$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot r}\right) - \frac{\partial L}{\partial r} = m\ddot r - m r\dot\theta^2 - mg\cos\theta + \lambda = 0$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot\theta}\right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = m r^2\ddot\theta + 2m r\dot r\dot\theta + mgr\sin\theta = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = l - v_0 t - r = 0 \quad \Rightarrow r = l - v_0 t$$

$$\dot r = -v_0 \ ; \quad \ddot r = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = m(l - v_0 t)\dot\theta^2 + mg\cos\theta = T}$$ es la tensión

Ecuación de movimiento: $m r^2\ddot\theta + 2m r\dot r\dot\theta + mgr\sin\theta = 0$

(Pequeñas oscilaciones) $\Rightarrow m r^2\ddot\theta + 2m r\dot r\dot\theta + mgr\theta = 0$

Para ver el cambio de frecuencia después de un período, usamos el mismo método que cuando vimos el oscilador amortiguado

$$\Delta E = (T+U)_{t+\Delta t} - (T+U)_t$$ donde Δt corresponde a un período

e imaginemos que el largo de la cuerda disminuye abruptamente en $v_0 \Delta t$ después de cada oscilación completa

Tomamos ec de mov $\times\, \dot\theta$ e integramos entre t_0 y $t_0 + \Delta t$, suponiendo $r =$ cte en ese intervalo

$$m r^2\dot\theta\ddot\theta + mgr\theta\dot\theta + 2m r\dot r\dot\theta^2 = 0$$

$$\frac{1}{2} m r^2\dot\theta^2\Big|_{t_0}^{t_0+\Delta t} + mgr\frac{\theta^2}{2}\Big|_{t_0}^{t_0+\Delta t} + \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} 2m r\dot r\dot\theta^2\, dt - E = \text{cte}$$

$$T(t_0+\Delta T) - T(t_0) + U(t_0+\Delta t) - U(t_0) - \Delta E = E$$

$$\Rightarrow \Delta E = -\int_{t_0}^{t_0+\Delta t} 2m r\dot r\dot\theta^2\, dt$$