

Física I

Guía de problemas

Física IA – (62.01)

Física I – (82.01)

Revisión 16 – Julio 2023



Videos Física CEAD



Página Física I

www.ingenieria.uba.ar

<https://campusgrado.fi.uba.ar/>

ÍNDICE

SOBRE ESTA GUÍA	3
ESTRUCTURA DE LA MATERIA.....	5
LEYES DEL MOVIMIENTO ($v \ll c$).....	9
EL TRABAJO DE LAS FUERZAS Y LA ENERGÍA.....	18
SISTEMA DE PARTÍCULAS	24
HIDRODINÁMICA.....	31
CUERPO RÍGIDO.....	34
ONDAS MECÁNICAS.....	42
SUPERPOSICIÓN DE ONDAS.....	47
ÓPTICA GEOMÉTRICA	52
ANEXO 1	57
RESPUESTAS DE ALGUNOS PROBLEMAS DE LA GUÍA.....	59
APENDICE DE PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS DE REPASO DE CINEMÁTICA Y DINÁMICA.....	61

SOBRE ESTA GUÍA

La presente versión de la guía de problemas corresponde a una revisión y mejora de la anterior a través de las sugerencias aportadas por los docentes de la cátedra basadas en el trabajo con los estudiantes en el aula.

Los problemas y ejercicios de esta Guía son indicativos de la profundidad conceptual y de la capacidad de análisis que se pretende tengan los estudiantes al finalizar la cursada. Los problemas fueron extraídos de libros o creados por los docentes de acuerdo a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. En cada revisión de la misma, algunos problemas se modifican y se incorporan otros, gracias al aporte de docentes y estudiantes, manteniendo siempre la profundidad conceptual requerida para el curso.

Con el fin de unificar criterios y terminología, al comienzo de algunas unidades se han explicitado las convenciones de signos y definiciones utilizadas por la cátedra.

En el Anexo 1, para el problema 12 de Cinemática, 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 material multimedia a través del Campus de la FIUBA, complemento del aula presencial, de modo que al estudiante le resulte más sencillo la visualización y comprensión de ciertos fenómenos. Igual se recomienda realizar búsquedas en Internet para complementar el estudio de los modelos físicos a través de imágenes, animaciones y videos. En ese sentido, el Centro de Tecnologías Educativas (CETEC), ha creado un repositorio de videos de física al cual se puede acceder mediante el código QR que está en la portada de la presente Guía.

*Se busca que la guía de problemas tenga un carácter dinámico para un mejor aprendizaje, por lo cual la revisión continua de la misma tiene una importancia fundamental. De ahí que los comentarios y sugerencias, de alumnos y docentes, serán bienvenidos y podrán ser enviados a la siguiente dirección **fisica1fiuba@gmail.com***

Se desea destacar la participación de los docentes de la cátedra que han desarrollado o colaborado en la actualización permanente de esta guía, en especial a la Mg. Ema Elena Aveleyra y al Lic. Sergio Rossi.

Dr. Marcelo Fontana

Profesor Titular de Física I

Dr. Eduardo Acosta

Profesor Coordinador de Física I

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

TEMARIO		Cantidad de ejercicios
Leyes de movimiento*	Cinemática y Dinámica de la partícula – Movimiento Oscilatorio Armónico – Sistemas de Referencia No Inerciales.	26
El Trabajo y la Energía*	El Trabajo como integral – Conservación de la Energía Mecánica – Potenciales	23
Sistemas de Partículas*	Centro de Masa – Conservación de la Cantidad de Movimiento Lineal y Angular	21
Hidrodinámica*	Teorema de Bernoulli – Ecuación de Continuidad	8
Cuerpo Rígido*	Momento de Inercia – Rototraslación- Cuerpos rígidos con vínculos sencillos - Rodar sin deslizar – Energía de un CR	24
Ondas Mecánicas	Propagación de Ondas – Acústica - Doppler	16
Superposición de Ondas	Batido – Ondas Estacionarias - Resonancia – Óptica física	24
Óptica Geométrica	Teoría Paraxial de Rayos– Reflexión y Refracción	21

* Los temas sombreados en gris son los que se evalúan en el parcial.

Parciales. Hay un parcial y dos instancias de recuperación para cada una. La fecha aproximada del parcial es en la 10ª semana de clase. El parcial se podrá recuperar en las fechas indicadas en el cronograma de la materia.

Aprobación de los trabajos prácticos (cursada). La asignatura se aprueba luego de completar las siguientes instancias:

- Aprobación del parcial (3 oportunidades: Parcial – 1^{er} recuperatorio – 2^{do} recuperatorio)
- Aprobación del laboratorio.
- Aprobación de las actividades propuestas en el curso.

De esas evaluaciones se obtiene la primera calificación que corresponde a la calificación de la cursada, la cual habilita a rendir la evaluación integradora.

Evaluaciones integradoras. Las evaluaciones integradoras se realizan 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 de la cursada y haberse inscripto previamente en la fecha que el estudiante haya elegido. A diferencia de los parciales que los toma cada curso, las evaluaciones integradoras son administradas por la Coordinación de la asignatura y son comunes a todos los estudiantes.

“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 se deberá recursar la asignatura.”

Más información en: RES 1975 del Consejo Directivo del 07-12-1999

Para más datos sobre la materia, bibliografía, horarios, datos de los distintos cursos, apuntes específicos sobre algunos temas, laboratorio complementario (LABCO), etc. consultar la Página de Cátedra del Campus, accediendo a través del código QR que se encuentra en la portada, o a través del siguiente link:

<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=119>

PROGRAMA ANALÍTICO

FISICA I 'A' 62.01 – FISICA I 82.01

UNIDAD 1

CINEMÁTICA DEL PUNTO MATERIAL. Movimiento rectilíneo: velocidad y aceleración media e instantánea. Movimiento vertical libre bajo la acción de la gravedad. Representación vectorial de la velocidad y la aceleración en el movimiento rectilíneo. Composición de velocidades y aceleraciones. Aceleraciones normal y tangencial. Movimientos curvilíneos. Movimiento circular: velocidad angular, aceleración angular. Relaciones vectoriales en el movimiento circular. Movimiento circular uniforme y uniformemente variado. Ejemplo: velocidad y aceleración de un punto sobre la superficie terrestre. Movimientos en una, dos y tres dimensiones. Movimientos relativos. Movimiento armónico simple.

UNIDAD 2

DINÁMICA DEL PUNTO MATERIAL. Concepto de interacción; interacciones fundamentales. Primera ley de Newton. Masa. Vector cantidad de movimiento o momentum lineal. Principio de conservación de la cantidad de movimiento. Segunda y tercera leyes del movimiento. Unidades de fuerza. Interacciones: gravitatoria, elástica, de vínculo y de rozamiento. Dinámica del movimiento armónico simple. Movimiento de un cuerpo por acción de una fuerza constante, de una fuerza dependiente de la posición y fuerza dependiente de la velocidad. Péndulo simple: resolución de la ecuación diferencial para pequeñas amplitudes. Período, frecuencia. Fuerzas viscosas. Sistemas inerciales y no inerciales; fuerzas ficticias. Sistemas de masa variable; movimiento de cohetes.

UNIDAD 3

TORQUE Y MOMENTUM ANGULAR. Concepto de torque y de momentum angular o momento cinético. Fuerzas centrales. Conservación del momento cinético. Momento angular orbital y de spin.

UNIDAD 4

TRABAJO Y ENERGÍA. Trabajo de fuerzas constantes y variables. Potencia. Energía cinética. Unidades. Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial. Relación entre fuerza conservativa y energía potencial. Energía mecánica. Conservación de la energía mecánica. Diagramas de energía potencial.

UNIDAD 5

SISTEMAS DE PARTÍCULAS. Concepto de centro de masa. Movimiento del centro de masa de un sistema de partículas (aislado y sujeto a fuerzas externas). Conservación de la cantidad de movimiento en un sistema de partículas. Cantidad de movimiento del sistema de partículas referida al sistema centro de masa y al sistema laboratorio. Momento cinético de un sistema de partículas. Energía cinética de un sistema de partículas referida al sistema centro de masa y al sistema laboratorio. Conservación de la energía mecánica. Energía interna de un sistema de partículas. Colisiones: elásticas, inelásticas, plásticas y explosivas.

UNIDAD 6

FLUIDOS

Dinámica de los fluidos. Régimen estacionario. Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli.

Aplicaciones. Medidor de Venturi. Tubo de Pitot.

UNIDAD 7

CUERPO RÍGIDO. Concepto de rigidez. Movimiento de un cuerpo rígido: traslación, rotación, rototranslación. Velocidad y aceleración de cualquier punto del cuerpo rígido. Centro instantáneo de rotación. Ejes principales de inercia. Momento cinético de un sólido rígido. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuaciones de movimiento de un sólido rígido. Energía cinética de rotación de un sólido rígido. Movimiento rototraslatorio y de rodadura.

UNIDAD 8

MOVIMIENTO ONDULATORIO. Descripción del movimiento ondulatorio. Ondas. Ecuación general del movimiento ondulatorio. Ondas mecánicas. 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. Principio de superposición: ondas estacionarias, batido e interferencia. Método fasorial. Velocidad de grupo y de fase, número de onda, pulsación. Noción de coherencia. Acústica. Ondas estacionarias en una cuerda y en un tubo. Intensidad del sonido. Efecto Doppler. Concepto de resonancia.

UNIDAD 9

OPTICA FÍSICA. Teorías sobre la naturaleza de la luz, dualidad onda partícula. Principio de Huygens. Principio de Fermat. Experiencia de Young. Coherencia. Diagrama de intensidades. Interferencia: de dos fuentes o más fuentes. Interferencia por división de amplitud. Concepto de difracción. Difracción por una ranura. Difracción de Fraunhofer. Diagrama de intensidades de difracción. Diagramas de interferencia y difracción superpuestos. Redes de difracción.

UNIDAD 10

OPTICA GEOMÉTRICA. Modelo del rayo luminoso. Concepto de reflexión y refracción. Leyes de Snell. Índice de refracción absoluto y relativo. Leyes de la reflexión. Espejos planos y curvos. Dioptros. Lentes delgadas. Focos y planos focales. Potencia de una lente. Aumento en los distintos instrumentos ópticos. Formación de imágenes en lentes gruesas.

LEYES DEL MOVIMIENTO ($v \ll c$)

CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

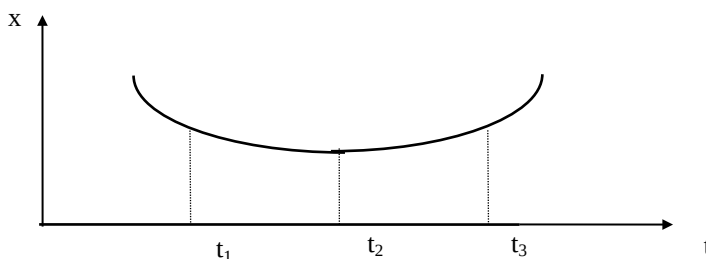
1. La posición en el tiempo de una partícula es:

$$\vec{r}(t) = \left(x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \right) \vec{i}$$

. Hacer un gráfico cualitativo (sin números) de la función $x(t)$, y de la función $v(t)$, para:

- a) $a < 0$ $v_0 > 0$ $x_0 > 0$
- b) $a > 0$ $v_0 < 0$ $x_0 > 0$
- c) $a > 0$ $v_0 > 0$ $x_0 > 0$

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 , 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 rapidez de 12,25 m/s. La pelota llega al suelo 4,25 s después.

- a) ¿Cuál es la altura máxima (desde el suelo) que alcanza la pelota?
- b) ¿Qué altura tiene el edificio?
- c) ¿Con qué velocidad llega la pelota al suelo?
- d) Si la rapidez 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 0,01 s, ¿con qué precisión se midió la altura del edificio?
- e) ¿Qué habría ocurrido si el cronómetro fuese accionado manualmente?
- f) Comparar resultados (d) y (e), analizando la incidencia económica de cada método de trabajo.

4. Un automóvil se mueve con rapidez constante $(45,0 \pm 0,5)$ km/h. En eso, el conductor ve que el siguiente semáforo se pone en rojo. Si el tiempo de reacción del conductor (intervalo entre el

instante en que ve la luz roja, y aquel en que efectivamente aplica el freno) es de 0,7 s (con $\Delta t = 0,1$ s), y el auto desacelera a razón de $(2,0 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$ a partir de que el conductor aplica el freno:

- a) ¿Qué distancia (sin considerar incertezas) recorre el auto desde el momento en que el conductor ve la luz roja, hasta detenerse?
- b) ¿Cuál es la incerteza absoluta, relativa y porcentual cometida en la medida de dicha distancia?
- c) ¿Tiene sentido físico dar el resultado (b) con décimas de metro? ¿Por qué?

5. La aceleración en el movimiento de una motocicleta varía en el tiempo según $\vec{a}(t) = (A t - B t^2) \hat{i}$, siendo los coeficientes $A = 1,2 \text{ m/s}^3$ y $B = 0,12 \text{ m/s}^4$. En el instante $t = 0 \text{ s}$, la moto está en reposo, en el origen de coordenadas.

- a) Obtener la posición y la velocidad en función del tiempo
- b) Graficar posición, velocidad, y aceleración en función del tiempo
- c) Hallar la rapidez máxima que alcanza
- d) Responder si la siguiente afirmación es verdadera o falsa justificando la respuesta:
“El movimiento de la moto es un MRUV”

6. Un ave vuela en el plano x-y según las coordenadas:

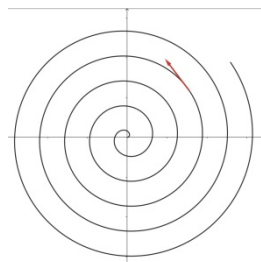
$$x(t) = 2,0 \text{ m} - 3,6 \text{ m/s} \cdot t$$

$$y(t) = 1,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$$

- a) Escribir el vector posición en función del tiempo
- b) Graficar la trayectoria del ave
- c) Obtener los vectores velocidad y aceleración en función del tiempo
- d) Calcular módulo, dirección y sentido de la velocidad y de la aceleración en el instante $t = 3 \text{ s}$
- e) Dibujar los vectores velocidad y aceleración para el instante $t = 3 \text{ s}$. En ese instante, el ave, ¿está acelerando, está frenando, o su rapidez no está cambiando? El ave, ¿está girando? De ser así, ¿en qué dirección?
- f) Hallar los vectores intrínsecos de la aceleración en $t = 3 \text{ s}$
- g) Hallar la ecuación de la recta tangente a la trayectoria en $t = 3 \text{ s}$
- h) Hallar el radio de curvatura en $t = 3 \text{ s}$

7. Un objeto sigue la trayectoria en espiral que muestra la figura. Mientras la desarrolla, su rapidez es constante, pero el módulo de su aceleración varía.

- a) ¿Es constante la velocidad del objeto?
- b) ¿Es constante su aceleración?
- c) El módulo de la aceleración, ¿aumenta o disminuye?



8. Un proyectil es disparado con un ángulo inicial α con respecto a la horizontal (en el punto máximo, la velocidad es horizontal y la aceleración es vertical y hacia abajo).

- a) Hallar la expresión del radio de curvatura en el punto más alto de la trayectoria.
- b) Calcular dicho radio para los datos: $\alpha = 30^\circ$ y $v_0 = 10 \text{ m/s}$.
- c) Con los datos (b), calcular el radio de curvatura cuando está en la mitad de altura al subir y al bajar, y comprobar que dichos radios son iguales.

9. Dos automóviles se mueven a lo largo de carreteras perpendiculares, uno se desplaza hacia el norte, el otro hacia el este.

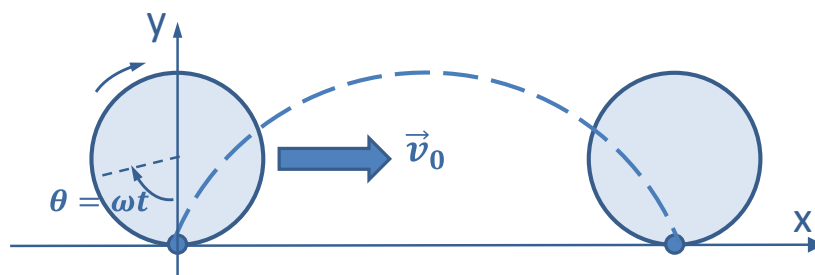
- a) Si el módulo de sus velocidades con respecto al suelo son 60 km/h y 80 km/h respectivamente, hallar sus velocidades relativas.
- b) Las velocidades relativas halladas en el punto (a), ¿dependen de la posición de los autos en sus respectivas carreteras? Justificar la respuesta.
- c) Repetir el problema suponiendo que el segundo auto se desplaza hacia el oeste.

10. Un bote se mueve en dirección NO 60° (noroeste 60°), medidos desde el N hacia el O, a 40 km/h en relación con el agua. La corriente se encuentra en dirección y sentido tales, que el movimiento resultante del bote con relación a la Tierra, es hacia el O (oeste) a 50 km/h . Hallar la velocidad de la corriente respecto a la Tierra.

11. Un río fluye en dirección N (norte) a 3 km/h . Un bote se desplaza sobre el río hacia el E (este) a 4 km/h respecto del agua:

- a) Calcular la velocidad del bote respecto de la orilla
- b) Si el río tiene 1 km de ancho, calcular el tiempo necesario para cruzarlo
- c) ¿Qué desviación tiene el bote hacia el norte, al llegar a la orilla opuesta del río?

12. Una llanta de radio R rueda sin deslizar por un plano horizontal, con velocidad constante $\vec{v}_0$:



a) Verificar que la posición de un punto de su borde, inicialmente en el origen de coordenadas, está dada por las ecuaciones:

$$x(t) = R(\omega t - \sin \omega t)$$

$$y(t) = R(1 - \cos \omega t)$$

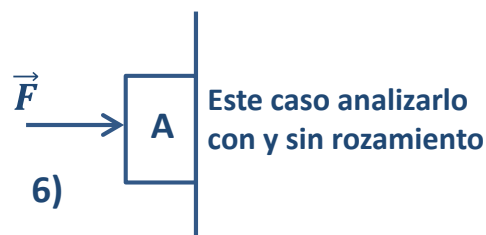
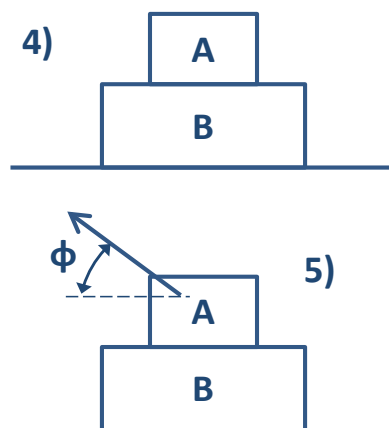
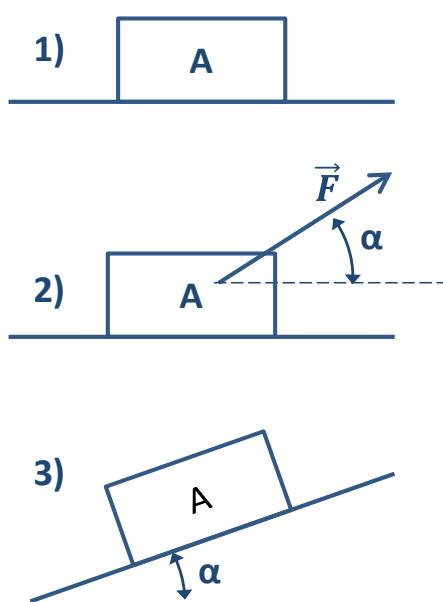
En donde $\omega = v_0 / R$ es el módulo de la velocidad angular de la llanta y t se mide desde el instante en que el punto está inicialmente en contacto con el plano.

b) Hallar las componentes de la velocidad y de la aceleración del punto.

c) Dibujar la velocidad y la aceleración del punto.

Este problema muestra la cinemática de un cuerpo que rueda sin deslizar, tema que se verá más adelante en Cuerpo Rígido.

13. Para las situaciones siguientes:



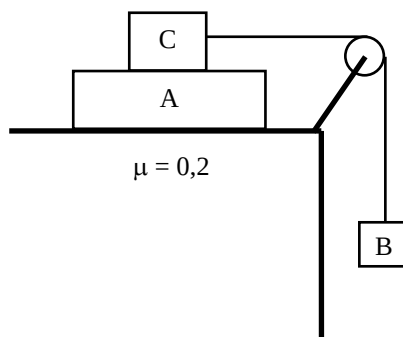
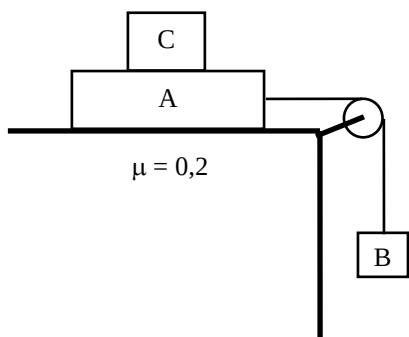
a) Realizar el diagrama de cuerpo libre (DCL) para cada cuerpo. Explicitar los pares de interacción

para cada una de las fuerzas actuantes.

b) Hallar la expresión de la fuerza normal que actúa sobre cada cuerpo.

14. 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 $F(t) = A \cdot t^3$ N/s³ desde 0 durante los primeros 5 s, y después disminuye linealmente hasta cero en los siguientes 15 s, (a) hallar el impulso causado por la fuerza sobre el cuerpo, (b) encontrar la constante A y la fuerza máxima ejercida sobre el cuerpo y (c) realizar una gráfica de F en función de t y hallar el área bajo la curva. ¿El valor de esta área está de acuerdo con el resultado del inciso (a)?

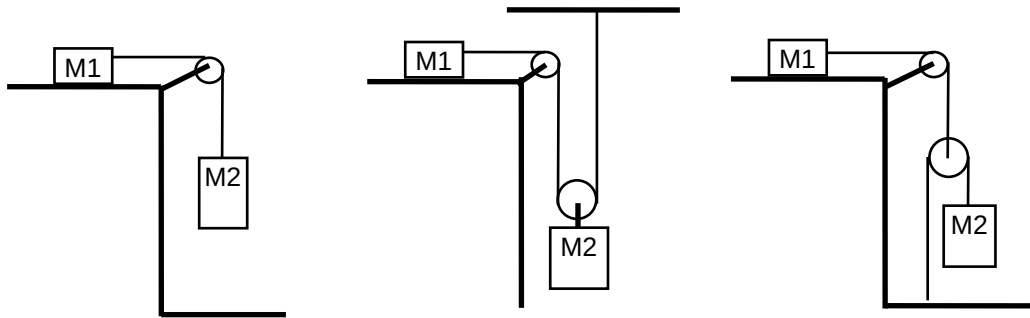
15. Las masas de A y B en la figura (i) y (ii) son 10 kg y 5 kg, respectivamente. El coeficiente de fricción de A con la mesa es de 0.20. (a) Hallar la masa mínima de C que evitará que A se mueva. (b) Si se retira el cuerpo C , calcular el vector aceleración de las masas A y B considerando un $\mu_d = 0,1$. (c) Hallar la velocidad relativa de A respecto de B después de 0.5 s de retirado el cuerpo C . (d) Si se vuelve a colocar el cuerpo C sobre el A (misma situación que en el ítem a), pero la soga se sujeta del cuerpo C , ¿qué coeficiente de rozamiento es necesario entre el cuerpo A y C para que los cuerpos permanezcan en equilibrio? ¿Cómo se moverían los cuerpos si, entre A y C , existiese el mismo coeficiente de roce que entre A y la mesa?



16. 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) Calcular 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 sería la aceleración y la tensión en la barra si los bloques intercambian los coeficientes de rozamiento? (c) Recalcular suponiendo ambos coeficientes iguales a 0.25.

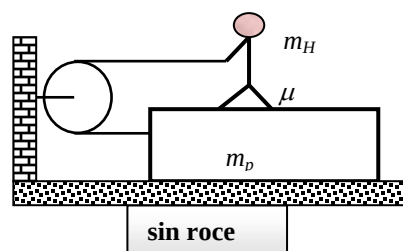
17. Halle la expresión para la aceleración de los cuerpos m_1 y m_2 y la tensión en las cuerdas en cada caso. Considere las poleas como ideales, y desprece la fricción de m_1 con la superficie. Primero resuelva algebraicamente y luego analice el movimiento para $m_1 = 4$ kg y $m_2 = 6$ kg.

(Ayuda: para los sistemas con poleas móviles, primero encuentre la relación entre la aceleración del centro de la polea móvil y la aceleración de m_2).



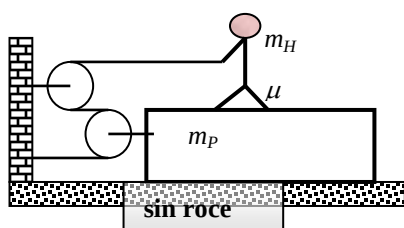
18 A. Este problema está relacionado con el que sigue 18 B.

Un hombre de masa m_h se encuentra parado sobre una plataforma de masa m_p , encontrándose inicialmente ambos en reposo. En un determinado momento, el hombre comienza a tirar de una sogá ideal con una fuerza F para acercarse a la pared. Si el hombre no se desplaza respecto de la plataforma y el rozamiento entre la plataforma y el piso es despreciable, calcular la aceleración del sistema hombre-plataforma y la fuerza de rozamiento estática entre el hombre y la plataforma para los siguientes casos:



- $m_h > m_p$
- $m_h = m_p$
- $m_h < m_p$
- Si el sistema parte del reposo, ¿Depende el sentido de la fuerza de rozamiento estático de la dirección del desplazamiento?

18 B. Un hombre de masa m_H está parado sobre una plataforma de masa $m_p = 3m_h$. Entre ellos el coeficiente de rozamiento es μ , pero es despreciable el rozamiento entre el bloque y el piso. En un

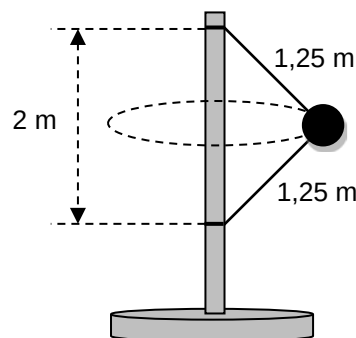


determinado momento, el hombre comienza a tirar de la sogá que pasa por una polea fija y una móvil.

- Realizar el diagrama de cuerpo libre para el hombre, la plataforma y las poleas, para un observador inercial e indicar fuerzas exteriores e interiores para el sistema formado sólo por el hombre y el bloque.
- Calcular, justificando cada paso, la aceleración máxima para que el hombre no deslice sobre el bloque.

19. Una bola de 4 kg que está sujeta mediante dos cuerdas, gira con velocidad angular constante alrededor de un poste vertical.

- Calcular la tensión que soporta la cuerda inferior, si la tensión de la cuerda superior es de 70 N.
- En las condiciones de -a-, calcular las revoluciones por minuto (RPM) con las que gira la bola alrededor del poste,
- A partir de qué valor de RPM, la tensión de la cuerda inferior se hace cero (tener en cuenta que, en este caso, la tensión de la cuerda superior ya no es más 70 N).



- d. Explicar, qué le sucede a la cuerda inferior, si el número de RPM es menor al calculado en -c-.

20. Una curva de autopista plana (sin peralte*) y de 300 m de radio, tiene un coeficiente de fricción estático entre los neumáticos y el asfalto seco de 0,75, si el asfalto se encuentra mojado baja a 0,50, y, en el hielo, el coeficiente es de solo 0,25.

- a) Determinar la máxima velocidad con que un vehículo puede pasar la curva con seguridad (sin deslizar) en: (i) días secos, (ii) días lluviosos y (iii) días helados.
b) Recalcular las velocidades halladas en a), si la autopista tiene un peralte* de 3° . Realizar un esquema del vehículo sobre la curva con peralte y hacer el DCL.
c) Para el ángulo de peralte del punto b), calcular la rapidez mínima a la que se debe desplazar el vehículo, para que no deslice hacia abajo.

**Peralte: inclinación que tienen algunas curvas que permite a los vehículos realizar giros a mayor velocidad que si la curva fuese plana, sin correr el riesgo de derrapar.*

21. 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 $F = -Kv$. 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).

22. Un péndulo simple de longitud L oscila con amplitud A . Expresar, 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 .

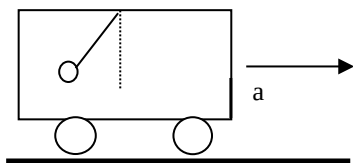
23. El movimiento del pistón de un motor de un automóvil es aproximadamente un MAS.

- a. Si la carrera de un motor (el doble de su amplitud) es de 0,1 m y el motor trabaja a 2500 rpm, calcular la aceleración del pistón en el extremo de la carrera.
b. Si el pistón tiene una masa de 0,35 kg ¿qué fuerza neta debe ejercerse sobre él en ese punto?
c. ¿Qué velocidad tiene el pistón, en m/s, en el punto medio de su carrera?
d. Repetir los ítems -b- y -c- con el motor trabajando a 5000 rpm.

24. Una persona cuya masa es de 60 kg se encuentra en un ascensor. Determinar 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. Realizar desde un SRI y desde un SRNI.

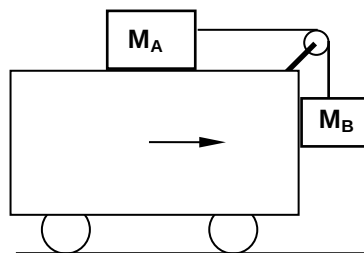
25. Del techo de la caja de un camión cuelga una masa puntual $m = 1 \text{ kg}$ que está sujeta a un hilo ideal. Como el camión tiene una aceleración de 2 m/s^2 , la masa se encuentra en equilibrio formando un cierto ángulo con la vertical.

- Realizar el DCL para la masa desde un SRNI, calcular la tensión del hilo dibujando claramente dónde ubica el SRNI utilizado, y calcular el ángulo que forma el hilo con la vertical.
- Si se rompe el hilo, dibuje en forma cualitativa la trayectoria que sigue la masa puntual m hasta llegar al piso del camión, para un observador que se encuentra sobre el vehículo.



26. En el sistema de la figura, el carrito se mueve inicialmente con velocidad V constante:

- Si el rozamiento entre las masas y el carrito es despreciable, realizar el D.C.L. para cada cuerpo y determinar la aceleración de cada uno.
- Determinar la fuerza de rozamiento necesaria para que A y B no deslicen. Considerar igual μ para ambas superficies.



- Si ahora el carrito se acelera. ¿Cuál es el valor de la aceleración máxima del carrito, para que el cuerpo A no deslice hacia atrás? Realizar **desde un SRNI**.
- Plantear la 2da ecuación de Newton en el eje horizontal para el cuerpo M_A desde un sistema fijo a Tierra (inercial), para un valor de aceleración del carrito superior al calculado en c). (Ayuda: en este caso el cuerpo M_A desliza y está acelerado con respecto al carro)
- ¿Cuál es el valor mínimo de aceleración del carrito, para que el cuerpo B no caiga? Realizar los D.C.L.
- Si todos los rozamientos son despreciables, ¿Existe alguna aceleración del carrito, que obligue a los cuerpos A y B a moverse solidarios con el carrito sin desplazamiento relativo?

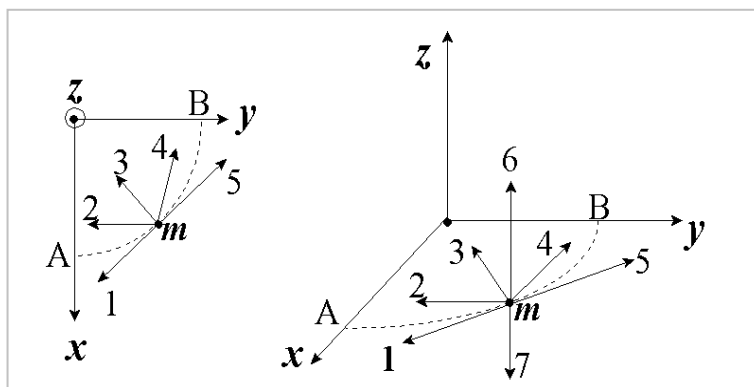
EL TRABAJO DE LAS FUERZAS Y LA ENERGÍA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Nota importante: en esta unidad temática se consideran solamente sistemas de referencia inerciales. Para la resolución de problemas se deben privilegiar los planteos energéticos frente a los cinemáticos.

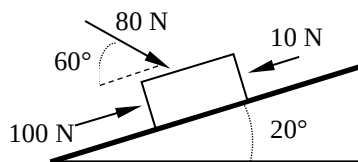
1-Una partícula se mueve sobre la trayectoria curva desde A hasta B en el plano xy. El módulo de la velocidad está **continuamente disminuyendo** entre A y B.

- a) El trabajo de la fuerza resultante sobre la partícula entre A y B, ¿es positivo, negativo o nulo?
Cuál o cuáles de los vectores numerados del 1 al 7 podría representar a:
- b) la cantidad de movimiento de la partícula,
- c) la fuerza resultante sobre la partícula,
- d) la dirección de momento angular de la partícula calculada respecto al origen de coordenadas
- e) ¿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. Calcular el trabajo total hecho por el sistema de fuerzas que actúan sobre el cuerpo.



3. (a) ¿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?

(b) Determinar la variación de la cantidad de movimiento y de la energía cinética.

(c) Determinar el trabajo hecho por la fuerza.

(d) Calcular la potencia media del motor.

(e) ¿Cuánto se desplazó?

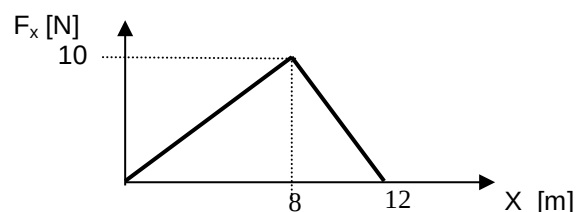
4. ¿Qué sucede con la energía cinética del cuerpo que se mueve por la espiral del problema 7 de “Leyes del Movimiento”? ¿Cuánto vale el trabajo de la fuerza neta que actúa sobre la partícula? ¿Por qué?

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 $\mathbf{u}$. Encontrar 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 solo se puede mover según el eje “x”, se le aplica una fuerza cuya componente F_x varía según el siguiente gráfico.

a) Calcular el trabajo realizado por el vector $\vec{F}$ entre $x = 0$ m y $x = 12$ m.

b) Calcular la velocidad en el punto $x = 8$ m.



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

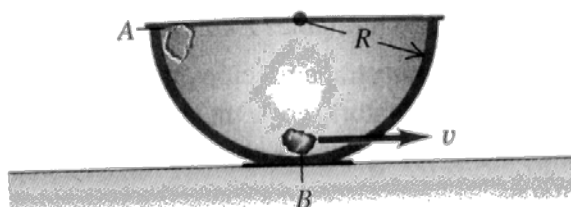
8. Sobre una superficie horizontal con rozamiento despreciable, hay una partícula de masa m unida a un resorte de constante elástica k . El resorte se estira una distancia a y se suelta. Relacionar la energía potencial de la partícula en función de x con su energía cinética. ¿En qué posiciones son nulas? ¿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 . Mostrar que: (a) la velocidad es $v = (k/mr)^{1/2}$ (b) la energía total es $E = -k/2r$, y (c) el momento angular es $L = (mkr)^{1/2}$. Relacionar lo visto en este problema con lo que le sucede a una partícula que se mueve en órbitas circulares alrededor de La Tierra. Considerar 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.

Calcular (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. Situar el cero de energía potencial en la superficie terrestre. (e) Resolver nuevamente si la velocidad inicial es $\mathbf{v}_0 = \mathbf{i} 20 \text{ m/s} + \mathbf{j} 50 \text{ m/s}$. Comparar ambos resultados.

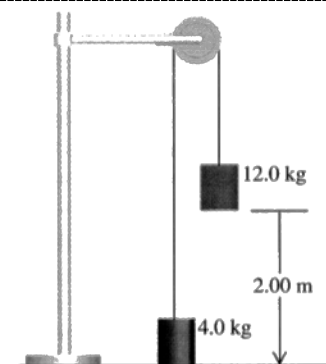
11. Una pequeña piedra de 0,10 kg se deja caer desde su posición en reposo en el punto A, en el borde un tazón hemisférico de radio $R = 0,6 \text{ m}$. Suponer que la piedra es pequeña en comparación con R , de manera que puede tratarse como una partícula. El trabajo efectuado por el rozamiento sobre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



Aclaración: El tazón está apoyado sobre una superficie horizontal y para el punto B es $h = 0$.

12. Una fuerza actúa sobre un punto material de manera que $\mathbf{F} = 3x\mathbf{y}\mathbf{i}$, 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 $y = 0 \text{ m}$ hasta $y = 2 \text{ m}$. Luego paralela a x entre $(0;2)$ hasta $(2;2)$ [m]. Luego regresa al origen por una recta. Dibujar la trayectoria. Calcular el trabajo realizado por la fuerza en cada tramo y en el recorrido cerrado. ¿Es conservativa la fuerza? Explicar.

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, calcular la velocidad con que el balde golpea el piso. Despreciar el rozamiento y la masa de la polea.

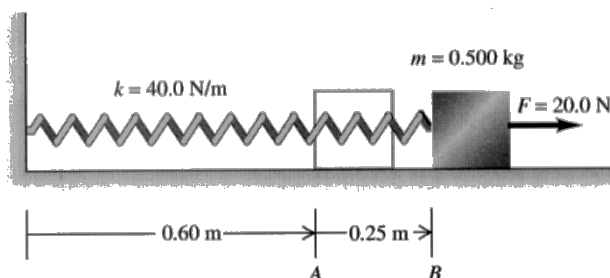


14. Un bloque de 0,5 kg unido a un resorte de 0,6 m, con $k = 40 \text{ N/m}$ y masa despreciable, está en reposo en el punto A de una mesa horizontal lisa, tal como se indica en el esquema. Se tira del bloque hacia la derecha con una fuerza horizontal constante $\mathbf{F} = 20 \text{ N}$

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

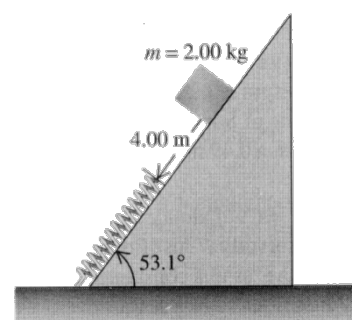
b- En este punto se suelta el bloque. En el movimiento que sigue, ¿cuánto se acerca el

bloque a la pared, a la que está sujeto el extremo izquierdo del resorte?

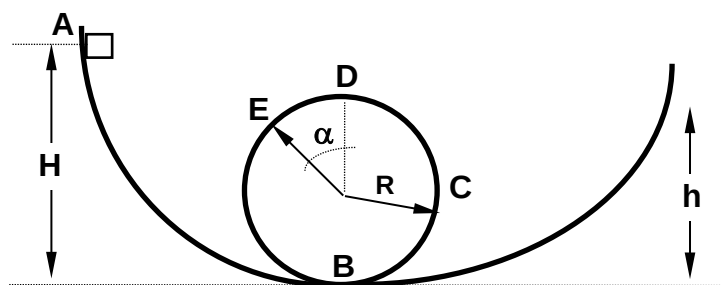


15. Un paquete de 2 kg se suelta sobre un plano inclinado de pendiente de $53,1^\circ$ a 4m de un resorte largo de masa despreciable con $k = 140 \text{ N/m}$ sujeto a la base de la pendiente. Los coeficientes de rozamiento entre el paquete y el plano son $\mu_e = 0,40$ y $\mu_d = 0,20$.

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



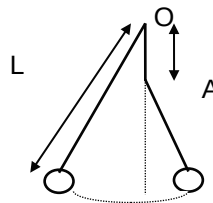
16. a) ¿Desde qué altura mínima H se debe dejar deslizar el bloque de hielo para que pueda recorrer sin problemas el rulo BCDE? Si $h = 2/3 H$, describir el movimiento posterior del bloque. (b) Si $H = 3 R$ ¿cuánto vale la reacción en el vínculo, sobre el bloque, en los puntos B, C, D y E ($\alpha = 20^\circ$); ¿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 realice la vuelta completa?



17. Analizar 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;

- c) la fuerza tangencial a su trayectoria;
d) su aceleración tangencial;
e) su aceleración normal.
f) Cuánto vale la tensión en el hilo al pasar la lenteja por:
i- la posición de equilibrio;
ii- la máxima elongación;
iii- $\alpha = \alpha_{\text{máximo}} / 2$



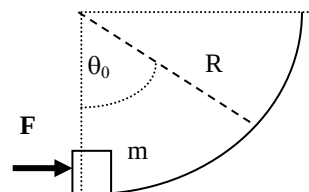
(g) Si al pasar por la vertical el hilo hace tope en un clavo "A" (ver figura), la altura a la que subirá la lenteja ¿será mayor, igual o menor, que en el caso en que el hilo no hace tope en A? Justificar.

18- Se tiene una partícula de masa m que desliza sobre una rampa sin roce de radio R . La partícula está inicialmente en reposo 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 casi 90° . Considerar que el desplazamiento de la partícula es muy lento (velocidad muy baja = movimiento cuasi-estacionario. Esta aproximación permite considerar a la partícula en sucesivos estados de equilibrio lo cual facilita el planteo).

a) Explicar cómo calcular el trabajo de todas y cada una de las fuerzas que están aplicadas sobre la partícula.

b) Si alguna de las fuerzas es conservativa explicar 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- a) Explicar qué representa 1 HP y buscar su equivalencia en el sistema MKS.

b) ¿Por qué se dice que cuando se compra un auto se paga su "potencia" pero en el uso cotidiano del mismo lo que se paga es su "energía"?

c) Sofía de 20 años y su abuelo de 70 años suben al primer piso de un edificio por la misma escalera. Como con respecto al piso ambos llegan a la misma altura, los dos realizan el mismo cambio de energía potencial. ¿Ambos realizan el mismo trabajo? ¿Desarrollan la misma potencia? Justifique.

d) ¿Se puede almacenar potencia?

20- Realizar una estimación del orden de magnitud de la potencia que aporta el motor de un automóvil para acelerar el auto desde el reposo a rapidez de autopista. Indicar claramente los valores que toma como datos.

21- Una lámpara de bajo consumo de 15 W, produce la misma luminosidad que una lámpara de filamento que consume 75 W. El tiempo de vida de la lámpara de bajo consumo es de 6.000 hs y su precio de U\$S 12,7. Una lámpara de filamento tiene un tiempo de vida de 900 hs y su precio U\$S 3,2. Determinar el ahorro total que se obtiene al usar una lámpara de bajo consumo durante su tiempo de vida, con respecto al uso de una lámpara de filamento durante el mismo intervalo de tiempo. Suponga un costo de energía de U\$S 0,032 por kW-h.

22- 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 a 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?
- ¿Qué potencia máxima debe proporcionar el motor del malacate?
- ¿Qué energía total transfirió el motor en forma de trabajo mecánico, cuando el furgón recorrió 1250 m sobre los rieles?

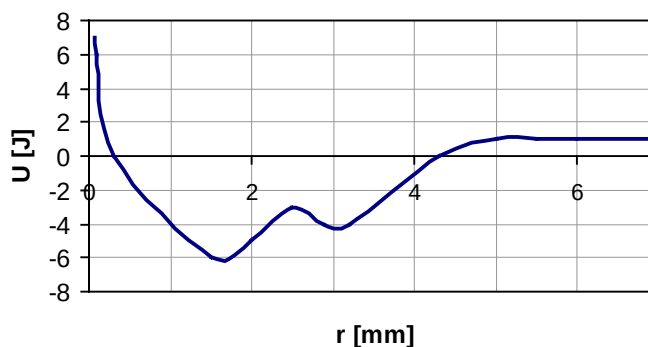
* El malacate es un dispositivo giratorio eléctrico o manual que enrolla un cable de acero. Se usa en minería para arrastrar carros, y delante de vehículos 4x4 para ayudarlos a avanzar cuando quedan anegados o en pendientes muy empinadas.

23- 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.

- Identificar 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 suponer que el sistema tiene energía de -3 J. Determinar:

- 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

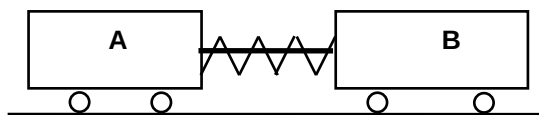
CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL, ANGULAR, Y SU CONSERVACIÓN.

CENTRO DE MASA.

-
1. 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.
-
2. Una persona se encuentra parada sobre una plancha de hormigón que descansa sobre un lago helado. Considerar que no hay rozamiento entre la plancha y el hielo. La plancha pesa cuatro veces más que la persona. Si comienza a caminar sobre la plancha, tal que la plancha se desplaza con respecto al hielo a 0,75 m/s, calcular su velocidad con respecto a la plancha.
-
3. Dos partículas de 2 kg y 3 kg se mueven con relación a un observador considerado en reposo, con rapidez de 10 m/s a lo largo del eje x, y de 8 m/s en un ángulo de 120° medido respecto del mismo eje. (a) Expresar los vectores velocidad. (b) Hallar la velocidad del CM con respecto al sistema fijo. (c) Expresar la velocidad de cada partícula respecto del CM. (d) Hallar la velocidad relativa de las partículas. (e) ¿Cuál es la energía cinética del sistema de partículas respecto al sistema fijo, y con respecto al CM? (f) Verificar la relación entre las E_{CLab} y E_{CCM} totales.
-
4. Una mañana después de una helada invernal, un auto de 1600 kg que viaja hacia el este a 40 km/h choca con un camión de 2800 kg que viaja hacia el sur a 20 km/h por una calle perpendicular. Si los vehículos quedan enganchados al chocar, ¿cuál es el vector velocidad después del choque? *Considerar despreciable el rozamiento entre los vehículos y la calle helada.*
-
5. Una piedra de 0,1 kg se encuentra sobre una superficie horizontal con rozamiento despreciable. Una bala de 4 g que viaja horizontalmente a 450 m/s golpea la piedra y rebota en el plano horizontal a 90° de su dirección original, con una rapidez de 300 m/s. Si ambos cuerpos pueden considerarse puntuales,
- a- Calcular la velocidad de la piedra después del golpe.
 - b- ¿El choque es perfectamente elástico?
-
6. 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 resorte se expande
-

rápida y cae al piso, luego de lo cual el coche A se mueve con una velocidad cuyo módulo es 2 m/s.

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



7. 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 rapidez de 8 m/s en una dirección que forma un ángulo de -30° con el eje X. Hallar la velocidad de la tercera partícula de modo que el CM:

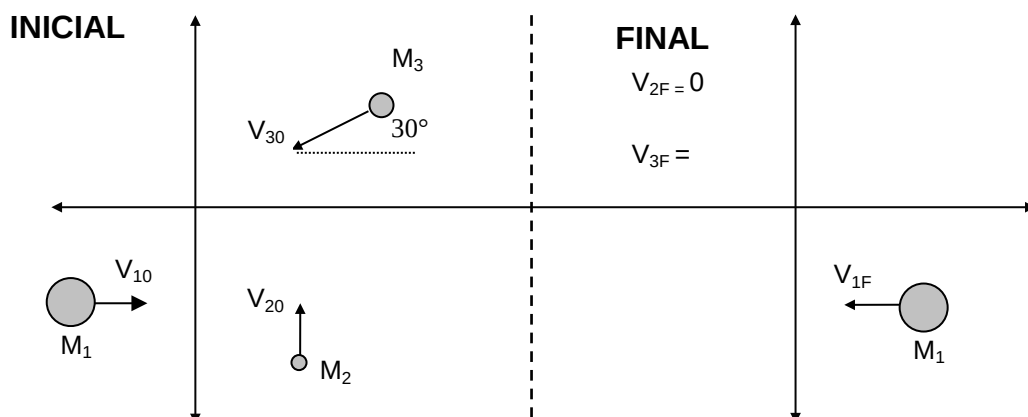
- permanezca en reposo con respecto al observador;
- se mueva con $\mathbf{V}_{cm} = \mathbf{i}$ (-2 m/s) + $\mathbf{j}$ (2 m/s)
- la energía cinética del sistema sea 200 joule (en este caso halle sólo el módulo de $\mathbf{V}$). Todas las velocidades están medidas desde el Lab.

8. 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.

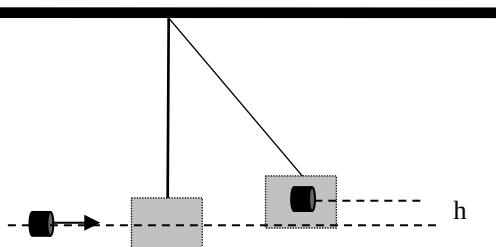
- Hallar la velocidad de m_3 . Suponer que $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 0,5$ kg, $m_3 = 1$ kg, $v_{10} = 1$ m/s, $v_{20} = 2$ m/s, $v_{30} = 4$ m/s y $v_{1F} = 3$ m/s.

- Hallar la velocidad del CM en los dos instantes mencionados en el problema.

- En un instante dado, las posiciones de las masas son: m_1 (-0,8 m; -1,1m), m_2 (0,8m; -1,1m) y m_3 (1,4 m; 0,8 m). Trazar 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).



9. 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.



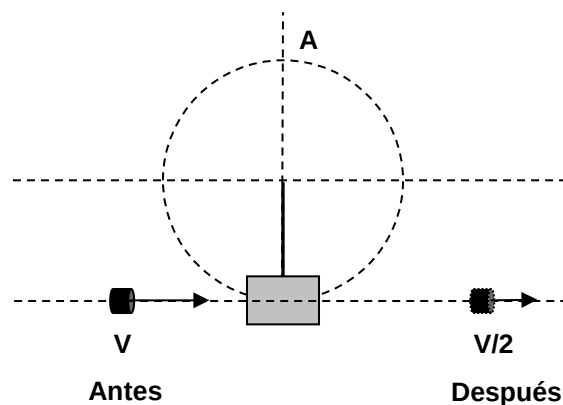
10. Un delantero de rugby de 100kg de masa salta hacia adelante para colocar la pelota detrás de la línea de fondo, y de ese modo anotar un tanto. En el punto de máxima altura de su vuelo, está a 1,2 m del suelo y a 1,1 m de la línea de fondo, y el módulo de su velocidad es 4,2 m/s. En ese punto es bloqueado 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 misma dirección y sentido opuesto. A partir de ese punto ambos se desplazan solidariamente. ¿Será capaz de anotar el delantero?

11. Una bala de masa m y velocidad 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 $V_f = V/2$.

a) ¿Si M describe un círculo completo, puede la velocidad en el punto superior **A**, ser cero? ¿Por qué?

b) Calcular el valor mínimo de V , para que el péndulo describa un círculo completo.

c) Responder el ítem b) si, en vez de un hilo, es una barra rígida de masa despreciable.



12. 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, describir la trayectoria del CM y escriba las ecuaciones paramétricas

(d) ¿El CM se encuentra acelerado? Justificar la respuesta.

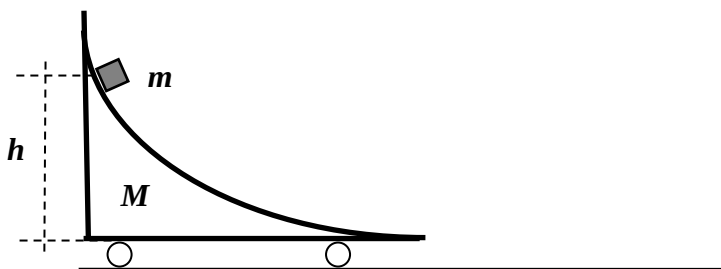
13. Un bloque de masa m se desliza sin rozamiento por la superficie curva de la rampa que se muestra en la figura. La rampa, de masa M , está colocada sobre una mesa horizontal tal que el rozamiento entre la mesa y la rampa es despreciable.

a) Comparar esa situación con una similar pero donde la rampa no deslice (fija al suelo). Analizar si en ambos casos (rampa fija y rampa móvil) la normal rampa/bloque es perpendicular o no al desplazamiento del bloque con respecto a Tierra. En este caso de la rampa móvil: analizar si se conserva P_x y la E_m del sistema formado por rampa + bloque.

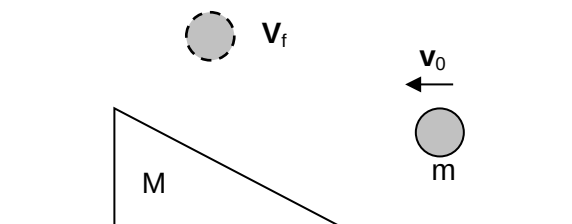
b) Analizar el trabajo que la normal (rampa/bloque) hace sobre el bloque: ¿es cero? Justificar la respuesta. En caso de concluir que no es cero, halle la expresión de dicho trabajo en función de los datos.

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

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

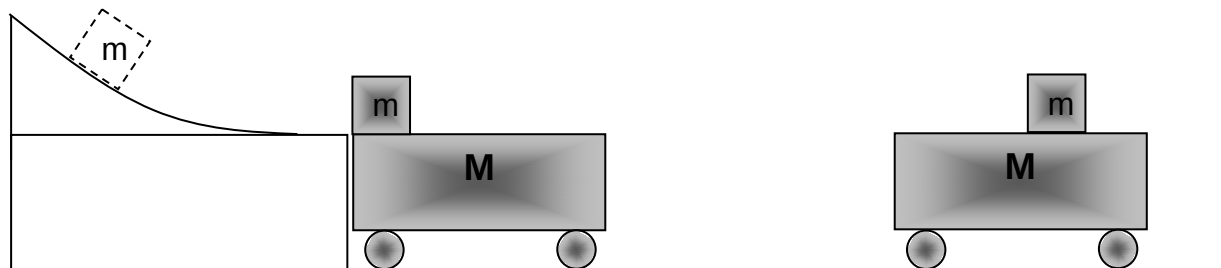


14. Un plano inclinado de masa M , está apoyado y en reposo sobre una superficie horizontal cuyo rozamiento es despreciable. En determinado momento, una masa m que se desplaza horizontalmente con una velocidad v_0 , choca elásticamente contra la cara inclinada e, inmediatamente después del choque, la bola m sale perpendicular al piso y hacia arriba. Encontrar la velocidad de la bola y del plano después del choque. (Aclaración: el ángulo del plano inclinado con respecto a la horizontal es menor a 45°)



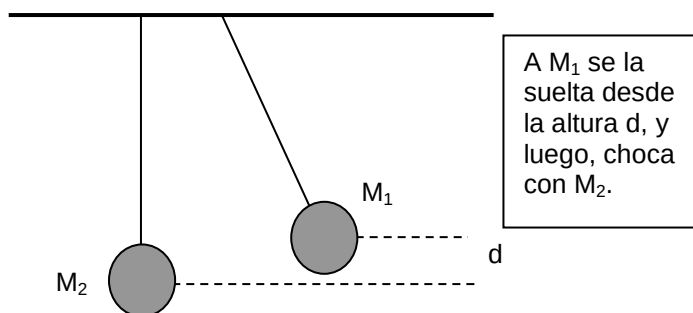
15. Sobre un carro de masa $M = 6 \text{ kg}$ inicialmente en reposo, apoyado sobre una superficie horizontal sin roce, desliza un cuerpo de masa m . Éste, por algún mecanismo, ha adquirido una velocidad $\mathbf{v} = 5 \text{ m/s}$ respecto de una terna inercial. Entre el carro y el cuerpo existe rozamiento, cuyo coeficiente es $\mu_d = 0,4$. Considerando el movimiento de ambos cuerpos desde que la masa $m = 2 \text{ kg}$ se incorpora al carro hasta que ambos se mueven juntos respecto de una terna inercial, realizar lo siguiente:

- 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.
- Hallar la aceleración de m con respecto al piso y con respecto al carro.
- Hallar la aceleración de M con respecto al piso.
- Encontrar la velocidad del centro de masa del sistema.
- El desplazamiento de m con respecto al piso.
- El desplazamiento de M con respecto al piso.
- 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.



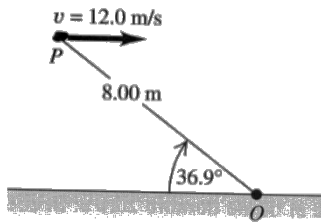
16. Inicialmente, en el sistema de la figura, ambas masas están en reposo. Luego se suelta a M_1 desde una altura "d" impactando contra M_2 . Hallar la expresión general para las alturas máximas finales en función de M_1 , M_2 y "d", si la colisión es:

- totalmente plástica,
- perfectamente elástica,



c) Si M_1 y M_2 valen 0,1 kg y 0,2 kg respectivamente, y $d = 0,2$ m, calcular el valor de las alturas respectivas después del choque si la colisión es inelástica, con pérdida de energía cinética del 10%.

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



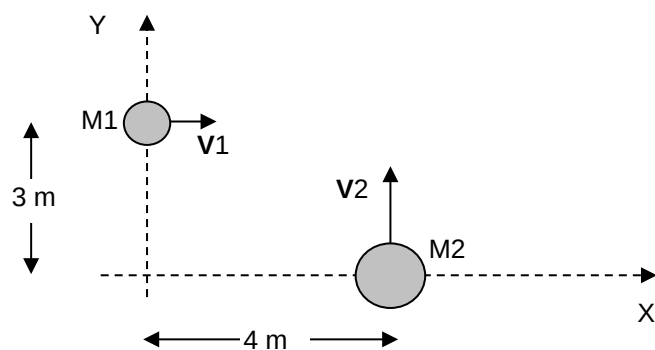
18. Cuando la Tierra está en el afelio (la posición más alejada del Sol) el 2 de julio, su distancia al Sol es de $1,52 \cdot 10^{11}$ m y su velocidad orbital es de $2,93 \cdot 10^4$ m/s. (a) Hallar su velocidad orbital en el perihelio (posición más cercana al Sol), aproximadamente seis meses después, cuando su distancia al Sol es de $1,47 \cdot 10^{11}$ m. (b) Hallar 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) Dibujar el vector aceleración y sus componentes intrínsecas en distintos puntos de la órbita elíptica.

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

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

(b) Determinar la energía cinética total con

respecto al sistema fijo y al CM y verificar la relación entre ellos. El sistema (X, Y) se considera fijo.



20. Suponer 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. Hallar las energías cinética y

potencial elástica de las partículas.

(d) Calcular el momento angular L del sistema con respecto a O y al CM.

21. 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.

a) Indicar la posición y la velocidad del centro de masa del sistema antes y después de que el segundo patinador tome la varilla.

b) Describir el movimiento desde Tierra y desde el sistema centro de masa. Dibujar y calcular las velocidades de los patinadores.

c) Analizar y justificar si se conserva P , L^{cm} y E durante este proceso.

d) Suponer que uno de los patinadores va tirando de la varilla lentamente hasta reducir a 0,75 m su distancia al otro patinador. Contestar el ítem c) para esta nueva situación, y realizar un esquema del movimiento que hacen los patinadores en esta nueva situación, indicando claramente el CM.

e) Comparar las energías cinéticas del sistema correspondientes a las partes “b” y “d”.

HIDRODINÁMICA

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD – TEOREMA DE BERNOULLI

(Modelo: Fluidos incompresibles, no viscosos, y laminares)

1- Se desea pasar por un conducto un volumen total de 100 [l] de agua, en un lapso de 15 [s] de forma continua y uniforme. ¿Cuál es el caudal? Medido en unidades SI [m^3/s], en unidades [l/min], en unidades [cm^3/s]

2- Se tiene en una habitación que está a presión atmosférica normal, un recipiente en forma de cubo de un (1 m) metro de lado, a presión, de tal manera que en cada cara la fuerza resultante es de 35000 [N] de adentro hacia afuera del recipiente.

Indicar el valor de la presión absoluta y de la presión relativa en [bar], en [Pa], en mca (metros de columna de agua) y en [kgf/cm^2]

(Ayuda: $1[\text{bar}] = 10^6 [\text{dy}/\text{cm}^2] = 10^5 [\text{Pa}] = 0,981 [\text{atm}]$, $1 [\text{kgf}/\text{cm}^2] = 98,1 \times 10^3 [\text{Pa}]$).

3- Un día en que se pronosticaba una tormenta se midió la presión atmosférica con el siguiente resultado: 100 300 [Pa]. Indicar la presión en mmHg (milímetros de columna de mercurio) y el psi (libras por pulgada cuadrada = *pound square inch*)

(Ayuda: $1 [\text{atm}] = 760 [\text{mmHg}] = 14,7 [\text{psi}]$)

4- El caudal medio de la sangre que circula en un tramo de poca longitud, de vaso sanguíneo sin ramificaciones es de un litro por minuto. (Se considera el fluido ideal)

a) ¿Cuál es la velocidad media de la sangre en un tramo de dicho vaso si el radio interior es 0,5 cm?

b) ¿Cuál es la velocidad si el radio es 0,25 cm?

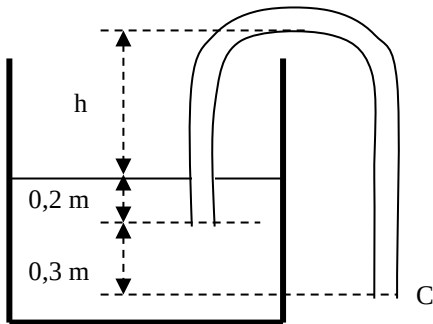
5- Un líquido ideal de densidad 1 [kg/l] se mueve con una velocidad de 3 [cm/s] por un tubo horizontal de diámetro 1,5 [cm]. A partir de cierta sección se reduce el diámetro del tubo a 0,5 [cm].

a) Calcular la velocidad del líquido en la parte más angosta.

b) Calcular el caudal volumétrico y el caudal másico que se mueve por este tubo.

Informar los resultados en unidades SI.





6- Se llena una manguera de pequeño diámetro: 1 cm (constante) con nafta y se cierra por sus dos extremos. Se introduce un extremo en un depósito de nafta de gran diámetro, venteado a la atmósfera. Las posiciones de los extremos de la manguera y de la superficie libre en el depósito se indican en la figura. Se abren ambos extremos. La densidad de la nafta es 680 kg/m^3 .

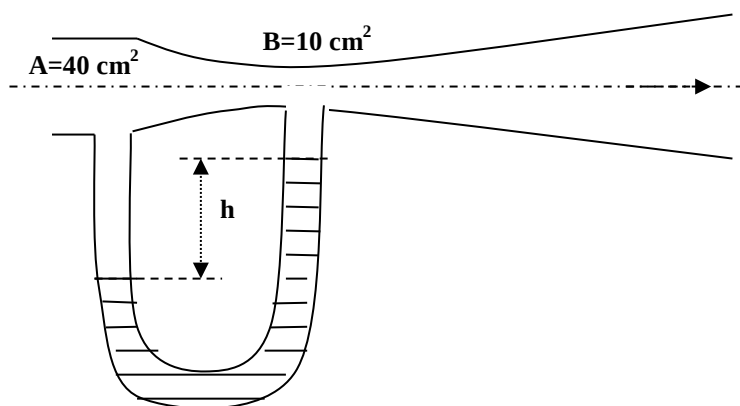
Hallar indicando la estrategia de cálculo:

- La velocidad de la nafta justo al salir del punto C y la velocidad en el extremo más alto de la manguera.
 - El caudal volumétrico y másico.
 - La altura "h" máxima teórica que puede tener la curva de la manguera.
- (este sistema de vaciar un tanque de nafta es conocido con el nombre de sifón)
(Presión atmosférica normal 1013 hPa)

7- Un tubo Venturi se utiliza como reductor, instalado en forma horizontal, y para probar su capacidad de succión se hace una prueba con un manómetro de tubo en "U". Las áreas de la parte izquierda ancha y la parte de constricción se indican en la figura.

Fluye agua pura con un caudal másico de 6 kg/s. Se solicita hallar, indicando la estrategia de cálculo:

- La rapidez del flujo en la parte ancha y en la constricción.
- La diferencia de presión entre ambas secciones, indicando el resultado en [bar] y en [mca].
- La diferencia de altura de las ramas del tubo "U", si se utiliza mercurio como líquido manométrico (densidad relativa del mercurio 13,6).



8- Un líquido que fluye de un tubo vertical produce un chorro de sección circular y de forma bien definida. Para obtener la ecuación del contorno de esta forma, suponga que el líquido está en caída libre una vez que sale del tubo. En la boca del tubo, el líquido tiene rapidez " V_0 ", y el radio del chorro es " r_0 ".

a) Obtener una ecuación para la rapidez del líquido en función de la distancia " y " que ha caído. Combinando este resultado con la ecuación de continuidad, obtener una expresión para el radio del chorro en función de " y " (suponer que no se llega a tener energía suficiente como para formar gota debido a razones de tensión superficial).

b) Si fluye agua a $V_0 = 1,2$ m/s. ¿A qué distancia " y ", el radio del chorro se habrá reducido a la mitad del radio original de salida?



(la imagen cumple una función meramente ilustrativa)

CUERPO RÍGIDO

MOMENTO DE INERCIA – ROTOTRASLACIÓN- CUERPOS RÍGIDOS CON VINCULOS - RODAR SIN DESLIZAR – ENERGIA DEL CR.

- Rototraslación: es el caso más general de movimiento de un cuerpo libre en el espacio.
- Rodadura: es una rototraslación pero vinculada a una superficie que guía o limita su movimiento de alguna manera. Puede deslizar o no.
- Rodar sin deslizar (RSD): es una rodadura pero sin deslizamiento, en donde se cumple que:

$$\mathbf{v}_{cm} = \boldsymbol{\Omega} \times (\mathbf{r}_{cm} - \mathbf{r}_{cir}) = \boldsymbol{\Omega} \times (\mathbf{r}_{cm-cir})$$

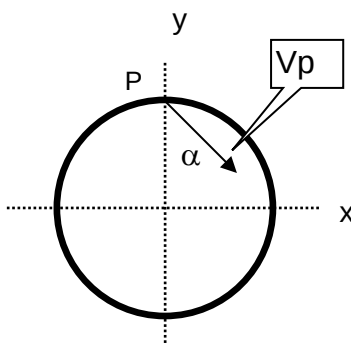
1. A un volante cilíndrico de radio 1 m, se lo hace girar con el eje horizontal a una altura de 11 m y $\omega = 5 \text{ s}^{-1}$. Luego se lo deja caer en caída libre. Calcular:
- a- la velocidad del centro de masa justo antes de tocar el piso.
 - b- la velocidad del punto que hará contacto con el piso, justo antes de tomar contacto.
 - c- 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 figura se muestra una sección del mismo. Las velocidades de dos puntos del cuerpo son :

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

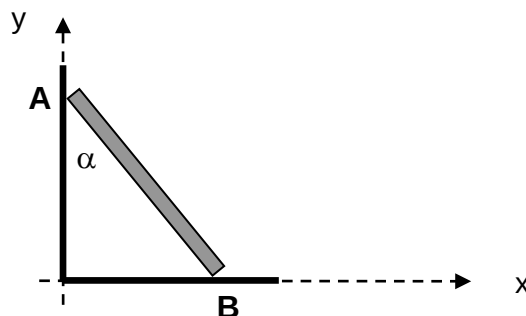
$$V_p = 20 \text{ m/s con } \alpha = 60^\circ$$

- a) Analizar el tipo de movimiento que posee el cilindro y si se comporta como un cuerpo rígido (o sea, si cumple con la condición de rigidez).
- b) Hallar, analítica y gráficamente, la posición del CIR en este instante.



3. Una escalera homogénea de longitud $L = 1$ m, está apoyada en el piso y en la pared. Conociendo el ángulo de inclinación $\alpha = 30^\circ$, y la velocidad del punto A, $\mathbf{V}_A = -2$ m/seg $\mathbf{j}$, hallar, para esta posición:

- La posición del CIR
- La velocidad del punto B
- La velocidad del CM



- ¿Cuál es el significado físico del momento de inercia de un cuerpo?
- El momento de inercia de un cuerpo ¿puede cambiar, o tener más de un momento de inercia?

- ¿Qué es, y cómo está relacionado el eje de giro, con el momento de inercia de un cuerpo?
- 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?
- 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? ¿Tardará igual tiempo en ambos casos?

6. Una esfera hueca de plomo y otra maciza de madera, tienen igual radio y masa. La de plomo gira respecto de un eje baricéntrico. ¿Qué distancia habrá que desplazar el eje baricéntrico de la esfera de madera para que el momento de inercia con respecto a este nuevo eje, sea el mismo que el que tiene la esfera hueca de plomo con respecto a su eje baricéntrico?

$$I_{\text{cm esfera maciza}} = \frac{2}{5} MR^2; I_{\text{cm esfera hueca}} = \frac{2}{3} MR^2$$

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 gira con velocidad constante mientras sostiene en sus manos, con los brazos extendidos, dos masas iguales. Sin mover los brazos, suelta las dos masas. ¿Ocurre algún cambio en la velocidad angular del chico?

b) ¿Se conserva el momento cinético del sistema chico+masas entre un instante antes y uno después de soltarlas?

c) Si repentinamente el chico encoge los brazos hacia el pecho: ¿Varía su velocidad angular? Explicar

d) ¿Varía su energía cinética? Explicar

Considerar en todos los casos despreciable el rozamiento entre el taburete y el eje fijo al piso.

10. Un volante, es una gran masa rotante que permite acumular energía cinética de rotación, para luego transferirla a algún sistema, por ejemplo, para arrancar un motor. El volante (con forma de 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?

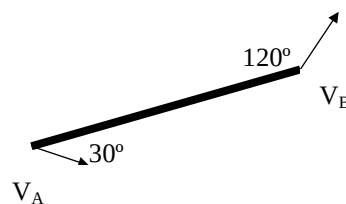
11. Un clavadista salta del trampolín con los brazos hacia arriba y las piernas estiradas, de forma que su momento de inercia alrededor de su eje de rotación es de 20 kg.m². Luego se encoge reduciendo su momento de inercia a 3,6 kg.m² y da 2 revoluciones completas en 1,2 s. Si no se hubiera encogido, ¿cuántas revoluciones habría dado en los 1,5 s desde el trampolín al agua?

12. Una varilla homogénea de masa M y longitud L = 0,4 m está apoyada sobre una mesa horizontal sin rozamiento. En un instante dado, los extremos de la varilla tienen velocidades $V_A = 2\text{ m/s}$ y V_B , como indica la figura.

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

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

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



13. El vector posición $\mathbf{r}$ de un cuerpo de 6 kg de masa está dado por la ecuación:

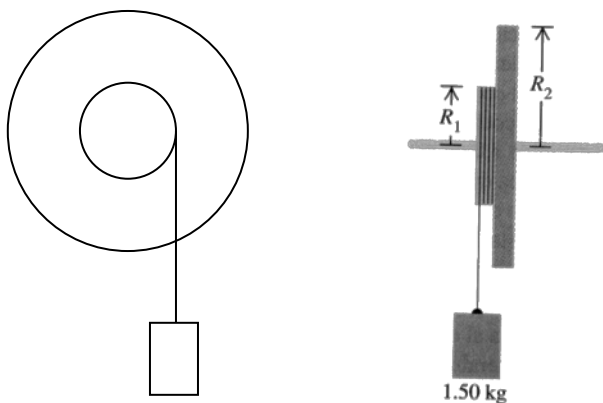
$\mathbf{r} = \mathbf{i} (3t^2 - 6t) + \mathbf{j} (-4t^3)$ donde $\mathbf{r}$ se mide en metros y t en segundos. Hallar: (a) la fuerza que actúa sobre la partícula, (b) el torque $\mathbf{T}$, con respecto al origen, que actúa sobre la partícula y (c) los momentos lineal $\mathbf{P}$ y angular $\mathbf{L}$,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

14. 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.

a- ¿Qué momento de inercia total tienen los discos respecto del eje que pasa por sus

centros tal como muestra la figura?

- b- Un hilo ligero se enrolla en el disco más pequeño y se cuelga de él un bloque de 1,50 kg. Si el bloque se suelta del reposo desde una altura de 2,00 m sobre el piso ¿qué velocidad tiene justo antes de llegar al piso?
- c- Repetir el ítem –b- pero ahora con el hilo arrollado en el disco grande.
- d- ¿En qué caso (ítem –b- o ítem –c-) alcanza mayor velocidad el bloque? Analizar su respuesta.

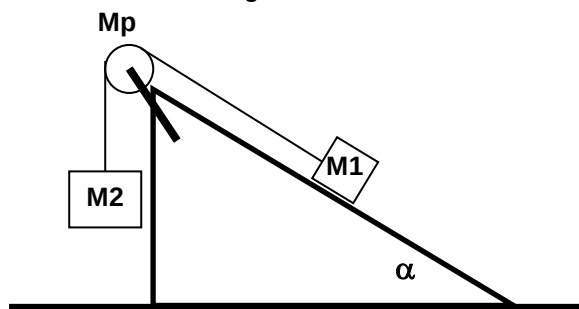


15. En el sistema de la figura, la polea es parecida a un disco homogéneo y se comporta como un cuerpo rígido.

- a) Hallar la aceleración del sistema, y las tensiones T_1 y T_2 en la cuerda.
- b) Hallar la variación de energía mecánica cuando desciende una altura igual a 0,6 m.

Datos

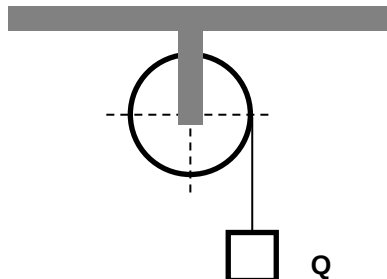
$M_1 = 50 \text{ g}$	$\alpha = 30^\circ$
$M_p = 400 \text{ g}$	$R = 20 \text{ cm}$
$M_2 = 600 \text{ g}$	$\mu = 0,2$



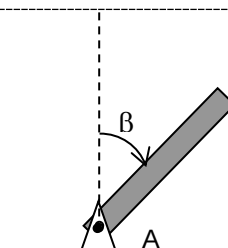
16. En el dispositivo de la figura, la polea cilíndrica es homogénea, tiene una masa de 10 kg y un radio de 40 cm. El cuerpo colgante Q, tiene una masa de 30 kg y se lo suelta desde el reposo. En el instante en que su rapidez es de $|V_q| = 2 \text{ m/s}$, se le aplica a la polea un momento constante de $200 \text{ N}\cdot\text{m}$ en sentido anti-horario.

- a- Dibujar en forma cualitativa el vector momento.
- b- Calcular la distancia que recorrerá el cuerpo Q, desde el instante en que se aplica momento de

frenado hasta detenerse.



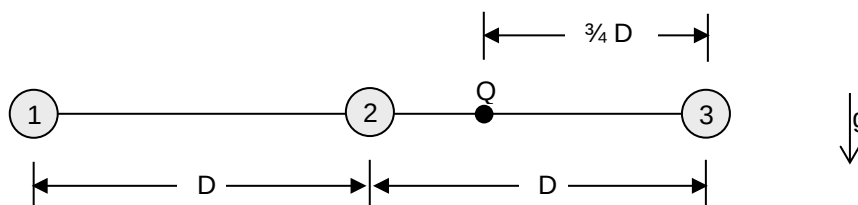
17. Una barra rígida homogénea de longitud $L = 50$ cm, masa $M = 10$ kg, y el $I^{CM} = ML^2/12$, puede girar libremente en un plano vertical alrededor de un pivote A fijo al piso. Inicialmente, se lleva la varilla a la posición vertical y luego se suelta. Calcular en el instante en que la barra forma un ángulo $\beta = 60^\circ$ con la vertical:



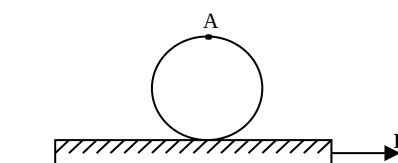
a) Su aceleración angular. b) La velocidad del centro de masa. c) El impulso angular. d) La fuerza que el pivote A le ejerce a la barra.

18. La figura muestra una barra rígida de masa despreciable que tiene tres masas puntuales 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 ($t=0$ s). Suponiendo que M y D son datos,

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



19. 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

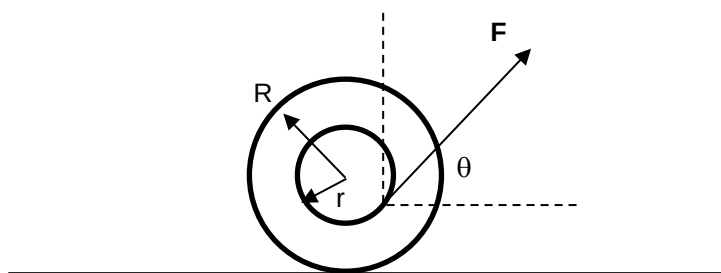


despreciable y entre el cilindro y la tabla es tal que el cilindro rueda sin resbalar. Si el sistema parte del reposo:

- Realizar los diagramas de cuerpo libre del cilindro y la tabla
- Calcular la aceleración angular desde un SRNI.
- Calcular, por consideraciones energéticas, la velocidad de la tabla cuando ésta se ha desplazado una distancia d .
- Analizar el sentido de la aceleración del CM del cilindro, desde un sistema fijo y desde uno solidario a la tabla.

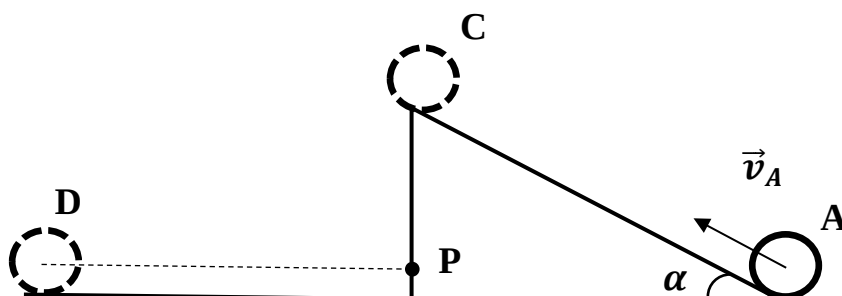
20. Un yo-yo se encuentra en reposo en una mesa horizontal y está en libertad de rodar, ver figura. Se ejerce sobre el hilo del yo-yo una suave tracción hacia arriba con un ángulo θ de modo que el yo-yo rueda sin resbalar.

- Hallar una expresión para la aceleración del cm en función de los datos. ¿Hacia dónde rodará?
- ¿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?



21. El centro de masa de un cilindro de radio $R=10$ cm y masa $M=5$ Kg tiene en la posición A una velocidad de módulo 20 m/s, dirección y sentido indicado en la figura. Sube por el plano inclinado rodando sin deslizar, y al llegar a la posición C sale despedido y vuela hasta la posición D. Despreciando el rozamiento con el aire y sabiendo que el cilindro recorre 4m antes de separarse del plano inclinado de ángulo

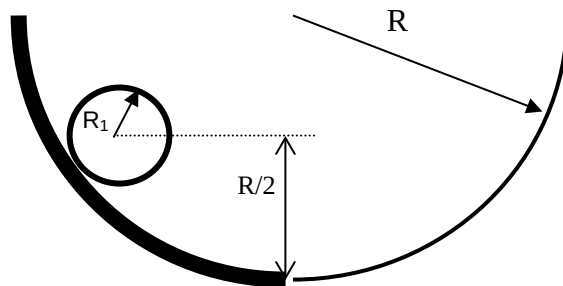
$\alpha = 37^\circ$. Se solicita:



- Realizar el diagrama de cuerpo libre, seleccionar el sistema de referencia y el sistema de coordenadas para hallar la aceleración del CM y la aceleración angular del cilindro cuando su CM se encuentra en estas posiciones:

- Sobre el plano inclinado a una altura de 2 m, medida respecto al piso.
 - Cuando está volando a una altura de 2 m, medida respecto al piso.
- b) Encontrar la altura máxima a la que llega el CM del cilindro.
- c) Hallar el momento cinético del Rígido respecto de P justo antes de tocar el piso. El punto P se encuentra a una altura $h = R$ respecto al piso.

22. 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.

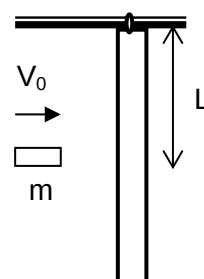
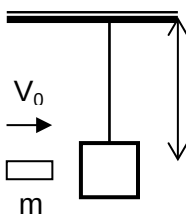


- a) ¿Cuál es la velocidad angular del cilindro en la posición más baja?
- b) ¿Cuál será la altura máxima que alcanza el cilindro en la mitad lisa de la tubería?
- c) Comparar las alturas inicial y final. Justificar.
- d) ¿Por qué necesita que actúe fuerza de rozamiento para rodar sin resbalar?, ¿qué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

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

23. 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 masa puntual del péndulo ideal y en el centro de masa de la barra respectivamente y quedan incrustados.

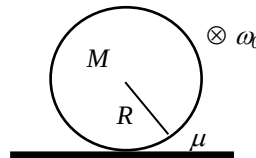
- a) Analizar ambos sistemas (bala + péndulo ideal); y (bala + barra) un instante inmediatamente antes y un instante inmediatamente después de la colisión. ¿Se conserva la cantidad de movimiento del sistema en el eje horizontal?
- b) ¿Se conserva la energía mecánica durante y después de la colisión?
- c) 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: $ICM = (M \cdot L^2)/12$).

24. Un cilindro homogéneo de radio R y masa M , tiene inicialmente en $t=0s$ una velocidad angular constante ω_0 y el módulo de la velocidad de su centro de masa es 0 [m/s]. Cuando se lo apoya sobre una superficie horizontal con rozamiento, al principio comienza a rodar deslizando y luego rueda sin deslizar. ($I^{CM} = 1/2 \cdot M \cdot R^2$).



- Analizar en forma cualitativa el movimiento en la zona en la cual avanza deslizando y en la zona que ya rueda sin deslizar. Justificar en cada tramo si la a_{cm} es o no constante, y si la F_{roz} hace o no trabajo.
- Analizar la conservación del momento cinético (L) desde un punto fijo al piso. Obtener las expresiones del momento cinético para el instante inicial y para el instante en que el centro de masa alcanza una velocidad constante.
- Calcular el Ω final cuando rueda sin deslizar.
- Justificar si se conserva la cantidad de movimiento lineal en su recorrido hasta alcanzar la velocidad máxima del CM.

ONDAS MECÁNICAS

PROPAGACIÓN DE ONDAS - ACÚSTICA – DOPPLER

Nomenclatura sugerida:

- Notación para la ecuación de onda que representa la deformación del medio: $\xi(x,t)$
- Densidad de Energía o Energía media sobre volumen = $\langle E \rangle / Vol = 0,5 \cdot \xi_0^2 \cdot \omega^2 \cdot \rho [J/m^3]$
- Energía media por unidad de área y de tiempo = Potencia media sobre área = Intensidad = $0,5 \cdot \xi_0^2 \cdot \omega^2 \cdot \rho \cdot v [W/m^2]$
- Intensidad en función de la presión (Gases); Intensidad = $(\Delta P)^2 / (2 \cdot v \cdot \rho) [W/m^2]$

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 de 15 cm. Para que una cresta llegue a la orilla situada a 12 m del bote se necesitan 6 s. (a) Calcular la longitud de onda de las ondas superficiales. (b) Escribir una posible función de onda 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. Hallar: la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda. Trazar un diagrama de la onda en el que se muestre la amplitud y la longitud de onda.

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

- Representar gráficamente $\varepsilon = f(x)$, en un intervalo de varias longitudes de onda, para $t = 0$ y $t = 0.025$ s.
- Repetir el problema para $\varepsilon = 2 \sin [2\pi (0.5x + 10t)]$ y comparar los resultados.
- Suponiendo que la onda corresponde a una onda elástica transversal, representar gráficamente la velocidad $d\varepsilon/dt$, y la aceleración $d^2\varepsilon/dt^2$, en $t = 0$ y $t = T$.
- ¿Cuánto vale la velocidad de propagación?

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

- en $t = 0$, ¿cuáles son los valores para el desplazamiento del medio en $x = 0; 0,1; 0,2$ y $0,3$ m?
- En $x = 0,1$ m, ¿cuáles son los valores del desplazamiento para $t = 0; 0,1$ y $0,2$ s?
- ¿Cuál es la ecuación para la velocidad de oscilación de las partículas de la cuerda?
- ¿Cuál es la velocidad máxima de oscilación?

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

Para resolver este problema, se recomienda utilizar una planilla de cálculo para ingresar los valores y graficar la onda.

5. El extremo de una cuerda estirada se ve forzado a vibrar con un desplazamiento dado por $y = 0,1 \cdot \sin(6t)$, 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 0,01 kg/m. Calcular:

- a) la velocidad de las ondas en la cuerda,
- b) su frecuencia,
- c) la longitud de onda,
- d) la función que describe el desplazamiento de un punto de la cuerda, que se encuentra a 1 m de la fuente y de otro a 3 m de la fuente.

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

- a- Calcular la frecuencia y el número de onda
- b- Escribir la ecuación de la onda
- c- Escribir la ecuación de movimiento para el punto del hilo ubicado en $x = 0$.
- d- Escribir la ecuación de movimiento de una partícula ubicada a 0,9 m a la derecha del origen.
- e- Calcular la velocidad transversal máxima de cualquier partícula del hilo
- f- Calcular la velocidad y el desplazamiento de una partícula ubicada a 0,9 m a la derecha del origen para $t = 0,05$ s

7. 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 kg.

- a) Hacer un esquema del sistema y encontrar la velocidad de propagación de las ondas transversales a lo largo de la cuerda.
 - b) Suponer que una onda armónica de 10^{-3} m de amplitud y 0.3 m de longitud de onda se propaga por la cuerda, escribir la ecuación de onda.
 - c) Hallar la velocidad transversal máxima de cualquier punto de la cuerda.
 - d) Determinar la potencia media de la onda.
-

8. Una onda armónica longitudinal con $f = 400 \text{ Hz}$, viaja por una varilla de aluminio cilíndrica y homogénea. La potencia media por unidad de área de la onda es de $5,50 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

- a- Calcular la longitud de la onda
- b- Calcular la amplitud de la onda
- c- Determinar la velocidad longitudinal máxima de una partícula de la varilla

9. 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 . Hallar:

- 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.

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

- 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 $1,29 \text{ kg}/\text{m}^3$ y la velocidad del sonido de 345 m/s .

11. ¿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 con las palabras clave: **física Doppler** y observar el fenómeno en forma dinámica.

12. Un tren que viaja a 30 m/s , hace sonar su silbato a una frecuencia de 500 Hz . Suponiendo que el aire está prácticamente en reposo, y la velocidad de sonido a 20°C es de 344 m/s :

- a) Calcular la longitud de onda para las ondas sonoras:
 - a_1 - delante de la locomotora
 - a_2 - detrás de la locomotora
- b) Calcular la frecuencia del sonido que escucha una persona parada en el andén, cuando la locomotora:

b_1 - se acerca a él

b_2 - se aleja de él.

13. 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, encontrar 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.

Suponer ahora que la fuente está en reposo con respecto al aire y el observador se mueve a 30 m/s. Encontrar la frecuencia efectiva registrada por el observador que ve a la fuente. ¿Cambia la longitud de onda en este caso?

- c) alejándose,
- d) acercándose a él.

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

14. En una mañana helada (0°C), un tren viaja a 35 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 la misma dirección y sentido contrario a 15,5 m/s si:

- a- se acerca al primer tren
- b- se aleja del primer tren

15. **Sonar náutico.** La fuente de sonido del sistema de sonar de un barco opera con una frecuencia de 25 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 5,85 m/s.

Considerar que el barco está en reposo con respecto al agua.

16. ¿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 $\mathbf{v}$;
 - 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 ELASTICAS Y DENSIDADES PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	Constantes elásticas		Densidad
	Módulo de Young (o de elasticidad E)	Módulo de Rigidez	
	Y o E (Esfuerzos longitudinales) (10^{11} N/m ²)	G (Esfuerzos de corte – Transversales) (10^{11} N/m ²)	ρ (10^3 kg/m ³)
Aluminio	0,7	0,24	2,7
Acero	2,0	0,80	7,8
Hierro	2,1	0,82	7,9
Cobre	1,25	0,46	8,9
Plomo	0,16	0,054	11,3

SUPERPOSICIÓN DE ONDAS

BATIDO - ONDA ESTACIONARIA - RESONANCIA - ÓPTICA FÍSICA

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

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

1. 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. Escribir una posible función de onda para cada onda progresiva y otra para la suma de ambas en un punto del espacio, o sea, el $a(t)$ para el batido.

2. Algunas de las teclas bajas del piano, tienen dos cuerdas idénticas de igual densidad lineal. En una de estas teclas, una de las cuerdas está ajustada correctamente para producir 100 Hz. Al golpear, y hacer sonar las dos cuerdas al mismo 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? Considerar la misma longitud de onda para ambas cuerdas.

3. 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 Hz y se oyen 2,6 pulsaciones por segundo. Calcular las posibles frecuencias de la trompetista.

4. Si las ecuaciones de dos ondas estacionarias son (unidades correspondientes en [m] y [s]):

$$y_1 = 3 \cos(5x) \cdot \cos(10t)$$

$$y_2 = 3 \sin(5x) \cdot \sin(10t)$$

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

5. Una cuerda estirada de 0,05 kg vibra con una frecuencia de 25 Hz en su modo fundamental cuando los soportes a los que está atada la cuerda están separados 0,8 m. Calcular:

a- la velocidad para una onda transversal en la cuerda

b- la tensión en la cuerda

6. Un tablón se coloca sobre un pozo de 5 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 tienen 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.

7. Un tubo de 0,6 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) Escribir las correspondientes ecuaciones para las ondas que se forman en el tubo en ambos casos, indicar la ecuación de dos ondas progresivas posibles que hayan generado dichos armónicos.

8. Un tubo de órgano tiene siempre un extremo abierto que es por donde ingresa el aire que excita al tubo. Se sabe que un determinado tubo, tiene dos armónicos sucesivos con frecuencias de 400 y 560 Hz. Considere que la velocidad del sonido en el aire a temperatura ambiente y a nivel del mar vale de 1238 km/h.

- a- ¿El otro extremo del tubo, está abierto o cerrado?
- b- ¿las frecuencias que se dan como dato, de qué armónicos se tratan?
- c- ¿qué longitud tiene el tubo?

9. *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?

10. **Uso de la resonancia para determinar la velocidad del sonido.** Un diapasón de frecuencia 256 Hz está cerca de la boca de una probeta. 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?, ¿qué error porcentual cometen si no realizan esta corrección?

Este problema está asociado a la práctica de laboratorio: "Medición de la velocidad del sonido utilizando un tubo con agua."

SUPERPOSICIÓN DE ONDAS EM (Electromagnéticas) - OPTICA FISICA

Nomenclatura sugerida:

a = separación entre fuentes (interferencia)

b = ancho de las ranuras (difracción)

D = distancia de las fuentes a la pantalla

11. ¿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.

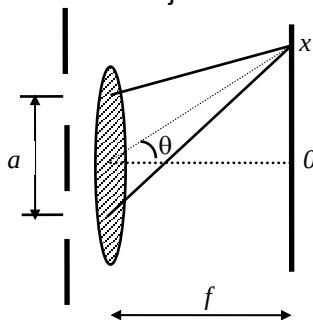
12. Dos fuentes de sonido sincronizadas envían ondas de igual intensidad a una frecuencia de 680 Hz. Las fuentes están separadas 0,75 m. La velocidad del sonido en aire es de 340 m/s. Hallar las posiciones de mínima intensidad: (a) en una línea que pasa por las fuentes, (b) en un plano que es el bisector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

13. Dos ranuras separadas entre sí por 1 mm son iluminadas con luz roja de longitud de onda de $6 \cdot 10^{-7}$ m. Las franjas de interferencia son observadas en una pantalla colocada a 1 m de las ranuras. (a) Hallar la distancia entre dos franjas brillantes y entre dos oscuras consecutivas. (b) Determinar la distancia a la que se encuentran la tercera franja oscura y la quinta brillante de la franja central.

14. 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 $\lambda_1 > \lambda_2$. En un experimento de Young se utiliza luz blanca. ¿Qué tipo de patrón de interferencia se espera?

15. 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. Verificar 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.



16. Suponer que, en lugar de dos ranuras paralelas como en el experimento de Young, se tienen tres igualmente espaciadas por una distancia “ a ”.

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

b) Analizar 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. Suponer que $a = 100\lambda$. Comparar resultados.

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

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

19. 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?

Aclaración: Para la resolución analítica considerar la distancia focal como la distancia D a la pantalla.

20. 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. Calcular λ_1 y λ_2 .

21. Se quiere medir el ancho de una ranura (0.1 mm) con un error menor al 10%. Indicar 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.

22. 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. Determinar los ángulos de desviación para los espectros de primero, segundo y tercer orden.

23. En un patrón de interferencia y difracción producido por dos ranuras, el tercer máximo principal no se observa debido a que éste coincide con el primer cero de difracción. (a) Encontrar el cociente a/b (a es la separación entre ranuras y b es el ancho de cada una). Representar gráficamente la distribución de intensidades sobre varios máximos a ambos lados del máximo central. (c) Hacer un bosquejo de las franjas que aparecerían en una pantalla. (d) Repetir los puntos (a), (b) y (c) para (i) tres ranuras, (ii) para cinco ranuras.

24. 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 mm, 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 20,4 cm con una incerteza absoluta $\Delta y = 0,1$ cm. Se observa que el quinto máximo de interferencia no se puede ver porque coincide con el 1er mínimo de difracción. Hallar (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).

ÓPTICA GEOMÉTRICA

TEORÍA PARAXIAL DE RAYOS – REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE ONDAS

CONVENCIÓN DE SIGNOS PROPUESTA:

Posiciones positivas: sentido contrario al de la luz incidente.

Espejos esféricos

$$1/x + 1/x' = 1/f = 2/R$$

Lentes delgadas rodeada por un único medio de índice n_0 :

$$1/x - 1/x' = 1/f = [(n_{\text{Lente}}/n_0) - 1] * (1/R_2 - 1/R_1)$$

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

Superficies refractoras :

$$n_2/x' - n_1/x = (n_2 - n_1) / R$$

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

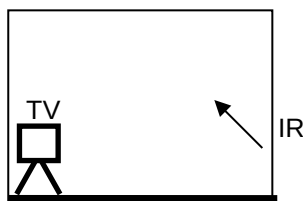
1. ¿Cuáles de las siguientes propiedades de una onda varían y cuáles no en la refracción?

a) Frecuencia, b) longitud de onda, c) velocidad de propagación, d) dirección de propagación. Explicar la 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. Explicar la 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 qué 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 m. Calcular 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) 1,4 m, (b) 1 m, (c) 0,8 m, (d) 0,5 m y (e) 0,3 m. ¿Qué sucede si el objeto es virtual?

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

- a) Calcular la posición de la imagen de un objeto y el aumento si la distancia del objeto al espejo es de 0,6 m. Considerar también un objeto virtual a una distancia de
- b) 0,3 m y
- c) 0,8 m.

6. Una persona intenta cortarse el flequillo y, para ver los detalles más claramente, decide utilizar un espejo cóncavo de radio 30 cm para aumentar su imagen. Si la distancia óptima de visión es de 25 cm,

- a) ¿a qué distancia del espejo debería ubicarse para verse a sí mismo de manera óptima y derecho?
- b) ¿Cuántas veces más grande se vería?

Aclaración: La distancia óptima o de visión clara, es la distancia mínima aproximada a la que hay que ubicarse para que un observador pueda ver bien. En este caso, la posición del observador coincide con la posición del objeto (flequillo).

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

- a) Calcular el desplazamiento lateral de un rayo de luz cuyo ángulo de incidencia es de 45° .
- b) Dibujar la trayectoria del rayo.

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

- a) Determinar la desviación de un rayo que incide con un ángulo de 40° .
- b) Encontrar la desviación mínima y el correspondiente ángulo de incidencia.

9. En un determinado instante, un pez se encuentra a 9 cm debajo de la superficie de un tanque con agua cuya profundidad total es de 24 cm.

¿Cuál es la profundidad aparente del pez cuando se lo mira directamente desde arriba?

10. La desviación mínima de un prisma es de 30° . El ángulo del prisma es de 50° . Encontrar:

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

11. Indicar cuáles imágenes son reales y cuáles virtuales:

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

12. 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.

- a) ¿Cuál es la posición de la imagen final?
- b) ¿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? Tener en cuenta los criterios de teoría de la medida.

13. 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) Encontrar 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?

14. Considerar 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. Repetir el ejercicio para $n_1 < n_2$.

15.a) Realizar 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) Encontrar la distancia focal en cada caso. Suponga que $n = 1,5$.
- c) Repetir 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 0,2 m y 0,3 m.

- a) Calcular la distancia focal.
-

b) Determinar 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) Considerar el caso de un objeto virtual que está a 0,20 m detrás de la lente.

Realizar 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) Hallar la distancia focal.

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

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

18. Un objeto está colocado a 1,20 m de una lente. Determinar 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. Calcular 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,

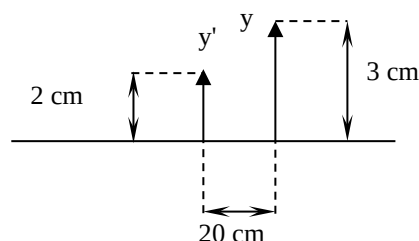
c) virtual y dos veces mayor.

20. a) Si el objeto "y" es real, indicar de qué lado debe incidir la luz o si es indistinto.

b) Calcular analíticamente dónde está la lente y cuál es su distancia focal para el caso representado (y = objeto real; y' = imagen).

c) Realizar el trazado de rayos.

d) 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) Calcular la posición de la imagen y el aumento de un objeto colocado a 0,20 m del sistema.

b) Considerar también un objeto virtual colocado a una distancia de 0,40 m del sistema.

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 sus 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 descrita 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.

RESPUESTAS DE ALGUNOS PROBLEMAS DE LA GUÍA

CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

Problema 18B (Hombre sobre plataforma con polea): a) $|a| = 3\mu g$

Problema 19 (Masa con 2 hilos en movimiento cónico): c) 30 RPM

Problema 21 (Paracaidista): $t = 0,4$ s

Problema 23 (Movimiento pistón): a) $3,43 \cdot 10^3$ m/s²; b) $1,2 \cdot 10^3$ N; c) 13,1 m/s; d) $4,80 \cdot 10^3$ N y 26,2 m/s.

EL TRABAJO DE LAS FUERZAS Y LA ENERGÍA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Problema 11 (Piedra en tazón): 2,71 m/s

Problema 13 (Balde y poleas): $V = (20)^{0,5}$ m/s

Problema 14 (Masa resorte que se estira): a) 3,87 m/s; b) 0,10 m

Problema 15 (Plano inclinado con resorte): b) 0,97 m

Problema 22 (Potencia furgón minero): a) 10,2 Kw; b) 10,6 Kw; c) 5,82 MJ.

SISTEMA DE PARTÍCULAS

Problema 1 (Lanzador de disco): $\mathbf{V} = (0,625 \text{ m/s}) \mathbf{i} + (10,3 \text{ m/s}) \mathbf{j}$

Problema 2 (Persona en plancha de hormigón): 3,75 m/s

Problema 4 (Choque camión y auto): $\mathbf{V} = 19,3$ km/h, con dirección 41,2° al sur del este

Problema 5 (Choque de piedra y bala): a) 21,6 m/s; b) 33,7°.

Problema 11 (Bala atraviesa péndulo): b) $V = (2M/m)[5gL]^{0,5}$; c) $V = (2M/m)[4gL]^{0,5}$

HIDRODINÁMICA

Problema 6 (Sifón): a) $V_c = 3,1$ m/s c) $h = 15$ m

Problema 7 (Venturi): a) $V_1 = 150$ cm/s; $V_2 = 600$ cm/s b) 1,72 m.c.a. = 0,17 bar c) 0,13 m

CUERPO RÍGIDO

Problema 2 (Cinemática de un cilindro): b) $\mathbf{R}_{CIR} = (-0,173 \mathbf{i} + 0 \mathbf{j})$; $\boldsymbol{\Omega} = -57,7 \text{ s}^{-1} \mathbf{k}$

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

Problema 6 (Esferas huecas): El eje se encuentra a 0,516R del centro.

Problema 10 (Volante giratorio): a) $0,507 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$; b) 0,866 m

Problema 11 (Clavadista en trampolín): 0,45 revoluciones

Problema 12 (Cinemática de una varilla): $\mathbf{V}_{cm} = (1,73, 1, 0) \text{ m/s}$; $w = 10 \text{ rad/s}$; $|\mathbf{V}_b| = 3,46 \text{ m/s}$

Problema 14 (Acople de dos discos): a) $3,24 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$; b) 3,40 m/s; c) 4,95 m/s

Problema 17 (Barra que cae): a) $\gamma = 25,6 \text{ rad/s}^2$; b) $V_{cm_{ig}} = 1,36 \text{ m/s}$; c) $\Delta L = 4,52 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$; d) $\mathbf{F}_A = (21,2 \mathbf{t} - 24,5 \mathbf{r}) \text{ N}$

Problema 19 (Cilindro apoyado en tabla): b) $\gamma = 2F/[r(M + 3m)]$

ONDAS MECÁNICAS

Problema 8 (Onda en varilla aluminio): a) 12,7 m; b) $1,85 \cdot 10^{-8} \text{ m}$; c) $4,65 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Problema 12 (Doppler silbato locomotora): a_1) 0,63 m; a_2) 0,75 m

Problema 13 (Doppler fuente que se desplaza): a) 94,6 Hz; 3,6 m; d) 112 Hz

Problema 14 (Doppler dos trenes en mov.): a) 350 Hz; b) 259 Hz

Problema 15 (Doppler sonar náutico): a) 0,059 m; b) 98 Hz

SUPERPOSICIÓN DE ONDAS

Problema 2 (Batido teclas bajas del piano): 2 %

Problema 5 (Batido afinación instrumento): 442,6 Hz y 437,4 Hz

Problema 7 (Resonancia velocidad de propagación): a) 40,0 m/s; b) 100 N

Problema 8 (Resonancia con un tablón): a) 20,0 m/s; b) 4 saltos/s

Problema 10 (Resonancia tubo de órgano): c) 1,08 m.

Problema 24 (Red de difracción): a) $1 \cdot 10^{-5}$ m; b) $2 \cdot 10^{-6}$ m; $\lambda = 680$ nm; $\Delta \lambda = \pm 3,3$ nm

ÓPTICA GEOMÉTRICA:

Problema 6 (Espejo cóncavo): a) 8 cm. b) 2,1 veces.

Problema 20 (Posición de la lente, foco, y tipo de lente): a) $x=60$ cm; $x'=40$ cm; $f_o = -120$ cm. c) Lente divergente a la izquierda de la imagen. Si fuese biconvexa sería convergente, no puede ser.

APÉNDICE DE PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS

PCI01.

Dado un disco que gira en forma uniforme a razón de 13,2 radianes cada 6 segundos, calcular:

- Velocidad angular del disco
- Período y frecuencia de rotación
- El tiempo que tardará el disco en girar 780°
- El tiempo que tardará el disco en girar 12 revoluciones
- Si la trayectoria está descrita en el plano xy, el giro es horario y el radio 1 m, expresar velocidad y aceleración usando versores, cuando el cuerpo intercepta los ejes coordenados.

PDI01.

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. Calcular la máxima rapidez que puede alcanzar la piedra sin romper la cuerda.

PDI02.

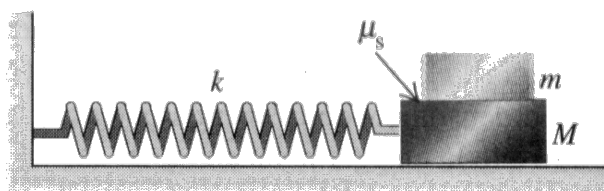
Una roca de masa 3 kg cae desde el reposo en un medio viscoso. Sobre ella actúa una fuerza neta constante de 20 N (combinación de la fuerza gravitatoria y de la fuerza de flotación ejercida por el medio) y la fuerza de resistencia del fluido $F = -k.v$ (v es la velocidad en m/s y $k = 2 \text{ Ns/m}$).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

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

Rtas: a) 6,67 m/s²; b) 4.67m/s²; c) 10 m/s

PDI03.

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 . Determinar la amplitud de oscilación máxima para la cual el bloque superior no resbale.

PDI04.

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

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

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

Problema de interferencia de fuentes puntuales múltiples:

POF01: El primer radiointerferómetro múltiple, construido en 1951, consiste en 32 antenas separadas entre sí 7m cada una. El sistema está sintonizado a una longitud de onda de 21 cm. Por tanto, el sistema es equivalente a 32 fuentes puntuales igualmente espaciadas. Hallar:

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

Problemas de óptica geométrica: instrumentos ópticos

POG01: ¿Qué quiere decir el término "enfoque" de un instrumento óptico? Analizar 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.

POG02: 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) Calcular 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?

POG03: El diámetro de la Luna es de 3,5. 103 km y su distancia a la Tierra es de 3,8. 105 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.