo, a energia mecânica (cinética + potencial) com que o objeto chega ao chão é a mesma que ele possuía antes de ser solto, assim como durante toda a queda.



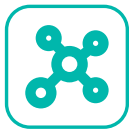
Graças à energia dissipada pela resistência do ar, as gotas de chuva atingem os objetos com uma velocidade inofensiva. Caso vivêssemos em um sistema conservativo, elas chegariam ao chão com uma velocidade absurda e uma simples chuva se tornaria um evento fatal.

Teorema trabalho-energia cinética: o trabalho realizado sobre um objeto é equivalente a variação da energia cinética causada no mesmo. Nesse caso, o trabalho considerado é o trabalho resultante (realizado pela força resultante).

$$\tau = \Delta E_c$$

(teorema trabalho-energia cinética)





Potência: grandeza escalar correspondente à taxa de realização de trabalho ou de transformação de energia em um determinado tempo. A potência média P_M de um trabalho τ realizado em um intervalo de tempo Δt é:

$$P_M = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Unidade no SI: watt (W).

Para compreender melhor o significado de potência, imagine que você está empurrando um sofá ao longo de uma certa distância. Considere duas situações:

- i) Você empurra rapidamente o sofá, levando apenas alguns segundos para levá-lo de um lugar para o outro.
- ii) Você empurra o sofá de forma mais devagar, demorando mais para deslocá-lo a mesma distância.



Considerando que a força total aplicada nas duas situações seja a mesma, como o deslocamento também é o mesmo, o trabalho será idêntico nessas duas situações. Mas, como o intervalo de tempo foi mais curto na situação i), a potência será maior do que na situação ii).

Quantidade de movimento: Também chamada de momento linear. É uma grandeza vetorial correspondente ao produto entre a massa (m) de um corpo e sua velocidade (\vec{v}). A quantidade de movimento (\vec{Q}) é um vetor que apresenta a mesma orientação do vetor velocidade:

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

Unidade no SI: kg . m/s.



Se uma bolinha de tênis de mesa e uma bola de boliche forem soltas da mesma altura, desconsiderando a resistência do ar, ambas atingirão a sua cabeça com a mesma velocidade (pois estão sob a mesma aceleração), mas você com certeza iria preferir ser atingido pela bolinha de tênis de mesa. Essa escolha seria sensata, pois a bola de boliche tem uma massa muito maior do que a de tênis de mesa e, portanto, para a mesma velocidade, apresenta uma quantidade de movimento muito maior.

Conservação de quantidade de movimento: princípio que nos diz que, na ausência de uma força resultante externa, a quantidade de movimento de um corpo ou sistema físico não se altera.

Impulso: grandeza vetorial correspondente ao produto entre uma força externa (\vec{F}) e o intervalo de tempo (Δt) em que essa força é aplicada. Impulso (\vec{I}) também corresponde à variação da quantidade de movimento (teorema do impulso):

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

Unidade no SI: N . s = kg . m/s.

Colisão: evento em que dois ou mais corpos se encontram e exercem forças uns sobre os outros por um curto período de tempo. Existem dois tipos de colisão:

- **Colisão elástica:** tipo de colisão ideal em que os objetos colidem sem sofrer deformações permanentes ou dissipação de energia. Nesse caso, tanto a quantidade de movimento quanto a energia cinética se conservam.

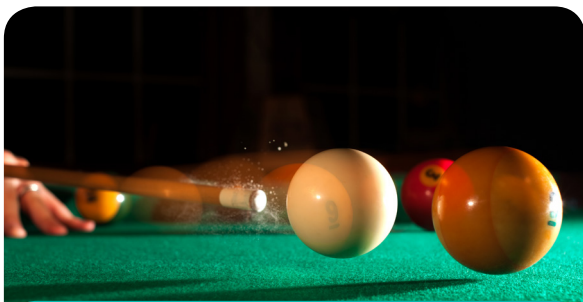


Mecânica





- **Colisão inelástica:** tipo de colisão em que a energia cinética do sistema não se conserva, ou seja, apenas a quantidade de movimento é conservada.



Na colisão entre duas bolas de sinuca, se a considerássemos uma colisão elástica, não haveria perda de energia cinética ou deformações permanentes, ou seja, a quantidade de movimento do sistema se conservaria.

MOVIMENTO CIRCULAR

Rotação: movimento giratório. Ocorre quando um objeto gira em torno de um eixo (eixo de rotação) que está localizado em seu interior.

Movimento circular: tipo de movimento cuja trajetória é uma circunferência. O objeto que descreve esse tipo de movimento está executando uma rotação.



Uma pessoa em uma roda gigante descreve um movimento circular.

Frequência: grandeza escalar correspondente ao número de vezes em que um corpo completa uma rotação por unidade de tempo. Unidade no SI: hertz (Hz), que é equivalente a uma rotação completa por segundo (Hz = 1/s).

Período: tempo necessário para completar um ciclo.

Período e frequência são grandezas inversas.

Ou seja:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{e} \quad T = \frac{1}{f}$$

Movimento circular uniforme (MCU): movimento circular em que, para um móvel descrevendo uma trajetória com um raio fixo, a velocidade linear é constante em módulo (mas a sua orientação varia continuamente).

Movimento circular uniformemente variado (MCUV): movimento circular em que, para um móvel descrevendo uma trajetória com um raio fixo, a velocidade linear varia uniformemente, tanto em módulo quanto em orientação.

Velocidade angular: grandeza vetorial correspondente à rapidez com que é realizado um percurso circular. Em outras palavras, corresponde a uma taxa de variação de ângulo ($\Delta\theta$) por um intervalo de tempo (Δt). Para um MCU, podemos representar matematicamente seu módulo como:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Unidade no SI: rad/s.

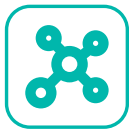
Velocidade linear (tangencial): uma velocidade linear corresponde à razão entre a variação da posição e o intervalo de tempo. No caso de um movimento circular, é chamada de velocidade tangencial (pois a sua direção tangência a trajetória circular em cada posição). O módulo da velocidade tangencial v , no MCU, pode ser dado por

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R f$$

Unidade no SI: m/s.

Um MCU pode ser descrito pela seguinte equação:





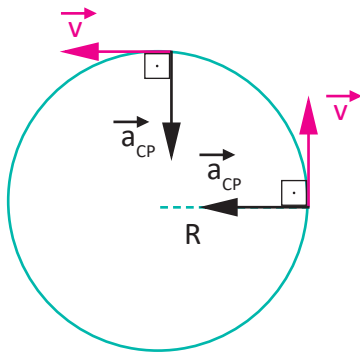
$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$

(função horária da posição angular - MCU)

Aceleração centrípeta: todo movimento circular manifesta um tipo de aceleração chamada de aceleração centrípeta (a_{CP}), mesmo que seja um MCU. a_{CP} sempre tem sua orientação apontando para o centro da trajetória e tem como função alterar a orientação da velocidade tangencial (o que confere ao movimento o seu aspecto circular), e não o seu módulo. Matematicamente, é dada por

$$a_{CP} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R$$

Unidade no SI: m/s^2 .



Em um movimento circular, a velocidade tangencial sempre tangencia a trajetória e a aceleração centrípeta aponta para o seu centro.

Força centrípeta: força que aponta para o centro de uma trajetória circular ou curvilínea, responsável por alterar a direção da velocidade. A força centrípeta (FCP) provoca a aceleração centrípeta, e seu módulo é dado por

$$F_{CP} = m \cdot a_{CP} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$



Na modalidade de lançamento de martelo, o atleta proporciona um movimento circular ao sistema da esfera com o cabo. Durante o movimento, a esfera está submetida a diversas forças, cuja resultante é chamada de força centrípeta.

Força centrífuga: sensação, decorrente de efeitos inerciais, experimentada por um corpo que esteja em movimento circular. Não é, de fato, uma força, e sim uma “força aparente” dirigida para fora da curva de rotação.

Estática: área da mecânica que estuda as condições de equilíbrio de um corpo.

Centro de massa: ponto hipotético localizado no centro da distribuição de massa de um corpo, onde podemos considerar que esteja concentrada toda a sua massa.

Centro de gravidade: ponto hipotético localizado no centro da distribuição de peso de um corpo, onde podemos considerar que atua a força gravitacional (não confundir com centro de massa).

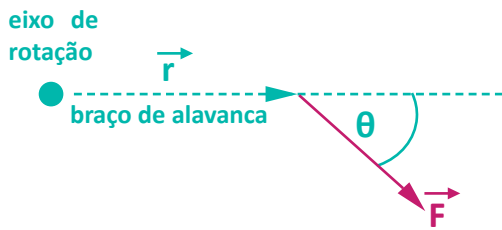
Eixo de rotação: eixo (material ou imaginário) em torno do qual um corpo realiza um movimento de rotação.

Braço de alavanca: distância perpendicular entre o eixo de rotação e o ponto de atuação de uma força.

Momento de uma força (torque): grandeza vetorial correspondente ao produto de uma força pelo comprimento de um braço de alavanca. O torque causa uma tendência de rotação em um corpo. Definimos o módulo do torque (M) da seguinte forma:

$$M = r \cdot F \cdot \text{sen}(\theta)$$





O ângulo θ é o ângulo entre a força e a direção do vetor braço de alavanca. Perceba que, se $\theta = 90^\circ$, $\text{sen}(90^\circ) = 1$ e, portanto, o torque é máximo. Se $\theta = 0$, $\text{sen}(0) = 0$. Nesse caso, o torque é nulo. Unidade no SI: **N . m**.

Condição de equilíbrio: para que um corpo ou sistema esteja em equilíbrio, é necessário que a **força resultante e o torque resultante sejam nulos**.



Para que o sistema acima permaneça em equilíbrio, duas condições precisam ser atendidas:

- i) A força resultante sobre ele deve ser nula.
- ii) O torque resultante sobre ele deve ser nulo.

Se houver força resultante ou torque resultante, a estrutura irá desabar. Por esse motivo, o estudo da estática é importante para a construção civil.

Existem dois tipos de equilíbrio:

- **Equilíbrio estável:** Nesse tipo de equilíbrio, ao sofrer um deslocamento, o objeto tende a voltar à posição original.



Você já viu como funcionam bonecos assim? Ao serem deslocados, eles tendem a voltar à sua posição anterior por estarem em uma condição de equilíbrio estável.

- **Equilíbrio instável:** Nesse tipo de equilíbrio, ao sofrer um deslocamento, o objeto tende a se afastar cada vez mais da posição de equilíbrio.



Equilibristas sobre cordas se encontram em condição de equilíbrio instável.

Máquina simples: instrumento capaz de aumentar (ou diminuir) uma força ou então alterar a sua direção.

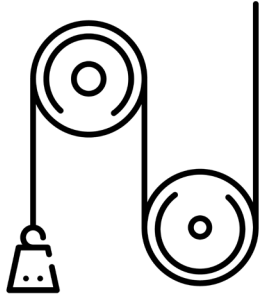
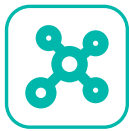
Há dois tipos de máquinas simples:

- **Alavanca:** tipo de máquina simples que rotaciona em torno de um ponto fixo (fulcro) e permite multiplicar a força aplicada sobre ela.



Uma gangorra é um exemplo de alavanca. Uma criança, normalmente mais leve do que um adulto, seria capaz de erguer um adulto com uma gangorra se estivesse a uma distância suficientemente grande do fulcro, proporcionando um maior torque

- **Polia:** também chamada de roldana. É uma máquina simples utilizada para mudar a direção de uma força (no caso de polias fixas) ou para ampliá-la (no caso de polias móveis).



Polias móveis, como ilustradas no esquema anterior, nos possibilitam exercer sobre a corda uma força menor do que a necessária para erguer um objeto em situações normais. Entretanto, isso requer um maior deslocamento da corda.

Vantagem mecânica: razão entre a força na saída (aplicada pela máquina) e a força na entrada (que aplicamos sobre a máquina). Quando a força na saída for maior do que a força na entrada, a vantagem mecânica é maior do que 1. Ou seja: a máquina cumpriu com a sua função de exigir uma força menor.

FLUIDOS

Fluido: substância capaz de fluir, escoar. Gases e líquidos são exemplos de fluidos.

Fluido ideal: tipo de fluido que possui características ideais: é incompressível, não-viscoso e apresenta escoamento estacionário e laminar.

Volume: grandeza escalar correspondente à quantidade de espaço ocupada por um corpo. Unidade no SI: metro cúbico (m^3).

Litro (L): unidade de volume. $1 L = 1.000 cm^3 = 0,001 m^3$.

Densidade: grandeza escalar correspondente à relação entre uma massa m e o volume V no qual ela está distribuída. A densidade μ pode ser escrita como:

$$\mu = \frac{m}{V}$$

Uma grandeza muito semelhante é a **massa específica**. Ela é definida da mesma forma,

mas a diferença é que a massa específica trata da massa de uma substância. Já a densidade trata da massa de um corpo como um todo. Quando o corpo é composto por apenas uma substância, densidade e massa específica são a mesma coisa. Unidade no SI: kg/m^3 .

A densidade da água é de aproximadamente $997 kg/m^3$. Isso significa que se tivéssemos um tanque com o formato de um cubo cujas arestas fossem de 1 m e o enchêssemos de água, teríamos quase uma tonelada de água lá dentro!



Na figura acima, temos dois objetos de volumes idênticos. A diferença é que o objeto da direita é mais denso do que o da esquerda: para um mesmo volume e uma maior densidade em comparação com o objeto da esquerda, ele apresenta maior massa e, conseqüentemente, maior peso, desequilibrando a balança.

Área: grandeza escalar correspondente ao tamanho de uma região bidimensional delimitada. Unidade no SI: metro quadrado (m^2).

Pressão: grandeza escalar correspondente à razão entre a força aplicada (F) e a área (A) da superfície de aplicação. Nesse caso, a força considerada é perpendicular à superfície. Se o vetor força formar outro tipo de ângulo com a superfície, somente a sua componente perpendicular é considerada no cálculo da pressão. A pressão P é dada por:

$$P = \frac{F}{A}$$

Unidade no SI: pascal (Pa), que corresponde à força de um newton aplicada sobre um metro quadrado de área ($Pa = N/m^2$).

Teorema de Stevin: a diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em





equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos. Matematicamente, se considerarmos $\Delta p = p_2 - p_1$ a diferença de pressão entre os dois pontos, 1 e 2, de um fluido, μ a densidade do fluido, g a aceleração da gravidade local e Δy a diferença de altura entre esses pontos, o teorema de Stevin nos diz o seguinte:

$$\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta y$$

Logo, podemos perceber:

- **i)** Dois pontos no interior de um fluido, a uma mesma altura, estão submetidos à mesma pressão. A pressão varia apenas com a profundidade.
- **ii)** Quando maior for a profundidade do ponto em um fluido, maior será a pressão que o fluido exerce sobre ele.



À medida em que a mergulhadora se dirige para o fundo, a pressão que a água exerce sobre ela aumenta.

Pressão atmosférica: pressão aplicada sobre todo corpo imerso na atmosfera. Essa é resultado do peso de ar sobre esse corpo. Vale aproximadamente 101 kPa (equivalente a 1 atm e a 760 mmHg) ao nível do mar.

Pelo teorema de Stevin, a pressão atmosférica é menor em regiões mais altas.



A Serra do Rio do Rastro (SC) possui uma altitude de mais de 1.400 m acima do nível do mar! A pressão atmosférica lá é muito menor do que em regiões de altitude menos elevada.

Barômetro: instrumento utilizado para medir o valor da pressão atmosférica.

Pressão absoluta: pressão total exercida sobre um certo ponto. Por exemplo: um mergulhador que se encontra a uma profundidade h sob a superfície de um líquido está submetido à pressão exercida por esse líquido (que podemos calcular pelo teorema de Stevin) e também à pressão atmosférica. A pressão absoluta sobre ele é, portanto, a soma da pressão exercida pelo líquido e da pressão atmosférica.

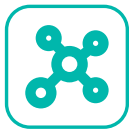
Pressão manométrica: corresponde à pressão exercida sobre um ponto por um determinado fluido, sem considerar a pressão atmosférica.



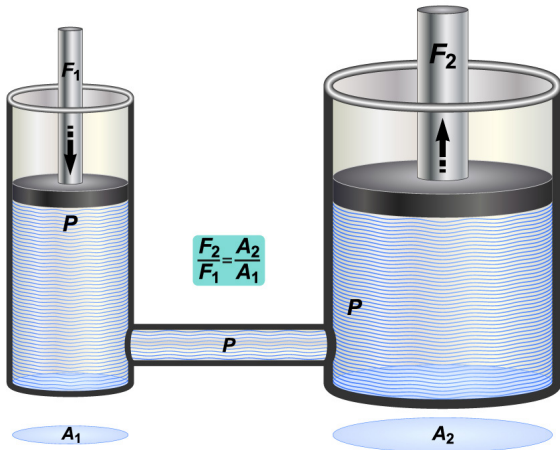
Os esfigmomanômetros medem a pressão manométrica do sangue.

Princípio de Pascal: princípio da hidrostática que diz que uma variação de pressão aplicada sobre qualquer ponto de um fluido será transmitida integralmente a todo o fluido,





desde que este esteja em repouso e num recipiente fechado. Se considerarmos um sistema de um tubo em formato de “U”, de diferentes áreas em cada lado (com pistões nesses lados), preenchido por um certo fluido, e exercermos uma pressão sobre o pistão de área menor, este empurrará o fluido, que exercerá sobre o pistão de área maior uma pressão de mesmo valor.



Como a pressão é a mesma nas duas regiões, mas as áreas são diferentes, o pistão de maior área exerce uma força maior do que aquela que foi aplicada ao pistão de menor área, proporcionando uma vantagem mecânica. Isso é muito utilizado em máquinas hidráulicas.

Empuxo: força vertical e para cima exercida por um fluido sobre um corpo nele imerso.

Princípio de Arquimedes: princípio que estabelece uma relação entre a força de empuxo e volume de fluido deslocado por um objeto imerso nele. O princípio de Arquimedes nos diz que um corpo imerso em um fluido é submetido a uma força de empuxo dirigida de baixo para cima e cujo valor é igual ao peso do fluido que esse corpo desloca. Podemos escrever a força de empuxo (**E**) da seguinte forma:

$$E = \mu \cdot V \cdot g$$

μ é a densidade do fluido, **V** é o volume deslocado do fluido e **g** é a aceleração gravitacional local. Veja que o volume imerso do objeto no fluido (que, como está ocupando o espaço do fluido, corresponde

ao volume deslocado de fluido) determina o quão intenso será o empuxo.

A comparação entre peso e empuxo determina se um objeto irá afundar ou não. Se o peso for maior do que o empuxo, o objeto afundará. Se for menor, ele irá flutuar. E se tiverem o mesmo valor, o objeto permanecerá estático.

Outra forma de descobrir se um objeto irá afundar ou não consiste em comparar sua densidade com a densidade do fluido. Se a densidade do objeto for maior, ele irá afundar. Se for menor, ele irá flutuar.



Navios de carga têm um peso absurdamente grande. Mas se considerarmos a densidade de toda a estrutura, ela é menor do que a densidade da água devido ao seu enorme volume.

Vazão: grandeza escalar que indica a taxa com que uma certa quantidade de fluido (dada por um volume **V**) escoa dentro de um intervalo de tempo Δt . Vazão é normalmente representada por **Q** e é expressa como:

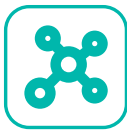
$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

Sua unidade no SI é de m^3/s .

Equação de continuidade: quando um fluido escoar por um tubo, a vazão é a mesma para dois pontos distintos, **1** e **2**:

$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{V_1}{\Delta t_1} = \frac{V_2}{\Delta t_2}$$

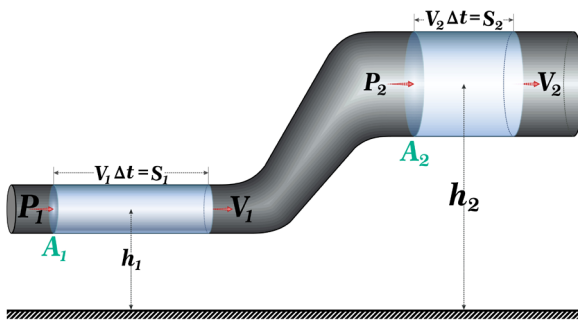


$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

(equação de continuidade)

Os termos “A” e “v” se referem, respectivamente, à área e à velocidade em cada um dos pontos. Veja que a equação de continuidade nos mostra que o fluxo de fluido é constante durante o escoamento, mesmo que haja algum aumento ou redução na área do tubo.

Equação de Bernoulli: considerando ainda o escoamento de um fluido por um tubo. Suponha que a configuração do tubo seja a seguinte:



Na região “1”, mais estreita de área A_1 , o fluido possui velocidade v_1 , exerce uma pressão P_1 e está a uma dada altura h_1 . O mesmo é considerado para o escoamento do fluido na região 2, mais alargada. A equação de Bernoulli nos permite analisar o comportamento dessas grandezas para as diferentes regiões:

$$p_1 + \mu \cdot g \cdot h_1 + \frac{\mu \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \mu \cdot g \cdot h_2 + \frac{\mu \cdot v_2^2}{2}$$

(equação de Bernoulli)

Pela equação de continuidade, concluímos que uma redução na área de escoamento implica em um aumento na velocidade, para manter a proporção do fluxo.



Você já deve ter percebido a consequência da redução da área de escoamento de um fluido: quando reduzimos a área de escoamento em uma mangueira com o dedo, por exemplo, estamos aumentando a velocidade com que a água esco.

Por conta disso, pela equação de Bernoulli, quando a velocidade aumenta, a pressão diminui. Esse é um dos efeitos mais importantes da fluidodinâmica, e explica diversos fenômenos, como o destelhamento de casas.



O destelhamento de casas em decorrência de ventos intensos não acontece porque a pressão do vento “arranca” o telhado. Na verdade, é exatamente o contrário: a alta velocidade do ar na região do telhado causa uma redução na pressão e, se a pressão interna à casa for suficientemente grande, ela fará com que o telhado ceda.

Tubo de Pitot: instrumento utilizado para medir a velocidade de fluidos.

GRAVITAÇÃO

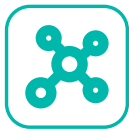
Gravitação: efeito de atração mútua entre dois corpos massivos.

Lei da gravitação universal: em um par de quaisquer corpos massivos, cada um dos corpos exerce sobre o outro uma força diretamente proporcional ao produto de suas



Mecânica





massas (**m** e **M**) e inversamente proporcional ao quadrado da distância (**d**) entre eles. A constante de proporcionalidade é a constante de gravitação universal, representada por **G**. Essa força é chamada de **força gravitacional** (**F_G**) e é sempre atrativa:

$$F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

(Lei da Gravitação Universal)

A constante **G** vale aproximadamente $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.



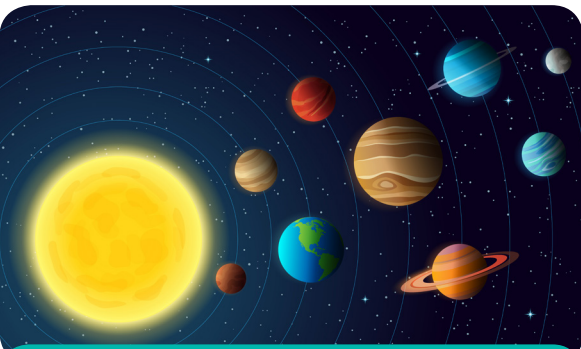
Da mesma forma com que a Terra exerce sobre nós uma força gravitacional, nós exercemos sobre ela uma força gravitacional de mesma intensidade. Todos os corpos exercem entre si uma força de atração gravitacional.

Mecânica

Gravidade: dependendo da definição, pode se referir à aceleração gravitacional ou à força gravitacional.

Campo gravitacional: campo associado a uma massa. Todo corpo massivo apresenta um campo gravitacional associado a ele.

Órbita: trajetória curva, sob ação de uma força, em torno de um ponto ou corpo. A Lua orbita a Terra e a Terra, assim com os outros planetas do Sistema Solar, orbita o Sol.



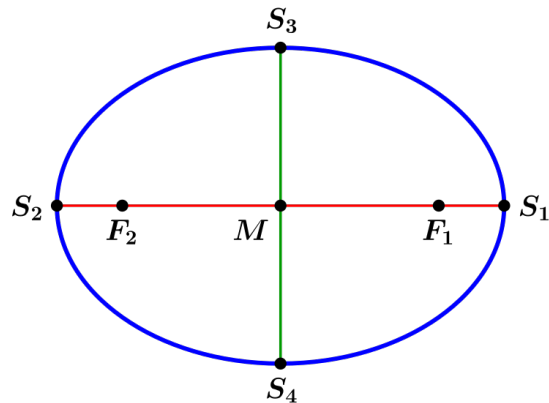
Os planetas do Sistema Solar descrevem uma órbita ao redor do Sol.

Satélite: corpo que orbita outro corpo consideravelmente maior.



A Lua é um exemplo de satélite natural. Quando pensamos em satélites, podemos pensar somente nos satélites artificiais, mas todo corpo que orbita outro corpo pode ser chamado de satélite.

Elipse: curva cônica caracterizada por ter constante a soma das distâncias entre um ponto da curva e os dois focos. Geometricamente, a elipse tem a seguinte forma:



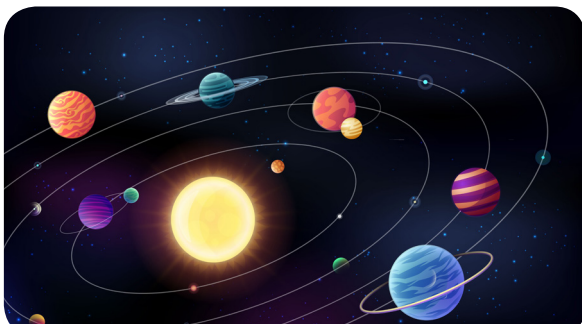
Os pontos **F₁** e **F₂** são os focos da elipse, que são pontos localizados sobre o eixo maior.

Leis de Kepler: 1. Cada planeta do Sistema Solar descreve uma órbita elíptica, com o Sol localizado em um dos focos.

2. Um planeta que orbita o Sol possui velocidades maiores em regiões mais próximas do Sol. Analogamente, sua velocidade é reduzida em regiões mais distantes do Sol. Como consequência disso, a linha que liga o planeta até o Sol percorre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.



3. O quadrado do período orbital de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de órbita (r): sendo T o período orbital, a razão T^2/r^3 é constante. Essa proporção é válida para todos os planetas.



A órbita dos planetas ao redor do Sol é elíptica. Em alguns casos, quando os focos estão muito próximos, a órbita se assemelha muito a uma circunferência, podendo até mesmo ser tratada como uma órbita circular.

Afélio: Em uma órbita elíptica, esse é o ponto, sobre a órbita, mais afastado do Sol.

Periélio: em uma órbita elíptica, esse é o ponto, sobre a órbita, mais próximo do Sol.

Velocidade de escape: velocidade mínima que um corpo precisa atingir para escapar da influência gravitacional de um corpo celeste. Na Terra, o valor da velocidade de escape é de aproximadamente 11,3 km/s.

Maré: fenômeno em que o nível das águas é alterado devido à atração gravitacional exercida pelo Sol e pela Lua.

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

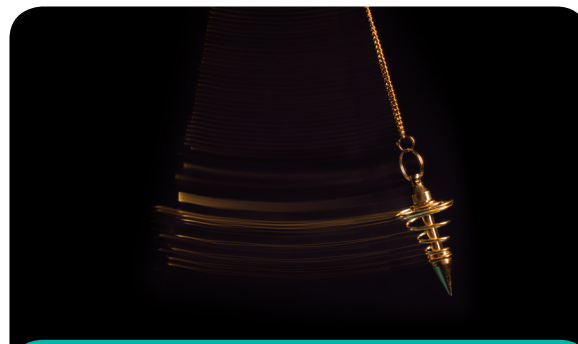
Oscilação: movimento de “vai e vem” em torno de uma posição de equilíbrio.

Amplitude: deslocamento máximo em relação à posição de equilíbrio.

Movimento harmônico simples (MHS): tipo de movimento periódico e oscilatório, ocorrendo em torno de uma posição de equilíbrio. Quando tratamos de um movimento harmônico simples, estamos considerando um sistema conservativo: o fato de a energia mecânica se conservar é o que dá ao MHS o seu aspecto harmônico.

Sistemas que descrevem um movimento harmônico simples são chamados de osciladores harmônicos. Os dois exemplos mais conhecidos de osciladores harmônicos são:

- **Pêndulo simples:** consiste em uma massa suspensa por um fio inextensível. Essa tem a liberdade de oscilar em torno da posição de equilíbrio.



Um pêndulo simples oscila em torno de uma posição de equilíbrio, em que ele se encontra em repouso. Para um sistema conservativo, a amplitude da oscilação equivale à distância (até a posição de equilíbrio) de onde o pêndulo foi solto.

O período de oscilação de um pêndulo simples é dado pela seguinte equação:

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

Sendo l o comprimento do fio e g a aceleração da gravidade local.

Sistema massa-mola: consiste em uma massa acoplada à extremidade de uma mola. A outra extremidade é fixada a uma superfície e, quando a mola é deslocada, passa a oscilar em torno da posição de equilíbrio após ser solta.

O período de oscilação para um sistema massa-mola é:

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





Biologia
PROF. PAULO JUBILUT *total*

- ✉ contato@biologiatotal.com.br
- f [/biologiajubilit](#)
- ▶ [Biologia Total com Prof. Jubilut](#)
- 📧 [@paulojubilut](#)
- 🐦 [@Prof_jubilut](#)
- 📌 [biologiajubilit](#)
- 📍 [+biologiatotalbrjubilit](#)