Física I – Módulo I – Segunda Evaluación Parcial – 21/10/21

**Situación 1:**

**Un camión transporta una carga de masa $m = 2000\ kg$ en la parte frontal de su caja como muestra la figura. Estando ascendiendo una pendiente de $\theta$ = 30° falla el motor por lo que el conductor se detiene.**

**a) Realizar el diagrama de fuerzas y reacciones indicando los agentes.**

**b) Determinar si la carga va a deslizar o no. El coeficiente de roce estático es $\mu_e = 0,7$.**

**c) Si la situación hubiera ocurrido en una pendiente de $\theta = 60°$ (ya se sabe que desliza) calcular la aceleración y el valor de cada fuerza actuante sobre la carga. El coeficiente de roce dinámico es $\mu_d = 0,2$**

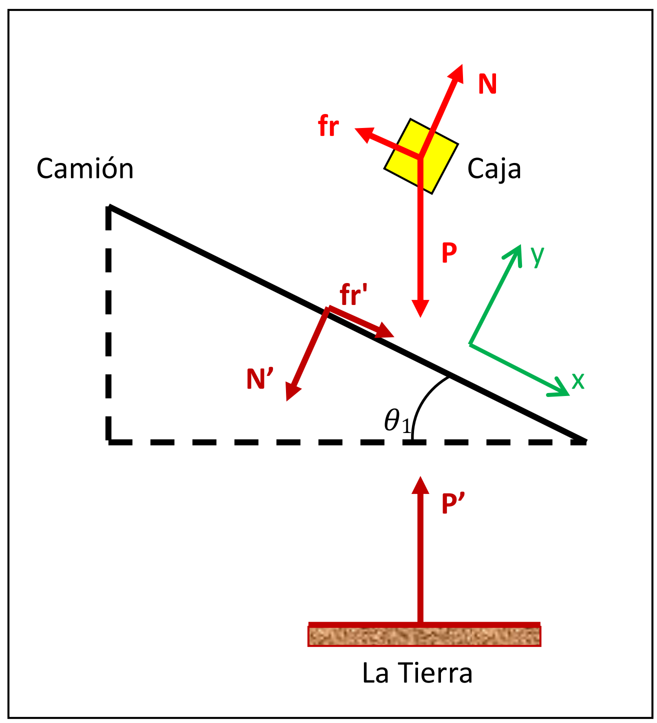
**d) En el caso del inciso c); si la carga parte del reposo, usando conceptos energéticos, calcular la velocidad después de que deslizó $\ell = 5\ m$.**

---

**Datos: m = 2000 kg ; $\theta_1$ = 30°; $\mu_e$ = 0,7 ; $\theta_2$ = 60° ; $\mu$d = 0,2 ; $\ell$ = 5 m**

**a) Realizar el diagrama de fuerzas y reacciones indicando los agentes.**

| FUERZA | AGENTE |
|---|---|
| P | La Tierra |
| P' | Caja |
| N | Camión |
| N' | Caja |
| fr | Camión |
| Fr' | Caja |




**b) Determinar si la carga va a deslizar o no. El coeficiente de roce estático es $\mu_e = 0,7$.**

Se evalúa si la fuerza que tiende a hacer deslizar a la caja en el eje x (la componente del peso en ese eje) supera a la fuerza de roce estática.

$$\sum F_y: N - mg.cos\theta_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg.cos\theta_1 \quad \Rightarrow \quad f_{re} = \mu_e N = \mu_e mg.cos\theta_1 \quad \Rightarrow \quad f_{re} \simeq 11.881{,}87\ N$$

$P_x = mg.sen\theta_1 = 9.800\ N$

Resulta $f_{re} > P_x \Rightarrow$ la caja no desliza.

**c) Si la situación hubiera ocurrido en una pendiente de $\theta = 60°$ (ya se sabe que desliza) calcular la aceleración y el valor de cada fuerza actuante sobre la carga. El coeficiente de roce dinámico es $\mu_d = 0,2$**

Se plantea la SLN sobre la caja:

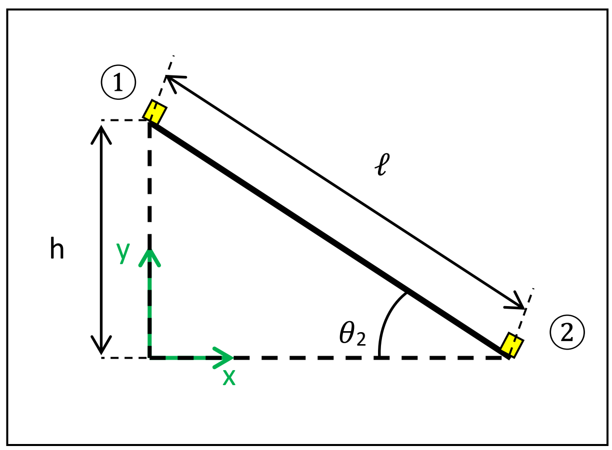
$$\begin{cases} \sum F_x:\ mg.sen\theta_2 - f_{rd} = ma_x & (1) \\ \sum F_y:\ N - mg.cos\theta_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg.cos\theta_2 \quad \Rightarrow \quad f_{rd} = \mu_d N = \mu_d mg.cos\theta_2 & (2) \end{cases}$$

Reemplazando (2) en (1):

$$mg.sen\theta_2 - \mu_d mg.cos\theta_2 = ma_x \quad \Rightarrow \quad \boxed{a_x = (sen\theta_2 - \mu_d cos\theta_2)g} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a_x \simeq 7{,}51\ m/s^2}$$

**d) En el caso del inciso c); si la carga parte del reposo, usando conceptos energéticos, calcular la velocidad después de que deslizó $\ell = 5\ m$.**

Se plantea el TTEm Entre ① y ②:




$$W_{Fnc} = \Delta E_m = E_{m2} - E_{m1}$$

$$-f_{rd}\ell = \frac{1}{2}mv_2^2 - mgh$$

$$Donde: \begin{cases} f_{rd} = \mu_d N = \mu_d mg.cos\theta_2 \\ h = \ell sen\theta_2 \end{cases}$$

Luego:

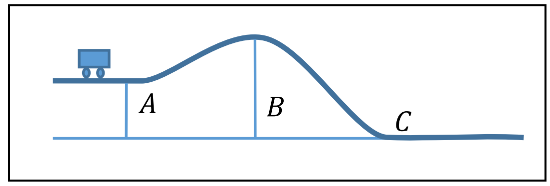
$$-\mu_d mg.cos\theta_2 \ell = \frac{1}{2}mv_2^2 - mg\ell sen\theta_2 \quad \Rightarrow$$

$$\boxed{v_2 = \sqrt{2g\ell(sen\theta_2 - \mu_d cos\theta_2)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_2 \simeq 8{,}66\ m/s}$$

-----------------------------------------------------------------------------------

Situación 2:

Un carro de una montaña rusa está en la última parte del recorrido. La masa del carro es $m = 300\,kg$ y la altura del punto A es $h_A$ = 3 m.




La altura de la pista en B es $h_B = 15\,m$ y el radio de curvatura es $R_B = 25\,m$.

Aclaración: La pista es lisa y el carro está enganchado a los rieles de manera que no puede despegarse de la pista. JUSTIFICAR debidamente cada inciso.

a) ¿Cuál es la velocidad mínima que debe tener en A para poder superar el punto B?

b) Si la velocidad en A es $v_A = 20\,m/s$: ¿Cuál es la velocidad en el punto B?

c) Si la velocidad en A es la misma del inciso b), ¿Cuál es la fuerza que ejerce la pista sobre el carrito en el punto B?

d) Si en el punto C se aplica el freno y el carro se detiene en $d = 20\,m$: ¿Cuál fue la fuerza de frenado?

---

**Datos: m = 300 kg ; $h_A$ = 3 m ; R = 25 m ; $h_B$ = 15 m**

**a) ¿Cuál es la velocidad mínima que debe tener en A para poder superar el punto B?**

Se considera tal situación cuando la velocidad en B es cero ($v_B$ = 0).

TTEm entre A y B:

$$W_{Fnc} = \Delta E_m = E_{mB} - E_{mA} = 0 \quad \Rightarrow \quad E_{mA} = E_{mB} \quad \Rightarrow \quad mgh_A + \frac{1}{2} m v_A^2 = mgh_B \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v_A = \sqrt{2g(h_B - h_A)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_A \simeq 15{,}34\ m/s}$$

**b) Si la velocidad en A es $v_A = 20\,m/s$, ¿Cuál es la velocidad en el punto B?**

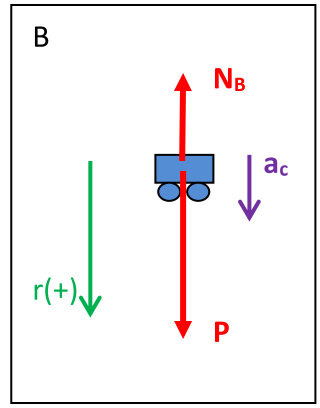
TTEm entre A y B:

$$W_{Fnc} = \Delta E_m = E_{mB} - E_{mA} = 0 \quad \Rightarrow \quad E_{mA} = E_{mB} \quad \Rightarrow \quad mgh_A + \frac{1}{2} m v_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2} m v_B^2 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v_B = \sqrt{v_A^2 + 2g(h_A - h_B)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_B \simeq 12{,}84\ m/s}$$

**c) Si la velocidad en A es la misma del inciso b): ¿Cuál es la fuerza que ejerce la pista sobre el carrito en el punto B? La altura de la pista en B es $h_B = 15\,m$ y el radio de curvatura es $R_B = 25\,m$.**

$$\sum F_r:\ P - N_B = ma_c = m\frac{v_B^2}{R} \quad \Rightarrow \quad N_B = m\left(g - \frac{v_B^2}{R}\right)$$




$$N_B = m\left(g - \frac{v_A^2 + 2g(h_A - h_B)}{R}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{N_B = m\left(g - \frac{v_A^2 + 2g(h_A - h_B)}{R}\right)} \quad \Rightarrow \quad \boxed{N_B = -4682{,}4\ \text{N}}$$

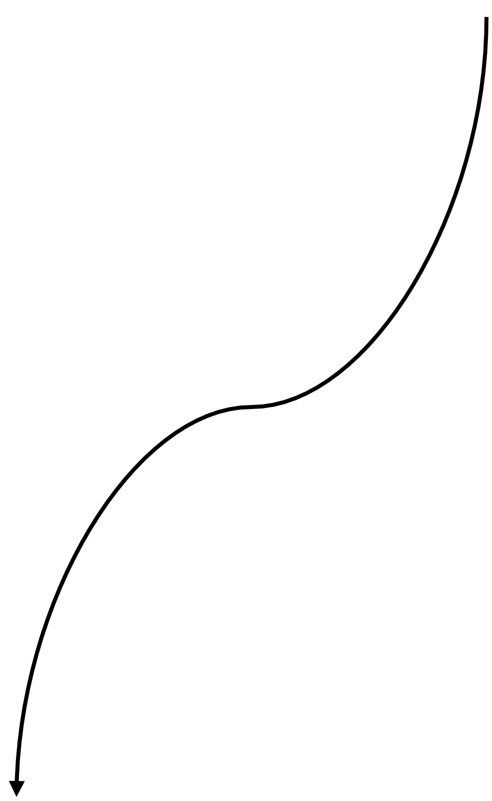
**d) Si en el punto C se aplica el freno y el carro se detiene en $d = 20\,m$: ¿Cuál fue la fuerza de frenado?**

Siendo D el punto en el cual el carro se detiene, a una distancia *d* de C, se plantea el TTEM entre A y D.

$$W_{Fnc} = \Delta E_m = E_{mD} - E_{mA} = W_{Ff} = F_f d = 0 - \left(mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2\right) \qquad donde\ F_f\!: fuerza\ de\ frenado$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{F_f = -\frac{m\left(gh_A + \frac{1}{2}v_A^2\right)}{d}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{F_f = -\ 3341\ \text{N}}$$

---



__Situación 3__:

**Un golfista golpea demasiado fuerte la pelota y termina rompiendo una ventana. Si el golfista está sobre una loma $h_g = 1\,m$, la pelota sale con un ángulo de $\theta = 50°$, la ventana está a una distancia $d = 25\,m$ y a una altura $h_v = 3\,m$ determinar:**

**a) El módulo de la velocidad inicial de la pelota.**

**b) El tiempo de vuelo.**

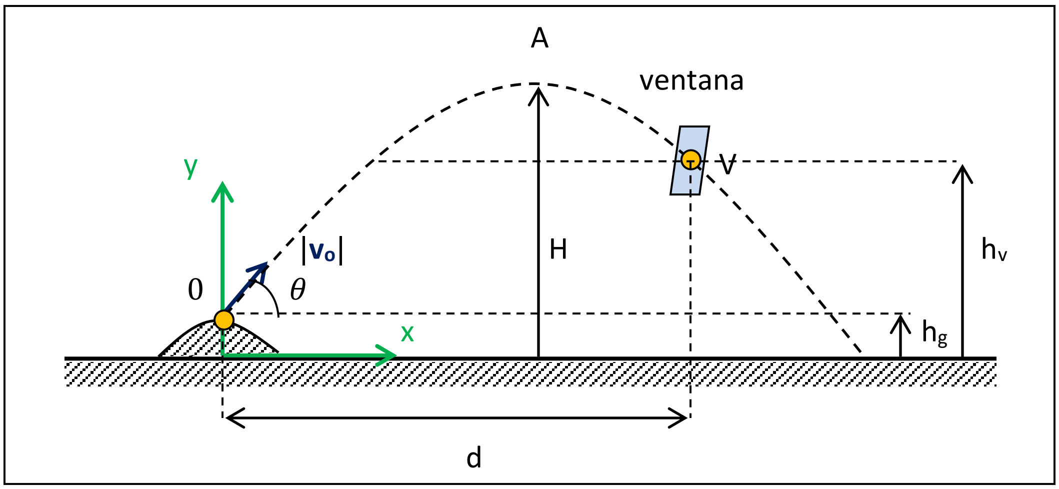
**c) La altura máxima que alcanza la pelota.**

**d) La velocidad con la que la pelota golpea a la ventana.**

---

**Datos: $h_g$ = 1 m ; $\theta$ = 50° ; d = 25 m ; $h_v$ = 3 m**

**a) El módulo de la velocidad inicial de la pelota.**




Ecuaciones de movimiento de la pelota:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \end{cases} \qquad \begin{cases} x(t) = v_0\cos(\theta)\,t & (1) \\ y(t) = h_g + v_0 sen(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 & (2) \end{cases}$$

Para t = $t_V$ es $x(t_V)$ = d ^ $y(t_V) = h_v$, entoces:

$$\begin{cases} d = v_0\cos(\theta)\,t_V & (1') \\ h_V = h_g + v_0 sen(\theta)t_V - \frac{1}{2}g t_V^2 & (2') \end{cases}$$

$$De\ (1')\ \ t_V = \frac{d}{v_0\cos(\theta)}\quad que\ reemplazando\ en\ (2')\ da\ \ h_V = h_g + v_0 sen(\theta)\frac{d}{v_0\cos(\theta)} - \frac{1}{2}g\left(\frac{d}{v_0\cos(\theta)}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ h_V - h_g = d.tang(\theta) - \frac{gd^2}{2cos^2(\theta)}.\frac{1}{v_o^2} \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{v_0 = \sqrt{\frac{gd^2}{2cos^2\theta(d.tang\theta - h_v + h_g)}}}$$

$\Rightarrow$ $\boxed{v_0 \simeq 16{,}33 \text{ m/s}}$

**b) El tiempo de vuelo.**

$$t_V = \frac{d}{v_0 \cos(\theta)} \quad \Rightarrow \quad \boxed{t_V \simeq 2{,}38 \text{ s}}$$

**c) La altura máxima que alcanza la pelota.**

En el punto A de la trayectoria donde se alcanza la altura máxima H, la componente y de la velocidad se anula:

$$v_y = v_{0y} + a_y t = v_0 sen(\theta) - gt \quad \Rightarrow \quad 0 = v_0 sen(\theta) - g t_A \quad \Rightarrow \quad t_A = \frac{v_0 sen(\theta)}{g} \quad que\ reemplazada\ en\ (2):$$

$$y(t_A) = H = h_g + v_0 sen(\theta)\frac{v_0 sen(\theta)}{g} - \frac{1}{2} g \left(\frac{v_0 sen(\theta)}{g}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{H = h_g + \frac{v_0^2 sen^2(\theta)}{2g}}$$

Y en función de datos originales: $\boxed{H = h_g + \dfrac{d^2 tan^2(\theta)}{4\left[d.\tan(\theta) - h_v + h_g\right]}}$ $\boxed{H \simeq 8{,}98 \text{ m}}$

**d) La velocidad con la que la pelota golpea a la ventana.**

$$v_{yV} = v_x(t_V) = v_{0x} = v_0 \cos(\theta) \simeq 10{,}5\, m/s$$

$$v_{yV} = v_y(t_V) = v_0 \operatorname{sen}(\theta) - g t_V \quad \Rightarrow \quad v_{yV} \simeq -10{,}8\, m/s$$

$\Rightarrow$ $\boxed{\bar{v}_V(m/s) \simeq \langle 10{,}5; -10{,}8\rangle}$

---

**Situación 4:**

**Un niño está jugando con un autito de masa $m_1 = 200\,g$ adherido a un resorte. Si el niño comprime $x = 5\,cm$ el resorte y con eso la velocidad máxima del autito es $v_1 = 30\,{}^{cm}/_{s}$ calcule justificando debidamente:**

**a) La constante del resorte, la frecuencia angular, la frecuencia de la oscilación y el periodo.**

**b) Escriba la ecuación que describe el movimiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Calcule la aceleración máxima.**

**c) Si el carrito se separó del resorte cuando estaba en la velocidad máxima y posteriormente choca con otro autito de masa $m_2 = 200\,g$ quedando ambos autos adheridos entre sí calcule la velocidad de salida del conjunto formado por los dos autitos.**

**d) Calcule la energía cinética antes y después del choque. Justifique la variación o no de la energía.**

---

**Datos: $m_1$ = 200 g = 0,2 kg ; A = 5 cm = 0,05 m ; $v_1$ = $|v_{máx}|$ = 30 cm/s = 0,3 m/s**

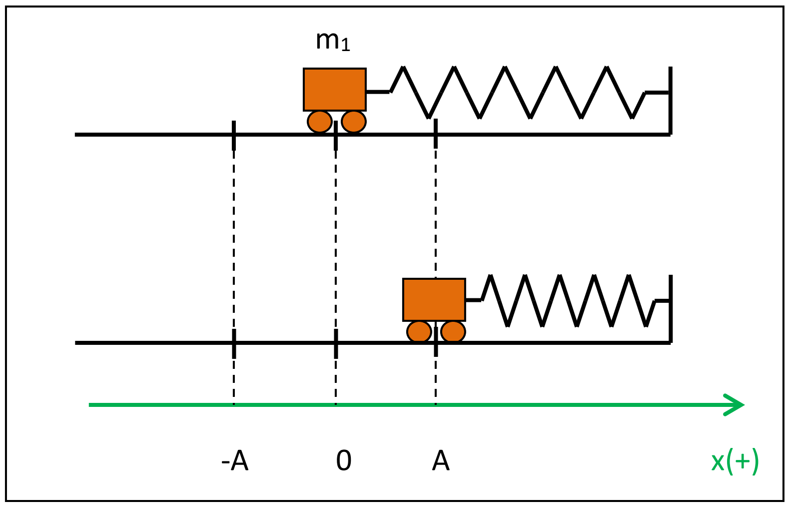
**a) La constante del resorte, la frecuencia angular, la frecuencia de la oscilación y el periodo.**

$$v_1 = |v_{máx}| = \omega A \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{|v_{máx}|}{A}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \frac{|v_{máx}|}{A} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{k = \left(\frac{|v_{máx}|}{A}\right)^2 m_1} \quad \Rightarrow \quad \boxed{k = 7{,}2\ N/m}$$

$$\boxed{\omega = \frac{|v_{máx}|}{A}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\omega = 6\ s^{-1}}$$




$$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{|v_{máx}|}{2\pi A}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{f = 3/\pi \simeq 0{,}955\ s^{-1}} \quad y \quad \boxed{T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi A}{|v_{máx}|}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{T = \pi/3\ s \simeq 1{,}05\ s}$$

**b) Escriba la ecuación que describe el movimiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Calcule la aceleración máxima.**

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi) \qquad y\ si\ se\ adopta \quad x(0) = A = A\cos(\varphi) \quad \Rightarrow \quad \cos(\varphi) = 1 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{x(t) = 0{,}05\cos(6t) \quad [m]}$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -\omega A sen(\omega t) \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{v(t) = -0{,}3 sen(6t) \quad [m/s]}$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A\cos(\omega t) \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{a(t) = -1{,}8sen(6t) \quad [m/s^2]}$$

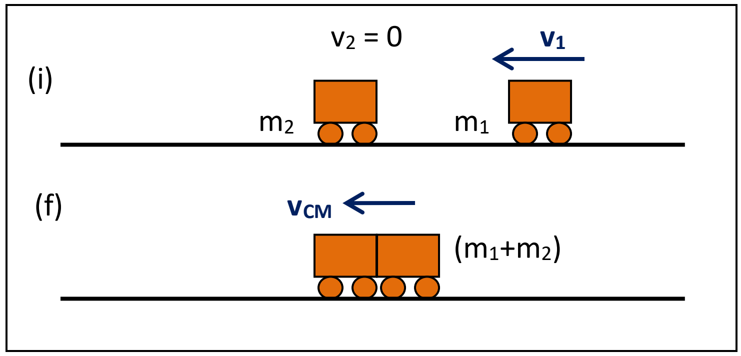
$$\boxed{|a_{máx}| = \omega^2 A} \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{|a_{máx}| = 1{,}8\ m/s^2}$$

**c) Si el carrito se separó del resorte cuando estaba en la velocidad máxima y posteriormente choca con otro autito de masa $m_2 = 200\ g$ quedando ambos autos adheridos entre sí calcule la velocidad de salida del conjunto formado por los dos autitos.**

$$\sum F_{ext,x} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta p_x = 0 \quad \Rightarrow \quad p_{xi} = p_{xf}$$

$$-m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_{CM}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{CM} = \frac{-m_1 v_1}{m_1 + m_2}} \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{v_{CM} = -0{,}15\ m/s}$$




**d) Calcule la energía cinética antes y después del choque. Justifique la variación o no de la energía.**

$$E_{ci} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 9\ J$$

$$E_{cf} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{CM}^2 = 4{,}5\ J$$

Se trata de un choque inelástico. Hay pérdida de energía por deformaciones, etc.

---

**Sergio R. R.**