As Leis de Newton

Quantidade de Movimento $\vec{q}$ de Um Corpo

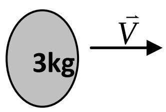
Um corpo com massa M e velocidade vetorial $\vec{V}$ possui uma grandeza vetorial conhecida como a quantidade de movimento definida como

$$\boxed{\vec{q} = M \cdot \vec{V}}$$

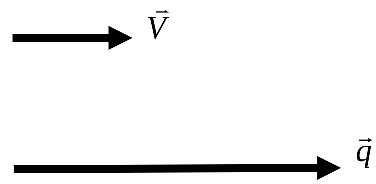
A unidade de quantidade de movimento no SI é kg.m/s

Exemplo: represente graficamente o vetor quantidade de movimento de um corpo de massa 3 kg que se move com velocidade de 2 m/s da esquerda para a direita no espaço em que cada quadriculado tem lado 1 unidade.

$$\vec{q} = 3 \cdot \vec{V}$$



No quadriculado, o vetor $\vec{V}$ deve ter 2 unidades e o vetor $\vec{q}$ deve ser 3 vezes maior: 6 unidades. Ou: $q = M{\cdot}V$ = 2kg·3m/s = 6 kg.m/s



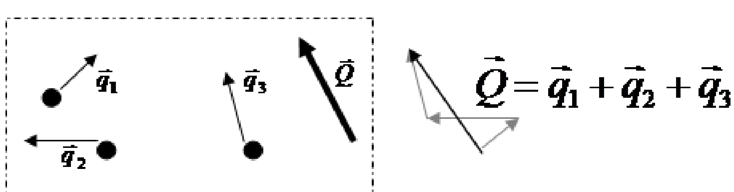
Quantidade de Movimento Total $\vec{Q}$ de um sistema isolado

Um SISTEMA é um conjunto de corpos ou uma parte do Universo delimitada por uma fronteira. Se nada que estiver além dessa fronteira interfere nos corpos que se situam dentro dela, então este sistema é ISOLADO. Na verdade, o que ocorre em laboratório são IDEALIZAÇÕES de casos em que a influência que vem de fora da fronteira é <u>tão pequena</u> que ela pode ser considerada DESPREZÍVEL

Seja um sistema isolado com N corpos, cada qual com seu vetor quantidade de movimento $\vec{q}$, A Quantidade de movimento total é a SOMA VETORIAL da quantidade de movimento de todos os corpos do sistema.

$$\boxed{\vec{Q} = \vec{q_1} + \vec{q_2} + \vec{q_3} + \cdots}$$

Exemplo: Num dado instante o sistema três corpos abaixo, delineado pela fronteira tracejada, tem quantidade de movimento total como na figura:

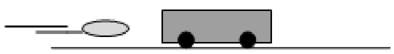


Princípio de Conservação de $\vec{Q}$

Num sistema isolado o vetor quantidade de movimento total $\vec{Q}$ nunca se altera. Seja em módulo, direção ou sentido.

As mudanças internas do sistema devem ocorrer de modo a nunca ferir a afirmativa acima
Se os movimentos envolvidos estão todos em uma direção, a solução é mais fácil, pois não é necessário um tratamento vetorial:

Exemplo: Uma bala de 0,05 kg de massa e velocidade de 400 m/s atinge um carrinho de madeira de 10 kg, nele se encravando. Determine a velocidade do conjunto após o impacto da bala.



Antes: Há 2 corpos: bala b e carrinho c

$$Q = q_b + q_c \begin{cases} q_b = M_b \cdot V_b = 0{,}05 \cdot 400 = 20\dfrac{kgm}{s} \\ q_c = M_c \cdot V_c = 10 \cdot 0 = 0\dfrac{kgm}{s} \end{cases}$$

$$Q = 20\frac{kgm}{s} + 0 = 20kgm/s$$

Depois: A bala está entranhada no carrinho, andando ambos com a mesma velocidade V

$$Q = q_b + q_c \begin{cases} Q = 20 \\ q_b = 0{,}05 \cdot V \\ q_c = 10 \cdot V \end{cases}$$

$$20 = 0{,}05 \cdot V + 10 \cdot V = 10{,}05 \cdot V$$

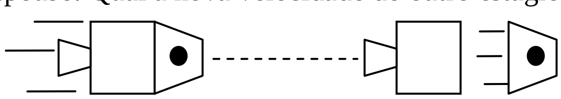
$$V = \frac{20}{10{,}05} = 1{,}99\ m/s$$

Questionário:

1) Três partículas de massa $M_1 = 2$ kg, $M_2 = 3$ kg e $M_3 = 5$ kg apresentam movimentos retilíneos de mesma direção, com velocidade de módulo $V_1 = 10$ m/s, $V_2 = 8$ m/s e $V_3 = 6$ m/s. Sabendo que M_3 se move em sentido oposto ao de M_1 e de M_2, determine a quantidade de movimento total do sistema constituído pelas três partículas.

1º passo: todos os corpos estão na mesma direção, logo não precisa desenhar vetores.
2º passo: calcule $q_1 = M_1.V_1$, $q_2 = M_2.V_2$ e $q_3 = M_3.V_3$
3º passo: o que se move em sentido inverso deve ter um sinal negativo
4º passo: calcule $Q= q_1 +q_2 + q_3$ (cuidado com os sinais)

2) Um foguete de massa 30 toneladas, em movimento no espaço interplanetário, com velocidade constante de 5 km/s libera num dado instante um estágio de massa 20 toneladas, que fica em repouso. Qual a nova velocidade do outro estágio do foguete?



1º passo: calcule a quantidade de movimento inicial do foguete.

2º passo: obtenha a expressão da quantidade de movimento dos dois estágios depois de desacoplados quando:

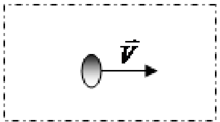
- O estágio 1de massa 10 ton e velocidade V
- O estagio 2 de massa 20 ton e velocidade 0

3º passo: O princípio de conservação afirma a quantidade de movimento total depois do desacoplamento deve ser igual à quantidade de Movimento inicial do foguete. Teremos uma equação matemática com variável V.
4º passo: calcule V

Respostas: 1) 14 kg.m/s 2) 15 km/s

Primeira Lei de Newton: A Lei da Inércia

Seja um sistema isolado composto por um único corpo de massa m em movimento. A Quantidade de movimento total deste sistema é, segundo o princípioda conservação de $\vec{Q}$, uma constante.



$$\vec{Q} = M \cdot \vec{V} = constante \rightarrow \vec{V} = \frac{constante}{M}$$

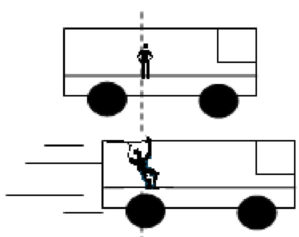
Se a massa do corpo não variar, então $\vec{V}$ será constante, ou seja, o vetor velocidade não varia nem em módulo, nem em direção nem em sentido.

Numa situação ideal, ou seja, sem nada que influa sobre um corpo:

- Um corpo em repouso ($\vec{V} = 0$) permanece eternamente em repouso
- Um corpo em movimento ($\vec{V} \neq 0$) permanece eternamente em movimento numa trajetória em linha reta e com velocidade constante. Este tipo de movimento é denominado Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Na Terra, onde muitas forças interferem sobre o movimento dos corpos, também podemos verificar este efeito em situações breves.

Exemplos:



Um ônibus inicialmente parado "arranca" bruscamente: o passageiro inicialmente em repouso tende a permanecer em repouso. A impressão que se tem que se é jogado para trás é por que a traseira do ônibus se aproxima do passageiro. A linha vertical indica que o passageiro fica na mesma posição, embora perca o equilíbrio.

Um carro em movimento carrega o motorista com a sua mesma velocidade. Se o carro inesperadamente parar, o motorista que estava em movimento continua em movimento.

Unidade 2

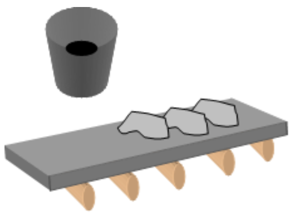
Segunda Lei de Newton: Definição de Força

Segundo a Lei da Inércia, um corpo é incapaz de por si só alterar o seu estado de movimento (repouso ou movimento), logo qualquer alteração que nele ocorra deve ser conseqüência de uma FORÇA EXTERNA que age sobre ele. Segundo o próprio Newton, Força é aquilo que altera a quantidade de movimento de um corpo num determinado intervalo de tempo:

$$\boxed{\vec{F} = \frac{\Delta\vec{q}}{\Delta t}}$$

Obs.: o conceito de força é vetorial, logo, pode mudar a direção, o módulo ou o sentido da quantidade de movimento do corpo.
Obs.: A unidade de força no SI é denominada **Newton** (símbolo N)

Exemplo: Numa mina de carvão depositam-se sobre uma esteira 30 Kg de carvão a cada 2 segundos. Determine a força necessária para mover a esteira com velocidade constante de 5 m/s



Neste problema a massa sobre a correia varia e V é constante:

$$F = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta(MV)}{\Delta t} = V\frac{\Delta M}{\Delta t} \begin{cases} V = 5m/s \\ \Delta M = 30kg \\ \Delta t = 2s \end{cases}$$

$$F = 5\frac{30}{2} = 75N$$

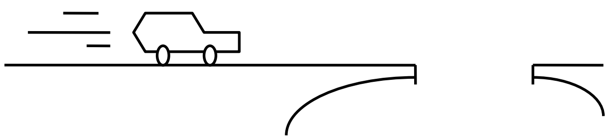
*** OBS. : Quando a massa M do corpo é constante:

$$\frac{\Delta\vec{q}}{\Delta t} = \frac{\Delta\left(M\cdot\vec{V}\right)}{\Delta t} = \frac{M\Delta\vec{V}}{\Delta t} = M\left(\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}\right)$$

o termo entre parêntese acima é o conceito de aceleração vetorial: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$.
Portanto, **para massa constante:**

$$\boxed{\vec{F} = M\cdot\vec{a}}$$

Exemplo: Um carro de massa 1000 kg percorre uma pista reta com velocidade de 30 m/s. Num determinado instante da viagem o motorista avista uma ponte destruída a sua frente e tem apenas 10 s para parar o carro. Determine qual a força que os freios devem imprimir às rodas para que o carro pare neste intervalo de tempo.



Neste problema, a massa do carro não varia: F = M·a

M = 1000 kg

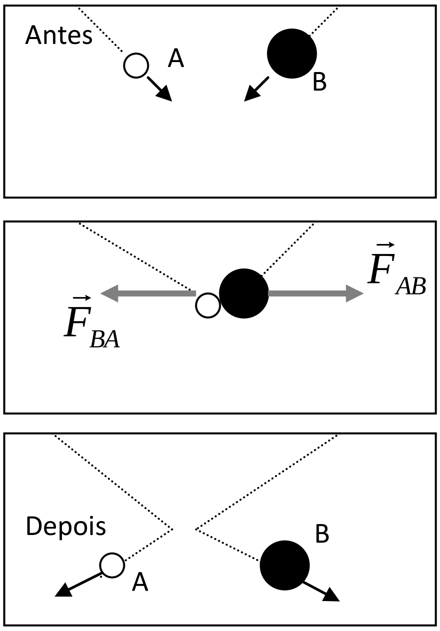
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_F - V_I}{\Delta t} = \frac{0-30}{10} = -3\frac{m}{s^2}$$

F = 1000•(-3) = -3000 N (força negativa porque é contrária ao movimento do carro, freando-o)

Terceira Lei de Newton: A Lei da Ação e Reação

Unidade 2

Seja um sistema isolado composto por dois corpos diferentes (A e B) em rota de colisão.



Durante a colisão cada corpo imprime uma força sobre o outro, mudando a quantidade de movimento de cada um deles.

$$\boxed{\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}}$$

- $\overrightarrow{F_{AB}}$ na figura é a força que B exerce sobre A
-
- $\overrightarrow{F_{BA}}$ na figura é a força que A exerce sobre B

Conclusões:

1) Toda força na natureza aparece como par ação– e – reação.
2) A toda força de ação corresponde uma força de reação de mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.
3) A ação e a reação atuam em corpos diferentes: $(\overrightarrow{F_{AB}})$ atua em A e $\left(\overrightarrow{F_{BA}}\right)$ atua em B, portanto **elas não se anulam**

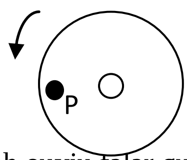
Exemplo: Um caminhão carregado bate de frente com um carro em uma estrada. Com relação à força que o caminhão faz sobre o carro podemos afirmar que
a) É maior que a força que o carro faz no caminhão
b) É menor que a força que o carro faz sobre o caminhão
c) É igual à força que o carro faz no caminhão
d) não podemos afirmar, pois não sabemos a velocidade com que os veículos estavam se movendo.
Justifique a sua afirmativa.

Letra C. Segundo a 3ª lei de Newton, não importando a natureza dos corpos, a força que o caminhão faz no carro e a que o carro faz no caminhão são um par ação-e-reação.

Questionário:
1) Explique a função do cinto de segurança de um carro, utilizando o conceito de inércia.

Dica: veja o exemplo de inércia para o carro em movimento que freia bruscamente

2) A figura mostra uma roda de esmeril que gira com grande velocidade. No instante correspondente à figura, o parafuso P se solta da roda. Descreva a trajetória do parafuso logo após se soltar e justifique a sua resposta.



1º passo: desenhe o vetor velocidade do parafuso no ponto P na figura
2º passo: veja o que diz a 1ª lei de Newton

3) Nas viagens de Gulliver, um burro que vivia entre o povo de Hyyyyyyynnnh ouviu falar que, segundo a terceira lei de Newton, quando um corpo A faz força sobre outro corpo B surge uma força de reação de mesma intensidade em sentido contrário no corpo A. Desde então este burro

recusa-se a trabalhar argumentando que qualquer força que ele faça sobre um corpo será anulada pela força de reação do corpo sobre ele. Como resolver este paradoxo muar?

Dica : tem a ver com a 3ª conclusão da 3ª lei de Newton

4) Uma bola de 0,4 kg de massa choca-se horizontalmente contra uma parede vertical com velocidade igual a 15 m/s, retornado na mesma direção, mas em sentido contrário, com velocidade igual a 10 m/s. Determine:

a) O módulo da quantidade de movimento antes do choque
Dica: use q = M.V para os dados antes do choque

b) O módulo da quantidade de movimento após o choque.

Dica: Use q = M.V para os dados depois do choque, mas como a bola está voltando V deve ter sinal negativo

c) Se o tempo que a bola e a parede tiveram contato foi de 0,002s, calcule a força que a parede exerceu sobre a bola.

Dica: calcule $\Delta q = q_F - q_I$ e use a fórmula da força $F = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

Respostas: 1)tem a ver com a lei da inércia, explique. 2) ↓ 3) ação-e-reação atuam em corpos diferentes 4) a)6 kg.m/s b-)4kg.m/s c)-5000N

Sistema de forças:
Se sobre um corpo atuarem diversas forças, a segunda lei de Newton deve ser reformulada: a força resultante $\overrightarrow{F_R}$, **soma vetorial** de todas as forças que atuam sobre o corpo, é a responsável pela variação da quantidade de movimento do corpo:

$$\overrightarrow{F_R} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} + \cdots$$

$$\boxed{\overrightarrow{F_R} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} + \cdots = M \cdot \vec{a}}$$

Exemplo: O corpo da figura tem 4 kg de massa e está sujeito à ação exclusiva das forças horizontais $\vec{F_1}$ e $\vec{F_2}$. Sabendo-se que suas intensidades valem 30 N e 20N, respectivamente, determine o valor da aceleração de corpo.

Solução: massa constante

Escolhemos o sentido da esquerda para a direita positivo

$F_R = F_1 - F_2 = 30N - 20\ N = 10\ N$ $\qquad$ $F_R = M.a$

M = 4 kg $\qquad$ 10 = 4.a $\qquad$ *a = 10/4 = 2,5 m/s²* ($a = 10/4 = 2{,}5\ m/s^2$)

Forças de Interação na Mecânica
A seguir falamos sobre forças mais comuns que atuam sobre um sistema mecânico.

Força Peso (P)
A Terra puxa todos os corpos com uma força em direção ao seu centro, de modo que, pela 2ª lei de Newton ($\vec{F} = M \cdot \vec{a}$), ela provoca sobre todos os corpos uma aceleração. Ao nível do mar e no equador, todos os corpos são puxados pela força peso em direção ao centro da terra com uma aceleração de valor $g = 9{,}8\ m/s^2$ (Na prática adotamos $g = 10\ m/s^2$)
Substituindo *P* por *F* e *a* por *g* na segunda lei de Newton temos

$$\boxed{\vec{P} = M \cdot \vec{g}}$$

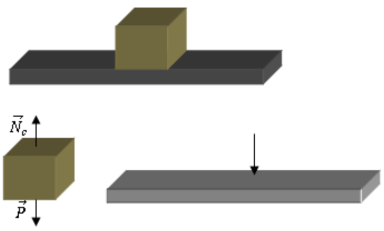
- Módulo: P= M.g

- Direção e sentido: vertical e para baixo.

A força Peso se aplica aos corpos num ponto denominado CENTRO DE MASSA. Nos corpos homogêneos o centro de massa é o seu ponto de simetria.

Força Normal de Superfície de Contato $(\vec{N_c})$

Quando um corpo repousa sobre uma superfície, ele exerce uma força sobre ela. Pela 3ª lei de Newton, a superfície aplica sobre o corpo uma força de reação, denominada **Normal de contato**. Analisemos o corpo e a superfície separadamente, desenhando as forças que nele atuam:

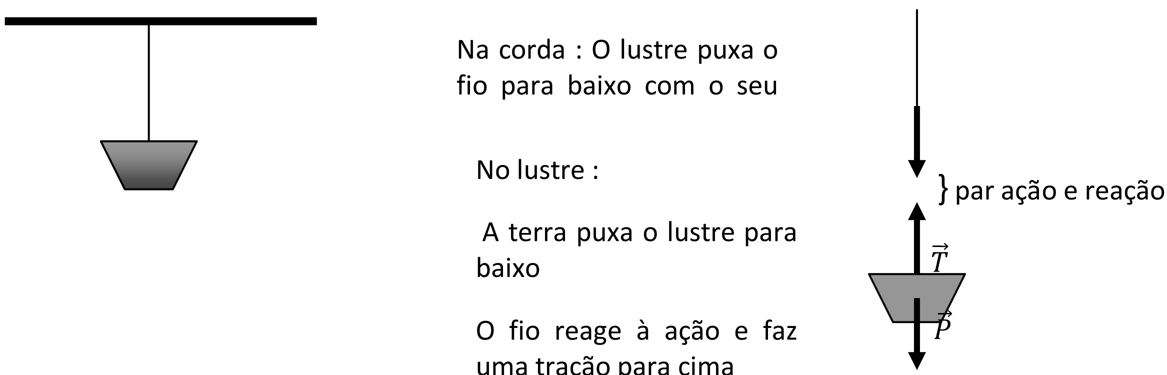


Propriedade de $\vec{N}_C$: sempre atua no corpo com direção perpendicular á superfície (90°) e no sentido para fora desta.

Tração $(\vec{T})$

Quando uma barra (ou corda ou fio) é tencionada, surge ao longo dela uma força denominada tração.

Exemplo: Um lustre pendurado ao teto por meio de um fio.



Força de Atrito $(\vec{F_{AT}})$

Quando um corpo tende a se deslocar sobre uma superfície, forças microscópicas surgem entre a superfície e o corpo, atrapalhando este deslocamento A resultante de todas as forças microscópicas é a força de atrito. Em geral o atrito se orienta contra o sentido do movimento, mas há casos em que a análise atenta e cuidadosa mostra atritos na direção do movimento.

O **módulo** da força de atrito depende

- Da natureza das superfícies de contato através do coeficiente de atrito μ
- Do módulo da Força Normal de contato que a superfície faz sobre o corpo

$$\boxed{F_{AT} = \mu \cdot N_c}$$

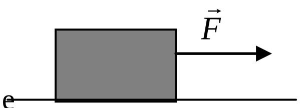
Ao tentarmos empurrar ou puxar um corpo sobre uma superfície com uma força que aumenta gradativamente, notamos que nosso esforço é máximo quando o corpo está prestes a entrar em movimento. Logo após colocá-lo em movimento, podemos fazer uma força menor. Há, portanto, 2 tipos de coeficientes de atrito.

- Coeficiente de atrito estático: $\mu_e \rightarrow$ Quando o corpo esta prestes a entrar em movimento, que implica um **atrito estático.**
- Coeficiente de atrito dinâmico: μ_d $\rightarrow$ Quando o corpo está em movimento, que implica em um **atrito dinâmico.**

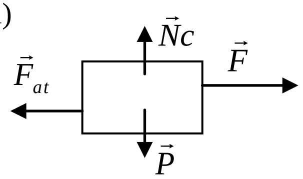
Pelo que se falou acima $\mu_e > \mu_d$: o atrito estático é maior que o dinâmico.

Exemplo: Um móvel de 4 kg de peso desliza sobre uma superfície plana com velocidade constante puxada por uma força de 4N. Adote g = 10m/s^2.

a) Desenhe as forças que atuam sobre o móvel
b) Determine o módulo da força normal de contato
c) Determine o valor da aceleração do móvel
d) Determine o valor da força de atrito entre o móvel e a superfície
e) Determine o valor do coeficiente de atrito dinâmico



a)



b) Na vertical não há movimento: $F_{R\ vertical} = 0$. Logo, escolhendo para cima o sentido positivo:
Nc – P = 0 → Nc = P = M.g = 4.10 = 40N

c) Na direção horizontal a velocidade é constante, portanto a = 0
d) $F_R = F - F_{at}$ = M. a = 4.0 = 0 → $F - F_{at} = 0$ → $F_{at} = F$ = 4N
e) $F_{at} = \mu_d$.Nc → 4 = μ_d.40 → μ_d = 4/40 = 0,1

Força Elástica $(\overrightarrow{F_{el}})$

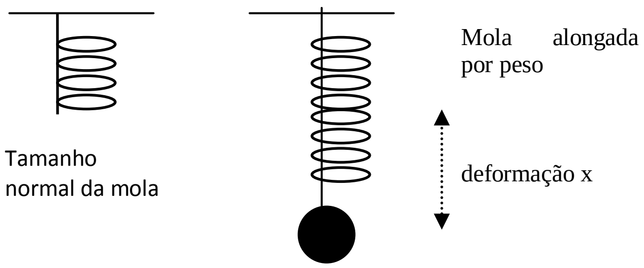
Quando um corpo deformável (mola, elástico, etc) é tencionado e sofre uma deformação. A força elástica tende a restaurar a sua forma original e, portanto, é sempre contrária a deformação provocada.

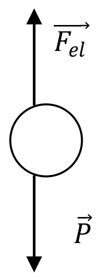
Para pequenas deformações, o **módulo** depende:

- Do tipo e da forma de material, através da constante de deformação elástica k do corpo deformável.
- Do tamanho da deformação x

$$\boxed{F_{el} = k.x}$$

Exemplo: calcule o tamanho da deformação provocada numa mola de constante elástica k = 30 N/m presa ao teto por um peso de 0,6kg.





Como o sistema Peso + mola está em equilíbrio:

$F_{el} - P = 0$
k.x – M.g = 0

30.x – 0,6 .10 = 0
30.x = 6

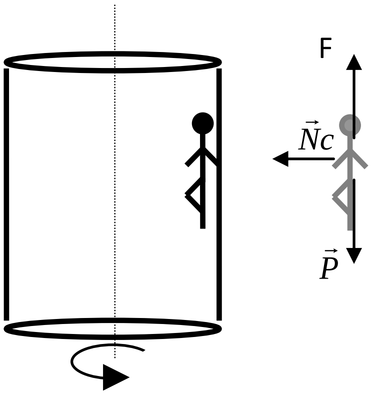
$x = \dfrac{6}{30} = 0{,}2m$

Força centrípeta (F_{cp})

Sempre que a trajetória de um corpo móvel for circular, a força resultante sobre ele será uma força que aponta sempre para o centro da trajetória circular, que imprime ao corpo uma aceleração centrípeta a_{cp}. Pela segunda lei de Newton:

Unidade 2

$$\boxed{F_{cp} = M.a_{cp}}$$



Exemplo: Um cilindro oco de raio R = 2 m gira com velocidade constante. Uma pessoa em seu interior encontra-se apoiado sobre a superfície do cilindro sem cair. Se o coeficiente de atrito entre a sua roupa e o fio vale μ = 0,2, determine qual deve ser a velocidade mínima de rotação para que o homem não caia.

A normal de contato aponta para o centro

Logo: $N_C = F_{cp} = M \cdot a_{cp} = M \cdot \frac{V^2}{R} \cdots (1)$

Na vertical: $F_{at} = P$

$\mu \cdot N_c = M \cdot g \rightarrow N_c = \dfrac{M \cdot g}{\mu} \cdots (2)$

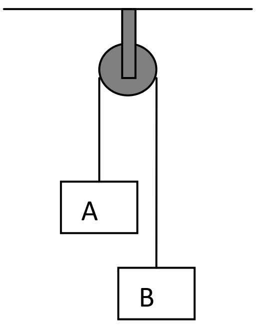
Igualando (1) e (2) $:\frac{M \cdot V^2}{R} = \frac{M \cdot g}{\mu}$

Simplificando as massas e substituindo valores:

$\frac{V^2}{2} = \frac{10}{0,2} \rightarrow \frac{V^2}{2} = 50 \rightarrow V^2 = 100$ logo: $V = \sqrt{100} = 10\ m/s$

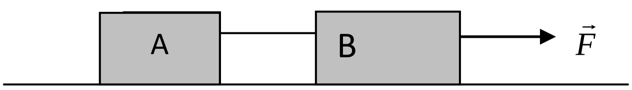
Questionário:

1) Desenhe as forças que atuam nos corpo A e B presos por um fio que passa por uma polia.



Dica: não há superfícies nem molas, logo não existe Normais de contato, Atrito nem Forças Elásticas no problema.
1º passo: desenhe as forças Peso dos corpos A e B
2º passo: os corpos A e B estão presos por fios, logo desenhe as trações T que agem neles.

2) Os blocos A de massa 1 kg e B de massa 4 kg da figura abaixo estão unidos por uma corda. O bloco B é acelerado com uma força F de módulo 20 N e os dois blocos são postos em movimento numa superfície sem atrito.



a) represente as forças que atuam sobre os blocos A e B

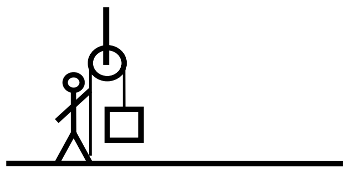
1º passo: analise os corpos A e B separadamente
2º passo: em cada corpo desenhe a força peso

3º passo: note que os corpos estão apoiados a um superfície, desenhe as normais de contato em A e em B
4º passo: note que um fio liga A e B : desenhe as trações em A e em B
5º passo Verifique se há atritos ou forças elásticas no problema

b) qual a aceleração dos blocos?

1º passo: para saber a aceleração devemos usar a fórmula F = M.*a*
2º passo: do enunciado encontre o valor de F e de M (detalhe: massa total)
3º passo: aplique os valores na fórmula e calcule A

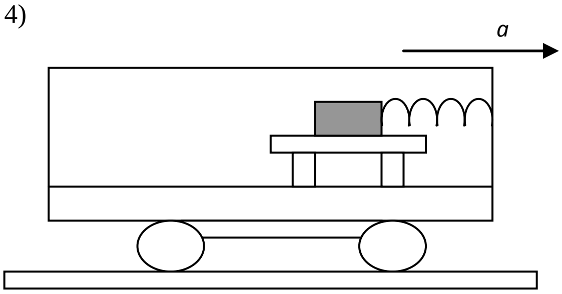
c) qual a tração na corda que une o bloco A ao bloco B?
1º passo: identifique que tipo de força puxa o corpo A (força em cordas)
2º passo: identifique a massa de A e a aceleração calculada na letra (b)
3º passo: utilize a fórmula F = M.*a* para o corpo A, substitua valores de M e *a* e calcule F



3) Um Homem de 800 N de peso está sustentando um corpo de 500 N por meio de uma corda que passa por uma polia. Supondo a corda e a polia de massas desprezíveis, determine a força de reação do solo sobre o homem.

1º passo: desenhe todas as forças que agem sobre o homem (dica : P_{homem}, N_c, T) e sobre o bloco (dica: P_{bloco} e T)
2º passo: verifique se há acelerações envolvidas e aplique a 2ª lei de Newton (F_R= M.*a*)
3º passo: analise qual deve ser a força resultante no homem e no bloco
4º passo: calcule a tração no bloco (será a mesma tração no homem)
5º passo: aplique o valor do peso de homem (P = M.g) e da tração T na equação da força relutante e calcule N_c que o chão aplica sobre o homem

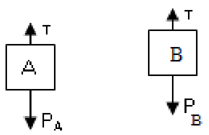
4)



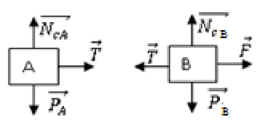
Um trem com aceleração de $4 m/s^2$ possui um vagão onde se encontra uma mesa muito lisa sobre a qual está apoiado um bloco de 2 kg de massa ao qual está fixa uma mola distendida de constante elástica k = 100N/m. Determine qual é a deformação da mola.

1º passo: desenhe as forças que atuam sobre o bloco (Dica: P, N_c, F_{el})
2º passo: na vertical não há movimento, logo a força resultante que puxa o bloco é horizontal.
3º passo: identifique o tipo de força que atua na horizontal
4º passo: aplique a fórmula F_R = M.*a* , aplique os valores a ela e calcule a deformação x da mola.

Respostas: 1)



2)a) b) $4 m/s^2$ c) 4N



3) 300N 4) 0,08m ou 8 cm

Unidade 2

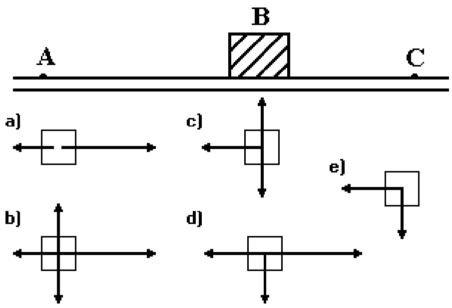
EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

1) Qual a quantidade de movimento em kg·m/s de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de 10m/s?

2) Uma quantidade de barro de massa 2,0kg é atirada de uma altura h, com uma velocidade horizontal v=4m/s, em direção a um carrinho parado, de massa igual a 6,0kg, como mostra a figura adiante. Se todo o barro ficar grudado no carrinho no instante em que o atingir, o carrinho iniciará um movimento com velocidade, em m/s, igual a
a) 3/4. b) 1. c) 5/4. d) 2. e) 3.

3) (MACK- 1995) Um atirador, com uma metralhadora, pode resistir a uma força média de recuo de, no máximo, 160N. As balas têm massa 40 g (0,04kg) cada uma e saem da metralhadora com velocidade de 800m/s. O número máximo de projéteis que podem ser atirados por segundo é:
a) 16. b) 10. c) 8. d) 5. e)4

4) Um bloco é lançado no ponto A, sobre uma superfície horizontal com atrito, e desloca-se para C. O diagrama que melhor representa as forças que atuam sobre o bloco, quando esse bloco está passando pelo ponto B, é



Respostas:

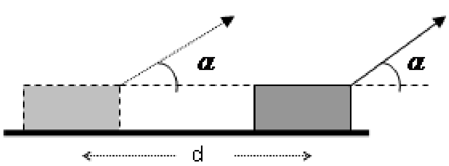
1) 450 kgm/s 2)b 3)d 4)c

Trabalho e Energia

Trabalho de uma Força (τ)

Uma força realiza trabalho quando desloca um corpo de certa distância:

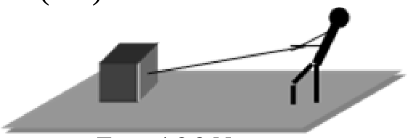
$$\boxed{\tau = F.d.\cos(\alpha)}$$



Onde, conforme a figura:

- F → é a força aplicada
- d → é a distância deslocada
- α → é o ângulo que a força faz com a direção de deslocamento

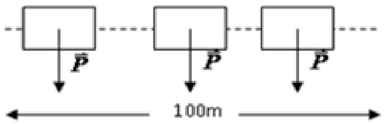
Obs.: A unidade de trabalho é Joule (J): $1J = 1\ N.m$

- **Exemplo:** Uma pessoa arrasta um corpo sobre uma superfície horizontal exercendo sobre ele uma força de 100 N, fazendo com a horizontal um ângulo de 60^o. Qual foi o trabalho realizado pela pessoa se o corpo deslocar 4 m? Dado $\cos(60^o) = ½$.
- 

$$\left.\begin{array}{c} F = 100N \\ d = 4m \\ \alpha = 60^0 \rightarrow \cos(60^0) = \frac{1}{2} \\ \tau = ? \end{array}\right\} \begin{array}{c} \tau = F \cdot d \cdot \cos(\alpha) \\ \tau = 100 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} = 200\,J \end{array}$$

- **Obs.**: quando uma força faz 90º com a direção de movimento, o seu trabalho é nulo, pois $\cos(90^o) = 0$.

Exemplo: Um corpo de massa 2 Kg se move 100 m na horizontal. Calcule o trabalho da força peso.



Trabalho: $\tau = F \cdot d \cdot \cos(\alpha)$
Força em questão: Peso $P = M \cdot g$

$$\left.\begin{array}{c} F = P \\ M = 2kg \\ g = 10m/s^2 \end{array}\right\} F = P = 2 \cdot 10 = 20N$$

$$d = 100m$$
$$\alpha = 90^o \rightarrow \cos(90^o) = 0$$

Logo $\tau = 20 \cdot 100 \cdot 0 = 0\,J$

Potência $\mathcal{P}$:

Mede a rapidez que um trabalho é realizado num intervalo de tempo Δt:

$$\boxed{\mathcal{P} = \frac{\tau}{\Delta t}}$$

No SI, a unidade de potência é Watt (*W*): *1W = 1J/s.*

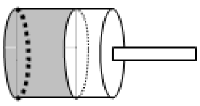
Exemplo: O pistão de um carro possui um comprimento de 70 mm (0,07 m). Ao ligar o carro, ocorre uma explosão cuja duração é da ordem de 1/30 s, liberando para o motor uma potência de 42 000 W.

a) Calcule o trabalho realizado por este pistão uma explosão

b) Determine a força que os gases em expansão na explosão dentro do cilindro realizam sobre o pistão, dado que *cos(0) = 1.*

$$a)\ \mathcal{P} = \frac{\tau}{t} \Rightarrow 42000 = \frac{\tau}{1/30} \Rightarrow \tau = 42000 \cdot \frac{1}{30} = 1400\ J$$

$$b)\ \tau = F.d.\cos(\alpha) \begin{cases} \tau = 1400J \\ d = 0{,}07m \Rightarrow 1400 = F \cdot 0{,}07 \cdot \cos(0) \Rightarrow 1400 = F \cdot 0{,}07 \cdot 1 \\ \alpha = 0 \end{cases}$$



$$F = \frac{1400}{0{,}07} = 20000N$$

Unidade 2

Energia

É a capacidade de realizar trabalho. Para promover alguma mudança em um sistema é necessário que se aplique energia sobre ele. Assim como o trabalho, a unidade de energia no SI é Joule (J)

A energia tem duas propriedades essenciais. A saber:

A) Pode mudar de forma

Há várias formas de energia: energia elétrica, solar, eólica, etc. Na mecânica, a energia associada ao movimento dos corpos é denominada Energia Cinética.

Energia Cinética (*Ec*)

Um corpo em movimento é capaz de realizar trabalho (basta lembrar o quanto dói uma bolada, por exemplo. E quanto maior a massa M ou a velocidade V da bola, mais dói a bolada). Logo há uma energia associada ao movimento, que chamaremos de energia cinética E_c:

$$\boxed{E_c = \frac{M \cdot V^2}{2}}$$

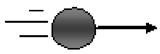
Exemplo: Calcule a energia cinética de uma bola de 500g (0,5 kg) que se move com velocidade de 10 m/s.

$M = 0,5\ kg$

$V = 100\ m/s$

$$Ec = \frac{M \cdot V^2}{2} = \frac{0,5 \cdot (10)^2}{2} = \frac{0,5 \cdot 100}{2} = \frac{50}{2}$$

$Ec = 25\ J$



B) Pode ser armazenada.

Há varias formas de se armazenar energia. Por exemplo, no interior de pilhas e baterias elétricas, nos alimentos, nos combustíveis. Quando a energia está armazenada ela é denominada **Energia Potencial**. Nos casos descritos temos exemplos de energias potenciais químicas, pois a energia está armazenada na forma química. As energias potenciais de nosso interesse na mecânica são:

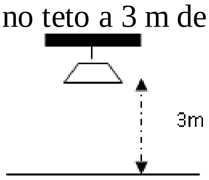
- **Energia Potencial Gravitacional (E_{pg})**

Quando um corpo de massa *M* se encontra suspenso de uma altura h de um nível de referência (geralmente o solo). Basta considerar o quanto dói um tijolo que nos atinge caindo de certa altura. Quanto maior a massa *M* do tijolo, ou maior a altura *h* que ele cai, pior a dor quando ele nos atinge!

$$\boxed{E_{pg} = M.g.h}$$

Onde *g* é a aceleração da gravidade da terra: $g = 10m/s^2$.

Exemplo: calcule que energia potencial gravitacional tem um lustre de 1 kg pendurado no teto a 3 m de altura do chão.



Massa: M = 1 kg

Altura: h = 3m

$E_{pg} = M \cdot g \cdot h$

$E_{pg} = 1 \cdot 10 \cdot 3 = 30J$

- **Energia Potencial Elástica (E_{pe})**

Unidade 2

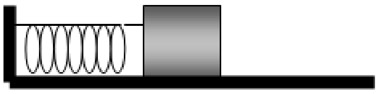
Sobre um sistema acoplado a uma mola deformada atua uma força de restauração elástica *(F_{el} = k.x)*. Quando um corpo deformável sofre uma deformação. Por exemplo, quando esticamos (ou comprimimos) uma mola, deformando-a, transferimos a ela energia, que fica armazenada no sistema até a mola ser liberada.

$$\boxed{E_{pg} = \frac{k \cdot x^2}{2}}$$

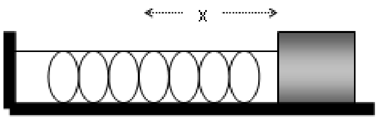
k → constante elástica do corpo deformável

x → tamanho da deformação do corpo deformável

Exemplo: Um bloco é preso a uma mola de 0,7 m de constante elástica k = 200 N /m. calcule a energia armazenada no sistema mola + bloco.



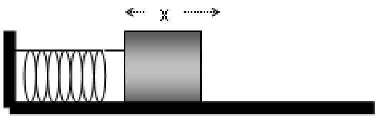
a) Quando a mola é esticada e adquire um comprimento de 1 m:



Deformação; x = 1m - 0,7m = 0,3 m

$$E_{pg} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{200 \cdot 0{,}3^2}{2} = \frac{200 \cdot 0{,}09}{2} = 9J$$

b) Quando a mola é comprimida e adquire um comprimento de 0,5 m.



Deformação; x = 0,7m – 0,5m = 0,2 m

$$E_{pg} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{200 \cdot 0{,}2^2}{2} = \frac{200 \cdot 0{,}04}{2} = 4J$$

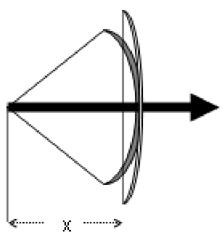
Princípio da Conservação da Energia total ou mecânica (E_t)

Vimos na que a Física se apóia sobre alguns princípios de invariância em que algumas grandezas denominadas INVARIANTES FÍSICOS devem permanecer inalteradas durante a ocorrência de qualquer fenômeno (Unidade 2). Para um **Sistema Isolado**, um desses invariantes é a sua **Energia Total**, definida como a soma de todos os tipos de energia presente no sistema.

A soma de todas as energias presentes num sistema isolado (ou sua energia total) é constante em todos os instantes de tempo.

$$\mathbf{E_t = E_c + E_p}$$

Exemplo: Para lançar uma flecha de massa 0,01 kg, o arqueiro flexiona um arco de constante elástica k = 4 N/m. No instante em que ele solta a flecha, a energia acumulada no arco é totalmente transferida a ela. Supondo que a deformação horizontal do arco seja de 0,3 m. Qual a velocidade inicial adquirida pela flecha?



Antes de soltar
$E_t = E_{pe}$ (só há deformação)

$$E_t = E_{pe} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{4 \cdot (0{,}3)^2}{2} = 0{,}18J$$

Depois de soltar a flecha, o arco já não tem deformação e a flecha entra em movimento: toda a energia que era elástica se converteu em energia cinética:

$$E_t = \frac{M \cdot V^2}{2}$$

$$0{,}18 = \frac{0{,}01 \cdot V^2}{2} \qquad V^2 = \frac{2 \cdot 0{,}18}{0{,}01} = 0{,}36$$

$$V = \sqrt{0{,}36} = 6m/s$$

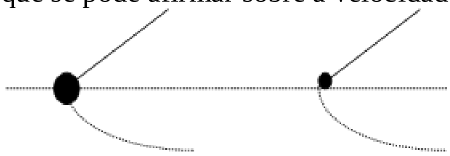
Questionário: (apenas passe adiante após resolvê-lo completamente)

1)

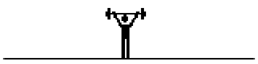
Uma esfera parte do repouso em A e percorre o caminho representado sem nenhum atrito. Determine sua velocidade em B

1º passo: verifique que tipo de energia existe no ponto A (cinética, Pot. Gravitacional ou Pot. Elástica) (DICA: A ESFERA SÓ POSSUI ALTURA).
2º passo: verifique que tipos de energia existem no ponto B, quando a esfera tem altura e movimento.
3º passo: aplique o princípio da conservação da energia: a energia total no ponto A deve ser a mesma no ponto B2)

2) Um pêndulo A de massa 2 kg e um Pêndulo B de massa 5 kg de fios de mesmo comprimento encontram-se suspensos de uma mesma altura de 1 m. O que se pode afirmar sobre a velocidade de ambos os pêndulos no ponto mais baixo da trajetória?



3)Um halterofilista levanta um altere de 20 kg, do chão até uma altura de 1,5m em 15s. No dia seguinte ele realiza o mesmo exercício em 10s. No segundo dia, a grandeza física que certamente mudou foi:



a) A força de atração da Terra sobre o haltere.
b) A variação da energia cinética do haltere
c) A variação da energia potencial gravitacional do haltere
d) O trabalho realizado sobre o haltere?
e) A potência gasta pelo halterofilista

Respostas: 1) 10m/s 2) terão valores iguais 3) E

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

1) Qual a energia potencial gravitacional de um corpo de 30kg, que está a 30m acima do solo, em relação ao próprio solo?

Dado que g = 10 m/s^2.

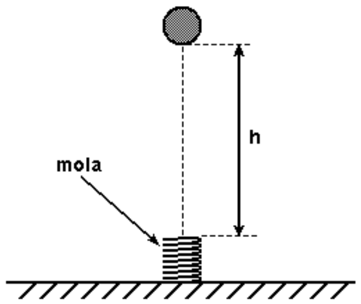
Unidade 2

2) Em um dado ponto de um sistema um corpo possui 200J de energia cinética e 500J de energia potencial. Qual o valor da energia mecânica desse corpo?

3) Um objeto de massa igual a 2,0kg, inicialmente em repouso, percorre uma distância igual a 8,0m em uma superfície horizontal sem atrito, sob a ação de uma força constante, também horizontal, igual a 4,0N. A variação da energia cinética do objeto é

4,0 J b) 8,0 J c) 16,0 J d) 32,0 J e) 64,0 J

4)



Uma bolinha de massa m = 200 g é largada do repouso de uma altura h, acima de uma mola ideal, de constante elástica k = 1240 N/m, que está fixada no piso (ver figura). Ela colide com a mola comprimindo-a por x = 0,10 m. Calcule, em metros, a altura inicial h. Despreze a resistência do ar e adote $g = 10\ m/s^2$.

Respostas 1) 9000J 2) 700J 3) d 4)3m