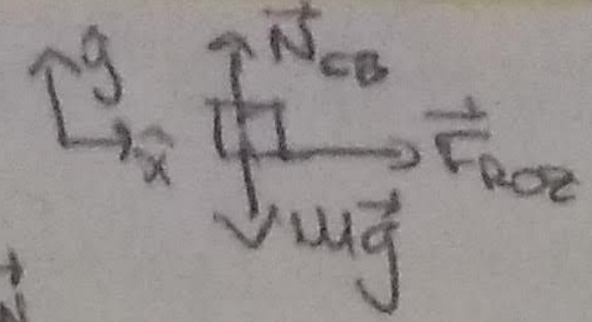
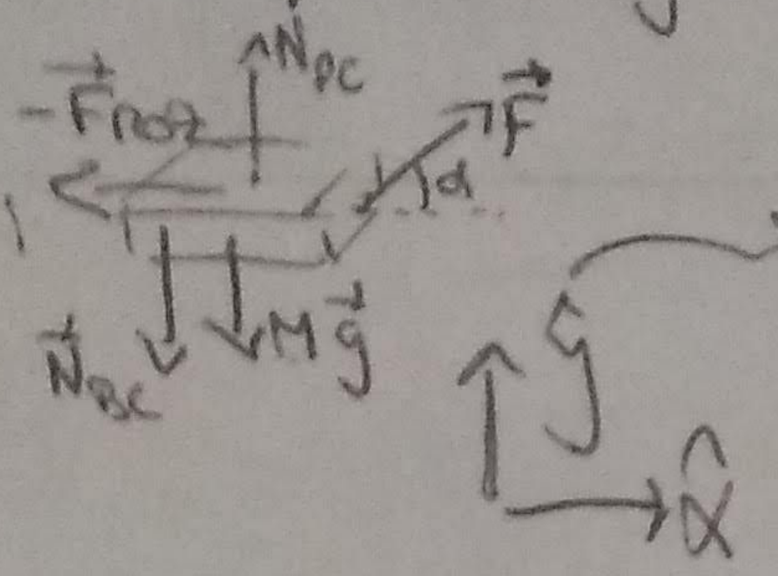
P.1 DCL bloque:  → Newton: $\begin{cases} m\ddot{x}_B = F_{roz} & (1) \\ m\ddot{y}_B = -mg + N_{CB} & (2) \end{cases}$ ↳ Normal caja→bloque

a)

DCL caja:  → Newton: $\begin{cases} M\ddot{x}_c = F\cos\alpha - F_{roz} & (3) \\ M\ddot{y}_c = -Mg - N_{CB} + N_{PC} + F\operatorname{sen}\alpha & (4) \end{cases}$

↳ Normal piso→caja.

Normal bloque→caja (par de acción de $\vec{N}_{CB}$)

b) Si el sistema no se levanta del suelo $\Rightarrow \ddot{y}_B = \ddot{y}_c = 0$

$\Rightarrow$ ~~...~~ de (2) → $N_{CB} = mg \Rightarrow$ (4) queda $0 = -Mg - mg + N_{pc} + F\operatorname{sen}\alpha$,

pero si no se levanta, $N_{pc} \geq 0$ (la normal del piso con la caja es positiva)

$\Rightarrow N_{pc} = (M+m)g - F\operatorname{sen}\alpha \geq 0 \Rightarrow \boxed{F \leq \frac{(M+m)g}{\operatorname{sen}\alpha}}$

$\Rightarrow$ el valor máximo de F para q' no se levante el sistema es $\frac{(M+m)g}{\operatorname{sen}\alpha} = 2N$ (datos)

c) Si no deslizan, $\ddot{x}_c = \ddot{x}_B$ ~~...~~, pero $\ddot{x}_B = \frac{F_{roz}}{m}$ y $\ddot{x}_c = \frac{F\cos\alpha - F_{roz}}{M}$

$\Rightarrow \frac{F_{roz}}{m} = \frac{F\cos\alpha - F_{roz}}{M} \Rightarrow F_{roz}\underbrace{\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M}\right)}_{\frac{m+M}{mM}} = \frac{F\cos\alpha}{M} \Rightarrow F_{roz} = \frac{mF\cos\alpha}{m+M}$

pero si no deslizan, $|\vec{F}_{roz}| \leq \mu_e \overbrace{mg}^{|\vec{N}_{CB}|} \Rightarrow \frac{\cancel{m}F\cos\alpha}{m+M} \leq \mu_e \cancel{m} g$

$\Rightarrow \boxed{F \leq \frac{\mu_e(M+m)g}{\cos\alpha}} \to$ el valor máximo de F para q' no deslicen es $\frac{\mu_e(M+m)g}{\cos\alpha} \simeq 0{,}231\,N$

d) $F = 2N$ (tenemos el valor máximo del inciso (b)) y $2N > 0{,}23N$

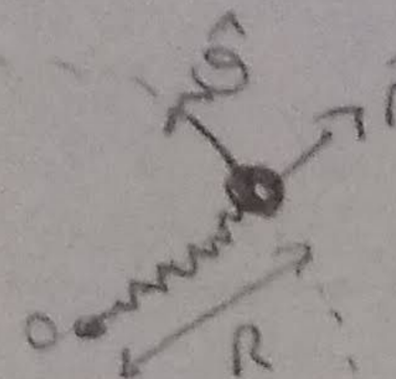
$\Rightarrow$ el bloque desliza. Tenemos $\boxed{\ddot{x}_B = \frac{F_{roz}^{DIN}}{m} = \frac{\mu_d \cancel{m} g}{\cancel{m}} = \mu_d g}$

y $\boxed{\ddot{x}_c = \frac{F\cos\alpha}{M} - \frac{\mu_d mg}{M}} \to \boxed{\ddot{x}_c - \ddot{x}_B = \frac{F\cos\alpha}{M} - \mu_d g\left[1 + \frac{m}{M}\right]}$

→ datos → $\boxed{\ddot{x}_c - \ddot{x}_B \simeq 18{,}13\ m/s^2}$ → integrando $\{x_c - x_b = \frac{18{,}13}{2}\frac{m}{s^2}\cdot t^2$

~~Buscamos~~ Como la posición relativa crece, el bloque ~~...~~ se acerca al extremo izquierdo de la caja. Llega en t / $\frac{18{,}13}{2}\frac{m}{s^2}t^2 = 0{,}5\,m$ $\boxed{t = 0{,}23\,s}$

P.2 a) $\vec{a} = -R\dot{\theta}^2\hat{\theta}$ (MCU) , $\vec{V} = R\dot{\theta}\hat{\theta} = V_0\hat{\theta}$



$$\begin{cases} -mR\dot{\theta}^2 = -k(R-l_0) & (\hat{r}) \\ 0 = 0 & (\hat{\theta}) \end{cases} \longrightarrow R\dot{\theta}^2 = \frac{V_\theta^2}{R} = \frac{k}{m}(R-l_0)$$

$$\boxed{V_\theta = \sqrt{\frac{Rk}{m}(R-l_0)}}$$

$$\vec{V} = \sqrt{\frac{4l_0k}{3m}\left(\frac{l_0}{3}\right)}\,\hat{\theta} \Rightarrow \boxed{\vec{V} = \sqrt{\frac{4k}{9}}\,l_0\,\hat{\theta} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}\,l_0\,\hat{\theta}}$$

$R = \frac{4l_0}{3}$

DATOS $\Rightarrow$ $\boxed{\vec{V} = \frac{4}{3}\ \text{m/s}}$

b) choque elástico → se conserva E y $\vec{P}$ del sistema formado por las dos partículas. ($\vec{L}_0$ también pero no lo usamos)

Masas iguales ⇒ luego del choque la del resorte queda quieta y la otra sale con $\boxed{\vec{V} = 4/3\ \text{m/s}}$

c) Alineo el eje $\hat{x}$ con el resorte y tengo $m\ddot{x} = -k(x-l_0)$

$$\Rightarrow \boxed{x(t) = A\cos\left(\sqrt{\tfrac{k}{m}}\,t + \alpha\right) + l_0}$$

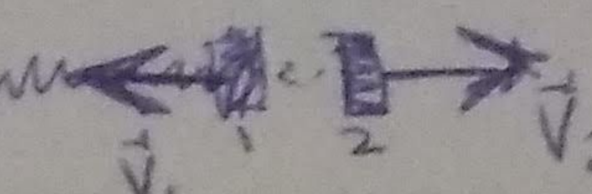
Con $x(0) = \frac{4l_0}{3}$ y $\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow A = \frac{l_0}{3}$ y $\alpha = 0$

$$\Rightarrow \boxed{x(t) = \frac{4l_0}{3}\cos\left(\sqrt{\tfrac{k}{m}}\,t\right) + l_0 = l_0\left[\frac{4}{3}\cos(\underbrace{\omega}_{\sqrt{k/m}} t) + 1\right]}$$

d) la otra hace un MRU con $\vec{V} = \frac{4}{3}\ \text{m/s}\ \hat{y}$,

⇒ en un período de la otra, $\tau = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$,

recorre $\boxed{D = \frac{4}{3}\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \simeq 0{,}42\ \text{m}}$

P.3) choque explosivo $\Rightarrow$ $\boxed{\vec{P}_{TOTAL} \text{ se conserva}}$. Antes de la explosión tenemos $\vec{P}_{TOTAL} = \vec{0}$ y luego  $\rightsquigarrow \vec{P}_{TOTAL} = \frac{m}{2}\vec{v}_1 + \frac{m}{2}\vec{v}_2$

$\Rightarrow \boxed{\vec{v}_2 = -\vec{v}_1}$ (los bloques salen con velocidad de igual módulo y sentidos opuestos). (*)

Para el bloque 1 (unido al resorte) tenemos, por conservación de la energía:

$$\boxed{T_1 = \frac{K}{2}\left(\frac{l_0}{2} - l_0\right)^2 = \frac{Kl_0^2}{8}} \Longrightarrow \frac{m/2}{2}|\vec{v}_1|^2 = \frac{Kl_0^2}{8}$$

T_1 → energía cinética justo después de la explosión.

$$\Downarrow$$

$$\boxed{|\vec{v}_1| = \sqrt{\frac{K}{2m}}\, l_0 \underset{\text{DATOS}}{\simeq} 0{,}71\ m/s}$$

y, por (*), $\boxed{|\vec{v}_2| = 0{,}71\ m/s}$ (y tiene sentido contrario)

inicialmente el sistema tiene $E=0$ y, justo después de la explosión, $\boxed{E = T_1 + T_2 = 2T_1 = \frac{Kl_0^2}{4} \underset{\text{DATOS}}{=} 1\ J} \Rightarrow \boxed{\Delta E = 1\ J}$

b) Sin rozamiento, la energía se conserva para el segundo bloque

$\Rightarrow E_{inicial} = T_2 = E_{final} = \frac{m}{2} g h_{MAX}$ → energía en el punto más alto.

$$\Rightarrow \frac{m g h_{MAX}}{2} = \frac{Kl_0^2}{8} \Rightarrow \boxed{h_{MAX} = \frac{Kl_0^2}{4mg} \underset{\text{DATOS}}{=} 0{,}025\ m}$$

c) Llega a $\frac{4h_{MAX}}{5} \Rightarrow \boxed{E_{final} = \frac{m}{2} g \frac{4}{5}\left(\frac{Kl_0^2}{4mg}\right) = \frac{Kl_0^2}{10}}$

pero $E_{inicial} = \frac{Kl_0^2}{8} \Rightarrow \boxed{\Delta E = \frac{Kl_0^2}{10} - \frac{Kl_0^2}{8} = -\frac{Kl_0^2}{40}}$

pero $\Delta E = W_{ROZ} \Rightarrow \boxed{W_{ROZ} = \frac{-Kl_0^2}{40} \underset{\text{DATOS}}{=} -0{,}1\ J}$

d) $W_{ROZ} = -|\vec{F}_{ROZ}|\cdot d = -\mu_d \cdot \underbrace{\frac{mg}{2}}_{|\vec{N}|} \cdot d = -\frac{Kl_0^2}{40}$

↳ ¡dinámico!

$$\Rightarrow \boxed{\mu_d = \frac{Kl_0^2}{20mgd} \underset{\text{DATOS}}{=} 0{,}01}$$