|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | Impulso y momento lineal |
| Código del guion | CN\_10\_06\_CO |
| Descripción | Existen interacciones entre los cuerpos debidas a fuerzas no constantes. Estudiaremos los conceptos de impulso y momento lineal que nos explican el comportamiento entre los cuerpos que chocan. Verás que mientras las partes varían, la cantidad de movimiento del sistema se conserva. |

[SECCIÓN 1] 1. **El** **impulso**

De acuerdo con la **segunda ley de Newton**,sabemos que cuando una fuerza constante actúa sobre un objeto ocasiona un cambio en la velocidad del mismo. Por ejemplo, la fuerza de resistencia que opone una pared al ser atravesada por una bala haciendo que cambie la velocidad del proyectil, siendo menor al emerger; o la fuerza del impacto entre dos vehículos que cambia sus velocidades, o el golpe de un balón de baloncesto contra el suelo, que hace que el balón cambie su velocidad, tanto en magnitud como en dirección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_CO\_IMG01 |
| **Descripción** | Bala impactando un bloque de hielo |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  181974623 |
| **Pie de imagen** | Cuando la bala impacta sobre el bloque de hielo incide con una velocidad que puede ser incluso superior a la velocidad del sonido (340 m/s); durante el breve instante de tiempo en que la bala recorre el interior del bloque experimenta una fuerza “de frenado” que reduce su velocidad de salida. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

Todos estos casos tienen en común los cortos intervalos de tiempo durante los cuales actúa la fuerza, los cuales pueden ser de **milisegundos (ms)** o incluso de **microsegundos (μs)**. Este tipo de fuerzas actuantes durante intervalos de tiempo muy cortos y que además tienen grandes magnitudes se denominan **fuerzas impulsivas**.

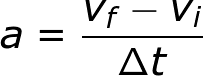
|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Los **milisegundos** (ms) corresponden a una milésima de segundo (1 ms = 10-3 s) y los **microsegundos** equivalen a una millonésima de segundo (1 μs = 10-6 s). |

Al aplicar la **segunda ley de Newton**,



CN\_10\_06\_formula01

a este tipo de situaciones con fuerzas impulsivas **F**,que actúan duranteun intervalo de tiempo ∆t, y recordando la definición de aceleración,



CN\_10\_06\_formula02

se puede encontrar una “segunda versión” para la segunda ley:



CN\_10\_06\_formula03

Y de ella se desprende una nueva cantidad llamada **momento lineal p** (la cual será explicada en detalle en la siguiente sección), definida con la expresión



CN\_10\_06\_formula04

Con esta nueva magnitud vectorial **p**, también llamada **cantidad de movimiento**, la “segunda versión” para la segunda ley de Newton, quedaría de la forma



CN\_10\_06\_formula05

Por tanto,



CN\_10\_06\_formula06

Al producto de la fuerza por el intervalo de tiempo durante el cual actúa **F**∆t se le llama **impulso I**.

El **impulso** es una **cantidad vectorial** pues es el resultado de multiplicar un vector (**F**) por un escalar (∆t), y se define como:



CN\_10\_06\_formula07

en términos de la fuerza, o como



CN\_10\_06\_formula08

en términos del momento lineal **p**. Esta ecuación nos indica que es necesario aplicar una **fuerza** para cambiar el **momento lineal** de un objeto, ya sea modificando su magnitud o dirección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_CO\_IMG02 |
| **Descripción** | Bombero utilizando una manguera |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | <http://res.freestockphotos.biz/pictures/17/17470-a-firefighter-with-a-water-hose-pv.jpg>  Shutterstock:  282060272 |
| **Pie de imagen** | Por esta manguera de alta presión, utilizada por los bomberos, pueden salir hasta 15 litros de agua, que equivalen a 15 kg de agua en un segundo. Si se lanza el chorro contra una pared y no se considera el rebote de la salpicadura hacia atrás, y si el agua sale con una velocidad de 10 m/s, la fuerza que ejercerá sobre la pared será de 150 N durante 1 s. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Impulso mecánico** |
| **Contenido** | Como las fuerzas impulsivas actúan en intervalos de tiempo muy cortos, en realidad no es posible conocer con exactitud el valor de la fuerza **F**, la cual no es del todo constante; por tanto, se considera una **fuerza promedio** que actúa durante el intervalo de tiempo ∆t y de esta forma la magnitud del **Impulso** se definiría como    CN\_10\_06\_formula09  De acuerdo con esto, las **unidades del impulso** en el SI son    CN\_10\_06\_formula10 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza (recurso de exposición)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC10 |
| **Título** | El concepto de impulso |
| **Descripción** | Interactivo que presenta el concepto de impulso, sus características y ejemplos |

El **impulso mecánico** está presente en casi todas las prácticas deportivas y casi siempre puede ser aprovechado por el jugador, que además, debe tener cuidado de ser impactado por otro jugador o por los objetos. Por ejemplo, para que una pelota de béisbol de masa 0,20 kg, que se mueve con una velocidad de 50 m/s, al golpear un bate invierta su dirección y adquiera una velocidad de 60 m/s, debe recibir del bate una **fuerza promedio** de 1000 N al estar en contacto 2 ms.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG03 |
| **Descripción** | Gráfica de Fuerza *vs.* Tiempo |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen para ser creada, todo el fondo debe ser blanco, omitir fondo azul claro. El área debajo de la curva y arriba del eje x debe ser coloreada completamente de verde dejando el borde negro. |
| **Pie de imagen** | Cuando se realiza una gráfica de la Fuerza (**F**) en función del tiempo (t), el área bajo la curva, que se muestra en verde, representa el impulsoque es entregado por una fuerza durante el intervalo de tiempo ∆t. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Al calcular el **área bajo la curva** de la gráfica F *vs*. t, se considerarán solamente áreas de figuras geométricas conocidas, como cuadrados, rectángulos y triángulos. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG04 |
| **Descripción** | Área de la gráfica de Fuerza *vs*. tiempo  Imagen para ser creada: |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Para calcular el impulsoen la gráfica, se calcula el área bajo la gráfica F *vs.* t. Se identifica un triángulo cuya base mide 0,3 s y su altura 1000 N, luego su área es 150 Ns. El área del rectángulo de base 0,3 s y altura 1000 s es 300 Ns, por tanto, el impulso entregado por la fuerza durante 0,6 s es 450 Ns. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC20 |
| **Título** | Completa el crucigrama sobre el impulso |
| **Descripción** | Actividad que permite resolver problemas sobre gráficas de impulso mecánico. |

Durante una colisión, que puede ser entre vehículos, o de una pelota que rebota contra el piso, un bate de béisbol que golpea una bola, una raqueta de tenis que impacta una pelota, el golpe de un taco con una bola de billar, etc., está presente la **tercera ley de Newton**. Durante el intervalo de tiempo que dura el contacto entre los cuerpos, la fuerza que el objeto A ejerce sobre el objeto B es igual en magnitud y en sentido contrario a la fuerza que el objeto B ejerce sobre A.



CN\_10\_06\_formula11

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG05 |
| **Descripción** | *Airbag* |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  271009973 |
| **Pie de imagen** | Cuando un vehículo choca, la variación del momento lineal del sistema carro-pasajeros ocurre en un intervalo muy corto de tiempo (fuerza impulsiva). Los *airbags* ayudan a que esta misma variación suceda en un intervalo de tiempo mayor, de esta forma, la fuerza máxima que experimentan los pasajeros se reduce, disminuyendo los riesgos para ellos. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC30 |
| **Título** | Las distintas formas de impulso |
| **Descripción** | Actividad que permite resolver ejercicios sobre impulso |

[SECCIÓN 2] **1.1 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC40 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El impulso |
| **Descripción** | Actividad que refuerza el concepto de impulso |

**[SECCIÓN 1] 2. El momento lineal**

En esta sección estudiarás la física involucrada en los choques entre los objetos, así como su clasificación, según las características de una magnitud física muy importante denominada **momento lineal**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG06 |
| **Descripción** | Colisión entre vehículos |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  40562332 |
| **Pie de imagen** | Cuando dos vehículos colisionan, la gravedad del choque depende de factores como la masa de cada uno y la velocidad que llevaban al momento del impacto, es decir de sus momentos lineales. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza (recurso de exposición)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC50 |
| **Título** | El momento lineal y sus características |
| **Descripción** | Interactivo que presenta el concepto de momento lineal |

El **momento lineal** o la cantidad de movimiento **p** de un objeto, como se mencionó en la sección anterior, es el producto de su **masa** por su **velocidad**:



CN\_10\_06\_formula12

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Unidades del momento lineal** |
| **Contenido** | Al ser el producto de un escalar (**masa**) por un vector (**velocidad**), el **momento lineal** es una cantidad **vectorial** y las unidades en el SI son    CN\_10\_06\_formula13 |

En nuestra vida cotidiana vemos vehículos de diferentes tamaños y con distintos ritmos de movimiento. Por ejemplo, un automóvil que se mueve a 40 km/h tiene más momento lineal que al estar detenido. Sin embargo, al compararlo con un camión, que posee una mayor masa, este tendrá un mayor momento lineal si también viajara a 40 km/h.

Entre mayor sea el momento lineal que posea un vehículo será más difícil detenerlo y en caso de chocar con otro los daños también serán mayores.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG07 |
| **Descripción** | Investigación de accidente de tránsito |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  301329224 |
| **Pie de imagen** | En las investigaciones de accidentes de tránsito se debe recopilar la mayor cantidad de información posible, como la longitud de las huellas de frenado, las posiciones finales de los vehículos, el análisis de cámaras de seguridad, la estimación de las deformaciones sufridas por los vehículos, etc. Pero, uno de los elementos de la física indispensable para llevar a cabo la investigación es determinar el momento linealque tenía cada uno de los vehículos antes y después de la colisión. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

[SECCIÓN 2] **2.1 La conservación del momento lineal**

En la física, además de la energía, existen otras magnitudes que cumplen el principio de conservación bajo ciertas condiciones, como ocurre con el **momento lineal**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG08 |
| **Descripción** | Bolas de billar |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  223059757 |
| **Pie de imagen** | Si las bolas de billar blanca y amarilla chocan, la suma delmomento lineal de la bola blanca con el momento lineal de la bola amarilla tiene la misma magnitud antes del choque que inmediatamente después de él. Esto se cumple despreciando la fricción con la superficie de la mesa. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

La **conservación del momento lineal** enuncia que el **momento lineal total** (**ptotal)**de un sistema sobre el cual no actúan fuerzas externas, es decir ∑F = 0, permanece constante.

El **momento lineal total** (**ptotal)**es la **suma vectorial** de todos los momentos lineales de cada uno de los cuerpos que conforman un sistema. Por ejemplo, si chocan dos objetos **A** y **B**, la suma del **momento lineal de** **A** con el **momento de B** tiene la misma magnitud antes del choque que inmediatamente después de este, si no se consideran **fuerzas externas**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG09 |
| **Descripción** | Descripción de choque elástico |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen para ser creada:    Tener cuidado con los subíndices de v, también agregar flechas de vector sobre la letra v, del mismo color que la v.  Utilizar mismos colores, y escribir FBA y FAB en verde para que acompañen las flechas verdes. |
| **Pie de imagen** | Los choques pueden ser estudiados considerando tres instantes: antes de la colisión, en el cual cada cuerpo tiene una masa y una velocidad; durante la colisión, en donde se cumple la tercera ley de Newton, y después de la colisión, en el cual cada vehículo ha variado su velocidad final ya sea en magnitud o dirección. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

De acuerdo con la imagen anterior, el **momento lineal total inicial p0**, antes de la colisión, es



CN\_10\_06\_formula14

Luego,



CN\_10\_06\_formula15

El **momento lineal total** después de la colisión es



CN\_10\_06\_formula16

Luego,



CN\_10\_06\_formula17

La forma matemática de expresar la **conservación del momento lineal** sería:



CN\_10\_06\_formula18



CN\_10\_06\_formula19

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Conservación del momento lineal** |
| **Contenido** | Al plantear la conservación del momento lineal se debe ser cuidadoso con los signos, pues aunque se dice que es una suma, es una **suma vectorial**, debido a que la velocidad y, por tanto, el momento lineal son vectores que van en la misma dirección.  Por eso, antes de empezar a resolver un problema se sugiere decidir cuál será la dirección positiva y cuál la negativa del movimiento, y seguirla durante todo el desarrollo del problema. |

Consideremos la colisión entre los balones **A** y **B** de la imagen anterior. Las masa de los objetos es mA = 8 kg y mB = 5 kg, y sus velocidades iniciales antes del choque son 4 m/s y 7 m/s respectivamente. Si después de la colisión **A** se movió hacia la izquierda a 6 m/s, se puede calcular que la velocidad final con la que se movió la pelota **B** hacia la derecha fue 17 m/s.

Para resolver el problema anterior se tomó la dirección positiva del movimiento de los balones hacia la derecha y la dirección negativa hacia la izquierda.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC60 |
| **Título** | Resuelve ejercicios sobre momento lineal |
| **Descripción** | Actividad que propone ejercicios sobre momento lineal |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG10 |
| **Descripción** | La propulsión de un cohete |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  141865648    Se deben agregar dos flechas y los respectivos nombres de los vectores para que se vea así (usar modelo):  Las fechas deben tener la misma longitud y el mismo ancho. |
| **Pie de imagen** | En los sistemas de propulsión, como en el caso de un cohete, se aplica la conservación del momento lineal. Antes de empezar a emitir gases, el momento lineal total es cero, y después, cuando se quema el combustible, el momento total se conserva nulo, pues el generado por los gases se equilibra con el ganado por el cohete. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

Consideremos otro ejemplo. Una bola de bolos de 6 kg de masa golpea un pino de 1,0 kg moviéndolo hacia adelante con una velocidad de 4,5 m/s. Si la bola continúa su recorrido moviéndose a 2,0 m/s, ¿con qué velocidad golpeó al pino?



CN\_10\_06\_formula20



CN\_10\_06\_formula21

Al resolver la ecuación se obtiene



CN\_10\_06\_formula22

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG11 |
| **Descripción** | Bola de bolos |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  237969157 |
| **Pie de imagen** | La tercera ley de Newton se cumple independientemente del “tamaño” o la masa de los objetos que colisionan. Por ejemplo, la fuerza que ejerce la bola sobre los pinos es igual en magnitud a la fuerza de los pinos hacia la bola de billar, aunque esta sea más pesada. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC70 |
| **Título** | Conceptos de momento lineal e impulso |
| **Descripción** | Actividad que permite analizar las definiciones de momento lineal e impulso |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC80 (Oculto) |
| **Título** | ¿Qué tanto sabes sobre el impulso y el momento lineal? |
| **Descripción** | Actividad para resolver situaciones y ejercicios sobre la conservación del momento lineal e impulso |

**[SECCIÓN 2] 2.2 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

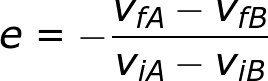
|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC90 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Aplicaciones del momento lineal |
| **Descripción** | Actividad para identificar la conservación del momento lineal |

[SECCIÓN 1] **3. Las colisiones**

Cuando dos objetos se acercan lo suficiente para producir un choque entre ellos, existe un gran número de colisiones posibles que caen dentro de dos límites, denominados elástico e inelástico. En esta sección se estudiarán en detalle estos dos casos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG12 |
| **Descripción** | Balón de baloncesto en movimiento |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  257446897 |
| **Pie de imagen** | Si se utilizara una cámara lenta para registrar la colisión del balón contra el suelo, se podría detallar cómo este se deforma temporalmente durante el contacto con el piso, antes del rebote. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

El grado de elasticidad o inelasticidad de un choque está determinado por el **coeficiente de restitución *e***:

****

CN\_10\_06\_formula23

que puede tomar valores entre 0 y 1. Para un choque perfectamente elástico e = 1 y totalmente inelástico e = 0. Estos son los dos tipos de choques que se estudiarán a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza (recurso de exposición)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC100 |
| **Título** | Las colisiones |
| **Descripción** | Interactivo que permite identificar las características de las colisiones |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC110 |
| **Título** | Cálculo en colisiones elásticas |
| **Descripción** | Actividad de refuerzo acerca de cálculos en colisiones elásticas |

**[SECCIÓN 2] 3.1 Las colisiones elásticas**

Al aplicar los principios de conservación del momento lineal y de la energía es posible conocer información acerca de lo que ocurre con los objetos después de un choque. Tanto en las colisiones **elásticas** como **inelásticas** se conserva el **momento lineal total**, que es igual antes y después de la colisión. Sin embargo, solo en las elásticas se conserva la **energía cinética**, es decir, la energía cinética total del sistema antes y después de la colisión permanece constante.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG13 |
| **Descripción** | Mesa de billar |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Shutterstock:  65337550 |
| **Pie de imagen** | Cuando el jugador golpea con el taco la bola esta, al chocar con las que encuentra en su camino, las golpea y cada una de ellas continúa por una trayectoria independiente. Este es un ejemplo de colisión elástica. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Las **colisiones perfectamente elásticas** se caracterizan por presentar un coeficiente de restitución 1; además, porque la energía cinética total del sistema se conserva antes y después de la colisión. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC120 |
| **Título** | Identifica características del choque elástico |
| **Descripción** | Actividad que permite analizar las condiciones antes y después de una colisión |

En la naturaleza es usual encontrar colisiones que se ajustan muy bien a las elásticas. Por ejemplo, en la teoría molecular de los gases ideales, los choques de las moléculas de aire con las paredes del recipiente que las contiene son altamente elásticas. También se pueden definir como elásticas las colisiones entre partículas atómicas y subatómicas.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG14 |
| **Descripción** | Partículas de gas ideal |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen para ser creada  Basarse en:  <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Pressure_exerted_by_collisions.svg>  File:Pressure exerted by collisions.svg |
| **Pie de imagen** | Las colisiones de las partículas que conforman un gas, con las paredes del recipiente contenedor y entre ellas mismas, son consideradas perfectamente elásticas por la teoría cinético-molecular de los gases. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

Exploremos ahora la colisión entre dos carros de juguete idénticos que chocan frontalmente. El carrito **A** viaja hacia la derecha a 5 m/s y el **B** viaja hacia la izquierda a 4 m/s. Los juguetes chocan y rebotan, ¿con qué rapidez y en qué dirección se movieron después de la colisión?

Lo primero que debemos realizar es un esquema físico de la situación y elegir cuál será la dirección positiva y cuál la negativa, como se muestra en la siguiente imagen.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG15 |
| **Descripción** | Choque elástico entre dos carros |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen basada en gráficos de internet por el autor.  Debe ser creada:    Los carritos deben ser coloreados, puede ser de amarillo el A y de azul el B. |
| **Pie de imagen** | Ejemplo de una colisión perfectamente elástica; en ella se aplica la conservación del momento lineal y la conservación de la energía cinética del sistema antes y después de la colisión para poder encontrar la velocidad final de los dos objetos. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

Al tratarse de una colisión elástica se plantea la conservación del momento lineal:



CN\_10\_06\_formula24

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (1).gif

CN\_10\_06\_formula25

Así se obtiene la primera ecuación importante:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (2).gif

CN\_10\_06\_formula26

Y al aplicar la conservación de la energía:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn.gif

CN\_10\_06\_formula27

se obtiene la segunda ecuación clave:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (3).gif

CN\_10\_06\_formula28

Con las dos ecuaciones resultantes se puede formar un sistema de ecuaciones, el cual puede ser resuelto por los métodos algebraicos de igualación, sustitución o eliminación.

Al hacer la sustitución de la primera ecuación, en la segunda se llega finalmente a una ecuación cuadrática:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (4).gif

CN\_10\_06\_formula29

Esto lleva a dos posibles soluciones; sin embargo, se considera la que mayor sentido físico tenga, de acuerdo con la situación problema, y se obtiene:



CN\_10\_06\_formula30

y



CN\_10\_06\_formula31

Este resultado indica que para el caso de la colisión frontal entre dos objetos que tienen la misma masa hay un “intercambio de velocidades”. Es decir, la velocidad inicial del carro **A** pasa a ser la velocidad final del carro **B**, y viceversa para las velocidades del carro **B**.

[SECCIÓN 2] **3.2 Las colisiones inelásticas**

En las colisiones, generalmente, parte de la energía cinética se convierte en energía sonora o en trabajo asociado a la deformación de los cuerpos involucrados. Una **colisión inelástica** es aquella en la cual **se conserva** el momento lineal total, pero **no se conserva** la energía cinética total del sistema.

Por ejemplo, cuando un balón de caucho choca contra el suelo, parte de la energía cinética del sistema balón-piso se transforma durante el proceso de deformación del balón.

Existe un caso particular de colisión inelástica, la **perfectamente inelástica**, en la cual los objetos al chocar quedan “unidos”, de modo que se convierten en “un solo cuerpo” y ahora se mueven con una velocidad final común.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG16 |
| **Descripción** | Colisión entre vehículos |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | **Shutterstock:**  **324359720** |
| **Pie de imagen** | En esta colisión, luego de que el bus impacta al automóvil, estos quedan “unidos”, pues el bus arrastra al carro algunos metros hacia atrás. Este es un ejemplo de colisión perfectamente inelástica. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Las **colisiones perfectamente inelásticas** se caracterizan por presentar un coeficiente de restitución 0; además, se conserva el momento lineal pero *no* la energía cinética, y los dos objetos quedan unidos después de la colisión. |

Veamos un ejemplo de una colisión perfectamente inelástica, representado en la siguiente imagen. Un carro de 4 kg se encuentra inicialmente en reposo, hacia él se aproxima otro carro de 6 kg de masa a 3 m/s hacia la derecha. Luego del impacto, los dos objetos se quedan unidos de forma que juntos se mueven con la misma velocidad que llamaremos **vf**. Encontremos la velocidad final del sistema.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_IMG17 |
| **Descripción** | Choque elástico entre dos carros |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen basada en gráficos de internet por el autor.  Debe ser creada: |
| **Pie de imagen** | Ejemplo de colisión perfectamente inelástica, en ella se aplica la conservación del momento lineal pero *no* la conservación de la energía cinética para poder encontrar la velocidad final de los dos objetos que han quedado “unidos”. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

Para resolver el problema anterior se plantea solamente la conservación del momento lineal total antes y después de la colisión:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (5).gif

CN\_10\_06\_formula32

Al sustituir los valores dados:

C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (6).gif

CN\_10\_06\_formula33

se obtiene como resultado:



CN\_10\_06\_formula34

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC130 (Oculto) |
| **Título** | Cálculo en colisiones inelásticas |
| **Descripción** | Actividad que permite realizar cálculos de colisiones inelásticas |

**[SECCIÓN 2] 3.3 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC140 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Diferencias entre choques elásticos e inelásticos |
| **Descripción** | Actividad que permite diferenciar propiedades de los colisiones elásticas e inelásticas |

**[SECCIÓN 1] Competencias**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC150 |
| **Título** | Competencias: el juego de billar y el momento lineal |
| **Descripción** | Actividad que propone el juego de billar como aplicación de colisiones |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza (recurso de exposición)** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC160 |
| **Título** | Competencias: colisiones y pruebas de seguridad en automóviles |
| **Descripción** | Actividad que muestra las pruebas de colisión de automóviles como caso de aplicación de momento lineal |

**[SECCIÓN 1] Fin de tema**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mapa conceptual** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC170 |
| **Título** | Mapa conceptual |
| **Descripción** | Mapa conceptual del tema Impulso y momento lineal |

|  |  |
| --- | --- |
| **Evaluación: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC180 |
| **Título** | Evaluación |
| **Descripción** | Evalúa tus conocimientos sobre el tema Impulso y momento lineal |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_10\_06\_REC190 | |
| **Web 01** | *Ejemplos de colisiones elásticas entre bolas de billar* | <https://www.youtube.com/watch?v=voPWWBMg9vw> |
| **Web 02** | *Simulación de choques elásticos e inelásticos* | <https://phet.colorado.edu/sims/collision-lab/collision-lab_es.html> |
| **Web 03** | *La conservación del momento lineal en explosiones* | <http://www.educaplus.org/play-312-Conservaci%C3%B3n-del-momento-lineal.html> |