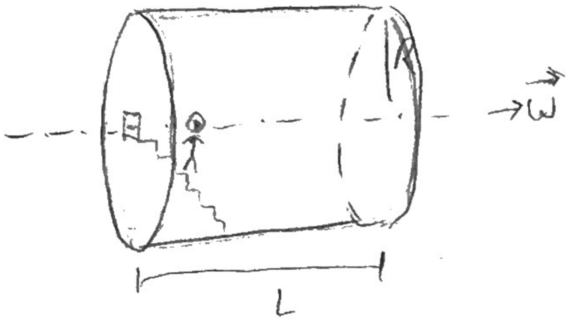
PAUTA CREC

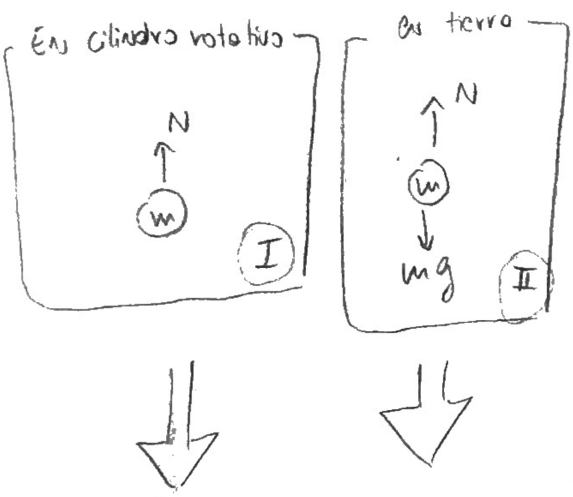
NACHA

P3

(a) ¿Porqué el astronauta experimenta una sensación de peso?



Cuando el sistema de referencia (en este caso la persona) se encuentra en rotación, es decir, el observador es <u>no inercial</u>, aparecen fuerzas aparentes, como lo es la "Fuerza centrífuga", que es la "fuerza" que apunta en sentido y dirección radial a la rotación, y que sería responsable de la sensación de peso del astronauta.



Comparando los DCL's para el astronauta dentro del cilindro rotativo, con el astronauta bajo el campo gravitacional de la tierra (sin aceleración vertical), notamos:

I $\quad -N = -m\omega^2 r \leftarrow$ r es la posición radial en coord. polares

II $\quad N - mg = 0 \qquad (\omega^2 r)$ es aceleración centrípeta

En ambos casos usamos la misma fuerza normal, por que imponemos que el astronauta tenga la misma sensación de peso que en la tierra. Despejando N de II:

$$N = mg \quad \rightarrow \quad \text{reemplazando en I}$$

$$\Rightarrow \quad -mg = -m\omega^2 r$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{g = \omega^2 r} \quad \rightarrow \text{para cierta posición } r \qquad (*)$$

(b) ¿Cuántos escalones debería bajar para sentir el mismo peso sobre la tierra?

La escalera en total tiene N escalones. Asumiendo que los escalones tienen altura ℓ, entonces

$$R = N \cdot \ell \quad \Rightarrow \quad \boxed{\ell = \frac{R}{N}}$$

Sea r el radio para el cual el astronauta siente su propio peso entonces para ese r, se cumple $(*)$: $\boxed{r = g/\omega^2}$

Sea n la cantidad de escalones que debe bajar para sentir su peso, entonces $r = n\ell \Rightarrow n = \frac{r}{\ell}$

$$\Rightarrow \quad \boxed{n = \frac{g}{R\omega^2} \cdot N}$$

(c) ¿Condición de ω para que la parte (b) tenga sentido?

Para que el astronauta tenga una sensación de peso a lo largo de r, debe cumplirse que al menos en la superficie interna del cilindro, siente su propio peso (como en la tierra), de lo contrario, a lo largo de todo r sentirá una fracción (menor) de su propio peso. Luego, de (*)

$$\omega = \pm\sqrt{\frac{g}{r}}$$, imponiendo la condición en, $r=R$, entonces

$$\boxed{\omega \geq \sqrt{\frac{g}{R}}}$$

(d) Estimación del tamaño de la nave. (para 100 personas)

Una persona utiliza cómodamente $1 m^2 \rightarrow 100 m^2$ sumando la superficie ocupada para el autoabastecimiento para muchos años, (y asumiendo que la superficie útil es en $r=R$) $\rightarrow 1000 m^2$. Entonces la superficie debe ser al menos $1000 m^2$:

$$L \cdot 2\pi R \geq 1000 \, [m^2]$$

Asumiendo $L = 10 [m]$, entonces

$$R \geq \frac{100}{2\pi} [m] \approx 17 [m]$$

Usando la condición obtenida en (b)

$$\omega \geq \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{10\ [m/s^2]}{17\ [m]}} \approx 0{,}78\ [Hz]$$

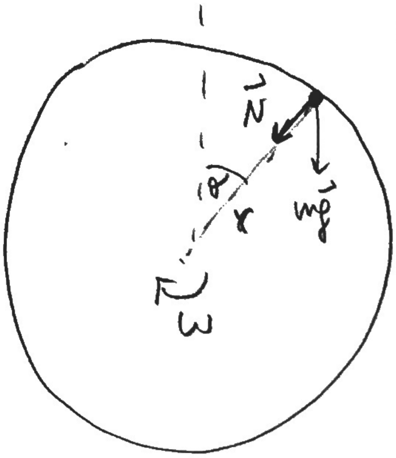
Como $1\ RPM = \frac{\pi}{60}\ Hz$, entonces

$\omega \geq 15\ RPM$ (aprox) ← es muy rápido!!

Los cilindros no son una buena idea para el diseño de una nave espacial, más bien sería conveniente un diseño de "Dona" o toroidal (ver Interesteller o 2001: odisea del espacio ☺)

En esta parte se evaluará el razonamiento con el que se llega al valor numérico.

Otra forma de verlo: (parte (a))



Cilindro CON gravedad

$\vec{g}\downarrow$

$$-N - mg\cos\theta = -m\omega^2 r$$

$$\Rightarrow \quad N = m\omega^2 r - mg\cos\theta$$

esta fuerza normal es la que "siente" el astronauta. Pero, como en la nave NO hay gravedad, entonces

$$\boxed{N = m\omega^2 r}$$

esta es la "sensación de peso" del astronauta.