

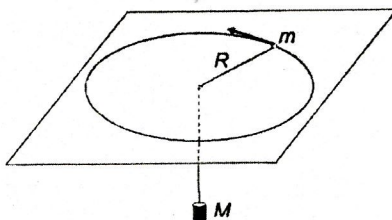
Examen 1

OLIMPIADA MEXICANA DE FÍSICA, SMF
Primer Entrenamiento-Selectivo 2015, CIMAT Guanajuato.

ENTRENAMIENTO 2015

Problema 1, mecánica.

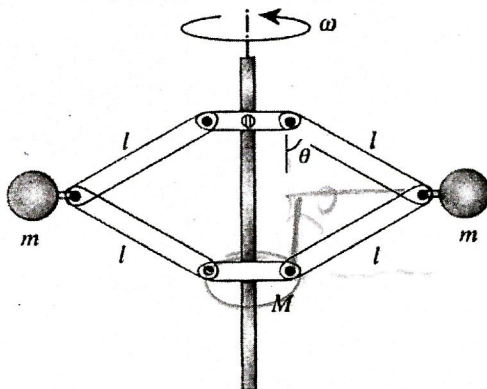
Un objeto de masa $m = 1 \text{ kg}$ atado a una cuerda se mueve en una circunferencia de radio $R = 40 \text{ cm}$ sobre una mesa horizontal sin fricción. Del otro extremo de la cuerda cuelga una masa de $M = 2 \text{ kg}$, la cuerda atraviesa un pequeño horificio de la mesa en el centro de la circunferencia como se muestra en la figura. Si la masa M se libera el objeto de masa m se aproxima hasta una distancia minima $r = 10 \text{ cm}$. Si v_0 es la velocidad del objeto de masa m cuando gira a la distancia R y v su velocidad cuando esta a la distancia r



- Encuentra la velocidad v_0 y v del objeto de masa m .
- Cuál es la velocidad de ambos objetos cuando el cuerpo de masa m se encuentra a la distancia $R/2$ desde el orificio de la mesa.
- Encuentra la aceleración de la masa M cuando se encuentra en el punto más alto y más bajo.

Problema 2, oscilaciones.

El sistema descrito en la figura de abajo consta de dos esferas de masa m , cada una de ellas sujeta a un par de barras que pueden girar libremente haciendo un ángulo θ con la vertical. Anclado al par de barras inferiores se encuentra un bloque de masa M . El dispositivo gira con una frecuencia ω alrededor del eje vertical como se muestra en la figura. El sistema completo esta sujeto a la fuerza gravitacional.



Desde un sistema que gira con las barras, haz un diagrama de las fuerzas que actúan sobre cada una de las masas y escribe las ecuaciones de movimiento para cada una de ellas.

a) Encuentra el ángulo θ_0 en el cual el sistema se encuentra en equilibrio:

Hint: el ángulo θ_0 está dado en términos de los parámetros M, m, g, l, ω_0

b) Si el sistema completo se desplaza un pequeño ángulo alrededor del equilibrio θ_0 oscilará con cierta frecuencia Ω . Determina la frecuencia de oscilación Ω .

Hint: A partir de las ecuaciones de movimiento que obtuviste en el primer inciso, demuestra que se obtiene la siguiente ecuación:

$$(m + 2M \sin^2 \theta) 2l \ddot{\theta} + 2Ml \sin(2\theta) \dot{\theta}^2 - ml\omega_0^2 \sin(2\theta) + 2(m + M)g \sin \theta = 0 \quad (1)$$

Sea: $\theta' = \theta - \theta_0$, el pequeño ángulo que se desvía el sistema de la posición de equilibrio θ_0 (constante). Cambiando la ecuación anterior a la variable θ' y aproximando hasta potencias de primer orden en las variables $\theta', \dot{\theta}', \ddot{\theta}'$, se obtiene la ecuación de oscilador armónico para la variable θ' y por lo tanto se puede identificar directamente la frecuencia de oscilación Ω .

Problema 3, termodinámica.

Un contenedor cilíndrico de altura 2.24 m y área transversal 1 dm³ contiene helio en estado gaseoso a temperatura de 0 °C y presión 10 N/cm². En la parte superior del cilindro se libera un pistón de masa 80 kg que se mueve sin fricción. Al liberar el pistón, este se acelera y alcanza una velocidad máxima después de lo cual el pistón comienza a desacelerar. Debido a que el proceso de caída del pistón es muy rápida no hay transferencia de calor entre el gas, el pistón y el contenedor. Usa que $g = 10 \text{ m/s}^2$ y la presión atmosférica es $P_{atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, los calores específicos del helio es $c_v = 3150 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, $c_p = 5250 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

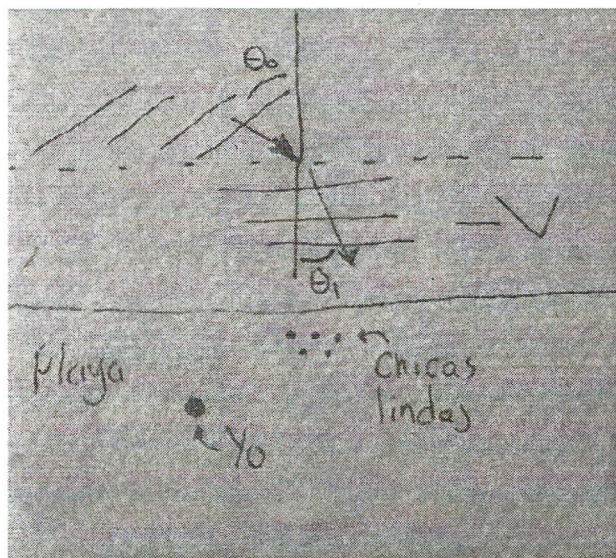
a) Calcula la presión, el volumen y la temperatura del gas cuando el pistón alcanza su velocidad máxima.

b) Calcula el trabajo hecho por la gravedad, el helio y la presión atmosférica desde que se libera el pistón hasta el momento en que alcanza la velocidad máxima.

c) Calcula la velocidad máxima del pistón.

PROBLEMA 4

Un día en la Riviera Maya, me encontraba sentado en un camastro frente a la playa, el clima se prestaba para que tuviera una buena cerveza helada a mi lado y los ánimos como para observar a las preciosas chicas que chapoteaban en la orilla. Por un momento observé que las olas llegaban de frente a la playa, cosa que es rara, pues en general las olas viajan en muchas direcciones, justo como mis ojos al observar a las bonitas muchachas que jugaban en la playa. Para entenderlo, y ligarme a una hermosa mujer, tomé un trago de cerveza, me levanté y en una servilleta le di el siguiente dibujo:



Le dije: Cuando una ola de energía E pasa de una región donde la energía potencial es cero a otra donde vale $-V$ le sucede un fenómeno que se denomina refracción, donde el ángulo de incidencia θ_0 y el ángulo de refracción θ_1 se relaciona por la ley de Snell:

$$\frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1} = n$$

donde los ángulos son medidos a partir de la normal y $n = \sqrt{1 + \frac{V}{E}}$ se llama índice de refracción. Demuestra que lo que le dije es cierto (ley de Snell e índice de refracción) y explícame ¿Por qué no me dio su número?