

Quantidade de movimento e impulso nas colisões

Quantidade de movimento e impulso nas colisões	1
Impulso na colisão	1
1. (RHK Q 6.4) Proteção por um airbag	1
Valores característicos da quantidade de movimento linear	1
2. (RHK E 6.2) Caráter vetorial da quantidade de movimento, formal I.	1
3. (RHK E 6.3) Caráter vetorial da quantidade de movimento, formal II.	2
Impulso, quantidade de movimento e força	2
4. (RHK E 6.14) Força produzida por um fluxo de partículas comparada com a causada por uma partícula	2
5. Os papéis da massa e da velocidade na quantidade de movimento.	2
6. Força na mão do goleiro ao espalmar a bola – uma dimensão	2
7. Força na mão do goleiro ao espalmar a bola – duas dimensões	2
8. (RHK P 6.4) Força de um fluxo de partículas	3
9. (RHK E 6.9) Força na parede que rebate a bola	3
10. (RHK E 6.6 modificado) Força na tacada do golfe	3
11. Força da raquetada no jogo de tênis	3
12. Colisão explosiva na mesa de ar	3
13. Força no chute rasteiro	4
Conservação da quantidade de movimento e velocidade	4
14. Choque de bolas, uma das velocidades iniciais desconhecida, bem como a direção final do movimento	4
15. Movimento dos jogadores de disco no gelo, qualitativo	4
16. (RHK E 6.10) Velocidade na separação explosiva do módulo lunar	4

Impulso na colisão

1. (RHK Q 6.4) Proteção por um airbag

Explique como um “airbag” de um automóvel pode ajudar a proteger um passageiro de se machucar seriamente no caso de uma colisão.

Valores característicos da quantidade de movimento linear

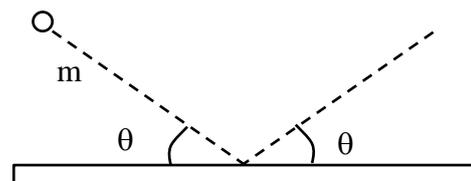
2. (RHK E 6.2) Caráter vetorial da quantidade de movimento, formal I.

Um caminhão de 20 ton, que trafega em direção ao norte a 40 km/h, vira para o leste e acelera para 50 km/h.

Determine a intensidade e a direção da variação da quantidade de movimento do caminhão.

3. (RHK E 6.3) Caráter vetorial da quantidade de movimento, formal II.

Um objeto com massa $m = 4,88 \text{ kg}$ e velocidade $3,14 \text{ m/s}$ atinge uma placa de aço a um ângulo $\theta = 42,0^\circ$ conforme figura ao lado e ricocheteia com a mesma velocidade e o mesmo ângulo.



Determine a variação (intensidade e direção) da quantidade de movimento linear do objeto.

Impulso, quantidade de movimento e força

4. (RHK E 6.14) Força produzida por um fluxo de partículas comparada com a causada por uma partícula

Um revólver de chumbinho atira 10 grãos por segundo à velocidade de 483 m/s , cada grão com $2,14 \text{ g}$ de massa. Os grãos são parados por uma parede rígida, de modo que o tempo de contato de *cada* grão com a parede é $1,25 \text{ ms}$.

Determine

- o momento para cada grão.
- a força média exercida pelo **fluxo** de grãos sobre a **parede**.
- a força média que **cada** grão exerce sobre a parede – por que este valor é muito diferente do resultado do item **b**?

5. Os papéis da massa e da velocidade na quantidade de movimento.

Um atirador, com um rifle de 2 kg apoiado ao ombro, dispara uma bala de 15 g , cuja velocidade na extremidade de saída do cano é 800 m/s . O recuo é absorvido pelo ombro em $0,05 \text{ s}$.

Determine

- a velocidade inicial com que a arma recua.
- o impulso sobre o ombro do atirador.
- a força média exercida sobre o atirador.
- Explique o seguinte fato: se o momento linear para a frente da bala é igual ao momento linear para trás da arma, por que não é tão perigoso ser atingido pelo recuo da arma quanto pela bala?

6. Força na mão do goleiro ao espalmar a bola – uma dimensão

O goleiro espalma a bola, com $0,4 \text{ kg}$ de massa, que bate em sua mão vinda na direção horizontal a 80 km/h e retorna para o jogador que chutou a bola, horizontalmente e a 30 km/h . Nessa espalmada, a mão do goleiro recua 30 cm .

- Calcule a força média na bola devido à mão do goleiro.
- Determine a força média na mão do goleiro devido à bola.
- Discuta em que medida as hipóteses do quadro são realistas e se elas podem ser melhoradas.

Adote que a aceleração da bola durante a colisão é constante.
Ignore a deformação da bola.

7. Força na mão do goleiro ao espalmar a bola – duas dimensões

O goleiro espalma a bola, com $0,4 \text{ kg}$ de massa, que bate em sua mão vinda na direção horizontal a 80 km/h e retorna para o jogador que chutou a bola, mas formando um ângulo de 30° com a horizontal e a 30 km/h . O contato com a mão do goleiro dura $0,05 \text{ s}$. A bola acelera uniformemente durante a colisão.

Determine a força na mão do goleiro.

8. (RHK P 6.4) Força de um fluxo de partículas

Sabe-se bem que as balas e outros projéteis lançados contra o Super-homem simplesmente rebatem no seu peito. Suponha que um bandido lance no peito do Super-homem uma saraivada de balas de 3 g à taxa de 100 balas por min, cada uma a 500 m/s de velocidade. Suponha também que as balas rebatem na mesma direção que incidem, somente invertendo o sentido da velocidade.

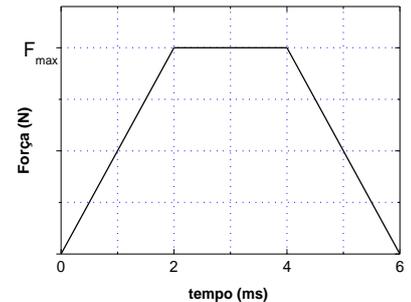
Mostre que a força média exercida pelo fluxo de balas no peito do Super-homem é de apenas 5 N.

9. (RHK E 6.9) Força na parede que rebate a bola

A figura ao lado é um gráfico aproximado da força exercida durante o choque de uma bola de tênis com uma parede, em função do tempo. A massa da bola é 58 g e sua velocidade inicial era 32 m/s, numa direção perpendicular à parede; ela recua com velocidade de mesmo módulo, perpendicularmente à parede.

Calcule

- o momento inicial e final da bola e a variação do momento.
- o valor máximo da força, F_{\max} , durante a colisão.
- o impulso (intensidade e direção) transmitido.



10. (RHK E 6.6 modificado) Força na tacada do golfe

Um jogador lança uma bola de golfe de massa 50 g com velocidade inicial de 50 m/s em uma direção que forma 30° com a horizontal. O taco transmite o impulso à bola num percurso de 3 cm.

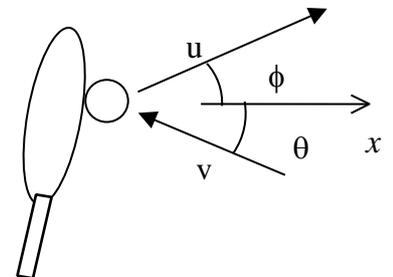
A bola de golfe sempre está parada no momento da tacada.
A bola sai formando 60° com a direção vertical.
Lembre que impulso é um vetor.

Calcule

- o impulso transmitido à bola.
- o impulso transmitido ao taco.
- a força média exercida na bola pelo taco.

11. Força da raquetada no jogo de tênis

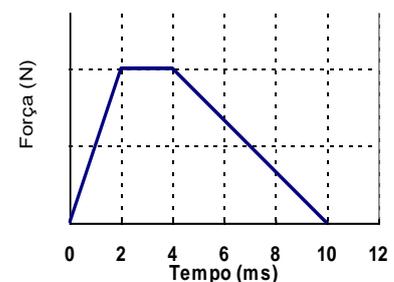
Uma jogadora de tênis bate na bola com a raquete enquanto a bola ainda está subindo, conforme a figura ao lado. A velocidade da bola antes do impacto com a raquete tem módulo 15 m/s e, após o impacto, 22 m/s, nas direções mostradas na figura, onde o eixo x tem a direção horizontal. A bola de 60 g fica em contato com a raquete por 0,05 s, e os ângulos são $\theta = 15^\circ$ e $\phi = 30^\circ$.



Determine a força média exercida pela raquete sobre a bola (módulo, direção e sentido).

12. Colisão explosiva na mesa de ar

A fim de realizar um experimento sobre uma mesa sem atrito, prepara-se um disco capaz de armazenar energia interna, que é liberada assim que a batida ocorre, de modo a transferir um impulso adicional a cada um dos discos que colidem. O gráfico ao lado representa o módulo da força exercida durante o choque e está em uma escala linear a ser determinada. A massa de cada disco é 30 g. Inicialmente, o disco A está parado e o outro, disco P, possui uma velocidade igual a 7 m/s. Em consequência da colisão, A saiu a 4 m/s em uma direção perpendicular à velocidade inicial de P.



Determine:

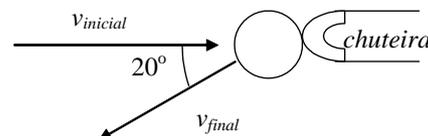
- o impulso (intensidade e direção) que P dá em A.
- a velocidade e a direção final do disco P.
- a variação da quantidade de movimento linear do disco A.
- módulo da força média durante a colisão ($\Delta t = 10$ ms).
- o valor máximo da força durante a colisão, considerando o gráfico da questão.

Note:

As grandezas envolvidas são vetoriais.

13. Força no chute rasteiro

A bola, com massa 0,4 kg, desliza pelo gramado com uma velocidade de 12 m/s antes de ser chutada. Imediatamente após o impacto, a bola move-se na direção mostrada na figura a 18 m/s, deslizando sobre o gramado. A chuteira fica em contato com a bola por 0,04 s. A figura ilustra o movimento da bola sobre o gramado como é visto de cima.



Determine

- o módulo da força média.
- o ângulo formado pela força média com a direção da velocidade inicial.

Conservação da quantidade de movimento e velocidade

14. Choque de bolas, uma das velocidades iniciais desconhecida, bem como a direção final do movimento

Em um jogo de piscina, uma bola bate em outra de mesma massa que estava inicialmente parada. Depois do choque, a primeira move-se a 3,5 m/s ao longo de uma linha que forma 60° com a direção inicial do seu movimento. A segunda adquire velocidade de 6,0 m/s.

Aplice a conservação da quantidade de movimento e determine:

- o ângulo entre a direção do movimento da segunda bola e a direção do movimento original da primeira
- a velocidade inicial da primeira bola.

15. Movimento dos jogadores de disco no gelo, qualitativo

Uma patinadora está parada sobre o gelo. Um amigo lança para ela um disco.

Determine qual dos seguintes casos (i, ii, iii) há a maior transferência de momento para a patinadora e justifique a sua resposta.

- A patinadora apanha o disco e o mantém seguro.
- A patinadora apara momentaneamente o disco e o deixa cair na vertical.
- A patinadora apanha, por instantes, o disco, e o devolve a seu amigo.

Sugestão: O vídeo “Bate mais forte quando rebate do que quando apara”, do Laboratório de Demonstrações Ernst Wolfgang Hamburger e que pode ser visto no sítio e-aulas USP, no link <https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=19676>, ajuda a compreender a diferença entre os casos ii e iii.

16. (RHK E 6.10) Velocidade na separação explosiva do módulo lunar

Duas partes de uma espaçonave são separadas fazendo explodir os pinos que as uniam. As massas das duas partes são 1200 kg e 1800 kg. O módulo do impulso transmitido a cada uma é 300 N·s.

Determine a velocidade relativa de afastamento das duas partes.