

ORIENTAÇÕES DE ESTUDOS DE

# FÍSICA **4**

**1<sup>a</sup>**  
SÉRIE



## Ensino Médio

Secretaria de  
Educação



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO DE JANEIRO**



/SeeducRJ



/seeducrj



/seeducroio

Secretaria de  
Educação



**GOVERNO DO ESTADO  
RIO DE JANEIRO**

**Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado de Educação**

Comte Bittencourt  
**Secretário de Estado de Educação**

Andrea Marinho de Souza Franco  
**Subsecretária de Gestão de Ensino**

Elizângela Lima  
**Superintendente Pedagógica**

**Coordenadoria de Área de conhecimento**  
Maria Claudia Chantre

**Assistentes**

Carla Lopes  
Fabiano Farias de Souza  
Roberto Farias  
Verônica Nunes

**Texto e conteúdo**

Prof. Geneci Alves de  
**C.E Professor José Accioli**  
Prof. Leonardo Elydio da Silveira  
**C.E. Barão de Macaúbas**  
Prof. Rodrigo C.S. Benevides  
**C.E. Andre Maurois**  
Sandro Jerônimo dos Santos  
**C.E Central do Brasil**  
Prof. Wellington Dutra dos Reis  
**C.E. Presidente Bernardes**  
Prof. Rodrigo C.S. Benevides  
**C.E. Andre Maurois**

**Capa**

Luciano Cunha

**Revisão de texto**

Prof<sup>a</sup> Alexandra de Sant Anna Amancio Pereira

Prof<sup>a</sup> Andreia Cristina Jacurú Belletti

Prof<sup>a</sup> Andreza Amorim de Oliveira Pacheco.

Prof<sup>a</sup> Cristiane Póvoa Lessa

Prof<sup>a</sup> Deolinda da Paz Gadelha

Prof<sup>a</sup> Elizabete Costa Malheiros

Prof<sup>a</sup> Ester Nunes da Silva Dutra

Prof<sup>a</sup> Isabel Cristina Alves de Castro Guidão

Prof José Luiz Barbosa

Prof<sup>a</sup> Karla Menezes Lopes Niels

Prof<sup>a</sup> Kassia Fernandes da Cunha

Prof<sup>a</sup> Leila Regina Medeiros Bartolini Silva

Prof<sup>a</sup> Lidice Magna Itapeassú Borges

Prof<sup>a</sup> Luize de Menezes Fernandes

Prof Mário Matias de Andrade Júnior

Paulo Roberto Ferrari Freitas

Prof<sup>a</sup> Rosani Santos Rosa

Prof<sup>a</sup> Saionara Teles De Menezes Alves

Prof Sammy Cardoso Dias

Prof Thiago Serpa Gomes da Rocha

Esse documento é uma curadoria de materiais que estão disponíveis na internet, somados à experiência autoral dos professores, sob a intenção de sistematizar conteúdos na forma de uma orientação de estudos.

© 2021 - Secretaria de Estado de Educação. Todos os direitos reservados.



## Física – Orientações de Estudo

### Sumário

1. Introdução .....	6
2. Aula 1 – Quantidade de Movimento.....	6
3. Aula 2. Impulso .....	8
3.1. Teorema do Impulso.....	9
4. Aula 3. Colisões .....	11
4.1. Colisões unidirecionais frontais .....	13
4.2. Coeficiente de restituição.....	13
4.3. Classificação das colisões .....	14
4.3.1. Colisão perfeitamente elástica .....	14
4.3.2. Colisão parcialmente elástica.....	14
4.3.3. Colisão inelástica.....	14
5. Aula 4. Conservação do momento linear .....	15
5.1. Princípio da conservação no momento linear.....	15
6. Aula 5. Exercícios.....	17
Considerações Finais .....	18
Resumo .....	19
Referências Bibliográficas.....	19
Simuladores.....	20



## **DISCIPLINA: Física**

### **ORIENTAÇÕES DE ESTUDOS para Física**

#### **4º Bimestre de 2021 - 1ª série do Ensino Médio**

#### **META:**

Compreender as causas da variação de movimento e utilizar o momento linear para realizar análises e previsões.

#### **OBJETIVOS:**

Ao final destas Orientações de Estudos, você deverá ser capaz de:

- Reconhecer as causas da variação de movimentos, associando as intensidades das forças ao tempo de duração das interações;
- Utilizar a conservação do momento linear e a identificação de forças para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem os movimentos..

## 1. Introdução

Como sabemos a Física está presente no nosso dia a dia e que que buscamos, através de estudos, compreender alguns fenômenos que podemos perceber, como por exemplo, a quantidade de movimento. Essa grandeza Física é uma das mais importantes da Dinâmica, pois, explica qual a relação existente entre outras três grandezas: Força, Impulso e Energia Cinética.

Saber como ocorre essa variação de movimento é importante para que engenheiros possam desenvolver produtos cada vez mais seguros, como por exemplo, o air bag.

Portanto, nessa OE iremos introduzir conceitos fundamentais par que possamos compreender a variação da quantidade de movimento.

Bom estudo!

## 2. Aula 1 – Quantidade de Movimento

Em algumas situações do nosso dia a dia podemos observar essa grandeza. Entretanto, não sabemos de que se trata exatamente da **quantidade de movimento**. Por exemplo, em um jogo de bilhar (ou sinuca) um jogador acerta uma bola, como um taco de madeira (normalmente preta ou branca) com objetivo dela acertar uma segunda bola e jogar está na caçapa (buraco).



Figura 1- Jogador se preparando para realizar a sua jogada.

Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2019/09/30/19/29/snooker-4516626\\_\\_340.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2019/09/30/19/29/snooker-4516626__340.jpg)

Na figura 1, na sequência da jogada, a força imposta pelo jogador na bola branca, através do taco de madeira, é transferida para a bola azul, após a colisão com a bola branca, que poderá transferir toda a sua quantidade de movimento ou parte dela.

Chamamos de **Quantidade de movimento** (quantidade de movimento linear ou momentum linear), a grandeza vetorial, que nos permite estudar estas transferências de movimento

Antes de definirmos o que é um momento linear, vamos assistir ao vídeo a seguir. Nele você poderá compreender um pouco melhor do que estamos falando.



**HORA DE ASSISTIR UM VÍDEO**  
Assista aos dois vídeos a partir dos links a seguir:  
<https://youtu.be/Seb29XUjakk> e  
[https://youtu.be/b0lk\\_OAGgQw](https://youtu.be/b0lk_OAGgQw)

Agora, utilize o simulador abaixo para experimentar o que acontece durante a colisão de duas esferas.



**HORA DE RELAXAR E ENTENDER**  
Vamos dar uma parada agora e vamos acessar um simulador de colisões, pelo link  
[Collision Lab \(colorado.edu\)](http://CollisionLab.colorado.edu).  
Tente modificar as massas de cada esfera, depois a direção e o sentido de cada deslocamento.

Vamos observar agora como calcular a quantidade de movimento de um corpo.

A quantidade de movimento de um corpo é diretamente proporcional a sua massa e a sua velocidade, ou seja, cada vez que se aumenta a massa de um corpo está se aumentando a quantidade de movimento dele, ou ainda, se aumentarmos a velocidade deste, também aumentamos a quantidade de movimento. Isso você pode comprovar no simulador acima. Caso não tenha percebido, retorne ao simulador e faça essas simulações de aumento e redução de massa e

Módulo:  $Q = mv$   
Direção: a mesma da velocidade.  
Sentido: a mesma da velocidade.  
Unidade no SI: kg.m/s.

velocidade. Portanto, matematicamente calculamos da seguinte forma:

$$Q = \text{massa} \times \text{velocidade} \rightarrow Q = m \cdot v$$

	<p><b>HORA DE LEITURA</b></p> <p>Acesse o link <a href="https://brasilecola.uol.com.br/fisica/airbags.htm">https://brasilecola.uol.com.br/fisica/airbags.htm</a> e veja como que foi importante, para os engenheiros, conhecer o momento linear no desenvolvimento e aperfeiçoamento do airbag.</p>
---	---

### 3. Aula 2. Impulso

Talvez, ao falarmos de impulso, você possa pensar em uma dessas fotos a seguir, por exemplo.

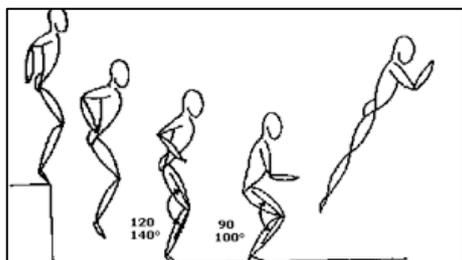


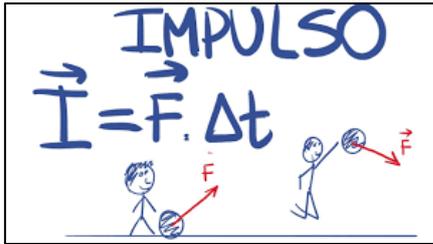
Figura 2-Uma pessoa dando um impulso para saltar. (Pixabay)



Figura 3-Uma mãe dando um empurrão (impulso) ao balanço da filha (Pixabay)

Podemos ir mais longe e pensarmos: **é possível calcular a intensidade desse impulso?**

O **Impulso**, assim como a quantidade de movimento, é uma grandeza vetorial, diretamente proporcional à Força aplicada sobre um corpo e pelo tempo que esse corpo ficou sob a ação dessa força.



O Impulso também pode ser definido a partir da variação da quantidade de movimento o qual o corpo sofreu. Mas, dessa parte falaremos mais adiante. Portanto, matematicamente, determinamos o Impulso de uma força através da

expressão:

$$\text{Impulso} = \text{Força} \times \text{Tempo} \rightarrow \vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Módulo:  $I = F \cdot \Delta t$   
Direção: a mesma da força.  
Sentido: a mesma da força.  
Unidade no SI: kg.m/s ou N.s.

Observação: a força a que se refere a equação pode ser, também, a força resultante.

	<b>VAMOS NOS APROFUNDAR NESSE ASSUNTO</b>
	Assista ao vídeo a partir do link a seguir:
	<a href="https://youtu.be/KvrkuFq7GRg">https://youtu.be/KvrkuFq7GRg</a>

### 3.1. Teorema do Impulso

O Impulso também pode ser obtido pela diferença entre a quantidade de movimento final e a quantidade de movimento inicial, quando observação um fenômeno.

O Impulso pode ser compreendido como sendo responsável pela mudança da quantidade de movimento de um corpo.





O Teorema do Impulso diz que:

"O impulso de uma força, devido à sua aplicação em certo intervalo de tempo, é igual a variação da quantidade de movimento do corpo ocorrida neste mesmo intervalo de tempo."

$$\vec{I} = \vec{Q}_{final} - \vec{Q}_{inicial}$$

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

Vamos assistir um vídeo para consolidar o que já vimos.



**HORA DE ASSISTIR UM VÍDEO**  
Assista aos dois vídeos a partir dos links a seguir:  
<https://youtu.be/NN8tJre55ts>



Para a Física esse conceito é muito importante, pois, permite que possamos estudar o comportamento dos corpos ao sofrerem colisões. Pois, durante as colisões é comum que as forças exercidas sejam variáveis. Dessa forma, faz-se necessário a utilização do conceito de Impulso para calcularas velocidades ou as quantidades de movimento dos corpos envolvidos. Mas, como isso é possível?

A ideia é: se for possível medir o intervalo de tempo de uma colisão entre dois corpos, será possível determinar o valor médio da força exercida sobre eles.

A partir da equação:  $\vec{I} = \vec{Q}_{final} - \vec{Q}_{inicial}$ , podemos obter:  $\vec{I} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$ , como  $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$ , podemos concluir  $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta\vec{Q}$ , que é conhecida como teorema do impulso.

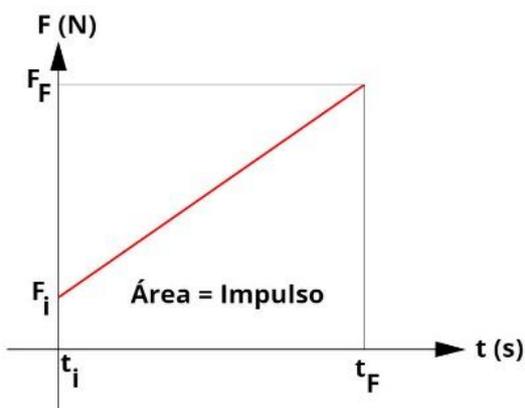


Você pode não saber, mas, o impulso está presente no nosso cotidiano, como por exemplo, para diminuir o módulo da força exercida nas colisões, veja:

- Os para-choques dos atuais veículos são feitos de materiais elásticos. Para que, durante uma eventual batida, sofra deformações até a para total do veículo.
- Nas lutas de boxes, um lutador sabendo que não conseguirá evitar um golpe, já se projeta para trás, com isso, aumenta o tempo de contato do golpe, como consequência, diminuindo a força exercida sobre ele.
- Ao pular de uma certa altura é normal que, ao tocarmos o chão, flexionemos os joelhos. Isso faz com que o tempo de contato com o solo aumente e a força média exercida na queda diminua.



O módulo do impulso também pode ser obtido a partir do gráfico. Para isso, basta calcular a área da região sob o gráfico



**Legenda:**

- $F_F$  – força final (N)
- $F_i$  - força inicial (N)
- $t_i$  – instante inicial (s)
- $t_F$  – instante final (s)

#### 4. Aula 3. Colisões

Para iniciarmos esse assunto, vamos considerar a seguinte situação: uma bola de sinuca, na qual você acerta com o taco, deslocando-a em direção a uma segunda bola, vindo as duas a se chocarem (colidindo). Durante essas colisões podem ocorrer diferentes situações, como por exemplo, uma das bolas parar e a outra seguir o seu movimento; as duas seguirem juntas (coladas); uma segue e a outra retorna etc.

Nosso objetivo agora é analisar as colisões que ocorrem entre dois corpos, mas, focando no tipo unidirecional, ou seja, que ocorrem apenas em uma direção.

Mas, antes vamos observar alguns experimentos sobre esse assunto.



### HORA DE ASSISTIR UM VÍDEO

Assista ao vídeo a partir do link a seguir:

<https://youtu.be/AXztP7QjWFg>

No vídeo, você pode observar diferentes comportamentos ao fazer com que corpos colidissem. Através da análise do antes e depois da colisão.

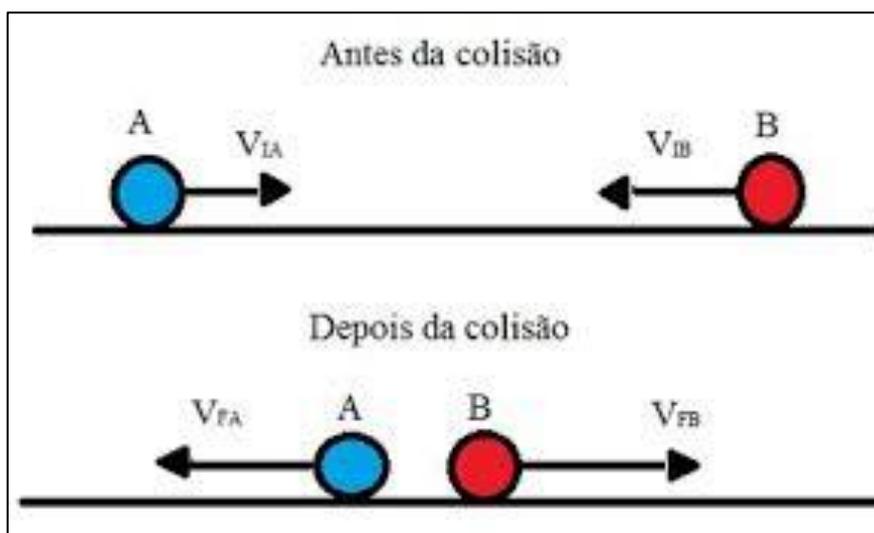


Figura 4-A análise dos comportamentos dos corpos, antes e após a colisão, determinam o tipo da colisão.

Através da análise comportamental, podemos classificar as colisões em três tipos: perfeitamente elásticas (ou simplesmente elásticas), parcialmente elástica e inelásticas.



Figura 5- Classificação das colisões

#### 4.1. Colisões unidirecionais frontais

Observe a figura abaixo.

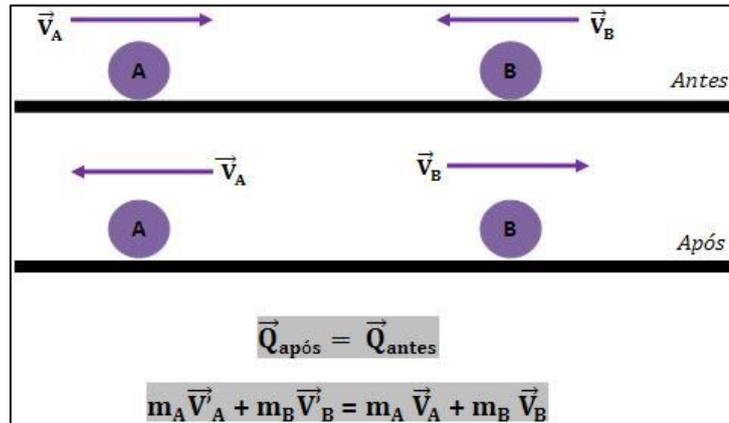


Figura 6-Colisão frontal.

Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/wp-content/uploads/22174.jpg>

Você pode observar duas esferas se deslocando horizontalmente, porém uma no sentido da outra, sobre uma superfície plana horizontal. Após o choque entre elas, cada uma delas retorna para o caminho de onde vieram originalmente, conhecido como “bate e volta”. Considerando o sistema isolado de forças externas, ou seja, analisando apenas as forças internas, podemos dizer que a quantidade de movimento que existia antes da colisão é a mesma após. Sendo assim, vale:

$$\vec{Q}_{\text{após}} = \vec{Q}_{\text{antes}}$$

$$m_A \vec{v}'_A + m_B \vec{v}'_B = m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B$$

#### 4.2. Coeficiente de restituição

O coeficiente de restituição é utilizado para caracterizar os diferentes tipos de colisões entre corpos e, com isso, saber se a energia cinética foi conservada totalmente, conservada parcialmente ou dissipada. É uma grandeza adimensional.

Para se obter é necessário conhecer as velocidades dos corpos antes e após a colisão. A partir desses valores podemos obter o coeficiente através da relação:

$$e = \frac{v_{\text{relativa de afastamento}}}{v_{\text{relativa de aproximação}}}$$

### 4.3. Classificação das colisões

#### 4.3.1. Colisão perfeitamente elástica

Esse tipo de colisão se caracteriza por conservar toda a energia cinética, ou seja, a velocidade relativa de aproximação e de afastamento dos corpos envolvidos na colisão são iguais, portanto, o coeficiente de restituição será igual a 1.

$$e = 1$$

#### 4.3.2. Colisão parcialmente elástica

Nesse tipo de colisão ocorre perda parcial da energia cinética, pois, parte dela será perdida na forma de som e calor gerado pelo atrito do contato entre os corpos. A velocidade relativa de aproximação será maior do que a velocidade relativa de afastamento, portanto, o coeficiente de restituição estará entre 0 e 1.

$$0 < e < 1$$

#### 4.3.3. Colisão inelástica

Nesse tipo de colisão os corpos permanecem juntos após o contato, pois, não existirá velocidade relativa de afastamento, portanto, o coeficiente de restituição será nulo, caracterizando a perda máxima de energia cinética.

$$e = 0$$



Observe o quadro abaixo que condensa essas informações.

Quadro 1-Tipos de colisões

TIPO DE COLISÃO	ENERGIA CINÉTICA	QUANTIDADE DE MOVIMENTO	COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO (e)
ELÁSTICA	Completamente conservada	Conservada	1
PARCIALMENTE ELÁSTICA	Parcialmente conservada	Conservada	$0 < e < 1$
INELÁSTICA	Dissipação máxima	Conservada	0

Fonte: <https://s5.static.brasilecola.uol.com.br/img/2016/11/colisoes.jpg>

## 5. Aula 4. Conservação do momento linear

### 5.1. Princípio da conservação no momento linear

O termo conservação, em Física, refere-se a uma grandeza que permanece constante, ou seja, que não modifica o seu valor ao longo do tempo. A variável possui o mesmo valor antes e depois de um evento.

O fato de algumas grandezas se conservarem é muito útil na Física para que se possa realizar previsões de determinados eventos, o qual não seria possível ou muito complicadas de serem efetuadas. Por exemplo, o momento, a energia e o momento angular, na Mecânica, são grandezas fundamentais que são conservadas. A conservação do momento, por exemplo, permite analisar o tipo de colisão ocorrida entre os corpos. Entretanto, assim como em outros princípios de conservação, o princípio da conservação somente se aplica em sistemas isolados, também chamado de sistema conservativo.



Um sistema isolado é aquele que não está sob ação de nenhuma força externa ao sistema de corpos, ou seja, não há nenhum impulso externo. É uma situação difícil de se obter na prática.

Vamos assistir o vídeo a seguir para compreender o que é um sistema isolado.



#### HORA DE ASSISTIR UM VÍDEO

Assista ao vídeo a partir do link a seguir:

<https://youtu.be/8JjQt-Vh-qE>

O princípio da conservação diz que  $\vec{Q}_{final} = \vec{Q}_{inicial}$ .

Compreendendo que a quantidade de movimento de um sistema de corpos é conservada, podemos estudar (ou analisar) diferentes situações. Exemplo:

O recuo de um canhão, no momento do disparo, é um exemplo clássico de conservação de movimento.

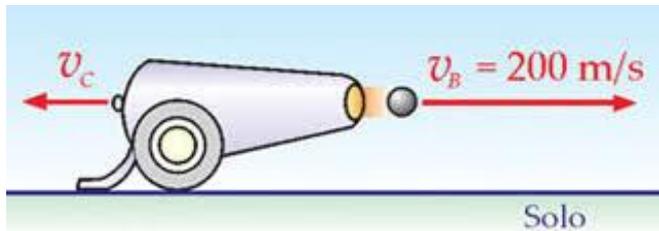


Figura 7-No momento do disparo o canhão recua com uma velocidade  $v_c$  (velocidade de recuo do canhão).

Vamos exemplificar com valores. Suponha que o canhão tenha 800 kg distribuídos sobre as rodas, dispara horizontalmente a bordo de um navio de guerra um projétil de 5 kg. O projétil é liberado com uma velocidade de

400 m/s. vamos determinar qual foi a velocidade de recuo do canhão.

Resolução: observe que antes do disparo, o canhão e o projétil estão em repouso (estacionários). Utilizaremos  $Q_c$  (quantidade de movimento do canhão) e  $Q_p$  (quantidade de movimento do projétil). Nessa situação o momento é conservado, portanto:  $\vec{Q}_{canhão} + \vec{Q}_{projétil} = \mathbf{0}$ , como  $\vec{Q} = m \cdot v$ , temos:

$$m_c v_c + m_p v_p = 0$$

$$800 \cdot v_c + 5 \cdot 400 = 0$$

$$v_c = -\frac{5 \cdot 400}{800}$$

$$v_c = -2,5 \text{ m/s}$$

Portanto, o canhão retornará com uma velocidade de 2,5 m/s. o sinal negativo indica que o deslocamento é contrário ao sentido do disparo.



Veja outros exemplos acessando o link:  
<https://pt.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/a/what-is-conservation-of-momentum>

## 6. Aula 5. Exercícios

1. Em um clássico do futebol goiano, um jogador do Vila Nova dá um chute em uma bola aplicando-lhe uma força de intensidade  $7 \cdot 10^2$  N em 0,1 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.



A intensidade do impulso do chute que o jogador dá na bola para fazer o gol está mais bem representada na opção:

- a) 14 N.s    b) 70 N.s    c) 140 N.s    d) 700 N.s
2. Um depósito de uma empresa está situado próximo a uma região de testagem de armas de fogo. Por acidente, um projétil com velocidade de 500m/s e massa 0,05kg atinge horizontalmente uma caixa de madeira, de massa 4,95 kg, que se encontrava no interior desse depósito, sobre uma prateleira e nele se aloja.



Considere que a prateleira seja um plano horizontal sem atrito e que a caixa de madeira esteja inicialmente em repouso.

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

A velocidade com que o conjunto bala bloco se moverá após o choque é:

- a) 0 m/s    b) 2,51 m/s    c) 5 m/s    d) 500 m/s
3. Durante uma partida de futebol, um jogador chuta a bola na direção do gol do time adversário. A força exercida sobre a bola, pelo pé do jogador, foi de  $5 \cdot 10^2$  N durante um intervalo de tempo de 0,1s.



Assinale a única opção que corresponde CORRETAMENTE ao valor do impulso da força aplicada pelo jogador.

a) 1 N.s    b) 10 N.s    c) 50 N.s    d) 100 N.s

4. (UNIFOR – CE) Uma bola de massa 0,5 kg é chutada para o gol, chegando ao goleiro com velocidade de 40m/s e, rebatida por ele, sai com velocidade de 30 m/s numa direção perpendicular à do movimento inicial.

O impulso que a bola sofre graças à intervenção do goleiro, tem módulo, em N.s:

a) 15 kg.m/s    b) 20 kg.m/s    c) 25 kg.m/s    d) 35 kg.m/s

5. Duas bolas de bilhar de massas iguais a 30,0 g cada, movendo-se uma em direção à outra com velocidade de 10 m/s, colidem, invertendo o sentido de movimento com a mesma velocidade.

Sobre essa colisão, assinale a **ÚNICA** alternativa correta:

- a) Parte da energia cinética do sistema é perdida durante a colisão, caracterizando-se, assim, como uma colisão inelástica.
- b) A colisão referida é parcialmente inelástica, já que uma parte da quantidade de movimento do sistema é perdida.
- c) A quantidade de movimento do sistema permanece constante, já que a colisão entre as bolas de bilhar é perfeitamente elástica.
- d) A colisão referida no enunciado é perfeitamente inelástica.

### Considerações Finais

Você estudou as Leis de Newton e já foi possível, naquele momento, perceber a sua importância. Agora, foi possível perceber que esse conteúdo se estende para dar base e consistência à Dinâmica, que procura estudar os movimentos. Assim, foi possível compreender as ações envolvidas não só o movimento como em outras. Não deixe de reler caso persista alguma dúvida. Bom estudo.

## Resumo

Nestas Orientações de Estudos 4 – Bimestre 4 de 2021, Física – 1ª série, você teve contato com grandezas importantes para o estudo da Dinâmica, a quantidade de movimento, Impulso de uma força e o princípio da conservação do movimento.

Pode observar de que forma esses conceitos estão presentes no cotidiano e como utilizá-los para classificar o tipo de movimento e prever o comportamento de corpos após uma colisão.

## Referências Bibliográficas

Conservação do momento linear. Khan Academy, 2019. Disponível em : <https://pt.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/a/what-is-conservation-of-momentum>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

HELERBROCK, Rafael. "Impulso"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/impulso.htm>. Acesso em 01 de fevereiro de 2021

HELERBROCK, Rafael. "Quantidade de movimento"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/quantidade-movimento-sua-definicao.htm>. Acesso em 01 de fevereiro de 2021.

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. "O que é coeficiente de restituição?"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-coeficiente-restituicao.htm>. Acesso em 01 de fevereiro de 2021.

Quantidade de movimento. Guia do estudante, 2019. Disponível em: <<https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/resumo-de-fisica-quantidade-de-movimento-impulso-e-colisoes/#:~:text=Como%20a%20varia%C3%A7%C3%A3o%20do%20tempo,vetor%20for%C3%A7a%20que%20o%20ocasiona.&text=O%20impulso%20mede%20a%20varia%C3%A7%C3%A3o,varia%C3%A7%C3%A3o%20da%20quantidade%20de%20movimento>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Colisões "; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/colisoes.htm>. Acesso em 01 de fevereiro de 2021

Só Física. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2021. Consultado em 01/02/2021 às 10:12. Disponível na Internet em <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/quantmov.php>

## **Simuladores**

Colisões elásticas: [Colisões elásticas \(vascak.cz\)](#)

Colisões inelásticas: [Colisões inelásticas \(vascak.cz\)](#)

Lei da conservação de energia: [Lei da conservação da energia \(vascak.cz\)](#)

Pêndulo de Newton: [Pêndulo de Newton \(vascak.cz\)](#)