

## Colisões

### Resumo

---

#### Sistema Isolado

Um sistema isolado é aquele em que a resultante das forças externas é nula. Assim o impulso total é nulo.

$$\vec{I} = \Delta t \cdot \vec{F} = \vec{0}$$

A quantidade de movimento de um sistema isolado se mantém constante.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q} = \vec{Q}_{final} - \vec{Q}_{inicial} = \vec{0}$$

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

A relação anterior é conhecida como **Princípio da Conservação do Momento Linear**.

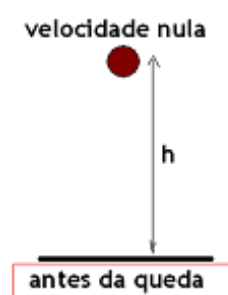
$$\vec{Q}_{INICIAL} = \vec{Q}_{FINAL}$$

#### Colisões

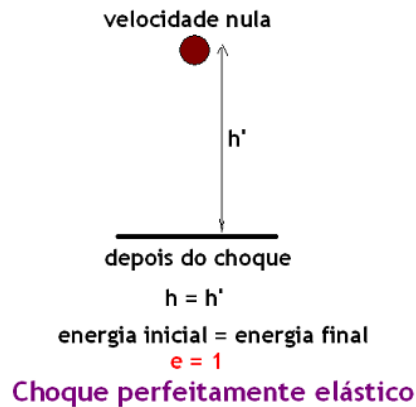
As colisões são classificadas de acordo com a energia conservada no choque.

Vamos usar a queda de uma bola sem resistência do ar para classificar as colisões.

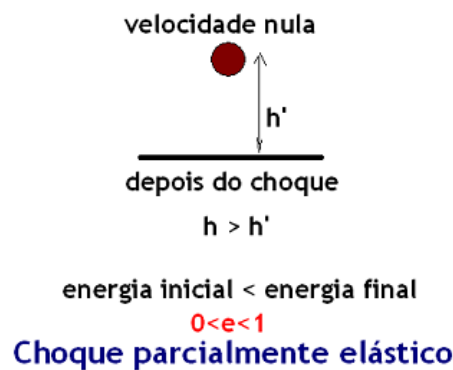
A bola é abandonada de uma altura  $h$ , a partir do repouso.



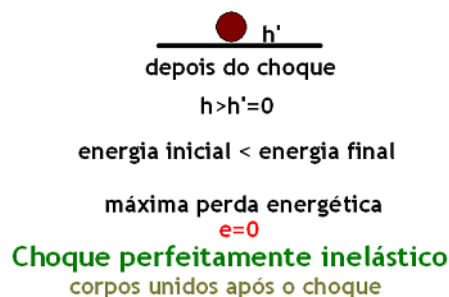
Se após a colisão a esfera atingir a altura inicial, isso significa que *não houve transformação de energia mecânica em outra forma de energia*. O choque é classificado como perfeitamente elástico.



Se após a colisão a esfera atingir uma altura menor, parte da energia mecânica foi transformada. O choque é chamado **parcialmente elástico**.



Se após o choque os corpos ficarem unidos, ocorre a perda máxima de energia e o choque é classificado de **perfeitamente inelástico**.



Para um choque entre duas partículas A e B, o coeficiente de restituição ( $e$ ) é definido como a razão entre o módulo da velocidade relativa entre A e B pouco depois do choque (velocidade relativa de afastamento) e o módulo da velocidade relativa entre A e B pouco antes do choque (velocidade relativa de aproximação)

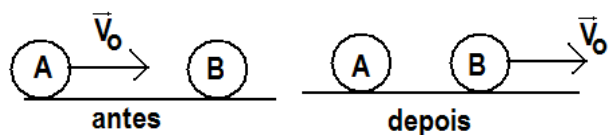
$$e = \frac{|\text{velocidade relativa de afastamento}|}{|\text{velocidade relativa de aproximação}|} = \frac{|v'_A - v'_B|}{|v_B - v_A|}$$

**Choque elástico:**  $e = 1$

**Choque parcialmente elástico:**  $0 < e < 1$

**Choque inelástico:**  $e = 0$  (*corpos unidos*)

Dica: Em uma colisão unidimensional perfeitamente elástica entre corpos de massas iguais, ocorre troca de velocidades.



---

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

## Exercícios

1. Considere as três afirmativas abaixo.

- I. Em qualquer processo de colisão entre dois objetos, a energia cinética total e a quantidade de movimento linear total do sistema são quantidades conservadas.
- II. Se um objeto tem quantidade de movimento linear, então terá energia mecânica.
- III. Entre dois objetos de massas diferentes, o de menor massa jamais terá quantidade de movimento linear maior do que o outro.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

2.

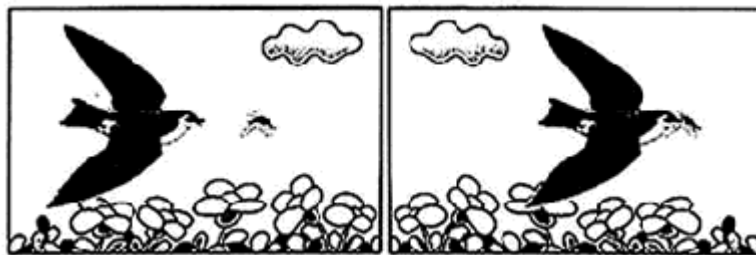


A figura mostra uma colisão envolvendo um trem de carga e uma camionete. Segundo testemunhas, o condutor da camionete teria ignorado o sinal sonoro e avançou a cancela da passagem de nível. Após a colisão contra a lateral do veículo, o carro foi arrastado pelo trem por cerca de 300 metros. Supondo a massa total do trem de 120 toneladas e a da camionete de 3 toneladas, podemos afirmar que, no momento da colisão, a intensidade da força que

- a) o trem aplicou na camionete foi 40 vezes maior do que a intensidade da força que a camionete aplicou no trem e a colisão foi parcialmente elástica.
- b) o trem aplicou na camionete foi 40 vezes maior do que a intensidade da força que a camionete aplicou no trem e a colisão foi inelástica.
- c) a camionete aplicou no trem foi igual à intensidade da força que o trem aplicou na camionete e a colisão foi parcialmente elástica.
- d) a camionete aplicou no trem foi igual à intensidade da força que o trem aplicou na camionete e a colisão foi inelástica.
- e) a camionete aplicou no trem foi igual à intensidade da força que o trem aplicou na camionete e a colisão foi elástica.

3. A lei de conservação do momento linear está associada às relações de simetrias espaciais. Nesse contexto, considere uma colisão inelástica entre uma partícula de massa  $M$  e a velocidade  $V$  e um corpo, inicialmente em repouso, de massa igual a  $10 M$ . Logo após a colisão, a velocidade do sistema composto pela partícula e pelo corpo equivale a:
- a)  $V/10$ .
  - b)  $10V$ .
  - c)  $V/11$ .
  - d)  $11V$ .
  - e)  $11V/10$ .
4. Um corpo A colide com um corpo B que se encontra inicialmente em repouso. Os dois corpos estão sobre uma superfície horizontal sem atrito. Após a colisão, os corpos saem unidos, com uma velocidade igual a 20% daquela inicial do corpo A. Qual é a razão entre a massa do corpo A e a massa do corpo B?
- a) 0,20.
  - b) 0,25.
  - c) 0,80.
  - d) 1,0.
  - e) 4,0.
5. Em uma mesa de sinuca, uma bola é lançada frontalmente contra outra bola em repouso. Após a colisão, a bola incidente para e a bola alvo (bola atingida) passa a se mover na mesma direção do movimento da bola incidente. Supondo que as bolas tenham massas idênticas, que o choque seja elástico e que a velocidade da bola incidente seja de  $2 \text{ m/s}$ , qual será, em  $\text{m/s}$ , a velocidade inicial da bola alvo após a colisão?
- a) 0,5
  - b) 1
  - c) 2
  - d) 4
  - e) 8

6. Dois carros de mesma massa sofrem uma colisão frontal. Imediatamente, antes da colisão, o primeiro carro viajava a 72 km/h no sentido norte de uma estrada retilínea, enquanto o segundo carro viajava na contramão da mesma estrada com velocidade igual a 36 km/h, no sentido sul. Considere que a colisão foi perfeitamente inelástica. Qual é a velocidade final dos carros imediatamente após essa colisão?
- a) 5 m/s para o norte.
  - b) 5 m/s para o sul.
  - c) 10 m/s para o norte.
  - d) 10 m/s para o sul.
  - e) 30 m/s para o norte.
7. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.
- Nos quadrinhos, vemos uma andorinha em voo perseguindo um inseto que tenta escapar. Ambos estão em MRU e, depois de um tempo, a andorinha finalmente consegue apanhar o inseto.



Nessas circunstâncias, pode-se afirmar que, imediatamente após apanhar o inseto, o módulo da velocidade final da andorinha é \_\_\_\_\_ módulo de sua velocidade inicial, e que o ato de apanhar o inseto pode ser considerado com uma colisão \_\_\_\_\_.

- a) maior que o - inelástica
- b) menor que o - elástica
- c) maior que o - elástica
- d) menor que o - inelástica
- e) igual ao - inelástica

8. Na Copa do Mundo de 2018, observou-se que, para a maioria dos torcedores, um dos fatores que encantou foi o jogo bem jogado, ao passo que o desencanto ficou por conta de partidas com colisões violentas. Muitas dessas colisões travavam as jogadas e, não raramente, causavam lesões nos atletas. A charge a seguir ilustra a narração de um suposto jogo da Copa, feita por físicos:

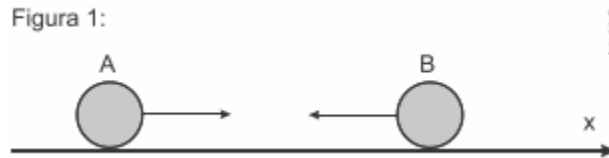


Com base na charge e nos conhecimentos sobre colisões e supondo que, em um jogo de futebol, os jogadores se comportam como um sistema de partículas ideais, é correto afirmar que, em uma colisão

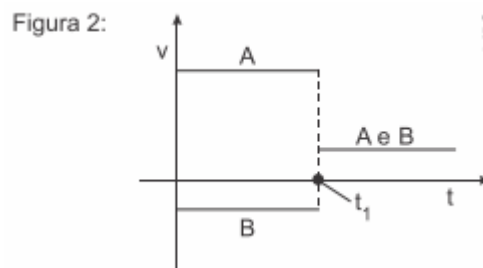
- elástica, a energia cinética total final é menor que a energia cinética total inicial.
- elástica, a quantidade de movimento total final é menor que a quantidade de movimento total inicial.
- parcialmente inelástica, a energia cinética total final é menor que a energia cinética total inicial.
- perfeitamente inelástica, a quantidade de movimento total inicial é maior que a quantidade de movimento total final.
- parcialmente inelástica, a quantidade de movimento total final é menor que a quantidade de movimento total inicial.

9. Para responder à questão, analise a situação a seguir.

Duas esferas – A e B – de massas respectivamente iguais a 3 kg e 2 kg estão em movimento unidimensional sobre um plano horizontal perfeitamente liso, como mostra a figura 1.



Inicialmente as esferas se movimentam em sentidos opostos, colidindo no instante 1 t. A figura 2 representa a evolução das velocidades em função do tempo para essas esferas imediatamente antes e após a colisão mecânica.

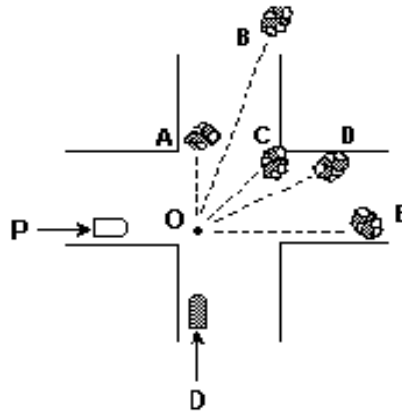


Sobre o sistema formado pelas esferas A e B, é correto afirmar:

- Há conservação da energia cinética do sistema durante a colisão.
- Há dissipação de energia mecânica do sistema durante a colisão.
- A quantidade de movimento total do sistema formado varia durante a colisão.
- A velocidade relativa de afastamento dos corpos após a colisão é diferente de zero.
- A velocidade relativa entre as esferas antes da colisão é inferior à velocidade relativa entre elas após colidirem.



10. Perto de uma esquina, um pipoqueiro, P, e um "dogueiro", D, empurram distraidamente seus carrinhos, com a mesma velocidade (em módulo), sendo que o carrinho do "dogueiro" tem o triplo da massa do carrinho do pipoqueiro. Na esquina, eles colidem (em O) e os carrinhos se engancham, em um choque totalmente inelástico. Uma trajetória possível dos dois carrinhos, após a colisão, é compatível com a indicada por



- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.
- e) E.

## Gabarito

## 1. B

Análise das afirmativas:

[I] Falsa. Em qualquer colisão, somente a quantidade de movimento é sempre conservada. A Energia cinética total é conservada somente no caso da colisão elástica.

[II] Verdadeira. Havendo quantidade de movimento, há velocidade e, portanto, há energia cinética que faz parte da energia chamada mecânica.

[III] Falsa. A quantidade de movimento depende não somente da massa, mas também da velocidade, portanto há possibilidade do objeto de menor massa ter maior velocidade e com isso, ter maior quantidade de movimento.

## 2. D

De acordo com a 3ª lei de Newton, à toda ação corresponde uma reação de igual intensidade, mesma direção e sentido contrário. Com isso, a força aplicada na camionete pelo trem tem a mesma intensidade que a força aplicada pela camionete sobre o trem. Além disso, tendo em vista que os dois móveis após a colisão andarem juntos, se trata de uma colisão inelástica, confirmando a alternativa [D] como a correta.

## 3. C

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, pela conservação do momento linear, têm-se:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \Rightarrow MV = (10M + M)V' \Rightarrow \boxed{V' = \frac{V}{11}}$$

## 4. B

A colisão entre os dois corpos é perfeitamente inelástica sem atrito, assim temos a Conservação da Quantidade de Movimento.

$$Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$$

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot \cancel{v_B} = (m_A + m_B) \cdot v_{\text{final}}$$

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot 0 = (m_A + m_B) \cdot 0,2 v_A$$

$$m_A \cdot \cancel{v_A} = (m_A + m_B) \cdot 0,2 \cancel{v_A}$$

$$m_A = 0,2 \cdot m_A + 0,2 \cdot m_B$$

$$m_A - 0,2 \cdot m_A = 0,2 \cdot m_B$$

$$0,8 \cdot m_A = 0,2 \cdot m_B$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{0,2}{0,8}$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{4} = 0,25$$

## 5. C

Em choque frontal e perfeitamente elástico de dois corpos de mesma massa, eles trocam de velocidades. Portanto, após o choque, se bola incidente para, a velocidade da bola alvo é 2 m/s.

6. A

Tem-se a seguinte situação.



Em uma colisão perfeitamente inelástica, os corpos permanecem juntos após a colisão.

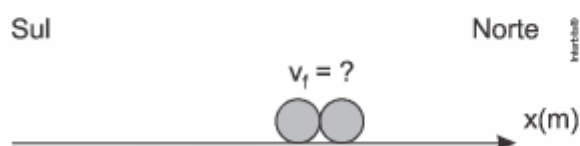
Desta forma:

$$m_1 \cdot v_{1i} + m_2 \cdot v_{2i} = m_1 \cdot v_{1f} + m_2 \cdot v_{2f}$$

Como,

$$v_{1f} = v_{2f}$$

$$m_1 \cdot v_{1i} + m_2 \cdot v_{2i} = (m_1 + m_2) \cdot v_f$$

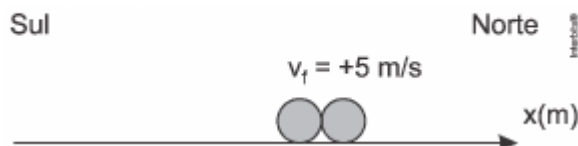


$$m \cdot (+20) + m \cdot (-10) = 2 \cdot m \cdot v_f$$

$$2v = 10$$

$$v = +5 \text{ m/s}$$

Assim,



7. D

Como é uma colisão onde os corpos não se separam após a mesma, ela será considerada perfeitamente INELÁSTICA. Nas colisões perfeitamente inelásticas os corpos se juntam, aumentando assim a massa do sistema. Como a quantidade de movimento total deve permanecer constante a velocidade deve diminuir.

8. C

Nas colisões **elásticas**, os móveis após o choque conservam suas energias cinéticas e também suas quantidades de movimento, portanto as alternativas [A] e [B] estão erradas. As colisões **perfeitamente inelásticas** ocorrem com conservação da quantidade de movimento e perda máxima da energia cinética dos móveis, sendo que, após a colisão, os mesmos seguem unidos como se fossem um corpo único, com a mesma velocidade final, assim a alternativa [D] está equivocada. Para as colisões **parcialmente inelásticas**, as energias cinéticas totais finais após o choque são menores que as iniciais, com a conservação da quantidade de movimento. Assim, descartamos a alternativa [E], sendo a alternativa correta [C].

9. B

Pela análise do gráfico, constata-se que os corpos andam juntos após o choque (velocidade relativa de afastamento dos corpos depois do choque é igual a zero), representando um choque perfeitamente inelástico. Neste caso, a energia cinética não é conservada e existe a perda de parte da energia mecânica inicial sob a forma de calor (energia dissipada) com aumento da energia interna e temperatura devido à deformação sofrida no choque. Sendo assim, a única alternativa correta é da letra [B].

10. B

Como a situação descrita no enunciado é uma colisão inelástica, o sistema é isolado e os corpos permanecem juntos após a interação:

$$\vec{Q}_{\text{SIST}} = \vec{Q}'_{\text{SIST}}$$

$$M\vec{v}_{\text{pipoqueiro}} + 3M\vec{v}_{\text{"dogueiro"}} = 4M\vec{v}_{\text{conjunto}}$$

$$\vec{v}_{\text{pipoqueiro}} + 3\vec{v}_{\text{"dogueiro"}} = 4\vec{v}_{\text{conjunto}}$$

Representando graficamente:

