

FÍSICA IA – (62.01)

GUÍA DE PROBLEMAS

INDICE

- 3. Sobre esta guía**
- 4. Estructura de la materia**
- 5. Contenidos mínimos**
- 8. Leyes de movimiento**
- 18. El trabajo de las fuerzas y la energía**
- 24. Sistema de partículas**
- 31. Cuerpo rígido**
- 37. Ondas mecánicas**
- 42. Superposición de ondas**
- 47. Óptica geométrica**
- 51. Anexo 1: Resolución de un problema como técnica de investigación**
- 53. Anexo 2: Ingreso al Campus FIUBA**

SOBRE ESTA GUÍA

La presente guía corresponde a una revisión y renovación de la anterior, cuya última actualización fuera realizada en marzo de 2007 (62.01.01).

El objetivo de la misma, es ayudar al estudiante a internalizar los contenidos de la materia, a desarrollar el razonamiento independiente y a resolver problemas de física desde la perspectiva del ingeniero.

Esta nueva edición recoge una evaluación realizada por los docentes de la cátedra que, a su vez, refleja el trabajo con los estudiantes en el aula. Se han seleccionado problemas adaptados de la bibliografía especializada y se han agregado otros evaluados en parciales e integradoras.

Se presentan también los contenidos mínimos de la asignatura, se indican pautas sobre la cursada y se proporciona información para el acceso al Campus FIUBA.

Para el tema Cinemática de la partícula, si bien se seleccionaron algunos problemas de revisión que incluyen la aplicación de conceptos de Teoría de la Medida, se han privilegiado las situaciones en las que el alumno tenga que trabajar con movimientos curvilíneos. En el Anexo 1, para el problema 15, se incorpora una propuesta de integración del laboratorio con el aula con el objetivo de facilitarle al estudiante la interpretación del mismo.

En Superposición de Ondas se incluyen problemas relativos tanto a ondas mecánicas como electromagnéticas (Óptica Física), dejando para el final los correspondientes a Óptica Geométrica.

En algunos de los temas se sugiere el trabajo con applets, de modo que al alumno le resulte más sencilla la visualización y comprensión de ciertos fenómenos.

*Se pretende que la guía de problemas tenga un carácter dinámico para un mejor aprendizaje, por lo cual la evaluación continua de la misma tiene una importancia fundamental. De ahí que los comentarios y sugerencias, de estudiantes y docentes, serán bienvenidos y podrán ser enviados a la siguiente dirección **fisica1@fi.uba.ar***

Se agradece especialmente la colaboración del Lic. Sergio Rossi en la actualización de esta guía.

*Ing. Carlos Raffo
Profesor Titular
Física IA*

*Mg. Ema Elena Aveleyra
Coordinación de Física IA*

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

TEMARIO		Cantidad de problemas
Leyes de movimiento*	Cinemática y dinámica de la partícula – Movimiento oscilatorio armónico	38
El trabajo y la energía*	El trabajo como integral – Conservación de la energía mecánica – Potenciales	21
Sistemas de partículas*	Centro de masa – Conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular	19
Cuerpo Rígido*	Momento de inercia – Rodadura - Giróscopos	19
Ondas mecánicas	Propagación de ondas – Acústica - Doppler	18
Superposición de ondas	Batido – Ondas Estacionarias - Resonancia – Óptica física	28
Óptica geométrica	Teoría paraxial de rayos - Reflexión y Refracción	24

* Los temas en gris son los que se evalúan en el parcial durante la cursada.

Parciales: Hay un parcial desdoblado en dos partes y dos instancias de recuperación. La primera parte incluye hasta Trabajo y Energía para una partícula; y la segunda, Sistema de Partículas y Cuerpo Rígido. Las fechas aproximadas de los mismos son en la 7ma y 11va semanas de clase respectivamente. Las dos partes del parcial se podrán recuperar en las fechas indicadas según cronograma de la materia.

Aprobación de los trabajos prácticos (cursada): la materia se aprueba luego de pasar las siguientes instancias:

- Aprobación del parcial (3 oportunidades: Parcial – 1er recuperatorio – 2do recuperatorio)
- Aprobación de los informes de laboratorio
- Aprobación de actividades (parcialitos, problemas obligatorios, tareas en el Campus,...).

De esas evaluaciones se obtiene la primera nota que se asienta en la libreta (nota de TP) la cual habilita a rendir la evaluación integradora.

Evaluaciones integradoras: Las evaluaciones integradoras se toman luego de finalizar la cursada en días y horarios que se fijan en cada oportunidad. Para poder rendir la evaluación integradora se debe contar con la aprobación (nota asentada en la libreta) de los TP y haberse inscripto previamente en la fecha que el alumno haya elegido. Las evaluaciones integradoras son comunes a todos los alumnos de la cátedra.

Para rendir la Evaluación Integradora el alumno dispondrá de 3 (tres) períodos consecutivos de 5 (cinco) fechas cada uno, programadas en el Período de Evaluaciones del cuatrimestre en que ha cursado y los inmediatamente siguientes. De estas oportunidades podrá utilizar hasta un máximo de tres (3) para rendir la Evaluación Integradora. De no aprobar en ese lapso deberá recurrir a la asignatura.

http://www.fi.uba.ar/guiaestudiante/regimen_ensenanza.php

Para más datos sobre la materia, bibliografía, horarios, datos de los distintos cursos, apuntes específicos sobre algunos temas, laboratorio complementario (LABCO), etc. consultar:

a) la página de la materia, <http://www.fi.uba.ar/materias/6201/index.html>.

Administrador de la página: Ing. Adrián Ferrini.

b) <http://campus.fi.uba.ar/>

Depto de Física, Física I "A" 62.01, curso correspondiente.

CONTENIDOS MÍNIMOS DE FÍSICA I (62-01)**Cinemática**

Movimiento, sistemas de referencia y coordenadas. Movimiento rectilíneo: velocidad media e instantánea. Aceleración, media e instantánea. Movimiento vectorial libre bajo la acción de la gravedad. Representación vectorial de la velocidad y la aceleración en el movimiento rectilíneo. Composición de velocidades y aceleraciones. Aceleración normal y tangencial. Movimiento curvilíneo con aceleración constante. Movimiento circular: velocidad angular, aceleración angular. Relaciones vectoriales en el movimiento circular. Ejemplo: velocidad y aceleración de un punto sobre la superficie terrestre. Movimientos relativos. Movimiento de rotación relativo.

Dinámica

Concepto de interacción. Primera ley de Newton. Masa. Vector cantidad de movimiento o momentum lineal. Principio de conservación de la cantidad de movimiento. Segunda y tercera ley del movimiento. Unidades de fuerza. Interacciones elásticas, reacciones de vínculo y fuerzas de rozamiento. Movimiento armónico simple. Aplicaciones de fuerzas. Movimiento de un cuerpo por la acción de una fuerza constante, de una fuerza dependiente de la posición. Péndulo simple: resolución de la ecuación diferencial para pequeñas amplitudes. Período, frecuencia. Fuerzas viscosas. Sistemas inerciales y no inerciales. Sistemas de masa variable.

Torque y Momentum angular

Movimiento curvilíneo. Torque. Momentum angular o momento cinético. Fuerzas centrales. Interacción gravitatoria. Leyes de Kepler. Conservación del momento cinético.

Trabajo y Energía

Trabajo. Potencia. Energía cinética. Unidades. Trabajo de una fuerza constante. Energía potencial. Relación entre fuerza y energía potencial. Conservación de la energía en una partícula. Fuerzas no conservativas y conservativas. Energía en un péndulo simple.

Sistemas de partículas

Movimiento del centro de masa de un sistema de partículas aislado. Movimiento del centro de masa de un sistema de partículas sujetas a fuerzas externas. Momento cinético de un sistema de partículas. Energía cinética de un sistema de partículas. Conservación de la energía. Energía total de un sistema de partículas sujeto a fuerzas externas. Energía interna de un sistema de partículas. Colisiones.

Cuerpo rígido

Concepto de rigidez. Ecuaciones de movimiento para un cuerpo rígido. Momento cinético de un sólido rígido. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuación de movimiento para la rotación de un sólido rígido. Energía cinética de rotación de un sólido rígido.

Movimiento ondulatorio

Descripción del movimiento ondulatorio. Ondas. Ecuación general del movimiento ondulatorio. Ondas elásticas. Ondas de presión en un gas. Ondas transversales en una cuerda. Ondas elásticas transversales en una varilla. ¿Qué se propaga en el movimiento ondulatorio? Concepto de frente de onda. Superposición de dos M.A.S. de una misma dirección y frecuencia. Interferencia. Método fasorial. Superposición de dos M.A.S. de la misma dirección y distinta frecuencia. Batido, velocidad de grupo, número de onda, pulsación. Ondas estacionarias. Acústica. Noción de coherencia. Ondas estacionarias en una cuerda y en un tubo. Intensidad del sonido. Efecto Doppler.

Óptica física

Principio de Huyghens. Principio de Fermat. Experiencia de Young. Interferencia: de dos fuentes, de varias fuentes. Concepto de difracción. Difracción de Fraunhofer. Redes de difracción.

Óptica geométrica

Leyes de Snell. Índice de refracción. Leyes de la reflexión. Espejos planos y curvos. Dioptros. Lentes. Focos y planos focales. Potencia de una lente. Aumento. Instrumentos ópticos.

LEYES DEL MOVIMIENTO ($v \ll c$)

CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE LA PARTÍCULA -

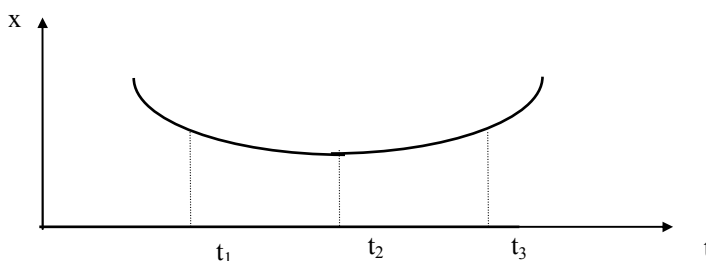
1. Sin usar valores numéricos representar los gráficos de x en función de t y v_x en función de t en los siguientes casos con aceleración constante:

(a) $a_x < 0$, $v_{x0} > 0$, $x_0 > 0$

(b) $a_x > 0$, $v_{x0} < 0$, $x_0 > 0$

(c) $a_x > 0$, $v_{x0} > 0$, $x_0 > 0$

2. La figura muestra un gráfico de x en función de t para un objeto. ¿Cuáles son los signos algebraicos de v_x y a_x para los tiempos (a) t_1 ; (b) t_2 ; (c) t_3 ?



3. Un hombre situado en la azotea de un edificio lanza una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad de 12.25 m/s. La pelota llega al suelo 4.25 s después. (a) ¿Cuál es la altura máxima que alcanza la pelota? (b) ¿Qué altura tiene el edificio? (c) ¿Con qué velocidad llega la pelota al suelo? (d) Si la velocidad de lanzamiento se midió con una incerteza absoluta de 0,05 m/s y el tiempo con un cronómetro digital accionado por célula fotoeléctrica con incerteza absoluta de 0,01 s ¿con qué precisión se midió la altura del edificio?, ¿qué habría ocurrido si el mismo cronómetro fuese accionado manualmente? Compare ambos resultados, investigue la incidencia económica de cada método de trabajo.

4. Un automóvil se está moviendo con una rapidez de 45,0 km/h ($\Delta v = 0,5 \text{ km/h}$) cuando se enciende la luz roja del semáforo de la siguiente esquina. Si el tiempo de reacción del conductor es de 0.7 s ($\Delta t = 0,1 \text{ s}$) y el auto desacelera a razón de $2,0 \text{ m/s}^2$ ($\Delta a = 0,1 \text{ m/s}^2$) en cuanto el chofer aplica el freno, (a) calcule la distancia que recorre el auto desde el momento en que el conductor ve la luz roja hasta que el coche se detiene (el “tiempo de reacción” es el intervalo entre el instante en que el chofer ve la luz roja y aquél en que aplica el freno), (b) calcule el error absoluto, relativo y porcentual cometido en la medida de la longitud. ¿Tiene sentido físico dar el resultado con décimas de metro? ¿Por qué?

5. La aceleración de una motocicleta está dada por $a = At - Bt^2$, con $A = 1,2 \text{ m/s}^3$ y $B = 0,120 \text{ m/s}^4$. La moto está en reposo en el origen de coordenadas, en $t = 0\text{s}$.

- a- Obtenga la posición y la velocidad en función del tiempo.
- b- Grafique la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.
- c- Calcule la velocidad máxima que alcanza.

Rta: 20 m/s

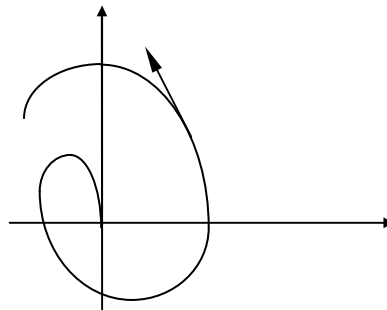
6. Las coordenadas de un ave que vuela en el plano xy son:

$$x = 2,0 \text{ m} - 3,6 \text{ m/s} \cdot t \quad y = 1,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$$

- a- Dibuje la trayectoria del ave.
- b- Calcule los vectores velocidad y aceleración en función del tiempo.
- c- Calcule el módulo, dirección y sentido de la velocidad y de la aceleración en el instante $t = 3 \text{ s}$.
- d- Dibuje los vectores velocidad y aceleración para $t = 3 \text{ s}$. En ese instante, ¿el ave está acelerando, frenando o su rapidez no está cambiando? ¿El ave está girando? De ser así ¿en qué dirección?

7. (a) Calcule la velocidad angular de un disco que gira, con movimiento uniforme, 13.2 radianes cada 6 s. (b) Calcule el período y la frecuencia de rotación. (c) ¿Cuánto tiempo tardará el disco en girar un ángulo de 780° , (d) en efectuar 12 revoluciones? (e) Si la trayectoria está descrita en el plano (x, y), el giro es horario y el radio 1 m, expresar usando versores los vectores $\mathbf{v}$ y $\mathbf{a}$ (cuando el cuerpo intercepta los ejes coordenados).

8. Suponer que un objeto sigue una trayectoria en espiral, como se muestra en la figura, mientras viaja con una velocidad de módulo constante (ver figura). ¿Es constante la velocidad del objeto? ¿Es constante su aceleración? Si el módulo de la aceleración no es constante, ¿aumenta o disminuye?



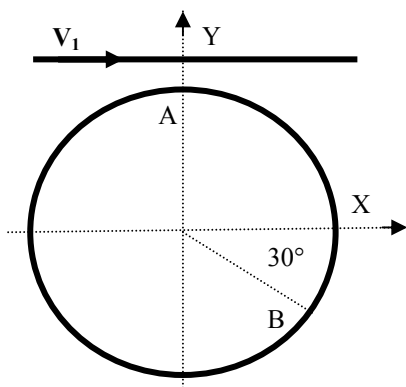
9. (a) Encuentre el radio de curvatura del punto más alto de la trayectoria de un proyectil disparado con un ángulo inicial α con respecto a la horizontal. (Sugerencia: En el punto máximo, la velocidad es horizontal y la aceleración vertical). (b) Repita el cálculo para los siguientes datos: $\alpha = 30^\circ$
 $v_0 = 10 \text{ m/s}$. (c) Con los datos del proyectil en (b), calcule el radio de curvatura cuando está en la mitad de altura al subir y al bajar. Demuestre que dichos radios son iguales.

10. Dos automóviles que se mueven a lo largo de carreteras perpendiculares se desplazan hacia el norte y hacia el este, respectivamente. (a) Si sus velocidades con respecto al suelo son de 60 km/h y 80 km/h, calcule sus velocidades relativas. (b) ¿La velocidad relativa, en este caso, depende de la posición de los coches en sus respectivas carreteras? Justifique la respuesta. (c) Repita el problema suponiendo que el segundo auto se desplaza hacia el oeste.

11. Un bote se mueve en dirección NO, 60° medidos del N al 0 a 40 km/h en relación con el agua. La corriente se encuentra en dirección y sentido tales que el movimiento resultante con relación a la Tierra es hacia el oeste a 50 km/h. Calcule la velocidad y el sentido de la corriente con respecto a Tierra.

12. Un río fluye hacia el norte con una velocidad de 3 km/h. Un bote se desplaza hacia el este con una velocidad de 4 km/h con respecto al agua. (a) Calcule la velocidad del bote en relación con la orilla. (b) Si el río tiene 1 km de ancho, calcule el tiempo necesario para cruzarlo. (c) ¿Cuál es la desviación del bote hacia el norte cuando llega al lado opuesto del río?

13. Sobre una superficie plana horizontal el móvil 1 realiza un MRU tal que $V_1 = 12 \text{ m/s}$.



Otro móvil 2 realiza un MCU de $\omega = 2 \text{ s}^{-1} \mathbf{k}$ sobre una circunferencia de radio 1 metro. Calcule explicando cada paso:

a) La velocidad relativa del móvil 1 respecto del 2 ($\mathbf{V}_{1/2}$) cuando éste pasa por A y cuando pasa por B.

b) La aceleración del móvil 2 cuando pasa por A, respecto del piso y respecto del móvil 1.

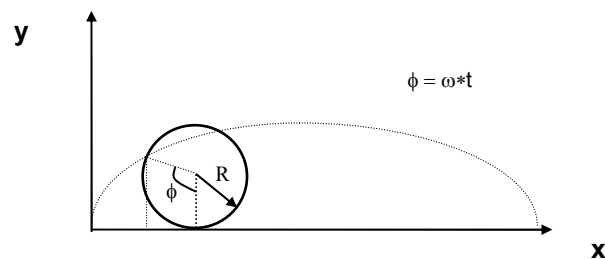
c) Si en $t = 0$, m_1 está en $x = 0$ y m_2 está en $x = 1$; $y = 0$, obtener: $\mathbf{V}_{1/2}(t)$; $[t] = \text{s}$, $[x] = \text{m}$.

14. Se conocen algunos datos acerca de un movimiento en el plano:

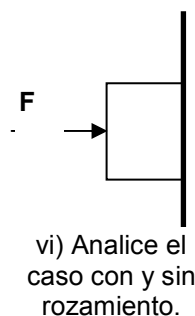
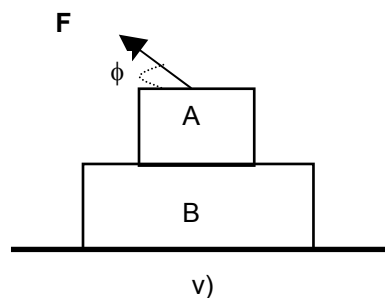
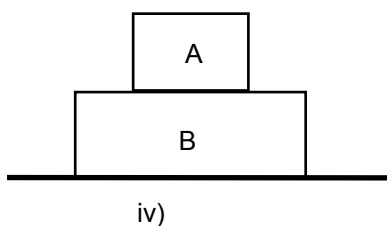
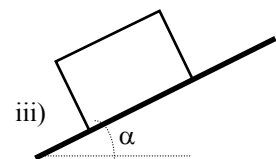
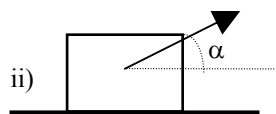
$$v_x = 2t - 4 \quad ; \quad a_y = 2t \quad ; \quad v_0 = 5 \text{ m/s} \quad ; \quad x_0 = 4 \text{ m} \quad ; \quad y_0 = -3 \text{ m}$$

Considere que t se mide en segundos, x e y en metros. (a) Complete la información faltante. (b) Dibuje las dos trayectorias compatibles con los datos iniciales. *Dado que son complicadas, se espera que realicen un trazado tentativo, ayudándose con los vectores velocidad y aceleración para establecer concavidades.* (c) Dibuje en la trayectoria los vectores velocidad y aceleración para $t = 2$ s y $t = 3$ s. (d) Calcule en dichos instantes el radio de curvatura. (e) Si el cuerpo tiene una masa de 2 kg ¿qué fuerza neta actuaría sobre él (expresela utilizando versores)?

15. Una llanta de radio R rueda sin resbalar con velocidad constante v_0 a lo largo de un plano horizontal (ver figura). (a) Verifique que la posición de un punto de su borde, inicialmente en 0, está dada por las ecuaciones $x = R(\omega t - \sin \omega t)$ e $y = R(1 - \cos \omega t)$, donde $\omega = v_0 / R$ es la velocidad angular de la llanta y t se mide desde el instante en que el punto está inicialmente en contacto con el plano. (b) Halle las componentes de la velocidad y de la aceleración del punto. (c) Dibuje la velocidad y la aceleración del punto (ver Anexo 1).



16. Para cada una de las siguientes situaciones: a) dibuje el diagrama de cuerpo libre; b) explicité los pares acción / reacción para cada una de las fuerzas actuantes; c) calcule la normal para cada cuerpo.



17. Un automóvil tiene una masa de 1500 kg y su velocidad inicial es de 60 km/h. (a) Cuando se le aplican los frenos, produciendo una desaceleración uniforme, el coche se detiene en 1,2 min. Determine la fuerza aplicada al coche. (b) Al chocar un auto se detiene en pocos segundos, por ejemplo en 0,5 segundos, recalcule ahora la fuerza (compare la fuerza calculada con su propio peso). A la luz de estos resultados analice lo peligroso que es chocar a esa velocidad.

18. La fuerza ejercida sobre un objeto de masa m es $F = F_0 - kt$, donde F_0 y k son constantes y t es el tiempo. Halle (a) su aceleración, (b) su velocidad, y (c) su posición para cualquier tiempo. Analice: 1) cuáles son las condiciones iniciales que puede seleccionar, 2) en qué unidades puede medir las distintas magnitudes involucradas.

19. Una fuerza F se aplica durante 20 s a un cuerpo de 500 kg de masa. El cuerpo, inicialmente en reposo, adquiere una velocidad de 0.5 m/s como resultado del efecto de la fuerza. Si esta aumenta como $F(t) = t^3 \text{ N/s}^3$ desde 0 s durante los primeros 15 s, y después disminuye linealmente hasta cero en los siguientes 5 s, (a) halle el impulso causado por la fuerza sobre el cuerpo, (b) encuentre la fuerza máxima ejercida sobre el cuerpo y (c) haga una gráfica de F en función de t y halle el área bajo la curva. ¿El valor de esta área está de acuerdo con el resultado del inciso (a)?

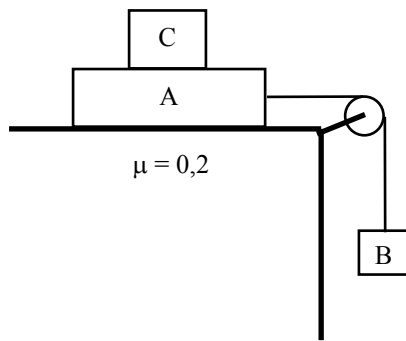
20. Una persona cuya masa es de 60 kg se encuentra en un ascensor. Determine la fuerza que ejerce el piso sobre la persona cuando el ascensor: (a) sube con movimiento uniforme, (b) baja con movimiento uniforme, (c) sube y acelera hacia arriba a 3 m/s^2 , (d) baja y acelera hacia abajo a 3 m/s^2 y (e) cuando se rompen los cables del ascensor y cae libremente.

21. Una piedra de 0,9 kg se ata a una cuerda de 0,8 m. La cuerda se rompe si su tensión excede los 500 N (ésta es la *resistencia a la rotura* de la cuerda). La piedra gira en un círculo horizontal sobre una mesa sin rozamiento; el otro extremo de la cuerda se encuentra fijo. Calcule la máxima rapidez que puede alcanzar la piedra sin romper la cuerda.

Rta: 21,1 m/s

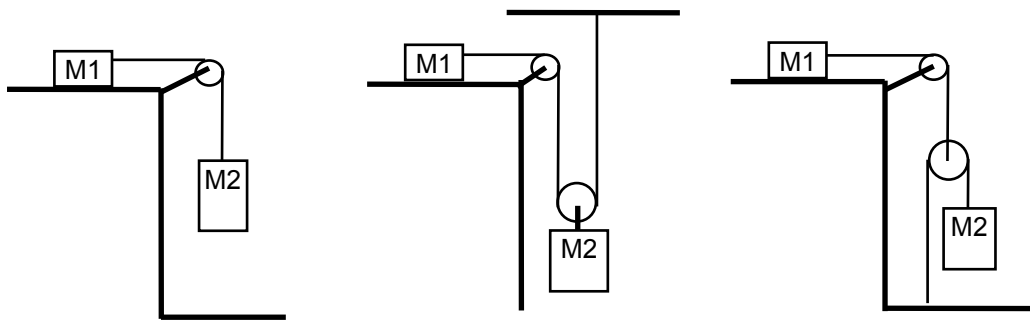
22. Las masas de A y B en la figura (i) y (ii) son 10 kg y 5 kg, respectivamente. El coeficiente de fricción de A con la mesa es de 0.20. (a) Hallar la masa mínima de C que evitará que A se mueva. (b) Calcule la aceleración del sistema si se retira C con $\mu_d = 0,1$. (c) Halle la velocidad relativa de A respecto de B, después de 0.5 s de retirado el cuerpo C. (d) ¿Qué coeficiente de rozamiento es necesario entre el cuerpo A y C para que los cuerpos de la situación (a) permanezcan en equilibrio si la soga está sujeta a C en vez de a A? ¿Qué pasaría si existiese el mismo coeficiente de roce que

entre A y la mesa?

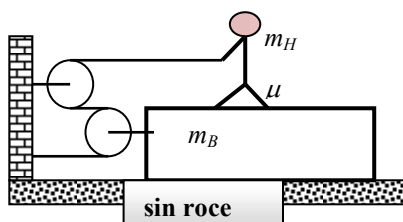


23. Dos bloques, que pesan 8 kg y 80 kg respectivamente, están unidos por una barra y deslizan hacia abajo sobre un plano inclinado 30° respecto de la horizontal. El coeficiente de rozamiento entre el bloque de menos masa y el plano es 0.25 y el correspondiente al otro bloque es 0.5. (a) Calcule la aceleración y la tensión en la barra. ¿La barra está comprimida o traccionada? ¿Depende el resultado de la ubicación relativa de los bloques? (b) ¿Cuál es la aceleración y la tensión en la barra si los bloques intercambian los coeficientes de rozamiento? (c) Recalcule suponiendo ambos coeficientes iguales a 0.25.

24. Calcule la aceleración de los cuerpos m_1 y m_2 y la tensión en las cuerdas en cada caso. Considere las poleas como ideales y desprecie la fricción de m_1 con la superficie. Primero resuelva algebraicamente y luego analice el movimiento para $m_1 = 4 \text{ kg}$ y $m_2 = 6 \text{ kg}$.



25. Un hombre de masa m_H está parado sobre un bloque de masa $m_B = 3m_H$. Entre ellos el coeficiente de rozamiento es μ . El bloque está sobre un piso horizontal sin rozamiento. El hombre está tomado de una soga ideal y las poleas también son ideales.



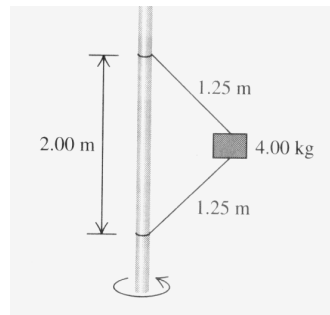
a) Realice el diagrama de cuerpo libre para el hombre, el bloque y las poleas, para un observador inercial e indicar fuerzas exteriores e interiores para el sistema formado sólo por el hombre y el bloque.

b) Calcule, justificando cada paso, la aceleración máxima para que el hombre no deslice sobre el bloque.

c) Analice, si mientras el hombre tira de la soga, varía la energía mecánica del sistema hombre-bloque.

26. El bloque de 4 kg de la figura está unido a una varilla vertical con dos hilos. Cuando el sistema gira sobre el eje de la varilla, los hilos se extienden como se muestra y la tensión del hilo superior es de 70,0 N.

- ¿Qué tensión soporta el otro hilo?
- ¿Cuántas revoluciones por minuto realiza el bloque?
- Calcule las revoluciones por minuto para que la tensión del hilo inferior sea nula
- Explique qué sucede si el número de rpm es inferior que el calculado en -c-.



27. Una curva de autopista de 300 m de radio no tiene peralte (inclinación en la curva que permite realizar giros a mayor velocidad sin correr el riesgo de salirse de la pista).

Suponga que el coeficiente de fricción entre los neumáticos y el asfalto seco es de 0.75, en el asfalto mojado es de 0.50, y en el hielo es de 0.25.

a) Determine la máxima velocidad con que se puede pasar la curva con toda seguridad (sin deslizar) en: (i) días secos, (ii) días lluviosos y (iii) días helados.

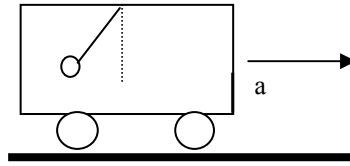
b) Recalcule las velocidades halladas en a), si la autopista tiene un peralte de 3° .

c) Para el peralte del punto b), calcule la velocidad mínima, necesaria para que el auto no deslice hacia abajo debido a la inclinación de la autopista.

28. Del techo de la caja de carga de un camión, que tiene una aceleración de 2 m/s^2 , cuelga un péndulo simple de masa puntual $m = 1\text{ kg}$.

a) Calcule la tensión del hilo indicando claramente sistema de referencia usado, diagrama de cuerpo libre correspondiente y sistema de ecuaciones resultante. ¿Qué ángulo forma con la vertical?

b) Si se rompe la cuerda indique claramente la trayectoria que sigue la masa puntual m , hasta llegar al piso del camión, para un observador sobre el vehículo. Justifique breve y claramente



29. En el sistema de la figura, los bloques están asociados a un carro que se mueve sobre una superficie horizontal. La soga y la polea son vínculos ideales.

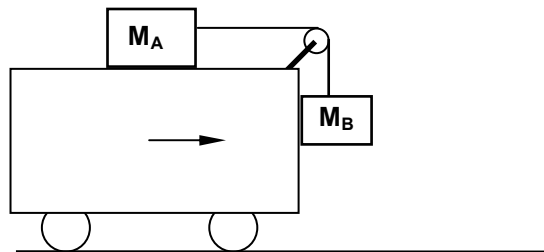
a) Si el carrito se mueve con velocidad $\mathbf{v}$ constante:

- a₁) realice el D.C.L. para cada bloque y determine la aceleración de cada uno, si el rozamiento entre las masas y el carrito es despreciable;
- a₂) determine la fuerza de rozamiento necesaria para que A y B no deslicen. Considere igual μ para ambas superficies.

b) Si el carrito se mueve con velocidad $\mathbf{a}$ constante*:

- b₁) ¿Cuál es el valor de la aceleración máxima del carrito, para que el cuerpo A no deslice hacia atrás?
- b₂) ¿Cuál es el valor mínimo de aceleración del carrito, para que el cuerpo B no caiga?
- b₃) ¿Existe alguna aceleración del carrito, que obligue a los cuerpos A y B a moverse solidarios con el carrito sin que actúe el rozamiento?

*Realizar el D.C.L. para un observador ubicado en: i) el carrito ii) en la Tierra. iii) en B.



30. Una roca de masa 3 kg cae desde el reposo en un medio viscoso. Sobre ella actúan la fuerza neta constante de 20 N (combinación de la fuerza gravitatoria y de la fuerza de flotación ejercida por el medio) y la fuerza de resistencia del fluido $\mathbf{F} = -k \cdot \mathbf{v}$ ($\mathbf{v}$ es la velocidad en m/s y $k = 2 \text{ Ns/m}$). Calcular:

- a. aceleración inicial
- b. aceleración cuando $v = 3 \text{ m/s}$
- c. velocidad terminal
- d. posición, velocidad y aceleración 2s después de iniciado el movimiento.

Rtas: $6,67 \text{ m/s}^2$; $4,67 \text{ m/s}^2$; 10 m/s

31. Un paracaidista se deja caer desde un helicóptero estacionario. Cae libremente (como en el vacío) durante 5 segundos. Abre entonces el paracaídas. La masa del paracaidista es de 80 kg. La resistencia que el aire opone a su caída es $\mathbf{F} = -K\mathbf{v}$. Calcular : ¿cuánto tiempo después de abrir el paracaídas se llega a una velocidad mitad de la del momento de apertura ? ($K = 160 \text{ kg/s}$; desprecie la masa del paracaídas)

32. Un péndulo simple de longitud L oscila con amplitud A . Exprese, como función del tiempo, (a) su desplazamiento angular, (b) su velocidad angular, (c) su aceleración angular, (d) su velocidad tangencial, (e) su aceleración centrípeta y (f) la tensión de la cuerda si la masa de la lenteja es m . *Este problema conecta movimiento circular, movimiento oscilatorio armónico, y la segunda ley de Newton.*

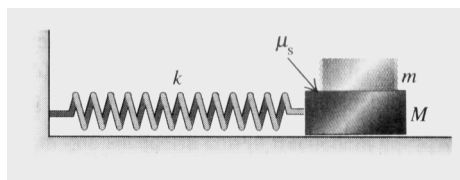
33. El movimiento del pistón de un motor de un automóvil es aproximadamente un MAS.

- Si la carrera de un motor (el doble de su amplitud) es de 0.100 m y el motor trabaja a 2500 rpm, calcule la aceleración del pistón en el extremo de la carrera.
- Si el pistón tiene una masa de 0,350 kg, ¿qué fuerza neta debe ejercerse sobre él en ese punto?
- ¿Qué velocidad tiene el pistón, en m/s, en el punto medio de su carrera?
- Repetir los ítem -b- y -c- con el motor trabajando a 5000 rpm.

Rtas: $3.43 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$; $1,2 \cdot 10^3 \text{ N}$; 13,1 m/s; $4,80 \cdot 10^3 \text{ N}$; 26,2 m/s

34. Un bloque de masa M descansa sobre una superficie lisa y está unido a un resorte horizontal de constante k . El otro extremo del resorte está fijo a una pared. Un segundo bloque de masa m está apoyado sobre el primero. El coeficiente de rozamiento estático entre los bloques es μ_s . Determine la amplitud de oscilación máxima para la cual el bloque superior no resbale.

Rta: $A < g \cdot \mu_s \cdot (M+m)/k$



35. Una partícula de 4 kg se mueve a lo largo del eje x bajo la acción de la fuerza

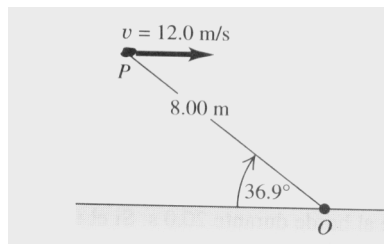
$$\mathbf{F} = -(\pi^2/16) \mathbf{x}$$

Cuando $t = 2$ s, la partícula pasa por el origen, y cuando $t = 4$ s su velocidad es de 4 m/s. (a) Halle la ecuación para el desplazamiento. (b) Muestre que la amplitud del movimiento es de $\frac{32\sqrt{2}}{\pi}$ medida en metros.

36. El vector de posición de un cuerpo de 6 kg de masa está dado por la ecuación:

$\mathbf{r} = \mathbf{i} (3t^2 - 6t) + \mathbf{j} (-4t^3)$ donde r se mide en metros y t en segundos. Halle: (a) la fuerza que actúa sobre la partícula, (b) el torque $\mathbf{T}$, con respecto al origen, que actúa sobre la partícula y (c) los momentos lineal $\mathbf{p}$ y angular $\mathbf{L}$, de la partícula con respecto al origen.

37. Una piedra de 0,300 kg tiene una velocidad horizontal de 12,0 m/s cuando está en el punto P. ¿Qué momento cinético $\mathbf{L}$, tiene respecto del punto fijo O, en ese instante?



38. Cuando la Tierra está en el afelio (la posición más alejada del Sol) el 2 de julio, su distancia al Sol es de $1.52 \cdot 10^{11}$ m y su velocidad orbital es de $2.93 \cdot 10^4$ m/s. (a) Halle su velocidad orbital en el perihelio (posición más cercana al Sol), aproximadamente seis meses después, cuando su distancia al Sol es de $1.47 \cdot 10^{11}$ m. (b) Halle la velocidad angular de la Tierra alrededor del Sol en ambos casos. (Sugerencia: En ambas posiciones, afelio y perihelio, la velocidad es perpendicular al radio vector.) (c) Dibuje el vector aceleración y sus componentes intrínsecas en distintos puntos de la órbita elíptica.

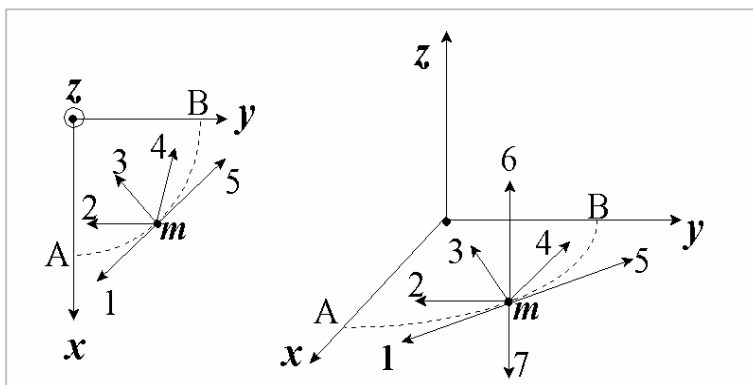
EL TRABAJO DE LAS FUERZAS Y LA ENERGÍA

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

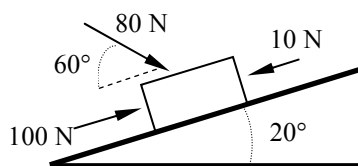
1- Una partícula se mueve sobre la trayectoria curva desde A hasta B en el plano xy. El módulo de la velocidad está **continuamente disminuyendo** entre A y B.

- El trabajo de la fuerza resultante sobre la partícula entre A y B, ¿es positivo, negativo o nulo?
¿Cuál de los vectores numerados del 1 al 7 representa a...
- la cantidad de movimiento de la partícula?
- la fuerza resultante sobre la partícula?
- el momento angular de la partícula respecto al origen de coordenadas?
- cómo se relacionan entre sí?

Las dos figuras representan a la misma situación vista desde arriba y vista en perspectiva



2. Un cuerpo con una masa de 4 kg se mueve hacia arriba en un plano inclinado 20° con respecto a la horizontal. Bajo las fuerzas que se muestran en la figura, el cuerpo se desliza 20 m sobre el plano. Calcule el trabajo total hecho por el sistema de fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

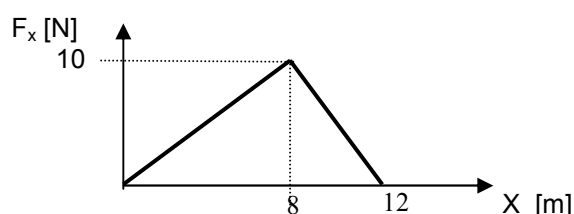


- ¿Qué fuerza constante debe ejercer el motor de un automóvil cuya masa es de 1500 kg para que aumente la velocidad del auto de 4 km/h a 40 km/h en 8 s?
 - Determine la variación de la cantidad de movimiento y de la energía cinética.
 - Determine el trabajo hecho por la fuerza.
 - Calcule la potencia media del motor.
 - ¿Cuánto se desplazó?

4. ¿Qué sucede con la energía cinética del cuerpo que se mueve por la espiral del problema 8 de "Leyes del Movimiento"? ¿Cuánto vale el trabajo de la fuerza neta que actúa sobre la partícula? ¿Por qué?

5. Un cuerpo de masa m se mueve con velocidad $\mathbf{V}$ en relación con un observador O y con velocidad $\mathbf{V}'$ con respecto a O' . La velocidad de O' con respecto a O es $\mathbf{U}$. Encuentre la relación entre las energías cinéticas E_c y E_c' del cuerpo medidas por los observadores ubicados en O y O' .

6. A un objeto de 5 kg que se puede mover según el eje X , se le aplica una fuerza cuya componente F_x varía según el siguiente gráfico. Calcule el trabajo realizado por el vector $\mathbf{F}$ entre $x = 0\text{m}$ y $x = 12\text{m}$. Grafique el trabajo en función de X y la velocidad del objeto en función de X , considerando que parte del reposo.



7. Calcule el trabajo de la fuerza peso a lo largo de una trayectoria cerrada cualquiera. ¿Puede generalizarse a cualquier trayectoria? ¿Qué utilidad tiene esta propiedad? ¿Es la fuerza peso la única que la presenta? ¿Cómo se llaman las fuerzas que presentan esta propiedad, por qué reciben ese nombre? Dé varios ejemplos.

8. Una partícula de masa m está unida a un resorte de constante elástica k . El resorte se estira una distancia a y se suelta. Relacione la energía potencial de la partícula en función de x con su energía cinética. ¿En qué posiciones son nulas? ¿En qué posiciones son máximas o mínimas?

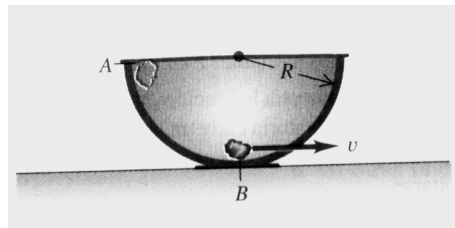
9. Una partícula se mueve bajo la acción de una fuerza de atracción inversamente proporcional al cuadrado del radio, $F = -k/r^2$. La trayectoria es un círculo de radio r . Muestre que: (a) la velocidad es $v = (k/mr)^{1/2}$, (b) la energía total es $E = -k/2r$, y (c) el momento angular es $L = (mkr)^{1/2}$. Relacione lo visto en este problema con lo que le sucede a una partícula que se mueve en órbitas circulares alrededor de La Tierra. Considere el potencial cero en el infinito.

10. Un cuerpo de 20 kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con velocidad inicial 50 m/s. Calcule (a) las energías E_c , E_p y E iniciales; (b) E_c y E_p después de 3 s; (c) E_c y E_p a 100 m de altura; (d) la altura del cuerpo cuando E_c se reduce un 80% de su valor inicial. Sitúe el cero de energía potencial en la superficie terrestre. (e) Resuelva nuevamente si la velocidad inicial es $\mathbf{v}_0 =$

20 m/s $\mathbf{i}$ + 50 m/s $\mathbf{j}$. Compare ambos resultados.

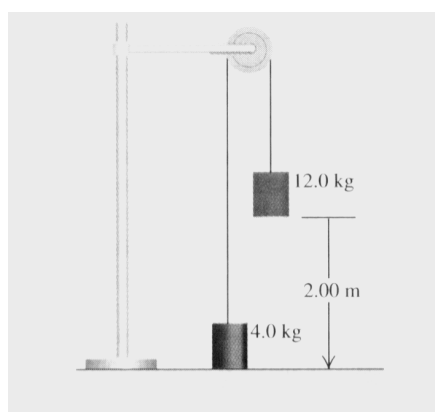
11. Una pequeña piedra de 0,10 kg se deja caer desde su posición en reposo en el punto A, en el borde un tazón hemisférico de radio $R = 0,6$ m. Suponer que la piedra es pequeña en comparación con R , de manera que puede tratarse como una partícula. El trabajo efectuado por el rozamiento sobre la piedra al bajar desde A hasta el fondo del tazón (B) es $-0,22$ J ¿Qué velocidad tiene la piedra al llegar a B?

Rta : 2,71 m/s



12. Una fuerza actúa sobre un punto material de manera que $\mathbf{F} = 3x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$, donde x e y son medidas en [m] y la fuerza en [N]. El punto sigue una trayectoria rectilínea a lo largo del eje y desde $y = 0$ m hasta $y = 2$ m. Sigue en forma paralela a x entre $(0;2)$ hasta $(2;2)$ [m]. Luego regresa al origen por una recta. Dibuje la trayectoria. Calcule el trabajo realizado por la fuerza en cada tramo y en el recorrido cerrado. ¿Es conservativa la fuerza? Explique.

13. El sistema de la figura se suelta del reposo cuando el balde de pintura de 12,0 kg está a 2,00 m sobre el piso. Usando el principio de conservación de la energía, calcule la velocidad con que el balde golpea el piso. Ignore el rozamiento y masa de la polea.



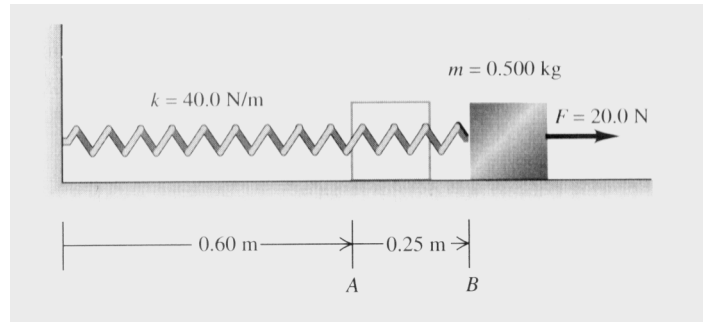
14. Un bloque de 0,5 kg unido a un resorte de 0,6 m, con $k = 40$ N/m y masa despreciable, está en reposo en el punto A de una mesa horizontal lisa, tal como se indica en el esquema. Se tira del bloque hacia la derecha con una fuerza horizontal constante $\mathbf{F} = 20$ N

a- ¿Qué velocidad tiene el bloque cuando pasa por el punto B, que está a 0,25m a la

derecha de A?

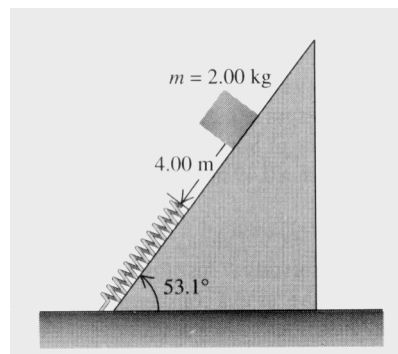
- b- En este punto se suelta el bloque. En el movimiento que sigue, ¿cuánto se acerca el bloque a la pared a la que está sujeto el extremo izquierdo del resorte?

Rta 3,87 m/s; 0,10 m

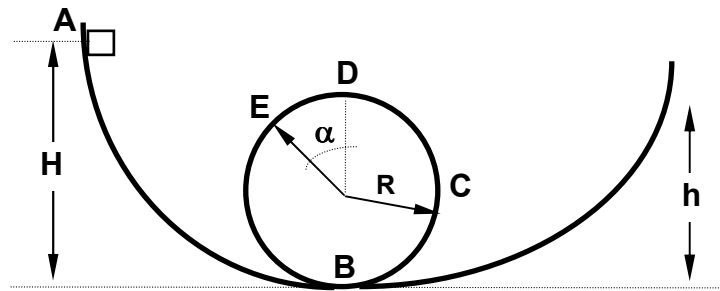


15. Un paquete de 2,00 kg se suelta sobre un plano inclinado de pendiente de $53,1^\circ$, a 4,00 m de un resorte largo de masa despreciable con $k = 140 \text{ N/m}$ sujeto a la base de la pendiente. Los coeficientes de rozamiento entre el paquete y el plano son $\mu_e = 0,40$ y $\mu_d = 0,20$.

- ¿Qué velocidad tiene el paquete justo antes de llegar al resorte?
- ¿Cuál es la compresión máxima del resorte?
- Al rebotar el paquete, ¿cuánto se acerca a su posición inicial?

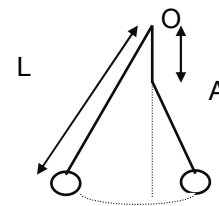


16. ¿Desde qué altura mínima H se debe dejar deslizar el bloque de hielo para que puede recorrer sin problemas el rulo BCDE. Si $h = 2/3 H$, describa el movimiento posterior del bloque. (b) Si $H = 3 R$ ¿cuánto vale la reacción en el vínculo, sobre el bloque, en los puntos B, C, D y E ($\alpha = 20^\circ$); ¿qué fuerza soporta el riel? (c) ¿En qué punto se desprende de la pista si $H = 2 R$? (d) ¿Con qué velocidad mínima debe pasar por A, si $H = 2R$ para que dé la vuelta completa?



17. Analice el movimiento de un péndulo ideal desde el punto de vista energético. Para el péndulo oscilando exprese, como función de la altura de la masa:

- su velocidad;
- su desplazamiento angular;
- la fuerza tangencial a su trayectoria;
- su aceleración tangencial;
- su aceleración normal.
- Cuánto vale la tensión en el hilo al pasar la lenteja por:
 - la posición de equilibrio;
 - la máxima elongación;
 - $\alpha = \alpha_{\text{máximo}} / 2$

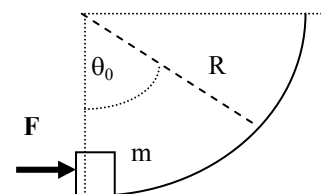


(g) Si al pasar por la vertical el hilo hace tope en un clavo "A", ubicado 0,30 m por debajo del punto de suspensión "O" (ver figura), ¿hasta qué altura subirá la lenteja?

18. Se tiene una partícula de masa m que desliza sobre una rampa circular sin roce de radio R , inicialmente en equilibrio (en la parte más baja). Mediante la aplicación de una fuerza horizontal de módulo variable se la lleva a una posición tal que el ángulo con la vertical es $\theta_0 < 90^\circ$, de modo que la velocidad sea en todo momento muy pequeña.

- Explique cómo calcular el trabajo de todas y cada una de las fuerzas que están aplicadas sobre la partícula.
- Si alguna de las fuerzas es conservativa indique qué relación hay entre el trabajo de dicha fuerza y la energía potencial.

(Indicar los marcos referenciales correspondientes y todos los pares de interacción de las fuerzas que se aplican sobre la partícula)



19. Realice una estimación del orden de magnitud de la potencia media que aporta el motor de un automóvil para acelerar el auto desde el reposo a rapidez de autopista. Indique claramente los valores que toma como datos.

20. Un furgón minero cargado tiene una masa de 950 kg y rueda sobre rieles con fricción despreciable. Parte del reposo, y un cable conectado a un malacate tira de él a través de la mina. Los rieles tienen una inclinación de 30° con respecto a la horizontal. El furgón acelera, de manera uniforme, hasta alcanzar una rapidez de 2.2 m/s en 12 s y después continúa con rapidez constante.

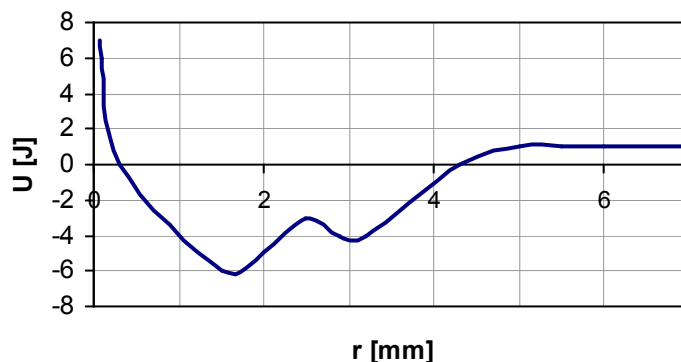
- ¿Qué potencia debe proporcionar el motor del malacate cuando el furgón se mueve con rapidez constante? Rta: 10.2 kW
- ¿Qué potencia máxima debe proporcionar el motor del malacate? Rta: 10.6 kW
- ¿Qué energía total transfirió el motor en forma de trabajo mecánico, cuando el furgón recorrió 1250 m sobre los rieles? Rta: 5.82 MJ

21. Una partícula se mueve a lo largo de una línea donde la energía potencial de su sistema depende de su posición r como indica la figura. En el límite, cuando r aumenta indefinidamente, la energía potencial $U(r)$ tiende a: 1 J.

- Identifique cada posición de equilibrio para esta partícula. Indique si cada una es un punto de equilibrio estable, inestable o neutro.
- ¿La partícula estaría acotada en su movimiento, si la energía total del sistema está en ese intervalo?

Ahora suponga que el sistema tiene energía de -3 J. Determine:

- El intervalo de posiciones donde se puede encontrar la partícula.
- Su E_c máxima
- La ubicación donde tiene E_c máxima
- La energía de enlace del sistema, esto es, la energía adicional que tendría que darse a la partícula para moverla a r tendiente a infinito.



SISTEMA DE PARTÍCULAS

CENTRO DE MASA. CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL Y ANGULAR

1. Un sistema está compuesto por tres partículas de masas 3 kg, 2 kg y 5 kg. La primera partícula tiene una velocidad de $\mathbf{i}$ (6) m/s. La segunda se mueve con velocidad de 8 m/s en una dirección que forma un ángulo de -30° con el eje X. Halle la velocidad de la tercera partícula de modo que el CM: (a) permanezca en reposo con respecto al observador; (b) se mueva con $\mathbf{v}_{cm} = \mathbf{i} (-2 \text{ m/s}) + \mathbf{j} (2 \text{ m/s})$ y (c) la energía cinética del sistema sea 200 joule. Todas las velocidades están medidas desde el Lab.

2. Un lanzador de disco aplica una fuerza de $\mathbf{F} = (30,0 \text{ N/s}^2 \cdot t^2) \mathbf{i} + (40,0 \text{ N} + 5 \text{ N/s} \cdot t) \mathbf{j}$ a un disco de 2,00 kg. Si el disco estaba originalmente en reposo ¿qué velocidad tiene después de 0,500 s? Dar la respuesta en forma vectorial.

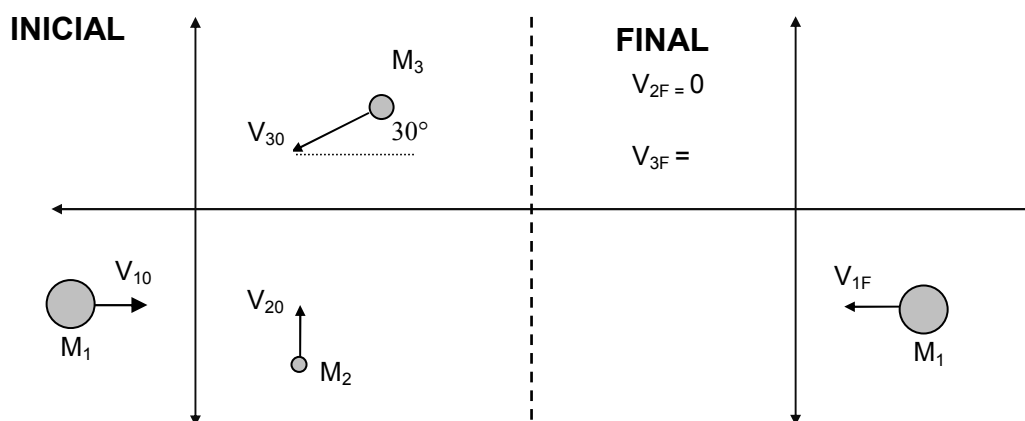
Rta: $\mathbf{v} = (0,625 \text{ m/s}) \mathbf{i} + (10,3 \text{ m/s}) \mathbf{j}$

3. En un instante particular, tres partículas se mueven como se muestra en la figura. Están sujetas únicamente a sus interacciones mutuas, así que no actúan fuerzas externas. Después de cierto tiempo, se observan de nuevo y se tiene que m_1 se mueve como se muestra, mientras que m_2 está en reposo.

(a) Halle la velocidad de m_3 . Suponga que $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 0.5 \text{ kg}$, $m_3 = 1 \text{ kg}$, $v_{10} = 1 \text{ m/s}$, $v_{20} = 2 \text{ m/s}$, $v_{30} = 4 \text{ m/s}$ y $v_{1F} = 3 \text{ m/s}$.

(b) Halle la velocidad del CM en los dos instantes mencionados en el problema.

(c) En un instante dado, las posiciones de las masas son: $m_1 (-0,8 \text{ m} ; -1,1 \text{ m})$, $m_2 (0,8 \text{ m} ; -1,1 \text{ m})$ y $m_3 (1,4 \text{ m} ; 0,8 \text{ m})$. Trace una línea que muestre la trayectoria del CM del sistema de partículas con respecto al sistema de referencia (X ; Y). Todas las velocidades están medidas desde el sistema fijo (Laboratorio).



4. Una mañana después de una helada invernal, un auto de 1600 kg que viaja hacia el este a 40,0 km/h choca con un camión de 2800 kg que viaja hacia el sur a 20,0 km/h por una calle perpendicular. Si los vehículos quedan enganchados al chocar, ¿cuál es el vector velocidad después del choque? Puede despreciarse el rozamiento entre los vehículos y la calle helada.

Rta: 19,3 km/h; 41,2° al sur del este.

5. Una piedra de 0,100 kg descansa sobre una superficie horizontal sin roce. Una bala de 4,00 g que viaja horizontalmente a 450 m/s golpea la piedra y rebota horizontalmente a 90 ° de su dirección original, con una velocidad de 300 m/s.

a- Calcular la velocidad de la piedra después del golpe.

b- ¿El choque es perfectamente elástico?

Rtas: 21,6 m/s; 33,7°.

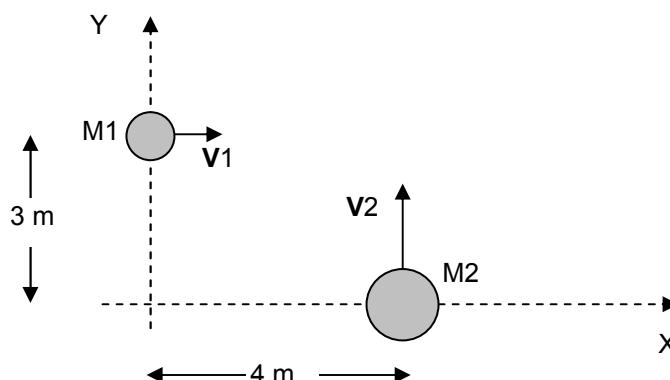
6. Suponga que se encuentra parado sobre una plancha de hormigón que descansa sobre un lago helado. Considere que no hay rozamiento entre la plancha y el hielo. La plancha pesa cuatro veces más que usted. Si usted comienza a caminar a 3,00m/s en relación con el hielo, ¿con qué velocidad relativa al hielo se moverá la plancha?

Rta 0,750 m/s

7. Si para las partículas de la figura, ubicadas en una mesa horizontal sin rozamiento, sabemos que $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$, $\mathbf{V}_1 = \mathbf{i}.2 \text{ m/s}$ y $\mathbf{V}_2 = \mathbf{j}.3 \text{ m/s}$,

(a) Determine el momento angular total del sistema con respecto a O y al CM, y verifique la relación entre ellos.

(b) Determine la energía cinética total con respecto al sistema fijo y al CM y verifique la relación entre ellos. El sistema (X ,Y) se considera fijo.



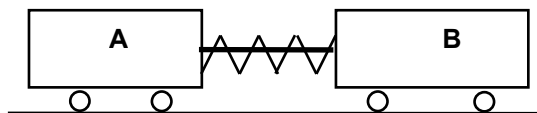
8. Suponga que las dos partículas del problema anterior están unidas por un resorte con constante de $2 \cdot 10^{-3}$ N/m que inicialmente no está estirado.

- (a) ¿Cómo afectará esta nueva característica al movimiento del CM del sistema?
- (b) ¿Cuál es la energía total del sistema?
- (c) Después de un cierto tiempo, el muelle se comprime 0.4 m. Halle las energías cinética y potencial elástica de las partículas.
- (d) Determine los módulos de las velocidades con respecto al CM (¿Se puede determinar también su dirección y sentido?).
- (e) Calcule el módulo de su velocidad relativa
- (f) Calcule el momentum angular del sistema con respecto a O y al CM.

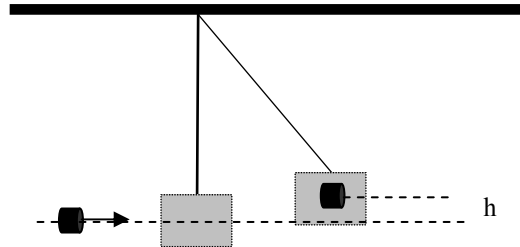
9. Dos partículas de masas 2 kg y 3 kg se mueven, con relación a un observador, con velocidades 10 m/s, a lo largo del eje X, y 8 m/s en un ángulo de 120° medido respecto del mismo eje, respectivamente. (a) Exprese cada velocidad en forma vectorial. (b) Halle la velocidad del CM. (c) Exprese la velocidad de cada partícula respecto del CM. (d) Halle la velocidad relativa de las partículas. (e) Si el observador se mueve con $\mathbf{v} = \mathbf{j} (-2)$ m/s respecto del Lab ¿Cuál es la energía cinética del sistema de partículas respecto del Lab, del observador y del CM ? Para determinar la última use más de un camino. (f) Verifique la relación entre las $E_{C_{Lab}}$ y $E_{C_{CM}}$ totales.

10. Dos cochecitos, inicialmente en reposo, pueden moverse libremente en la dirección X. El coche A tiene una masa de 4.52 kg y el coche B de 2.37 kg. Ambos están atados entre sí comprimiendo un resorte, como se muestra en la figura. Cuando se corta la cuerda que los une, el coche A se mueve con una velocidad cuyo módulo es 2.11 m/s.

- (a) ¿Qué significa moverse libremente?, ¿es suficiente la información dada en el enunciado para su resolución? Analizar e indicar las condiciones supuestas.
- (b) ¿Cuál será el módulo de la velocidad con que se moverá el coche B?
- (c) ¿Cuánta energía había almacenada en el muelle antes de cortar la cuerda?

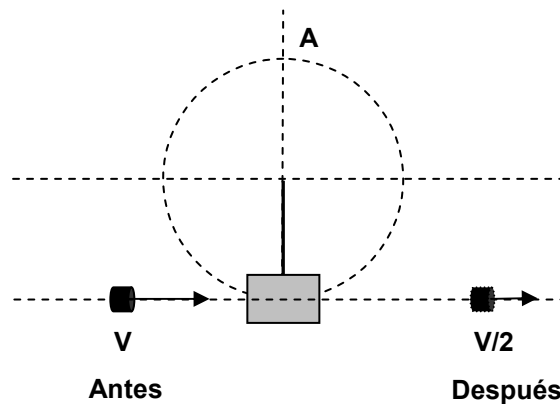


11. El dispositivo de la figura se conoce como péndulo balístico. Se utiliza para determinar la velocidad de una bala midiendo la altura h del bloque después que la bala penetra en él. Verifique que la velocidad de la bala está dada por $v = (2gh)^{1/2} (m_1 + m_2) / m_1$, donde m_1 es la masa de la bala y m_2 la del bloque.



12. Una bala de masa m y velocidad $\mathbf{V}$, atraviesa una masa M que cuelga de un hilo de longitud L , que puede pivotar alrededor de un punto fijo. Luego de atravesarlo en un tiempo muy breve, sale con velocidad $\mathbf{V}_f = \mathbf{V}/2$.

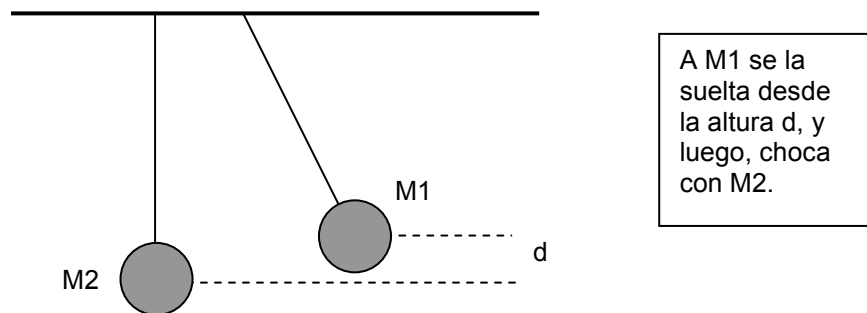
- Calcule el valor mínimo de $\mathbf{V}$, para que el péndulo describa un círculo completo.
- ¿Si M describe un círculo completo, puede la velocidad en el punto superior $\mathbf{A}$, ser cero? ¿Por qué?



13. Un delantero de rugby de 100kg de masa salta hacia adelante para colocar la pelota detrás de la línea de fondo, y de ese modo anotar un tanto. En el punto de máxima altura de su vuelo, está a 1,2 m del suelo y a 1,1 m de la línea de fondo, y el módulo de su velocidad es 4,2 m/s. En ese punto es bloqueado por un defensa de 110 kg de masa que también está en el punto más alto de su trayectoria, y cuya velocidad, de 2,3 m/s, tiene la dirección opuesta. A partir de ese punto ambos se desplazan solidariamente. ¿Será capaz de anotar el delantero?

14. Si las masas de las bolas M1 y M2 de la figura son de 0,1 kg y 0,2 kg, respectivamente, y si M1 se suelta cuando $d = 0,2$ m, encuentre las alturas respectivas a las cuales regresarán cada una de las masas después de chocar, si la colisión es:

- (a) perfectamente elástica,
- (b) inelástica, con una pérdida de energía cinética del 10%,
- (c) totalmente plástica.



15. Una granada de mortero de 1.56 kg de masa es lanzada verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial cuyo módulo es 31 m/s y explota al alcanzar su máxima altura, dividiéndose en tres partes de diferente color. Las tres partes comienzan a moverse horizontalmente. Un trozo de 0.78 kg cae a tierra a 212 m al norte del punto de lanzamiento, otro de 0,26 kg cae a 68 m al este.

- (a) ¿Dónde cae el tercero si se puede despreciar el rozamiento con el aire y el efecto del viento?
- (b) ¿Qué velocidad tendría la tercera parte si la explosión se realiza cuando la granada tiene el 10 % de la velocidad inicial subiendo?
- (c) En ambos casos, describa la trayectoria del CM y escriba las ecuaciones paramétricas
- (d) ¿El CM se encuentra acelerado? Justifique su respuesta.

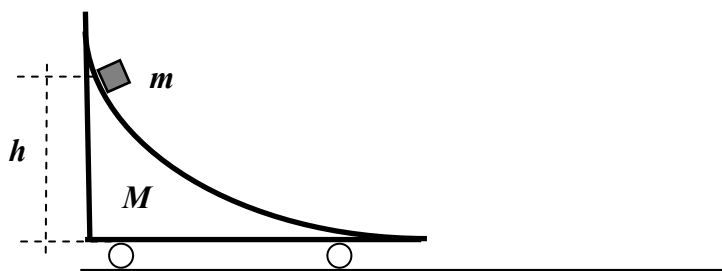
16. Un bloque de masa m se desliza sin rozamiento por la superficie curva de la rampa que se muestra en la figura. La rampa, de masa M , está colocada sobre una mesa horizontal, tal que el rozamiento entre la mesa y la rampa es despreciable. Discutir si se conserva la energía mecánica y por qué.

a) Si el bloque comienza a deslizar desde una altura h , respecto a la base de la rampa, demostrar que en el instante que el bloque toma la posición horizontal (o sea, sale de la rampa tangente a esta), el módulo de la velocidad de la rampa es

$$v = \sqrt{\frac{2m^2 gh}{M(m + M)}}$$

b) ¿Cuál es el módulo de la velocidad del bloque en ese instante?

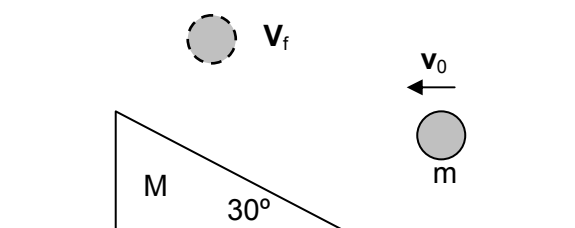
c) Calcular el trabajo que la normal (rampa/bloque) hace sobre el bloque.



17. Dos patinadores de 50 kg cada uno, se aproximan siguiendo caminos paralelos separados 1,5 m (supóngase el hielo exento de rozamientos). Los patinadores llevan velocidades de igual dirección, sentidos opuestos y de módulos iguales a 10 m/s. El primer patinador transporta una varilla, de masa despreciable comparada con la de los patinadores, cuya longitud es 1,5 m. El segundo patinador sujeta el extremo de la varilla cuando pasa a su lado.

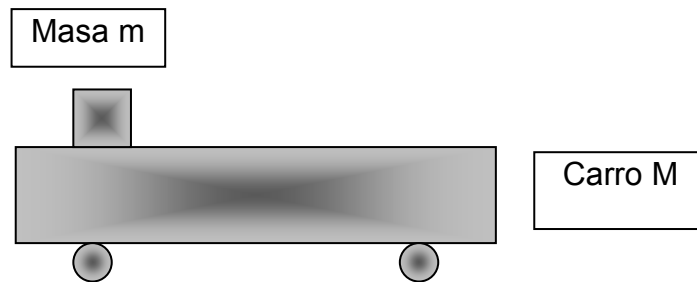
- Indique la posición y la velocidad del centro de masa del sistema antes y después de que el segundo patinador tome la varilla.
- Describa el movimiento desde Tierra y desde el sistema centro de masa. Dibuje y calcule las velocidades de los patinadores desde cada sistema.
- Analice y justifique si se conserva $\mathbf{P}$, $\mathbf{L}^{\text{cm}}$ y E durante este proceso.
- Supongamos que uno de los patinadores va tirando de la varilla lentamente hasta reducir a 0,75 m su distancia al otro patinador. ¿Cómo es entonces su movimiento? Vuelva a contestar el ítem c) para esta nueva situación.
- Compare las energías cinéticas del sistema correspondientes a las partes “b” y “d”.

18. Sobre un plano horizontal hay apoyado un cuerpo que tiene forma de plano inclinado cuya masa es M . El rozamiento entre el cuerpo y el piso es despreciable. Contra este cuerpo choca elásticamente una bola de masa m que, inicialmente, se desplaza horizontalmente con velocidad $\mathbf{v}_0$. Después del choque, la bola m rebota verticalmente hacia arriba. Encuentre la velocidad de la bola y del plano después del choque.



19- Sobre un carro de masa M inicialmente en reposo, apoyado sobre una superficie horizontal sin roce, desliza un cuerpo de masa m . Éste, por algún mecanismo, ha adquirido una velocidad v respecto de una terna inercial. Entre el carro y el cuerpo existe rozamiento, cuyo coeficiente es μ . Considerando el movimiento de ambos cuerpos desde que la masa m se incorpora al carro hasta que ambos se mueven juntos respecto de una terna inercial, se pide*:

- los diagramas de cuerpo libre para la masa m y M . Indicar los pares de interacción de cada una de las fuerzas actuantes aclarando en qué cuerpo está aplicada cada una de ellas,
- la aceleración de m ,
- la aceleración de M ,
- la velocidad del centro de masa del sistema,
- el desplazamiento de m ,
- el desplazamiento de M ,
- el desplazamiento relativo de m respecto de M ,
- el trabajo de la fuerza de rozamiento sobre el cuerpo m ,
- el trabajo de la fuerza de rozamiento sobre el cuerpo M ,
- la variación de energía cinética del sistema.



* Resolver desde una terna inercial y desde una no inercial fija al carro.

CUERPO RÍGIDO

MOMENTO DE INERCIA – RODADURA – GIROSCOPOS (video)

1. A un volante cilíndrico de radio 1 m, se lo hace girar con el eje horizontal a una altura de 11 m y

$\omega = 5 \text{ s}^{-1}$. Luego se lo deja caer en caída libre. Calcule:

- a- la velocidad del centro de masa justo antes de tocar el piso,
- b- la velocidad del punto que hará contacto con el piso, justo antes de tomar contacto,
- c- la posición del CIR, justo antes de tomar contacto con el piso.

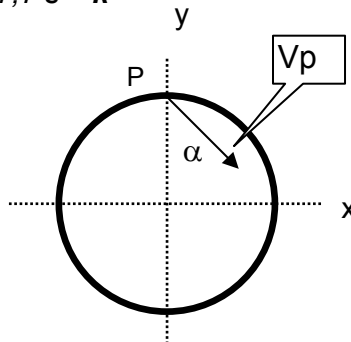
2. En un instante dado un cilindro ($R = 30 \text{ cm}$) se está moviendo. En la fig. se muestra una sección del mismo. Las velocidades de dos puntos del cuerpo son :

$\mathbf{V}_{\text{CM}} = -10 \text{ m/s } \mathbf{j}$,

$V_p = 20 \text{ m/s}$ con, $\alpha = 60^\circ$

- a) Analice el tipo de movimiento que posee el cilindro y su condición de rigidez.
- b) Halle, analítica y gráficamente, la posición del CIR en este instante.

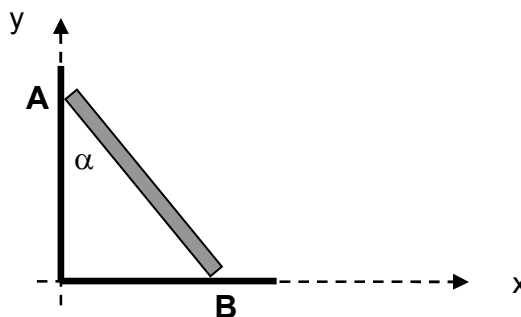
Rta: $\mathbf{R}_{\text{CIR}} = (-0,173 \mathbf{i} + 0 \mathbf{j})$; $\boldsymbol{\Omega} = -57,7 \text{ s}^{-1} \mathbf{k}$



3. Una escalera homogénea de longitud $L = 1 \text{ m}$, está apoyada en el piso y en la pared. Halle, conociendo el ángulo de inclinación $\alpha = 30^\circ$ y la $\mathbf{V}_A = -2 \text{ m/seg } \mathbf{j}$:

- a) la velocidad del CM,
- b) la velocidad del punto B,
- c) la posición del CIR.

Rta: $\mathbf{R}_{\text{CIR}} = (0,50 ; 0,87) \text{ m}$; $\boldsymbol{\Omega} = 4 \text{ s}^{-1}$; $\mathbf{V}_B = 3,45 \mathbf{i} \text{ m/s}$; $\mathbf{V}_{\text{CM}} = (1,73 ; -1,00) \text{ m/s}$



4. a) ¿Cuál es el significado físico del momento de inercia de un cuerpo?
 b) El momento de inercia de un cuerpo ¿puede cambiar o tener más de un momento de inercia?
-
5. a) ¿Qué es, y cómo está relacionado el eje de giro, con el momento de inercia de un cuerpo?
 b) Si se toma un disco, una esfera, y un anillo, que tienen la misma masa y el mismo radio, y se considera la rotación de los tres cuerpos alrededor de un eje perpendicular al plano del disco y del anillo, y que pase por el centro de cada uno de los tres cuerpos, ¿se puede decir que los tres tienen el mismo momento de inercia respecto a ese eje?
 c) Una esfera maciza se hace bajar rodando sin resbalar, sucesivamente por dos planos distintos, que tienen la misma altura pero distinta inclinación respecto de la horizontal, ¿llegará a la base de los planos con la misma velocidad?
 d) ¿Tardará igual tiempo en ambos casos?
-
6. ¿Alrededor de qué eje tendrá una esfera uniforme de madera de balsa el mismo momento de inercia que el que tiene una esfera hueca de plomo, con la misma masa y radio, que gira alrededor de un eje que pasa por un diámetro? Rta: el eje se encuentra a $0,516 R$ del centro
-
7. ¿Por qué es más fácil sostener verticalmente en equilibrio un escobillón con la punta de un dedo que hacer lo mismo con un lápiz?
-
8. ¿Por qué los equilibristas usan varas para ayudarse en el equilibrio al caminar sobre una cuerda?
-
9. a) Un muchacho sentado sobre un taburete de piano está girando con velocidad constante; sostiene en las manos, con los brazos extendidos, dos masas iguales. Sin mover los brazos, suelta las dos masas. ¿Ocurre algún cambio en la velocidad angular?
 b) ¿Se conserva el momento cinético?
 c) Repentinamente encoge los brazos: ¿Varía su velocidad angular? Explique.
 d) ¿Varía su energía cinética? Explique.
-
10. El volante (disco) de un motor debe ceder 400 J de energía cinética cuando su frecuencia se reduce de 660 rpm a 540 rpm.
 a- ¿Qué momento de inercia se requiere?
 b- Si el volante es un cilindro hueco de masa 1 kg y radio interior 0,5 m, ¿cuál debe ser su radio exterior?
 Rta : a - $0,507 \text{ kg.m}^2$ b - $0,866 \text{ m}$

11. Un clavadista salta del trampolín con los brazos hacia arriba y las piernas estiradas, de forma que su momento de inercia alrededor de su eje de rotación es de $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Luego se encoge reduciendo su momento de inercia a $3,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ y da 2 revoluciones completas en 1,2 s. Si no se hubiera encogido, ¿cuántas revoluciones habría dado en los 1,5 s desde el trampolín al agua?

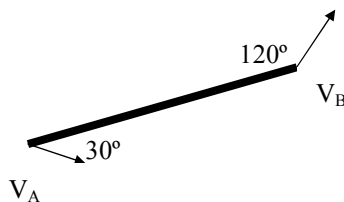
Rta: 0,45 revoluciones

12. Una varilla homogénea de masa M y longitud L está apoyada sobre una mesa horizontal sin rozamiento con velocidades $V_A = 2 \text{ m/s}$ y V_B en cada uno de sus extremos, como indica la figura.

a) Halle la velocidad angular y la del centro de masa de la varilla.

b) Calcule la energía mecánica de la varilla. ¿Se conserva?

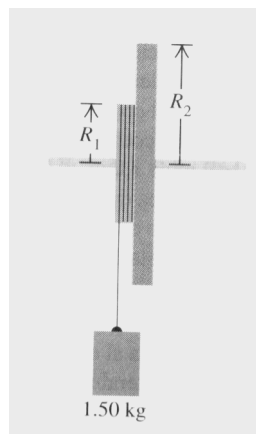
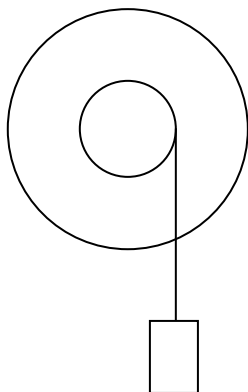
Dato: $I_{CM} = ML^2/12$



13. Dos discos metálicos de radios $R_1 = 3,00 \text{ cm}$ y $R_2 = 6,00 \text{ cm}$ y masas $M_1 = 0,80 \text{ kg}$ y $M_2 = 1,60 \text{ kg}$, se sueldan juntos y se montan en un eje sin rozamiento que pasa por su centro común tal como se muestra en la figura.

- ¿Qué momento de inercia total tienen los discos respecto del eje que pasa por sus centros tal como muestra la figura?
- Un hilo ligero se enrolla en el disco más pequeño y se cuelga de él un bloque de $1,50 \text{ kg}$. Si el bloque se suelta del reposo desde una altura de $2,00 \text{ m}$ sobre el piso ¿qué velocidad tiene justo antes de llegar al piso?
- Repetir el ítem –b- pero ahora con el hilo arrollado en el disco grande.
- ¿En qué caso (ítem –b- o ítem –c-) alcanza mayor velocidad el bloque? Analice su respuesta.

Rtas: $3,24 \cdot 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$; $3,40 \text{ m/s}$; $4,95 \text{ m/s}$



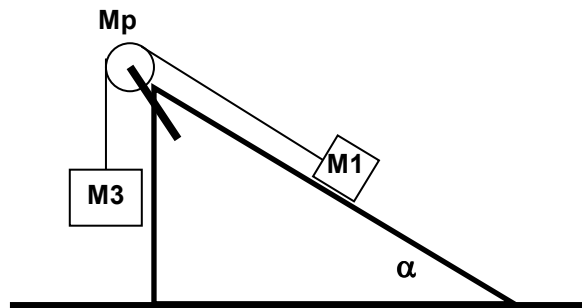
14. En el sistema de la figura, la polea es parecida a un disco homogéneo y se comporta como un cuerpo rígido.

a) Halle la aceleración del sistema, y las tensiones T_1 y T_2 en la cuerda.

b) Halle la variación de energía mecánica cuando desciende una altura igual a 0,6 m.

Datos

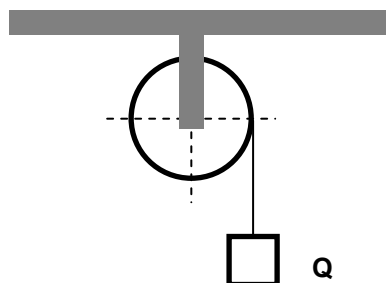
$M_1 = 50 \text{ g}$ $\alpha = 30^\circ$
 $M_p = 400 \text{ g}$ $R = 20 \text{ cm}$
 $M_3 = 600 \text{ g}$ $\mu = 0,2$



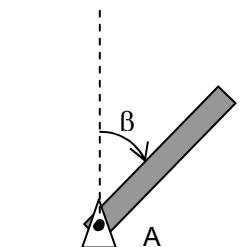
15. En el dispositivo de la figura, la polea cilíndrica homogénea pesa 10 **kg** y su radio es $R = 40 \text{ cm}$. El peso Q es de 30 **kg**. Cuando la velocidad de caída de Q es de 2 m/seg se aplica un momento constante, de sentido antihorario de 20 **kg***m.

a- Dibuje en forma cualitativa el vector momento.

b- Calcule la distancia que recorrerá el peso Q , desde el instante en que se aplica momento de frenado hasta detenerse.



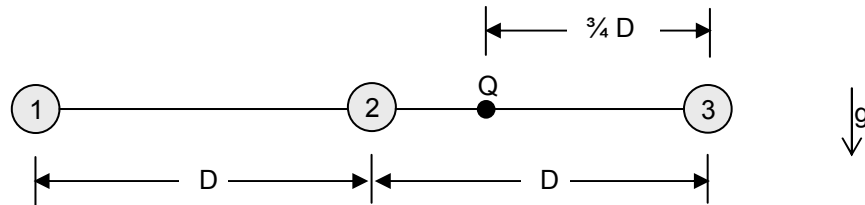
16. Una barra rígida homogénea de longitud $L = 50 \text{ cm}$, masa $M = 10 \text{ kg}$ e $I_{CM} = ML^2/12$ puede girar libremente en un plano vertical alrededor de un pivote A, fijo al piso. Inicialmente se lleva la varilla a la posición vertical y luego se suelta. Calcule en el instante en que la barra forma un ángulo $\beta = 60^\circ$ con la vertical: a) la aceleración angular, b) la velocidad del centro de masa, c) el impulso angular, d) la fuerza que el pivote A le ejerce a la barra.



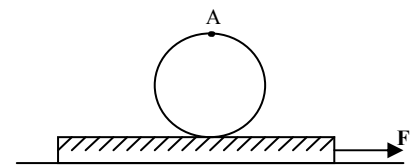
17. La figura muestra una barra rígida de masa despreciable que tiene tres masas iguales (M) unidas a ella. La barra tiene libertad de girar alrededor de un eje sin fricción perpendicular a ella que pasa por el punto "Q" y se suelta desde el reposo en la posición horizontal ($t=0 \text{ s}$). Suponiendo que M y D son datos.

Calcule:

- el momento de inercia del sistema (barra + masas) alrededor del pivote,
- el torque o momento de las fuerzas respecto de "Q" (en $t=0$ s),
- la fuerza de vínculo que realiza el pivote en ese instante,
- la velocidad de la masa 3 cuando la barra está vertical.



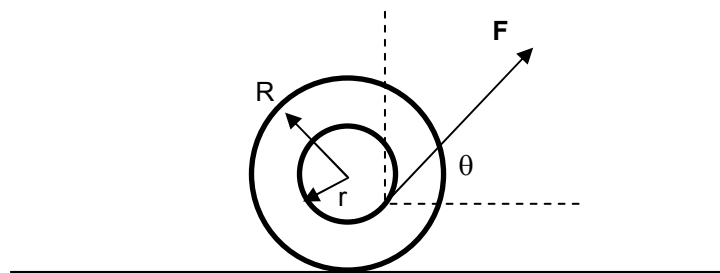
18. Un cilindro de masa M y radio R se encuentra apoyado encima de una tabla de masa m sobre la que actúa una fuerza F , como indica la figura. El rozamiento entre la tabla y el piso es despreciable y, entre el cilindro y la tabla es tal que el cilindro rueda sin resbalar. Si el sistema parte del reposo:



- Realice los diagramas de cuerpo libre del cilindro y la tabla
- Calcule la fuerza de rozamiento entre la tabla y el cilindro.
- Calcule la aceleración del punto A.
- Calcule por consideraciones energéticas la velocidad de la tabla cuando ésta se ha desplazado una distancia d .

19. Un yo-yo se encuentra en reposo en una mesa horizontal y está en libertad de rodar, ver figura. Se ejerce sobre el hilo del yo-yo una suave tracción hacia arriba con un ángulo θ de modo que el yo-yo rueda sin resbalar.

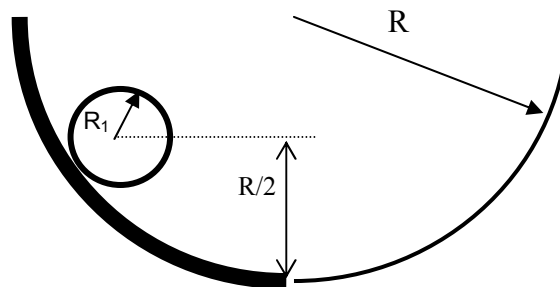
- Halle una expresión para la aceleración del cm en función de los datos. ¿Hacia dónde rodará?
- En el problema 9, se vio que si se tira horizontalmente, rueda hacia adelante ¿Qué ocurre si se tira con un ángulo θ , tal que $\cos \theta = r/R$?
- ¿Qué sucede si el ángulo es mayor que θ ? ¿Y si es menor?



20. Un cilindro homogéneo de radio R_1 se mueve por el interior de una tubería de sección circular de radio R . La mitad izquierda de la tubería es lo suficientemente áspera para asegurar que el cilindro ruede sin deslizar, mientras que la otra mitad tiene coeficiente de rozamiento nulo. El cilindro parte del reposo en la mitad rugosa de la tubería, desde un punto en el cual su centro de masa se halla a una altura "h" sobre el punto más bajo de la tubería.

- ¿Cuál es la velocidad angular del cilindro en la posición más baja?
- ¿Cuál es la altura máxima que alcanza el cilindro en la mitad lisa de la tubería?
- Compare las alturas inicial y final. Justifique.
- ¿Por qué necesita que actúe fuerza de rozamiento para rodar sin resbalar?, ¿qué sucede cuando no hay rozamiento?
- Realice los correspondientes diagramas de velocidades y aceleraciones en ambas zonas, con y sin rozamiento.

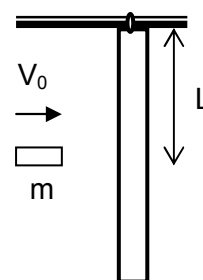
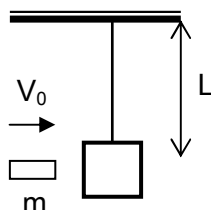
DATOS: $R_1 = R/4$; $h = R/2$



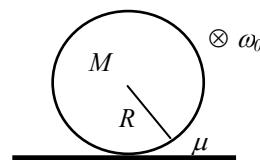
21. Sobre un péndulo ideal y sobre una barra fina maciza impactan dos proyectiles idénticos (igual masa y velocidad). Ambos péndulos tienen el mismo valor de masa. Los proyectiles impactan en la partícula y en el centro de masa de la barra respectivamente y quedan incrustados.

- Analice ambos sistemas un instante inmediatamente antes y un instante inmediatamente después de la colisión. ¿Se conserva la cantidad de movimiento?
- ¿Se conserva la energía mecánica durante y después de la colisión?
- Si la longitud del hilo del péndulo ideal es igual a la mitad de la longitud de la barra. Después del choque, ¿llegará más alto la partícula del péndulo ideal o el centro de masa de la barra?

(DATO: $I_{CM} = (M L^2)/12$).



22. Un cilindro homogéneo de radio R y masa M , tiene en $t=0$ [s] una velocidad angular ω_0 y el módulo de la velocidad de su centro de masa es 0 [m/s]. Se lo deja en libertad sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción entre esfera y superficie es μ . ($I^{\text{CM}} = \frac{1}{2} MR^2$).



- Analice la conservación del momento cinético ($\mathbf{L}$) desde un punto fijo al piso. Obtenga las expresiones del momento cinético para el instante inicial y para el instante en que el centro de masa alcanza una velocidad constante.
- Realice el diagrama de cuerpo libre del cilindro. Analice, para todo el recorrido, si el módulo del vector aceleración para el punto de contacto con la superficie puede ser 0 [m/s²].
- Justifique si se conserva la cantidad de movimiento lineal en su recorrido hasta alcanzar la velocidad máxima.

ONDAS MECANICAS

PROPAGACION DE ONDAS - ACUSTICA - DOPPLER

Para practicar en Internet: Palabras claves: **applets ondas**

Los applets son pequeños programas en lenguaje Java que permiten simular situaciones físicas y observarlas en forma dinámica. Son particularmente útiles en temas abstractos y difíciles de visualizar como los fenómenos ondulatorios.

1. Al mover un bote en un lago tranquilo se producen en éste ondas superficiales. El bote efectúa 12 oscilaciones en 20 segundos y cada oscilación produce una cresta. Para que una cresta llegue a la orilla situada a 12 m del bote se necesitan 6 s. (a) Calcule la longitud de onda de las ondas superficiales. (b) Escriba la expresión para las ondas superficiales.

2. La expresión de una cierta onda es $y = 10 \sin [2\pi (2x - 100t)]$, donde x está en metros y t en segundos. Halle: la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda. Trace un diagrama de la onda en el que se muestre la amplitud y la longitud de onda.

3. Dada la expresión para una onda $y = 2 \sin [2\pi (0.5x - 10t)]$, donde t está en segundos, x en metros:

a) Represente gráficamente $y = f(x)$, en un intervalo de varias longitudes de onda, para $t = 0$ y $t = 0.025$ s.

b) Repita el problema para $y = 2 \sin [2\pi (0.5x + 10t)]$ y compare los resultados.

c) Suponiendo que la onda corresponde a una onda elástica transversal, represente gráficamente la velocidad, dy/dt , y la aceleración, d^2y/dt^2 , en $t = 0$ y $t = T$.

d) ¿Cuánto vale la velocidad de propagación?

4. Dada la expresión para una onda en una cuerda $y = 0,03 \sin (3x - 2t)$, donde x e y están en metros y t en segundos.

a) En $t = 0$ s., ¿cuáles son los valores para el desplazamiento en $x = 0; 0,1; 0,2$ y $0,3$ m?

b) En $x = 0,1$ m, ¿cuáles son los valores del desplazamiento para $t = 0; 0,1$ y $0,2$ s?

c) ¿Cuál es la ecuación para la velocidad de oscilación de las partículas de la cuerda?

d) ¿Cuál es la velocidad máxima de oscilación?

e) ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?

5. El extremo de una cuerda estirada se ve forzado a vibrar con un desplazamiento dado por $y = 0,1 \sin 6t$, donde y está en metros y t en segundos. La tensión en la cuerda es de 4 N y su masa por unidad de longitud de 0,010 kg/m. Calcule:

a) la velocidad de las ondas en la cuerda,

b) su frecuencia,

- c) la longitud de onda,
d) la ecuación del desplazamiento de un punto que se encuentra a 1 m de la fuente y de otro a 3 m de la fuente.

6. Una onda sinusoidal transversal con $A = 5,00 \text{ mm}$ y $\lambda = 3,60 \text{ m}$ viaja de izquierda a derecha por un hilo estirado horizontal a $v = 24,0 \text{ m/s}$. Tome como origen el extremo izquierdo del hilo no perturbado. En $t = 0 \text{ s}$, el extremo izquierdo del hilo está en el origen y se mueve hacia abajo.

- a- Calcule la frecuencia y el número de onda
- b- Escriba la ecuación de la onda
- c- Escriba la ecuación de movimiento del extremo izquierdo del hilo
- d- Escriba la ecuación de movimiento de una partícula ubicada a $0,90 \text{ m}$ a la derecha del origen.
- e- Calcule la velocidad transversal máxima de cualquier partícula del hilo
- f- Calcule la velocidad y el desplazamiento de una partícula ubicada a $0,90 \text{ m}$ a la derecha del origen para $t = 0,05 \text{ s}$

7. La velocidad de propagación de las ondas transversales en una cuerda tensa es de 10 m/s . El desplazamiento transversal en $x = 0 \text{ m}$, principio de la cuerda, es $y(t;0) = 0,1 (t^2 - t^3) \text{ m}$, cuando $0 \text{ s} < t < 1,0 \text{ s}$. Para los restantes valores de t : $y(t;0) = 0 \text{ m}$.

- a- Represente gráficamente el desplazamiento de un pulso transversal en función del tiempo en $x = 0 \text{ m}$.
- b- Idem anterior pero en función de x , en $t = 1 \text{ s}$.
- c- ¿Cuál es la expresión matemática del desplazamiento en función del tiempo en $x = 10 \text{ m}$?
¿Cuáles son los desplazamientos en este punto para los instantes $t = 1,0 \text{ s}$; $t = 1,5 \text{ s}$; y $t = 3,0 \text{ s}$?
- d- ¿Cuál es la velocidad transversal de la partícula en $x = 10 \text{ m}$ y $t = 1,5 \text{ s}$?
- e- ¿Cuál es la pendiente de la cuerda en $x = 10 \text{ m}$ y $t = 1,5 \text{ s}$?

8. Una cuerda está atada por un extremo a un punto fijo. El otro pasa por una polea que se encuentra a 5 m del extremo fijo y lleva una carga de 2 kg . La masa del segmento de cuerda comprendido entre el extremo fijo y la polea es de $0,6 \text{ kg}$.

- a) Encuentre la velocidad de propagación de las ondas transversales a lo largo de la cuerda.
- b) Suponga que una onda armónica de 10^{-3} m de amplitud y $0,3 \text{ m}$ de longitud de onda se propaga por la cuerda; halle la velocidad transversal máxima de cualquier punto de la cuerda.
- c) Escriba la ecuación de onda.
- d) Determine la intensidad de la onda en un punto.

9. Una onda longitudinal con $f = 400 \text{ Hz}$, viaja por una varilla de aluminio de $0,900 \text{ cm}$ de radio. La potencia media de la onda es de $5,50 \mu\text{W}$.

- a- Calcule la longitud de la onda
- b- Calcule la amplitud de la onda
- c- Determine la velocidad longitudinal máxima de una partícula de la varilla

Rta: $12,7 \text{ m}$; $2,23 \cdot 10^{-8} \text{ m}$; $5,61 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

10. Un cable de acero de 2 m de longitud y $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ de radio cuelga del techo. (Despreciar el peso propio del cable)

- a) Si se cuelga un cuerpo de 100 kg de masa del extremo libre, calcule el alargamiento del cable.
- b) Determine también el desplazamiento y la tracción hacia abajo en el punto medio del cable.
- c) Determine la velocidad de las ondas longitudinales y transversales que pueden viajar por el cable cuando el cuerpo está colgando del cable.

11. Una varilla delgada de acero está forzada a transmitir ondas armónicas longitudinales mediante un oscilador acoplado a uno de sus extremos. La varilla tiene un diámetro de $4 \times 10^{-3} \text{ m}$. La amplitud de las oscilaciones es de 10^{-4} m y su frecuencia de 10 Hz . Halle:

- a) la ecuación de las ondas en la varilla,
- b) la energía media por unidad de volumen de la onda,
- c) el flujo medio de energía por unidad de tiempo a través de cualquier sección transversal de la varilla
- d) la potencia necesaria para operar el oscilador.

12. El sonido más débil que se puede percibir tiene una amplitud de presión igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ y el más fuerte sin que cause dolor tiene una amplitud de presión de 20 Pa aproximadamente. En cada caso determine:

- a) la intensidad del sonido en W/m^2 y en dB
- b) la amplitud de desplazamiento de las moléculas de aire, si la frecuencia es de 500 Hz . Suponga que la densidad del aire es de $1,29 \text{ kg/m}^3$ y la velocidad del sonido de 345 m/s .

13. ¿Cómo varía la intensidad de una onda sonora cuando la amplitud de presión se duplica?
 ¿Cómo debe variar la amplitud de presión para aumentar la intensidad en un factor de 10?
 ¿Cómo varía la intensidad y la presión sonora si se aumenta el nivel sonoro en 3 dB ?

DOPPLER

Buscar en Internet las palabras clave: **applets doppler** y observar el fenómeno en forma dinámica.

14. Un tren viaja a 30,0 m/s sin viento. La frecuencia de la nota emitida por el silbato de la locomotora es de 500 Hz. $V_s = 344$ m/s (a 20 °C)

a) Calcule λ para las ondas sonoras:

a₁- delante de la locomotora

a₂- detrás de la locomotora

b) Calcule la frecuencia del sonido que escucha un oyente estacionario

b₁- delante de la locomotora

b₂- detrás de la locomotora

15. Una fuente de sonido tiene una frecuencia de 103 Hz y se desplaza a 30 m/s con respecto al aire. Suponiendo que la velocidad del sonido con respecto al aire en reposo es de 340 m/s, encuentre la longitud de onda y la frecuencia efectivas registradas por un observador en reposo con respecto al aire y que ve a la fuente:

a) alejándose,

b) acercándose a él.

Suponga ahora que la fuente está en reposo con respecto al aire y el observador se mueve a 30 m/s. Encuentre nuevamente la longitud de onda y la frecuencia efectivas registradas por el observador que ve a la fuente

c) alejándose,

d) acercándose a él.

Con base en sus resultados, ¿concluye usted que carece de importancia cuál de los dos, la fuente o el observador, esté en movimiento?

16. Un tren viaja a 35,0 m/s sin viento. La frecuencia de la nota emitida por el silbato de la locomotora es de 300 Hz. ¿Qué frecuencia percibe un pasajero de otro tren que se mueve en sentido opuesto a 15,5 m/s? $V_s = 331$ m/s (a 273 K)

a- se acerca al primer tren

b- se aleja del primer tren

Rta: 349 Hz; 260 Hz

17. **Sonar náutico.** La fuente de sonido del sistema de sonar de un barco opera con una frecuencia de 25,0 kHz. La velocidad del sonido en el agua es de 1480 m/s.

- a- Calcular λ de las ondas emitidas por la fuente
- b- Calcular la diferencia en frecuencia entre las ondas emitidas directamente y las reflejadas en una ballena que viaja directamente hacia el barco a 5,85m/s.

Considerar que el barco está en reposo en el agua.

Rta: 0,0592 m: 198 Hz

18. ¿En qué condiciones el resultado obtenido al aplicar el efecto Doppler es aproximadamente el mismo en los siguientes casos:

- a) La fuente está en reposo con respecto al medio y el observador se aproxima a ésta con una cierta velocidad v ;
- b) El observador está en reposo respecto del medio y la fuente se aproxima a él con la misma velocidad relativa v ?

TABLA DE CONSTANTES ELÁSTICAS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	Constantes elásticas (10^{11} N/m^2)			Densidad ($10^3 \cdot \text{kg/m}^3$)
	M. de Young	M. Volumétrico	M. de Rigidez	
	Y	K	G	ρ
Aluminio	0.70	0.61	0.24	2,70
Cobre	1.25	1.31	0.46	8,93
Hierro	2.06	1.13	0.82	7,86
Plomo	0.16	0.33	0.054	11,3
Acero	2.0	1.13	0.80	7,8

SUPERPOSICION DE M.A.S. / ONDAS

BATIDO - ONDAS ESTACIONARIAS - RESONANCIA - OPTICA FISICA

Buscar en Internet con las palabras clave: **applets resonancia** y observar el fenómeno en forma dinámica.

1.a) Halle la ecuación del movimiento resultante de la superposición de dos movimientos armónicos simples paralelos cuyas ecuaciones temporales son:

$$x_1 = 6 \sin 2t$$

$$x_2 = 8 \sin (2t + \alpha),$$

si $\alpha = 0, \pi/2$ y π .

b) Realice una gráfica del movimiento resultante en cada caso.

c) Resuelva los puntos (a) y (b) suponiendo que los movimientos armónicos simples son perpendiculares.

2.a) Encuentre la ecuación de movimiento que resulta de la superposición de dos movimientos armónicos simples paralelos cuyas ecuaciones horarias son :

$$x_1 = 2 \sin (wt + \pi/3) \text{ y } x_2 = 3 \sin (wt + \pi/2)$$

b) Trace una gráfica del movimiento resultante.

c) Resuelva los puntos (a) y (b) suponiendo que los movimientos armónicos simples son perpendiculares.

3. Un diapasón de 256 Hz produce cuatro batidos por segundo cuando se hace sonar junto con otro diapasón de frecuencia desconocida. Indique dos valores posibles de la frecuencia desconocida. Escriba una ecuación para cada onda progresiva y otra para la suma de ambas en un punto del espacio, o sea el $y(t)$ para el batido.

4. Algunas de las teclas bajas del piano tienen dos cuerdas. En una de estas teclas, una de las cuerdas está ajustada correctamente para producir 100 Hz. Al hacer sonar las dos cuerdas al tiempo se oye un batido por segundo. ¿En qué porcentaje es necesario variar la tensión de la cuerda desafinada para que recupere su tono normal? El batido se debe a la superposición de los tonos fundamentales, que son mucho más fuertes que los demás.

5. Una trompetista está afinando su instrumento tocando una nota La simultáneamente con el primer trompeta, que tiene un tono perfecto. La nota del primer trompeta es de 440,0 Hz y se oyen 2,6 pulsaciones por segundo. Calcular las posibles frecuencias de la trompetista.

Rta 442,6 Hz; 437,4 Hz

6. Si las ecuaciones de dos ondas son: $y_1 = 3 \cos 5x \cos 10t$

$$y_2 = 3 \sin 5x \sin 10t$$

Para cada onda halle (a) la amplitud, (b) la longitud de onda, (c) la frecuencia y (d) la velocidad de propagación. (e) Trace un diagrama de cada onda en el que se muestre la amplitud y la longitud de onda. (f) Escriba las ecuaciones de las ondas progresivas que les dieron origen.

7. Una cuerda estirada de 0,0500 kg vibra con una frecuencia de 25,0 Hz en su modo fundamental cuando los soportes a los que está atada la cuerda están separados 0,800 m. La amplitud en el antinodo es de 0,50 cm. Calcular:

- a- la velocidad para una onda transversal en la cuerda
- b- la tensión en la cuerda

Rta: 40,0 m/s; 100 N

8. Un tablón se coloca sobre un pozo de 5,00 m de ancho. Un estudiante de física se para a la mitad del tablón y comienza a saltar verticalmente, de modo que salta hacia arriba 2 veces cada segundo. El tablón oscila con una amplitud que tiene un máximo en su centro.

- a- ¿Qué velocidad tiene las ondas transversales en el tablón?
- b- ¿Con qué ritmo deberá saltar el estudiante para producir oscilaciones de amplitud creciente si está parado a 1,25 m del borde del pozo?

Aclaración: Las ondas estacionarias transversales en el tablón tienen nodos en los dos extremos que descansan en el suelo a cada lado del pozo.

Rta: 20,0 m/s; 4 saltos/s

9. Un tubo de 0,60 m de longitud está (a) abierto en ambos extremos y (b) cerrado en uno y abierto en el otro. Halle su frecuencia fundamental y el primer armónico, si la temperatura del aire es de 27° C. Para cada caso, represente gráficamente la distribución de amplitudes a lo largo del tubo correspondiente a la frecuencia fundamental y al primer armónico. (c) Escriba las correspondientes ecuaciones para las ondas que se forman en el tubo en ambos casos, indique la ecuación de dos ondas progresivas posibles que hayan generado dichos armónicos.

Def: Primera frecuencia de resonancia = Fundamental / Segunda frecuencia de resonancia = 1er Armónico.

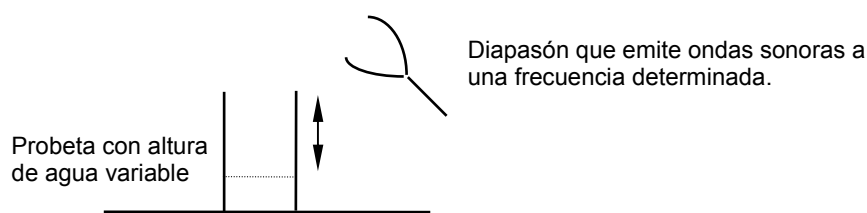
10. Un tubo de órgano tiene dos armónicos sucesivos con frecuencias de 400 y 560 Hz. La velocidad del sonido en el aire es de 344 m/s.

- a- ¿El tubo está abierto o cerrado?
- b- ¿De qué armónico se trata?
- c- ¿qué longitud tiene el tubo?

Rta: 1,8 m

11. *Tubos distintos sobretonos iguales.* En el caso de un par de tubos de órgano, el primer sobretono (cuya frecuencia es tres veces la fundamental) del tubo cerrado tiene la misma frecuencia del primer sobretono (cuya frecuencia es dos veces la fundamental) del tubo abierto. ¿Cuál es la relación de las longitudes de los tubos?

12. **Uso de la resonancia para determinar la velocidad del sonido.** Un diapasón de frecuencia 256 Hz está cerca de la boca de una probeta. Véase la Figura. El sonido producido es débil, pero si se vierte una determinada cantidad de agua en la probeta, se oye más fuerte. Cuando esto ocurre es porque se han sumado las vibraciones del diapasón con las de la columna de aire. Supóngase que la longitud de la columna de aire que ocasiona el sonido más fuerte es 0,31 m, ¿cuál será el valor de la velocidad del sonido en el aire, en una primera aproximación? (Para mayor precisión es necesario hacer una corrección, pues el nodo de presión se encuentra bastante más allá del extremo de la columna de aire). Si el valor de la velocidad del sonido en el aire es 340 m/s ¿dónde está ubicado dicho nodo de presión? Diseñe un experimento que le permita hacer dicho cálculo, ¿cuánto debería medir la probeta?, ¿qué error porcentual se comete si no se realiza esta corrección ?.



13. Dos fuentes de sonido sincronizadas envían ondas de igual intensidad a una frecuencia de 680 Hz. Las fuentes están separadas 0,75 m. La velocidad del sonido en aire es de 340 m/s. Halle las posiciones de mínima intensidad: (a) en una línea que pasa por las fuentes, (b) en un plano que es el bisector perpendicular de la línea que une a las fuentes y (c) en el plano que contiene a las dos fuentes. (d) ¿La intensidad es cero en cualquiera de los mínimos?

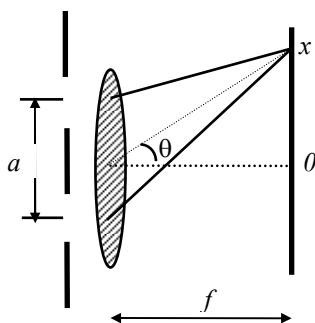
14. ¿Por qué se puede decir que los fenómenos de interferencia son indicativos de la naturaleza ondulatoria de un proceso? ¿Por qué la coherencia es esencial para la observación de dicho

fenómeno? ¿Es posible observar un patrón de interferencia cuando las dos fuentes tienen (a) frecuencias diferentes, (b) una diferencia de fase fija, (c) una diferencia de fase que varía al azar? Reflexionen con sus docentes cuál es la necesidad de utilizar una fuente láser.

15. Dos ranuras separadas entre sí por 1 mm son iluminadas con luz roja de longitud de onda de 6.10^{-7} m. Las franjas de interferencia son observadas en una pantalla colocada a 1 m de las ranuras. (a) Halle la distancia entre dos franjas brillantes y entre dos oscuras consecutivas. (b) Determine la distancia a la que se encuentran la tercera franja oscura y la quinta brillante de la franja central.

16. Las dos ranuras de un experimento de Young están iluminadas con luz de longitudes de onda λ_1 y λ_2 . En un mismo diagrama represente la distribución de intensidades para cada longitud de onda y describa el patrón de interferencia observado. Suponga que $\lambda_1 > \lambda_2$. ¿Cuál es el requisito para que los dos patrones de interferencia se puedan distinguir? En un experimento de Young se utiliza luz blanca. ¿Qué tipo de patrón de interferencia se espera?

17 Una técnica para observar patrones de interferencia producidos por dos ranuras consiste en iluminarlas con rayos paralelos de luz, colocar una lente convergente detrás del plano de las ranuras y observar el patrón de interferencia en una pantalla situada en el plano focal de la lente. Verifique que la posición de las franjas brillantes con respecto a la franja central está dada por $x = n(f\lambda/a)$, mientras que las oscuras corresponden a $x = (2n + 1).(f\lambda/2a)$, donde n es un entero, f la distancia focal de la lente y a la separación entre franjas.



18. Suponga que, en lugar de dos ranuras paralelas, como en el experimento de Young, se tienen tres igualmente espaciadas por una distancia a .

a) Trace una gráfica del patrón de interferencia observado en una pantalla lejana.

b) Analice la distribución angular de la intensidad para:

(i) cuatro, (ii) cinco fuentes idénticas espaciadas igualmente por una distancia a a lo largo de una línea recta. Suponga que $a = \lambda/2$. Compare resultados.

19. El primer radiointerferómetro múltiple, construido en 1951, consiste en 32 antenas separadas 7 m cada una. El sistema está sintonizado a una longitud de onda de 21 cm. Por tanto, el sistema es equivalente a 32 fuentes igualmente espaciadas. Halle:

- a) la separación angular entre máximos principales sucesivos y
- b) el ancho angular del máximo central.

20. ¿De qué manera el principio de Huygens ayuda a explicar la forma en que una onda se propaga alrededor de un obstáculo?

21. ¿El efecto de la doble ranura de Young es un efecto de interferencia pura o una mezcla de interferencia y difracción?

22. ¿Por qué el ancho angular del máximo de difracción central de una ranura es el doble que el de los otros máximos?

23. Rayos paralelos provenientes de una fuente de luz verde, cuya longitud de onda es $5,6 \cdot 10^{-7}$ m, pasan por una ranura de 0,4 mm de ancho que cubre una lente de 40 cm de distancia focal. ¿Cuál es la distancia del máximo central al primer mínimo en una pantalla situada en el plano focal de la lente?

24. El patrón de difracción de Fraunhofer de una sola ranura se observa en el plano focal de una lente de 1 m de distancia focal. El ancho de la ranura es de 0,4 mm. La luz incidente contiene dos longitudes de onda, λ_1 y λ_2 . El cuarto mínimo correspondiente a λ_1 y el quinto a λ_2 se presentan en el mismo punto, a 5 mm del máximo central. Calcule λ_1 y λ_2 .

25. Se quiere medir el ancho de una ranura (0.1 mm) con un error menor al 10%. Indique cómo lo haría si cuenta con un puntero láser (longitud de onda = 635 nm) y una cinta métrica cuya menor división es de 0,5 mm, planteando previamente su modelo experimental.

26. Una luz monocromática plana de $6 \cdot 10^{-7}$ m de longitud de onda incide perpendicularmente sobre una rejilla de transmisión plana que tiene 500 líneas por mm. Determine los ángulos de desviación para los espectros de primero, segundo y tercer orden.

27. En un patrón de difracción producido por dos ranuras, el tercer máximo principal no se observa debido a que éste coincide con el primer cero de difracción. (a) Encuentre el cociente a/b (a es la separación entre ranuras y b es el ancho de cada una). Represente gráficamente la distribución de

intensidades sobre varios máximos a ambos lados del máximo central. (c) Realice un bosquejo de las franjas que aparecerían en una pantalla. (d) Repita los puntos (a), (b) y (c) para (i) tres ranuras, (ii) para cinco ranuras.

28. En el laboratorio se utiliza una red de difracción para determinar la longitud de onda de la fuente. La constante de la red es 100 líneas por cm, entre la red y la pantalla se miden 3,00 m con una incerteza absoluta $\Delta l = 0,05$ cm, la separación entre máximos de interferencia consecutivos en la pantalla es de 2,0 cm con una incerteza absoluta $\Delta y = 0,1$ cm. Se observa que el quinto máximo de interferencia no se puede ver por efecto de la difracción. Halle (a) la longitud de onda de la fuente. (b) la incerteza absoluta, relativa y relativa porcentual de dicha medición. (c) la separación entre ranuras y el grosor de cada ranura. (d) las incertezas cometidas al medir las magnitudes indicadas en (c).

OPTICA GEOMETRICA

TEORIA PARAXIAL DE RAYOS - REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE ONDAS

UNA CONVENCION DE SIGNOS PROPUESTA:

Posiciones positivas: sentido contrario al de la luz incidente.

A) Espejos esféricos

$$1/s_o + 1/s_i = 1/f$$

B) Superficies refractoras y lentes delgadas (en aire):

$$n_2/s_i - n_1/s_o = (n_2 - n_1) / R$$

$$1/s_o - 1/s_i = 1/f = (n_{\text{Lente}} / n_0 - 1) * (1/R_2 - 1/R_1)$$

Donde R_1 es el radio de la primera cara que encuentra el rayo incidente.

Fuente: Ing. Signorini – Óptica Geométrica, Instrumentos Ópticos, Fotometría. – Apunte del C.E.I. y Fernández y Galloni – Física Elemental – Tomo II – Ed. Nigar

1. ¿Cuáles de las siguientes propiedades de una onda varían y cuáles no en la refracción?

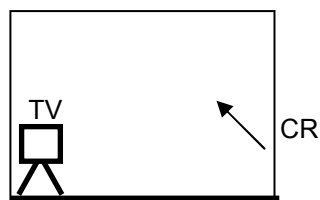
a) Frecuencia, b) longitud de onda, c) velocidad de propagación, d) dirección de propagación.

Explique su respuesta en cada caso.

2. ¿Cuáles de las siguientes propiedades de una onda varían y cuáles no en la reflexión?

a) Frecuencia, b) longitud de onda, c) velocidad de propagación, d) dirección de propagación, e) fase. Explique su respuesta en cada caso.

3. Si en una habitación de 4m x 4 m y 2,5 m de altura, se intenta hacer funcionar el televisor con un control remoto haciendo que la radiación infrarroja incida en el techo, ¿con que ángulo es óptimo enfocarlo si supongo que ambos, TV y control, están a 0,80 m del suelo y en los extremos de la habitación?



4. Un espejo cóncavo tiene un radio de 1,00 m. Calcule la posición de la imagen de un objeto y su aumento si el objeto real que está a una distancia del espejo igual a (a) 1,40 m, (b) 1,00m, (c) 0,80 m, (d) 0,50 m y (e) 0,30 m. ¿Qué sucede si el objeto es virtual?

5. Un espejo convexo tiene un radio de 1,00 m.

- Calcule la posición de la imagen de un objeto y el aumento si la distancia del objeto al espejo es de 0,60 m. Considere también un objeto virtual a una distancia de
- 0,30 m y
- 0,80 m.

6. Un espejo cóncavo tiene una distancia focal de 15 cm.

- Encuentre la distancia óptima a la que una persona debe estar del espejo si la distancia de visión clara es de 25 cm.
- Calcule el aumento.

7. Una placa de vidrio ($n = 1,6$) con lados paralelos tiene 8 cm de grueso.

- Calcule el desplazamiento lateral de un rayo de luz cuyo ángulo de incidencia es de 45° .
- Dibuje la trayectoria del rayo.

8. Un prisma tiene un índice de refracción de 1,5 y un ángulo de 60° .

- Determine la desviación de un rayo que incide con un ángulo de 40° .
- Encuentre la desviación mínima y el correspondiente ángulo de incidencia.

9. La desviación mínima de un prisma es de 30° . El ángulo del prisma es de 50° . Encuentre:

- su índice de refracción,
- la incerteza absoluta, relativa y porcentual de dicho índice y
- el ángulo de incidencia para la mínima desviación.

10. Indique cuáles imágenes son reales y cuáles virtuales:

- nuestra propia imagen vista en un espejo plano;
- la imagen de un objeto visto a través de una lupa;
- la imagen proyectada en una pantalla por un proyector de cine o de diapositivas;
- la imagen de un objeto proyectada por la lente del ojo en la retina;
- la imagen producida en una película por la lente objetivo de una cámara;
- la imagen de un objeto vista a través de un microscopio o un telescopio.

11. Una varilla de vidrio de 40 cm de largo tiene un extremo plano y el otro en forma de superficie esférica convexa de 12 cm de radio. Se coloca un objeto en el eje de la varilla a 10 cm del extremo redondeado.

- ¿Cuál es la posición de la imagen final?
- ¿Cuál es su aumento? Suponga que el índice de refracción es de 1,50.

c) ¿Cómo afecta la precisión del resultado si considera que el índice es 1,5 en vez de 1,50? Tenga en cuenta los criterios de teoría de la medida.

12. Una pecera esférica, tal que el espesor de vidrio es despreciable, se llena con agua ($n = 1,33$) y contiene un pez tropical que nada justo por su centro. El radio de la pecera es 34 cm. a) Encuentre la posición aparente del pez para un observador fuera de la pecera, y el aumento del pez. b) Suponiendo los rayos del sol como un haz de rayos paralelos, que ingresa por la superficie lateral de la pecera, ¿en qué punto se concentrarán?, ¿lo harán sobre el pez y podrán dañarlo?

13. Un tanque tiene por fondo a un espejo plano. Contiene agua y su profundidad es 24 cm. Un pez se mantiene a 9 cm debajo de la superficie.

- a) ¿Cuál es la profundidad aparente del pez cuando se lo mira directamente desde arriba?
b) ¿Cuál es la profundidad aparente de la imagen del pez, en un espejo cuando se la mira directamente desde arriba?

14. Considere una superficie refractora que separa dos medios con $n_1 > n_2$. Dé el signo del radio e indique si la superficie es cóncava o convexa cuando ésta es (a) convergente, (b) divergente. Repita el ejercicio para $n_1 < n_2$.

15.a) Realice un bosquejo de las diferentes lentes delgadas posibles que se pueden obtener al combinar dos superficies con radios de curvatura de 10 cm y 20 cm. ¿Cuáles son convergentes y cuáles divergentes?

b) Encuentre la distancia focal en cada caso. Suponga que $n = 1,5$.

c) Repita los cálculos si las lentes están sumergidas en un medio de $n = 1,6$.

16. Una lente biconvexa tiene un índice de refracción de 1,5 y sus radios son de 0,20 m y 0,30 m.

a) Calcule la distancia focal.

b) Determine la posición de la imagen y el aumento de un objeto que está a una distancia de (i) 0,80 m; (ii) 0,48 m; (iii) 0,40 m; (iv) 0,24 y (v) 0,20 m de la lente.

c) Considere el caso de un objeto virtual que está a 0,20 m detrás de la lente.

Realice las distintas marchas de rayos.

17. Una lente bicóncava tiene un índice de refracción de 1,5, y radios de 0,20 m y 0,30 m.

a) Halle la distancia focal.

b) Determine la posición de la imagen y el aumento de un objeto que está a 0,20 m de la lente. c)

Considere un objeto virtual que está a una distancia de (i) 0,40 m y (ii) 0,20 m. Realice las distintas marchas de rayos.

18. Un objeto está colocado a 1,20 m de una lente. Determine la distancia focal y la naturaleza de la lente que produce una imagen:

- a) real y a 0,80 m ;
- b) virtual y a 3,20 m ;
- c) virtual y a 0,60 m de la lente;
- d) real y dos veces mayor.

19. Una lente convergente tiene distancia focal de 0,60 m. Calcule la posición del objeto en la que se produce una imagen

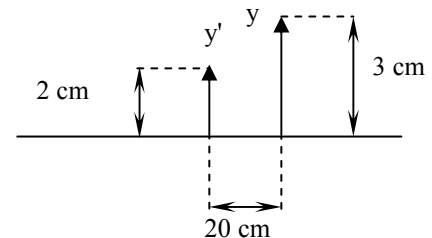
- a) real y tres veces mayor,
- b) real y de un tercio del objeto,
- c) virtual y dos veces mayor.

20. a) Calcule analíticamente dónde está la lente y cuál es su distancia focal para el caso representado. El objeto es real.

(y = objeto; y' = imagen).

b) Realice el trazado de rayos.

c) Si la lente calculada en el punto anterior tiene sus dos caras construidas con el mismo radio de curvatura ¿podría ser biconvexa?



21. Un sistema de lentes está compuesto por dos lentes convergentes en contacto entre sí, con longitudes focales de 30 cm y 60 cm.

- a) Calcule la posición de la imagen y el aumento de un objeto colocado a 0,20 m del sistema.
- b) Considere también un objeto virtual colocado a una distancia de 0,40 m del sistema.

22. ¿Qué quiere decir el término "enfoque" de un instrumento óptico? Analice la forma en que se efectúa el enfoque en:

- a) un microscopio,
- b) un telescopio,
- c) un proyector de diapositivas y
- d) una cámara fotográfica o de vídeo.

23. El objetivo de un microscopio tiene una distancia focal de 4 mm. La imagen formada por éste está a 180 mm de su segundo punto focal. El ocular tiene una distancia focal de 31,25 mm. (a) Calcule el aumento del microscopio. (b) El ojo humano puede distinguir la diferencia entre dos puntos si éstos se hallan separados aproximadamente 0,1 mm. ¿Cuál es la separación mínima que

se puede percibir con la ayuda de este microscopio?

24. El diámetro de la Luna es de $3,5 \cdot 10^3$ km y su distancia a la Tierra es de $3,8 \cdot 10^5$ km. Encontrar el diámetro angular de la imagen de la Luna formada por un telescopio, si la distancia focal del objetivo es de 4 m y la del ocular es de 10 cm.

ANEXO 1

Resolución de un problema como técnica de investigación

Objetivos

- Analizar el movimiento de un punto perteneciente a un cuerpo indeformable.
- Aplicar los conceptos físicos relativos a la Cinemática del punto material.
- Obtener las ecuaciones de la posición, velocidad y aceleración en componentes cartesianas y su relaciones con la terna intrínseca.
- Verificar experimentalmente la condición física de rodadura sin deslizamiento.
- Trabajar adecuadamente las operaciones y representaciones con vectores.
- Definir criteriosamente los modelos físicos a utilizar en un problema.
- Interpretar la información relevante a un enunciado.
- Aplicar técnicas de trabajo grupal.

Pre-requisitos necesarios para su resolución

- Cinemática del punto material.
- Definiciones y relaciones trigonométricas.
- Derivadas de funciones trigonométricas.
- Operaciones con vectores.

Enunciado del problema

Una llanta de radio R gira con ω constante y se traslada sobre una superficie horizontal rodando sin deslizar.

Respecto de una terna fija al piso: a) encontrar para un punto del borde de la llanta, inicialmente en O , su posición en función del tiempo, las componentes de la velocidad y aceleración para un dado " t ", b) dibujar los vectores velocidad y aceleración totales, c) dibujar, aproximadamente, la trayectoria, d) hallar la velocidad, para cualquier " t ", del punto de contacto del cuerpo con la superficie.



Guía para la lectura del enunciado y resolución del problema:

- ❖ Dividir el enunciado en premisas, de modo de extraer de cada una de ellas la información relevante que permita analizar el problema.

- ❖ Plantear hipótesis sobre el movimiento del cuerpo.
Para ello disponer de distintos materiales (cilindros, ruedas, cinta métrica de papel) para realizar la experiencia. a) Analizar el movimiento de la rueda en: una rotación pura, una traslación pura y un rototraslatorio. b) Observar el movimiento del cuerpo cuando rueda sin deslizar y cuando desliza.

-
- ❖ Plantear hipótesis respecto del movimiento del punto (puede ser cualquiera perteneciente al borde).

a) ¿Cómo son la velocidad y aceleración totales, para un determinado t ?

b) ¿Cuál es la trayectoria descripta por el punto?

c) ¿Cuál es la dirección y sentido del radio de curvatura para el punto definido en a)?

- ❖ Analizar la expresión de la velocidad para el punto de contacto en todo instante y relacionarlo con el tipo de movimiento realizado por el cuerpo.
-

ANEXO 2**Ingreso al Campus FIUBA**

1. Entrar a: <http://campus.fi.uba.ar/>
2. Nombre de usuario: [número de DNI](#)
3. Contraseña: [número de DNI \(luego podrá modificarse\)](#).
4. Entrar y seleccionar categoría Departamento de Física.
5. Luego seleccionar el curso de Física IA correspondiente.
6. Completar el perfil.
7. Ingresar periódicamente para realizar las actividades propuestas de acuerdo a pautas de los docentes del curso.