DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS F.I. U.N.L.P.
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

FÍSICA I

Módulo I

Primer semestre 2025

CLASES I-IX

ÍNDICE

CURSO FÍSICA I PRIMER SEMESTRE 2025 ..... **2**

CRONOGRAMA 2

ORGANIZACIÓN DE LA CÁTEDRA 2

EVALUACIONES, CALIFICACIONES, APROBACIÓN DE LA CURSADA Y PROMOCIÓN DE LA MATERIA 3

BIBLIOGRAFÍA 4

CLASE I: Modelos físicos, sistemas de referencia, sistema de coordenadas, magnitudes cinemáticas **5**

CLASE II: Leyes de Newton **9**

CLASE III: Fuerzas no constantes **15**

LABORATORIO INTEGRADO 1: Fuerza de roce **21**

CLASE IV: Dinámica circular **24**

CLASE V: Cinemática de la partícula. Independencia de movimientos **27**

CLASE VI: Trabajo y Energía. Potencia **31**

CLASE VII: Fuerzas conservativas y no conservativas. Conservación de la E. Mecánica **34**

CLASE VIII: Movimiento Armónico Simple (MAS) **38**

LABORATORIO INTEGRADO 2: Resorte **40**

CLASE IX: Modelo de Sistema de Partículas **42**

CURSO FÍSICA I PRIMER SEMESTRE 2025

En este semestre, se dictan 9 cursos en tres franjas horarias:

Cursos	A – B – C – D	E – F – G	H – I
Teórico-Práctico y Laboratorios	Martes y Jueves 8:00 a 12:00	Martes y Jueves 12:00 a 16:00	Martes y Jueves 16:00 a 20:00

CRONOGRAMA

Comienzo del curso: Jueves 6 de Marzo.

Inscripciones en SIU Guaraní desde 28/02 hasta 10/03.

Clases de laboratorio incluidas en cada comisión.

Las guías de las clases teórico-prácticas se pueden encontrar en la página https://www1.ing.unlp.edu.ar/catedras/ (también se puede escanear el código QR) y allí buscar la asignatura F1303/Física I.

EVALUACIONES PARCIALES

- Módulo I - 1ra Fecha: Jueves 24/04/2025
- Módulo I - 2da Fecha: Jueves 08/05/2025
- Módulo II – 1ra Fecha: Jueves 26/06/2025
- Módulo II – 2da Fecha: Jueves 10/07/2025
- Flotante: Martes 05/08/2025

ATENCIÓN: Todas estas fechas pueden sufrir alteraciones, se confirmarán con la debida anticipación.

ORGANIZACIÓN DE LA CÁTEDRA

El desarrollo del curso está estructurado en módulos teórico-prácticos y trabajos de laboratorio incluidos como actividades integradas a desarrollar en el aula. El trabajo de laboratorio se realiza en grupos de estudiantes y consiste en distintas actividades relacionadas con reconocimiento de instrumental, significado de la medida, uso de sensores y adquisición automática de datos, estudio y modelado de algunos sistemas simples**.** En todos los casos se deben presentar informes. Los informes se entregarán para su corrección y visado a los docentes y deberán estar aprobados**.**

Los módulos teóricos prácticos son dos: en ellos se desarrollan los contenidos conceptuales de la materia y se realiza ejercitación a) en el planteamiento de situaciones físicas ideales relacionándolas con el modelado de situaciones reales relativamente simples, b) en el análisis de situaciones o experiencias sencillas, c) en la resolución analítica de problemas tipo.

El contenido de la materia abarca: **Módulo I:** Dinámica y Cinemática de la Partícula, Dinámica de los Sistemas de Partículas, Trabajo y Energía y Principios de conservación. **Módulo II:** Mecánica de los Cuerpos Rígidos: Rotación respecto de un eje fijo y Rototraslación, Principios de Conservación; Cuerpos deformables, Mecánica de los Fluidos, Ondas Mecánicas e Introducción a la Termodinámica.

Los **módulos teórico-prácticos** se desarrollarán en dos clases semanales de 4 horas cada una. En cada clase se desarrollan contenidos teóricos, prácticos y de laboratorio. Queda a criterio de cada profesor la distribución de las actividades dentro del horario asignado. Las clases consisten en la aclaración y profundización de los conceptos fundamentales (en general a cargo del profesor) y suponen que los alumnos han leído previamente el tema. Las explicaciones pueden estar intercaladas con trabajo grupal de ejercitación dirigido por los docentes auxiliares y experiencias de demostración y de toma de datos. La guía de las clases contiene, fundamentalmente, experiencias, análisis de situaciones y problemas orientados a facilitar la adquisición de conceptos específicos y a su manejo en distintos contextos. Los análisis de situaciones y problemas adicionales tienen por finalidad integrar los distintos conceptos a incorporar en el desarrollo de la asignatura, integración cuyo manejo debe demostrarse para aprobar las evaluaciones. Dado que el tiempo disponible puede resultar insuficiente para completar la ejercitación propuesta en las guías de clase y por el profesor, se ofrecen clases de consulta en horarios a convenir y a las que se recomienda asistir.

Como se mencionó en el párrafo anterior y para aprovechar las clases, los alumnos deben concurrir habiendo leído previamente la guía de la clase a desarrollarse y, en lo posible, los temas a ser tratados. Asimismo, los docentes podrán sugerir la realización de otras experiencias y/o desarrollo de tareas.

El **sistema de evaluaciones** responde al siguiente esquema: completado el módulo I, se tomará la correspondiente evaluación y su recuperación; completado el módulo II, se tomará la correspondiente evaluación y su recuperación, cuya aprobación requiere para cada módulo la obtención de al menos un cuatro. Los alumnos que hayan desaprobado uno de los módulos, podrán presentarse a la fecha especial de recuperación (flotante), que se fija al final del curso y antes de cerrar las actas. **La nota de cada módulo que se empleará para determinar la promoción, aprobación del curso o desaprobación de este, será la obtenida para cada módulo en la última de las fechas a la que se hayan presentado**.

EVALUACIONES, CALIFICACIONES, APROBACIÓN DE LA CURSADA Y PROMOCIÓN DE LA MATERIA

Para presentarse a las evaluaciones, tiene que estar inscripto en el correspondiente turno en el SIU. Las evaluaciones consistirán en la presentación de una serie de situaciones que el alumno deberá analizar indicando claramente los conceptos físicos subyacentes. **En las evaluaciones, todo resultado que no esté sustentado por el fundamento teórico correspondiente (justificación) será considerado con menor puntaje que el profesor hubiese asignado a dicha situación.**

PROMOCIÓN*: Los alumnos que, al finalizar el curso, estén en condiciones administrativas reglamentarias habiendo aprobado los laboratorios, y hayan obtenido un promedio de seis puntos o más en los módulos teórico-prácticos y de laboratorio, aprueban la materia por promoción.

APROBACIÓN*: Los alumnos que, habiendo aprobado los laboratorios y hayan obtenido un promedio igual o mayor a cuatro pero menor a seis puntos como calificación final, y hayan obtenido seis o más puntos, pero no estén en condiciones reglamentarias de promocionar la materia, aprueban la cursada y **deberán rendir un examen final**.

Los alumnos que hayan promocionado o aprobado la asignatura estarán habilitados para cursar las correspondientes correlativas.

EXAMEN FINAL: Los alumnos que sólo aprueban la cursada, deberán aprobar un examen final dentro de los tres cuatrimestres siguientes. Pueden presentarse hasta tres veces. Los alumnos que desaprueben tres veces el examen final tienen que cursar la asignatura nuevamente.

Los finales desaprobados constan en el legajo.

El examen final consiste en el análisis fundamentado de situaciones físicas similares a las desarrolladas en el curso. Entregados los temas dispondrán del orden de una hora para desarrollarlos por escrito, y sobre lo escrito se realizará la discusión oral con los docentes.

A LOS ALUMNOS QUE DEBAN PRESENTARSE A RENDIR EXAMEN FINAL SE LE REQUERIRÁ:

- Inscribirse previamente en el sistema SIU siguiendo las pautas administrativas establecidas. Seguir los lineamientos previstos para la modalidad presencial.
- Acreditar identidad a través de DNI.

BIBLIOGRAFÍA

- ***P. Tipler y G. Mosca,*** *Física para la Ciencias y la Tecnología. Volumen 1.* (6ta edición) Reverté, Barcelona (2010).
- ***R. A. Serway y J. W. Jewett Jr.,*** *Física I*, (7ma edición) *Thomson, México (2016).*
- ***Resnick R., Halliday D. y Krane K.,*** *Física*, *Volumen 1.* (6ta edición) C.E.C.S.A., México (1993).
- ***David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker,*** *Fundamentos de Física*, (9na Edición) (2016).
- ***Serway, R. A.,*** Física, Vol. I, (Sexta edición) Mc Graw-Hill, México.

CLASE I

Modelos físicos, sistemas de referencia, sistema de coordenadas, magnitudes cinemáticas

Objetivos de la Clase:

- **Introducir conceptos básicos que permitirán el desarrollo de las sucesivas clases: modelos físicos, marcos de referencia, sistemas de coordenadas, magnitudes cinemáticas.**
- **Definir el Modelo de Partícula.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Reconocimiento del modelo adecuado para describir el comportamiento de un sistema físico en función de lo que se desea conocer del mismo.

Un grupo de estudiantes decide subir a la montaña rusa de un parque de diversiones, mientras esperan su turno miran el movimiento de los carros.

¿Podrían considerar a los carros como una partícula si deseara conocer:

a) el tiempo que tardan en recorrer el tramo más empinado?
b) ¿Y el número de vueltas que dieron las ruedas del carro en ese mismo tramo?

EJERCICIO 2

Objetivo: Introducir el concepto de velocidad media. Manejo de unidades.

Un automóvil se desplaza en línea recta. El kilometraje que recorre en ciertos tiempos (horarios) está dado en la siguiente tabla:

	A	B	C	D	E	F
Tiempo (h:min)	3:02	3:06	3:12	3:15	3:20	3:24
Kilometraje (Km)	1582.6	1586.8	1593.4	1598.2	1606.4	1613.1

Calcular la velocidad media de cada tramo y la velocidad media total (entre la primera y la última observación).

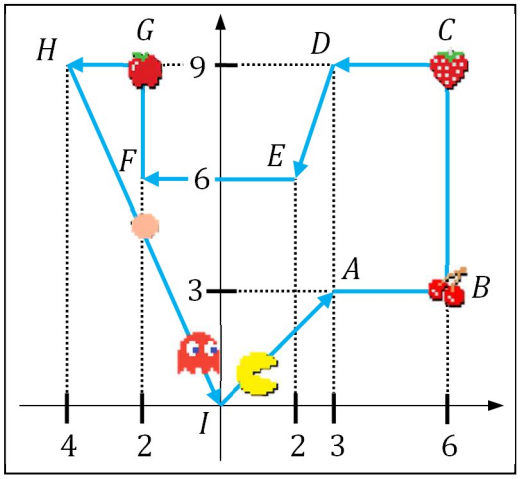
EJERCICIO 3

Objetivo: Reconocer la naturaleza vectorial de las magnitudes posición y desplazamiento.

En el juego del Pac-Man, el bichito corre tras la víctima siguiendo la trayectoria de la figura de la siguiente página, partiendo de I. Primero logra comer unas guindas (en B), después una frutilla (en C), una manzana (en G), y finalmente se come al fantasma (en I) gracias a una píldora de poder.

Incisos →

a) ¿Cuál es el desplazamiento del bichito entre I y B, entre B y C, entre C y G, y entre G e I? ¿Cuál es el desplazamiento entre la posición inicial y la final?
b) ¿En alguno de los desplazamientos anteriores sus módulos coinciden con la longitud de la trayectoria?
c) ¿Cambiarían los resultados anteriores si el origen de coordenadas estuviese ubicado en el punto A? Justificar.



EJERCICIO 4

Objetivo: Utilizar diferentes sistemas de coordenadas y marcos (sistemas) de referencia para describir movimientos y aprender a reconocer su influencia en la descripción de estos.

Un espía viaja sin boleto en el tercer vagón del Expreso a Kamtchatka. Al pasar por Katmandú, el espía nota que se acerca peligrosamente el guarda desde el segundo vagón. Mientras tanto, un agente secreto examina cuidadosamente el paso del tren desde un andén de la estación de Katmandú, tratando de reconocer a cada uno de los pasajeros.

a) ¿En qué sentido se mueve el guarda según el espía? ¿Y según el agente?
b) ¿Se mueve el agente respecto al espía? ¿Y el espía respecto al agente?
c) ¿Qué conclusión con respecto al movimiento de los objetos se puede extraer del análisis global de la situación planteada?

EJERCICIO 5

Objetivo: Reconocer que el vector aceleración media depende tanto del cambio del módulo y dirección de la velocidad como del intervalo de tiempo en que se produce. Graficar.

Dos autos viajan por el mismo carril a 80 km/h. Uno de ellos choca con una columna, deteniéndose totalmente en 0,2 $segundos$.

a) ¿A qué aceleración media estuvo sometido? Expresarla en km/h^2 y en m/s^2.

El conductor del otro auto, al ver el choque, frena violentamente en 3 $segundos$.

b) ¿A qué aceleración media estuvo sometido?

En otro punto de la ciudad, un auto dobla en una esquina. Si la lectura del velocímetro no cambia durante toda la curva:

c) ¿El auto estuvo acelerando mientras doblaba? Graficar el vector variación de velocidad.
d) En los casos anteriores, indicar si el vector aceleración tiene igual sentido que:

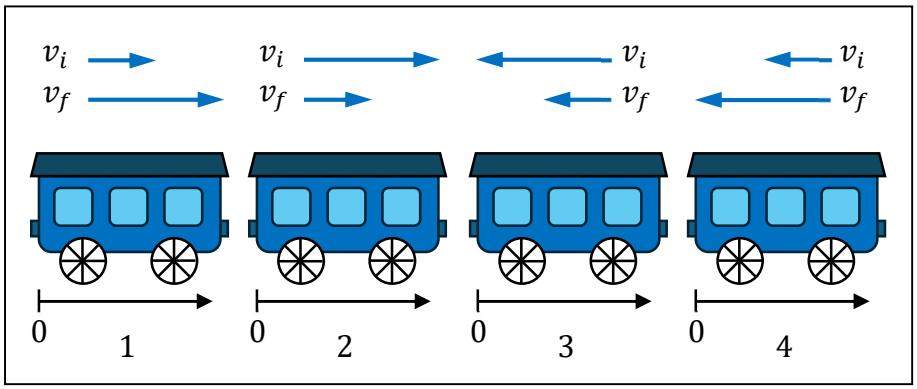
i. El vector velocidad.
ii. El vector cambio de velocidad.
iii. El vector posición.

EJERCICIO 6

Objetivo: Visualizar la dependencia de la aceleración con el vector variación de velocidad.

La figura muestra casos de un vagón moviéndose entre dos estaciones, donde v_i y v_f indican las velocidades de este en el instante inicial (t_i) y en el instante final (t_f) respectivamente. Si se elige el origen del sistema de coordenadas en 0:

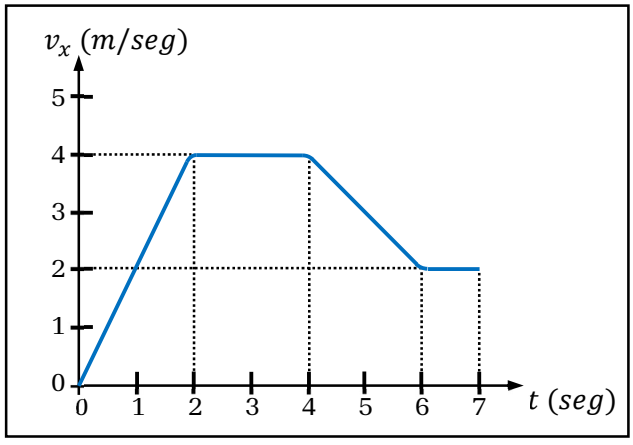
a) Dar los signos de la velocidad inicial y final, y los de la aceleración media en cada caso.
b) Proponer dos situaciones diferentes a las anteriores. Por ejemplo: posición negativa con v_i y v_f de diferente sentido.



EJERCICIO 7

Objetivo: Interpretar gráficamente la aceleración como derivada de la velocidad respecto del tiempo.

La siguiente figura muestra un gráfico de velocidad en función del tiempo para un cuerpo que se mueve sobre un eje x.



Representar en otro gráfico la aceleración en función del tiempo para los siguientes intervalos [0, 2], [2, 4], [4, 6] y [6, 7] (todos los intervalos están expresados en segundos).

EJERCICIO 8

Objetivo: Interpretar la velocidad y aceleración como las derivadas analíticas de la función posición respecto al tiempo.

Un automóvil está detenido 5 *metros* detrás de un semáforo. Al este último darle paso, el auto se comienza a desplazar en línea recta y su posición, en función del tiempo, con respecto al semáforo está descripta por la función:

$$x(t) = a + bt^2,$$

donde $a = -5\ m$ y $b = 4\ m/s$.

a) Calcular la velocidad media del auto entre los siguientes intervalos de tiempo $[0, 10]$, $[2, 9]$ y $[5, 8]$ (expresados en segundos).
b) Calcular usando la derivada temporal de la expresión dada la función que representa la velocidad del automóvil en función del tiempo, y evaluarla en $t = 7\ s$.
c) ¿Qué se puede concluir al comparar los valores obtenidos en el inciso a) con el obtenido en el inciso b)?
d) Obtener la función que describe la aceleración en función del tiempo a partir de la derivada temporal de la $v(t)$.
e) Describir cualitativamente cómo serán los gráficos de la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

A los 10 *segundos* de haber salido del semáforo, el automovilista debe frenar, y la función que ahora describe su posición (medida desde la posición donde aplicó los frenos) es:

$$x(t) = ct + dt^2,$$

donde $c = 80m/s$ y $d = -20m/s^2$.

f) Calcular cuánto tiempo demora en detenerse completamente.
g) ¿Cuánta distancia recorrió desde que empezó a frenar hasta detenerse?
h) Describir cualitativamente cómo serán los gráficos de la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

CLASE II

Leyes de Newton

Objetivos de la Clase:

- **Leyes de Newton. Mostrar que los cuerpos estudiados en Mecánica Clásica son INERTES, es decir que, por sí mismos, no pueden cambiar su estado de movimiento. Introducir la INTERACCIÓN como concepto necesario para observar CAMBIOS DE ESTADO y asociarles magnitudes físicas (medibles) que permitan establecer relaciones cuantitativas entre la INTERACCIÓN y el CAMBIO DE ESTADO.**
- **Aclarar qué parte del universo adquiere el rol de Sistema Físico (bajo estudio) y cuál el de Agente.**
- **Aislar e identificar al sistema físico en estudio y distinguirlo de su entorno.**
- **Aplicar las Leyes de Newton a distintas situaciones.**
- **Introducir vínculos entre las partes de un sistema.**

Nota: En todos los ejercicios aclare cuál es el marco (o sistema) de referencia que emplea para describir el movimiento y cuál el sistema de coordenadas utilizado para medir (o calcular) la posición y descomponer los vectores.

EJERCICIO 1

Objetivo: Ilustrar la Primera Ley de Newton, resaltando la equivalencia de distintos marcos de referencia inerciales y la diferencia entre un marco de referencia inercial y uno no inercial.

Un mochilero viaja en tren de levitación magnética. Durante la noche, se despierta repentinamente. Las persianas del vagón están completamente cerradas. Al encender su linterna, ve sobre una mesita un vaso con agua y parte de un cubito de hielo.

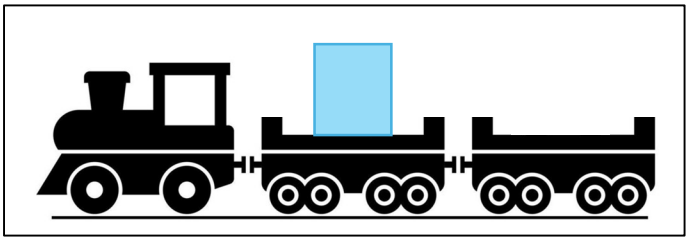
a) ¿Podría, sin abrir las persianas, determinar si el tren está detenido en una estación ($v = 0$ respecto de la Tierra) o si está viajando entre estaciones ($v = cte.$ respecto de la Tierra)?
b) ¿Podría determinar si el tren está llegando o saliendo de una estación?

EJERCICIO 2

Objetivo: Analizar la diferencia entre un marco de referencia inercial y uno no inercial.

Al arrancar un trencito interno de una fábrica, el bloque de hielo que se transporta en el primer vagón se desplaza notoriamente respecto del piso del vagón:

a) ¿Cómo explica esta situación el maquinista?
b) ¿Cómo lo explica un operario que está parado al costado de la vía?
c) ¿Por qué el maquinista no puede explicar qué o quién le está haciendo fuerza al bloque para que se mueva?



EJERCICIO 3

Objetivo: Analizar situaciones en función de la Tercera Ley de Newton.

Juan intenta mover un ropero empujándolo. La fuerza que hace sobre el ropero, ¿es igual, mayor o menor a la que el ropero hace sobre él? Contestar para las siguientes situaciones:

a) Si no logra moverlo.
b) Si logra mover el ropero y éste se desplaza a velocidad constante.
c) Si logra mover el ropero con aceleración constante.

EJERCICIO 4

Objetivo: Reconocer interacciones entre un sistema físico y el resto del universo. Identificar la/(s) fuerza/(s) actuante/(s) sobre un sistema físico. Reconocer al agente responsable de cada fuerza.

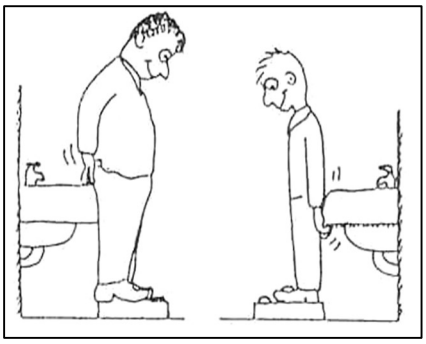
Hacer un esquema de todas las acciones (fuerzas) que actúan (representando cada una con un vector) sobre los siguientes objetos, indicando qué agente las ejerce. Dibujar la ubicación de la reacción de cada una de las fuerzas. Aplicar la Segunda Ley de Newton en cada caso.

a) Un celular apoyado en el borde de un balcón.
b) El mismo celular después de que alguien sin querer lo empujó y antes de que llegue al piso.
c) Un paquete apoyado en el extremo inferior de un plano inclinado liso con una saliente (saliente: parte que sobresale en una cosa).
d) El mismo paquete que ha sido impulsado, desde la base del plano, hacia arriba.

EJERCICIO 5

Objetivo: Ejemplificar la influencia de las distintas fuerzas actuantes en la magnitud de la componente vertical que debe realizar el piso para “sostener” un cuerpo de masa m.

Padre e hijo, cada uno parado junto a un lavatorio, se están pesando en sendas balanzas (sendas: una para cada una de las personas), como se muestra en la figura. El padre pretende que la lectura de su balanza indique un peso menor que el real, para lo cual empuja el lavatorio hacia abajo. El hijo, buscando el efecto opuesto, empuja la parte inferior del otro lavatorio hacia arriba. Realizar un diagrama de fuerzas para cada uno de los hombres, y para cada una de las balanzas. Determinar si los hombres lograrán su objetivo.



EJERCICIO 6

Objetivo: Interpretación física del signo de la aceleración.

Una persona cuyo peso es de 620 N se encuentra parada en el interior de un ascensor sobre una balanza. Si el piso de éste ejerce una fuerza normal de 650 N:

a) Hallar la magnitud y sentido de la aceleración del ascensor.
b) Repita si la indicación de la balanza hubiese sido 550 N.
c) Cuando el ascensor se detenga, la fuerza normal que le hará el piso tendrá el mismo valor que el peso de la persona (620 N), ¿esto es porque la normal es la reacción al peso? Justifique su respuesta.

EJERCICIO 7

Objetivo: Realizar diagrama de fuerzas. Aplicar la Tercera Ley de Newton.

Un hombre arrastra un trineo de masa M sobre una superficie helada a través de una soga que ejerce una fuerza F formando un ángulo b con la horizontal.

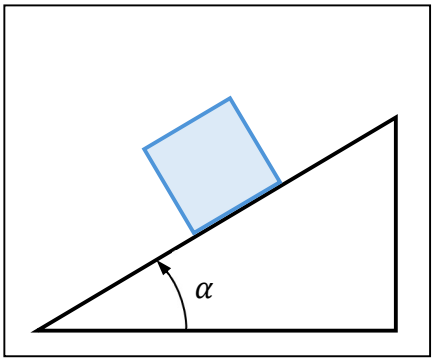
a) Graficar todas las fuerzas que actúan sobre el trineo e indicar qué agente las ejerce.
b) Representar las reacciones.
c) Hallar una expresión para la aceleración del trineo.

EJERCICIO 8

Objetivo: Elección del sistema de coordenadas más conveniente.

Sobre un plano inclinado sin roce y que forma un ángulo $\alpha = 30°$ con su base, está apoyado un cuerpo de masa de 40 kg.

a) Realizar el diagrama de fuerzas sobre el cuerpo y determinar su aceleración.
b) Posteriormente, se aplica sobre el cuerpo una fuerza paralela al plano en sentido ascendente, de módulo 300 N, ¿cuál será la aceleración?
c) Si se cambia un cuerpo por otro de masa distinta, ¿cambian los resultados obtenidos en a) y en b)? Razonar su respuesta.



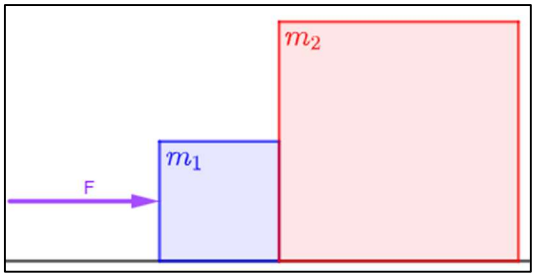
EJERCICIO 9

Objetivo: Identificar el sistema físico en estudio y distinguirlo de su entorno.

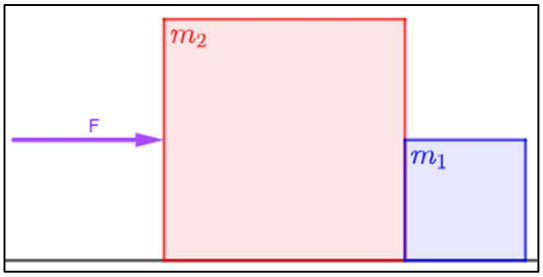
En las siguientes situaciones planteadas se puede despreciar el roce entre los bloques y la mesa, siendo en todos los casos $m_1 = 2\ kg$, $m_2 = 4\ kg$ y $F = 3\ N$. Determinar para cada caso:

a) La aceleración del sistema conformado por m_1 y m_2.
b) Las fuerzas resultantes sobre m_1 y m_2.
c) La magnitud de la fuerza de contacto ejercida por un bloque sobre otro.

Figuras →



Caso A

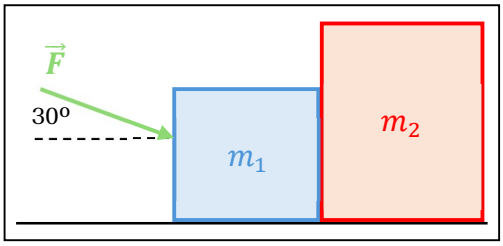


Caso B

EJERCICIO 10

Objetivo: Realizar diagrama de fuerzas. Identificar agentes que actúan sobre el sistema.

Sobre una pista horizontal sin roce, un chico empuja dos cajas haciendo una fuerza como la indicada en la figura. Determinar la aceleración del sistema y la fuerza de contacto que ejerce una caja sobre la otra.

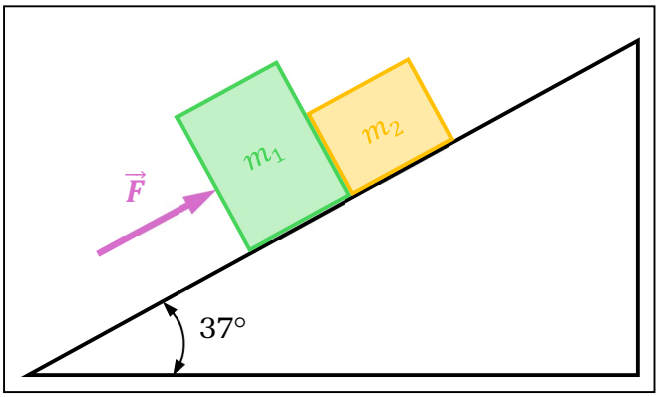


Datos: $F = 200\ N, m_1 = 20\ kg, m_2 = 40\ kg$.

EJERCICIO 11

Objetivo: Realizar un diagrama de fuerzas. Identificar agentes que actúan sobre el sistema.

Dos bloques de masas $m_1 = 10\ kg$ y $m_2 = 5\ kg$ ascienden por un plano inclinado de 37°, sin roce, empujados por una fuerza de $200\ N$ de magnitud como se muestra en la figura. Determinar la aceleración del sistema y la fuerza de contacto que ejerce un cuerpo sobre el otro.



EJERCICIO 12

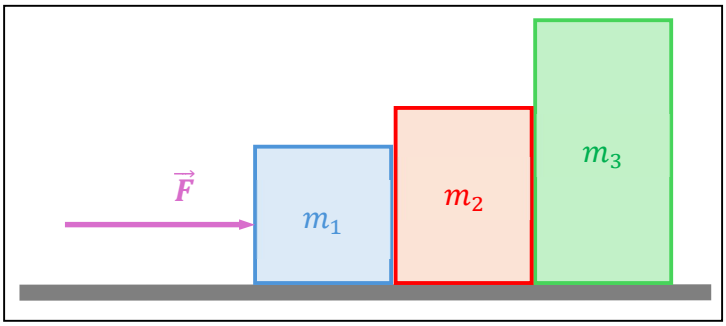
Objetivo: Analizar las fuerzas que actúan sobre un dado sistema físico, y sobre los distintos sistemas en los que puede dividirse.

Tres bloques están en contacto entre sí apoyados sobre una superficie horizontal como se muestra en la figura de la siguiente página. El coeficiente de roce entre la superficie y cada bloque es despreciable. Se aplica una fuerza horizontal F a m_1. Si $m_1 = 2\ kg$, $m_2 = 3\ kg$, $m_3 = 4\ kg$ y $F = 18\ N$:

a) Realizar un diagrama de fuerzas tomando como sistema en estudio los tres bloques.
b) Hallar su aceleración.

Continuación →

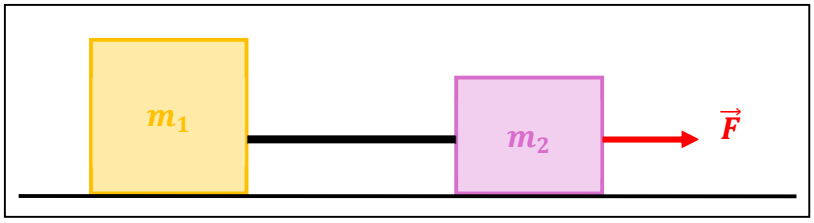
c) Tomando como sistema físico en estudio cada uno de los bloques, calcular las fuerzas de contacto actuantes sobre cada uno de ellos.



EJERCICIO 13

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton. Introducir vínculos ideales. Identificar las condiciones para una soga y varilla ideales.

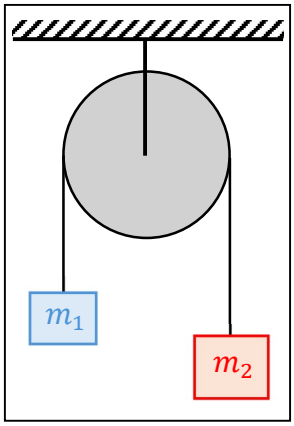
Dos objetos de masa m_1 y m_2 situados sobre una mesa pulida (se puede considerar que no hay fuerza de roce) están unidos por una cuerda de masa despreciable. Sobre uno de ellos se ejerce una fuerza F hacia la derecha, como se muestra en la figura:



a) Analizar las fuerzas que actúan sobre la soga, ¿sus magnitudes son iguales?
b) Realizar el diagrama de cuerpo libre sobre el bloque m_1 y m_2.
c) Hallar la expresión para la aceleración del sistema.
d) Hallar la expresión para la tensión (fuerza) sobre la cuerda.
e) Si la cuerda se cambia por una varilla rígida, pero aún de masa despreciable, ¿Los resultados obtenidos en los incisos a), b) y c) cambiarán?

EJERCICIO 14

Objetivo: Aplicar las leyes de Newton. Emplear las condiciones de una polea y una soga ideales. Elegir correctamente el sistema de ejes coordenados.



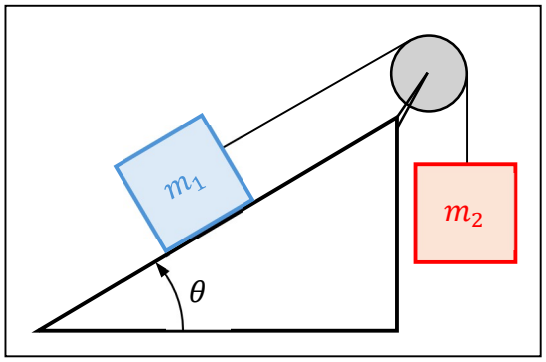
El aparato mostrado en la figura es una polea simple, se utiliza para mover, levantar o transportar cuerpos de manera vertical.

a) Suponiendo despreciables las masas de la cuerda y la polea, así como el rozamiento en el eje de la polea, determinar la aceleración y las tensiones si $m_1 = 3\ kg$ y $m_2 = 5\ kg$.
b) Si se reemplaza m_2 por una fuerza de módulo $F = m_2 g$, ¿cambiarían los resultados?

EJERCICIO 15

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton. Emplear las condiciones de una polea y una soga ideales.

Determinar la aceleración con que se moverán los cuerpos y la tensión en las cuerdas de la figura si $m_1 = 20\ kg$, $m_2 = 18\ kg$ y $\theta = 30°$. No hay roce entre las superficies.



CLASE III

Fuerzas no constantes

Objetivos de la Clase:

- **Tratamiento de fuerzas que no son constantes.**
- **Ley de gravitación universal de Newton.**
- **Ley de Hooke.**
- **Fuerza de roce: analizar el comportamiento de la componente de la fuerza de contacto paralela a la superficie, distinguir entre los casos estáticos y dinámicos.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Aplicar la Ley de Gravitación Universal de Newton y comparar las magnitudes para para diferentes masas.

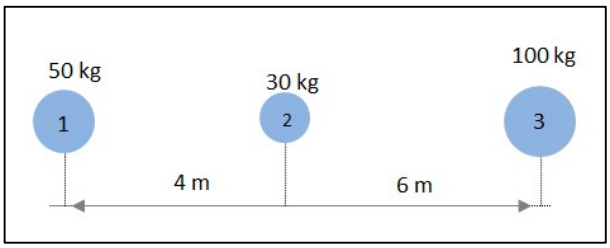
Calcular la fuerza gravitatoria de atracción entre un muchacho de 70 kg y una chica de 58 kg separados 1 m (suponer que son masas puntuales). Comparar esta fuerza con las fuerzas con que la Tierra atrae a cada uno de ellos.

$G = 6{,}67\text{x}10^{-11} N.m^2/kg^2$

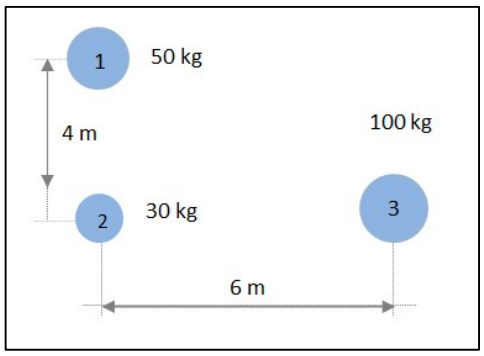
EJERCICIO 2

Objetivo: Aplicar la Ley de Gravitación Universal de Newton.

Tres cuerpos están dispuestos en posición fija como muestran las siguientes figuras:



CASO A



CASO B

Para cada situación determinar:

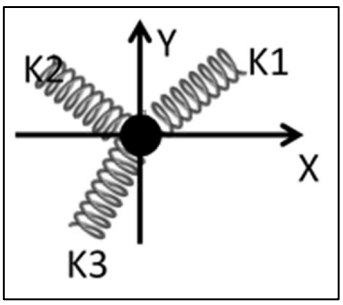
a) La fuerza resultante sobre el cuerpo 2 debido a la presencia de las otras masas de acuerdo con la Ley de Gravitación Universal. Usar el Principio de Superposición.
b) La fuerza resultante en el cuerpo 3.
c) ¿Se modificarían los resultados obtenidos anteriormente si se cambia la ubicación del origen de coordenadas?

$G = 6{,}67\text{x}10^{-11} N.m^2/kg^2$

EJERCICIO 3

Objetivo: Emplear la Ley de Hooke y el Principio de Superposición.

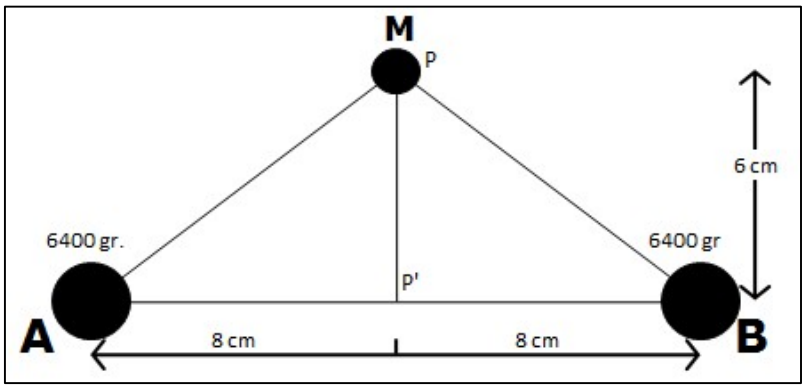
Un objeto puntual se encuentra apoyado sobre una superficie plana. El mismo es enganchado con tres resortes, como indica la figura (vista superior). K_1 forma un ángulo de 30°, K_2 de 135° y K_3 de 240° (todos los ángulos están medidos con respecto al eje X+), y sus respectivas constantes son 200 N/m, 400 N/m, y 700 N/m. Si cada uno de los resortes es estirado 0,7 m, 0,65 m, y 0,3 m respectivamente, determinar la fuerza resultante sobre el cuerpo del centro.



EJERCICIO 4

Objetivo: Aplicar la Ley de Gravitación Universal de Newton.

Dos trozos de material de forma aproximadamente esférica y masas iguales están "fijos" en los puntos A y B, como muestra la figura:



a) De acuerdo con la ley de Gravitación Universal, ¿qué fuerza ejerce cada una de las masas situadas en A y B sobre la masa M situada en P? Hacer un esquema y determinar estas fuerzas, sabiendo que $M = 10\ g$.
b) Si la dirección de la velocidad de M en P coincide con la del segmento PP' y pueden despreciarse todas las acciones del resto del universo, excepto las que ejercen las masas en A y B sobre M, ¿podría predecir la trayectoria que seguirá M después de pasar por P? Explicar el razonamiento.
c) ¿Cuál es la magnitud de la aceleración de M en P'?
d) Si la masa situada en B fuera la mitad de la situada en A, ¿seguiría M la misma trayectoria después de pasar por P? Explicar.

EJERCICIO 5

Objetivo: Discutir la dirección y el sentido de la fuerza que existe entre dos superficies en contacto y que se pone de manifiesto al tratar de desplazar una respecto de la otra.

a) Una persona camina por la calle (suponer que en cada momento sólo un pie está en contacto con el piso). Realizar un diagrama de las fuerzas que actúan sobre la suela del zapato de la persona.

Continuación →

b) Un señor se sube a una camioneta que transporta una caja en el piso de la parte trasera. Enciende la camioneta (1), acelera hasta llegar a 100 km/h (2), se desplaza a velocidad constante (3) y finalmente comienza a frenar hasta detenerse (4). Hacer un diagrama de las fuerzas que actúan sobre la caja para cada uno de los cuatro momentos, aclarando qué agente las ejerce y asumiendo que en ningún momento la misma se deslizó con respecto al piso. ¿Cambiaría alguno de los diagramas realizados anteriormente si la caja hubiese deslizado?

EJERCICIO 6

Objetivo: Estudiar la fuerza de roce dinámica.



Verónica llega al aeropuerto para abordar un avión. Ella camina a velocidad constante transportando su equipaje, que pesa 200 N , del que tira con una fuerza de 35 N mediante una correa que forma un ángulo de 60° con la horizontal (como muestra la figura). El peso de Verónica es de 600 N.

Aclarar en todos los casos qué agente ejerce cada una de las fuerzas, cuál es la reacción y sobre qué o quién es ejercida dicha reacción.

a) Tomando como sistema al equipaje, realizar el diagrama de las fuerzas que actúan sobre este.
b) Tomando como sistema a Verónica, realizar el diagrama de las fuerzas que actúan sobre ella.
c) Hallar el valor de la fuerza neta que el piso ejerce sobre el equipaje y sobre Verónica. Utilizar un sistema de coordenadas (x, y) coincidentes con la horizontal y la vertical para analizar el efecto de cada una de las componentes de las fuerzas descriptas.

EJERCICIO 7

Objetivo: Discutir la dependencia de la componente horizontal de la fuerza de contacto entre superficies (fuerza de roce) con la/s fuerza/s aplicada/s sobre el cuerpo en contacto con la misma.

Se aplica una fuerza horizontal F sobre un bloque inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. Si el coeficiente de fricción estático es $\mu_{est} = 0{,}8$, el dinámico es $\mu_{din} = 0{,}6$ y la masa es de 0,5 kg,

a) Representar la fuerza de roce estática como función de la fuerza aplicada. Para ello, tomar valores para la fuerza aplicada comenzando en 0 e incrementarla de a 1 N hasta que la fuerza de roce alcance su valor máximo.
b) Representar en el mismo gráfico la fuerza de roce dinámica como función de la fuerza aplicada, hasta que ésta sea de 7 N, (utilizar otro color u otro tipo de marca para representar la fuerza de roce dinámica).

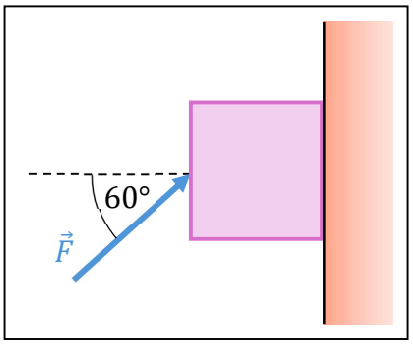
Continuación →

c) ¿Cuánto debería valer la fuerza aplicada para que el bloque se moviera con velocidad constante? Ubicar ese punto en el gráfico. ¿La fuerza de roce, en ese caso, sería estática o dinámica?
d) Si mientras el cuerpo está en movimiento, la fuerza exterior dejara de actuar, ¿cuál sería el valor de la fuerza de roce?

EJERCICIO 8

Objetivo: Analizar la situación en la que la fuerza de roce alcanza su valor máximo.

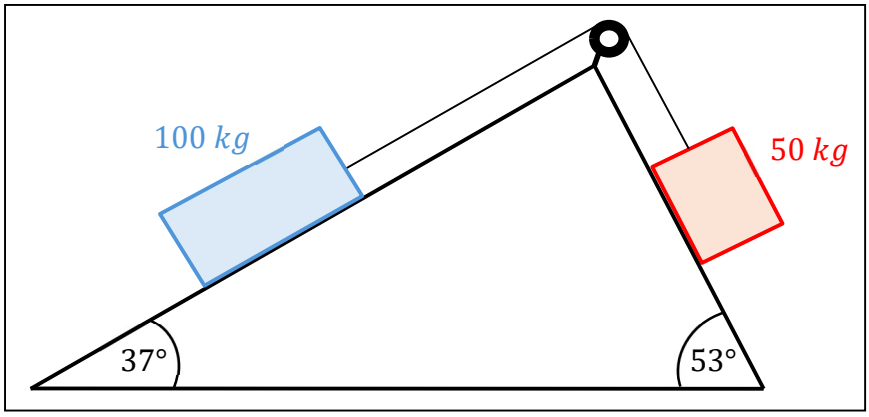
Determinar el valor de la fuerza máxima (F), para que el cuerpo de $2\ kg$ de masa esté en la condición de movimiento inminente. El coeficiente de roce estático entre las dos superficies es 0,5 y la fuerza está aplicada a 60° con la horizontal. Si a continuación comienza a disminuir el valor de la fuerza aplicada, ¿hasta qué valor se podría llegar antes que el bloque comience a deslizar hacia abajo?



EJERCICIO 9

Objetivo: Razonar críticamente el sentido de la componente horizontal de la fuerza de contacto entre superficies (fuerza de roce).

Sean dos bloques unidos por una cuerda de masa despreciable e inextensible, que pasa por una pequeña polea, también de masa despreciable y que puede girar sin rozamiento en su eje. Ambos bloques son mantenidos en reposo sobre un plano inclinado doble sin rozamiento como se muestra en la figura:



Hacer el diagrama de fuerzas sobre cada bloque y analizar:

a) ¿Cómo haría para determinar en qué sentido se comenzará a mover el sistema al ser liberado?
b) ¿Cuál será la aceleración de los bloques y la tensión de la cuerda al ser liberados?
c) Si los planos fueran rugosos, ¿Podría cambiar el sentido del movimiento? ¿Cuál sería su efecto sobre el movimiento de los bloques?
d) Calcular la aceleración si el coef de roce dinámico entre todas las superficies es $\mu_d = 0{,}1$.

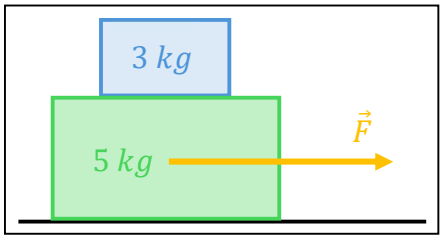
Continuación →

e) ¿Cuánto debería valer el coeficiente de roce para que los cuerpos se movieran a velocidad constante?
f) Si la velocidad inicial del sistema fuera de 10 m/s en el sentido horario de la polea, ¿por qué su aceleración NO sería la misma que en el caso d)?

EJERCICIO 10

Objetivo: Identificar los sistemas físicos a analizar. Poner en evidencia la importancia de la correcta aplicación de la Tercera Ley de Newton cuando se analiza un sistema que puede ser subdividido en varios sistemas. Razonar críticamente el sentido de la componente de la fuerza de contacto paralela a la superficie de separación entre dos sistemas.

Un bloque de 3 kg está colocado encima de otro de 5 kg. Suponer que no hay roce con el piso. El coeficiente de fricción estático y dinámico entre los bloques es 0,2 y 0,1, respectivamente.

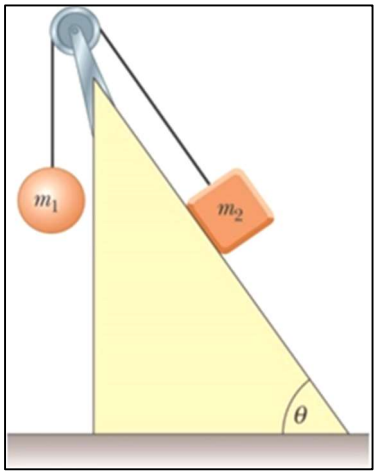


a) Realizar el esquema de fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos señalando el agente que la ejerce.
b) Dibujar en diagramas separados las reacciones a las fuerzas indicadas en a).
c) ¿Cuál es la máxima fuerza F que puede aplicarse de modo que el sistema deslice y los bloques se mantengan unidos?
d) ¿Cuál es la aceleración de cada uno de los cuerpos cuando se aplica una fuerza $F = 20\ N$?

EJERCICIO 11

Objetivo: Identificar los sistemas físicos a analizar. Poner en evidencia la importancia de la correcta aplicación de la Tercera Ley de Newton cuando se analiza un sistema que puede ser subdividido en varios sistemas. Razonar críticamente el sentido de la componente de la fuerza de contacto paralela a la superficie de separación entre dos sistemas.

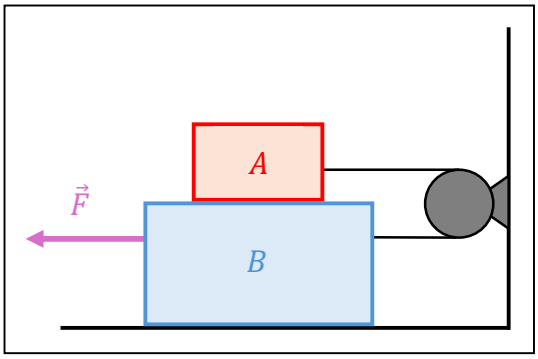
Dos cuerpos de masas m_1 y m_2 están unidos por una cuerda ideal que pasa por una polea ideal como se muestra en la figura. El plano inclinado es rugoso, el coeficiente estático de roce es $\mu_e = 0{,}6$ y el ángulo $\theta = 60°$. Se quiere determinar el intervalo de valores posibles de la masa m_1 de modo que el sistema permanezca en reposo, si $m_2 = 5\ kg$.



EJERCICIO 12

Objetivo: Analizar el sentido de la fuerza de roce.

El bloque A de la Figura tiene una masa de 3 kg, y el bloque B tiene una masa de 11 kg. El coeficiente de roce dinámico entre los bloques y entre el bloque B y el piso es 0,3. Los bloques están unidos por una cuerda sin masa e inextensible que pasa por una polea fija, sin masa y sin rozamiento. Calcular la fuerza F necesaria para arrastrar el bloque B hacia la izquierda a velocidad constante.



LABORATORIO INTEGRADO 1

Fuerza de roce

Objetivos de la Experiencia:

- **Determinar el coeficiente de roce estático experimentalmente para dos pares de superficies diferentes utilizando un plano inclinado.**

MARCO TEÓRICO

En la *Figura* 1(a) se observa un cuerpo en reposo sobre una superficie horizontal. Las fuerzas que actúan sobre el bloque (considerado como una partícula) son el *Peso* y la *Normal*, las cuales están representadas en dicha figura. A continuación, el plano comienza a inclinarse suave y lentamente (*Figura* 1(b)), de modo que el bloque continúa en reposo respecto del plano. Si momentáneamente se detiene la elevación del plano y se aplica la Segunda Ley de Newton se obtiene $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$. Para que esta condición sea válida, la fuerza que ejerce el plano sobre el cuerpo debe tener una componente paralela al plano llamada fuerza de roce estática.

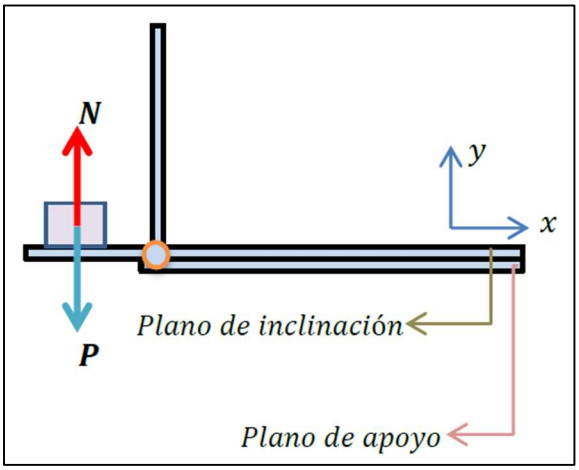


***Figura* 1(a)**

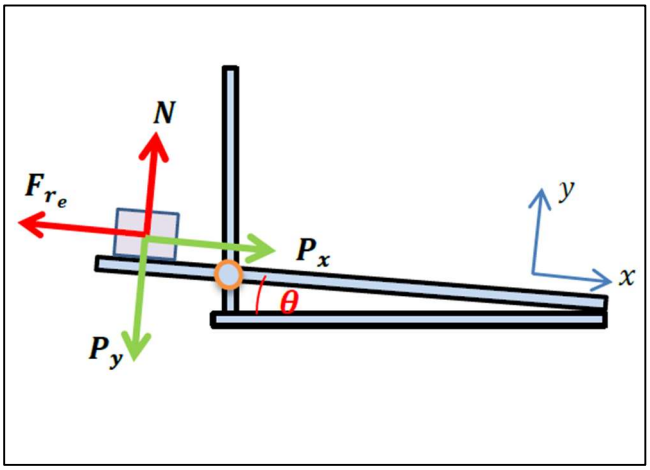


***Figura* 1(b)**

- Componente x: $\sum F_x = mg\ sen(\theta) - F_{r_e} = 0 \rightarrow F_{r_e} = mgsen(\theta)$ (1)
- Componente y: $\sum F_y = N - mg\ cos(\theta) = 0 \rightarrow N = mgcos(\theta)$ (2)

Dividiendo la ecuación (1) por la (2) resulta: $\frac{F_{r_e}}{N} = \frac{mg\ sen(\theta)}{mg\ cos(\theta)} = tan(\theta)$ (3)

Para el ángulo límite (θ_c) en el instante inminente en que el bloque comienza a deslizar respecto de la superficie (*Figura* 2(a)) se cumple que:

$$F_{r_{e\,máx}} = N\mu_e \rightarrow \frac{F_{r_{e\,máx}}}{N} = \mu_e \quad (4)$$

Igualando las ecuaciones (3) y (4) se obtiene que para este $\theta = \theta_c$: $\mu_e = tan(\theta_c)$ (5)

Continuación →

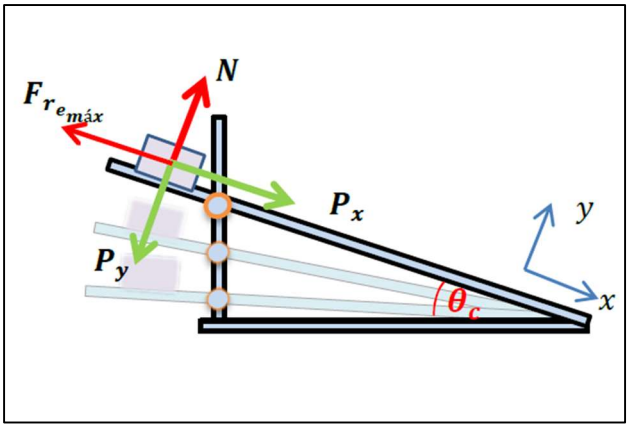


Figura 2(a)

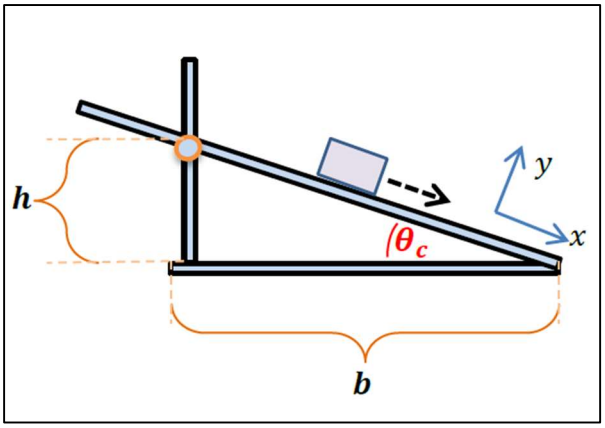


Figura 2(b)

A partir de este análisis, puede concluirse que el coeficiente de roce estático μ_e se obtiene mediante la determinación de la $tan(\theta_c)$, donde θ_c es el ángulo de inclinación del plano de altura h y base b, en el instante inminente en que el bloque está por comenzar a deslizar. Entonces,

$$\mu_e = tan(\theta_c) = \frac{h}{b}$$

ELEMENTOS UTILIZADOS

- Plano inclinado de madera.
- Cinta métrica.
- Bloque de madera con una cara esmerilada.

PROCEDIMIENTO

1. Montar el sistema como muestra la $Figura\ 1(a)$.
2. Medir la base del plano $b = b \pm \Delta b$, donde Δb es la incerteza del instrumento de medida.
3. Colocar el bloque sobre la plataforma en posición horizontal, tal que una de las caras de madera del cubo esté en contacto con la superficie del plano. Indicar la posición inicial de cubo sobre el plano para repetir las mismas condiciones iniciales durante toda la experiencia.
4. Tomar uno de los extremos del plano y elevarlo **firme** y **lentamente**. En el instante inminente en el que el cuerpo está por comenzar a deslizarse sobre la superficie, fijar la plataforma y registrar el valor de la altura h_i, donde el subíndice i indica el número de medida realizada. Cada uno de los valores obtenidos tendrá una incerteza asociada al instrumento de medida, la cual denotaremos como Δh.
5. Repetir el punto anterior cinco veces.
6. Con los valores de b y h_i comenzar a completar la Tabla 1 y calcular el valor promedio de la altura, con la siguiente ecuación: $\bar{h} = \frac{\sum h_i}{5}$

Continuación →

7. Empleando los valores de h_i obtenidos, calcular la incerteza asociada a las distintas mediciones como:

$$\Delta h = \frac{h_{máx} - h_{mín}}{2}$$

8. Finalmente, expresar el valor de h de la siguiente manera:

$$h = \bar{h} \pm \Delta h$$

donde Δh debe ser el mayor valor entre los obtenidos en **4**) y **7**).

9. Calcular el valor de μ_e con $\bar{h}$ y expresar el resultado obtenido como $\mu_e = \mu_e \pm \Delta\mu_e$, donde $\Delta\mu_e$ es la incerteza asociada a **mediciones indirectas**, que se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta\mu_e = \left|\frac{\partial \mu_e}{\partial b}\right| \Delta b + \left|\frac{\partial \mu_e}{\partial h}\right| \Delta h = \frac{h}{b^2}\Delta b + \frac{1}{b}\Delta h$$

10. Colocar nuevamente el bloque sobre la plataforma horizontal, de tal manera que esta vez sea la cara esmerilada la que esté en contacto con la superficie del plano.

11. Repetir los pasos **4**) a **8**) para el contacto madera-esmeril.

12. Comparar el valor obtenido experimentalmente para el μ_e madera-madera con uno de referencia obtenido de algún libro o de internet. Citar la fuente de información.

13. A partir de los resultados obtenidos, redactar las conclusiones sobre la actividad realizada.

RESULTADOS

Base: $\boldsymbol{b = b \pm \Delta b =}$		
N° de medida	$\boldsymbol{h_i}$ ***para madera***	$\boldsymbol{h_i}$ ***para esmeril***
1		
2		
3		
4		
5		
Promedio	$\boldsymbol{\bar{h} =}$	$\boldsymbol{\bar{h} =}$
Incerteza	$\boldsymbol{\Delta h =}$	$\boldsymbol{\Delta h =}$
Coef. de roce estático	$\boldsymbol{\mu_e =}$	$\boldsymbol{\mu_e =}$
Incertezas	$\boldsymbol{\Delta\mu_e =}$	$\boldsymbol{\Delta\mu_e =}$
Resultado	$\boldsymbol{\mu_{e_{madera}} =}$	$\boldsymbol{\mu_{e_{esmeril}} =}$

Tabla 1

CLASE IV

Dinámica circular

Objetivos de la clase:

- **Aplicar las leyes de la dinámica newtoniana al movimiento circular.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Aplicar la segunda ley de Newton en un movimiento sobre una trayectoria curva.

Tarzán ($m = 85\ kg$) trata de cruzar un río balanceándose en una liana de 10 m de largo. Su rapidez, cuando pasa por la parte más baja de su trayectoria es de 8 m/s. Tarzán no sabe que la tensión de ruptura de la liana es de 1000 N.

a) ¿Cruzará el río a salvo?
b) Si Tarzán en lugar de balancearse sólo se colgara de la liana, ¿la misma se rompería?

EJERCICIO 2

Objetivo: Aplicar la Segunda Ley de Newton cuando la interacción solo modifica a la dirección de la velocidad.

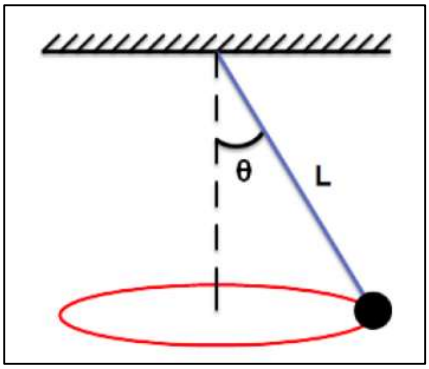
Un auto toma una curva por una carretera plana de radio constante R. Si el coeficiente de roce estático y dinámico entre la superficie y el auto es μ_e y μ_d respectivamente,

a) Indique en un gráfico las fuerzas que actúan sobre el auto mientras toma la curva.
b) Hallar la expresión de la velocidad máxima con que puede tomar la curva sin derrapar ¿De qué parámetros depende esta $v_{máx}$? ¿Cómo modeló al auto?
c) Si la carretera se hubiera diseñado con un peralte de ángulo α y se pudiera despreciar el roce, ¿podría tomarse la curva sin derrapar a pesar de la falta de roce? En caso afirmativo hallar la expresión de la velocidad con que debería ser tomada la curva.

EJERCICIO 3

Objetivo: Aplicar dinámica circular a un péndulo cónico.

Una partícula de masa $m = 50\ g$ que está atada a una cuerda de longitud $L = 50\ cm$ gira como describiendo un círculo con un ángulo $\theta = 60°$, como se muestra en la figura:

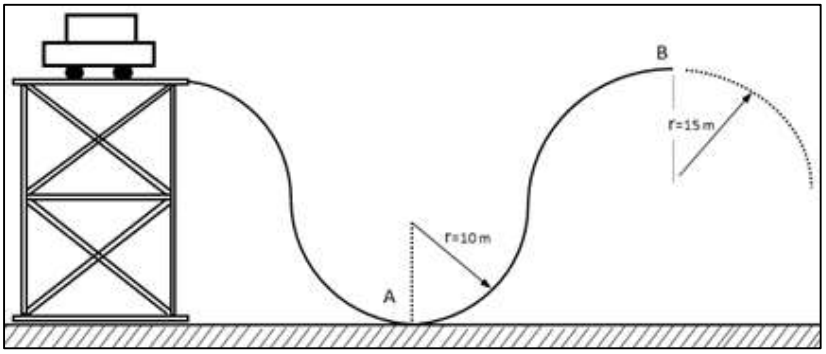


a) Realizar el diagrama de fuerzas que actúan sobre la partícula.
b) ¿Cuál es la tensión que ejerce la cuerda?
c) ¿Cuál es el módulo de la velocidad de la partícula y cuál es el valor de la aceleración centrípeta? Representar en el gráfico estos vectores.

EJERCICIO 4

Objetivo: Aplicar la Segunda Ley de Newton en un movimiento sobre una trayectoria curva y utilizar la Ley de Gravitación Universal.

Un ingeniero debe calcular la estructura para una montaña rusa. El peso máximo estimado para cada carrito es de 5000 N.



a) ¿Qué fuerza debe poder soportar la pista en el punto A si los carritos pasarán por allí con una velocidad máxima de 20 m/s?
b) ¿El Ingeniero debería tomar alguna precaución para limitar la velocidad que puedan tener los carritos al pasar por B? Explicar.
c) ¿Podría variarse el diseño si se quisiera hacer funcionar este juego mecánico en un planeta cuya masa y radio fuesen la mitad de los de la tierra manteniendo la condición obtenida en el inciso b)? Justificarla respuesta.

EJERCICIO 5

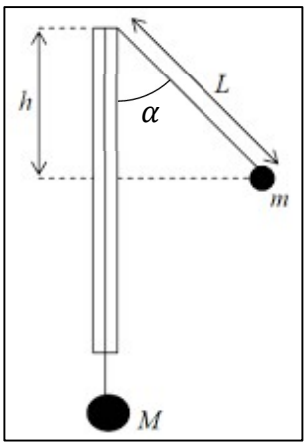
Objetivo: Analizar la dinámica circular cuando el módulo de la velocidad no es constante.

Se hace girar un balde con una masa m de agua en su interior, siguiendo una circunferencia vertical de radio r. Si la velocidad del cubo en la parte más alta es v_A, expresar:

a) La fuerza ejercida por el cubo sobre el agua.
b) El valor mínimo de la velocidad en la parte más alta de la trayectoria para que el agua no se salga del cubo.
c) La fuerza ejercida por el cubo sobre el agua en la parte más baja del círculo, en donde la velocidad del cubo es v_B.

EJERCICIO 6

Objetivo: Dinámica circular en sistema de partículas vinculadas.

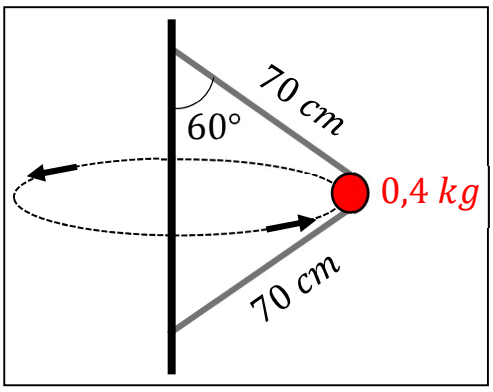


En los extremos de un hilo inextensible que pasa a través de un tubo rígido, se colocan dos objetos de masas $M = 0{,}5\ kg$ y $m = 0{,}2\ kg$, como se indica en la figura. El cuerpo de masa m realiza una trayectoria circular alrededor del tubo con $L = 35\ cm$. Calcular la velocidad y radio de giro, la tensión de la soga y el ángulo que forma el extremo superior del hilo con el tubo (α), para lograr que la masa M quede en reposo.

EJERCICIO 7

Objetivo: Aplicar dinámica circular a un péndulo cónico que se le ha agregado una soga como vínculo.

Una bola de 0,4 kg está unida a una varilla vertical rígida por medio de dos cuerdas de masa despreciable, cada una de 70 cm de longitud. Las cuerdas están unidas a la varilla en dos puntos separados 70 cm, de modo tal que forman con la varilla un triángulo equilátero, como se muestra en la figura. El sistema está girando en torno al eje de la varilla con una velocidad angular constante de 2 $revoluciones\ por\ segundo$.

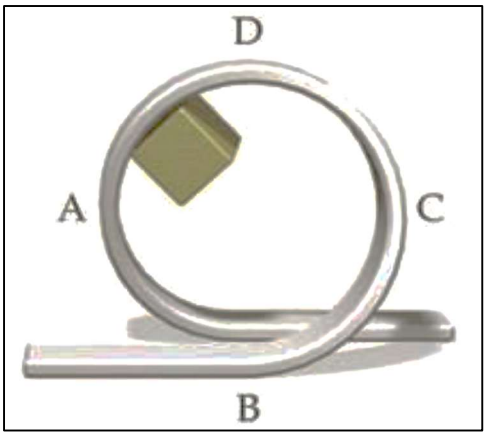


a) Calcular la tensión en cada cuerda.
b) Calcular la fuerza neta (módulo y dirección) que actúa sobre la bola.

EJERCICIO 8

Objetivo: Aplicar dinámica circular en distintos puntos de una trayectoria circular vertical

Un bloque de masa $m = 0{,}25\ kg$ se desliza sobre una superficie sin rozamiento a lo largo de un rizo de radio $R = 0{,}5\ m$ como indica la figura. El bloque se mueve con la velocidad necesaria para que en ningún momento pierda el contacto con la pista.



a) Realizar el diagrama de fuerzas cuando el cuerpo pasa por los puntos A, B, C, y D indicando el agente que ejerce cada fuerza.
b) Si el cuerpo cuando pasa por D tiene una velocidad $v_D = 3\ m/s$ ¿Cuánto vale la fuerza que ejerce la pista en dicho punto?
c) ¿Cuál es el valor de la fuerza que ejerce la pista en B si aceleración centrípeta en ese punto vale 55,6 m/s^2?
d) Determine la aceleración tangencial cuando pasa por C.
e) ¿Es constante la rapidez mientras describe la circunferencia? Justificar.

CLASE V

Cinemática de la partícula. Independencia de movimientos

Objetivos de la Clase:

- **Aplicar las leyes de la dinámica newtoniana al movimiento en una y dos dimensiones con aceleración constante.**
- **Predecir la posición y velocidad de una partícula conocidas las interacciones que actúan sobre ellas y las condiciones iniciales (posición y velocidad para un instante de tiempo dado).**

EJERCICIO 1

Objetivo: Analizar una situación con cinemática lineal.

Un hombre parado sobre el techo de un edificio tira una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad de 15 m/s. Suponer que sale del piso de la azotea. La pelota llega al suelo 6s más tarde.

a) ¿Qué altura tiene el edificio?
b) ¿Con qué velocidad llega la pelota al suelo?
c) ¿Cuál es la máxima altura alcanzada por la pelota respecto del suelo?
d) Graficar la posición de la pelota en función del tiempo, indicando cómo es la velocidad en distintos puntos del intervalo de tiempo.
e) Si la pelota se arrojase con el mismo módulo de velocidad inicial, pero hacia abajo, ¿con qué velocidad chocará con el suelo?

EJERCICIO 2

Objetivo: Analizar una situación con cinemática en el plano. Independencia de movimiento.

Un cañón ajustado con un ángulo de tiro de 45º dispara balas con módulo de velocidad inicial de 150 m/s.

a) ¿A qué altura máxima llegarán estas balas?
b) ¿Cuánto tiempo estarán en el aire antes de chocar con el suelo?
c) ¿Cuál es el alcance horizontal del cañón?
d) Dibujar la trayectoria de la bala e indicar cómo es el vector velocidad y aceleración en 3 puntos distintos de la misma (uno mientras sube, otro en su máxima altura y otro cuando está descendiendo).
e) Graficar $x(t), y(t)$ e $y(x)$, despreciar la altura del cañón.

EJERCICIO 3

Objetivo: Analizar un encuentro en una dimensión y discutir la independencia del movimiento.

Una botella se deja caer desde el reposo en la posición $x = 20\,\text{m}$ e $y = 30\,\text{m}$. Al mismo tiempo se lanza desde el origen una piedra con una velocidad de 15 m/s.

Incisos →

a) Determinar el ángulo con el que se tiene que lanzar la piedra para que rompa la botella.
b) Calcular la altura a la que ha ocurrido el choque.
c) Calcular la velocidad de ambos cuerpos cuando chocan.
d) Si la piedra se hubiese lanzado desde la misma altura que la botella ($x = 0\ m$ e $y = 30\ m$), ¿con qué ángulo se debería apuntar ahora para lograr el impacto?

EJERCICIO 4

Objetivo: Analizar un encuentro en una dimensión. Interpretación de gráficos.

Una laucha de 130 g pasea por la canaleta de un techo con una velocidad constante como indica la figura 1. Un gato de 3,5 kg que estaba parado 1 m por detrás de ella comienza a perseguirla moviéndose según la figura 2, por la recta de la canaleta.

a) ¿La alcanzará? ¿En qué tiempo?
b) Si la alcanza, justo en ese instante, ¿cuál es la posición en la que se encuentra el gato? ¿y la laucha? Graficar.

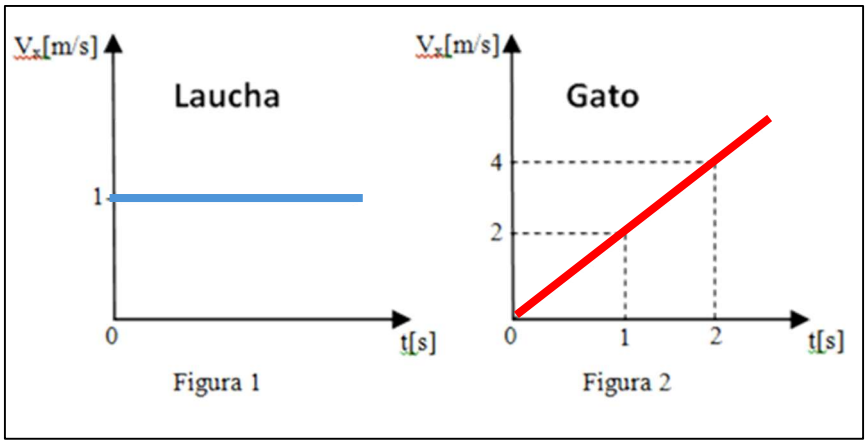


Figura 1 Figura 2

EJERCICIO 5

Objetivo: Identificar las condiciones iniciales. Encuentro en una dimensión

Juan está llegando a la estación en el momento que el tren arranca, con una aceleración de $0{,}5 m/s^2$. En este instante, Juan está a 70 m del final del tren y comienza a correr a una velocidad constante de 7 m/s, ¿Alcanzará Juan al tren?

EJERCICIO 6

Objetivo: Profundizar el análisis del significado del signo negativo de la aceleración en un movimiento unidimensional

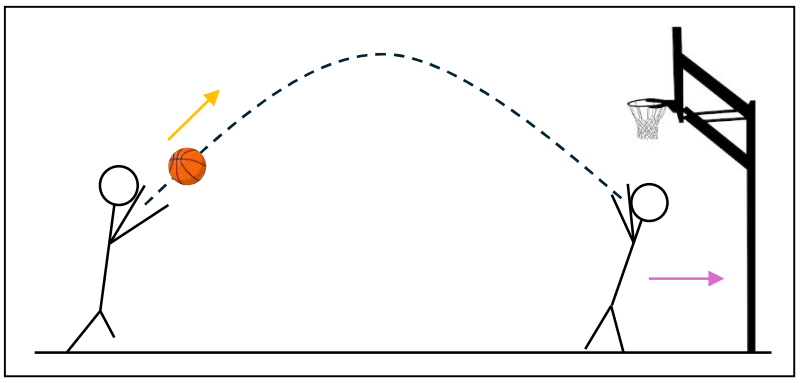
Un tren de pasajeros circula con una velocidad de módulo 20 m/s. Un señalero realiza una mala maniobra colocando un tren de carga que se mueve con una velocidad de 10 m/s sobre la misma vía en sentido contrario. El conductor de este último tren acciona los frenos adquiriendo una aceleración de $0{,}2\ m/s^2$. El conductor del tren de pasajeros también frena adquiriendo una aceleración de $0{,}2\ m/s^2$. Si la distancia que los separaba era de 500 m, ¿podrán evitar el choque?

SITUACIÓN 7

Objetivo: Identificar las condiciones iniciales. Encuentro en dos dimensiones

Un jugador de básquet se detiene y le hace un pase a otro que está por delante de él, siguiendo el balón una trayectoria parabólica y en dirección al aro del contrario. El ángulo de salida al efectuarse del pase es $\alpha = 30°$, con una velocidad de módulo $10\ m/s$. El otro jugador está corriendo hacia el aro a $2\ m/s$. Según indica la figura. Si consigue recibir el balón para hacer canasta, (ambos jugadores tienen la misma altura):

a) ¿Cuál era la distancia a la que se encontraban ambos en el momento de lanzar el balón?
b) Calcular el tiempo que tarda en llegar el balón al jugador receptor.



EJERCICIO 8

Objetivo: Introducir magnitudes cinemáticas circulares con velocidad angular constante.

La rueda de una bicicleta tiene 30 cm de radio y gira uniformemente a razón de 25 $r.p.m.$ Calcular:

a) La velocidad angular, en rad/s.
b) La velocidad lineal de un punto de la periferia de la rueda.
c) Angulo girado por la rueda en 30 s.
d) Número de vueltas en ese tiempo.

EJERCICIO 9

Objetivo: Introducir magnitudes cinemáticas circulares con aceleración constante.

Una centrifugadora pasa de estar detenida a girar a $450\ r.p.m.$ en $15\ s$. Si el radio del tambor es de 25 cm, calcular:

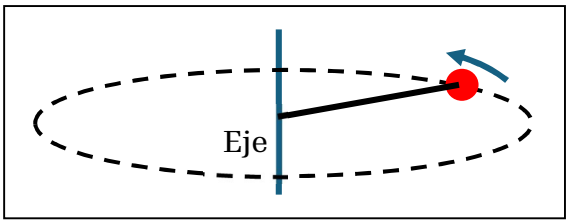
a) El módulo de la aceleración angular.
b) Las vueltas que da en ese tiempo.
c) El módulo de la velocidad angular para $t = 10\ s$.
d) El módulo de la aceleración tangencial.
e) El módulo de la aceleración normal para $t = 15\ s$.

EJERCICIO 10

Objetivo: Representación gráfica de magnitudes vectoriales en cinemática rotacional.

Una pelota gira en sentido antihorario con una velocidad que está disminuyendo en el tiempo.

a) Representar en el gráfico los vectores velocidades y aceleraciones tanto lineales como angulares.
b) ¿Cuáles podrían ser los agentes que generan el movimiento? ¿Qué dirección deberían tener las fuerzas que ejercen?



CLASE VI

Trabajo y Energía. Potencia

Objetivos de la Clase:

- **Introducir los conceptos de Trabajo Mecánico y Energía cinética.**
- **Investigar la relación entre dichas magnitudes para llegar al enunciado del teorema que relaciona la magnitud Trabajo con la magnitud Energía cinética.**
- **Presentar el concepto de Potencia.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Utilizar la definición de trabajo de una fuerza y aplicar la segunda ley de Newton junto a conceptos de cinemática.

Un niño arrastra su locomotora de madera de masa 1 kg sobre una superficie sin roce, tirando de un hilo, que forma un ángulo $q = 30°$ con la horizontal, con una fuerza F constante de 5 N.

a) Utilizando la definición de trabajo de una fuerza, calcular qué trabajo realiza dicha fuerza al cambiar en $\Delta x = 8\ m$ la posición de su punto de aplicación (que coincide con un punto de la locomotora). Aclaración: la trayectoria de la locomotora es a lo largo de la superficie sobre la cual está apoyada.
b) Compare el valor hallado en a) con el del trabajo realizado solo por la componente de la fuerza F que es paralela a la dirección del desplazamiento Δx.
c) Utilizando conceptos de dinámica y cinemática, calcular la velocidad que tendrá la locomotora después de experimentar el desplazamiento Δx (suponer que el movimiento comenzó desde el reposo).

EJERCICIO 2

Objetivo: Utilizar la definición de trabajo de una fuerza y el Teorema de Trabajo y Energía Cinética.

Un bloque de 15 kg es arrastrado a partir del reposo sobre una superficie horizontal y áspera por una fuerza constante de 70 N que actúa formando un ángulo de 25° con la horizontal. El bloque se desplaza 5 m en una trayectoria recta, alcanzando la velocidad de 3,5 m/s.

a) Calcular el cambio de energía cinética del sistema.
b) Calcular el trabajo realizado por:
   i. La fuerza de 70 N.
   ii. La componente de la fuerza de contacto entre el bloque y el plano **paralela** a la superficie.
   iii. La componente de la fuerza de contacto entre el bloque y el plano **perpendicular** a la superficie.
   iv. La fuerza de gravedad.
   v. El trabajo neto realizado sobre el bloque.

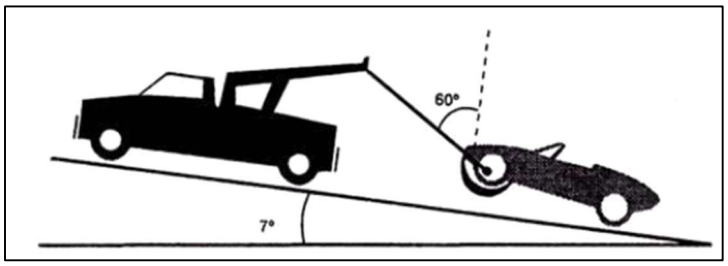
Inciso c) →

c) Comparar los valores obtenidos en a) y b).

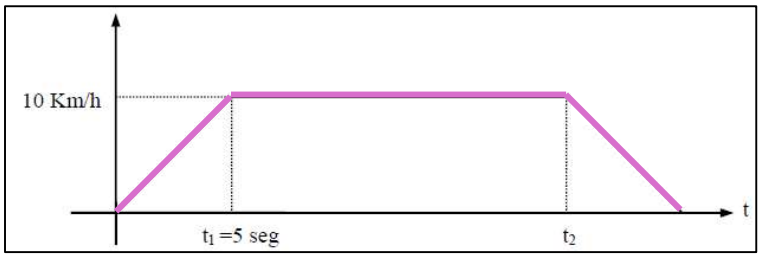
EJERCICIO 3

Objetivo: Utilizar la definición de trabajo de una fuerza y el Teorema de Trabajo y Energía cinética.

Un automóvil de una tonelada se ha quedado sin combustible al pie de un terraplén de pendiente constante que forma un ángulo de 7° con la horizontal y que conduce directamente a una estación de servicio situada a $150m$. Se envía un camión como se muestra en la figura.



a) ¿Qué trabajo deberá realizar el camión para llevar al auto hasta la estación de servicio a velocidad constante, despreciando las resistencias existentes?
b) Si se gráfica la velocidad del auto en función del tiempo para todo el trayecto, se obtiene:



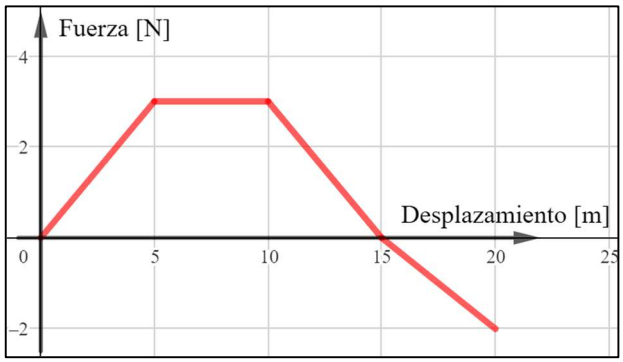
donde el inciso a) se refiere al movimiento en el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$. Si se analiza el movimiento en el intervalo $[0, t_1]$. ¿Cuál es el trabajo realizado por el camión sobre el auto? ¿Cuánto varía, en ese intervalo, la energía cinética del auto?

EJERCICIO 4

Objetivo: Analizar el trabajo efectuado por una fuerza variable: interpretación gráfica.

Un cuerpo está sujeto a una fuerza F_x (que varía con la posición). Calcular, utilizando el gráfico, el trabajo efectuado por la fuerza sobre el cuerpo a medida que éste se desplaza por una trayectoria recta:

a) Desde $x = 0\ m$, hasta $x = 5\ m$.
b) Desde $x = 5\ m$, hasta $x = 10\ m$.
c) Desde $x = 10\ m$, hasta $x = 15\ m$.
d) Desde $x = 15\ m$, hasta $x = 20\ m$.
e) Si la masa del cuerpo es de $4\,kg$ y su velocidad inicial es de 2 m/s, con los datos provistos determine la velocidad del cuerpo cuando alcanza los $15\ m$ y luego a los $20\ m$.



EJERCICIO 5

Objetivo: Analizar el trabajo ejercido por diferentes fuerzas (peso y fuerzas de contacto entre superficies) a lo largo de trayectorias cerradas.

Una caja de masa $m = 2\,kg$ se proyecta hacia arriba por un plano inclinado rugoso un ángulo $\alpha = 53º$ con una velocidad inicial $v_0 = 10\,m/s$ alcanzando una altura de 3 m.

a) Determinar el trabajo realizado por la fuerza de roce en el camino de subida.
b) Si luego el cuerpo baja y llega al pie del plano, ¿cuál es el módulo de su velocidad?

EJERCICIO 6

Objetivo: Analizar el trabajo ejercido por diferentes fuerzas (en particular, la recuperadora elástica) a lo largo de trayectorias cerradas.

Una caja de masa m se proyecta con una velocidad v_0 sobre un plano horizontal liso. En un instante dado queda adherida a un resorte horizontal (de masa despreciable) sujeto a una pared. Al comprimirse, el resorte ejerce sobre la caja una fuerza $F = -kx$, donde x indica cuánto se ha comprimido el resorte.

a) Utilizando el teorema de trabajo y energía cinética, encontrar cuál será la máxima compresión del resorte.
b) Calcular el trabajo realizado por cada una de las fuerzas que han actuado sobre la caja, cuando ésta haya regresado al punto en el que entró en contacto con el resorte.
c) Determinar si la energía cinética de la caja al llegar a dicho punto se ha modificado.
d) ¿Cambiarían los resultados anteriores si el plano fuera rugoso? En caso afirmativo, indicar cuáles respuestas cambiarían y por qué.

EJERCICIO 7

Objetivo: Utilizar el concepto de potencia.

a) Para transportar una carga se realiza un trabajo de $400\,J$ durante $0{,}3\,horas$, ¿Qué potencia se desarrolla en ese periodo?
b) Si la fuerza neta sobre una carga es de $45000\,N$ y se desplaza 8m en un tiempo de 30 s,
   i. ¿Cuál será la potencia entregada por el motor que mueve la carga?
   ii. Se modifica el resultado si el tiempo es mayor, ¿aumenta o disminuye?

EJERCICIO 8

Objetivo: Utilizar el concepto de potencia en función de la velocidad en la que se realiza el proceso.

Un motor de un montacargas eleva mediante un cable de acero una caja de $1200\,kg$ con una velocidad constante de $0{,}2\,m/s$.

a) Determinar la potencia empleada por el motor de la grúa en este proceso.
b) Si la caja logra elevarse desde el piso hasta su altura final de $10\,m$, determinar el trabajo realizado sobre la caja.

CLASE VII

Fuerzas conservativas y no conservativas
Conservación de la Energía Mecánica

Objetivos de la Clase:

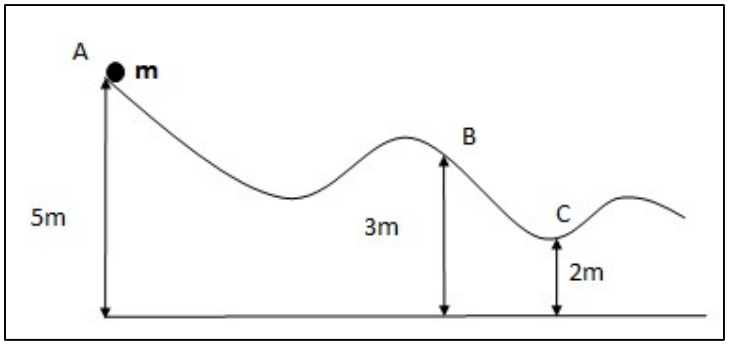
- **Introducir el concepto de Fuerza Conservativa.**
- **Introducir el concepto de Energía Potencial.**
- **Presentar el Teorema de Trabajo y Energía Mecánica.**
- **Introducir el Principio de Conservación de la Energía Mecánica.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Analizar la influencia del origen del sistema de referencia para la energía potencial sobre los resultados obtenidos.

Una partícula de masa $m = 5kg$ se suelta desde un punto A sobre la pista sin fricción mostrada en la figura.

a) Determinar la velocidad de la partícula en los puntos B y C.
b) ¿Variarían los resultados si se tomara como nivel de referencia para la energía potencial gravitatoria la altura del punto B? Explicar el razonamiento.



EJERCICIO 2

Objetivo: Integrar conceptos energéticos y dinámicos.

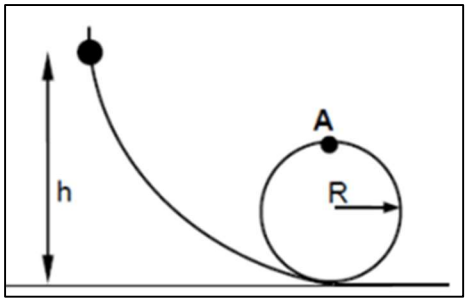
Una esferita de acero cuelga sujeta a una cuerda de longitud L.

a) ¿Cuál es la velocidad mínima que se le debe otorgar para que pueda alcanzar una altura $H = 2L$? ¿Cuál es la fuerza resultante que actúa sobre la esferita en esa posición?
b) ¿Qué trabajo realiza la cuerda durante el movimiento?
c) Con los conocimientos de las magnitudes de trabajo y energía, explicar por qué se modifica la energía cinética de la bolita a lo largo de la trayectoria.
d) Responder a las preguntas anteriores en el caso de que la esferita estuviera sujeta a una varilla rígida.

EJERCICIO 3

Objetivo: Integrar conceptos energéticos y dinámicos.

Una bolita desliza (sin fricción) por un rizo de radio $R = 0{,}3\ m$, (como se muestra en la figura). Si se libera la bolita desde una altura $h = 3{,}5R$.



a) ¿Cuál será su velocidad en el punto A?
b) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que el rizo ejerce sobre la bolita en ese punto si su masa es de 5 g ?

EJERCICIO 4

Objetivo: Integrar conceptos energéticos en sistemas ligados por una cuerda.

En uno de los extremos de una cuerda ligera e inextensible se ata una masa de 0,25 kg , la cual está sobre una mesa horizontal con roce. La cuerda pasa por una polea de masa despreciable y sin roce, y se ata a otra masa de 0,4 kg en el otro extremo, de forma que cuelga verticalmente. El coeficiente de roce dinámico entre el bloque y la mesa es 0,2 .

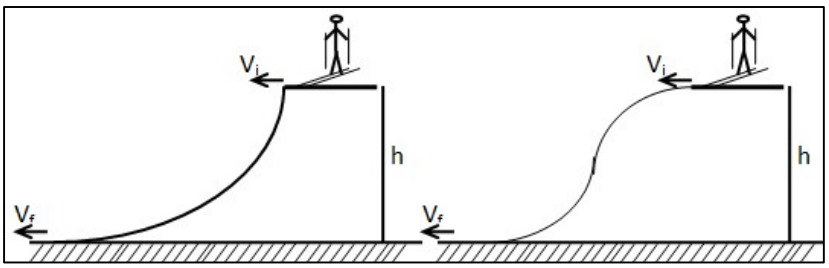
a) Enunciar el Teorema de Trabajo y Energía Mecánica.
b) Determinar la velocidad de los bloques cuando cada uno de ellos se desplaza 2 m desde el reposo.

EJERCICIO 5

Objetivo: Discutir el concepto energía potencial gravitatoria.

Un esquiador de 70 kg de masa parte de la cima de una pista helada (roce despreciable), con una velocidad de 10 km/h, desliza por la pista y llega al pie con una velocidad de 110 km/h.

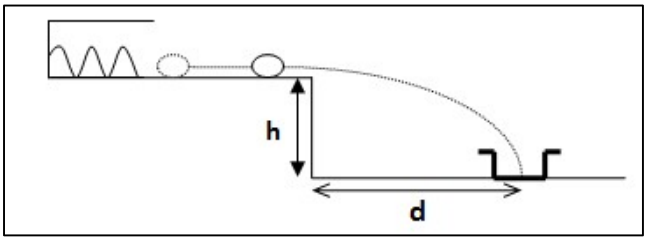
a) Si el esquiador tiene una masa de 70 kg , ¿cuál es su energía cinética en la cima? ¿Y al pie de la pista?
b) Empleando el Teorema de Trabajo y Energía Cinética, determinar cuál es la altura de la pista.
c) ¿Algún resultado cambiaría si la pista tuviese diferente pendiente pero igual altura como se ve en la figura? Justificar la respuesta.
d) Teniendo en cuenta todo lo visto anteriormente ¿Qué magnitud puede introducirse cuyo valor no se modifique (se conserve) en el tiempo en el que transcurre la acción descripta anteriormente y que permita contestar el inciso b) más rápidamente?
e) Si el esquiador subió hasta la cima mediante una aerosilla que se desplazaba con velocidad constante, ¿qué trabajo realizó el motor de la aerosilla para transportarlo? Despreciar la masa de la aerosilla. ¿Qué potencia debe ser capaz de desarrollar el motor si deben transportarse en promedio 8 personas cada media hora?



EJERCICIO 6

Objetivo: Aplicar el concepto de energía potencial elástica. Resaltar la importancia de aclarar el sistema bajo estudio.

Un niño cuenta con un cañón de resorte sobre una mesa que se encuentra a $h = 1\ m$ del piso. En un primer tiro, comprimió $0{,}2\ m$ el resorte y la bolita llegó a una distancia de $1{,}85\ m$ a partir de la base de la mesa. Si quiere que la bolita de masa $50\ g$ caiga dentro de una caja pequeña que se encuentra a una distancia $d = 2{,}2\ m$ de la base de la mesa, ¿cuánto deberá comprimir el resorte?

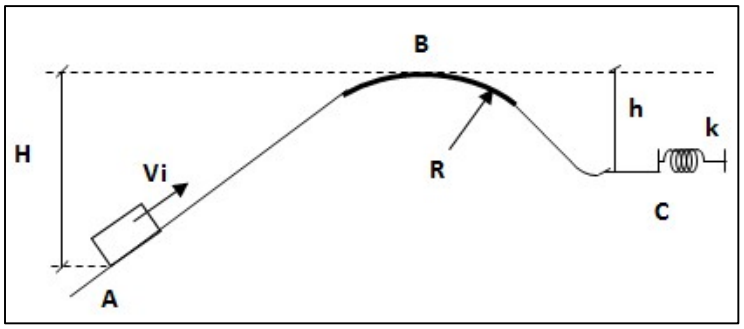


EJERCICIO 7

Objetivo: Integrar conceptos de Trabajo y Energía con dinámica de rotación.

El cuerpo de la figura (de masa m) es lanzado desde el punto inferior (A) de un plano inclinado con una velocidad inicial v_i desconocida. En toda la pista el roce entre el cuerpo y la superficie es despreciable. El cuerpo debe superar un punto máximo (B) ubicado en una región donde la pista se curva ($radio\ de\ curvatura\ = R$). Dicho máximo se encuentra a una altura H del punto de inicio. Luego desciende una altura h hasta llegar a una zona plana donde comprime un resorte. La constante del resorte es k.

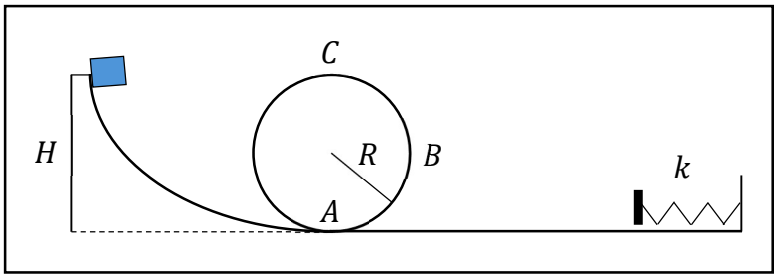
a) Dibujar las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en el punto B y escribir la expresión de la aceleración que resulta en función de dichas fuerzas. ¿La aceleración es constante para todo el tramo curvo donde se encuentra el punto B?
b) Si se sabe que el cuerpo no se despega de la pista en el punto máximo, ¿cuál es la mínima velocidad inicial para que apenas supere dicho punto?
c) ¿Cuál es la velocidad y la energía cinética del objeto inmediatamente antes de chocar con el resorte (punto C)?
d) ¿Cuánto se habrá comprimido el resorte al detenerse el objeto?
e) Si se supone nula la energía potencial en el punto de lanzamiento del objeto, ¿Cuál será la energía mecánica inicial del sistema?



EJERCICIO 8

Objetivo: Integrar conceptos de Trabajo y Energía con dinámica de rotación.

Sea un bloque de masa $m = 1\ kg$ que se desliza sin roce por una pista con un bucle de radio $R = 0{,}5\ m$ y un resorte de constante elástica $k = 50$ N/m, como muestra la figura.



a) ¿Desde qué altura mínima H se debe dejar deslizar el bloque para que pueda recorrer el bucle sin perder contacto con la pista?
b) Lanzando el bloque desde una altura $H = 3R$, calcular cuánto se comprimirá el resorte cuando el bloque llegue al reposo en el fin de la pista.
c) ¿Cuánto vale la fuerza que le hace la pista al bloque en los puntos A, B y C? Indicar en cada punto el sentido de esta.

A continuación, se cambia la pista por una de igual forma, pero con una superficie rugosa. En estas condiciones, se suelta nuevamente el bloque desde una altura $H = 2\ m$, y el movimiento finaliza con el bloque habiendo comprimido al resorte $70\ cm$.

d) ¿Cuánto vale el trabajo que realizó la fuerza de roce? Justificar qué conceptos se usaron.

CLASE VIII

Movimiento Armónico Simple (MAS)

Objetivos de la Clase:

- **Distinguir entre movimientos periódicos y no periódicos.**
- **Distinguir entre equilibrio estable e inestable. Relacionar estos conceptos con el de movimiento oscilatorio.**
- **Utilizar las ecuaciones cinemáticas y dinámicas que describen al movimiento armónico simple (M.A.S.)**
- **Identificar los conceptos de: período, frecuencia, fuerza recuperadora y relacionarlos con las magnitudes dinámicas.**
- **Manejar conceptos energéticos en M.A.S.**
- **Introducir Movimiento Armónico Amortiguado y Forzado. Resonancia.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Identificar parámetros elementales del M.A.S.

Un cuerpo oscila con M.A.S., la dependencia de la posición en x con el tiempo está dada por $x = 6\cos(3\pi t + \pi/3)$, con x en metros, t en segundos y el argumento del coseno en radianes. A partir de esta información determinar:

a) La amplitud, frecuencia y período del movimiento.
b) La fase y la posición inicial.
c) Usando la definición de velocidad, la dependencia de ésta con el tiempo.
d) La velocidad inicial ($t = 0$).
e) Usando la definición de aceleración, la dependencia de esta con el tiempo.

EJERCICIO 2

Objetivo: Analizar el Movimiento Armónico Simple en un sistema masa-resorte vertical.

Un monociclo tiene una masa de 50 kg, el resorte tiene una constante de fuerza de 20000 N/m. Si la persona que lo utiliza tiene una masa de 80 kg, encontrar la frecuencia de vibración del monociclo cuando pasa por un bache en una calle. Si la profundidad del bache era de 0,1 m, determinar módulo de la aceleración máxima y de la velocidad máxima.

EJERCICIO 3

Objetivo: Construir la expresión de la posición del cuerpo en función del tiempo en un M.A.S.

Un objeto de 4,5 kg oscila adosado a un resorte horizontal con una amplitud de 3,8 cm. El módulo de la máxima aceleración es 26 m/s^2. Determinar:

a) La frecuencia de la oscilación y el período del movimiento.
b) La constante del resorte.
c) La función que describe el movimiento suponiendo que el tiempo se comienza a medir en el punto de máxima amplitud.

Continuación →

d) El valor de x, v y a para $t = 2\ seg$. Interpretar los signos. Justificar.
e) Los puntos del M.A.S. donde el objeto tiene $v = 0$ y $a = 0$.

EJERCICIO 4

Objetivo: Determinar parámetros utilizando un sistema masa-resorte. Introducir el concepto de energía.

Una masa m_1 sujeta a un resorte de constante k desliza sobre una superficie horizontal lisa realizando un movimiento oscilatorio de amplitud A. Cuando el resorte experimenta su máxima deformación y la masa está momentáneamente en reposo, se deposita, cuidadosamente y en forma perpendicular a la superficie, una masa m_2 en la parte superior de m_1.

a) ¿Por qué se hacen las aclaraciones sobre la forma en la que se deposita la masa?
b) ¿Cuál es el valor del mínimo coeficiente de roce estático que debe existir, entre las superficies de m_2 y m_1, para que m_2 no deslice sobre m_1?
c) Explicar si al introducir m_2 se modifica la energía total E del sistema, la amplitud y/o la frecuencia angular ω, admitiendo que no habrá deslizamiento entre m_1 y m_2.

EJERCICIO 5

Objetivo: Emplear las variables cinemáticas del M.A.S.

Una partícula se mueve con movimiento armónico simple con una amplitud de 8 cm y un período de 4 s, encontrándose en $x = 0$ en el instante inicial.

a) Calcular la velocidad y la aceleración de la partícula 0,4 s después de que ésta pasa por uno de los extremos de la trayectoria.
b) Comparar con los valores máximos que toma cada una de estas variables.

EJERCICIO 6

Objetivo: Estudiar el M.A.S con conceptos energéticos.

Un objeto de 3 kg que oscila horizontalmente unido a un resorte de constante 2000 N/m sobre una superficie sin roce tiene una energía mecánica total de 0,9 J. Calcular la amplitud del movimiento y la velocidad máxima del objeto.

EJERCICIO 7

Objetivo: Estudiar el M.A.S en un péndulo simple.

Un péndulo simple de 1 m de longitud ejecuta 100 *oscilaciones* completas en 204 s en cierto lugar de la Tierra.

a) Hallar el valor de la aceleración de la gravedad g_T en ese sitio.
b) ¿Cuál sería la frecuencia de oscilación del mismo péndulo en la Luna si allí el valor de la aceleración gravitatoria es $g_L = g_T/6$?
c) Si la amplitud máxima del péndulo es de 10°, escribir una expresión para el ángulo formado por el péndulo con la vertical en función del tiempo.

LABORATORIO INTEGRADO 2

Resorte

Objetivos de la Experiencia:

- **Determinar la constante k del resorte.**

MARCO TEÓRICO

Si un cuerpo se cuelga sobre un resorte vertical las fuerzas que actúan en todo momento son la fuerza peso $(\vec{P})$ y la fuerza que ejerce el resorte $(\vec{F_x})$, como se muestra en la *Figura* 1. La fuerza $\vec{F_x}$ siempre apunta hacia la posición de equilibrio y satisface la ley de Hooke:

$$F_x = -kx,$$

donde k es la constante propia del resorte y x el apartamiento de su posición de equilibrio.

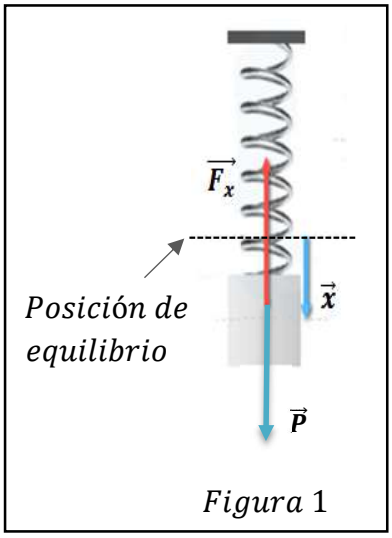


Figura 1

ELEMENTOS UTILIZADOS

- Pie con escala graduada.
- Resorte (incorporado dentro de un dinamómetro).
- Pesas.

PROCEDIMIENTO



Figura 2

1. Montar el sistema como muestra la *Figura* 2, regulando la altura del resorte tal que la posición de equilibrio coincida con el cero de la escala graduada.
2. Disponer de cinco combinaciones de pesas. Medir para cada una de ellas el valor de la fuerza ejercida sobre el resorte: $F_{x_i} = F_x \pm \Delta F_x$. Simultáneamente registrar el valor del desplazamiento del resorte: $x_i = x \pm \Delta x$, donde en ambos casos el subíndice i indica el número de medida y ΔF_x y Δx son las incertezas asociadas al instrumento para esa medida.

3. Con cada par $(F_{x_i}\,;\,x_i)$ completar la $Tabla\ 1$ y proceder con la búsqueda del valor de k.
4. El valor de k se obtendrá a partir de **dos métodos**:

➢ **Método gráfico:**

i. Realizar un gráfico F_x vs x. Graficar los puntos experimentales obtenidos con su incerteza.
ii. Trazar dos rectas, una de pendiente máxima y otra de pendiente mínima. Obtener para cada una la ecuación de la recta.
iii. Tomar los valores de las pendientes que corresponden a los valores de $k_{máx}$ y $k_{mín}$. Con ellos calcular el valor promedio de la constante k con la siguiente ecuación: $\bar{k} = \frac{k_{máx}+k_{mín}}{2}$.
iv. Finalmente, expresar el valor de k de la siguiente manera

$$k = \bar{k} \pm \Delta k,$$

donde Δk es la incerteza asociada a las mediciones, que se obtiene a partir de:

$$\Delta k = \frac{k_{máx} - k_{mín}}{2}$$

➢ **Método con planilla de cálculo:**

i. Empleando Excel, realizar un gráfico F_x vs x.
ii. Realizar una regresión lineal y obtener la ecuación de la recta.
iii. Tomar el valor de la pendiente que corresponden al valor de la constante k.
iv. Mediante estadísticas, obtener el valor de Δk y, finalmente expresar el valor de k de la siguiente manera:

$$k = \bar{k} \pm \Delta k$$

5. Comparar el valor de k obtenido para cada uno de los métodos. A partir de los resultados obtenidos redactar las conclusiones sobre la actividad realizada.

RESULTADOS

Mediciones	$\boldsymbol{F_x \pm \Delta F_x}$	$\boldsymbol{x \pm \Delta x}$
1		
2		
3		
4		
5		
Resultados	***Gráfico***	***Planilla de cálculo***
Promedio	$\boldsymbol{\bar{k} =}$	$\boldsymbol{\bar{k} =}$
Incerteza	$\boldsymbol{\Delta k =}$	$\boldsymbol{\Delta k =}$
Constante del resorte	$\boldsymbol{k =}$	$\boldsymbol{k =}$

$Tabla\ 1$

CLASE IX

Modelo de Sistema de Partículas

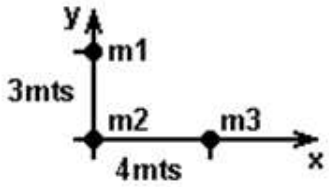
Objetivos de la Clase:

- **Introducir el modelo de sistema de partícula y el concepto de centro de masa (CM) del mismo. Estudiar su cinemática y su dinámica.**
- **Analizar la conservación de la cantidad de movimiento del CM. Introducir el concepto de impulso lineal.**
- **Analizar el teorema de trabajo y energía cinética para un sistema de partículas.**
- **Extender el análisis a distintos tipos de choques y estallidos.**

EJERCICIO 1

Objetivo: Analizar la cinemática y la dinámica del CM en un movimiento en el plano.

Considere la distribución de masas de la figura:



Masa (x[m], y[m])	Valor de masa
$M_1(0,3)$	m_1=2kg
$M_2(0,0)$	m_2=1kg
$M_3(4,0)$	m_3=3kg

donde las masas m_1 y m_2 se atraen con una fuerza que sigue la ley $-k/r^2$, con k una constante positiva y r es la distancia entre las masas. Una fuerza exterior de 10 N actúa sobre m_3 en la dirección positiva del eje x.

a) Calcular la posición, velocidad y aceleración del centro de masas.
b) Qué fuerzas de las actuantes afectan las magnitudes calculadas anteriormente.
c) Repetir a) luego de 5 *segundos* para los siguientes casos:
   i. Si las masas están inicialmente en reposo.
   ii. Si m_3 en el instante inicial tiene una velocidad de 0,2 m/s en la dirección positiva del eje y.

EJERCICIO 2

Objetivo: Identificar el sistema bajo estudio y modelar el mismo. Aplicar las Leyes de Newton y el concepto de CM.

Un hombre de 70 kg y un muchacho de 35 kg están de pie juntos sobre una superficie de hielo lisa. Se empujan uno al otro y el hombre se aleja con una velocidad de 0,3 m/s respecto del hielo.

a) ¿Se conserva la cantidad de movimiento del centro de masa del sistema?
b) ¿A qué distancia estarán entre sí 5 seg después?
c) En el intervalo de tiempo analizado, ¿varía la velocidad del CM del sistema?
d) ¿Se conserva la cantidad de movimiento de cada persona por separado?

EJERCICIO 3

Objetivo: Analizar la interacción entre dos partículas en el marco (o sistema) de referencia de laboratorio (algún marco de referencia inercial).

Dos vagones del ferrocarril con masa de 60 tn y 40 tn se mueven a lo largo de una vía en igual dirección y sentido, de modo que el más pesado va adelante en marcha a 0,5 m/s, mientras que la velocidad del segundo es de 1 m/s (por la forma en que se desplazan los vagones pueden despreciarse el deslizamiento de las ruedas sobre la vía). En cierto momento los vagones chocan y se acoplan.

a) Calcular las cantidades de movimiento de los dos vagones y del centro de masa antes y después del choque y compárelas. ¿Qué se puede concluir de la comparación?
b) Hallar la energía cinética del sistema antes y después del choque. ¿Varía la energía cinética del CM respecto a un sistema de coordenadas fijo en la tierra? Justificar.
c) Hallar la energía cinética relativa al CM antes y después del choque.

EJERCICIO 4

Objetivo: Aplicar la forma integral de la Segunda ley de Newton (Teorema Impulso-Cantidad de movimiento que relaciona ambas magnitudes, es decir el Impulso y el cambio en la Cantidad de Movimiento).

Una bala de masa $m = 0{,}01\ kg$ y velocidad $v_1 = 500\ m/s$, impacta y se incrusta en un bloque de $M = 1\ kg$ que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa.

a) Hallar la velocidad del sistema bala-bloque después del impacto.
b) Hallar el impulso que ejerce el bloque sobre la bala.
c) Si el impacto dura $10^{-3}\ seg.$, calcular la fuerza media ejercida por la bala sobre el bloque (llamamos fuerza media a una fuerza constante en el tiempo cuyo impulso sea igual al ejercido por la fuerza real, que es variable en el tiempo).
d) Calcular la energía mecánica antes y después del choque. ¿Se conserva?

Nota: Explicar el modelado del problema: aproximaciones y suposiciones. Revisar en qué contexto el impulso de una fuerza puede despreciarse (suponerse cero, aunque matemáticamente no lo sea).

EJERCICIO 5

Objetivo: Analizar el carácter vectorial de la cantidad de movimiento y las condiciones para su conservación.

Un coche pequeño de 1,2 tn circula hacia el este a 60 km/h cuando choca en un cruce (en el que hay una mancha de aceite) con un camión de 3 tn que circulaba hacia el norte a 40 km/h. El coche y el camión quedan unidos como un solo cuerpo a consecuencia del choque.

a) Determinar la velocidad del conjunto justo después de la colisión.
b) Comparar con la velocidad del CM antes de la colisión. Explicar los resultados.
c) ¿Se conserva la energía cinética entre antes y después del choque? Justificar.

EJERCICIO 6

Objetivo: Analizar el carácter vectorial de la cantidad de movimiento. Analizar la conservación o variación de cada una de sus componentes en cada uno de los ejes del sistema de coordenadas elegido para describir al plano.

Un hombre de 70 kg viaja en un trineo de 20 kg. El trineo se desplaza sobre la superficie de hielo con una velocidad de 0,1 m/s. El hombre desea detener el trineo disparando una escopeta.

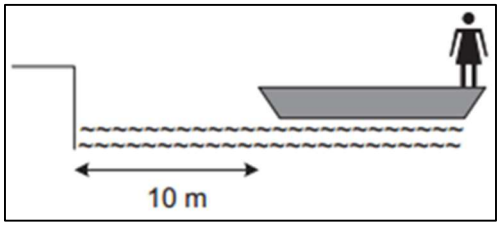
a) ¿Debería apuntar la escopeta en el mismo sentido o sentido opuesto a su desplazamiento?
b) ¿Qué ángulo de inclinación respecto del sentido del desplazamiento debería darle a la escopeta para lograr su cometido, si la masa del proyectil es de 35 g y la velocidad del mismo, medida desde tierra, tiene un módulo de 500 m/s?
c) ¿Se conserva la cantidad de movimiento del sistema hombre-trineo-proyectil en la dirección perpendicular al movimiento del trineo? Justificar.
d) ¿Cuál será el impulso ejercido por el piso sobre el sistema hombre-trineo justo en el instante del disparo?

EJERCICIO 7

Objetivo: Identificar la posición del CM en un sistema CM.

Un bote de 100 kg y 8 m de longitud se encuentra en reposo en un lago, a 10 m de tierra. En el extremo del bote más alejado de la orilla está sentada una muchacha de 50 kg.

a) Determinar la posición del centro de masas del sistema bote-chica. La muchacha camina hasta el otro extremo del bote, donde se detiene.
b) ¿El bote se seguirá encontrando a la misma distancia de la orilla? En caso negativo, calcular la nueva distancia a la que estará. Despreciar la fuerza horizontal ejercida por el agua sobre el bote.



EJERCICIO 8

Objetivo: Identificar la posición del CM en un sistema CM.

Dos astronautas de 55 kg y 85 kg se encuentran en el espacio, ambos inicialmente en reposo en un sistema inercial, separados 10 m y ligados entre sí por una cuerda.

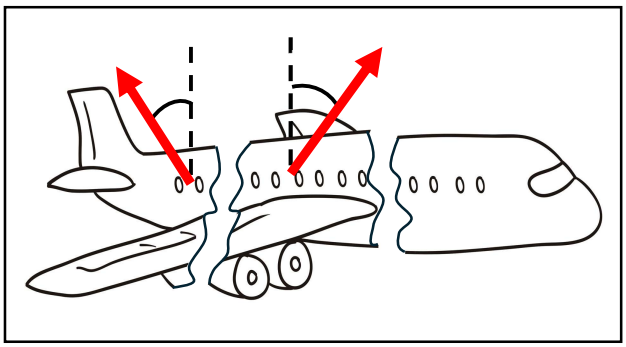
a) Si el astronauta de 85 kg da un breve tirón de la cuerda, ejerciendo una fuerza promedio de 10 N, ¿A qué distancia de su posición inicial se produce el encuentro entre ambos?
b) Calcular el tiempo transcurrido desde que el astronauta tira de la cuerda hasta que se encuentran si el tirón se ejerce durante una décima de segundo.

EJERCICIO 9

Objetivo: Analizar la conservación de la cantidad de movimiento en dos dimensiones con velocidad relativa, e integrar con conceptos de cinemática.

Un pequeño avión vuela horizontalmente a 5 km de altura y con una velocidad de 700 km/h. En mismo sufre una explosión, dividiendo el fuselaje en tres partes. Dos de ellas poseen igual masa, 14000 kg y salen formando ángulos de 20° y 40° con la vertical, y con velocidades $v_1 = v_2$ respecto a la tierra de 300 km/h, como se muestra en la figura. La tercera parte del fuselaje tiene una masa de 10000 kg y no se tiene otra información al respecto.

a) Si se necesita hallar el fuselaje completo, ¿se podrá usar la conservación de la cantidad de movimiento y/o de la energía mecánica para lograr el cometido?
b) Determinar la velocidad (módulo y ángulo) de cada uno de los fragmentos justo después de la explosión.
c) Hallar la distancia horizontal desde el punto de la explosión donde deberían encontrarse cada uno de los fragmentos sobre la superficie terrestre.



EJERCICIO 10

Objetivo: Analizar la conservación de la cantidad de movimiento en cada una de las dimensiones.

Tres paracaidistas están cayendo conjuntamente tomados de las manos, los tres están en el mismo plano horizontal. En un instante dado, se empujan mutuamente, por esta acción el paracaidista 1 adquiere una cantidad de movimiento p_1 de 150 Ns (en el plano horizontal) hacia el norte, el paracaidista 2 adquiere una cantidad de movimiento p_2 de 200 Ns hacia el Oeste. Las siguientes preguntas están referidas al plano horizontal del movimiento y antes de que se abran los paracaídas.

a) ¿En qué dirección se moverá el paracaidista 3?
b) Hallar el módulo de la cantidad de movimiento p_3.
c) Suponiendo que los paracaidistas tienen masas iguales, 80 kg, ¿Cuál es la magnitud de la velocidad del paracaidista 3?
d) Un observador en tierra ve a los paracaidistas. ¿Cómo describirá el movimiento? ¿Y a las variables cinemáticas (posición y velocidad) de los paracaidistas y del CM del sistema antes de la apertura de los paracaídas? Analizar si se puede despreciar la resistencia del aire.

EJERCICIO 11

Objetivo: Analizar la conservación o la variación de la cantidad de movimiento y la energía.

Un proyectil de masa $m = 250\ g$ choca con un objeto de masa $M = 2\ kg$ que cuelga de una cuerda sin peso, de longitud $L = 0{,}8\ m$, quedando incrustado.

a) Si el péndulo se desvía 30°, ¿cuál era la velocidad del proyectil? Indicar las suposiciones, modelos y aproximaciones utilizadas.
b) Si la velocidad del proyectil era de 60 m/s, determinar la tensión de la cuerda en el punto más alto de la trayectoria circular.
c) Si la velocidad del proyectil era de 15 m/s, determinar hasta que altura se eleva el objeto.
d) ¿Se conserva la cantidad de movimiento del sistema en el choque? ¿Y la energía cinética? Justificar.

