FI 1001 – Sección 5
Prof. René A. Méndez
<u>Ejercicio 7</u>

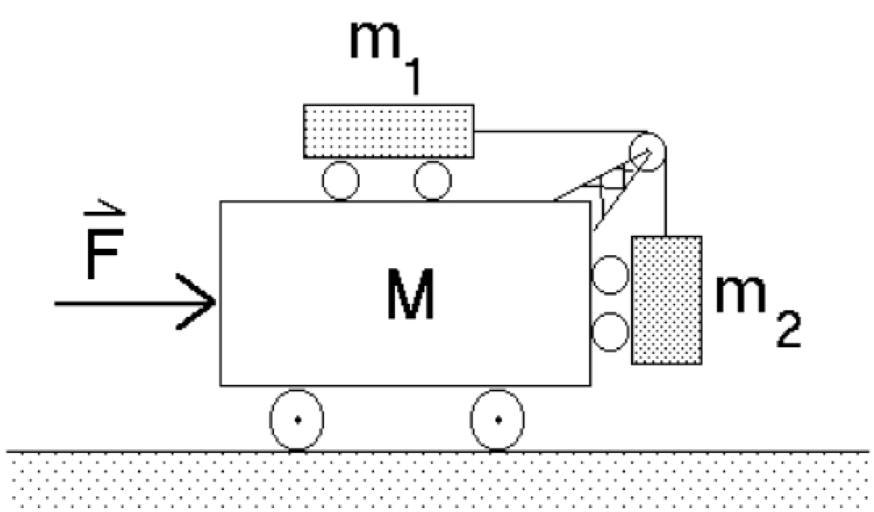
1) **Conceptual – Leyes de Newton (1 punto):**

Las leyes de Newton se cumplen:

a) Siempre
b) Para observadores inerciales
c) Para observadores no inerciales
d) Para observadores con aceleración uniforme
e) Para observadores que cumplen las transformaciones de Galileo

2) **Aplicación – Leyes de Newton (5puntos):**

Calcule la fuerza $\vec{F}$ que debe aplicarse al carrito de masa M (ver figura) para que el carro de masa m_2 <u>no suba ni baje</u>. Suponga que no hay roce de ningún tipo, que la cuerda es ideal, que la gravedad apunta hacia abajo, y que las ruedas de los carritos carritos m_1 y m_2 nunca pierden contacto con M.



Ejercicio 7 FI 1001-5

1) Las leyes de Newton son validas solo para observadores inerciales.

Por ejemplo; $\vec{F} = m\vec{a}$ ①. Si hay otro observador O', no inercial, por la transf. de Galileo sabemos que

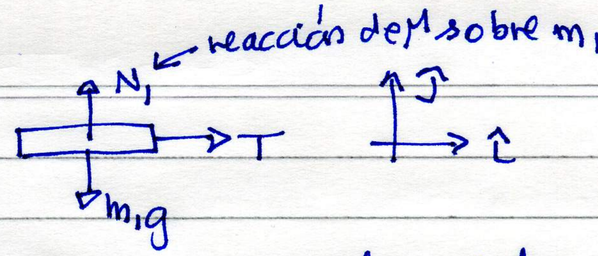
$$\vec{a}' = \vec{a} - \vec{a}_{o'} \Rightarrow \text{en ①}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m(\vec{a}' + \vec{a}_0) = m\vec{a}' + m\vec{a}_0 \Rightarrow$$

$$\vec{F} - m\vec{a}_{o'} = m\vec{a}'$$ Luego, no se cumple

la 2^a ley de Newton $\vec{F} = m\vec{a}$; pues aparecen las fuerzas no-inerciales, representadas por $-m\vec{a}_0$ (es decir; la "reacción" (signo negativo)) a la aceleración del origen O').

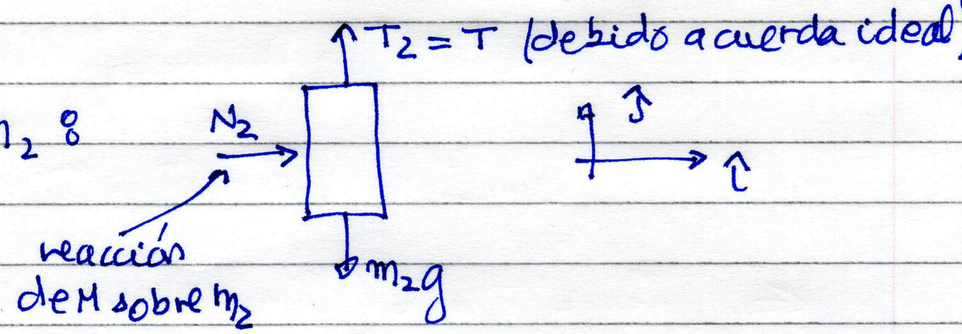
2) DCL para m_1:
(no hay roce)



$$N_1 - m_1 g = 0 \quad (1) \qquad T = m_1 a_{x_{m_1}} \quad (2)$$

← acel. en x de m_1

DCL para m_2:

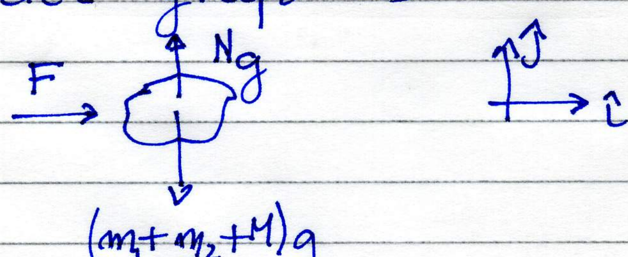


(3) $T - m_2 g = m_2 a_{y_{m_2}} = 0$ (para que no deslize, condición de equilibrio)

(4) $N_2 = m_2 a_{x_{m_2}}$ ← acel. en x de m_2

De (3) $T = m_2 g \overset{\text{de }(2)}{=} m_1 a_{x_{m_1}} \Rightarrow a_{x_{m_1}} = \dfrac{m_2}{m_1} g$ (5)

Ahora; para el sistema completo $(m_1 + m_2 + M)$ la única fuerza externa (aparte de la gravedad y la normal N_g) es F ⇒ DCL del "grupo" es



$$\Rightarrow \quad N_g - (m_1 + m_2 + M) g = 0 \quad (6) \qquad F = (m_1 + m_2 + M) a_g \quad (7)$$

Pero; como m_2 no desliza; m_1 no se mueve con respecto a M; luego debe tenerse que

$$a_g = a_{x_{m_1}} = \frac{m_2}{m_1} g \quad \text{(de ⑤)} \Rightarrow \text{en ⑦}$$

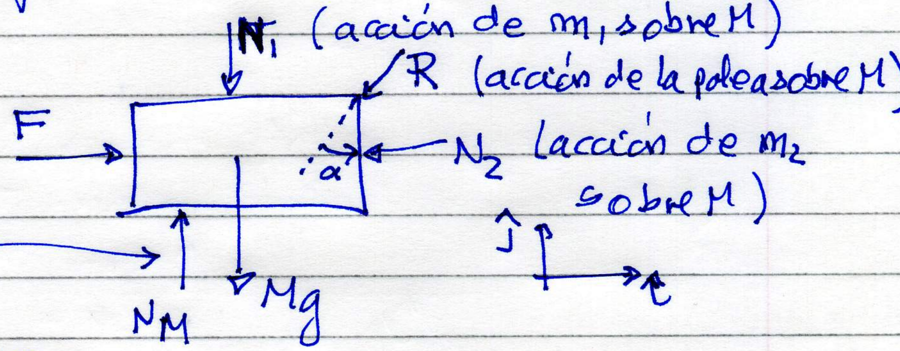
$$F = (m_1 + m_2 + M) \cdot \frac{m_2}{m_1} g \quad \begin{cases} F \to 0 \text{ si } m_2 \to 0 & \text{OK✓} \\ F \to \infty \text{ si } m_1 \to 0 & \text{OK✓} \end{cases}$$

Notar que, como m_2 también acompaña a todo el sistema $a_{x_{m_2}} = a_g = a_{x_{m_1}} \Rightarrow$ de ④

$$N_2 = m_2 \cdot \frac{m_2}{m_1} g = \frac{m_2^2}{m_1} g$$

Pregunta avanzada: ¿Porqué no hicimos el DCL de M?
Se complica, pues la polea ejerce una reación sobre M, que complica su DCL:

DCL para M:

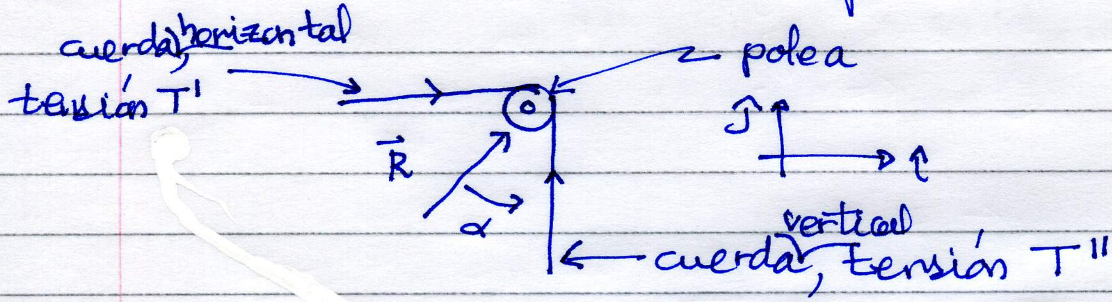


Ec. de mov. para M:

$$F - N_2 - R \operatorname{sen} \alpha = M a_{x_M} \quad ⑨$$

$$N_M - Mg - N_1 - R\cos\alpha = M a_{y_M} = 0$$

La "reacción" de M sobre la polea sería:



Luego, la "tensión efectiva" será:

$$⑧ \begin{cases} T' + R\,\text{sen}\,\alpha = T_x \text{ (tensión sobre cuerda horizontal)} \\ T'' + R\cos\alpha = T_y = T_x = T \text{ (cuerda ideal)} \end{cases}$$

tensión sobre cuerda vertical

que aparece en DCL de m_1 y m_2.

$$\Rightarrow \quad T' + R\,\text{sen}\,\alpha = T'' + R\cos\alpha$$

Es decir, vemos que la "inocente" tensión T que aparece en ② y ③ es, en realidad, la combinación de T', T'', R y α, según ⑧.

Al hacer el DCL del "conjunto" $m_1 + m_2 + M$; $\vec{R}$ desaparece pues es una "fuerza interna" del sistema; y la 2ª ley de Newton dice que $\sum_i \vec{F}_{ext_i} = m\vec{a}$, y no considera ninguna fuerza interna (las que se anulan entre sí pues son pares acción-reacción).

Notar que, de ⑨, $R = \dfrac{1}{\text{sen}\,\alpha}\left[F - (M+m_2)\dfrac{m_2}{m_1}g\right] = \dfrac{m_2\,g}{\text{sen}\,\alpha}$ para que m_2 no deslize

¿Tiene sentido? Piénselo...