Clase Física Básica

Problemas Energía Mecánica

Teoría Impulso y Cantidad de Movimiento

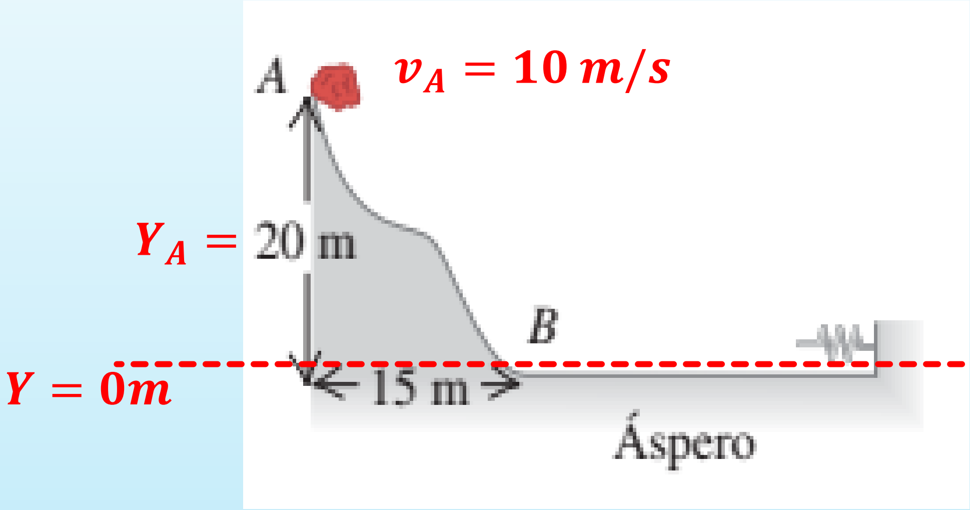
Ing. Eddy Solares

USAC

Una piedra de 15.0 kg baja deslizándose una colina nevada como muestra la figura, partiendo del punto A con una rapidez de 10.0 m/s. No hay fricción en la colina entre los puntos A y B, pero sí en el terreno plano en la base, entre B y la pared. Después de entrar en la región áspera, la piedra recorre 100 m y choca con un resorte muy largo y ligero, cuya constante de fuerza es de 2.00 N/m. Los coeficientes de fricción cinética y estática entre la piedra y el suelo horizontal son de 0.20 y 0.80, respectivamente. a) ¿Qué rapidez tiene la piedra al llegar al punto B? b) ¿Qué distancia comprimirá la piedra al resorte?

Se plantea un sistema por tramos tomando en cuenta todas las interacciones

Tramo A-B sistema conservativo , Tramo B-C no conservativo



a) Calculo de la rapidez de la piedra en el punto B

Tramo A-B conservación de la Energía Mecánica

$$E_B = E_A$$

$$\cancel{U_{elB}} + \cancel{U_{gB}} + K_B = \cancel{U_{elA}} + U_{gA} + K_A$$

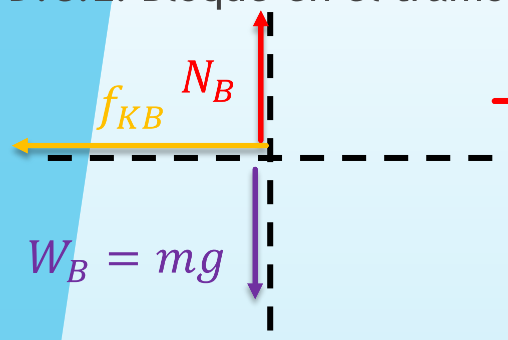
$$\frac{1}{2}\cancel{m}v_B^2 = \cancel{m}gy_A + \frac{1}{2}\cancel{m}v_A^2$$

$$v_B = \sqrt[2]{v_A^2 + 2gy_A} = \sqrt[2]{(10)^2+2(9.8)(20)} = \mathbf{22.18\ m/s}$$

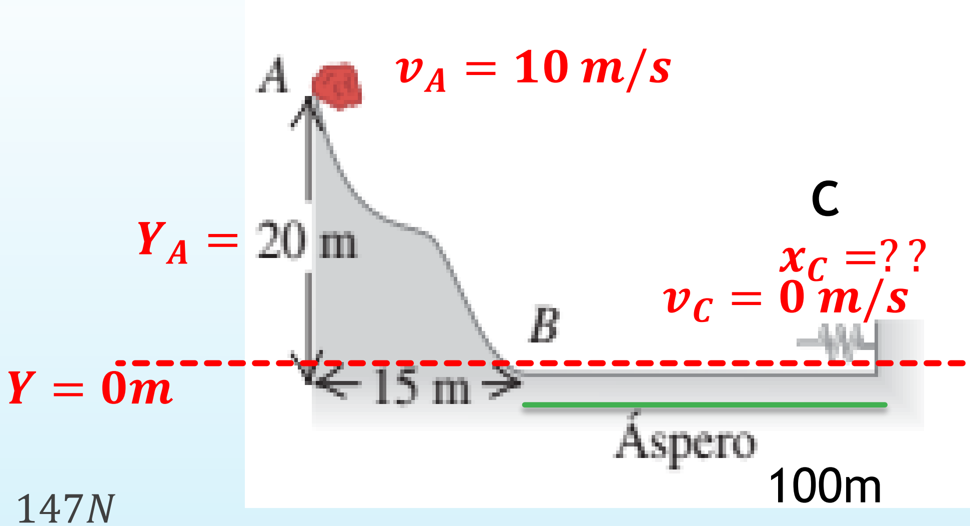
b) Maxima compresión del resorte el la superficie con fricción cinética

Por lo tanto es necesario calcular la fuerza y el valor de trabajo que realiza

D.C.L. Bloque en el tramo B-C



$S_{BC} = 100$



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$N_B - W_B = 0$$

$$N_B = W_B = mg = (15.0)(9.8) = 147N$$

$$f_{kB} = \mu_k N_B = (0.20)(147) = 29.4N$$

La fuerza de fricción no depende del sistema por lo cual no se ve afectado durante todo el sistema pero el si afecta a la energía.

$$W_f = U_{elC} + \cancel{U_{gC}} + \cancel{K_C} - (\cancel{U_{elB}} + \cancel{U_{gB}} + K_B)$$

$$W_f = U_{elC} - K_B$$

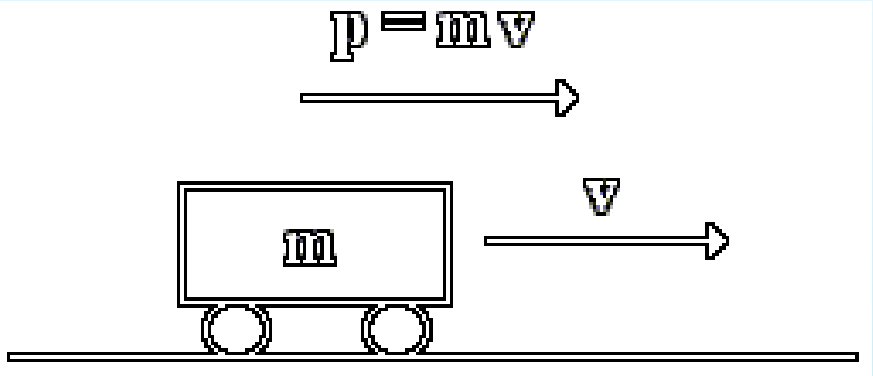
$$-f_{kB} S_{BC} = \frac{1}{2} k_R x_C^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$x_C = \sqrt[2]{\frac{m v_B^2 - 2 f_{kB} S_{BC}}{k_R}} = \sqrt[2]{\frac{15(22.18)^2 - 2(29.4)(100)}{2}} = \mathbf{27.38m}$$

Cantidad de Movimiento

La cantidad de movimiento, momento lineal, ímpetu o momentum es una magnitud física derivada de tipo vectorial que describe el movimiento de un cuerpo en cualquier teoría mecánica. En mecánica clásica, la cantidad de movimiento se define como el producto de la masa del cuerpo y su velocidad en un instante determinado.

$$\vec{p} = m\vec{v} \; [kg\, m/s]$$

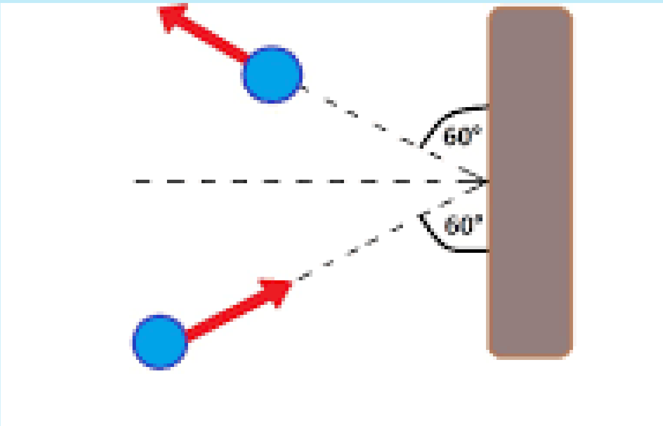


$$\vec{p}_x = m\vec{v}_x \qquad \vec{p}_y = m\vec{v}_y \qquad \vec{p}_z = m\vec{v}_z$$

Aplicando este concepto de momento lineal a las consideraciones de Newton

$$\sum \vec{F}_i = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dm\vec{v}}{dt}$$

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



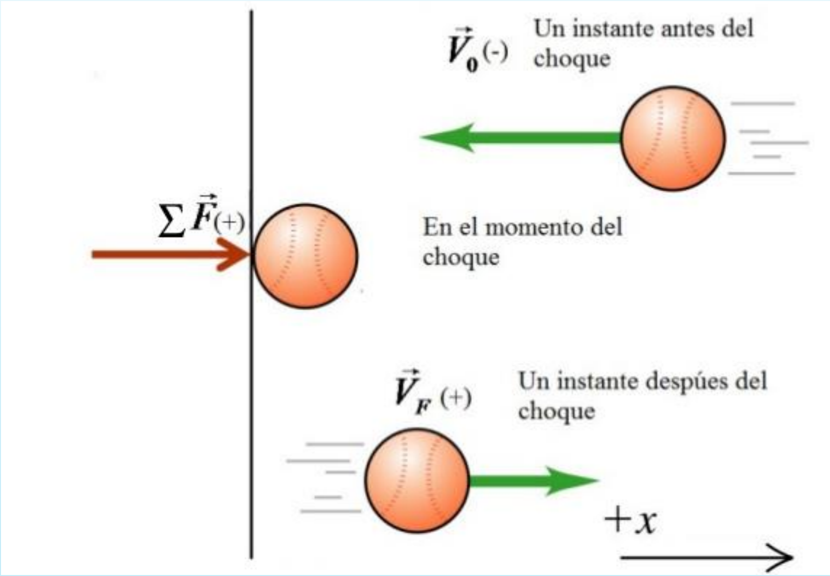
Teorema de Impulso y Cantidad de Movimiento

En mecánica, se llama impulso a la magnitud vectorial, denotada usualmente como J, definida como la variación en el momento lineal que experimenta un objeto físico en un sistema cerrado.

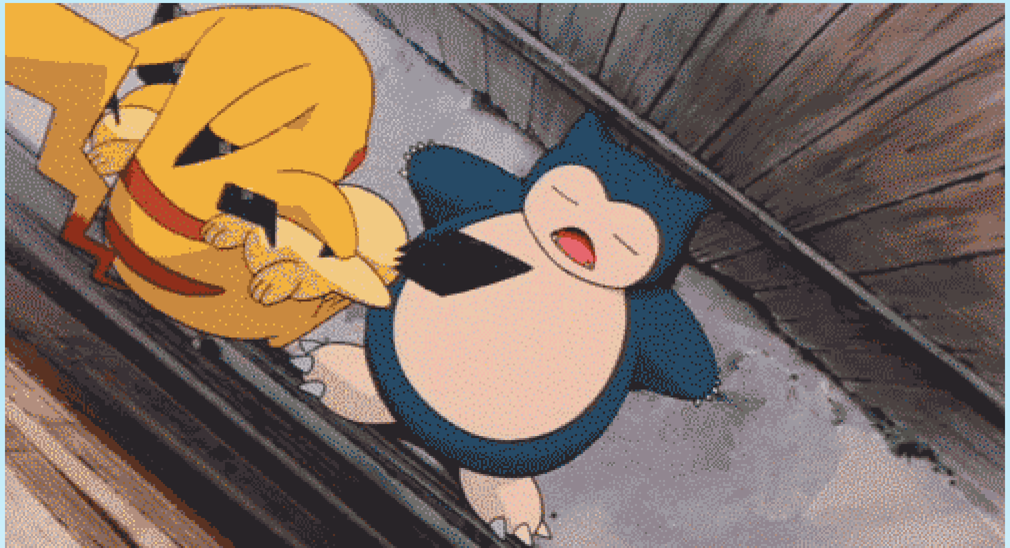
El impulso provocado por una fuerza constante.

$$\vec{J} = \sum \vec{F}(t_2 - t_1) = \sum \vec{F}\,\Delta t \;\; [kg\, m/s]$$

$$\vec{J} = \frac{d\vec{p}}{dt}(\Delta t) = \frac{\Delta\vec{p}\,\Delta t}{\Delta t} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_o = m\vec{v}_f - m\vec{v}_o$$



Por lo tanto existe la implicación vectorial por lo cual tendrá componentes



Impulso y momento lineal para sistemas variables

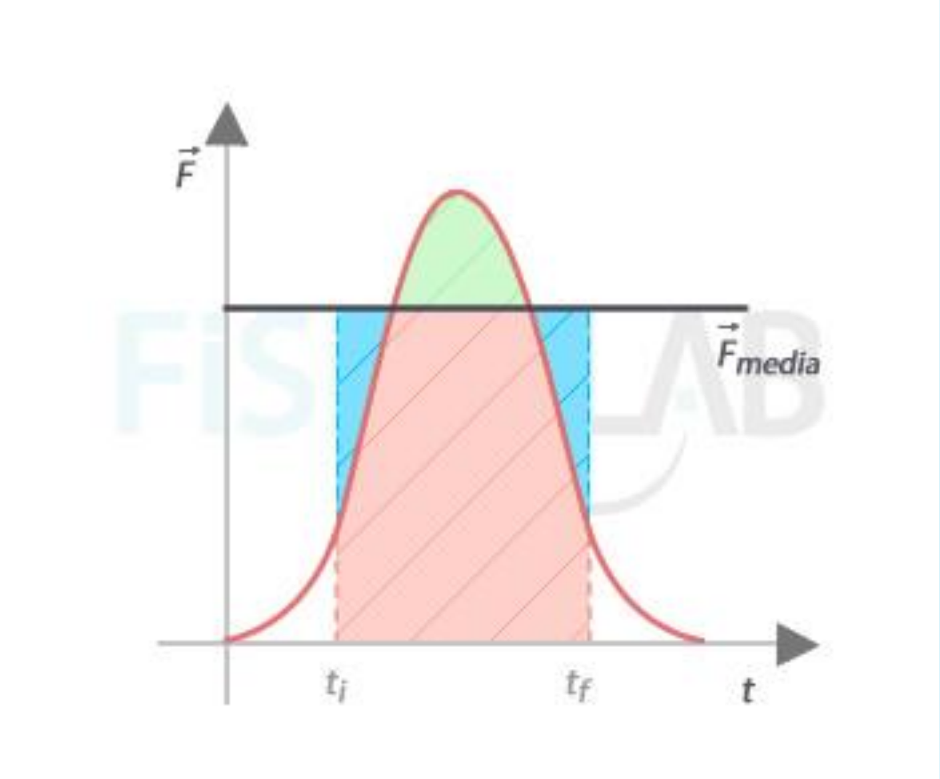
Cuando el sistema es variable o en este caso la fuerza no es uniforme teniendo dependencia ahora en función del tiempo podremos decir, que el área bajo la curva del grafico de fuerza vrs tiempo es el impulso o cantidad de movimiento.

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F} dt \quad [kg\, m/s]$$

El impulso es una característica totalmente vectorial por lo

Que es necesario establecer y trabajar siempre por componentes

$$\vec{J}_x \quad , \quad \vec{J}_y \quad , \quad \vec{J}_z$$



Conservación del momento lineal

la variación en la cantidad del movimiento y el impulso van estrechamente ligados. La conservación de la cantidad de movimiento lineal es una de las cantidades físicas que en un sistema cerrado aparecen inalterables. Así, si sobre un sistema no se ejerce fuerza neta alguna, el momento lineal total del sistema no puede variar. Y para nuestro caso: para hacer variar la cantidad de movimiento de un cuerpo es necesario aplicarle un impulso producto de una fuerza.

$$\cancel{\sum \vec{F}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Al no existir fuerzas externas que puedan alterar al sistemas este puede tener cambio de velocidad pero será dado por las fuerzas internas del sistema

$$0 = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \rightarrow \quad \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = 0$$

$$\Delta\vec{p} = 0$$

$$\vec{p}_f = \vec{p}_o$$

Choque o colisión elástica

En física, en el caso ideal, una colisión perfectamente elástica es un choque entre dos o más cuerpos que no sufren deformaciones permanentes debido al impacto. En una colisión perfectamente elástica se conservan tanto el momento lineal como la energía cinética del sistema. Claro está que durante una colisión, aunque sean de dos sólidos, no se puede considerar perfectamente elástico ya que siempre hay una deformación.

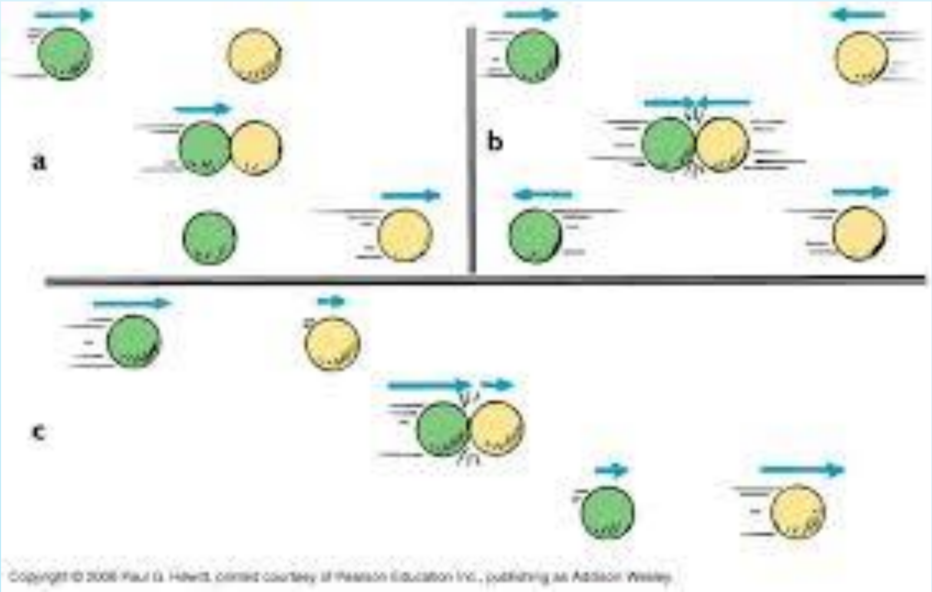
Las colisiones en las que la energía no se conserva producen deformaciones permanentes de los cuerpos y se denominan colisiones inelásticas.

Colisiones elásticas son aquellas en las cuales no hay intercambio de masa entre los cuerpos que colisionan, sin embargo, hay conservación neta de energía cinética.

$$\Delta\vec{p} = 0$$

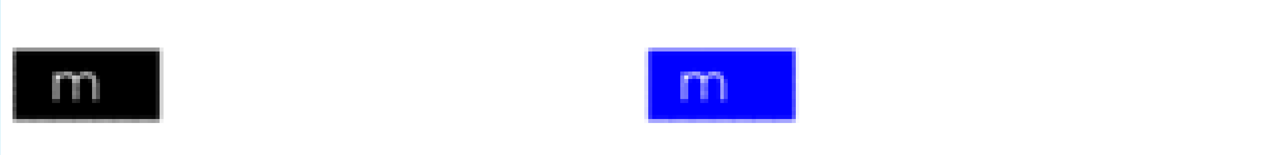
$$\vec{p}_f = \vec{p}_o$$

$$\boldsymbol{m_1\vec{v}_{f1} + m_2\vec{v}_{f2} = m_1\vec{v}_{o1} + m_2\vec{v}_{o2}}$$



$$K_f = K_o$$

$$\boldsymbol{\frac{1}{2}m_1v_{f1}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{f2}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{o1}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{o2}^2}$$

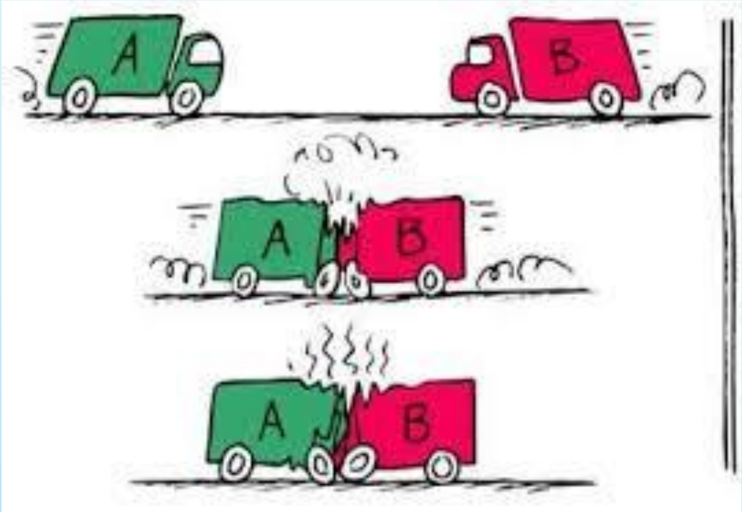


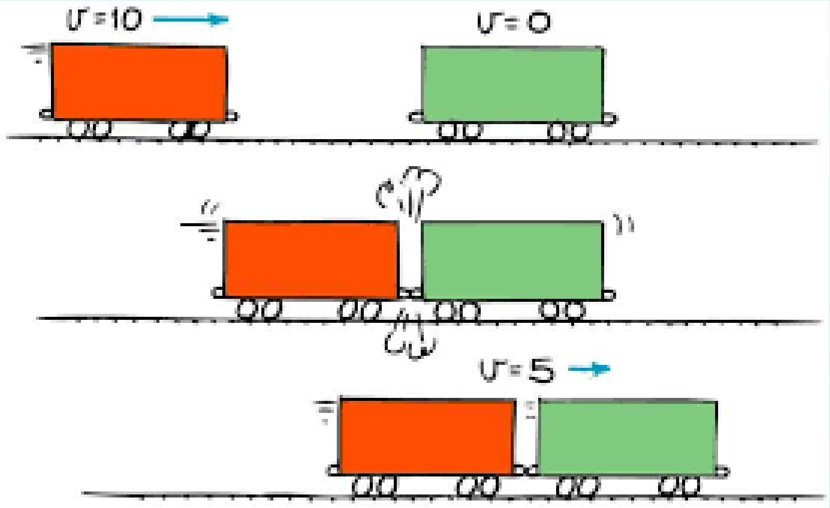
Choques o colisiones Inelásticas

En un choque inelástico (o choque plástico) los cuerpos presentan deformaciones luego de su separación, esto es una consecuencia del trabajo realizado. En el caso ideal de un choque perfectamente inelástico, los objetos en colisión permanecen pegados entre sí. El marco de referencia del centro de masas permite presentar una definición más precisa. En los choques inelásticos la energía cinética no se conserva, ya que parte de ella es "usada" para deformar el cuerpo.

Es por esto que se puede decir que en el choque inelástico la energía se ve reducida debido a la incapacidad de regresar a su estado original los cuerpos.

De tal manera que en el choque inelástico habrá transformación de energía mientras en contraste, el choque elástico la mantendrá constante.





$$\Delta\vec{p} = 0$$

$$\vec{p}_f = \vec{p}_o$$

$$(\boldsymbol{m_1} + \boldsymbol{m_2})\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{f}} = \boldsymbol{m_1}\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{o1}} + \boldsymbol{m_2}\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{o2}}$$

$$\boldsymbol{K_o} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{m_1}\boldsymbol{v}_{\boldsymbol{o1}}^{\mathbf{2}} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{m_2}\boldsymbol{v}_{\boldsymbol{o2}}^{\mathbf{2}}$$

$$\boldsymbol{K_f} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}(\boldsymbol{m_1} + \boldsymbol{m_2})\boldsymbol{v}_{\boldsymbol{f}}^{\mathbf{2}}$$