



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Mecánica

Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ingeniero Mecatrónico - 2021

04 de julio de 2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria del alumno</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento.....</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	9
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>9</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>9</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales</i>	<i>9</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos</i>	<i>9</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>9</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	10
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	23
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	24
ANEXOS	4

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- Propósito del manual
- Justificación de su uso en el programa académico
- Competencias a desarrollar
 - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.
 - **Competencias disciplinares:** Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.
 - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Mecánica	
Clave	052CP031	Créditos	7
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Integrar los fundamentos de la electrónica, mecánica, computación y control con base a las normas y estándares internacionales para el diseño, desarrollo y operación de equipos y maquinarias de uso industrial o de servicios a través del análisis de problemas, innovación, liderazgo y enfoque en resultados.	Aplicar modelos físico-matemáticos para demostrar fenómenos naturales que ocurren en el ámbito científico-tecnológico o industrial, empleando las leyes del movimiento de Newton y los principios de equilibrio estático y dinámico de los cuerpos rígidos, comprometidos con un aprendizaje responsable.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
3	2	1	2	8

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	04 de julio de 2025
Responsables del diseño	Dr. José Antonio Heredia Cancino
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Conversión de unidades a partir de datos experimentales	• Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio. • Manejar dispositivos mecatrónicos, con base a las normas ANSI, ISO, NOM, ASME, ASTM, para la ejecución de tareas mecánicas en la modernización u optimización de productos y servicios en el sector industrial, público o privado, a través de la orientación al servicio, análisis de problemas y responsabilidad.
Equilibrio de Fuerzas: Mesa de Fuerzas Casera	• Integrar prototipos y sistemas tecnológicamente adecuados, con base a las normas y estándares internacionales, para proyectos mecatrónicos en el sector industrial, de servicios, público o privado, a través del análisis de problemas, enfoque en resultados e innovación. • Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio. • Manejar dispositivos mecatrónicos, con base a las normas ANSI, ISO, NOM, ASME, ASTM, para la ejecución de tareas mecánicas en la modernización u optimización de productos y servicios en el sector industrial, público o privado, a través de la orientación al servicio, análisis de problemas y responsabilidad.

Leyes de Newton: Fricción	• Evaluar sistemas de automatización y control de procesos, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios, en el sector industrial, público o privado, por medio del trabajo en equipo, toma de decisiones y responsabilidad. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica.
Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado	• Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica.
Conservación de la energía	• Evaluar sistemas de automatización y control de procesos, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios, en el sector industrial, público o privado, por medio del trabajo en equipo, toma de decisiones y responsabilidad. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o

	privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica.
Impulso y cantidad de movimiento	• Integrar componentes electrónicos y mecánicos de máquinas y herramientas automatizadas, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios en el sector industrial, público o privado, a partir del enfoque en resultados, trabajo en equipo, innovación y responsabilidad. • Evaluar sistemas de automatización y control de procesos, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios, en el sector industrial, público o privado, por medio del trabajo en equipo, toma de decisiones y responsabilidad
Análisis de colisiones	• Operar software especializado, con base a las normas, estándares y lineamientos establecidos por ANSI e ISO, para el diseño y manejo de componentes, máquinas y herramientas automáticas, referente al mejoramiento de productos y servicios en el sector industrial, público o privado, con base en el autoaprendizaje, dominio del estrés y enfoque en resultados. • Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica. • Integrar prototipos y sistemas tecnológicamente adecuados, con base a las normas y estándares internacionales, para proyectos mecatrónicos en el sector industrial, de servicios, público o privado, a través del análisis de problemas, enfoque en resultados e innovación.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

- No correr, fumar, vapear, ingerir bebidas ni alimentos
- Está prohibido el ingreso de personas ajenas a la institución
- Es obligación de los usuarios limpiar su mesa de trabajo antes y después de la práctica.
- No dejar en los botes de basura ni en las tarjas de lavado los desechos al finalizar la experimentación.
- Se deberá cumplir y respetar la calendarización de prácticas fijada.
- Los útiles escolares y pertenencias personales deberán ser colocadas en los estantes para mochilas.
- En ausencia del docente, la práctica no podrá ser realizada.
- El estudiante deberá resarcir los daños que por negligencia o intencionalmente ocasione a los bienes de la Universidad.
- Los estudiantes harán la solicitud de materiales y equipos mediante la Libreta.
- Los usuarios deberán registrarse en las bitácoras correspondientes.

Reglamento de uniforme

- Uso de la bata obligatoria en todo momento
- Uso de vestimenta adecuada:
 - Pantalón de algodón o mezclilla
 - Zapato cerrado
 - Uso de uniforme de acuerdo al PE
- No traer el cabello largo y suelto ni accesorios.

Uso adecuado del equipo y materiales

- El docente deberá asegurarse que los estudiantes utilicen adecuadamente el equipo de protección personal durante el desarrollo de la práctica.
- El uso de instrumentos y equipos deberá realizarse siguiendo los manuales de operación respectivos.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

El tratamiento de residuos se realizará conforme a la normativa ambiental vigente y los lineamientos institucionales para la disposición segura de residuos.

Procedimientos en caso de emergencia

Ante cualquier incidente, descarga eléctrica, conato de incendio o emergencia médica, se deberá actuar conforme al protocolo institucional de seguridad para laboratorios.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I
	Resolver operaciones con vectores, que permitan reproducir la ocurrencia de fenómenos naturales en el ámbito industrial a través del teorema de Pitágoras y funciones trigonométricas, comprometidos con un autoaprendizaje responsable.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Conversión de unidades a partir de datos experimentales	Aplicar la conversión de unidades físicas fundamentales para interpretar y expresar resultados experimentales correctamente, siguiendo procedimientos estándar de laboratorio en el contexto de mediciones directas de distancia y tiempo, fortaleciendo el pensamiento lógico y la precisión numérica
Práctica No. 2	Equilibrio de Fuerzas: Mesa de Fuerzas Casera	Representar gráficamente fuerzas concurrentes para analizar condiciones de equilibrio mecánico, aplicando conocimientos de trigonometría y vectores en un sistema experimental improvisado, fomentando el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC II
	Practicar la solución de problemas de objetos en equilibrio y uniformemente acelerados, empleando las leyes del movimiento de Newton para su aplicación en el ámbito industrial bajo un esquema de autoaprendizaje responsable.

Práctica No. 3	Leyes de Newton: Fricción	Determinar la fuerza de fricción entre dos superficies en contacto, utilizando la Segunda Ley de Newton en sistemas con y sin aceleración, mediante un montaje experimental y registro sistemático de datos, a nivel laboratorio, fortaleciendo el razonamiento lógico-matemático y la capacidad de análisis experimental.
Práctica No. 4	Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado	Analizar el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado para determinar experimentalmente la aceleración de un

		cuerpo mediante la medición de desplazamientos y tiempos, aplicando principios de cinemática en un entorno controlado, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo el pensamiento analítico, la interpretación de datos y la fundamentación física de procesos tecnológicos.
--	--	--

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC III	
	Emplear los conceptos de energía y conservación de la misma para solucionar problemas de cuerpos rígidos en movimiento en el ámbito industrial desde la perspectiva de la mecánica clásica, comprometidos con un aprendizaje responsable.	

Práctica No. 5	Conservación de la energía	Comprobar experimentalmente la conservación de la energía mecánica en un sistema oscilante simple, determinando la transformación entre energía potencial y cinética mediante análisis gráfico y experimental, usando herramientas digitales como el software Tracker, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, desarrollando habilidades de análisis dinámico, uso de tecnologías y validación de modelos físicos.
----------------	----------------------------	--

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC IV	
	Resolver problemas de conservación de energía y colisiones elásticas e inelásticas por medio del cálculo del impulso y la cantidad de movimiento lineal para su aplicación en el ámbito industrial, comprometidos con un aprendizaje responsable.	

Práctica No. 6	Impulso y cantidad de movimiento	Relacionar el impulso aplicado a un cuerpo con el cambio en su cantidad de movimiento, analizando experimentalmente colisiones breves en un sistema unidimensional, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo la capacidad para modelar dinámicamente eventos físicos y utilizar herramientas digitales para validar principios de la mecánica clásica.
----------------	----------------------------------	---

Práctica No. 7	Análisis de colisiones	Analizar colisiones unidimensionales entre cuerpos esféricos mediante videoanálisis con el software Tracker, determinando el cumplimiento de la conservación del momento lineal y la energía cinética, en el contexto de formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo el pensamiento crítico, el manejo de herramientas digitales y la validación de modelos físicos mediante datos experimentales.
----------------	------------------------	---



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Conversión de Unidades a Partir de Datos Experimentales
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar la conversión de unidades físicas fundamentales para interpretar y expresar resultados experimentales correctamente, siguiendo procedimientos estándar de laboratorio en el contexto de mediciones directas de distancia y tiempo, fortaleciendo el pensamiento lógico y la precisión numérica

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las unidades de medida permiten expresar magnitudes físicas. Para poder operar con datos o compararlos, es necesario convertirlos a un sistema común, preferentemente el SI.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• 3 Cinta métrica • 1 Cronómetro • 1 objeto con simetría cúbica • 1 objeto con simetría cilíndrica • 1 Tabla de factores de conversión • 1 Libreta

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
• Con cada cinta métrica calcular el volumen del objeto con simetría cúbica y simetría cilíndrica con base el SI de medida. • Realizar la conversión de unidades de los cálculos de volumen a las siguientes unidades: Litros, pies cúbicos, centímetros cúbicos y pulgadas cuadradas. • Investigar la precisión de las cintas métricas utilizadas para indicarlo en los resultados y calcular los errores que se presentan en este tipo de mediciones. • Con el cronómetro, realizar 10 mediciones del tiempo que le toma a una persona caminar una distancia conocida (5m o 10 m), calcular la rapidez de la persona en el SI de medida y convertir a km/h, ft/s, mi/h y estimar los errores que se presentan en este tipo de mediciones.

RESULTADOS ESPERADOS
• Tabla de longitudes y velocidades convertidas en diferentes sistemas de unidades. • Registro ordenado con unidades correctas y cifras significativas coherentes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
• ¿Qué errores se pueden cometer al convertir manualmente? • ¿Qué ventajas tiene el uso del SI sobre otros sistemas? • ¿Por qué es importante estandarizar las unidades en un experimento científico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Identificar los sistemas de unidades más comunes.
- Reconocer la importancia de expresar correctamente las magnitudes físicas.
- Relación con la práctica profesional: validación de datos, informes técnicos, análisis de fallas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Ensayo de la NOM-008-SCFI-2002.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Precisión en conversiones • Bitácora con resultados ordenados y correctos. • Reflexión escrita breve sobre importancia del SI.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Equilibrio de Fuerzas: Mesa de Fuerzas Casera
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Representar gráficamente fuerzas concurrentes para analizar condiciones de equilibrio mecánico, aplicando conocimientos de trigonometría y vectores en un sistema experimental improvisado, fomentando el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

FUNDAMENTO TEÓRICO
En física, una fuerza es una magnitud vectorial que tiene dirección, sentido y magnitud, y que puede causar cambios en el movimiento de un cuerpo. En un sistema en equilibrio, la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto debe ser igual a cero, conforme a la Primera Ley de Newton, también conocida como el principio de inercia. La mesa de fuerzas es un dispositivo experimental que permite analizar un sistema de fuerzas concurrentes (que actúan sobre un mismo punto) en equilibrio. En este aparato, se cuelgan pesas mediante cuerdas que pasan por poleas, de modo que todas las fuerzas se aplican en un solo punto donde las cuerdas se encuentran. Cada fuerza aplicada puede descomponerse en componentes rectangulares (ejes X y Y), y el sistema estará en equilibrio cuando la suma de las componentes en cada eje sea cero: $\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ Para resolver el sistema, se utiliza la trigonometría básica, ya que cada fuerza puede representarse mediante sus componentes: $F_x = F \cos(\theta)$ $F_y = F \sin(\theta)$ donde F es la magnitud de la fuerza y θ es el ángulo que forma respecto al eje horizontal. Este experimento también permite representar las fuerzas mediante un diagrama de cuerpo libre y construir un diagrama vectorial (método gráfico) para comprobar visualmente que se cumple la condición de equilibrio. Esta representación es fundamental en múltiples áreas de la ingeniería y la física aplicada, como el diseño de estructuras, puentes, grúas y sistemas mecánicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• 1 Tabla de madera de al menos 30 cm x 30 cm • 4 Poleas (pueden ser improvisadas) • 2 m de cuerda • 4 Pesas u objetos de masa conocida que puedan ser atados fácilmente • Transportador • Regla

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- **Preparación del sistema**
 - Coloca la tabla y marca el centro donde se unirán las cuerdas.
 - Asegura tres poleas en los bordes de la tabla (pueden ser tapas de botella si es una versión casera).
- **Armado del sistema de fuerzas**
 - Ata tres cuerdas al mismo punto (un aro, un clip o un nudo triple) y pasa cada cuerda por una polea.
 - En el extremo de cada cuerda, cuelga una pesa.
 - Ajusta las masas y direcciones para que el nudo en el centro quede completamente inmóvil.
- **Medición de ángulos y masas**
 - Usa un transportador para medir los ángulos entre cada cuerda respecto a un eje de referencia.
 - Registra el valor de cada masa utilizada y conviértela a fuerza, calculando su peso.
- **Representación vectorial**
 - Dibuja un diagrama de cuerpo libre con las tres fuerzas aplicadas.
 - Descompón cada fuerza en sus componentes horizontales y verticales.
 - Verifica que la suma de las componentes en cada dirección sea igual (o cercana) a cero.
- **Repetición para validación**
 - Cambia los valores de masa y repite el procedimiento para observar el comportamiento del sistema.

RESULTADOS ESPERADOS

- Estática del sistema
- Obtención de diagramas de cuerpo libre
- Mediciones de ángulos con precisión aceptable de ($\pm 2^\circ$)
- Cálculo correcto de las componentes vectoriales de cada fuerza
- Verificación numérica del equilibrio del sistema
- Registro ordenado de los datos experimentales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Las componentes horizontales y verticales de las fuerzas suman cero dentro de un margen de error aceptable? ¿Qué valor obtuviste para cada suma?

- ¿Cómo afecta un pequeño error en la medición de los ángulos al equilibrio del sistema?
- Si el nudo central se movió ligeramente, ¿cuál crees que fue la causa? ¿Una masa mal medida, un ángulo incorrecto, fricción o elasticidad en la cuerda?
- ¿Qué relación observas entre el equilibrio experimental y la representación gráfica de los vectores?
- ¿Qué tan confiable fue tu procedimiento para validar el equilibrio? ¿Qué cambiarías para mejorar la precisión?
- ¿Cómo aplicarías este principio de equilibrio de fuerzas en una situación de la vida real o en un sistema técnico (por ejemplo, un puente colgante o una grúa)?
- ¿Qué importancia tiene el análisis vectorial en el diseño estructural o en la ingeniería mecánica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se deberá concluir la importancia de los vectores en la estática, el cálculo de componentes vectoriales para mantener el equilibrio y los diagramas de cuerpo libre para representar las fuerzas aplicadas a un objeto.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realiza la práctica nuevamente para 4 pesas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Precisión en mediciones • Bitácora ordenada • Claridad en el reporte de resultados.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Leyes de Newton: Fricción
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la fuerza de fricción entre dos superficies en contacto, utilizando la Segunda Ley de Newton en sistemas con y sin aceleración, mediante un montaje experimental y registro sistemático de datos, a nivel laboratorio, fortaleciendo el razonamiento lógico-matemático y la capacidad de análisis experimental.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las Leyes de Newton describen cómo interactúan las fuerzas con el movimiento de los cuerpos. En particular, la Segunda Ley de Newton establece que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa: $\vec{F} = m\vec{a}$ Cuando un cuerpo se encuentra en contacto con una superficie, aparece una fuerza de fricción, que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies. Esta fuerza tiene dos formas principales: • Fricción estática (f_s) : actúa cuando el objeto está en reposo e impide que comience a moverse. • Fricción cinética (f_k) : actúa cuando el objeto ya está en movimiento. Ambas se calculan con la fórmula: $f = \mu N$ donde: • μ es el coeficiente de fricción (diferente para fricción estática y cinética), • N es la fuerza normal, que generalmente equivale al peso del objeto cuando la superficie es horizontal. En esta práctica, se utilizarán bloques deslizándose sobre diferentes superficies para medir la fuerza mínima necesaria para iniciar el movimiento (fricción estática) y compararla con la fuerza necesaria para mantener el movimiento (fricción cinética). También se analizará cómo la fricción influye en la aceleración y cómo debe considerarse en el cálculo de la fuerza neta aplicada. Esta práctica es clave para comprender cómo las fuerzas reales afectan los sistemas mecánicos, desde el frenado de vehículos hasta el diseño de maquinaria, pavimentos, calzado y sistemas de transporte.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Tabla horizontal firme • Bloque o caja de madera, plástico y metal • Hilo • Polea

- Vaso de plástico o desechable
- 0.5 kg de arroz

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- Coloca la tabla horizontal firme como superficie de deslizamiento.
- Coloca el bloque de madera sobre la superficie.
- Asegura un hilo al bloque y pásalo por una polea al borde de la tabla.
- En el otro extremo del hilo, cuelga el vaso de plástico o el gancho donde se añadirá peso.
- Agrega pequeñas cantidades de masa en el vasito hasta que el bloque comience a moverse.
- Registra la masa total necesaria para iniciar el movimiento.
- Calcula la fuerza de fricción estática.
- Agregar más peso para que se inicie un movimiento, una vez iniciado el movimiento, agrega o quita masa hasta que el bloque se mueva con velocidad constante (sin aceleración visible).
- Registra esta nueva masa colgante para calcular la fuerza de fricción cinética de la misma manera.
- Repite el experimento con los diferentes bloques.
- Registra los valores de masa del bloque y masa colgante para cada ensayo.

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención de la fuerza mínima necesaria para iniciar el movimiento del bloque
- Determinación de la fuerza necesaria para mantener el movimiento uniforme
- Cálculo del coeficiente de fricción estática y cinética

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias observaste entre la fuerza necesaria para iniciar el movimiento y la fuerza necesaria para mantenerlo constante?
- ¿Cómo se comportaron los coeficientes de fricción al cambiar los bloques? ¿Fueron mayores con superficies rugosas?
- ¿Se cumple la relación esperada de que $\mu_s > \mu_k$? ¿En todos los casos?
- ¿Qué factores experimentales podrían haber afectado la precisión de tus resultados (por ejemplo, inclinación de la tabla, fricción en la polea, error humano)?
- ¿Qué implicaciones tienen tus resultados en contextos reales como el frenado de un automóvil, el diseño de calzado o transporte de carga?
- Si pudieras repetir el experimento, ¿qué mejorarías para obtener datos más precisos o confiables?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se deberá concluir como la fricción es una fuerza de reacción, reflexionar porque la fricción estática es mayor que la cinética, las implicaciones y su importancia en la vida diaria.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Repite el experimento con una superficie metálica en lugar de la tabla horizontal firme.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
• Criterios de evaluación	• Precisión en mediciones • Bitácora ordenada • Claridad en el reporte de resultados.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado para determinar experimentalmente la aceleración de un cuerpo mediante la medición de desplazamientos y tiempos, aplicando principios de cinemática en un entorno controlado, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo el pensamiento analítico, la interpretación de datos y la fundamentación física de procesos tecnológicos.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) ocurre cuando un objeto se desplaza en línea recta con una aceleración constante. Las ecuaciones que describen este movimiento permiten relacionar el desplazamiento, la velocidad y el tiempo. En este tipo de movimiento, el objeto cambia su velocidad en igual proporción por cada unidad de tiempo. La aceleración puede calcularse usando distintas fórmulas derivadas de las leyes de Newton y la cinemática clásica. Esta práctica busca aplicar esas fórmulas en un experimento controlado, utilizando materiales sencillos, para determinar de forma empírica si la aceleración es constante. El estudio del MRUA tiene aplicaciones clave en el diseño y control de sistemas mecánicos, transporte automatizado, y análisis de movimiento en ingeniería.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Rampa (tabla inclinada de longitud entre 1 – 1.5 m) • Canica o carrito con ruedas • Regla o cinta métrica • Cronómetro • Soportes o libros para elevar la rampa • Cinta adhesiva o marcador • Bitácora para registro de datos • Celular para grabar vídeo

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
• Coloca la rampa inclinada de forma segura usando libros como soporte y un ángulo bajo para mejor control del experimento. • Marca sobre la rampa posiciones equidistantes (por ejemplo, cada 20 cm) y fijar el celular para grabar el experimento durante cada prueba. • Suelta la canica o carrito desde el punto más alto, sin aplicarle fuerza. • Usa el cronómetro para registrar el tiempo que tarda en alcanzar cada marca. Repite cada medición al menos 3 veces y promedia los resultados. • Registra en una tabla el tiempo y la distancia correspondiente. • Calcula la velocidad promedio en cada tramo y estima la aceleración a partir del cambio de velocidad con respecto al tiempo. • Grafica desplazamiento vs tiempo y velocidad vs tiempo. • Analiza si las gráficas corresponden al comportamiento de un MRUA.

RESULTADOS ESPERADOS

- Tabla de datos con distancias, tiempos y velocidades promedio.
- Gráfica de desplazamiento vs tiempo que se aproxima a una línea recta.
- Determinación de una aceleración constante a partir del análisis gráfico o matemático.
- Verificación del modelo MRUA en condiciones experimentales simples.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La aceleración calculada se mantiene constante en cada tramo?
- ¿Qué forma tiene la gráfica de posición vs tiempo? ¿Y la de velocidad vs tiempo?
- ¿Qué fuentes de error pueden haber afectado los tiempos registrados?
- ¿Cómo mejorarías la precisión del experimento?
- ¿En qué aplicaciones de la ingeniería se observa este tipo de movimiento?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se debe concluir si el experimento confirma el modelo del MRUA, identificando la relación entre desplazamiento, velocidad y tiempo. Se espera que reconozca el valor de la aceleración como constante y entienda cómo este principio físico se aplica en sistemas de transporte, maquinaria y análisis de procesos dinámicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Comparar los resultados obtenidos usando una aplicación móvil de video-análisis, preferentemente "Tracker".

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión en mediciones, bitácora ordenada, claridad en el reporte de resultados.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Conservación de la energía
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Comprobar experimentalmente la conservación de la energía mecánica en un sistema oscilante simple, determinando la transformación entre energía potencial y cinética mediante análisis gráfico y experimental, usando herramientas digitales como el software Tracker, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, desarrollando habilidades de análisis dinámico, uso de tecnologías y validación de modelos físicos.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Un péndulo simple demuestra cómo, en ausencia de fricción, la energía mecánica total se conserva: al oscilar, su energía potencial gravitatoria en los extremos se transforma en energía cinética al pasar por el punto más bajo. La energía total $E_m = E_p + E_k$ permanece constante. $E_p = mgh, \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2, \quad E_m = \text{constante}$ Mediante el uso del software Tracker, es posible registrar el movimiento cuadro por cuadro y obtener con mayor precisión la posición, velocidad y energía del péndulo en cada instante, lo cual permite validar el principio de conservación de forma visual, numérica y gráfica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Hilo resistente (aproximadamente entre 1 y 2 m) • Masa (tuerca, esfera metálica o piedra pequeña) • Soporte para el péndulo (puerta, mesa, trípode) • Regla o cinta métrica • Celular o cámara para grabar video • Computadora con Tracker instalado (https://physlets.org/tracker/) • Bitácora

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
• Arma un péndulo simple midiendo la longitud del hilo y colgando una masa en su extremo. • Mide la altura vertical inicial desde el punto más alto hasta el centro de masa. • Lleva el péndulo a una altura determinada (ángulo menor a 30°) y mide la altura vertical entre la masa elevada y su posición más baja. • Suelta el péndulo sin empujarlo y registra el tiempo que tarda en alcanzar el punto más bajo. • Mide la distancia horizontal recorrida por la masa • Calcula la energía potencial inicial • Calcula la energía cinética en el punto más bajo, donde la velocidad se puede estimar por distancia sobre tiempo. • Compara las energías para verificar si se conserva la energía mecánica • Graba un video del péndulo en movimiento, desde una vista frontal perpendicular al plano de oscilación, con buena iluminación, poniendo de fondo una regla para establecer la escala. • Importa el video en Tracker. • Marca cuadro por cuadro la posición de la masa. • Genera las gráficas de posición vs tiempo, velocidad vs tiempo, y energía potencial / cinética /

total vs tiempo.

- Observa si la energía mecánica total se mantiene constante a lo largo del movimiento.

RESULTADOS ESPERADOS

- Tabla con valores de energía potencial, cinética y mecánica total en distintos puntos de la trayectoria.
- Gráfica de energía total vs tiempo, la cual debe ser aproximadamente constante.
- Observación del intercambio energético en el péndulo y validación del principio de conservación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Se conserva la energía mecánica total durante la oscilación?
- ¿Qué diferencias se observan entre los datos calculados manualmente y los generados por Tracker?
- ¿La energía total muestra alguna disminución? ¿A qué se debería?
- ¿Qué ventajas ofrece Tracker frente al análisis manual tradicional?
- ¿Qué importancia tiene este principio para el diseño de sistemas mecánicos, electrónicos o estructurales?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se debe concluir en cómo se transforma la energía en un sistema oscilante real y cómo el uso de herramientas digitales como Tracker mejora la precisión del análisis físico. Se espera que identifique pérdidas energéticas reales (como fricción o aire) y valore la conservación como base de múltiples aplicaciones tecnológicas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Medir pérdidas de energía con y sin obstáculos (freno suave, aire, etc.).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión en mediciones, bitácora ordenada, claridad en el reporte de resultados.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos). |
|--|---|

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Impulso y cantidad de movimiento
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Relacionar el impulso aplicado a un cuerpo con el cambio en su cantidad de movimiento, analizando experimentalmente colisiones breves en un sistema unidimensional, en el contexto de la formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo la capacidad para modelar dinámicamente eventos físicos y utilizar herramientas digitales para validar principios de la mecánica clásica.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El impulso es una magnitud vectorial que representa el efecto de una fuerza aplicada durante un intervalo de tiempo. Se define como: $\vec{I} = \vec{F} \Delta t$ Cuando una pelota cae y rebota sobre una superficie, experimenta un cambio rápido de velocidad, lo cual implica una variación de cantidad de movimiento. El impulso ejercido por la superficie sobre la pelota es igual al cambio total de momento lineal: $\vec{I} = \Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$ La dirección de $\vec{v}_f$ y $\vec{v}_i$ es opuesta (una hacia abajo, otra hacia arriba), por lo que el impulso será el doble del producto de la masa por la velocidad (si los valores son iguales). Si se puede estimar el tiempo de contacto, también puede calcularse la fuerza promedio durante el rebote: $F_{prom} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ Este principio es fundamental en la ingeniería para entender colisiones, impactos, seguridad automotriz, diseño de protecciones, estructuras y sistemas mecánicos en general.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Pelota de goma o ping pong • Regla o cinta métrica • Celular con cámara lenta • Tabla rígida o superficie de rebote • Balanza digital para observar la lectura durante el impacto • Bitácora • Computadora con Tracker instalado (https://physlets.org/tracker/)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
• Mide la masa de la pelota. • Desde una altura conocida (por ejemplo, 1 metro), suelta la pelota y deja que rebote sobre una superficie firme. • Usa cámara lenta para medir el tiempo total de caída y el tiempo de contacto con la superficie

(puede estimarse con ayuda de video).

- Calcula la velocidad antes del impacto usando:

$$v = \sqrt{2gh}$$

- Estimar la velocidad después del rebote si la altura es conocida.
- Calcular el impulso usando el cambio del momento Δp
- Calcular la fuerza promedio
- Calcular con el software Tracker el impulso y la fuerza promedio.
- Repite el experimento 3 veces

RESULTADOS ESPERADOS

- Registro de masa, altura, velocidades y tiempos.
- Cálculo del impulso ejercido sobre la pelota manual y con Tracker.
- Estimación de la fuerza promedio durante el rebote.
- Observación de cómo cambia el impulso con diferentes masas o velocidades.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué relación hay entre la altura de caída y el impulso generado?
2. ¿Qué tan importante es el tiempo de contacto en la magnitud de la fuerza promedio?
3. ¿Qué tipo de superficies aumentan o disminuyen el tiempo de contacto? ¿Qué efecto tiene esto sobre la fuerza?
4. ¿Cuál es el error experimental al medir manual vs el software?
5. ¿Cómo afecta la masa de la pelota al impulso generado?
6. ¿Qué aplicaciones reales existen de este fenómeno en ingeniería (protección, absorción de impactos, diseño de materiales)?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se deberá concluir cómo el impulso es una consecuencia del cambio de cantidad de movimiento durante un contacto breve, y cómo la duración del impacto afecta la fuerza que se ejerce. Se reconocerá que incluso movimientos verticales simples pueden modelarse con precisión física útil para la ingeniería mecánica, estructural y deportiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Repite el experimento con pelotas de diferente masa o desde distintas alturas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión en mediciones, bitácora ordenada, claridad en el reporte de resultados.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos).

- Objetivos (generales y específicos).
- Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes).
- Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones).
- Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).
- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).
- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).
- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).
- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Análisis de colisiones
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar colisiones unidimensionales entre cuerpos esféricos mediante videoanálisis con el software Tracker, determinando el cumplimiento de la conservación del momento lineal y la energía cinética, en el contexto de formación universitaria en ingeniería, fortaleciendo el pensamiento crítico, el manejo de herramientas digitales y la validación de modelos físicos mediante datos experimentales.

FUNDAMENTO TEÓRICO
En una colisión entre dos cuerpos, si no hay fuerzas externas, la cantidad de movimiento lineal del sistema se conserva: $p_i = p_f$ $m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$ En colisiones elásticas, además se conserva la energía cinética total: $\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$ El análisis cuadro por cuadro con Tracker permite obtener con alta precisión las velocidades antes y después de la colisión, y con ello evaluar la validez de estas leyes de conservación.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• 2 canicas (preferentemente del mismo tamaño y masa) • Canaleta recta (puede ser un canal de PVC, una regla canalada o carril de juguete) • Regla o cinta métrica • Cámara de celular (que grabe al menos a 30 fps) • Fondo blanco o cuadriculado con escala visible (regla pegada, por ejemplo) • Computadora con Tracker instalado (https://physlets.org/tracker/) • Bitácora para análisis complementario

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
• Arma una pista recta horizontal y lisa con la canaleta. • Alinea y coloca una canica en reposo en el extremo opuesto. • Desde el otro extremo, suelta otra canica que rueda y choque frontalmente. • Graba el experimento con el celular de forma perpendicular y estable, asegurándote de incluir una regla o escala visible en el fondo. • Repite el procedimiento varias veces para mejorar precisión. • Abre el video en Tracker e importa el archivo. • Establece la escala usando la regla visible. • Crea dos objetos (una para cada canica) y registra su posición cuadro por cuadro antes y después de la colisión. • Tracker generará automáticamente las gráficas de posición y velocidad vs tiempo para cada canica.

- Anota las velocidades antes y después del choque.
- Calcula la cantidad de movimiento y la energía cinética inicial y final.
- Evalúa si se conserva el momento y/o la energía.

RESULTADOS ESPERADOS

- Velocidades iniciales y finales obtenidas de Tracker.
- Tablas con momento y energía antes y después de la colisión.
- Gráficas de velocidad vs tiempo con cambio abrupto en la colisión.
- Confirmación de conservación del momento (y posible pérdida de energía en colisión no ideal).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Se conservó la cantidad de movimiento total del sistema? ¿Cuál fue tu margen de error?
- ¿Qué pasó con la energía cinética? ¿Se conservó totalmente?
- ¿Qué observas en las gráficas de velocidad vs tiempo generadas por Tracker?
- ¿Cómo influyen la fricción, deformaciones o errores en el resultado?
- ¿Qué ventajas ofrece el uso de Tracker frente al análisis manual con cronómetro y cinta métrica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se debe concluir el comportamiento físico de una colisión real y cómo el uso de herramientas digitales como Tracker permite obtener mediciones más precisas y visualizar conceptos abstractos como la conservación del momento. También, que aunque la energía cinética puede no conservarse, el momento lineal se mantiene si no hay fuerzas externas significativas

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Repetir la colisión con canicas de distinta masa.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Capturas de pantalla de Tracker con trayectoria y gráficas. • Bitácora con tabla de datos y cálculos completos. • Reporte con respuestas argumentadas a las preguntas guía. • Reflexión escrita sobre el uso del software como herramienta de análisis.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de prácticas
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).

- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).
- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).
- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).
- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). *Fundamentos de física* (8ª ed.). Patria.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2008). *Física universitaria con física moderna* (12ª ed., Vol. 1-2). Pearson Educación.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2002). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. 1). McGraw-Hill.
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with applications* (7th ed.). Pearson.
- Tippens, P. E. (2007). *Física, Conceptos y Aplicaciones* (7ma ed.). McGraw-Hill.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

NOM-008-SCFI-2002: Sistema General de Unidades de Medida en México

NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo



ANEXOS

1. Enlace a rúbrica de práctica de laboratorio:
<https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica de Laboratorio.pdf>
2. Enlace para descargar el programa de video análisis
<https://opensourcephysics.github.io/tracker-website/>