Nota 11.- Teorema del Impulso Lineal

Definición de impulso Lineal

$$\vec{I}_{\Delta t} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t)dt = \vec{F}_m \Delta t, \qquad \Delta t = t_2 - t_1$$

($\vec{F}_m$ es la fuerza promedio). Si $\vec{F}$ es constante, $\vec{I}_{\Delta t} = \vec{F}\Delta t$

Teorema del Impulso Lineal

$$\boldsymbol{\vec{I}_{\Delta t}} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t)dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\vec{p}}{dt} dt = \int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \Delta\boldsymbol{\vec{p}}$$

Ejercicio 27

1) Una partícula de $1\,kg$ viaja a $20\,m/s$ cuando choca perpendicularmente contra una pared lisa, rebotando con la misma velocidad con la que incidió sobre ella.

   a. Indique la fuerza promedio que sufre la partícula si el choque dura una centésima de segundo. ¿Cambiaría esa fuerza si la partícula tuviera otra masa?
   b. Si la partícula se rompiera en el impacto con la pared en varios fragmentos, ¿qué podemos decir de la proyección de la suma de la cantidad de movimiento de los mismos sobre la pared?

2) Una partícula de $1\,kg$ realiza un MCU de radio $0.5\,m$ con velocidad angular $2\,rad/s$.

   a. ¿Cuál es el impulso (en módulo) que recibe de la fuerza normal tras girar un cuarto de vuelta?
   b. ¿Cuál es el incremento de la cantidad de movimiento que recibe durante 0.01 s y que dirección y sentido lleva?

Solución 27

Apartado 1-a) Aplicamos el Teorema del Impulso:

$$\Delta p = mv - (-mv) = 2mv = I = F_m \Delta t \Longrightarrow F_m = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2mv}{\Delta t} = 4000\ N$$

El resultado depende, obviamente, de la masa.

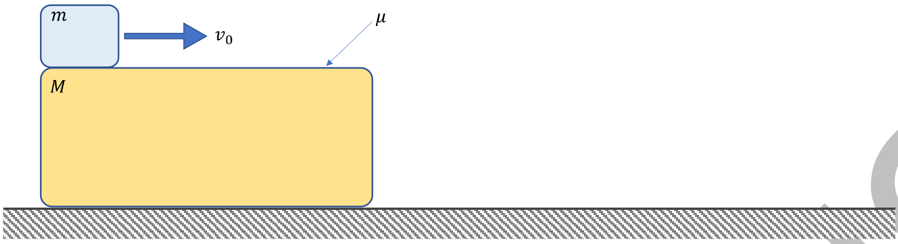
Apartado 1-b) Dado que la fuerza es en dirección perpendicular a la pared, el cambio en la cantidad de movimiento se debe dar sólo en esa dirección, siendo nulo en las direcciones perpendiculares.

Apartado 2-a) $F = m\omega^2 R$, supongamos la partícula tal que $\vec{p}_1 = m\omega R\vec{\imath}, \vec{p}_2 = -m\omega R\vec{\jmath} \Longrightarrow \Delta\vec{p} = -m\omega R(\vec{\imath} + \vec{\jmath}) = \vec{I} \Longrightarrow I = m\omega R\sqrt{2} = 1.41\ Ns.$

Apartado 2-b) $\Delta\vec{p} = \vec{F}_m \Delta t = m\omega^2 R \Delta t \vec{N} = 0.02\vec{N}\ Ns$ ($\vec{N}$ vector normal, hacia el centro de la trayectoria)

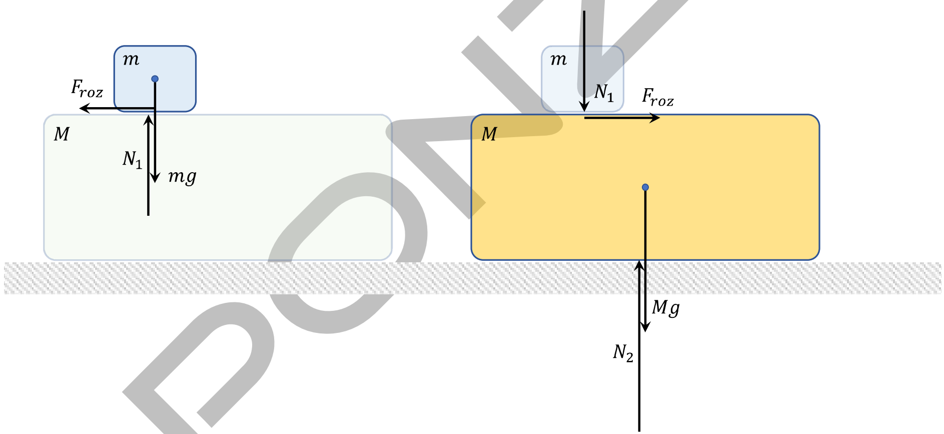
JC PONZANO

Ejercicio 28.- [*Sistema de partículas*] Un bloque de masa $M = 9\,kg$ descansa en reposo sobre un suelo horizontal liso. En el instante inicial se lanza otro pequeño bloque de masa $m = 1\,kg$ que desliza sobre el grande, partiendo con una velocidad inicial $v_0 = 10\,m/s$. Existe un coeficiente de rozamiento $\mu = 0.1$ entre ambos bloques. Asumiendo que el bloque pequeño acaba deteniéndose sobre el grande, tras un tiempo τ, se pide:



1) Indique todas las fuerzas existentes en el sistema una vez iniciado el proceso, y cuáles de ellas son internas y externas al sistema de partículas que conforman m y M.
2) Velocidad del conjunto en el momento en que m se detiene sobre M.
3) Impulso mecánico recibido por cada masa y el tiempo τ.

Solución 28
Apartado 1)



Son fuerzas internas: F_{roz} y N_1; Son fuerzas externas: mg, Mg y N_2.

Apartado 2) Conservación de la cantidad de movimiento en la dirección del movimiento:

$$mv_0 = (m+M)v \Longrightarrow v = \frac{m}{m+M}v_0 = \frac{1}{1+9}10 = 1\,m/s$$

Apartado 3) Para la masa M, el impulso recibido por la fuerza de rozamiento es $I_1 = F_{roz}\Delta t = \mu mg\Delta t =: \{\text{Teorema}\} \coloneqq \Delta_1 p = Mv$. Por tanto,

$$I_1 = \Delta_1 p = Mv = 9\,Ns, \qquad \Delta t = \frac{I_1}{F_{roz}} = \frac{I_1}{\mu mg} = \frac{9}{0.1\cdot 1\cdot 9.8} = 9.18\,s$$

Si operamos atendiendo a m, tenemos $I_2 = -F_{roz}\Delta t = -\mu mg\Delta t =: \{\text{Teorema}\} \coloneqq \Delta_2 p = mv - mv_0$. Por tanto,

$$I_2 = \Delta_2 p = m(v - v_0) = 1(1-10) = -9\,Ns, \qquad \Delta t = \tau = \frac{I_2}{-F_{roz}} = 9.18\,s$$

JC PONZANO