

**Problema 2****15 pts**

Se utilizan dos compresores para elevar la presión de un gas diatómico, para el que  $C_V = 5R/2$ , de la forma siguiente: El primer compresor reduce el volumen inicial de gas  $V_0$  hasta un volumen intermedio  $V_1$ , después el gas comprimido se enfría a volumen constante hasta adquirir la temperatura inicial  $T_0$ , a continuación trabaja el segundo compresor que reduce el volumen del gas hasta  $V_2$ .

- a) Calcular para que valor de  $V_1$  expresado en función de  $V_0$  y  $V_2$ , el trabajo total realizado por los compresores es el mínimo posible y cuál es su valor.
- b) Calcular también el trabajo que realiza cada compresor en el caso anterior.

**Problema 2****10 pts**

Se lanza un proyectil formando un ángulo  $\alpha$  con la horizontal. En el punto más alto de su trayectoria  $h$  su velocidad es  $v_1$ . La velocidad en un punto de la trayectoria que es la mitad de la altura máxima  $h/2$  es  $v_2$  y entre ambas velocidades existe la relación:

$$v_1 = \sqrt{\frac{6}{7}} v_2 \quad (1)$$

Calcular el ángulo de lanzamiento  $\alpha$

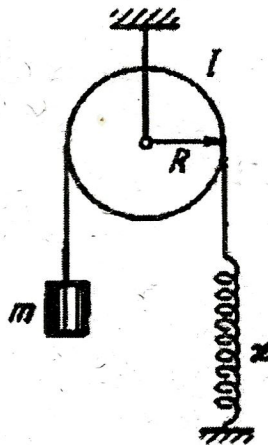
**Problema 3****15 pts**

El Modelo clásico del átomo de tritio con una carga nuclear  $+1$  y un solo electrón en órbita circular de radio  $r_0$  emite de repente un "negatron" y cambia su carga  $+2$  (el negatrón emitido escapa tan rápidamente que nos podemos olvidar de él) De esta manera el electrón cambia su órbita de manera rápida a una nueva situación.

- a) Encuentra la razón entre las energías del electrón antes y después de la emisión del negatron  $E_f/E_0$
- b) Encuentra la distancia más cercana y más lejana para la nueva órbita en unidades de  $r_0$
- c) Encuentra el eje menor y mayor de la nueva órbita elíptica en términos de  $r_0$

**Problema 4****10 pts**

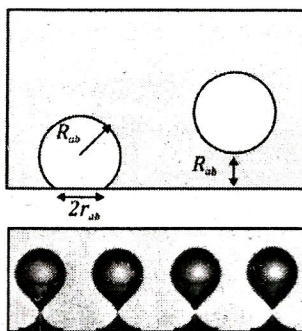
Hallar la frecuencia de las oscilaciones pequeñas del sistema mostrado en la figura siguiente. El radio de la polea es  $R$ , su momento de inercia respecto del eje de rotación es  $I$ , la masa  $m$  del bloque suspendido de la cuerda y  $k$  la constante del resorte. La masa del hilo y del resorte son despreciables, el hilo no resbala con la polea y no hay rozamiento en el eje de está última.



### Problema 5

10 pts

Durante el calentamiento de un líquido en un recipiente es usualmente observar la formación de burbujas, en menor cantidad previo al punto de ebullición y de forma más activa al llegar a él. A temperatura ambiente, el agua pura está saturada con gas que con el aumento de temperatura forman las burbujas de la siguiente manera: al aumentar la temperatura, la presión del gas disuelto  $P_{ab}$  aumenta, el aire disuelto es liberado y las burbujas de aire (ABs) aparecen en el fondo y en las paredes de los recipientes. Durante su formación es usual modelar este sistema como una esfera truncada de radio  $R_{ab}$  y con base sin mojar de radio  $r_{ab}$ . Al calentarse más las ABs se expanden y tras alcanzar un tamaño límite pueden desprender del fondo, ascender hacia la superficie del agua y reventar ahí. Durante el calentamiento, también se generan burbujas de vapor (VBs), estas aparecen cuando la temperatura del agua en el fondo alcanza un valor crítico  $T_w \approx T_{crit} = 100^\circ C$  a la cual la presión del vapor saturado excede a la presión externa. Considere un recipiente calentando agua con densidad  $\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a presión atmosférica  $P_0 = 1.016 \times 10^5 \text{ Pa}$  y con un nivel  $H = 10 \text{ cm}$  respecto del fondo.



- Encuentre una condición de presiones que permita el crecimiento de una ABs con tensión superficial  $\sigma$  (fuerza por unidad de longitud) y radio  $R_{ab}$  en el fondo del recipiente lleno de agua con densidad  $\rho_w$  hasta una altura  $H$ .
- Obtenga una expresión para la  $r_{ab}$  crítica, en la cual una ABs se desprende del fondo del recipiente. Tome en cuenta que  $r_{ab} \ll R_{ab}$ .
- Considere una AB con radio  $R_b$  en el fondo del recipiente. Conforme el agua es hervida, la burbuja se satura de vapor y amplía su radio. Escriba el cociente  $\eta = m_{aire}/m_{vapor}$  de las masa de

aire y de vapor saturado dentro de la burbuja a una temperatura  $T$ . Calcule el coeficiente en el punto de ebullición  $T = 100^\circ\text{C}$  ( $R_b = 1\text{ mm}$ ). A esta temperatura el vapor posee una densidad  $\rho_{\text{vapor}} = 0.596\text{ kg/m}^3$  y una presión  $P_{\text{vapor}} = 1.016 \times 10^5\text{ Pa}$ .

Datos de posible utilidad:

- Masa molar del aire ( $\mu = 0.029\text{ kg/mol}$ ).
- Constante de gas ideal ( $R = 8.31\text{ J/mol}\cdot\text{K}$ )
- Tensión superficial del agua ( $\sigma = 0.0725\text{ N/m}$ )