

## Energia nas Colisões

Energia nas Colisões .....	1
Energia cinética em colisões .....	1
1. Compensação da perda de energia no repicar de uma bola no chão .....	1
2. (HRK 9.37) Conservação da energia e quantidade de movimento no decaimento beta .....	1
3. Conservação da quantidade de movimento numa explosão de energia conhecida .....	1
4. (HRK 10.Q.28) As leis de conservação na colisão de duas bolas de barro .....	2
5. Dois veículos que batem e se engancham .....	2
6. Colisão entre dois núcleos de deutério .....	2
7. Energia no movimento de um carro .....	2
8. (RHK 11.E.41) Dois vagões de trem batem e se engatam, com perda de energia conhecida .....	2
9. Colisão entre dois prótons, ângulo de espalhamento conhecido .....	2
10. Colisão entre partículas de massas diferentes, ângulos de espalhamento conhecidos .....	3
11. Colisão de um átomo de H com uma molécula de H <sub>2</sub> , ângulo de espalhamento conhecido .....	3
12. Colisão de dois corpos, uma velocidade e energia final desconhecidas, formal .....	3
13. O que se pode deduzir da posição final de dois veículos que batem e se engancham. ....	3
Colisões no Centro de Massa .....	3
14. Colisão elástica em uma dimensão, determinação da relação entre as grandezas .....	3

### Energia cinética em colisões

#### 1. Compensação da perda de energia no repicar de uma bola no chão

Uma bola perde 20 % de sua energia cinética quando é rebatida por um piso de concreto. Determine a velocidade com que você deve jogá-la contra esse piso, verticalmente para baixo, a partir de uma altura de 10 m, para tê-la rebatida até a mesma altura. Ignore a resistência do ar e use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

#### 2. (HRK 9.37) Conservação da energia e quantidade de movimento no decaimento beta

Um núcleo radioativo, inicialmente em repouso, decai pela emissão de um elétron e um neutrino com velocidades perpendiculares entre si. O momento linear do elétron é  $1,2 \cdot 10^{-22} \text{ kg m/s}$  e o do neutrino,  $6,4 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s}$ . A massa do núcleo residual é  $5,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ .

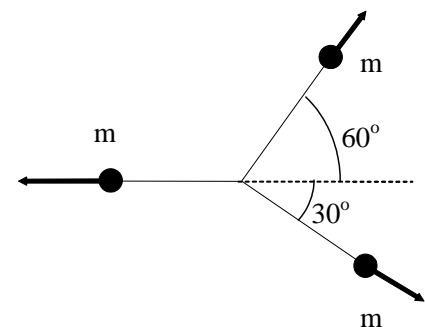
Determine:

- a direção e o módulo do momento linear do núcleo que recua.
- a energia cinética de recuo do núcleo residual.

#### 3. Conservação da quantidade de movimento numa explosão de energia conhecida

Uma mina explode em três fragmentos, de 100 g cada um, que se deslocam em um plano horizontal conforme mostrado na figura ao lado. A energia cinética total liberada pela explosão é 100 kJ.

**Determine** as velocidades iniciais dos três fragmentos.



4. (HRK 10.Q.28) *As leis de conservação na colisão de duas bolas de barro*

Duas bolas de barro com a mesma massa e a mesma velocidade sofrem uma colisão frontal, ficam juntas e atingem o repouso. A energia cinética certamente não é conservada. O que acontece a ela? Como a quantidade de movimento é conservada?

5. *Dois veículos que batem e se engancham*

Um veículo, com massa total igual a 2400 kg, bate na traseira de um carro de massa total 1200 kg, que estava parado em um sinal vermelho. O motorista do veículo mais pesado alega que o outro estava com as luzes apagadas e que ele vinha reduzindo a marcha ao aproximar-se do sinal, estando a menos de 10 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constata que o carro foi arrastado pelo outro por uma distância igual a 10,5 m e estima o coeficiente de atrito cinético com a estrada no local do acidente em 0,6.

**Determine** a velocidade real do veículo mais pesado, no momento da colisão.

6. *Colisão entre dois núcleos de deutério*

Um feixe de dêuterons,  $d$ , com 3 MeV de energia cinética incide sobre um alvo contendo  $d$  em repouso e produz a reação  $d+d \rightarrow p+t$ , em que a soma das energias cinéticas dos produtos – próton  $p$  e trítio  $t$  – supera a dos reagentes por 4 MeV. Em um caso, o  $p$  emerge em um ângulo de  $45^\circ$  em relação à direção de incidência. Adote as massas:  $m_p=1$  u,  $m_d=2$  u e  $m_t=3$  u.

Determine:

- a energia cinética do  $p$ , em MeV.
- a energia cinética do  $t$ , em MeV.
- a direção em que emerge o  $t$ , relativamente à direção do dêuteron incidente.

7. *Energia no movimento de um carro*

A energia cinética de um carro varia mais quando ele acelera de 10 a 15 m/s ou quando acelera de 15 a 20 m/s? Explique.

8. (RHK 11.E.41) *Dois vagões de trem batem e se engatam, com perda de energia conhecida*

Um vagão de carga de 35,0 toneladas choca-se com outro vagão que está parado. Eles engatam e 27,0 % da energia cinética inicial é dissipada como calor, som, vibração, deformação, etc.

**Determine** a massa do segundo vagão.

9. *Colisão entre dois prótons, ângulo de espalhamento conhecido*

Um próton (massa atômica 1,01 u) choca-se elasticamente, a 518 m/s, com outro próton parado. O primeiro próton é desviado  $64^\circ$  de sua direção inicial.

Determine, após a colisão:

- a direção do próton-alvo.
- as velocidades dos prótons.

Obs.: Você só pode usar que a soma dos ângulos de espalhamento iguala  $90^\circ$  se DEMONSTRAR esse fato. É possível resolver sem usar essa propriedade.

10. *Colisão entre partículas de massas diferentes, ângulos de espalhamento conhecidos*

Um núcleo de massa  $2m$  e velocidade  $\vec{v}$  colide com um núcleo estacionário de massa  $10m$ . Há variação de energia cinética na colisão e observa-se que o núcleo de massa  $2m$  tem uma velocidade  $\vec{v}_1$  cuja direção é perpendicular à que ele tinha antes da colisão e o núcleo de massa  $10m$  tem velocidade  $\vec{v}_2$  cuja direção faz um ângulo  $\theta$  com a direção do núcleo de massa  $2m$  antes da colisão tal que  $\sin \theta = 3/5$ .

Determine

- as magnitudes de  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$ .
- a fração da energia cinética perdida ou ganha na colisão.

11. *Colisão de um átomo de H com uma molécula de H<sub>2</sub>, ângulo de espalhamento conhecido*

Um átomo de hidrogênio, movendo-se com velocidade cuja magnitude é  $v$ , colide elasticamente com uma molécula de hidrogênio em repouso, sofrendo uma deflexão de  $45^\circ$ . Calcule:

- a magnitude da velocidade do átomo após a colisão;
- a direção de movimento da molécula (com respeito à direção inicial do movimento do átomo) e a magnitude de sua velocidade.

12. *Colisão de dois corpos, uma velocidade e energia final desconhecidas, formal*

Dois objetos A e B se chocam. A massa de A é  $2,0 \text{ kg}$ , e a de B é  $3,0 \text{ kg}$ . Suas velocidades antes da colisão eram respectivamente  $v_{iA} = 15\vec{i} + 30\vec{j}$  e  $v_{iB} = -10\vec{i} + 5\vec{j}$ . Após a colisão,  $v_{fA} = -6\vec{i} + 30\vec{j}$ . Todas as velocidades estão em m/s.

Determine:

- a velocidade final de B.
- a energia cinética ganha ou perdida na colisão.

*Obs.: O item a está no problema 4 da lista 3.*

13. *O que se pode deduzir da posição final de dois veículos que batem e se engancham.*

Em um acidente de trânsito, um carro de massa  $2000 \text{ kg}$ , trafegando na direção sul, colidiu, no meio de um cruzamento, com um caminhão de massa  $6000 \text{ kg}$  que trafegava na direção oeste. Os veículos se engancharam e derraparam para fora da estrada numa direção praticamente coincidente com a direção sudoeste. Uma testemunha do acidente afirmou que o caminhão havia entrado no cruzamento a  $80 \text{ km/h}$ .

- Você acredita nesta testemunha?
- Determine a fração da energia cinética total inicial convertida em outras formas de energia pela colisão.

## Colisões no Centro de Massa

14. *Colisão elástica em uma dimensão, determinação da relação entre as grandezas*

Considere a colisão elástica entre duas partículas de massas  $m_1$  e  $m_2$  que se movem em uma dimensão.

Determine:

- as velocidades iniciais  $v'_1$  e  $v'_2$  das duas partículas em relação ao centro de massa, exprimindo-as em função da velocidade relativa inicial  $v_r$  da partícula 2 em relação à partícula 1 e das massas  $m_1$  e  $m_2$ .
- as velocidades finais  $u'_1$  e  $u'_2$  das duas partículas em relação ao centro de massa, exprimindo-as em função da velocidade relativa final  $u_r$  da partícula 2 em relação à partícula 1 e da massa  $M$ .
- Descreva a colisão do ponto de vista de um observador no centro de massa das partículas.