FÍSICA I

Profesores: Alvaro Nuñez, Patricio Parada, Nelson Zamorano

Guía de Problemas

OBJETIVOS

El objetivo de esta guía de problemas es ayudarlo a desarrollar las destrezas necesarias para estudiar fenómenos de mecánica. Los problemas están agrupados en cuatro temáticas:

I. Geometría,

II. Cinemática en una dimensión,

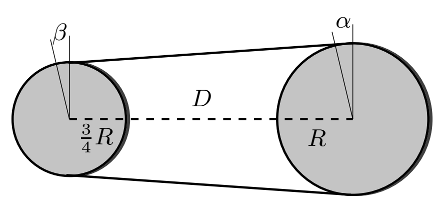
III. Cinemática en dos dimensiones,

IV. Dinámica.

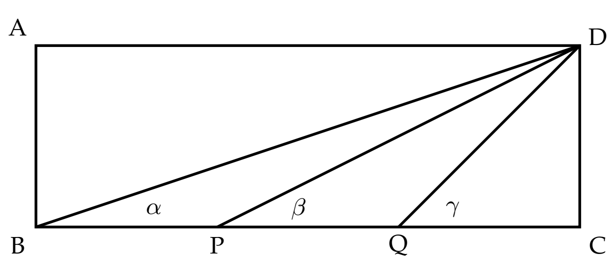
Le recomendamos leer con detención cada problema y generar un plan de acción que lo lleve a la solución. Si, luego de unos 15 minutos, no progresa en la construcción de esta solución, discuta el problema con sus compañeros y profesores. Sin embargo, siempre se espera que intente resolver el problema de manera individual.

PROBLEMAS DE GEOMETRÍA

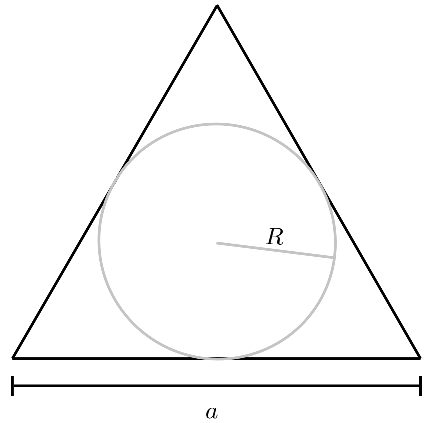
1. *a*) Encuentre el valor de los ángulos α y β que miden el alejamiento angular del punto de contacto de la correa y la circunferencia con respecto a la vertical.
   b) Calcule el largo de la cuerda que rodea a dos cuerdas de radios R y $3R/4$ cuyos ejes están separados por una distancia D.
   c) Calcule el área encerrada por los segmentos de la cuerda situada entre los puntos en que toca a las ruedas y la circunferencia de cada una de las ruedas.



2. Considere un rectángulo $ABCD$ donde el lado $BC = 3AB$, y P, Q son dos puntos sobre el lado BC que dividen el lado en tres partes iguales, es decir, donde $BP = PQ = QC$. Demuestre que $\alpha + \beta = \gamma$.



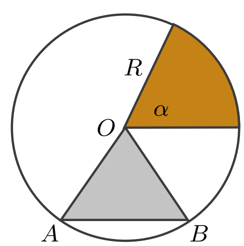
3. Calcule la razón entre las áreas de un círculo de radio R y del triángulo equilátero de lado a que lo contiene. Exprese el radio R en función de a.



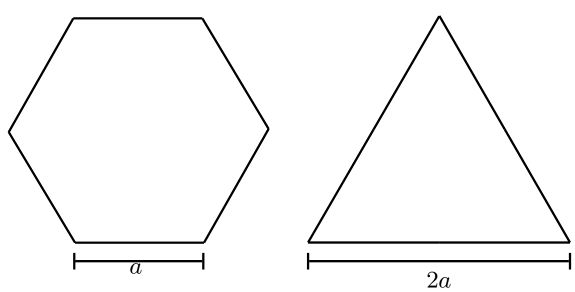
4. *a*) Calcule el área del triángulo ABO en función del ángulo $\angle AOB$ y el radio R de la circunferencia. Grafique el área de este triángulo en función de α.

   b) Encuentre el valor del ángulo central del triángulo isósceles OAB, cuyo vértice es el centro de la circunferencia y que tiene la misma área que el sector circular cuyo ángulo central es α. Note que esto no es posible para valores arbitrarios del ángulo α. Para darse cuenta de ello basta pensar el caso $\alpha = \pi$.

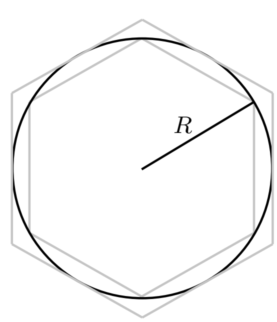
   c) Determine el máximo valor de α (en radianes) para el cual el triángulo isósceles descrito existe.



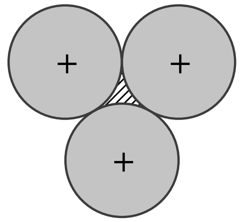
5. *a*) Si un hexágono regular y un triángulo equilátero tienen el mismo perímetro, determine la razón entre sus áreas.



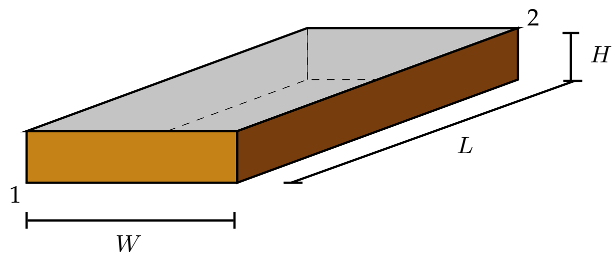
   b) Dado un círculo de radio R, determine el área del hexágono regular circunscrito y el área del hexágono regular inscrito. Compare con el área de la circunferencia.



6. Tres círculos de igual radio R se colocan tangentes entre sí como muestra la figura. Calcule el área achurada que se forma en el centro.



7. Un caracol requiere movilizarse en el menor tiempo posible desde el vértice 1 (inferior izquierdo) hasta el vértice 2 (superior derecho) de la caja rectangular de la figura. Los lados de esta caja son $L > W > H$. Como la rapidez (o lentitud) del caracol es constante, para minimizar su tiempo de viaje debe utilizar la trayectoria más corta entre estos dos puntos. Encuentre la trayectoria que debe seguir el caracol.



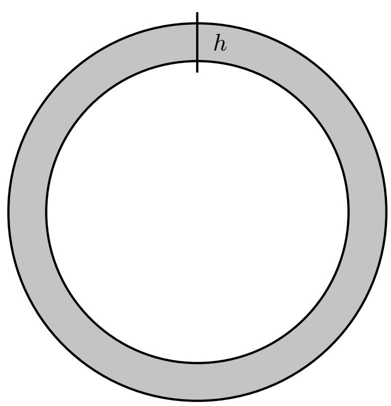
8. Suponga que la Tierra es una esfera de radio 6390 [km] y que sobre el Ecuador se tiende una cinta que la rodea. Suponga que alguien desea levantar esta cinta de manera que una persona de 2 m de alto pueda pasar justo bajo ella en cualquier lugar del Ecuador.

   a) ¿En cuántos metros debe aumentarse el largo de la cinta?

   b) Muestre que en el caso de una circunferencia y un triángulo se cumple que el área extra que se añade es

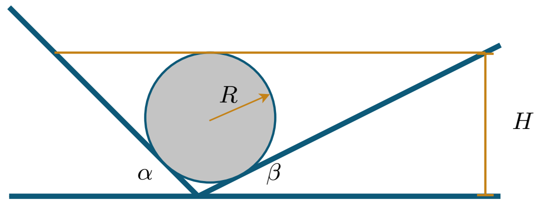
   $$\text{Área adicional } = Ph + \pi h^2$$

   donde P es el perímetro de la figura. Este resultado es válido para cualquier figura cóncava cuyo contorno se extiende en un valor h.



   c) Suponga que, producto de la buena comida consumida en las fiestas de fin de año, debe acomodar su cinturón en el siguiente agujero. Calcule la superficie de tejido adiposo que agregó a su cuerpo a la altura de su cinturón.
   Indicación: Para hacer este cálculo puede modelar su cintura como una circunferencia de perímetro P, donde P es la longitud medida desde uno de los extremos de su cinturón a la posición en que abrochaba su cinturón antes de las Fiestas. Puede suponer que el ancho del cinturón es W y que la distancia entre los agujeros es d.

9. Una esfera de radio R se coloca en el fondo de una cuneta caracterizada por los ángulos α y β.



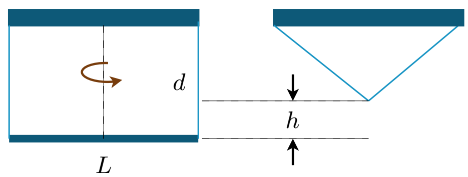
Suponiendo que la esfera no se despega del fondo, determine el nivel necesario de agua H para sumergirla completamente. Verifique su resultado para el caso $\alpha = \beta$.

10. Una barra muy delgada de largo L cuelga del techo sostenida de sus extremos por sendos hilos de largo d. Los hilos caen perpendicularmente a la barra.

    a) Calcule la altura h que se eleva la barra al hacerla girar en $90°$.

    b) Usando materiales a su alcance, compruebe experimentalmente su resultado. ?'Qué condición debe cumplir d para que esta operación se pueda realizar?

(a) (b)



11. Considere un triángulo isósceles con un vértice de $36°$ y lados 1 y x (figura a).

    a) Si la recta AD es la bisectriz del ángulo del vértice A:

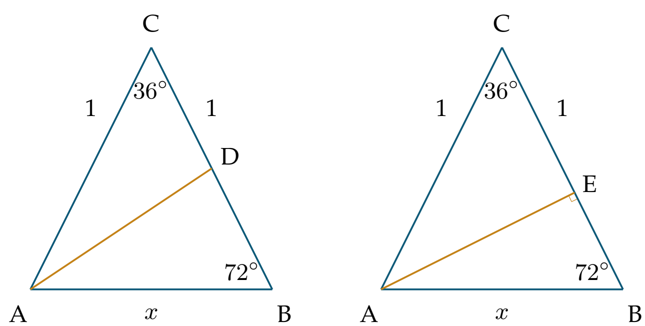
        I) ¿Cuánto vale el ángulo $\angle BAD$?

        II) ¿Cuánto vale el ángulo $\angle ADB$?

        III) ¿Cuánto vale el segmento DB en función de x? Use el hecho que el triángulo ΔABC es congruente con el triángulo ΔABD.

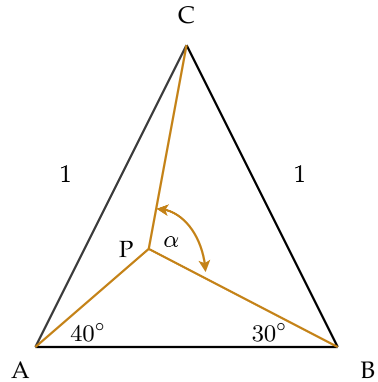
    b) Trace una perpendicular al lado BC en un punto E de forma tal que ella pase por el vértice A del triángulo (figura b). Esta recta divide el trazo BC de manera que $EB = DB/2$, donde D es el punto donde la bisectriz de la parte *(a)* corta al lado BC. ¿Cuál es el largo de esta perpendicular? Exprese su resultado en función de x, el largo de la base del triángulo original.

    c) Usando la figura b, donde aparece AE, encuentre el valor de x. Para obtener este resultado, considere el triángulo rectángulo ΔAEC.



(a) (b)

12. Encuentre el valor del ángulo α indicado en el triángulo de la figura. El triángulo es isósceles y el valor del ángulo en el vértice C es de $80°$. A partir del vértice A se traza una recta que hace un ángulo de $40°$ con la base del triángulo. Lo mismo se hace a partir de B, pero en este caso el ángulo que se forma es de $30°$. En la intersección de estas dos rectas, el punto P, se traza una recta hasta el vértice C. Suponga que los lados AC y BC tienen un largo unitario.

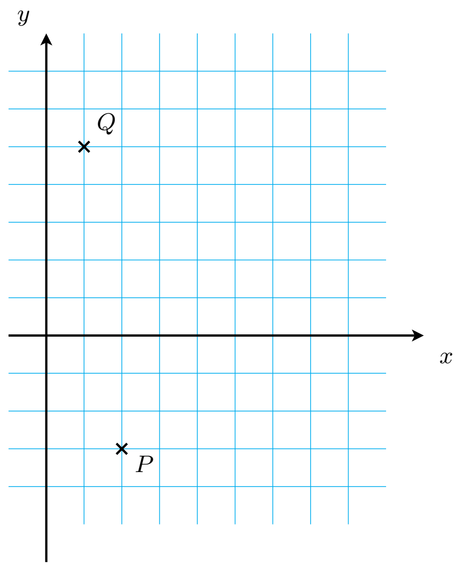


13. Dados dos puntos P (2,-3) y Q (1, 5), en el sistema cartesiano (x, y):

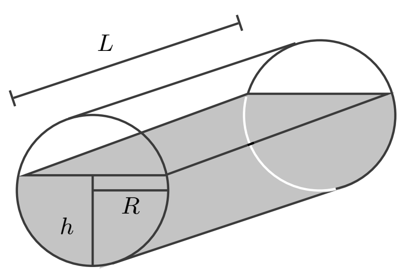
    a) Encuentre la distancia entre ellos.

    b) Encuentre la ecuación de la recta que pasa por ambos puntos e indique el valor de su pendiente.

    c) Escriba la ecuación de una recta perpendicular a PQ y que pasa por el origen.



14. Un cilindro recostado de radio R y largo L contiene líquido hasta una altura h como indica la figura. Calcule la nueva altura del líquido cuando el cilindro se coloca en posición vertical.



15. Se tiene un conjunto de n cilindros de radio R alineados sobre una superficie plana y tocándose con sus vecinos. Los cilindros no pueden moverse. Utilizaremos una cuerda inextensible de largo L para colgar una masa m de uno de sus extremos, mientras el otro está conectado a una superficie vertical en un punto de altura $2R$ con respecto a la superficie horizontal, tal como lo indica la figura.

    Ahora suponga que usted instala $(n-1)$ cilindros idénticos sobre la base formada por los n cilindros, tal como se muestra en la figura. ¿Cuánto sube el extremo de la cuerda que tiene la masa m con respecto a la situación inicial?

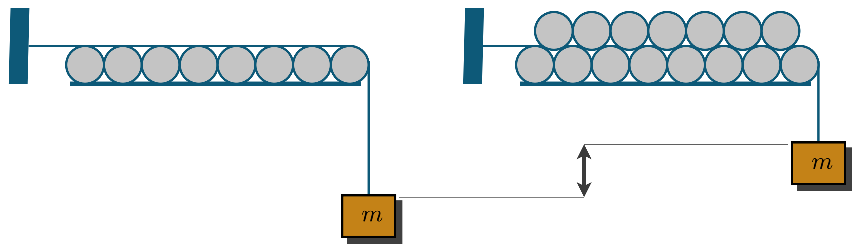
    Indicación: Ud. puede resolver el problema como más le acomode, pero incluimos algunas indicaciones que pueden ser útiles:

I) No se incomode con el dato de n o $(n-1)$ cilindros. En un comienzo sólo necesita ver qué sucede con tres cilindros solamente: uno arriba y dos abajo. Resuelva este caso primero y después examine el de n cilindros. Esta forma de abordar el problema se denomina *inducción matemática*.

II) La cuerda no tiene espesor y va pegada a los cilindros en la zona ocupada por ellos.

III) El orden es como sigue: la cuerda llega horizontal y tangente al primer cilindro (el de más a la izquierda), después sigue el arco de ese cilindro hasta el punto de contacto con el cilindro superior, desde allí se pega al superior hasta el siguiente punto de contacto con el inferior y así sucesivamente.

IV) Debe evaluar el arco de circunferencia en cada caso para determinar el camino recorrido por la cuerda.



Problemas de Cinemática en Una Dimensión

16. Un pasajero llega a la estación de ferrocarril justo a tiempo para tomar el tren a Temuco. Cuando está a una distancia D del tren, éste parte con aceleración constante a. Suponiendo que el pasajero corre con velocidad constante V:

    a) Calcule el tiempo que demora en alcanzar el tren.

    b) ¿Existe alguna restricción sobre la velocidad V? Si es así, determine la velocidad mínima para que el pasajero pueda abordar el tren.

17. Un ascensor rápido circula entre los pisos 1 y 30 de un edificio, que están separados por 150 metros. Para comodidad de los pasajeros se impone un límite de $3,7$ m/s^2 para la aceleración máxima del ascensor. Por otra parte la velocidad máxima que puede alcanzar este ascensor, sin transgredir las normas de seguridad, es $6,0$ m/s.

    a) ¿Cuál es el tiempo mínimo que se necesita para viajar entre el piso 1 y el 30?

    b) Determine el valor de la velocidad media para llevar a cabo dicho recorrido.

18. En una carrera de autos, un Ford Thunderbird y un Mercedes Benz se mueven uno al lado del otro en una recta a 200 km/h. El conductor del Thunderbird se da cuenta que tiene que pasar a cargar combustible y comienza a desacelerar suavemente hasta detenerse después de recorrer una distancia de 200 m. Los mecánicos se demoran 8 s en cargar combustible y el conductor del Thunderbird acelera para alcanzar nuevamente una velocidad de 200 km/h después de recorrer una distancia 400 m. En este instante, ¿a qué distancia se encontrará del Mercedes Benz suponiendo que éste ha seguido moviéndose a 200 km/h?

19. Pruebas de manejo realizadas al Volkswagen Passat GLX muestran que cuando uno presiona completamente sus frenos, la magnitud de la aceleración promedio es 8.9 [m/s^2]. Consideremos la siguiente situación: un conductor maneja distraídamente su Passat a 70 [km/hr] cuando de repente, nota que el semáforo de la calle (a 30 [m] de distancia en ese instante), está en rojo. ¿Tendrá el conductor suficiente tiempo para frenar?

20. Aquiles, un héroe griego y una tortuga, participan en una carrera. La tortuga parte con ventaja. ¿Adelantará Aquiles a la tortuga?

    Zenón argumentaba así: En el momento inicial, Aquiles estará en la posición a_0 y la tortuga en la posición t_0. Cuando Aquiles llegue al punto t_0, la tortuga estará en el punto t_1, y cuando Aquiles llegue al punto t_1

la tortuga estará en el punto t_2. Aunque la distancia entre Aquiles y la tortuga disminuye continuamente, la tortuga siempre estará por delante.

Otra forma de escribir esta "paradoja" es la siguiente: El más rápido de los hombres, Aquiles, no podrá alcanzar nunca al más lento de los animales, la tortuga, si se da a ésta una ventaja inicial en una carrera. Pues, mientras Aquiles recorre el camino que la tortuga llevaba por la mencionada ventaja inicial, la tortuga habrá recorrido otra porción, aunque más pequeña. Cuando Aquiles haya llegado a recorrer esta última porción de camino, la tortuga habrá avanzado otra porción más pequeña, y así la tortuga llevará siempre la ventaja hasta en espacios infinitamente pequeños, con lo cual, Aquiles no podrá alcanzarla nunca. Evidentemente hay un error en el razonamiento, pero ¿dónde está? O ¿es cierto que el movimiento es sólo una ilusión?

21. En *La Comunidad del Anillo* (Tolkien), Peregrine Took (Pippin) deja caer una piedra en un pozo profundo cuando el grupo se dispone a pasar por las Minas de Moria. Esto despierta un balrog (una criatura infernal bastante temible) que al poco rato comienza a perseguirlos. Si Pippin escucha que la piedra alcanza el agua en el fondo del pozo 7.5 [s] luego de arrojarla, determine:

   a) La profundidad del pozo. Suponga que el retardo del sonido es despreciable.

   b) Ahora consideremos el efecto de la velocidad del sonido. Dado que en las Minas de Moria la temperatura es bastante baja, el sonido viaja con una velocidad de 340 [m/s]. ¿ Cuál es la profundidad del pozo? Determine el error que uno comete en este cálculo al despreciar el retardo introducido por la velocidad del sonido:

$$\text{error} = |h_{\text{con retardo}} - h_{\text{sin retardo}}|. \tag{1}$$

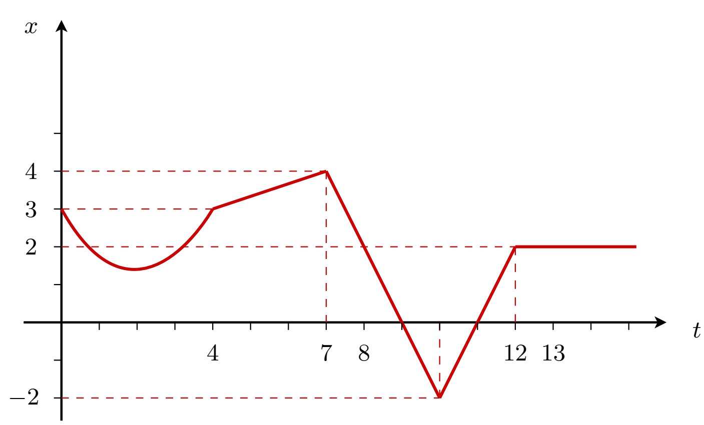
22. La figura muestra la posición de una partícula en función del tiempo. Entre $t = 0$ y $t = 4$ s, la curva es parte de una parábola. Encuentre la velocidad media durante los siguientes intervalos:

   a) 0 s $< t < 4$s.

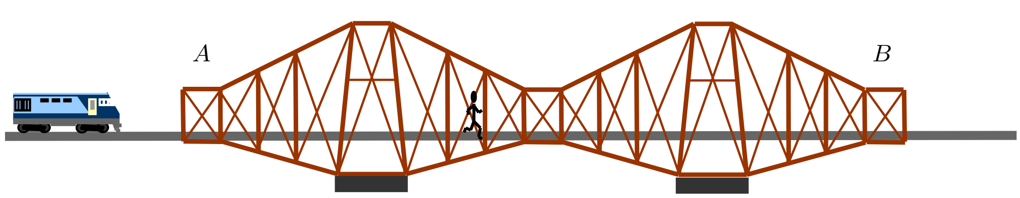
   b) 7 s $< t < 10$s.

   c) 0 s $< t < 13$s.

   d) 10 s $< t < 13$s.



23. Una persona cruza un puente de la vía férrea cuyos extremos llamaremos A y B. Repentinamente, cuando se encuentra en camino hacia B y ha recorrido 3/8 del tramo AB, se escucha el silbido del tren que se aproxima desde el lado A con una velocidad de 80 km/hr. Si el hombre corre hacia la salida A, el tren lo alcanzará en A. Si corre hacia B, el tren lo alcanzará en B. Entonces, ¿a qué velocidad corre este hombre? Haga un gráfico con la posición del tren y de la persona para entender la situación.



24. Juan lanza una pelota verticalmente hacia arriba desde la parte superior de un edificio que mide 25 [m] de altura. La velocidad inicial de la pelota es 12,0 [m/s]. Al mismo tiempo, su amiga María que está ubicada en la base del edificio, comienza a correr por la calle acercándose al edificio desde una distancia de 8 [m].

   a) ¿Cuál debe ser la velocidad media de Maria para lograr atrapar la pelota en la parte inferior del edificio? Suponga que Maria atrapa la pelota 1 [m] antes de que llegue al piso.

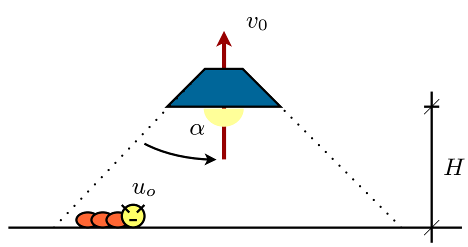
   b) Suponga ahora que Juan lanza la pelota desde la azotea del edificio utilizando la misma componente vertical de la velocidad inicial de la parte *a)*, pero de manera tal que Maria no tenga que moverse para alcanzarla y la reciba en sus manos, a 1 [m] del suelo.

      (I) ¿Cuál es el valor del ángulo con el cual Juan lanzó la pelota? No necesita dar el valor exacto del ángulo, pero estímelo.

      (II) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad con que Juan lanzó la pelota?

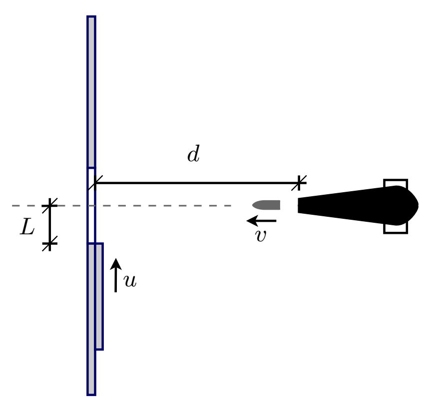
25. Una bola de acero se deja caer desde el techo de un edificio (la velocidad inicial de la bola es cero). Un observador parado enfrente de una ventana de 120 [cm] de altura nota que la bola cruza la ventana en 0,125 [s]. La bola continúa cayendo, choca en forma completamente elástica (es decir, los módulos de la velocidad antes y después del choque son iguales) con el piso y reaparece en la parte baja de la ventana 2,0 [s] después. ¿Cuál es la altura del edificio?

26. Una ampolleta con su pantalla se desplaza con una velocidad v_0 en la dirección vertical, como se indica en la figura. Una cuncuna se desplaza a lo largo de una recta horizontal con una rapidez constante u_0. En el instante $t = 0$, la cuncuna se encuentra en un extremo de la zona iluminada y la ampolleta se encuentra a altura H respecto del piso, ¿cuánto tarda en salir de esta zona iluminada? ¿Existe una posibilidad de que quede atrapada en la zona iluminada sin poder salir?



27. Una compuerta deslizante de ancho D, se cierra con velocidad u. A una distancia d, perpendicular al plano de la compuerta, se ubica un cañón que dispara proyectiles que se mueven con velocidad constante v (desprecie la gravedad) en un plano horizontal, perpendicular al de la compuerta.

   Si el cañón comienza a disparar cuando la compuerta se encuentra a una distancia L de la línea de disparo del cañón y éste dispara N balas por minuto, calcule cuántas balas alcanzan a cruzar la compuerta antes de que ésta se cierre.

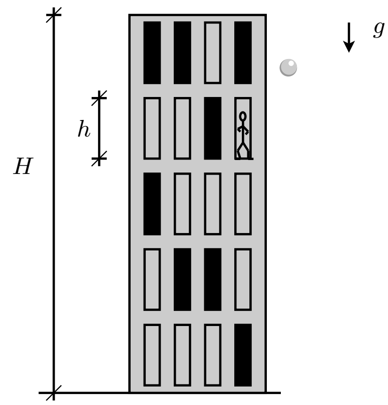


28. Una bola de acero se deja caer desde el techo de un edificio. Un observador parado enfrente de una ventana de altura h nota que la bola cruza la ventana en tau segundos. La bola continúa cayendo hasta chocar en forma completamente elástica con el piso (es decir, el módulo de su velocidad no cambia) y

reaparece en la parte baja de la ventana τ_0 segundos después. Demuestre que la altura del edificio está dada por

$$H = \frac{g}{8}\left(\tau_0 + \tau + \frac{2h}{\tau g}\right)^2 \tag{2}$$

Note que este resultado no depende explícitamente de la altura a la cual se encuentra la ventana.



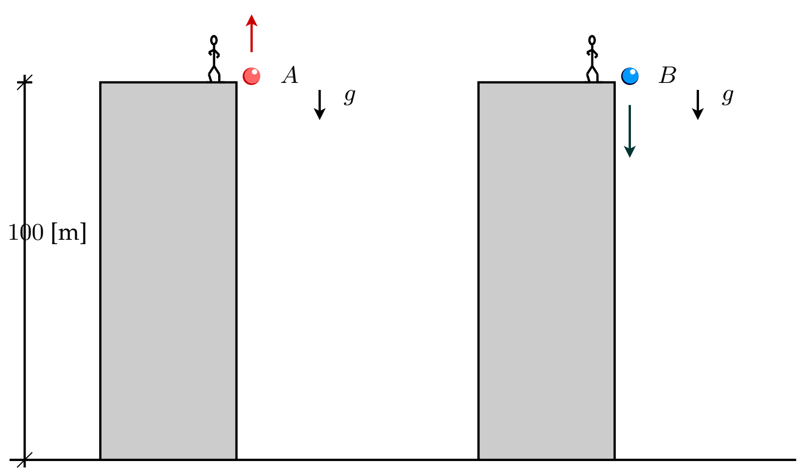
29. Un malabarista desea mantener 3 manzanas en el aire, lanzando una cada 0,5 [s]. ¿Cuál es la velocidad con la cual debe lanzarlas?

30. Se deja caer una piedra desde el borde superior de un pozo. Pasado un tiempo T se escucha el sonido del choque de la piedra con el agua.

    a) Determine la profundidad del pozo H si la velocidad del sonido es $U = 340$ [m/s].

    b) Si $T = 5$ [s], calcule la profundidad del pozo H. Estime el valor límite de H para el cual tiene sentido considerar la velocidad del sonido en la solución del problema.

31. Una pelota A se lanza verticalmente hacia arriba a 5 [m/s] desde la azotea de un edificio a 100 [m] de altura. Otra pelota B se arroja hacia abajo desde el mismo punto 2 [s] más tarde a 20 [m/s]. ¿Cuándo y a qué altura respecto al suelo se encontrarán ambas pelotas?



32. Un estudiante decidido a comprobar por sí mismo las leyes de la gravedad se arroja, cronómetro en mano, desde un rascacielos de 300 [m] de altura e inicia su caída libre. Cinco segundos más tarde aparece en escena un superhéroe que se lanza desde el mismo tejado para intentar salvar al estudiante.

    a) ¿Cuál debe ser la velocidad inicial del superhéroe para que alcance a salvar al estudiante justo antes de que llegue al suelo?

    b) ¿Cuál debe ser la altura del rascacielos para que ni siquiera el superhéroe pueda salvarle? Suponga que la aceleración de caída del superhéroe es la de un cuerpo que cae libremente.

33. Se deja caer una pelota desde una altura h. La pelota choca con el piso y rebota con una velocidad proporcional a la que tenía en el instante que tocó el suelo, es decir:

$$V_{\text{rebote}} = kV_{\text{llegada}}, \quad \text{con } 0 < k < 1. \tag{3}$$

La pelota sube y luego cae una vez más, volviendo a rebotar, de modo que la rapidez en el rebote cumple la misma relación señalada para el primer rebote. Así continua el movimiento, con sucesivos rebotes, hasta que la pelota deja de moverse. Considerando que todos estos rebotes ocurren manteniendo el movimiento en la dirección vertical, calcule:

a) La altura que alcanza la pelota después del primer rebote.

b) La altura que alcanza la pelota después del segundo rebote.

c) La altura que alcanza la pelota después del n-ésimo rebote.

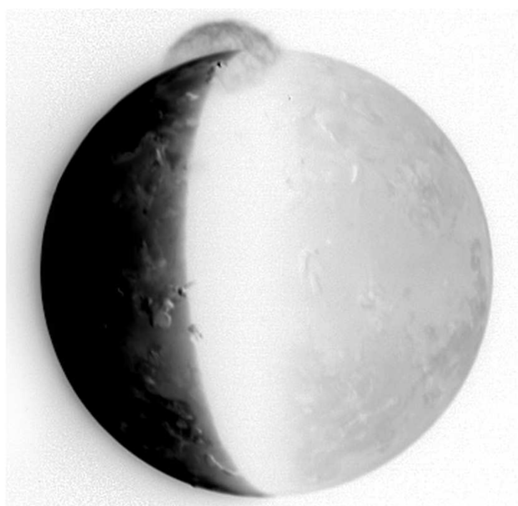
d) La distancia total recorrida desde que se soltó la pelota hasta el n-ésimo rebote.

e) La distancia total recorrida por la pelota hasta que se detiene (tome n tendiendo a infinito en la expresión anterior).

34. En 1979, la sonda espacial Voyager descubrió evidencia de actividad volcánica fuera de nuestro planeta. Correspondía a Io, uno de los satélites de Júpiter. En aquel entonces se descubrió que la explosión alcanzó una altura de 280 [km] por sobre el nivel de la superficie. Considerando que la aceleración de gravedad en este satélite es de 1.5 [m/s^2], determine

a) La velocidad con la cual fueron expulsadas las cenizas del satélite.

b) El tiempo transcurrido hasta llegar a la altura máxima.



35. A una velocidad típica de desplazamiento en una carretera, un automóvil viajando con la marcha neutral (N) experimenta una desaceleración debido a la resistencia del aire. Esta aceleración tiene la forma

$$a = -Bv^2, \tag{4}$$

donde la constante $B = 6{,}1 \times 10^4$ [1/m] y v se mide en $[m/s]$.

Si un conductor que viaja a 120 [km/hr] por una carretera horizontal, cambia la marcha a neutral, en cuánto tiempo el auto viajará a 90 [km/hr]?

Problemas de Cinemática en Dos Dimensiones

36. Una pelota se desliza sobre el techo liso de una casa, que forma un ángulo de $45°$ respecto a la horizontal. Si la pelota parte del reposo desde el punto más alto del techo, a una altura $2H$ del suelo, donde H es la altura de las murallas de la casa.

a) Determine la velocidad de la pelota al momento de desprenderse del techo.

b) Calcule la distancia entre la muralla y el punto de impacto de la pelota en el suelo.

37. Una pelota es lanzada con una velocidad de 20 [m/s] y un ángulo de $30°$ sobre la horizontal hacia una pared que está a 25 [m] de distancia. Calcule

a) El tiempo en que la pelota está en el aire antes de golpear la pared.

b) La altura a la cual la pelota golpea la pared, medida con respecto al punto de salida.

c) Las componentes horizontal y vertical de la velocidad de la pelota cuando ésta choca con la pared.

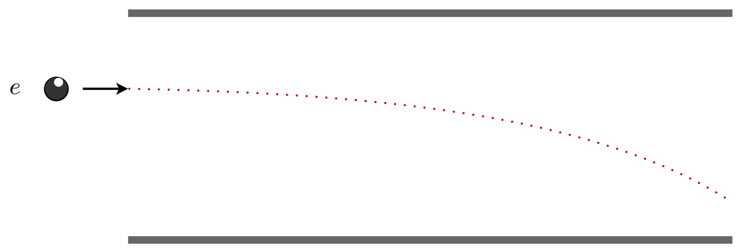
38. Un electrón viaja inicialmente con una rapidez de 10^9 [cm/s] cuando ingresa a una región confinada por dos placas metálicas paralelas. Estas placas están cargadas eléctricamente, lo que induce un campo electrostático que desvía el electrón de su trayectoria original.

El electrón viaja 2 [cm] antes de emerger a la derecha de las placas, y durante ese intervalo, sufre una aceleración constante hacia abajo igual a 10^{17} [cm/s^2]. Determine:

a) El tiempo que demora el electrón en recorrer los 2 [cm].

b) La distancia vertical que recorre durante este tiempo.

c) Determine la velocidad del electrón al salir de la región entre las placas.

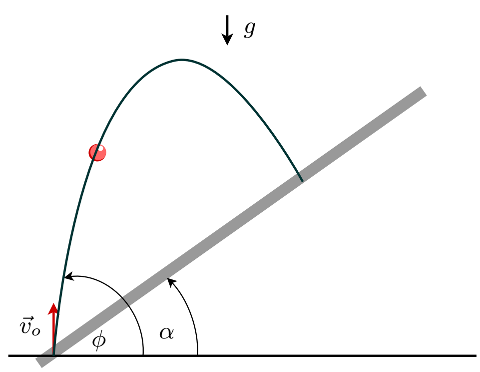


39. Un proyectil se dispara desde la ladera de un cerro con velocidad $\vec{v}_0$, formando un ángulo ϕ respecto del plano horizontal. Si la pendiente del cerro, medida respecto al plano horizontal, es α:

a) Determine el tiempo que demora el proyectil en chocar con la ladera del cerro.

b) Determine el alcance R sobre la ladera del cerro.

c) Si la pendiente del cerro es $\alpha = 45°$, determine el ángulo de lanzamiento del proyectil que permite obtener el alcance máximo.

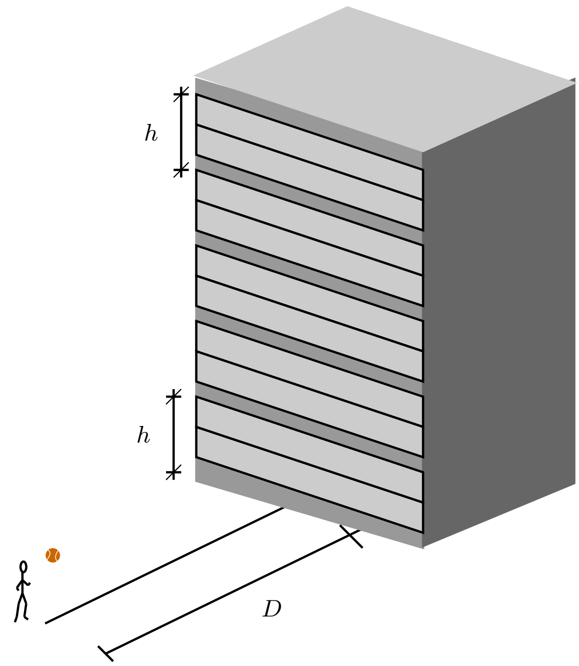


40. Demuestre que para un proyectil disparado desde el suelo con un ángulo de lanzamiento θ_0 se cumple:

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4}\tan\theta_0. \tag{5}$$

donde H es la altura máxima y R es el alcance horizontal máximo.

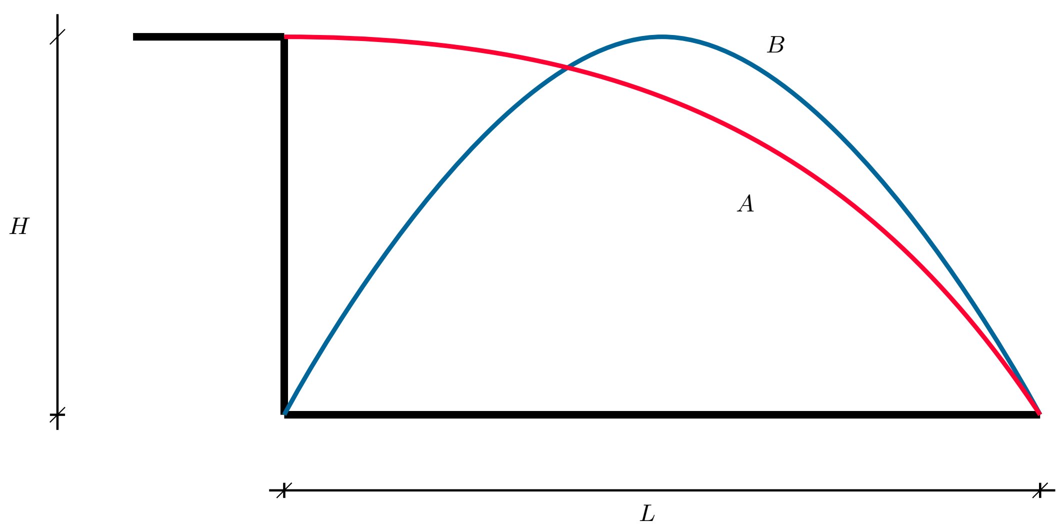
41. Eustaquio desear saber qué valor del ángulo de lanzamiento de la pelota es el apropiado para que una pelota de tenis golpeé un edificio de cinco pisos con paredes casi completamente cubiertas de vidrio. Para evitar romper un vidrio, el pobre Eustaquio debe apuntar a las uniones de los vidrios, separadas por una distancia h, como aparece en la figura. ¡Ayude a Eustaquio! Proporciónele una ecuación que relacione el ángulo del lanzamiento con la altura entre dos pisos consecutivos. Suponga que Eustaquio sólo puede lanzar la pelota con una rapidez V_0.



42. Se lanzan dos proyectiles A y B de modo que tienen igual alcance horizontal L. A se lanza desde una altura H, que es igual a la altura máxima que alcanza B durante su vuelo.

    a) Calcule la razón entre los tiempos de vuelo de A y B.

    b) Calcule la razón entre las componentes horizontales de la velocidad de los proyectiles ¿Cuál es la rapidez (magnitud de la velocidad) de cada uno de ellos al llegar al suelo?



43. Un bombardero que se mueve en picada formando un ángulo de 56° con la vertical, suelta una bomba a una altitud de 730 [m]. La bomba llega al suelo 5,1 [s] más tarde.

    a) ¿Cuál es la velocidad del bombardero?

b) ¿Qué distancia horizontal viaja la bomba durante su recorrido?

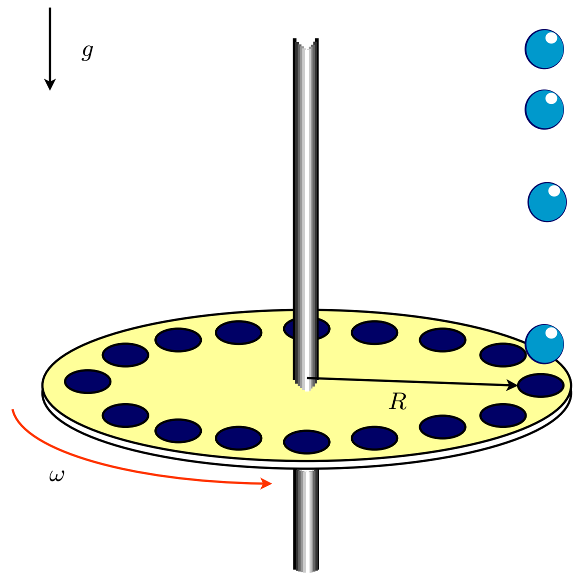
c) ¿Cuáles son las componentes horizontal y vertical de su velocidad en el momento antes de que toque el suelo?

d) ¿Con qué velocidad y ángulo con la vertical cayó la bomba al suelo?

44. Sobre un disco horizontal que gira con velocidad angular constante, se dejan caer bolitas cada T segundos. En el disco hay N agujeros distribuidos uniformemente.

    a) Calcular ω mínimo para que las bolitas pasen sin chocar con el disco.

    b) ¿Con qué velocidad angular debe girar el disco para que las bolitas pasen hoyo por medio?



45. En un movimiento parabólico, dada una velocidad inicial, existen dos valores para el ángulo inicial que dan el mismo rango. ¿Cuántos valores diferentes de la velocidad inicial dan la misma altura máxima? ¿Y el mismo tiempo de vuelo?

46. Durante un partido de tenis, un jugador sirve a 23,6 [m/s]. La pelota deja la raqueta a 2,37 [m] sobre la superficie de la cancha con velocidad netamente horizontal. ¿A qué altura de la red pasará la pelota, si la red se encuentra a 12 [m] de distancia y tiene 0,90 [m] de altura? Ahora, suponga que el jugador sirve la pelota como antes, excepto que la velocidad de la pelota forma un ángulo de $5°$ con la horizontal, en dirección hacia el suelo. ¿Pasará esta vez la pelota sin tocar la red?

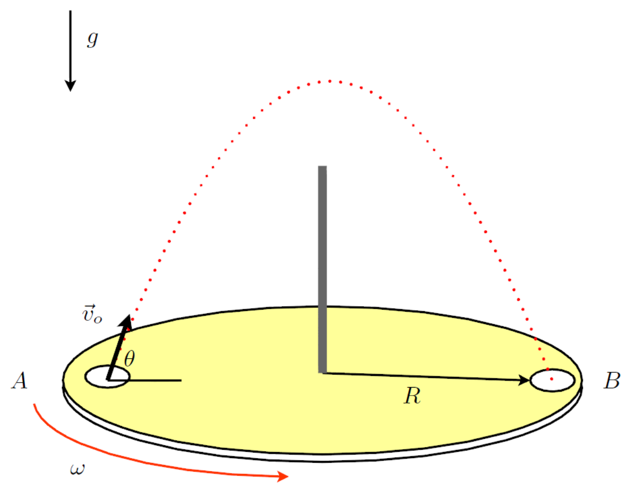
47. Calcule la velocidad tangencial de un habitante del ecuador terrestre debido a la rotación de la Tierra en torno a su eje. ¿Cuál es el valor de la aceleración centrípeta en esa misma posición? ¿Cómo se compara con la aceleración de gravedad en el lugar?

48. El 21 de Junio del 2001, la Tierra y Marte estuvieron en "oposición", es decir, alineados y al mismo lado del Sol. Los astrónomos le llaman oposición porque ambos cuerpos (el Sol y Marte) están en lados opuestos en nuestro cielo. Si Marte y la Tierra volverán a estar en oposición en 2,14 años más, £cuál es el período de Marte? Recuerde que el período de la Tierra es 1 año. Suponga que ambos se mueven en el mismo plano y que describen órbitas circulares. Resuélvalo en forma analítica y gráfica.

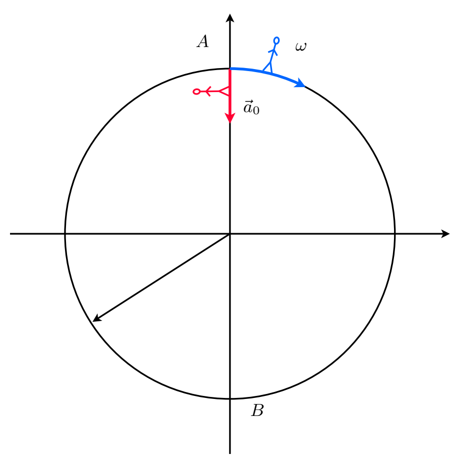
49. En los Juegos Olímpicos de Beijing (2008), la atleta checa Barbora Spotáková impuso un nuevo record mundial en el lanzamiento de la jabalina. El lanzamiento fue de 72.28 [m]. Si Barbora hubiese lanzado la jabalina con la misma velocidad inicial en Santiago, en lugar de Beijing, ¿qué distancia habría recorrido?

    Recuerde que la aceleración de gravedad en Beijing es igual a 9.8 [m/s^2] y en Santiago es igual a 9.788 [m/s^2].

50. Un disco con un agujero a una distancia R del centro gira con velocidad angular ω respecto a un eje que pasa por su centro. Un proyectil se lanza desde el punto A en el instante en que el agujero se encuentra en dicha posición. Calcule la velocidad $\vec{v}_0$ y el ángulo θ de lanzamiento para que el proyectil pase por el agujero justo cuando éste se encuentra en el lado opuesto (punto B).



51. Dos personas comienzan una carrera desde el punto A. Una de ellas viaja en línea recta desde el punto A hasta B con aceleración constante $\vec{a}_o$, partiendo del reposo. La otra persona lo hace describiendo una circunferencia de radio R, moviéndose con rapidez constante. Si ambas llegan al mismo tiempo al punto B, ¿cuál es la velocidad angular ω de la segunda persona?



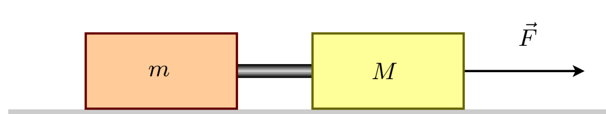
Problemas de Dinámica

52. Un bloque de masa M es tirado por una fuerza $\vec{F}$. Este bloque está unido, por medio de una barra ideal (masa despreciable), a un segundo bloque de masa m. Si el conjunto se mueve sobre un plano sin roce, determine:

a) La aceleración del sistema debido a la fuerza $\vec{F}$.

b) Las fuerzas que actúan sobre los bloques y la tensión de la barra.

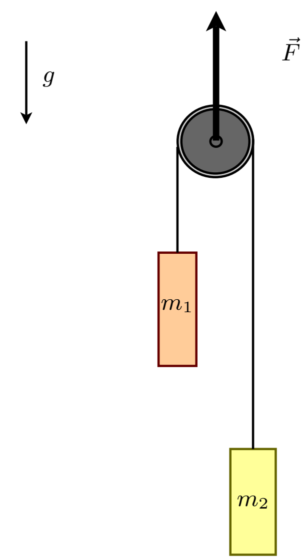
c) Suponga ahora que la fuerza se aplica al carro de masa m, ¿cuál es el valor de la tensión de la barra en este caso?



53. Una fuerza $\vec{F}$ se ejerce directamente sobre el eje de una polea sin masa. Dos bloques, de masas $m_1 = 1,2$ [kg] y $m_2 = 1,9$ [kg], están unidos por una cuerda ideal que pasa por la polea. El bloque m_2 está inicialmente en contacto con el piso.

   a) ¿Cuál es el mayor valor que puede alcanzar la fuerza $\vec{F}$ para que, a pesar de que m_1 se mueve, m_2 permanezca en reposo sobre el piso?

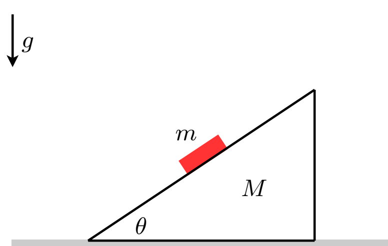
   b) ¿Cuál es la tensión en el cable cuando la fuerza $\vec{F}$ hacia arriba es de 110 [N]? ¿Cuál es la aceleración de m1 en este caso?



54. Un bloque de masa m se coloca encima de una cuña de masa M que descansa sobre una mesa horizontal. En todas las superficies el roce es despreciable.

   a) ¿Qué aceleración horizontal a_0 deberá tener M con relación a la mesa para mantener el bloque pequeño m en reposo con respecto a la cuña?

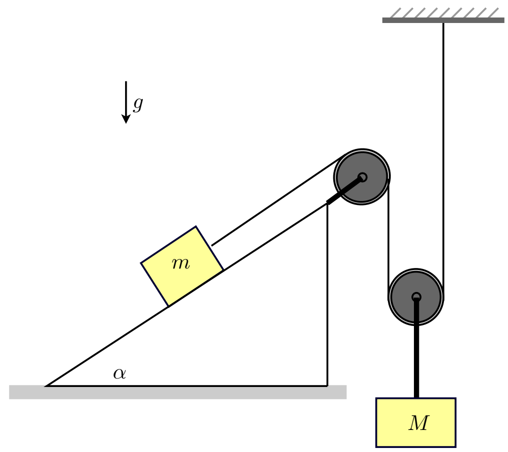
   b) ¿Qué fuerza horizontal F deberá ser aplicada al sistema para lograr que el bloque m este en reposo respecto de la cuña?



55. Un bloque de masa M cuelga de una cuerda ideal que está unida el centro de una polea de masa despreciable. Al bajar, este bloque arrastra el bloque de masa m, el cual sube por un plano inclinado que está fijo al suelo.

   a) Encuentre el valor mínimo que debe tener M para que esto ocurra.

   b) Suponga que $M = 2M_{\text{mínimo}}$. Encuentre ahora la aceleración de ambos bloques y la tensión de la cuerda que tira a m.

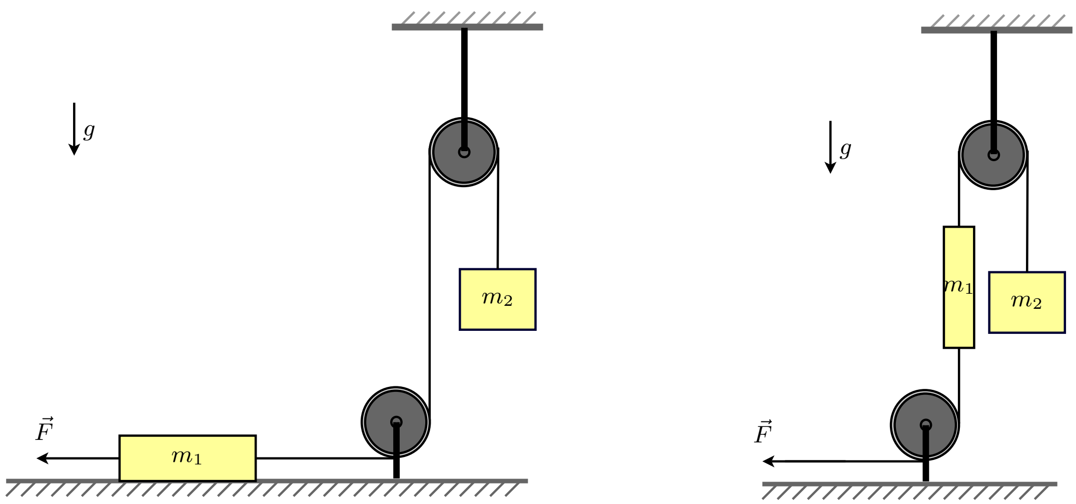


56. Para los sistemas mostrados en las siguientes figuras:

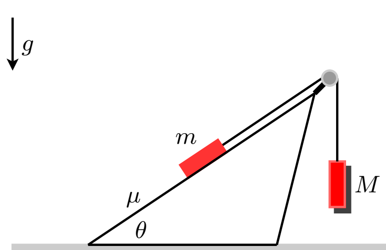
    a) Calcule la aceleración de los bloques m_1 y m_2.

    b) Calcule la tensión en la cuerda que une ambos cuerpos.

    Suponga que las dos poleas mostradas en las figuras están fijas y son de masa despreciable.



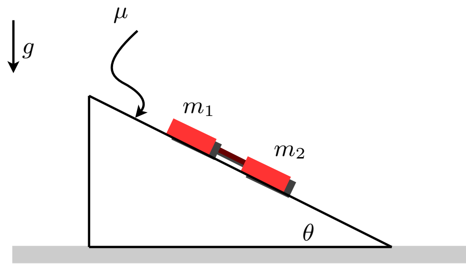
57. Dos bloques de masas m y M están unidos por una cuerda ideal (inextensible y de masa despreciable). El bloque ideal m desliza sobre un plano inclinado con coeficiente de roce cinético μ, mientras que el bloque de masa M cuelga verticalmente del otro extremo de una cuerda que pasa por una polea. Calcule la tensión de la cuerda y la aceleración de los bloques.



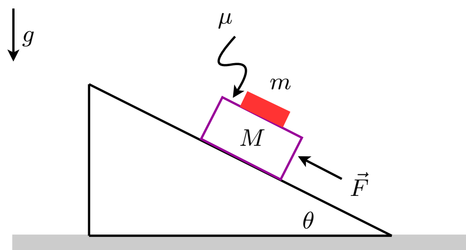
58. Dos bloques de masas m_1 y m_2 están unidos por una barra de masa despreciable, paralela a un plano inclinado. Ambos cuerpos deslizan hacia abajo con m_1 arrastrado por m_2. Si los coeficientes de fricción cinética entre los bloques y el plano inclinado son μ_1 y μ_2 respectivamente.

    a) Calcule la aceleración de los bloques y la tensión en la barra.

    b) Suponga ahora que m_1 empuja a m_2. Calcule la aceleración de los bloques y la tensión en la barra para este caso.



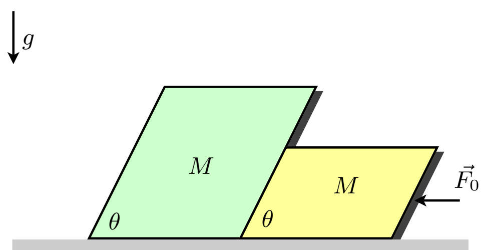
59. Un bloque de masa m descansa sobre un bloque de masa M que se desliza sobre un plnao inclinado perfectamente pulido (sin roce). Si entre ambos bloques existe un coeficiente de roce estático μ, encuentre el valor máximo que puede tomar la fuerza $\vec{F}$ sin que el bloque m resbale.



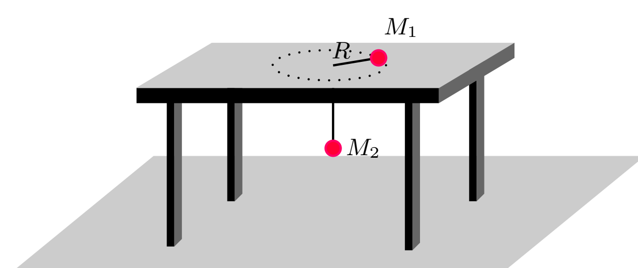
60. Dos bloques de igual masa M se colocan en contacto como muestra la figura. Despreciando el roce entre las superficies en contacto:

    a) Dibuje el diagrama de cuerpo libre de cada uno de los bloques.

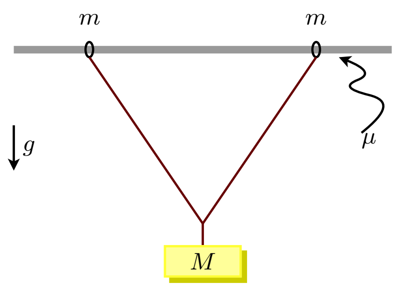
    b) Calcule el valor máximo que puede tener la fuerza $\vec{F}_0$ para que esté a punto de levantar el segundo bloque.



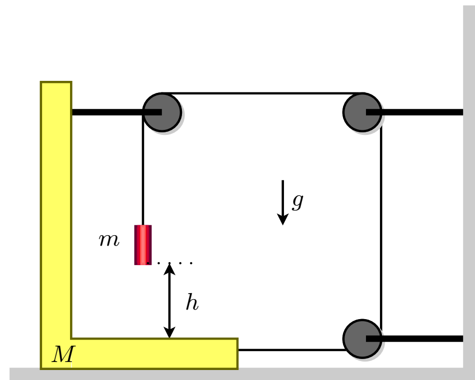
61. Dos bolitas de masas M_1 y M_2 están unidas por una cuerda ideal que pasa por un agujero O en una mesa perfectamente pulida. La bolita M_1 se mueve encima de la mesa en una trayectoria circular de radio R mientras que la otra bolita M_2 cuelga verticalmente sin moverse. Encuentre el tiempo que tarda la partícula M_1 en completar una vuelta.



62. Dos anillos de igual masa m soportan, mediante una cuerda ideal de largo L, a un bloque de masa M. El coeficiente de roce estático entre los anillos y la barra horizontal es μ. Determine la máxima separación horizontal que puede haber entre los anillos en la condición de equilibrio (es decir, que el sistema no se mueva).



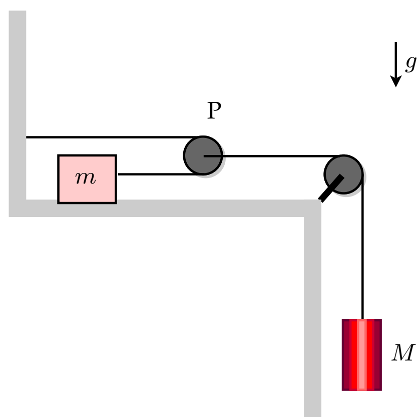
63. Suponiendo que el roce entre el bloque de masa M y el piso es despreciable, determine el tiempo de caída del bloque de masa m.



64. En la siguiente figura:

    a) Dibuje los diagramas de cuerpo libre de ambos bloques y de la polea P.

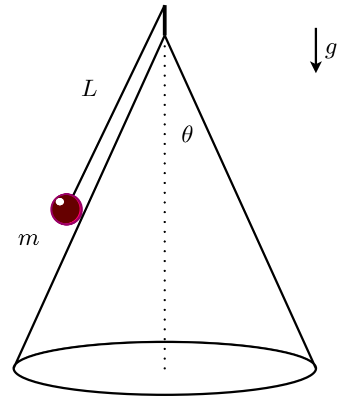
    b) Cuál es la relación entre las aceleraciones de las masas m y M? Encuentre la aceleración del bloque M.



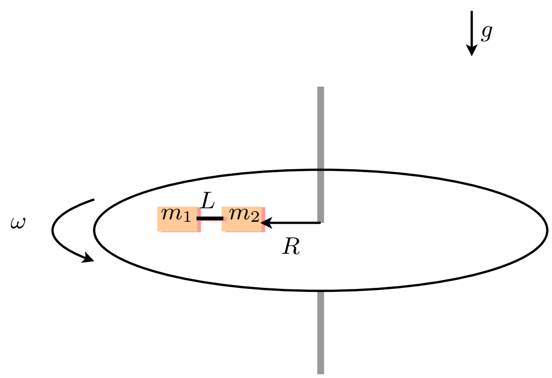
65. Una partícula de masa m, unida al vértice de un cono por una cuerda ideal de largo L, gira con velocidad angular ω constante sobre su superficie perfectamente pulida (sin roce).

    a) Calcule la tensión de la cuerda y la reacción normal a la superficie del cono para la masa m.

    b) Calcule el valor máximo que puede tomar ω sin que la partícula se despegue del cono.



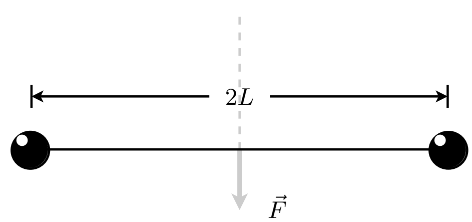
66. Dos bloques de masas m_1 y m_2 que están unidos por una cuerda de largo L, descansan sobre un disco que gira con velocidad angular ω constante en torno a un eje que pasa por su centro. Suponga que no existe roce entre la masa m_1 y el disco. En cambio, suponga que si existe roce entre la masa m_2 y el disco. Inicialmente, el disco gira con ambas masas en reposo y dispuestas en forma radial, con m_2 ubicada a una distancia R del eje de rotación. Determine el valor máximo que la velocidad angular ω puede alcanzar sin que el bloque m_2 resbale.



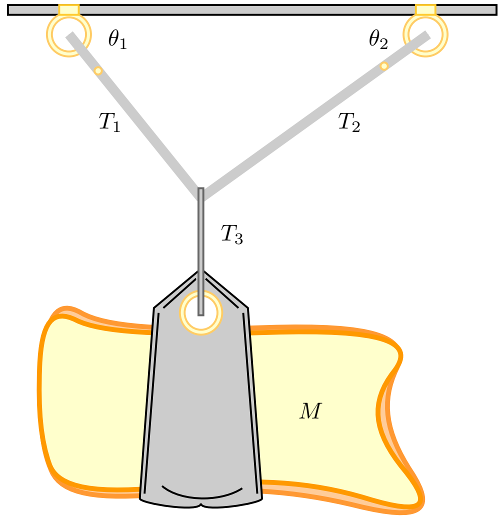
67. Dos partículas de masas m se encuentran conectados mediante una cuerda ideal (sin masa e inextensible) de largo $2L$, tal como lo muestra la figura. Se aplica una fuerza constante $\vec{F}$ en el punto medio de la cuerda ($x = 0$) en dirección perpendicular a la posición inicial de la cuerda. Demuestre que la aceleración de cada una de las masas en la dirección perpendicular a $\vec{F}$ está dada por

$$a_x = \frac{F}{2m}\frac{x}{\sqrt{L^2 - x^2}} \tag{6}$$

en donde x es la distancia de una de las partículas a la línea de acción de $\vec{F}$. Qué pasa si $x = L$?



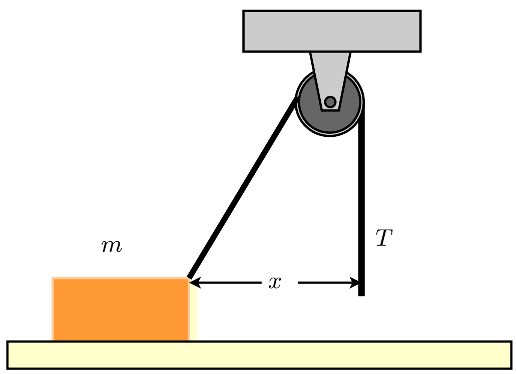
68. Una bolsa de cemento de masa M cuelga de tres cables tal como lo muestra la figura. Dos de los cables forman ángulos θ_1 y θ_2 con respecto a la horizontal, mientras el tercer cable se mantiene alineado con la dirección vertical. Si el sistema está en equilibrio (no se mueve), determine las tensiones T_1, T_2 y T_3 en los cables.



69. Un bloque de masa m es acelerado sobre una superficie rugosa mediante una cuerda que pasa por una polea P, tal como lo indica la figura. Si la tensión de la cuerda es T, la polea se encuentra a una altura h por sobre el bloque, y el coeficiente de roce dinámico es μ, determine

    a) la aceleración del bloque en función de x.

    b) el valor exacto de x para el cual la aceleración es nula.



70. En el sistema de poleas ideales (sin masa) de la figura se pide determinar la tensión de la cuerda que sostiene el conjunto y que denominaremos T. El peso del bloque es W, y se aplica una fuerza $-\vec{P}$ en el extremo de la cuerda más corta para mantener el sistema en equilibrio.

    Además, determine el valor de la tensión en cada una de las cuerdas.