

Mecánica

Guía 1: Mecánica de Newton - 15 de agosto de 2023

Problema 1: Una lámpara cuelga sin oscilar del techo de un vagón de un tren que se desplaza sobre una vía recta y horizontal. En el instante $t = 0$ la soga que sostiene la lámpara se corta. Describa la trayectoria de la lámpara para $t > 0$ vista por un observador fijo a tierra, otro fijo al tren y otro en caída libre (con velocidad nula respecto de la vía en $t = 0$), si:

- el tren está quieto;
- el tren se desplaza a velocidad constante v_o ;
- el tren se desplaza con aceleración constante a_o y velocidad inicial nula.

Problema 2: Un cuerpo de masa m cae desde una altura h con una velocidad inicial vertical v_o , en un campo gravitatorio uniforme y vertical de intensidad g . Durante la caída experimenta una fuerza de rozamiento proporcional y opuesta a su velocidad. Resuelva la ecuación de movimiento para el cuerpo.

Problema 3: Un cohete se desplaza expulsando gases por su tobera posterior, siendo μ la masa de gas expelida por unidad de tiempo y c la velocidad de expulsión del gas *relativa al cohete*. Estudie el movimiento (unidimensional) del cohete, cuya masa inicial es M_o , desde su partida en reposo y hasta el momento previo al agotamiento de su combustible. Analice los siguientes casos:

- movimiento sin fuerzas externas;
- movimiento vertical opuesto a un campo gravitatorio constante (aceleración g);
- movimiento con rozamiento proporcional y opuesto a la velocidad del cohete.

Problema 4: Una partícula de masa m describe un movimiento unidimensional, bajo la acción de una fuerza conservativa cuya energía potencial se expresa como

$$V(x) = \frac{cx}{x^2 + a^2},$$

donde a y c son constantes positivas. Encuentre la posición de equilibrio estable y el correspondiente período para pequeñas oscilaciones alrededor de la misma. Analice físicamente cómo cambia el período cuando se modifica el valor de c .

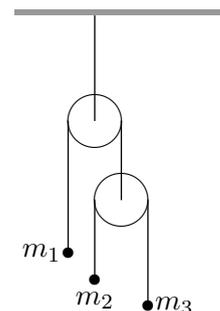
Problema 5: Se monta una vía circular de masa M y radio R sobre una rueda (de masa despreciable) que gira libremente alrededor de un eje vertical fijo. Sobre la vía parte del reposo una locomotora de juguete de masa m y alcanza pronto una velocidad constante de módulo v respecto del sistema del laboratorio.

- ¿Cuál es la velocidad angular de la rueda si inicialmente estaba en reposo?
- Si la locomotora disminuye su velocidad hasta quedar en reposo (respecto del sistema de laboratorio), ¿cuál es la velocidad angular final de la rueda?

Problema 6: Una partícula A de masa m_A realiza un choque perfectamente elástico con una partícula B de masa m_B , inicialmente en reposo, que se encuentra sobre su recta de movimiento. Estudie bajo qué condiciones:

- puede A ceder toda su energía cinética a B ;
- puede A después del choque continuar en la misma dirección y sentido;
- puede A después del choque continuar en la misma dirección, pero en sentido contrario; y
- puede B moverse en sentido opuesto al de A antes del choque.

Problema 7: Considere el sistema de masas y poleas de la figura. Asuma que las poleas no tienen masa, las cuerdas son inextensibles y que no hay rozamiento entre las cuerdas y las poleas. Encuentre las tensiones en las cuerdas y las aceleraciones de m_1 , m_2 y m_3 . ¿Es $a_1 = 0$ cuando $m_1 = m_2 + m_3$, como ocurriría si por la derecha no colgara una polea sino una masa simple $M = m_2 + m_3$?



Problema 8: Una barra homogénea de longitud L cae desde la posición vertical, en la que se hallaba en reposo. Describa el movimiento de la barra suponiendo que la parte inferior, en contacto con el piso:

- a) desliza sin rozamiento;
- b) no desliza (pero gira libremente).

Problema 9: Una plomada consta de una pequeña pesa suspendida por un cordón inextensible de masa despreciable, y cuelga sin oscilar del techo de un vagón de ferrocarril, manteniendo un ángulo θ respecto de la vertical.

Determine el ángulo θ en cada una de las siguientes situaciones:

- a) si el vagón tiene una aceleración a constante;
- b) si el vagón desciende por una pendiente (de ángulo α respecto de la horizontal) con velocidad constante;
- c) si el vagón desciende libremente por la misma pendiente.

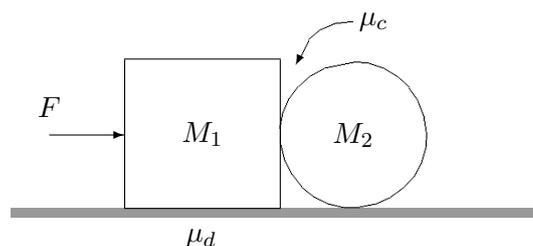
Problemas suplementarios

Problema 10: Desde un sistema inercial, calcule la velocidad y aceleración de una partícula cuyas funciones de movimiento (cartesianas) se conocen desde un referencial en movimiento (en traslación acelerada y rotación respecto del inercial). Para el caso en que *solo hay rotación*, identifique las expresiones correspondientes a las aceleraciones tangencial, centrípeta y de Coriolis.

Problema 11: Refiérase al **problema 5** de la guía.

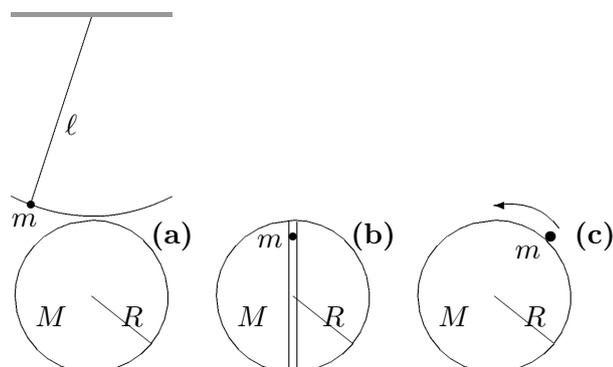
- c) Si ahora la vía se coloca sobre una superficie horizontal exenta de rozamiento, describa el movimiento de la locomotora respecto del centro de masa del sistema, cuando la máquina se mueve con velocidad v_0 respecto de la vía.

Problema 12: Sobre un plano horizontal se apoya un cuerpo de masa M_1 , al cual se le aplica una fuerza F constante paralela al plano. El cuerpo desliza con rozamiento (μ_d) y a su vez empuja un cilindro de masa M_2 apoyado sobre el plano, el cual rueda sin deslizar. En el contacto entre ambos cuerpos también existe rozamiento (μ_c).



- a) Dibuje un diagrama de las fuerzas actuantes sobre cada uno de los cuerpos.
- b) Escriba las ecuaciones de movimiento correspondientes a cada cuerpo y encuentre las expresiones para la fuerza de contacto mutua entre los cuerpos y la aceleración total resultante del sistema.
- c) Estudie bajo qué condiciones de rozamiento es posible la situación de rodadura planteada. ¿Qué sucede si dichas condiciones no se verifican?

Problema 13: Considere un esfera de radio R , cuya masa M se encuentra uniformemente distribuida en todo su volumen, y una partícula de masa m de radio despreciable frente a R . Calcule el período de oscilación de la partícula para cada una de las situaciones presentadas en la figura. En cada caso el sistema se encuentra aislado del resto del universo. Compare los resultados obtenidos en las tres situaciones e interprete físicamente.



- a) La partícula m oscila *sobre* la esfera, colgada de un hilo de largo ℓ (de masa despreciable). La distancia entre el punto de sujeción del hilo y el centro de la esfera se mantiene constante igual a $R + \ell$ (hilo inextensible). Estudie el período para pequeñas oscilaciones y considere los límites: $\ell \ll R$ y $\ell \gg R$.
- b) La partícula m cae por el interior de un tubo recto trepanado a lo largo de un diámetro de la esfera. El movimiento es sin rozamiento, y la partícula parte del reposo desde la superficie de la esfera.
- c) La partícula m se desliza sin rozamiento sobre la esfera describiendo un círculo máximo. Describa los valores posibles para su velocidad.