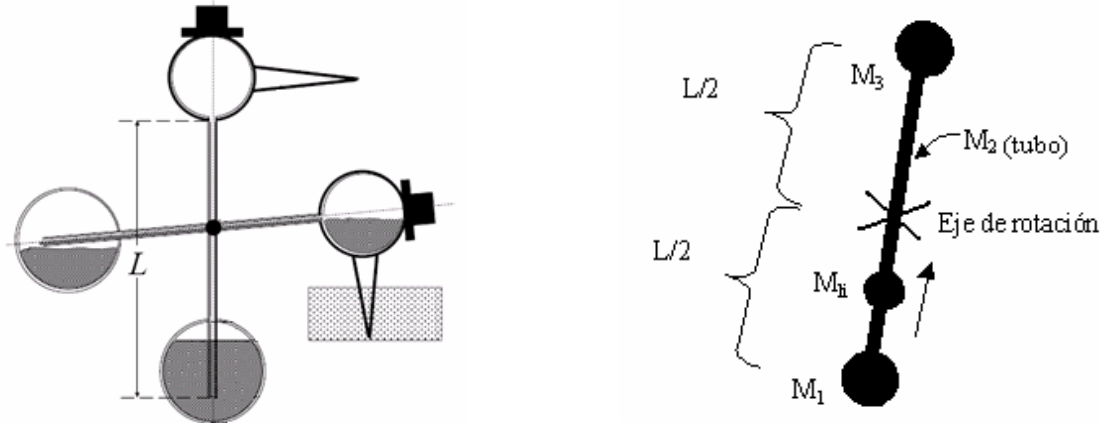


- PROBLEMA A DESARROLLAR -
- EL PAJARO BEBEDOR -

Introducción (descripción del problema a tratar)

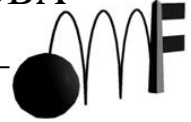


Un *pájaro bebedor* consta de dos pequeñas esferas huecas de vidrio (cabeza y cuerpo) y un tubo hueco que las conecta. Dentro de la esfera inferior hay un líquido coloreado que solo llena parcialmente el cuerpo. De esta manera (ver en la figura), cuando el pájaro está vertical, el tubo queda sumergido en el líquido sin llegar a tocar el fondo. La esfera superior de vidrio, a modo de cabeza, está recubierta de un fieltro poroso al igual que el pico (veremos más adelante que este material es necesario para el funcionamiento del dispositivo). Unido al tubo a media altura ($L/2$) hay un pequeño eje metálico que, a su vez, se apoya sobre unos soportes de tal forma que todo el conjunto del pájaro puede oscilar en torno a este punto.

Cuando la cabeza del pájaro se moja con agua (el pájaro “bebe”), el líquido interno coloreado (que se encontraba en la esfera inferior) comienza a ascender por el tubo hueco. Cuando gran parte del líquido coloreado ha llegado a la cabeza, el pájaro comienza a inclinarse y finalmente cae hacia adelante (ver el esquema de la figura). Después de adoptar una posición casi horizontal, el extremo inferior del tubo queda situado por encima del líquido y parte del líquido coloreado de la cabeza vuelve al cuerpo. El pájaro retrocede y luego se producen una serie de oscilaciones, hasta que se repite el proceso (hasta que el pájaro vuelve a “beber”).

DATOS:

Masas	La masa del cuerpo del pájaro es $M_B = 0,6g$, la del tubo $M_T = 0,27g$ y la de la cabeza (incluido el gorro y el pico) $M_H = 1,4g$.
Volumenes	El volumen del cuerpo es $V_B = 2,74cm^3$, el volumen del tubo $V_T = 0,6cm^3$, el volumen de la cabeza (interno) $V_H = 2,13cm^3$ y el volumen inicial del líquido coloreado es $V_1 = 2,5 cm^3$,
Líquido	,su densidad es $\rho_{Li} = 1,336g/cm^3$ y la temperatura de ebullición en condiciones normales $T_{Lb} = 313,15K$.
Agua	Calor específico del agua $C_{H_2O} = 4,186 J/(g \cdot ^\circ C) = 1 Cal/(g \cdot ^\circ C)$ Calor latente de vaporización del agua $L_{H_2O} = 540cal/g$
Columna	La longitud del tubo es 5cm
Ambiente	La temperatura ambiente para el problema es de 293K
Presión	La presión inicial (gas dentro del pájaro) es de $1,013 \cdot 10^5 Pa$



Nivel Avanzado

1 – Desde el punto de vista mecánico, ¿cuál debe ser la distribución del líquido dentro del pájaro para que este se incline a beber? Suponemos un leve ángulo de inclinación inicial (para resolverlo puede valerse del esquema de masas puntuales de la introducción).

2 – Ahora vamos a hacer cálculos para ver por qué la columna de líquido sube. Al estar mojada la cabeza del pato, el agua de la misma se evapora extrayendo la energía necesaria del pato. De esta forma, lo que sucede es que disminuye la temperatura de la cabeza. Al ocurrir esto, la presión interna de la cabeza baja y la presión del vapor del líquido en el cuerpo es mayor y hace subir la columna de agua. A partir de la distribución de líquidos obtenida en el punto anterior, ¿cuál debe ser la diferencia de temperaturas para que el pato llegue a inclinarse? (Suponga que el vapor del líquido es un gas ideal, y que el líquido no se evapora ni condensa. Además, suponga que la temperatura del cuerpo es la ambiente durante todo el experimento).

3 - Calcule cuál es la masa de agua que se tuvo que evaporar de la cabeza del pato siendo la energía utilizada para evaporarla la correspondiente utilizada para elevar la columna de líquido. Desprecie el trabajo realizado por el vapor dentro del pájaro.

4 - En la posición horizontal el líquido regresa al cuerpo y las presiones de cuerpo y cabeza se equiparan. Luego el pato comienza a oscilar, pero ahora la columna de líquido permanece a una altura de $L/2$.

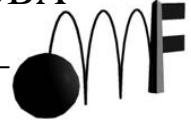
a) Primero calcule el momento de Inercia I del pájaro bajo estas condiciones.

b) Luego obtenga una expresión para el período en función de I , L , masas conocidas y constantes conocidas.

- *Ayuda 1:* Para obtener la expresión en b) recuerde la relación entre la fuerza y el período en un sistema masa-resorte.

- *Ayuda 2:* Recuerde que para valores pequeños de θ , $\sin \theta \sim \theta$

5 – ¿Es este un móvil de movimiento perpetuo? ¿por qué? ¿Podría decir entonces que con este tipo de dispositivos se solucionaría la crisis energética que atraviesa nuestro país?



1 – La distribución del líquido para que el pájaro se incline a beber debe ser:

Puntaje : _____

2 – La diferencia de temperatura para que el pájaro llegue a inclinarse es:

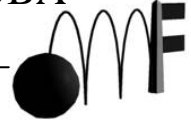
$$\Delta T =$$

Puntaje : _____

3 – La masa de agua que tuvo que evaporarse es:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} =$$

Puntaje : _____



3 – a) Escriba el momento de inercia I en las condiciones del problema resulta:

b) Escriba el periodo de oscilación en función de I , L y masas y constantes conocidas

$$T =$$

Puntaje : _____

5 – Desarrolle y justifique su respuesta al este item.

Puntaje : _____