Problema 1 — 10 pts

Un cilindro homogéneo de masa m y radio R se hace girar hasta alcanzar una velocidad angular ω_0, luego alcanza un plano inclinado θ y se coloca suavemente sobre el plano inclinado ¿Hasta qué altura ascenderá el cilindro? El coeficiente de rozamiento entre el plano inclinado es μ y se tiene que $\mu < \tan\theta$

Problema 2 — 20 pts

Se han construido dos globos esféricos, uno se llena con aire caliente a la temperatura $T = 373\,\mathrm{K}$ y el otro con vapor de agua a la misma temperatura $T = 373\,\mathrm{K}$. Se ha comprobado que cada uno de los globos puede mantener elevada sobre la superficie terrestre una masa $m = 300\,\mathrm{kg}$, incluyendo en este valor la masa de la envoltura de las cuerda y los demás constituyentes. La temperatura ambiente es $T_0 = 293\,\mathrm{K}$ y la presión $p = 105\,\mathrm{Pa}$

a) ¿Cuáles son los volúmenes V_1 y V_2 de los globos?

b) ¿Cuál es la cantidad mínima de calor necesaria para calentar el aire (a partir de la temperatura ambiente) en el primer globo? ¿Cuál es la cantidad mínima de calor para producir el vapor de agua, a partir de agua a temperatura ambiente, que se necesita para llenar el segundo globo?

Se comprueba que cuando se ha terminado de llenar el primer globo existe una pérdida en la fuerza ascensional a la razón de $k_1 = 0.3\,\mathrm{N/s}$, debido a las pérdidas de calor a través de la envoltura esférica del globo.

c) ¿Cuál es la razón en la fuerza ascensional pérdida k_2 en el segundo globo al terminar de llenarlo? Considerar dos posibilidades:

1) que el vapor de agua condensado quede dentro del globo

Hint 1: Si designamos a q_1 como la energía pérdida por unidad de tiempo, entonces el calor total perdido por el primer globo en un tiempo dt es $q_1 dt$. De la misma manera para el segundo globo, el calor perdido es $q_2 dt$.

Hint 2: En el primer globo la pérdida de calor en el tiempo dt provoca una disminución de temperatura dT

Hint 3:

2) que el vapor de agua condensado sea extraído inmediatamente del globo.

Las envolturas de los globos tienen la misma conductividad calorífica y son impermeables a la entrada de aire o de vapor de agua. El vapor de agua y el consideran como si fuesen gases ideales.

Datos:

Masas molares del aire y del agua $M_p = 0.029$ kg/mol , $M_w = 0.018$ kg/mol;

Calor específico del aire a presión constante $C_p = 5R/2$,

Calor específico del vapor de agua $C_w = 4200\,\mathrm{J/(kgK)}$,

El punto de ebullición del agua a la presión de $10^5\,\mathrm{Pa}$ es $T_{eb} = 373$ K,

Calor latente de vaporización del agua $L = 2.3\times 10^6$ J/kg

Constante de gas ideal ($R = 8.31$ J/Kmol)

Problema 3

10 pts

El Mariner 4 fue diseñado para viajar desde la Tierra a Marte en una órbita elíptica con su perihelio en la Tierra y su afelio en el planeta Marte. Asumiendo que las órbitas de Marte y de la Tierra son circulares con radios R_E y R_M respectivamente. Despreciando los efectos gravitacionales de los planetas sobre la sonda Mariner.

a) ¿Cuál debe ser la velocidad, relativa a la Tierra, de la sonda Mariner para abandonar la Tierra y cuál su dirección?

b) ¿Cuánto tiempo le tomará llegar a Marte?

c) ¿Cuál es la velocidad, relativa a Marte, con que llegará la sonda a la órbita de Marte?

Problema 4

10 pts

Una balanza de torsión consiste en una ligera varilla con dos esferas de masa m en sus extremos, que se mantiene horizontal cuando está suspendida por su punto medio O mediante un hilo sujeto por su extremo superior P, como se muestra en perspectiva en la siguiente figura. Supondremos que la semilongitud de la varilla es a y que su masa es despreciable frente a las de las esferas.

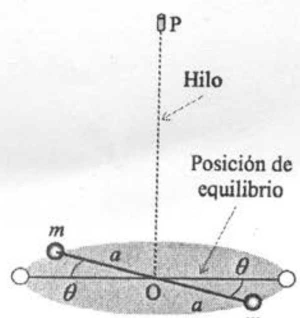


Fig. 2

a) Cuando se aparta la varilla del equilibrio manteniéndola siempre horizontal y girándola un pequeño ángulo θ, el hilo del cual esta suspendida la varilla ejerce una torca τ, que es proporcional al ángulo girado (siempre que el ángulo sea pequeño):

$$\tau = -k\theta \tag{1}$$

donde k es la constante de torsión del hilo. En consecuencia, si se aparta el sistema un pequeño ángulo θ respecto a la posición de equilibrio y después se deja libre, realizará oscilaciones armónicas en torno a dicha posición de equilibrio.

Encuentra el periodo de dichas oscilaciones armónicas.

Con los siguientes datos: $m = 0.730\,\text{kg}$, $a = 90\,\text{cm}$, $T = 423\,\text{s}$. Calcula el valor de la constante de torsión k

c) En el experimento de Cavendish para medir el valor de la constante gravitacional, se empleo una balanza de torsión como la descrita hasta ahora. En el dispositivo empleado por Cavendish, se colocaron además dos esferas de masa mayor M separadas una distancia b, de tal manera que ejercen una fuerzas de gravedad F_g sobre las esferas de masas m, como se muestra en la figura.

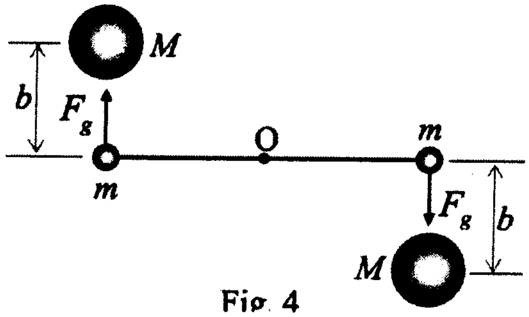


Fig. 4

Debido a la atracción entre las esferas, la varilla se desplaza un pequeño ángulo θ_0 respecto de su posición de equilibrio.

Se tomaron los datos son los siguientes: $M = 158\,\mathrm{kg}$, $\theta_0 = 9.9 \times 10^{-4}\,\mathrm{rad}$, $b = 23\,\mathrm{cm}$. Si el radio de la Tierra es $R_T = 6.37 \times 10^6\,\mathrm{m}$ y la aceleración de la gravedad es $g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$.

Con los datos anteriores y los del primer inciso, calcula la masa de la Tierra M_T y el valor de la constante de Gravitación universal G.

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 α 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:

$$v_1 = \sqrt{\frac{6}{7}} v_2 \tag{1}$$

Calcular el ángulo de lanzamiento α

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.

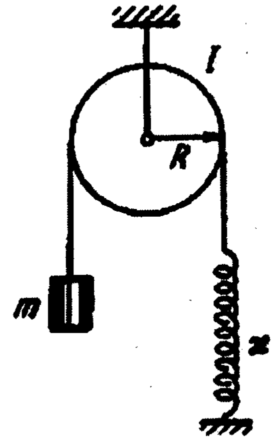
a) Encuentra la razón entre las energías del electrón antes y después de la emisión del negatron E_f/E_0

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 nueve órbita elíptica en términos de r_0

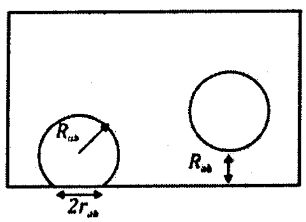
Problema 4 **10 pts**

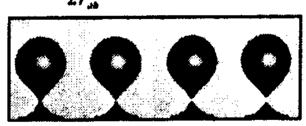
Hallar la frecuencia de las oscilaciones pequeñas del sistema mostrado en la figura siguiente. El radio de la polea es R, su momento de inercia respecto del eje de rotación es I, la masa m del bloque suspendido de la cuerda y k la constante del resorte. La masa del hilo y del resorte son despreciables, 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 despegar 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 $T_w \approx T_{crit} = 100°C$ a la cual la presión del vapor saturado excede a la presión externa. Considere un recipiente calentando agua con densidad $\rho_w = 10^3$ kg/m^3, a presión atmosférica $P_0 = 1.016 \times 10^5$ Pa y con un nivel $H = 10$ cm respecto del fondo.





a) Encuentre una condición de presiones que permita el crecimiento de una ABs con tensión superficial σ (fuerza por unidad de longitud) y radio R_{ab} en el fondo del recipiente lleno de agua con densidad ρ_w hasta una altura H.

b) Obtenga una expresión para la r_{ab} crítica, en la cual una ABs se desprende del fondo del recipiente. Tome en cuenta que $r_{ab} << R_{ab}$.

c) 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 $T = 100°C$ ($R_b = 1$ mm). A esta temperatura el vapor posee una densidad $\rho_{vapor} = 0.596\ kg/m^3$ y una presión $P_{vapor} = 1.016 \times 10^5$ Pa.

Datos de posible utilidad:

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