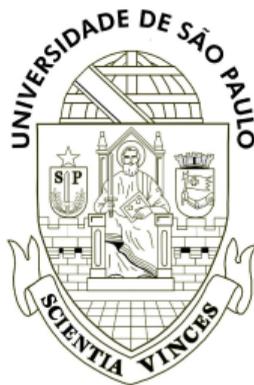


Física 1 (4310145) - Aula 19/05/2020



● Capítulo 2

- Perguntas: Todas!
- Problemas: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 2.14, 2.17, 2.21, 2.31, 2.37, 2.41, 2.67, 2.69

● Capítulo 3

- Perguntas: 3.1, 3.3, 3.5, 3.12, 3.13
- Problemas: 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10, 3.15, 3.32, 3.27, 3.33, 3.37, 3.43

● Capítulo 4

- Perguntas: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.13, 4.17
- Problemas: 4.1, 4.3, 4.7, 4.9, 4.11, 4.19, 4.25, 4.29, 4.47, 4.57, 4.65, 4.69

● Capítulo 5

- Perguntas: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.9
- Problemas: 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7, 5.11, 5.13, 5.15, 5.19, 5.21, 5.31, 5.35, 5.45, 5.63

● Capítulo 6

- Perguntas: 6.1, 6.2, 6.3, 6.5, 6.6, 6.9, 6.13
- Problemas: 6.1, 6.3, 6.4, 6.5, 6.13, 6.19, 6.25, 6.33, 6.39, 6.41, 6.43, 6.57, 6.59

● Capítulo 7

- Perguntas: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.9, 7.11
- Problemas: 7.1, 7.3, 7.5, 7.7, 7.15, 7.17, 7.21, 7.23, 7.31, 7.37, 7.41, 7.43, 7.45, 7.49, 7.67

● Capítulo 8

- Perguntas: 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.9, 8.11
- Problemas: 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.7, 8.9, 8.13, 8.15, 8.19, 8.25, 8.37, 8.39, 8.41, 8.45, 8.47, 8.53, 8.57, 8.67

● Capítulo 9

- Perguntas: 9.1, 9.2, 9.3, 9.5, 9.7, 9.9, 9.11
- Problemas: 9.1, 9.2, 9.3, 9.5, 9.7, 9.11, 9.13, 9.17, 9.19, 9.25, 9.29, 9.33, 9.37, 9.39, 9.41, 9.45, 9.49, 9.51, 9.55, 9.61, 9.63, 9.73, 9.75

● Capítulo 10

- Perguntas:
- Problemas:

● Capítulo 11

- Perguntas:
- Problemas:

- 1 Centro de Massa e Momento Linear
 - Conservação do momento linear
 - Momento e energia cinética em colisões

- 1 Centro de Massa e Momento Linear
 - Conservação do momento linear
 - Momento e energia cinética em colisões

- 1 Centro de Massa e Momento Linear
 - Conservação do momento linear
 - Momento e energia cinética em colisões

Conservação do momento linear

Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{d\vec{P}}{dt}, \quad \vec{P} = \begin{cases} \vec{p}_1 + \cdots + \vec{p}_n \\ M\vec{v}_{cm} \end{cases}$$

- Se a força externa \vec{F}_{res} é zero, temos que

Para um sistema fechado e isolado

$$\vec{P} = \text{constante} \quad \implies \quad \vec{P}_i = \vec{P}_f$$

- Também podemos analisar em termos das componentes

$$\vec{F}_{x,\text{res}}\hat{i} + \vec{F}_{y,\text{res}}\hat{j} + \vec{F}_{z,\text{res}}\hat{k} = \dot{P}_x\hat{i} + \dot{P}_y\hat{j} + \dot{P}_z\hat{k}$$

Não confunda conservação do momento com conservação de energia

Um artefato inicialmente em repouso em um piso sem atrito explode em dois pedaços, que deslizam pelo piso após a explosão. Um dos pedaços desliza no sentido positivo de um eixo x . (a) Qual é a soma dos momentos dos dois pedaços após a explosão? (b) O segundo pedaço pode se mover em uma direção diferente da do eixo x ? (c) Qual é a orientação do momento do segundo pedaço?

Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

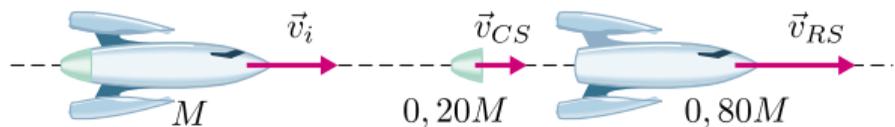
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

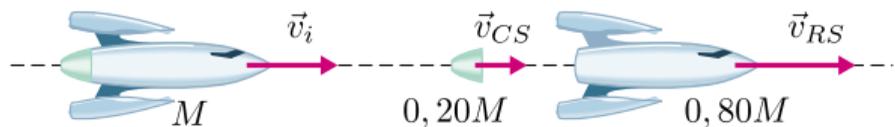
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

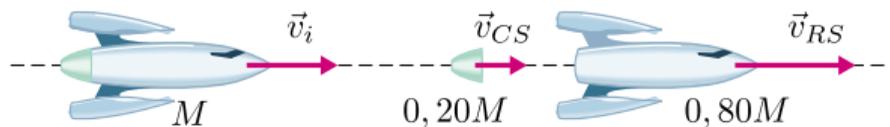
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

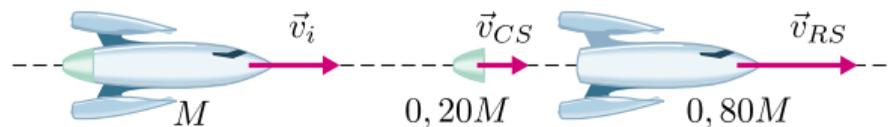
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

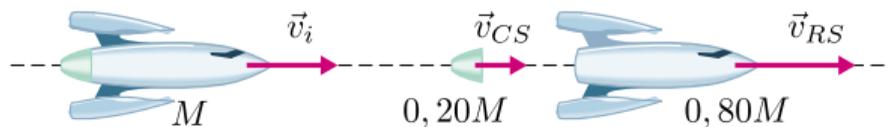
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

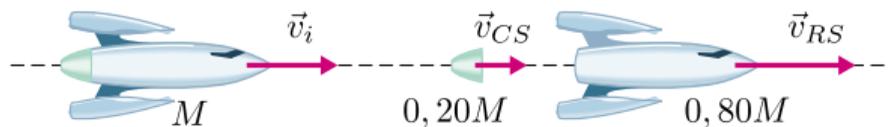
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: rebocador espacial

Um rebocador espacial e uma cápsula de carga, de massa total M , viajando com velocidade inicial $|\vec{v}_i| = 2100\text{km/h}$ em relação ao Sol. Com uma pequena explosão, o rebocador ejeta a cápsula de carga. Depois disso, o rebocador passa a viajar 500km/h mais depressa que a cápsula. Qual é a nova velocidade \vec{v}_{RS} do rebocador com relação ao Sol?

- O sistema rebocador-cápsula é fechado e isolado, temos

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

- Estamos interessados apenas na componente x , assim

$$P_i = Mv_i$$

- O momento do sistema após a ejeção é

$$P_f = (0, 20M)v_{CS} + (0, 80M)v_{RS}$$

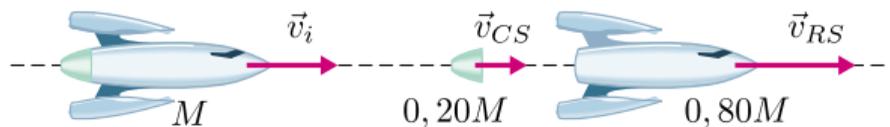
- Sabemos ainda que

$$v_{RS} = 500\text{km/h} + v_{CS}$$

- ou ainda

$$P_f = (0, 20M)(v_{RS} - 500\text{km/h}) + (0, 80M)v_{RS}$$

- Obtemos $v_{RS} = 2200\text{km/h}$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

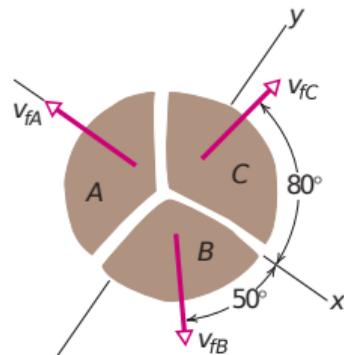
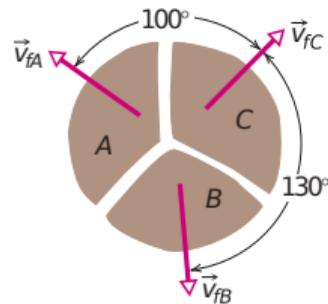
- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$

$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

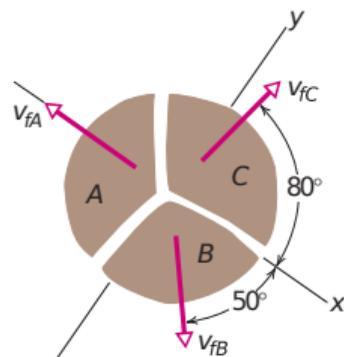
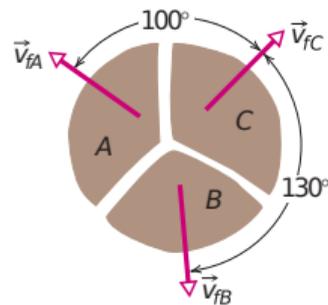
$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$
$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

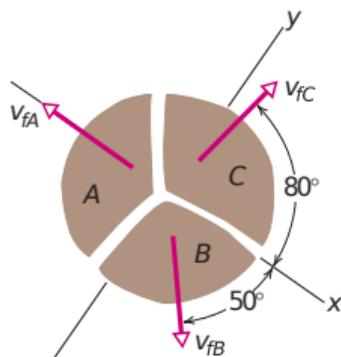
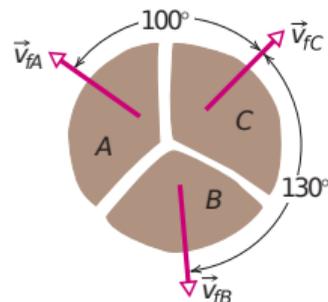
$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$
$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

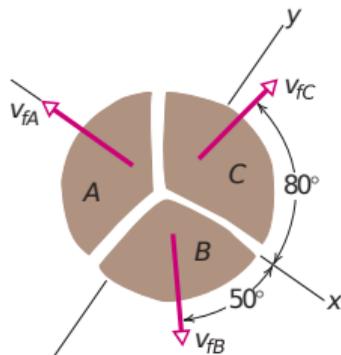
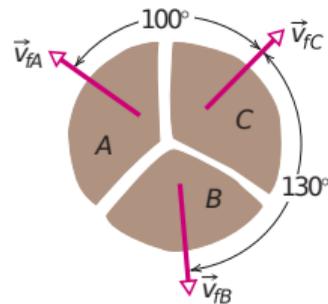
$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$
$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

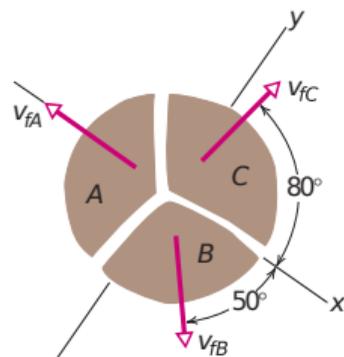
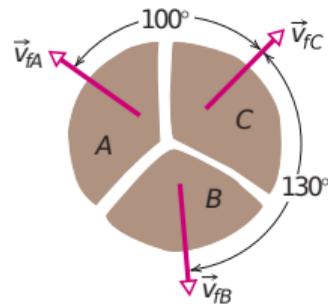
- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$

$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente y

$$p_{fA,y} = 0$$

$$p_{fB,y} = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,y} = +v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

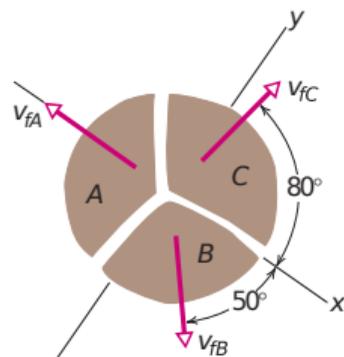
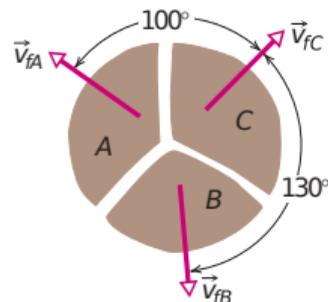
- Ficamos com

$$P_{i,y} = p_{fA,y} + p_{fB,y} + p_{fC,y}$$

$$0 = -v_{fB} \sin(50^\circ)(0,20M) + v_{fC} \sin(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fB} = 9,64\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente x

$$p_{fA,x} = -v_{fA}(0,50M)$$

$$p_{fB,x} = +v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,x} = +v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- Ficamos com

$$P_{i,x} = p_{fA,x} + p_{fB,x} + p_{fC,x}$$

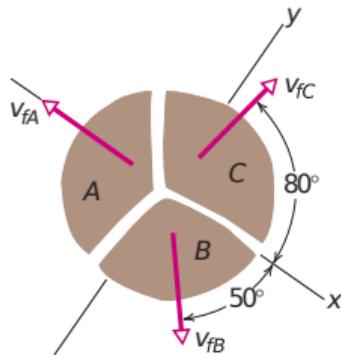
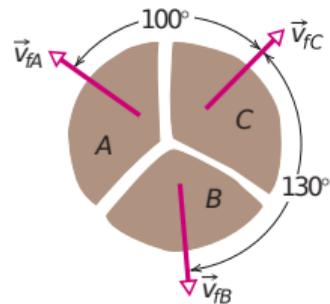
$$0 = -v_{fA}(0,50M)$$

$$+ v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$+ v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fA} = 3,00\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente x

$$p_{fA,x} = -v_{fA}(0,50M)$$

$$p_{fB,x} = +v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,x} = +v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- Ficamos com

$$P_{i,x} = p_{fA,x} + p_{fB,x} + p_{fC,x}$$

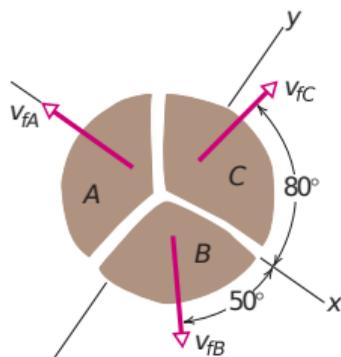
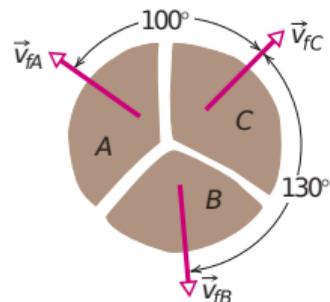
$$0 = -v_{fA}(0,50M)$$

$$+ v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$+ v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fA} = 3,00\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente x

$$p_{fA,x} = -v_{fA}(0,50M)$$

$$p_{fB,x} = +v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,x} = +v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

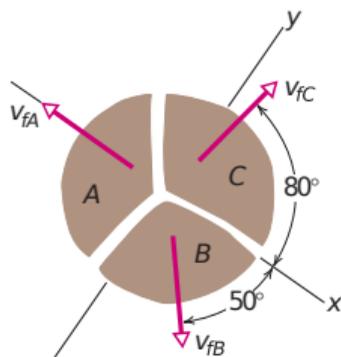
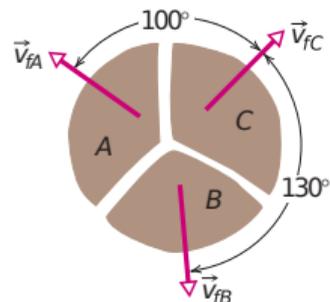
- Ficamos com

$$P_{i,x} = p_{fA,x} + p_{fB,x} + p_{fC,x}$$

$$0 = -v_{fA}(0,50M) \\ + v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M) \\ + v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fA} = 3,00\text{m/s}$$



Exemplo: explosão bidimensional

Ao explodir, uma bomba colocada dentro de um coco vazio de massa M , quebra o coco em três pedaços, que deslizam em uma superfície. O pedaço C (massa $0,30M$) tem velocidade escalar final $v_{fC} = 5,0\text{m/s}$. (a) Qual é a velocidade do pedaço B ($0,20M$)? (b) Qual é a velocidade do pedaço A ($0,50M$)?

- O sistema é fechado e isolado, temos

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

- Podemos escrever

$$P_{i,x} = P_{f,x} \quad P_{i,y} = P_{f,y}$$

- Para componente x

$$p_{fA,x} = -v_{fA}(0,50M)$$

$$p_{fB,x} = +v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M)$$

$$p_{fC,x} = +v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

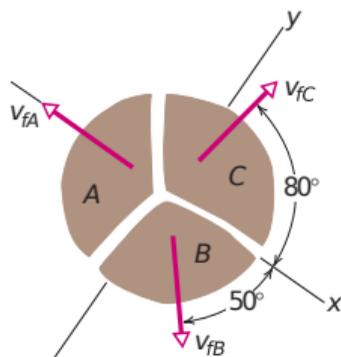
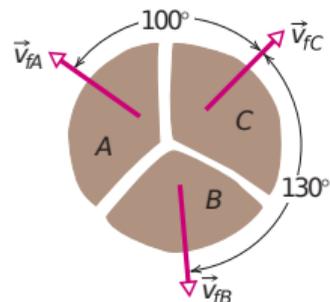
- Ficamos com

$$P_{i,x} = p_{fA,x} + p_{fB,x} + p_{fC,x}$$

$$0 = -v_{fA}(0,50M) \\ + v_{fB} \cos(50^\circ)(0,20M) \\ + v_{fC} \cos(80^\circ)(0,50M)$$

- e assim

$$v_{fA} = 3,00\text{m/s}$$



- 1 Centro de Massa e Momento Linear
 - Conservação do momento linear
 - Momento e energia cinética em colisões

Momento e Energia Cinética em Colisões

- Sistema fechado e isolado:

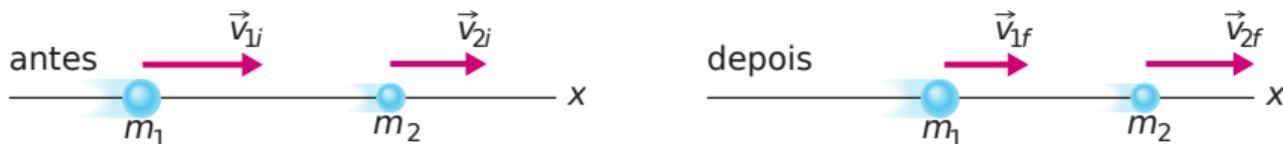
$$\vec{P}_f = \vec{P}_i$$

- E a energia?
 - Se a energia cinética total não é alterada (conservada): **colisão elástica**
 - Se a energia cinética total é alterada (não conservada): **colisão inelástica**
 - O caso de maior perda de energia cinética, é o caso em que os dois corpos permanecem juntos: **colisão perfeitamente inelástica**

Colisões Inelásticas em Uma Dimensão

Momento e Energia Cinética em Colisões

- Considere a situação abaixo



- Podemos escrever a lei de conservação do momento linear para o sistema como

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

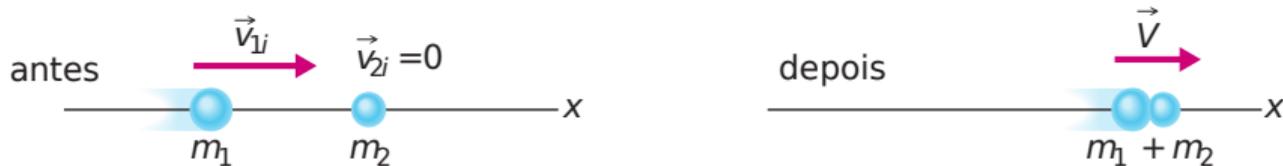
$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

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

Colisões Perfeitamente Inelásticas Unidimensionais

Momento e Energia Cinética em Colisões

- Considere a situação abaixo



- Neste caso, $v_{2i} = 0$ (alvo). Após a colisão, os corpos se movem juntos com velocidade V .
- Podemos escrever

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

$$\vec{p}_{1i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

$$m_1 v_{1i} = m_1 V + m_2 V$$

$$V = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

Velocidade do centro de massa

Momento e Energia Cinética em Colisões

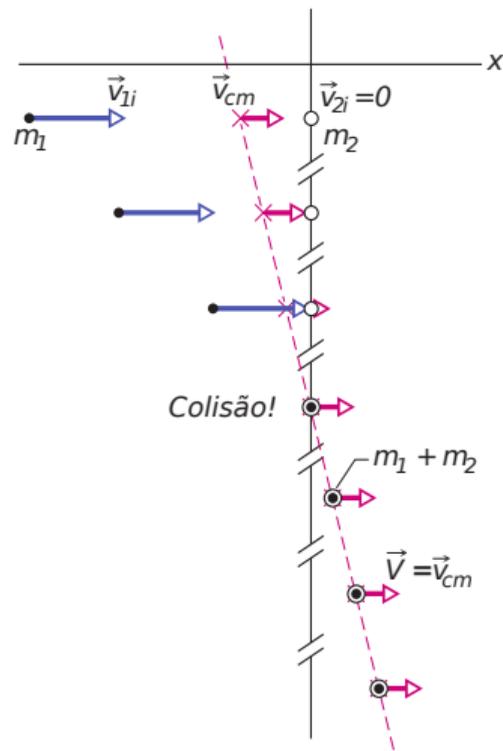
- Em um sistema fechado e isolado, a velocidade \vec{v}_{cm} do sistema não pode variar em uma colisão
- Para obter o valor de \vec{v}_{cm} , vamos voltar ao sistema de dois corpos

$$\vec{P} = M\vec{v}_{cm} = (m_1 + m_2)\vec{v}_{cm}$$

- Como \vec{P} é conservado: $\vec{P} = \vec{P}_i = \vec{P}_f$. Desta forma

$$\vec{P} = \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f} = (m_1 + m_2)\vec{v}_{cm}$$

$$\vec{v}_{cm} = \frac{\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}}{(m_1 + m_2)} = \frac{\vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}}{(m_1 + m_2)}$$



O corpo 1 e o corpo 2 sofrem uma colisão perfeitamente inelástica. Qual é o momento linear final dos corpos se os momentos iniciais são, respectivamente, (a) $10\text{kg} \cdot \text{m/s}$ e 0 ; (b) $10\text{kg} \cdot \text{m/s}$ e $4\text{kg} \cdot \text{m/s}$; (c) $10\text{kg} \cdot \text{m/s}$ e $-4\text{kg} \cdot \text{m/s}$?

Exemplo: Conservação do momento de um pêndulo balístico

Um pêndulo balístico de massa $M = 5,4\text{kg}$ é atingido por uma bala de massa $m = 9,5\text{g}$ que fica incrustada na madeira. O CM do sistema atinge uma altura de $h = 6,3\text{cm}$. Qual era a velocidade da bala antes da colisão?

- Vamos supor que durante a colisão, o sistema está isolado e o momento linear total é conservado
- Podemos usar

$$V = \frac{m}{m + M}v$$

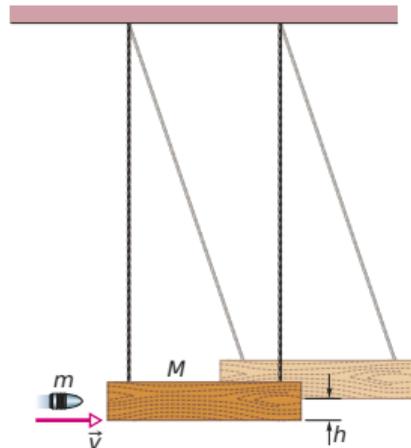
- A energia mecânica do sistema bala-bloco-Terra é conservada

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$

- Obtemos

$$v = \frac{m + M}{2} \sqrt{2gh} = 630\text{m/s}$$



Exemplo: Conservação do momento de um pêndulo balístico

Um pêndulo balístico de massa $M = 5,4\text{kg}$ é atingido por uma bala de massa $m = 9,5\text{g}$ que fica incrustada na madeira. O CM do sistema atinge uma altura de $h = 6,3\text{cm}$. Qual era a velocidade da bala antes da colisão?

- Vamos supor que durante a colisão, o sistema está isolado e o momento linear total é conservado
- Podemos usar

$$V = \frac{m}{m + M}v$$

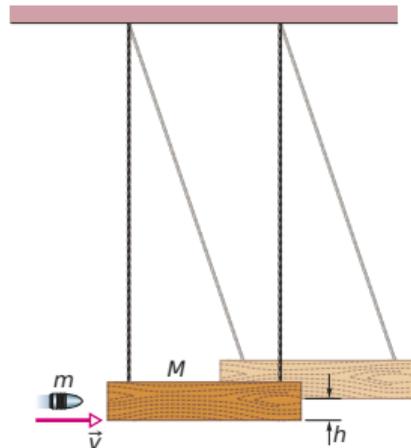
- A energia mecânica do sistema bala-bloco-Terra é conservada

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$

- Obtemos

$$v = \frac{m + M}{2} \sqrt{2gh} = 630\text{m/s}$$



Exemplo: Conservação do momento de um pêndulo balístico

Um pêndulo balístico de massa $M = 5,4\text{kg}$ é atingido por uma bala de massa $m = 9,5\text{g}$ que fica incrustada na madeira. O CM do sistema atinge uma altura de $h = 6,3\text{cm}$. Qual era a velocidade da bala antes da colisão?

- Vamos supor que durante a colisão, o sistema está isolado e o momento linear total é conservado
- Podemos usar

$$V = \frac{m}{m + M}v$$

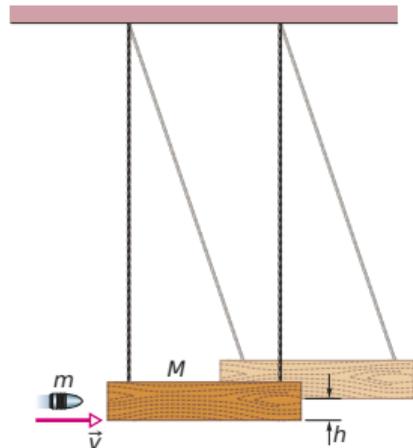
- A energia mecânica do sistema bala-bloco-Terra é conservada

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$

- Obtemos

$$v = \frac{m + M}{2} \sqrt{2gh} = 630\text{m/s}$$



Exemplo: Conservação do momento de um pêndulo balístico

Um pêndulo balístico de massa $M = 5,4\text{kg}$ é atingido por uma bala de massa $m = 9,5\text{g}$ que fica incrustada na madeira. O CM do sistema atinge uma altura de $h = 6,3\text{cm}$. Qual era a velocidade da bala antes da colisão?

- Vamos supor que durante a colisão, o sistema está isolado e o momento linear total é conservado
- Podemos usar

$$V = \frac{m}{m + M}v$$

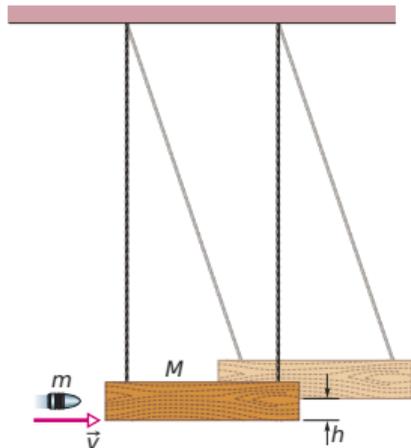
- A energia mecânica do sistema bala-bloco-Terra é conservada

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$

- Obtemos

$$v = \frac{m + M}{2} \sqrt{2gh} = 630\text{m/s}$$



Exemplo: Conservação do momento de um pêndulo balístico

Um pêndulo balístico de massa $M = 5,4\text{kg}$ é atingido por uma bala de massa $m = 9,5\text{g}$ que fica incrustada na madeira. O CM do sistema atinge uma altura de $h = 6,3\text{cm}$. Qual era a velocidade da bala antes da colisão?

- Vamos supor que durante a colisão, o sistema está isolado e o momento linear total é conservado
- Podemos usar

$$V = \frac{m}{m + M}v$$

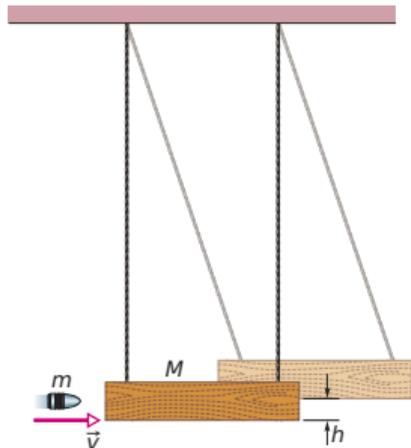
- A energia mecânica do sistema bala-bloco-Terra é conservada

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$

- Obtemos

$$v = \frac{m + M}{2} \sqrt{2gh} = 630\text{m/s}$$



- Reproduza as passagens de maneira independente!
- Estude as referências!
 - D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker. *Fundamentos de Física - Mecânica*, volume 1. LTC, 10 edition, 2016
 - P.A. Tipler and G. Mosca. *Física para Cientistas e Engenheiros*, volume 1. LTC, 10 edition, 2009
 - H.M. Nussenzveig. *Curso de física básica, 1: mecânica*. E. Blucher, 2013
 - H.D. Young, R.A. Freedman, F.W. Sears, and M.W. Zemansky. *Sears e Zemansky física I: mecânica*
 - M. Alonso and E.J. Finn. *Física: Um curso universitário - Mecânica*. Editora Blucher, 2018
 - R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M.L. Sands. *Lições de Física de Feynman*. Bookman, 2008

