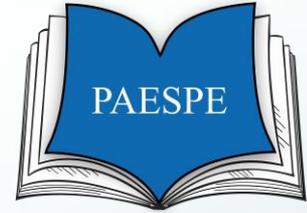


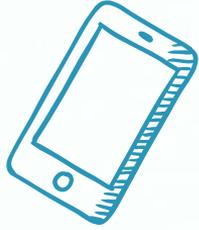
PET CIVIL - UFAL



DINÂMICA

PROFESSORES: BRUNO LEITE E JOSÉ MATHEUS





FORÇA CENTRÍPETA



FORÇA CENTRÍPETA

Os efeitos do **movimento circular** apresentam interesses tanto do ponto de vista **lúdico**, na concepção de brinquedos dos parques de diversões, quanto do ponto de vista **tecnológico e científico**.



FORÇA CENTRÍPETA

Os efeitos do **movimento circular** apresentam interesses tanto do ponto de vista lúdico, na concepção de brinquedos dos parques de diversões, quanto do ponto de vista tecnológico e científico.



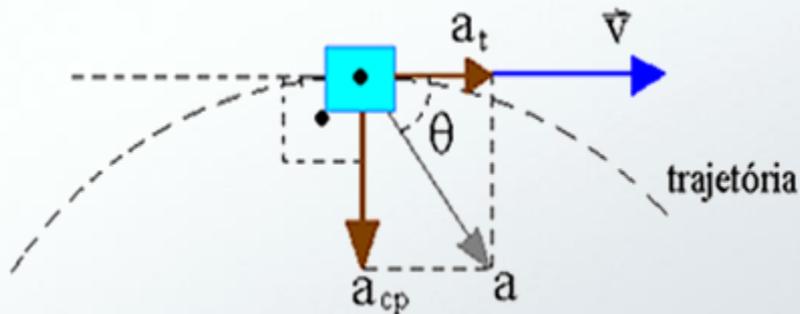
FORÇA CENTRÍPETA

MAS COMO ESSA
FORÇA
FUNCIONA?



RELEMBRANDO...

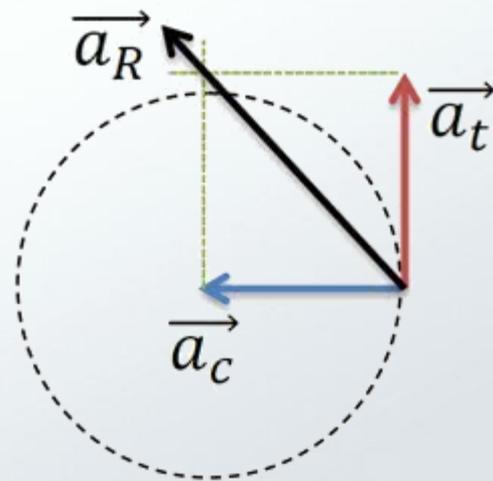
Em um movimento circular, um corpo está sujeito à uma aceleração que possui duas componentes: a **aceleração tangencial** (a_t) e a **aceleração centrípeta** (a_c).



RELEMBRANDO...

Um corpo em **movimento circular** está necessariamente sujeito à ação da **aceleração centrípeta**. Essa aceleração tem **direção radial**, ou seja, aponta para o **centro**. O valor dela é dada pela equação:

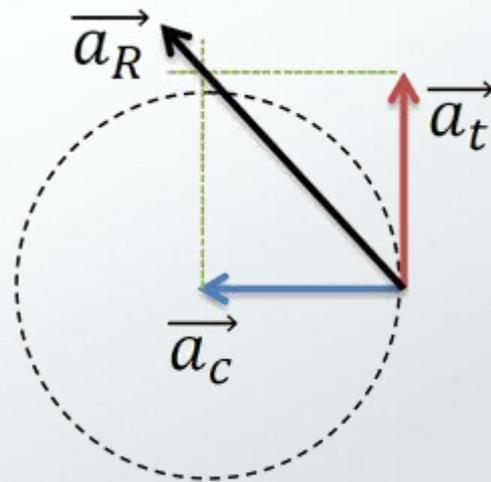
$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}, \text{ onde } v = \omega \cdot R$$



RELEMBRANDO...

Um corpo em **movimento circular** está necessariamente sujeito à ação da **aceleração centrípeta**. Essa aceleração tem **direção radial**, ou seja, aponta para o **centro**. O valor dela é dada pela equação:

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

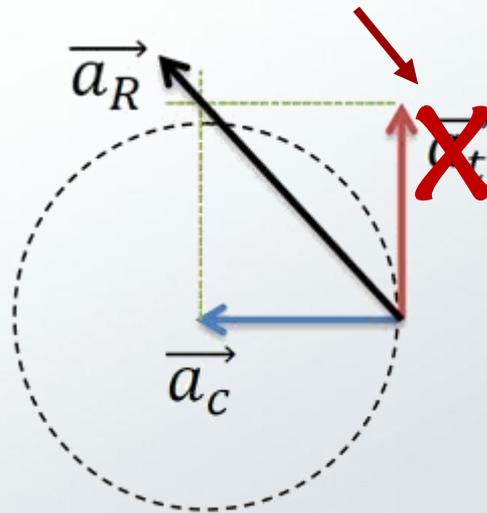


RELEMBRANDO...

OBSERVAÇÃO

Caso o corpo em estudo esteja em **movimento circular uniforme**, não há componente tangencial da aceleração.

IGUAL A ZERO



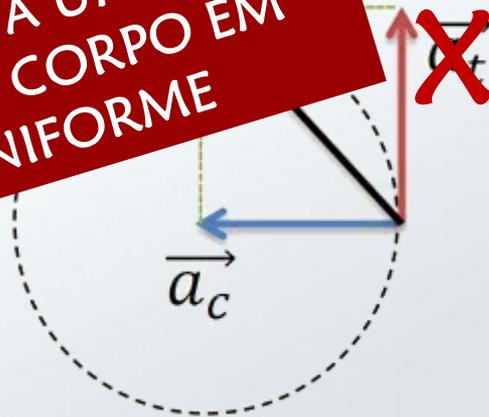
RELEMBRANDO...

IGUAL A ZERO

OBSERVAÇÃO

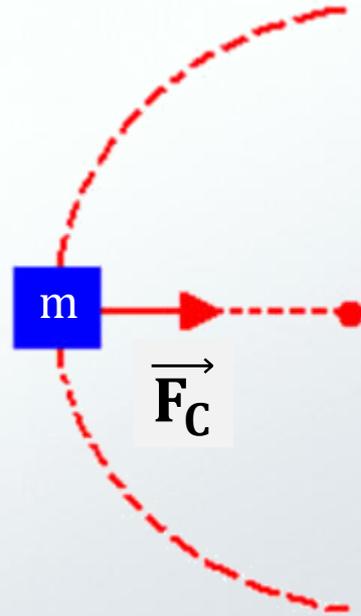
Caso o corpo
movim
co
aceleração.

A ACELERAÇÃO CENTRÍPETA É A ÚNICA
ACELERAÇÃO ATUANTE EM UM CORPO EM
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME



FORÇA CENTRÍPETA

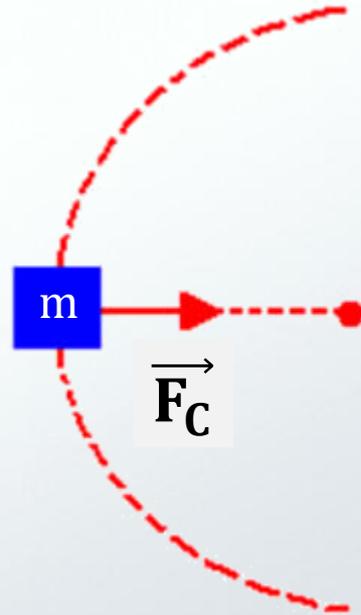
Sabendo que existe uma **aceleração** e sendo dada a **massa** do corpo, podemos, pela **2ª Lei de Newton**, calcular uma **força** que assim como a aceleração centrípeta, **aponta para o centro da trajetória circular**.



FORÇA CENTRÍPETA

Substituindo na 2ª Lei de Newton ($\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$), teremos para a Força Centrípeta:

$$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp}$$



FORÇA CENTRÍPETA

Substituindo na 2ª Lei de Newton

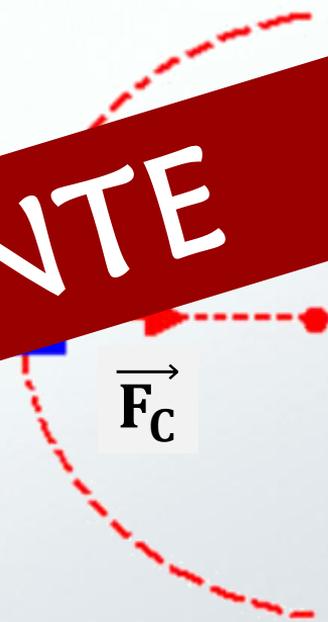
$(\vec{F}_R = m \cdot \vec{a})$, teremos para

Centrípeta

r_{cp}

\vec{F}_C

IMPORTANTE



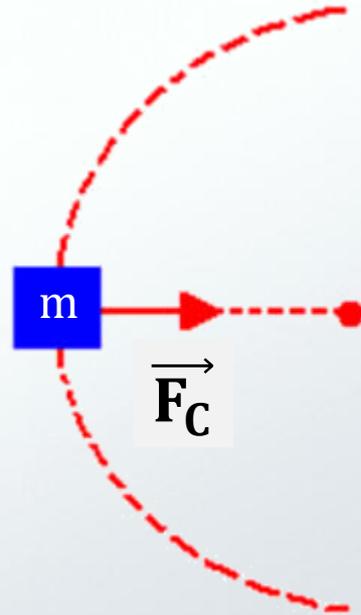
IMPORTANTE

É importante destacar que a força resultante, que chamamos de centrípeta, **NÃO** é um novo tipo de força. Se trata apenas da **resultante** das forças que agem no corpo em **movimento circular uniforme**.

FORÇA CENTRÍPETA

A intensidade dessa força, ou seja, o módulo dela será:

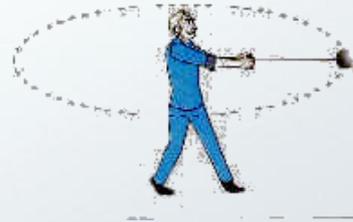
$$|\vec{F}_{cp}| = m \cdot |\vec{a}_{cp}| = m \cdot \frac{v^2}{R}$$



EXERCÍCIO

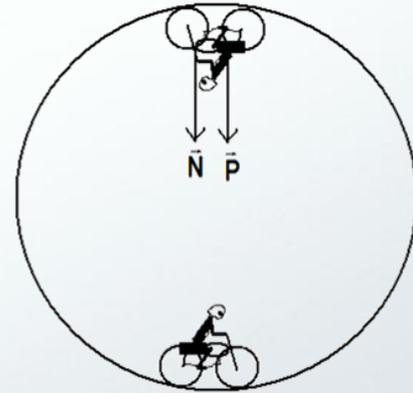
Faz-se girar um corpo de massa 200g por meio de um fio, que pode ser considerado ideal, de 50 cm de comprimento, em um plano horizontal.

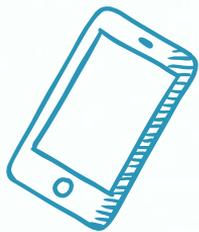
Determine, em newtons, a intensidade da força que a pessoa deve exercer sobre o fio, de modo que o corpo efetue cinco voltas completas por segundo. Use a aproximação $\pi^2 = 10$.



EXERCÍCIO

Em um globo da morte um motociclista pretende completar uma volta na vertical sem cair. Calcule a mínima velocidade que permite ao motociclista completar uma volta em um globo da morte de 3,6 m de raio. ($g=10 \text{ m/s}^2$)





QUANTIDADE DE MOVIMENTO



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Existem situações em que o início do movimento de um objeto depende da interação com outro objeto já em movimento. Por exemplo, em um jogo de bilhar.



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Essa situação sugere que, em um choque entre dois objetos, há uma troca de **algo** associado ao movimento; uma **quantidade** ou grandeza que é preciso definir.



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Outra situação é a de um nadador ou remador, que se move empurrando a água para o sentido oposto ao seu deslocamento. **Nesse caso os dois estão parados e obtém movimento interagindo entre eles, configurando um movimento acoplado.**



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Na primeira situação, em que o início do movimento de um objeto depende da interação com outro já em movimento, admitimos que há intercâmbio de algo entre os objetos.



No caso de um movimento que surge acoplado a outro, quando ambos os objetos estavam inicialmente parados, podemos imaginar que algo aparece simultaneamente nos dois.



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Esse **algo** que tanto falamos foi o que Newton e outros deram o nome de **quantidade de movimento**. Hoje, usamos o mesmo nome ou **momento linear**.



QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Agora que temos um nome para tal, vamos discutir esses exemplos com a ideia de que, durante a interação, a **quantidade de movimento se conserva**.

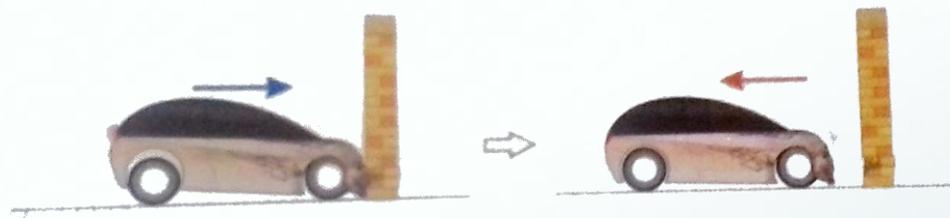


PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Esse fato é verdade e é um dos princípios fundamentais de conservação da Física, o **Princípio de Conservação da Quantidade de Movimento**.



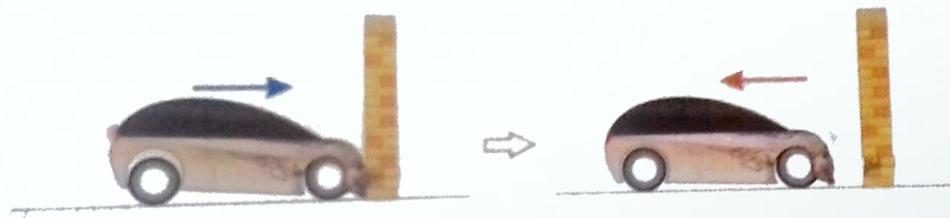
COMO CALCULAR A QUANTIDADE DE MOVIMENTO?



A quantidade de movimento é uma **grandeza vetorial**, e é dada pela seguinte fórmula:

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

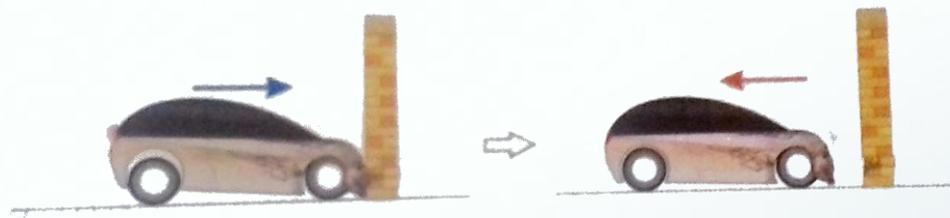
COMO CALCULAR A QUANTIDADE DE MOVIMENTO?



O vetor \vec{Q} tem as seguintes características:

- + Direção e sentido coincidente com o vetor velocidade;
 - + Módulo: $Q = m \cdot v$;
 - + Unidade no SI: $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

COMO CALCULAR A QUANTIDADE DE MOVIMENTO?

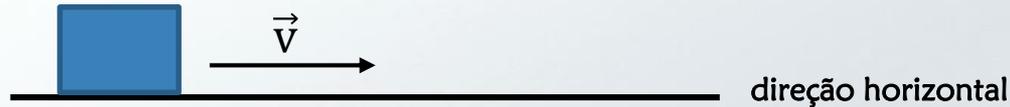


O vetor \vec{Q} tem as seguintes características:

- + Direção e sentido coincidente com o vetor velocidade;
 - + Módulo: $Q = m \cdot v$;
 - + Unidade no SI: $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

EXERCÍCIO

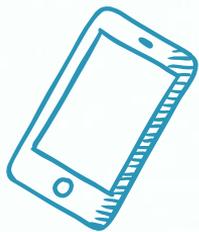
Uma partícula de 3 kg de massa desloca-se em movimento uniformemente variado, com velocidades que obedecem à função horária: $v=10 - 2t$, em unidades SI. Sabendo que o movimento da partícula tem direção horizontal e sentido da esquerda para a direita, determine a quantidade de movimento da partícula no instante 2 s.



EXERCÍCIO

Um objeto de 0,5 kg de massa está se deslocando ao longo de uma trajetória retilínea com aceleração constante de módulo igual a $0,30 \text{ m/s}^2$. Se o objeto partiu do repouso, o módulo da sua quantidade de movimento, em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, ao fim de 8,0 s, é?





IMPULSO



IMPULSO

+O estudo da FÍSICA mostra que o início de um movimento ou a cessação dele só pode ocorrer sob ação de uma força. Se por exemplo quisermos frear uma bicicleta que esteja com uma certa velocidade num intervalo de tempo muito curto, teremos que aplicar uma força muito intensa.



IMPULSO DE UMA FORÇA CONSTANTE

Os impulsos mecânicos são situações que **SEMPRE** encontramos no nosso cotidiano. Onde existem **EMPURRÕES, PUXÕES, IMPACTOS E EXPLOSÕES**, existem corpos interagindo e essa interação dura um certo intervalo de tempo.



IMPULSO DE UMA FORÇA CONSTANTE

Grandeza que relaciona a força aplicada em um corpo com o respectivo intervalo de tempo de aplicação dessa força.

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

$\vec{I} = \text{Impulso } N \cdot s$

$\vec{F} = \text{Força } N$

$\Delta T = \text{Tempo } s$

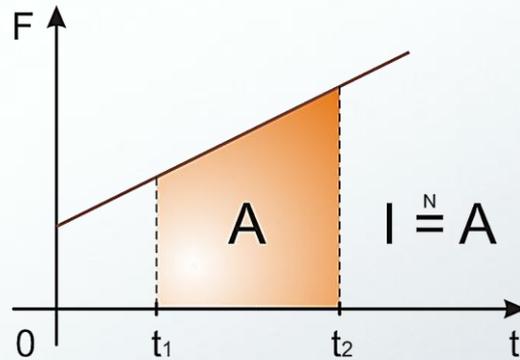
Obs: O IMPULSO é uma GRANDEZA VETORIAL, ou seja, necessita de INTENSIDADE, DIREÇÃO e SENTIDO para ser determinado.

EXERCÍCIO

Em um clássico do futebol goiano, um jogador do Vila Nova dá um chute em uma bola aplicando-lhe uma força de intensidade 7.102N em $0,1\text{s}$ em direção ao gol do Goiás e o goleiro manifesta reação de defesa ao chute, mas a bola entra para o delírio da torcida. Determine a intensidade do impulso do chute que o jogador dá na bola para fazer o gol.

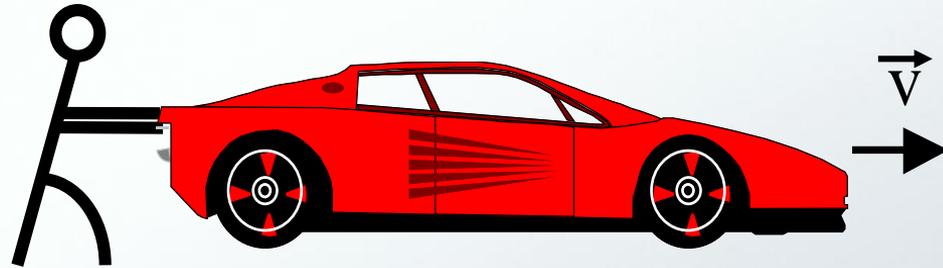
IMPULSO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

A intensidade do impulso pode ser calculada através da Área do gráfico Força versus Tempo para o intervalo de tempo considerado.



IMPULSO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

Ao empurrarmos um carro, por exemplo, quanto maior a intensidade da força e o tempo de atuação dessa força, maior será o impulso aplicado no carro, visto que eles são diretamente proporcionais.



IMPULSO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

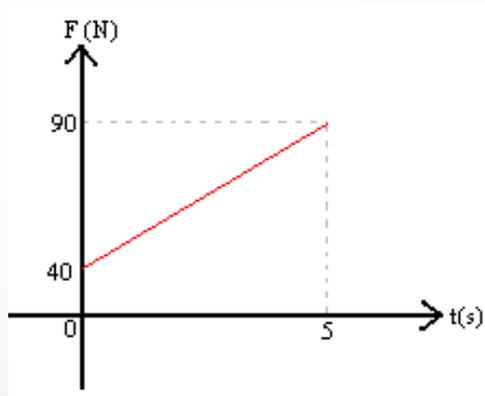
Os canhões de longo alcance possuem canos compridos, pois quanto mais longo for, maior será a velocidade de saída da bala.

Isso ocorre porque a força aplicada no projétil durante explosão da pólvora atua nele por um tempo maior, aumentando o impulso exercido no projétil.



EXERCÍCIO

Com base no gráfico, determine o impulso produzido pela força no intervalo de tempo de 0 a 5s.



TEOREMA DO IMPULSO

o impulso da resultante das forças que atuam sobre um corpo, num determinado intervalo de tempo, é igual à variação da quantidade de movimento do corpo no mesmo intervalo de tempo

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



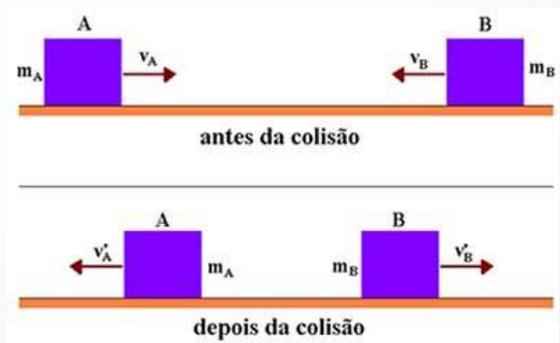
TEOREMA DO IMPULSO

Quando um carro colide contra um muro de pneus, o tempo de frenagem é aumentado devido à deformação sofrida. Isso diminui a violência do impacto, fazendo com que a variação da quantidade de movimento não seja tão abrupta, diminuindo assim a força média envolvida na colisão.



PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Sempre que um corpo ganha quantidade de movimento, outro corpo perde igual quantidade de movimento.

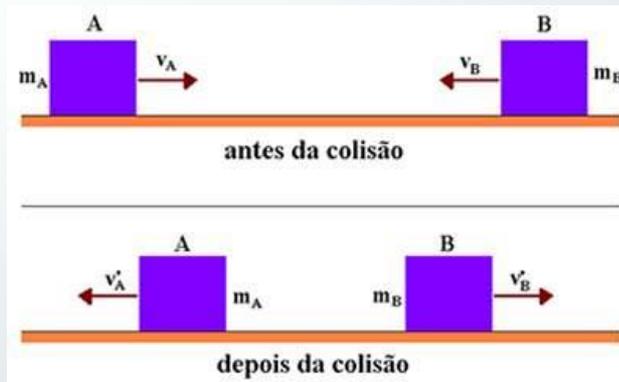


PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Na ausência de forças externas, a quantidade de movimento de um sistema permanece constante

$$\vec{Q}_i = \vec{Q}_f$$

$$m_A \cdot \vec{V}_a + m_B \cdot \vec{V}_b = m_A \cdot \vec{V}_a' + m_B \cdot \vec{V}_b'$$



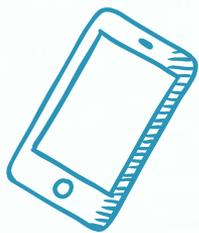
EXERCÍCIO

Um projétil com velocidade de 500m/s e massa $0,05\text{kg}$ atinge horizontalmente um bloco de madeira de massa $4,95\text{ kg}$, em repouso sobre um plano horizontal sem atrito, e nele se aloja.

Determine com que velocidade o conjunto bala bloco se moverá após o choque.

Obs.: o momento antes é igual ao momento depois (sistema conservativo).





COLISÕES



COLISÕES

Uma colisão é uma interação com duração limitada entre dois ou mais corpos.

Numa Colisão há troca de quantidade de movimento e energia em consequência de sua interação.



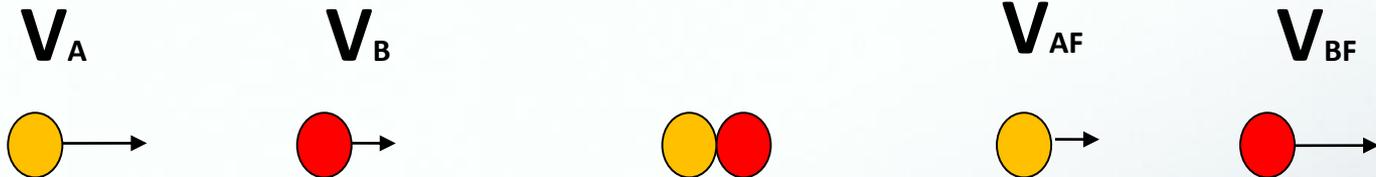
COLISÕES

Como funcionam as jogadas quase perfeitas da sinuca?

Qual o princípio do jogo de bolinhas de gude?



COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO



$$e = \frac{V_{bf} - V_{af}}{V_a - V_b}$$

V_{bf} = Velocidade de B após a colisão

V_{af} = Velocidade de A após a colisão

V_a = Velocidade de A antes da colisão

V_b = Velocidade de B antes da colisão

COLISÕES ELÁSTICAS

Nesse tipo de colisão:

- a) é conservada a quantidade de movimento do sistema;
 - b) não ocorre dissipação da energia cinética do sistema.
- Portanto, a energia cinética antes da colisão é igual à energia cinética após a colisão;



COLISÕES PARCIALMENTE ELÁSTICAS

Nesse tipo de colisão:

- a) é conservada a quantidade de movimento do sistema;
- b) ocorre dissipação da energia cinética do sistema. A energia cinética antes da colisão é maior do que a energia cinética após a colisão;



COLISÕES INELÁSTICAS

Nesse tipo de colisão:

- a) é conservada a quantidade de movimento do sistema;
- b) ocorre dissipação da energia cinética do sistema. A energia cinética antes da colisão é maior do que a energia cinética após a colisão;
- c) após a colisão, os corpos seguem juntos.



COLISÕES

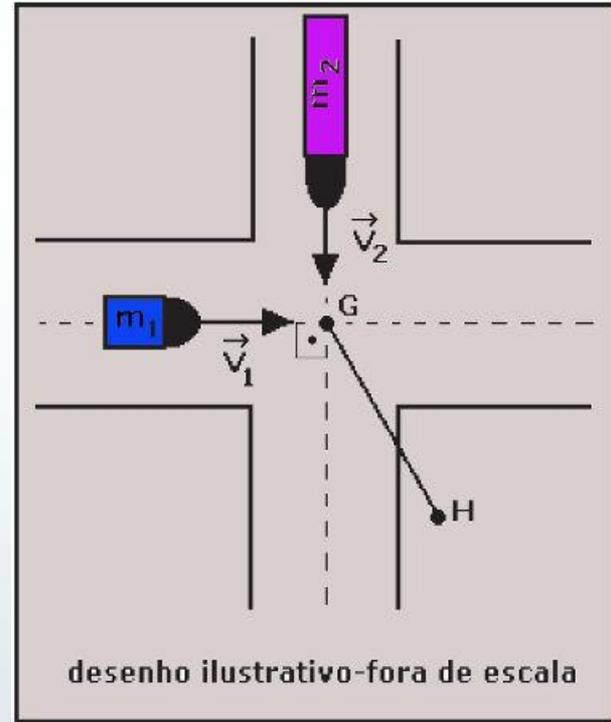
Colisão Elástica	$v_{\text{afast.}} = v_{\text{aprox.}}$	$e = 1$
Colisão Inelástica	$v_{\text{afast.}} < v_{\text{aprox.}}$	$0 < e < 1$
Colisão Perf. Inelástica	$v_{\text{afast.}} = 0$	$e = 0$

EXERCÍCIO

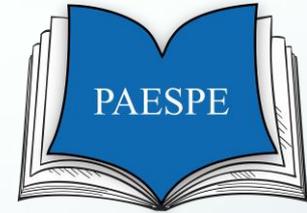
Um carrinho de massa $m_1 = 2,0 \text{ kg}$, deslocando-se com velocidade $V_1 = 6,0 \text{ m/s}$ sobre um trilho horizontal sem atrito, colide com outro carrinho de massa $m_2 = 4,0 \text{ kg}$, inicialmente em repouso sobre o trilho. Após a colisão, os dois carrinhos se deslocam ligados um ao outro sobre esse mesmo trilho. Qual a perda de energia mecânica na colisão?

DESAFIO

Dois caminhões de massa $m_1=2,0$ ton e $m_2=4,0$ ton, com velocidades $v_1=30$ m/s e $v_2=20$ m/s, respectivamente, e trajetórias perpendiculares entre si, colidem em um cruzamento no ponto G e passam a se movimentar unidos até o ponto H, conforme a figura abaixo. Considerando o choque perfeitamente inelástico, o módulo da velocidade dos veículos imediatamente após a colisão é:



PET CIVIL - UFAL



OBRIGADO PELA
ATENÇÃO!

PROFESSORES: BRUNO LEITE E JOSÉ MATHEUS

