Examen de Física-1, 1° Ingeniería Química
Examen final. Febrero de 2022
Cuestiones (Un punto por cuestión, excepto las dos últimas).

Cuestión 1: Dejamos caer un cuerpo en el interior de un ascensor desde 2 m de altura cuando está parado y cuando asciende con movimiento rectilíneo y uniforme de velocidad 1 m/s. ¿A qué altura sobre el suelo del ascensor se encontrará el cuerpo a los 0,5 s en cada uno de los casos?

Problema extraído del libro Problemas de Física, Editorial Tébar, S. Burbano de Ercilla y otros, 27 Edición

Solución:

Según el principio de la relatividad de Galileo, tendrán que estar a la misma altura del suelo en los dos casos.

Tomaremos como origen de alturas el suelo del ascensor. Por lo tanto la altura inicial $h_0 = 2\text{m}$.

En el primer caso, el cuerpo comienza a caer sin velocidad inicial, tanto en el sistema de referencia del ascensor, como en un sistema de referencia inercial situado fuera de él.

$$h = h_0 - \frac{1}{2}gt^2 = 2 - \frac{1}{2}9{,}8 \times 0{,}5^2 = 0{,}775 \text{ m.}$$

En el segundo caso, el cuerpo tiene una velocidad inicial con respecto al sistema de referencia inercial externo que está dirigida hacia arriba y tiene como módulo 1m/s. Por lo tanto, su posición con respecto a este sistema de referencia es

$$h_{\text{cuerpo}} = h_0 + v_o t - \frac{1}{2}gt^2 = 2 + 1 \times 0{,}5 - \frac{1}{2}9{,}8 \times 0{,}5^2 = 1{,}275 \text{ m.}$$

Pero en ese tiempo, el suelo del ascensor también ha ascendido con movimiento rectilíneo y uniforme una magnitud de

$$h_{\text{suelo}} = v_0 t = 1 \times 0{,}5 = 0{,}5 \text{ m.}$$

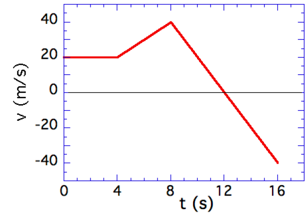
Así que con respecto al suelo del ascensor, el cuerpo está a una altura de

$$h = h_{\text{cuerpo}} - h_{\text{suelo}} = 1{,}275 - 0{,}5 = 0{,}775\ m.$$

Cuestión 2: El movimiento unidimensional de una partícula viene representado en la gráfica adjunta.

(a) Representar las aceleraciones (0,4 puntos) y el desplazamiento (0,4 puntos) de la partícula en función del tiempo.

(b) ¿Cuál es la velocidad media en el intervalo de 0 a 16 segundos? (0,2 puntos)



Problema propuesto por el Prof. Jesús Rodríguez

Solución:

a) En el **primer tramo** del movimiento la velocidad es constante, por lo que se trata de un movimiento rectilíneo uniforme en el que $\boxed{a = 0}$ y el espacio vale $\boxed{x = x_0 + 20\ t}$. Si tomamos $x_0 = 0$, a los cuatro segundos la partícula estará en $x = 80$ m

En el **segundo tramo** la aceleración es constante y vale

$$\boxed{a = \Delta v / \Delta t = (40 - 20) / (8 - 4) = 20 / 4 = 5 \text{ m/s}^2}$$

y el espacio $\boxed{x = x_0 + v_0 (t - 4) + ½\, a (t - 4)^2} = \boxed{80 + 20 (t - 4) + ½\, 5 (t - 4)^2}$

Para t = 8 s, x = 80 + 80 + 40 = 200 m

Finalmente, en el **tercer tramo** la aceleración también es constante y vale

$$\boxed{a = \Delta v / \Delta t = (-40 - 40) / (16 - 8) = -80 / 8 = -10 \text{ m/s}^2}$$

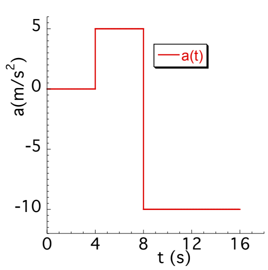
y el espacio $\boxed{x = x_0 + v_0 (t - 8) + ½\, a (t - 8)^2} = \boxed{200 + 40 (t - 8) - ½\, 10 (t - 8)^2}$

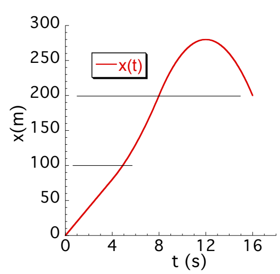
Para t = 16 s, x = 200 + 320 - 320 = 200 m

El valor de x máximo se alcanzara cuando la velocidad se hace cero, en t = 12 s. Aplicando la ecuación de ese tramo:

$$\boxed{x_{max}} = 200 + 40 (12 - 8) - ½\, 10 (12 - 8)^2 = 200 + 160 - 80 = \boxed{280 \text{ m}}$$

Las graficas serán:





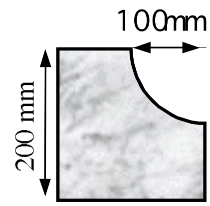
b) La velocidad media es el espacio recorrido (posición final menos la posición inicial) dividido por el tiempo que tarde en recorrerlo, es decir:

$$\boxed{v_{media} = 200/16 = 12.5 \text{ m/s}}$$

La rapidez media, sería la media del modulo de la velocidad, es decir el espacio total recorrido sumando el desplazamiento positivo y el negativo (280 + 80 = 360 m) dividido por el tiempo que tarde en recorrerlo, es decir:

$$\text{Rapidez}_{media} = 360/16 = 22.5 \text{ m/s}$$

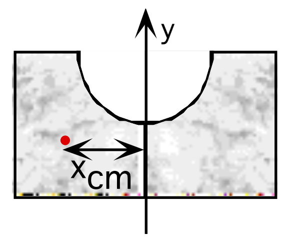
Cuestión 3: Determinar la posición del centro de masas de la placa homogénea de la figura (cuadrado al que se le ha quitado un cuarto de círculo).



Problema propuesto por el Prof. Jesús Rodríguez

Solución:

La forma más fácil es calcular el centro de masas aplicando el teorema de Papus Guldin para volúmenes de revolución



$$V = 2\pi x_{\mathrm{CM}} S.$$

Si hacemos girar la superficie entorno al eje tal y como se muestra en la figura, se genera un volumen que es el del cilindro de radio y alturas iguales a 200 mm, menos el de media esfera de radio 100 mm.

$$V = \pi \times 200^2 \times 200 - \frac{1}{2}\frac{4}{3}\pi 100^3 = 8\pi 10^6 - \frac{2}{3}\pi 10^6 = \frac{22}{3}\pi 10^6 \quad \mathrm{mm}^3.$$

La superficie generadora es la de un cuadrado menos la de un cuarto de círculo

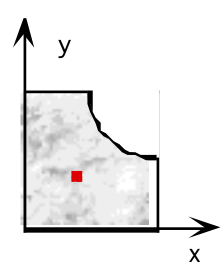
$$S = 200^2 - \frac{1}{4}\pi 100^2 = 32146\ \mathrm{mm}^2.$$

Utilizando la primera de las expresiones

$$x_{\mathrm{CM}} = \frac{V}{2\pi S} = 114.06\ \mathrm{mm}.$$

Por simetría, el centro de masas se encuentra a la misma distancia del borde superior.

Por lo tanto, si definimos un sistema de ejes tal como muestra la figura, las coordenadas del centro de masas serían



$$x_{\mathrm{CM}} = 200 - 114.06 = 85.94\ \mathrm{mm}.$$

$$y_{\mathrm{CM}} = 200 - 114.06 = 85.94\ \mathrm{mm}.$$

También se podría haber calculado considerando la placa como un cuadrado menos un cuarto de círculo.

Cuestión 4: Cuando un automóvil frena, la fricción entre los tambores y las zapatas del freno convierten la energía cinética de traslación en calor. Si un automóvil de 2000 kg frena de 25 m/s a 0 m/s, ¿cuánto calor se genera en los frenos? Si cada uno de los cuatro tambores de freno tiene una masa de 9,00 kg de hierro con 450 J/(kg·ºC) de calor específico ¿cuánto se eleva la temperatura de los tambores? (no hay suficiente tiempo para que el calor se fugue al aire y no pasa mucho calor a las zapatas de freno).

Problema extraído del libro Física para Ingeniería y Ciencias, H.C. Ohanian y J. T. Markert, Editorial McGraw-Hill, Tercera edición.

Solución:

La energía cinética inicial del automóvil es

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 25^2 \text{ J} = 6{,}3 \times 10^5 \text{ J}.$$

Los frenos convierten esta energía cinética en calor. Cada uno de los cuatros tambores de freno absorben un cuarto del total, o $Q = \frac{1}{4} \times 6{,}3 \times 10^5$ J. Dado que la masa de cada tambor es de 9.0 kg, el aumento de la temperatura de cada tambor es

$$\Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{\frac{1}{4} \times 6{,}3 \times 10^5}{9{,}0 \times 450} \text{ °C} = 39 \text{ °C}.$$

Cuestión 5: En un experimento sobre la conservación del momento angular, una estudiante necesita encontrar el momento angular $\boldsymbol{L}$ de un disco uniforme de masa $\boldsymbol{M}$ y radio $\boldsymbol{R}$ que rota con velocidad angular $\boldsymbol{\omega}$. Ella realiza las siguientes medidas directas:

$$\boldsymbol{M = 1,10 \ \pm 0,01} \ \mathbf{kg},$$
$$\boldsymbol{R = 0,250 \ \pm 0,005} \ \mathbf{m},$$
$$\boldsymbol{\omega = 21,5 \ \pm 0,4} \ \mathbf{rad/s},$$

Y entonces calcula $\boldsymbol{L}$ como $\boldsymbol{L = \frac{1}{2}MR^2\omega}$. ¿Cuál sería el valor estimado para el momento angular, junto con su incertidumbre? (considerad que la incertidumbre de las medidas directas son independientes).
Problemas extraídos del libro "An introduction to error analysis", J. R. Taylor, University of California Books.

Solución:

La incertidumbre del momento angular, cortando a la primera cifra significativa, toma el valor de

$$\delta L = \frac{\partial L}{\partial M}\delta M + \frac{\partial L}{\partial R}\delta R + \frac{\partial L}{\partial \omega}\delta\omega = \frac{1}{2}R^2\omega\,\delta M + MR\omega\,\delta R + \frac{1}{2}MR^2\,\delta\omega = 0.05\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}.$$

Con lo que el valor estimado del momento angular sería

$$L = \frac{1}{2} \times 1{,}10 \times 0{,}250^2 \times 21{,}5 = 0{,}74\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}},$$

Donde hemos cortado a las centésimas, el mismo orden de magnitud de la incertidumbre.

Por lo tanto, el resultado final será

$$L = \ 0{,}74 \ \pm 0{,}05\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}},$$