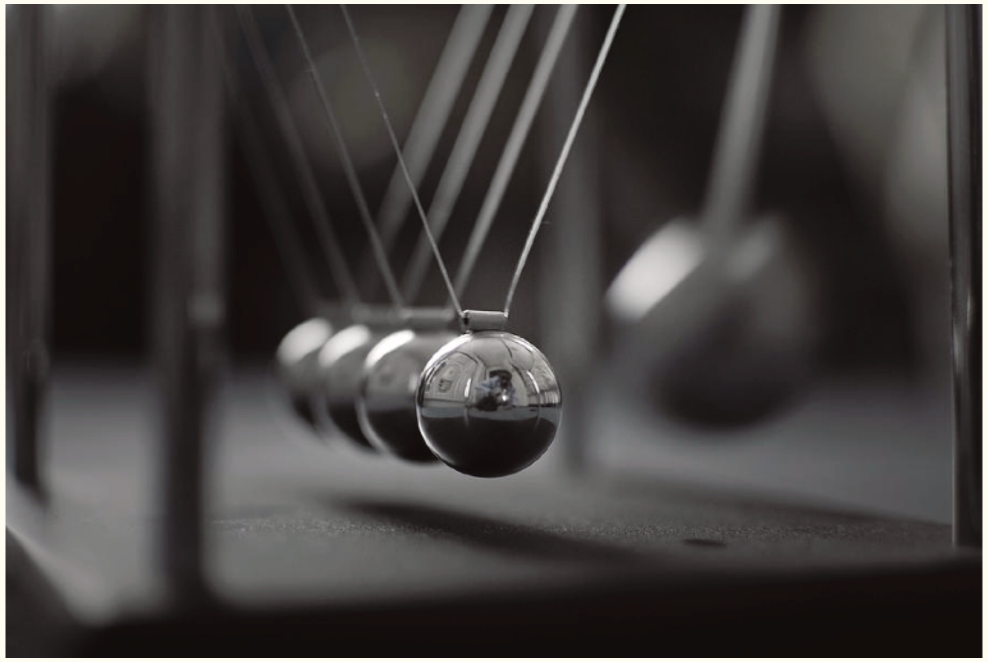
Estática y Dinámica
FIS1513

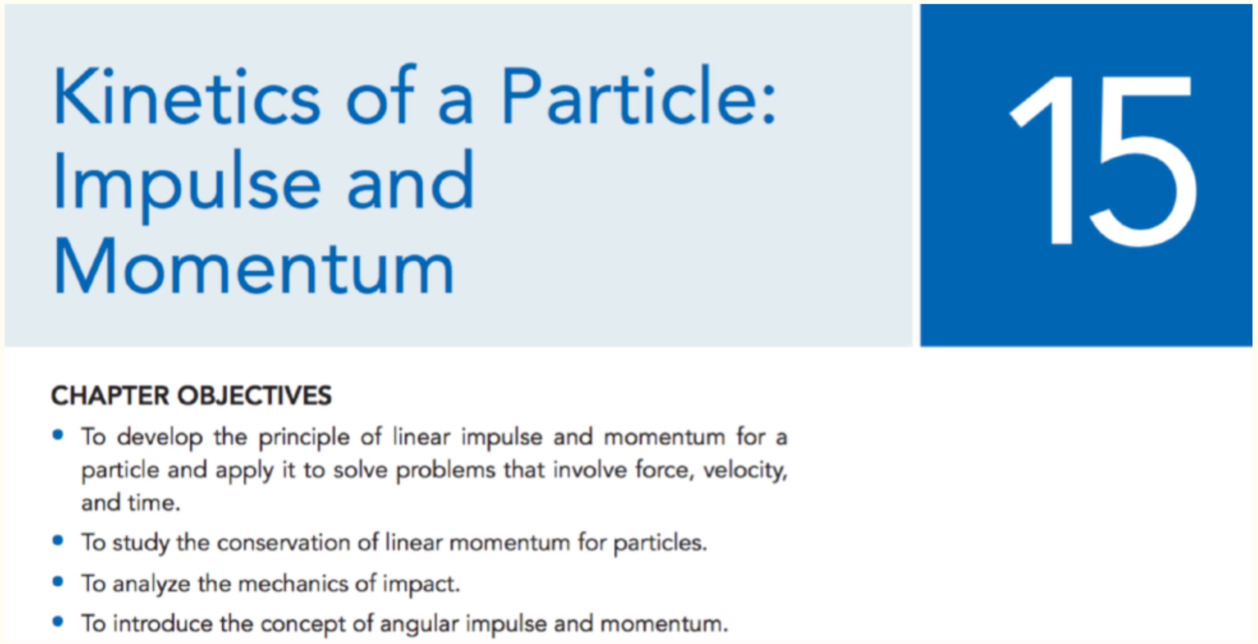
Clase #19
22-10-2018
Impulso y Momento

Anuncios

- El profe está de viaje debido a su trabajo de investigación
  - Regresa el 28 de Octubre
  - Durante su ausencia todo sigue con normalidad en los horarios usuales.
- La i3 es el martes 30 de Octubre a las 18.30 hrs.
  - Entra “Trabajo y Energía” (con un poco más de énfasis en la materia no evaluada en la i2, que es potencia y movimiento armónico simple), y todo el capítulo de “Impulso y Momento”.



Impulso y Momento



Kinetics of a Particle: Impulse and Momentum

15

CHAPTER OBJECTIVES

- To develop the principle of linear impulse and momentum for a particle and apply it to solve problems that involve force, velocity, and time.
- To study the conservation of linear momentum for particles.
- To analyze the mechanics of impact.
- To introduce the concept of angular impulse and momentum.

Impulse and momentum principles are required to predict the motion of this golf ball.

Capítulo 15 del Hibbeler y 8 del Young-Freedman

MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

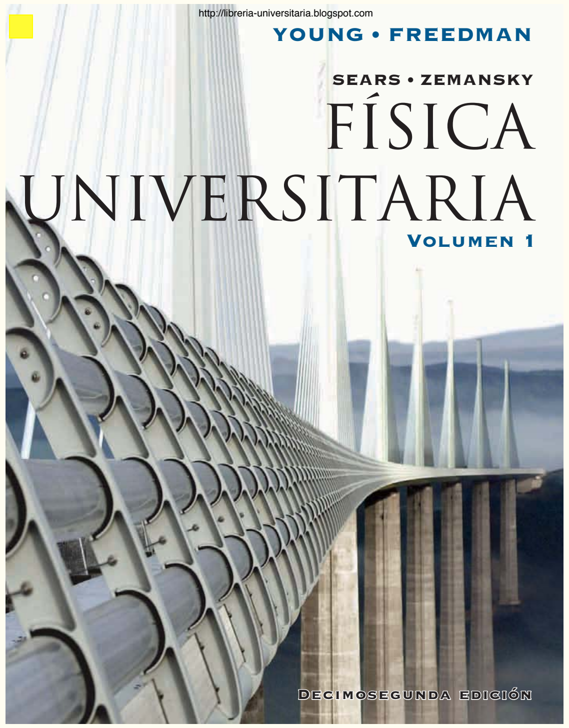
8

? ¿Qué podría causar una lesión más grave: ser tacleado por un jugador ligero que corre rápidamente, o ser tacleado por un jugador con el doble de masa, pero que corre con una rapidez que equivale a la mitad de la del primero?

METAS DE APRENDIZAJE

Al estudiar este capítulo, usted aprenderá:

- El significado de momento lineal de una partícula y cómo el impulso de la fuerza neta que actúa sobre una partícula hace que su momento lineal varíe.
- Las condiciones en las que el momento lineal total de un sistema de partículas es constante (es decir, se conserva).
- A resolver problemas en los que



Nota: una vez más, el Young & Freedman es bueno para entender algunos de los conceptos, pero el Hibbeler tiene un nivel más avanzado.

Resumen de colisiones

Hemos visto que, para un sistema de partículas, se cumple que:

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}_{\text{total}}}{dt}$$

Una de las mejores aplicaciones de este principio es a **colisiones**, ya que todas las fuerzas son internas y por ende el **momento total se conserva**

(lo que le hizo la pelota #1 al colisionar con la #2 se lo regresó la #2 a la #1 debido a la tercera ley de Newton, y por ende el momento ganado/perdido por la pelota #1 lo perdió/ganó la pelota #2, y así sucesivamente)

Por ende ***cualquier* colisión conserva el momento, pero no siempre energía.**

2 tipos de colisiones: las que conservan energía cinética (“elásticas”), y las que no (“inelásticas”). En las colisiones inelásticas al menos una fracción de la energía cinética se pierde en ruido, calor, o deformación de materiales (que eventualmente se va en calor).

Coeficiente de Restitución (1D)

En esta vida las colisiones elásticas no existen al 100%. Para cuantificar el grado de inelasticidad en una colisión, se introduce el "coeficiente de restitución":

Antes: **Después:**

Cuidado: esta definición sólo es válida en una dimensión

$$e = \frac{|\text{velocidad relativa de separación}|}{|\text{velocidad relativa de acercamiento}|} = \frac{v_{bf} - v_{af}}{v_{ai} - v_{bi}}$$

Nota: si las partículas colisionaran "cara a cara", v_{bi} sería negativo, igual que v_{af}

Este coeficiente siempre toma un valor entre 0 y 1

Para colisiones elásticas e=1, y para colisiones perfectamente inelásticas e=0

Tip: Sobre Colisiones Elásticas

Para resolver problemas con colisiones elásticas uno puede siempre plantear conservación de momento y energía y resolver las ecuaciones.

El problema es que, como vimos, esto es engorroso porque la ecuación de conservación de energía involucra la rapidez al cuadrado

Mejor usar un **tip**:

Para colisiones elásticas, a menudo es mejor recordar que el coeficiente de restitución tiene que ser 1

$$e = \frac{\text{velocidad relativa de separación}}{\text{velocidad relativa de acercamiento}}$$

Esto implica que la velocidad relativa entre los dos objetos tiene que ser <u>igual antes y después de la colisión</u>.

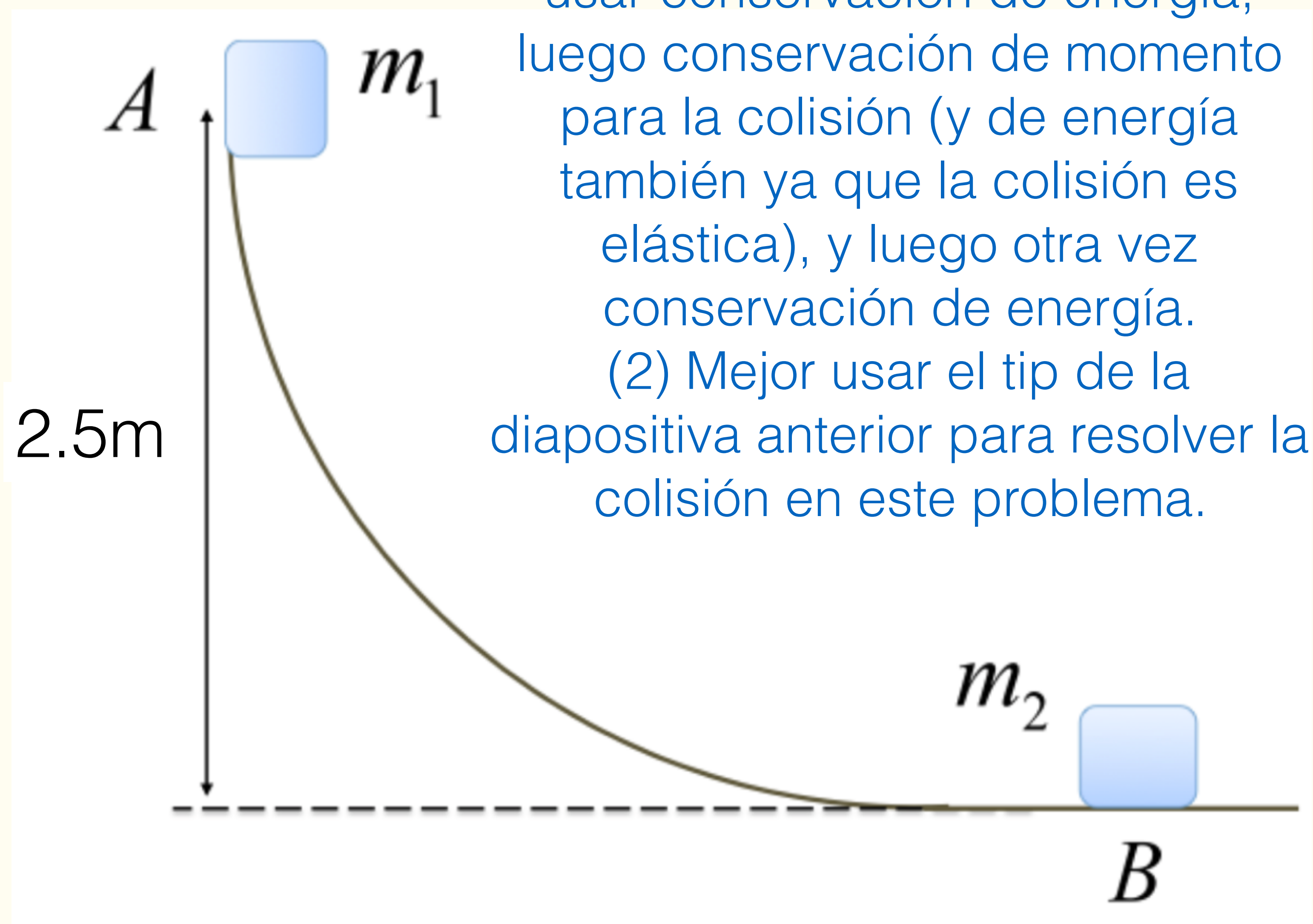
Para colisiones elásticas e puede imponer esta condición junto con conservación de momento y quedan dos ecuaciones que no involucran cuadrados, más fáciles de resolver

Ejemplo

(No en libros)

Un bloque de masa m_1=2kg baja por una rampa de 2.5m de altura sin experimentar roce y partiendo del reposo. En el extremo inferior de la rampa experimenta una colisión elástica con una caja de masa m_2=5kg, que se encuentra en reposo. ¿Cuál es la velocidad de m_2 después de la colisión? ¿Qué ocurre con m_1 después de la colisión?

Tips: (1) En este problema hay que usar conservación de energía, luego conservación de momento para la colisión (y de energía también ya que la colisión es elástica), y luego otra vez conservación de energía.
(2) Mejor usar el tip de la diapositiva anterior para resolver la colisión en este problema.



(resolver en pizarra)

Respuestas: 4m/s; la caja 1 regresa por la rampa hasta una altura de 0.46m

Aplicación: diseño de autos

Si me veo involucrado en un accidente automovilístico a alta velocidad, ¿me conviene más que la colisión sea elástica o inelástica?

¡Inelástica!

Podemos entender esto con un ejemplo muy simple: **2 autos iguales viajando a 50km/h que colisionan frente a frente**

v_{1i}=50km/h

v_{2i}=-50km/h

Si la colisión es **elástica** los autos se comportan como bolas de billar

v_{1f}=-50km/h

v_{2f}=50km/h

Si la colisión es **perfectamente inelástica** los autos se pegan y quedan en reposo

v_{1f}=0 km/h

v_{2f}=0 km/h

Nota: puede haber otros casos "parcialmente" inelásticos. Por ejemplo, los autos podrían haber terminado con ±5km/h. El momentum siempre se conserva, pero la energía cinética no siempre.

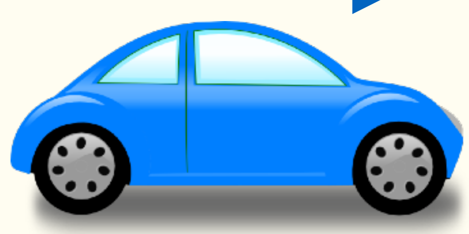
Aplicación: diseño de autos

Imaginémonos que nosotros viajábamos en el auto azul:

Caso elástico

v_{2i}=-50km/h

v_{2f}=50km/h



En el caso elástico, el impulso que experimentamos fue **J=m(50)-m(-50)=100m**

Caso inelástico

v_{2i}=-50km/h

v_{2f}=0 km/h

En el caso perfectamente inelástico, el impulso que experimentamos fue **J=m(50)-m(0)=50m**

¡La mitad!

Aplicación: diseño de autos

Otra razón: $F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t}$ (para una F constante)

Para un Δp dado, mientras mayor sea el tiempo en el cual se transfiere este momento de un cuerpo a otro, menor es la fuerza

Cuando el auto se deforma absorbe energía y hace que tome más tiempo la transferencia de momento

(este es el mismo concepto bajo el cual operan las bolsas de aire)

En resumen:

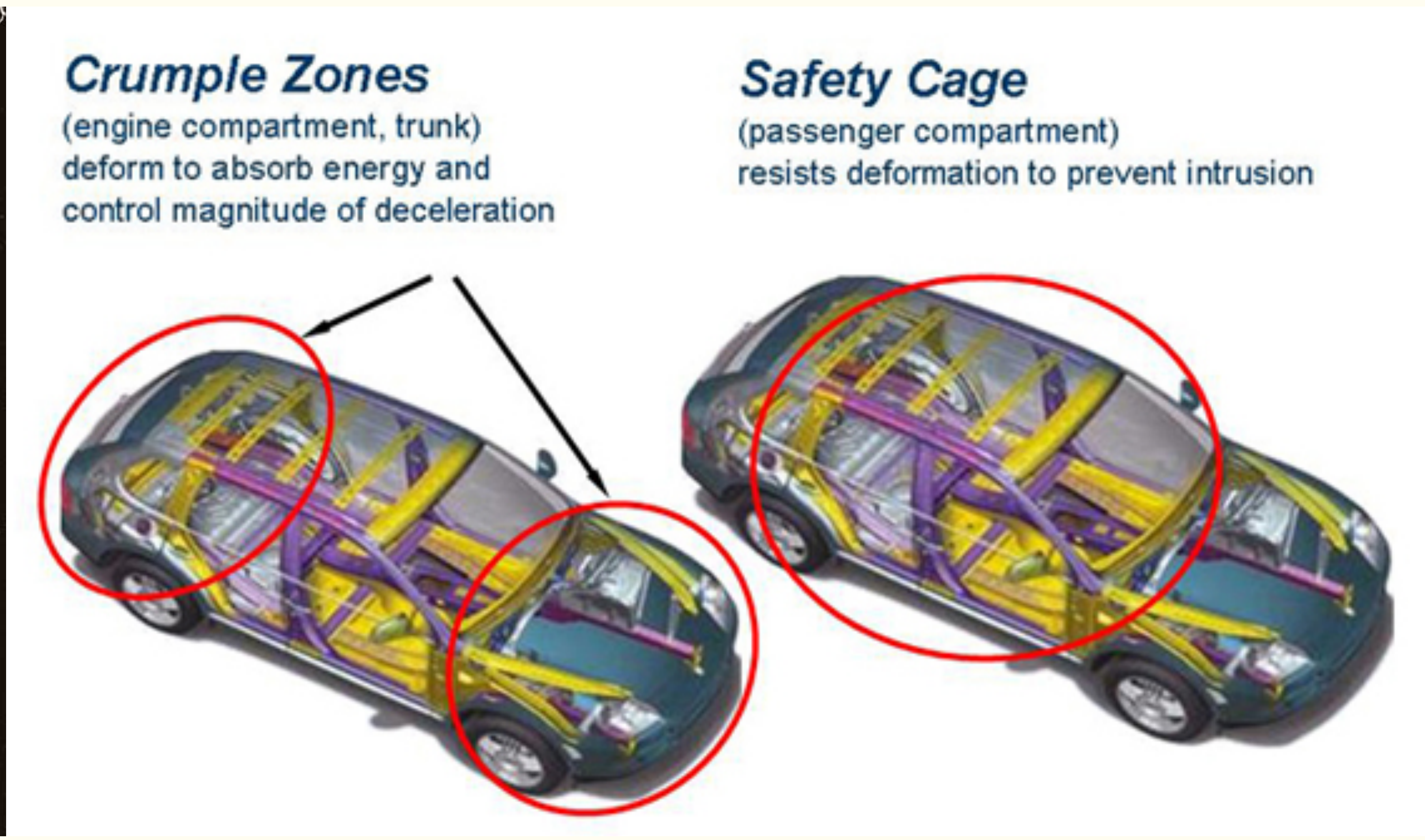
Si pudiéramos viajar en autos que rebotaran como pelotas de billar, sería muy bueno para los autos….. **¡no importa cuantas colisiones, no habría que cambiarlos! Pero no sería bueno para los pasajeros.**

http://www.scienceclarified.com/everyday/Real-Life-Chemistry-Vol-3-Physics-Vol-1/Momentum-Real-life-applications.html

Aplicación: diseño de autos

Los autos antiguos eran mucho más rígidos, y por ende más inseguros:

Autos antiguos: **Autos modernos:**

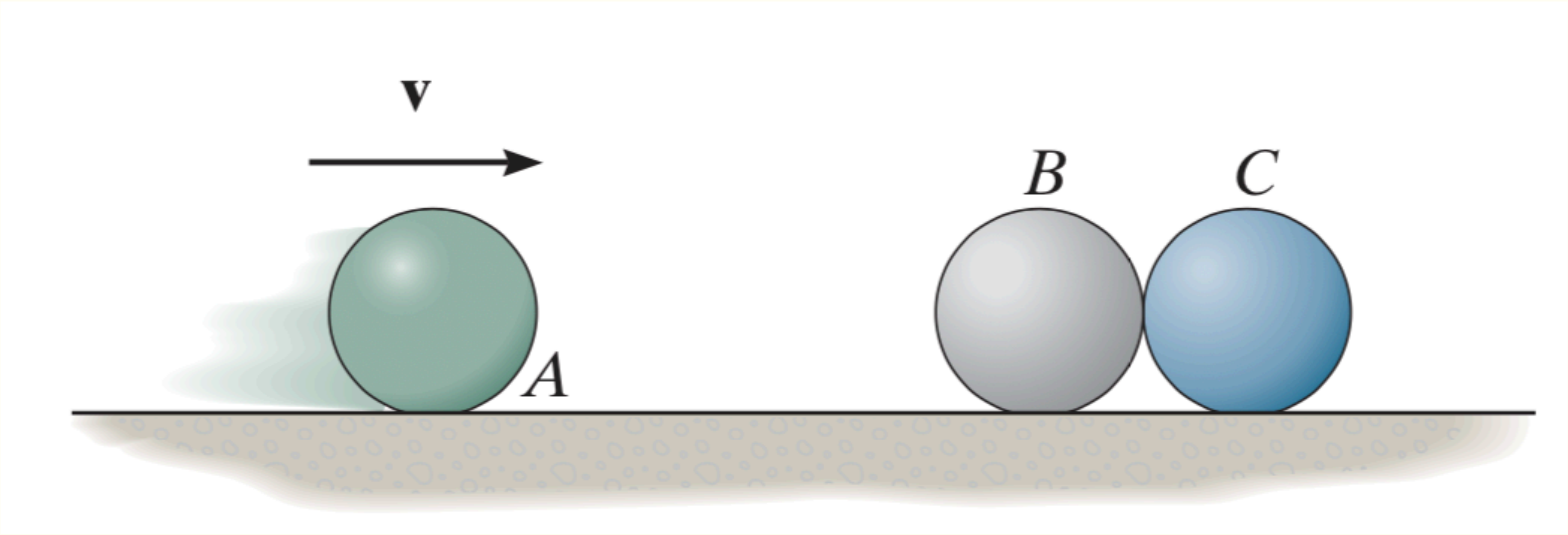


Los autos modernos se diseñan con una "zona de deformación" al frente y atrás, pero rodeando a los pasajeros con una "jaula rígida"

Ejemplo

(Hibbeler 15.57)

Se tienen tres bolas de masa m. Si la bola A viene con una velocidad v y el coeficiente de restitución entre cada bola es e, determine las velocidades finales de B y de C.



(resolver en pizarra)

Respuestas: $v_B^{\text{final}} = \dfrac{v(1-e^2)}{4}, \; v_C^{\text{final}} = \dfrac{v(1+e)^2}{4}$

Próxima clase: más sobre impulso y momento