



MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Fluidos y Calor

Laboratorio



**Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora**

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

**Mtro. José Antonio Romero Montaño
Secretario General Administrativo**

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

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	7
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	10
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	11
PRÁCTICAS.....	13
FUENTES DE INFORMACIÓN	27
ANEXOS	28

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.

Propósito del Manual

El presente manual de prácticas tiene como propósito complementar los conocimientos teóricos del curso de Fluidos y Calor mediante la realización de experimentos que permitan al estudiante observar, analizar y comprender los principios fundamentales que rigen el comportamiento de los fluidos y los fenómenos térmicos. A través de las actividades experimentales, se busca que el alumno desarrolle habilidades en la toma de datos, el uso adecuado de instrumentos de medición, la interpretación de resultados y la aplicación de leyes físicas a situaciones reales. Además, se pretende fomentar el pensamiento crítico, la capacidad de análisis y el trabajo colaborativo, esenciales para su formación científica y profesional.

Justificación en el Programa Académico

El manual de prácticas de Fluidos y Calor del Programa de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, tiene como finalidad vincular la teoría con la práctica para fortalecer la formación científica y técnica del estudiante. A través de las prácticas experimentales, se busca comprender los principios que rigen el comportamiento de los fluidos y la transferencia de calor, aplicados a procesos. Además, este manual fomenta el uso del método científico y el análisis de resultados, contribuyendo a la formación de ingenieros competentes, innovadores y comprometidos con la calidad y la eficiencia en la industria alimentaria.

Competencias a Desarrollar

1. Competencias Blandas:

- **Análisis de problemas:** el estudiante desarrolla la capacidad de identificar, comprender y resolver situaciones experimentales o técnicas relacionadas con los fenómenos de fluidos y calor. Esta competencia fomenta el pensamiento crítico, la toma de decisiones fundamentadas y la aplicación de conocimientos científicos para encontrar soluciones eficientes y seguras en los procesos alimentarios.
- **Trabajo en equipo:** durante la realización de las prácticas, se promueve la colaboración entre los estudiantes para alcanzar objetivos comunes, distribuyendo responsabilidades y respetando las ideas de los demás. Esta competencia fortalece la comunicación efectiva, la cooperación y la capacidad de liderazgo, esenciales para el desempeño profesional en entornos multidisciplinarios de la industria alimentaria.

2. Competencias Disciplinares:

- Aplica los principios de la mecánica de fluidos y la transferencia de calor para comprender y analizar fenómenos físicos presentes en los procesos alimentarios.
-
- Interpreta y utiliza ecuaciones y modelos físicos para describir el comportamiento de fluidos en movimiento y la transmisión de energía térmica.
-
- Emplea instrumentos y equipos de laboratorio de manera adecuada para la medición de variables físicas como temperatura, presión, caudal y densidad.
-
- Analiza e interpreta datos experimentales para validar teorías, identificar errores y proponer mejoras en los procedimientos.

3. Competencias Profesionales:

- Aplica el método científico para la solución de problemas prácticos en el área de ingeniería de alimentos.
- Integra los conocimientos de física, química y matemáticas en el análisis de sistemas de transferencia de calor y fluidos industriales.
- Trabaja de forma colaborativa y responsable en ambientes experimentales, fomentando la comunicación efectiva y la seguridad en el laboratorio.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Fluidos y Calor	
Clave	052CP022	Créditos	
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	21

Área de Competencia	Competencia del curso
Analizar los procesos químicobiológicos asociados a la industria alimentaria y afines, a través del análisis de problemas y el trabajo en equipo, con el fin de innovar en los sistemas alimentarios con base en la normativa vigente en el sector, el enfoque a la calidad y el entorno económico y social del país.	Reconocer los fenómenos de la naturaleza a través de la apropiación de los conceptos fundamentales de las ciencias exactas y del área químico-biológico asociadas con la industria de los alimentos y afines, con el fin de mejorar los procesos inherentes a las instituciones, empresas o industrias con responsabilidad en la toma de decisiones mediante el análisis de problemas y el trabajo en equipo.

Carga Horaria de la asignatura

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

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	07 de noviembre de 2025
Responsables del diseño	Mtra. Ana Karina Celaya Quintana
Validación	
Recepción	

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Práctica 1: Propiedades de los Fluidos.	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de conocimientos científicos: la práctica permite al estudiante aplicar principios de física, química y matemáticas para analizar propiedades como densidad, viscosidad y tensión superficial, fortaleciendo su capacidad de análisis y resolución de problemas. Desarrollo de habilidades comunicativas y colaborativas: Fomenta la comunicación oral y escrita mediante la presentación de resultados experimentales, así como el trabajo en equipo y la responsabilidad en el laboratorio. Conciencia profesional y sustentable: relaciona los conceptos de los fluidos con los procesos de la industria alimentaria, promoviendo una actitud ética, responsable y comprometida con el desarrollo sustentable.
	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de conocimientos científicos: permite al estudiante aplicar los principios de la física y las matemáticas para comprender la relación entre presión, velocidad y altura en el flujo de fluidos. Esto refuerza su capacidad de análisis y resolución de problemas en sistemas hidráulicos presentes en la industria

<p>Práctica 2: Principio de Bernoulli</p>	<p>alimentaria, como tuberías, bombas y conducciones de líquidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de habilidades técnicas y comunicativas: durante la práctica, el estudiante adquiere destrezas en la toma y análisis de datos experimentales, además de mejorar su comunicación oral y escrita al elaborar reportes técnicos con resultados e interpretaciones fundamentadas. • Fomento de valores y trabajo colaborativo: el trabajo en equipo dentro del laboratorio promueve la colaboración, la responsabilidad y el respeto entre compañeros, consolidando actitudes éticas y profesionales necesarias para su desempeño en entornos industriales.
<p>Práctica 3: Ley de enfriamiento de Newton.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de conocimientos científicos: permite al estudiante aplicar principios de física y matemáticas para analizar la variación de temperatura en cuerpos sometidos a procesos de enfriamiento, comprendiendo la relación entre la transferencia de calor y el tiempo. Este conocimiento es esencial para el diseño y control de procesos térmicos en la industria alimentaria. • Desarrollo de habilidades analíticas y comunicativas: el estudiante adquiere capacidad de análisis al registrar, graficar e interpretar datos experimentales, fortaleciendo su habilidad para elaborar reportes técnicos con

	<p>lenguaje claro, preciso y fundamentado.</p> <ul style="list-style-type: none">• Fomento de trabajo colaborativo y ética profesional: durante la práctica se promueve el trabajo en equipo, la cooperación y el respeto entre los integrantes, fomentando valores éticos y responsabilidad en el manejo del equipo y los recursos del laboratorio.
--	---

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

- 1.- Uso de la bata obligatoria en todo momento.**
- 2.- Por seguridad y orden:**
 - No correr, fumar, vapear, ingerir bebidas ni alimentos
 - Está prohibido el ingreso de personas ajenas a la institución
- 3.- Uso de vestimenta adecuada:**
 - Pantalón de algodón o mezclilla
 - Zapato cerrado
 - Uso de uniforme de acuerdo al PE
- 4.- No traer el cabello largo y suelto ni accesorios.**
- 5.- Es obligación de los usuarios limpiar su mesa de trabajo antes y después de la práctica.**
- 6.- No dejar en los botes de basura ni en las tarjas de lavado los desechos al finalizar la experimentación.**
- 7.- Los objetos punzocortantes deberán ser desechados en el contenedor correspondiente.**
- 8.- Se deberá cumplir y respetar la calendarización de prácticas fijada.**
- 9.- Los útiles escolares y pertenencias personales deberán ser colocadas en los estantes para mochilas.**
- 10.- El docente deberá asegurarse que los estudiantes utilicen adecuadamente el equipo de protección personal durante el desarrollo de la práctica.**
- 11.- En ausencia del docente, la práctica no podrá ser realizada.**
- 12.- En caso de requerirse sesión extraordinaria, el docente solicitará al encargado del laboratorio el permiso de acuerdo con la disponibilidad en las instalaciones.**
- 13.- El estudiante deberá resarcir los daños que por negligencia o intencionalmente ocasiona a los bienes de la Universidad.**
- 14.- Al término de la práctica, el docente deberá cerciorarse que las llaves de gas y agua están debidamente cerradas.**
- 15.- El docente deberá disponer correctamente los residuos peligrosos generados.**
- 16.- Los estudiantes harán la solicitud de materiales y equipos mediante la Libreta.**
- 17.- Los usuarios deberán registrarse en las bitácoras correspondientes.**

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia I	EC I Definir las propiedades de los fluidos para comprender, mediante el trabajo en equipo, los fenómenos asociados durante su proceso de transformación y transporte de acuerdo con los fundamentos de la mecánica de fluidos en un ambiente controlado.
----------------------------------	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Propiedades de los fluidos.	Aplicar los conceptos de densidad, viscosidad, temperatura y tensión superficial para analizar las propiedades de los fluidos, mediante experimentación y trabajo en equipo.

Elemento de Competencia II	EC 2 Describir el comportamiento de los fluidos para definir los conceptos, principios, instrumentos y equipos aplicados en los procesos mediante la toma de decisiones, considerando los fundamentos de la estática y la dinámica.
-----------------------------------	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 2	Principio de Bernoulli.	Demostrar el principio de Bernoulli mediante observaciones de los cambios en la presión del aire. Relacionar mediante la experimentación la velocidad del aire con los cambios en la presión atmosférica así como fomentar el trabajo colaborativo y en equipo.

Elemento de Competencia III	EC 3 Identificar los fenómenos de transferencia de calor de las operaciones y procesos ingenieriles para elegir las variables y equipos adecuados de acuerdo con los principios termodinámicos, fortaleciendo el trabajo en equipo y la toma de decisiones.
------------------------------------	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Ley de enfriamiento de Newton.	Determinar experimentalmente la constante de enfriamiento (k) mediante la aplicación de la Ley de enfriamiento de Newton, interpretar los resultados mediante linealización exponencial y evaluar la precisión experimental, fomentando el trabajo colaborativo y en equipo.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1	Propiedades de los Fluidos.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar los conceptos de densidad, viscosidad, temperatura y tensión superficial para analizar las propiedades de los fluidos, mediante experimentación y trabajo en equipo.

FUNDAMENTO TÉORICO

- **Densidad (ρ):** Propiedad de la materia definida como masa por unidad de volumen $\rho = \frac{m}{V}$
- **Viscosidad (μ):** Se refiere a la resistencia de un fluido a fluir. Es una medida de la fricción interna dentro del fluido.

Ley de Poiseuille (viscosímetro capilar): Este método se basa en la medición del caudal de un fluido a través de un tubo capilar.

$$\text{Fórmula: } \eta = (\pi * \Delta P * r^4) / (8 * L * Q)$$

- η (eta) = Viscosidad (normalmente en Poise o Pascal-segundos)
- ΔP = Diferencia de presión entre los extremos del tubo
- r = Radio del tubo capilar
- L = Longitud del tubo capilar
- Q = Caudal volumétrico (volumen de fluido que fluye por unidad de tiempo)

Ley de Stokes (viscosímetro de esfera en caída): Este método consiste en medir la velocidad terminal de una esfera que cae a través del fluido.

$$\text{Fórmula: } \eta = (2 * r^2 * (\rho_s - \rho_f) * g) / (9 * v)$$

- η (eta) = Viscosidad
- r = Radio de la esfera
- ρ_s =
- ρ_f = Densidad del fluido
- g = Aceleración debida a la gravedad
- v = Velocidad terminal de la esfera

- **Temperatura (T):** magnitud referida a la noción de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por la ley cero de la termodinámica. También podemos decir que, es una medida de la energía cinética promedio de los átomos o moléculas dentro de un sistema. Cuanto más rápido se mueven estas partículas, mayor es la temperatura.

Escalas de temperatura:

- **Celsius (°C):** Basado en el punto de congelación del agua (0 °C) y el punto de ebullición del agua (100 °C) a presión atmosférica estándar.
- **Fahrenheit (°F):** Basado en el punto de congelación
- **Kelvin (K):** Escala de temperatura absoluta donde 0 K es el cero absoluto. Un Kelvin equivale a un grado Celsius.

Fórmulas de conversión:

- **Conversión de Celsius a Kelvin:** $K = ^\circ C + 273.15$

- **Conversión de Kelvin a Celsius:** $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$
- **Celsius a Fahrenheit:** $^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} * 9/5) + 32$
- **Fahrenheit a Celsius:** $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) * 5/9$
- **Tensión superficial (γ):** es la propiedad de los líquidos que los hace actuar como una membrana elástica debido a la fuerza de atracción entre sus moléculas. Esta fuerza, llamada cohesión, hace que la superficie del líquido se encoja para minimizar su área, permitiendo que objetos como insectos o clip puedan flotar en ella, siempre y cuando su peso no rompa esa “película”.

Fórmula: $\gamma = \frac{F}{L}$

γ : Tensión superficial (N/m)

F: Fuerza (N)

L: Longitud sobre la que actúa la fuerza (m)

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Diferentes líquidos (agua, aceite, glicerina, alcohol, etc.).
- Probetas graduadas (de varios tamaños para una medición precisa).
- Vasos de precipitados.
- Pipetas o goteros.
- Balanzas.
- Termómetros.
- Viscosímetro (opcional, para mediciones de viscosidad más precisas).
- Tubos capilares (para experimentos de tensión superficial).
- Placa de calentamiento o baño maría (para calentar líquidos).
- Cronógrafo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Medición de densidad:

- Pese una probeta graduada vacía.
- Llene cuidadosamente el cilindro con un volumen conocido de líquido.
- Pese el cilindro con el líquido.
- Calcula la masa del líquido restando la masa del cilindro vacío.
- Calcule la densidad utilizando la fórmula: Densidad = Masa / Volumen.
- Repita las mediciones para todos los líquidos 3 veces cada una para obtener resultados

consistentes.

2. Viscosidad y temperatura:

- Seleccione un líquido para estudiar los cambios de viscosidad (por ejemplo, glicerina).
- Configure el viscosímetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante (si no dispone de un viscosímetro, utilice un tubo capilar como se describe en la sección de tensión superficial y calcule la viscosidad).
- Mida la viscosidad del líquido a temperatura ambiente.
- Calentar el líquido a diferentes temperaturas (por ejemplo, 30 °C, 40 °C, 50 °C) utilizando una placa calefactora o un baño de agua.
- A cada temperatura, deje que el líquido se estabilice antes de tomar las lecturas de viscosidad.
- Registre las mediciones de temperatura y viscosidad.

3. Tensión superficial:

- Limpie bien los tubos capilares.
- Coloque el tubo capilar verticalmente en un vaso de precipitados que contenga el líquido.
- Mida la altura a la que sube el líquido en el tubo capilar por encima de la superficie del líquido.
- Mide el radio interior del tubo capilar.
- Registre los resultados y tenga en cuenta las incertidumbres en el equipo.

RESULTADOS ESPERADOS

- Realizar un diagrama del procedimiento realizado para cada experimento de la práctica.
- Para la densidad, calcule la densidad promedio de cada líquido. Compare estos valores con los valores de densidad aceptados y calcule el porcentaje de error.
- Para determinar la viscosidad, trace una gráfica de viscosidad versus temperatura. Analice la relación (¿es lineal, exponencial, etc.?).
- Para determinar la tensión superficial, compare la altura de ascenso capilar de diferentes líquidos. Utilice la propuesta en el apartado de fundamento teórico de la práctica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Utiliza las ecuaciones propuestas en el fundamento teórico de la práctica para dar valores puntuales a cada una de las propiedades mencionadas.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Con este experimento se exploró con éxito propiedades clave de los fluidos: densidad, viscosidad, temperatura y tensión superficial.

La densidad explica porque un objeto flotará en un líquido si su densidad es menor que la del líquido. Si es mayor, se hundirá.

La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido a deformarse. Entre más viscosidad, mayor resistencia habrá para que el fluido se mueva o para que un objeto se mueva dentro de un fluido. Es decir, habrá más caída de presión cuando se incrementa la viscosidad. Por lo tanto, se requerirá más energía para producir el movimiento. Es por ello que es importante tomar en cuenta la viscosidad del fluido cuando se diseñan sistemas que transportan o que se mueven en fluidos.

La tensión superficial en los barcos es fundamental para el movimiento de los pequeños barcos de juguete impulsados por jabón y para la flotación de insectos sobre el agua. El jabón reduce la tensión superficial en un lado del barco, provocando que el agua con mayor tensión superficial tire del otro lado y lo impulse hacia adelante.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar la relación entre viscosidad y temperatura para un fluido determinado.
- Describe la ley cero mediante dos ejemplos.
- Escribe una reflexión de la importancia de la densidad como una medida de concentración.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones.	
	Nivel de Competencia	Descripción
	Sobresaliente (9-10)	Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras.
	Avanzado (7-8)	Datos precisos pero con discusión limitada.
	Básico (5-6)	Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%.
	No Aprobado (<5)	Datos incompletos o sin relación con la teoría.

Formatos de reporte de prácticas	Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión
----------------------------------	---

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 2	Principio de Bernoulli.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Demostrar el principio de Bernoulli mediante observaciones de los cambios en la presión del aire. Relacionar mediante la experimentación la velocidad del aire con los cambios en la presión atmosférica así como fomentar el trabajo colaborativo y en equipo.

FUNDAMENTO TÉORICO

El **principio de Bernoulli** es un enunciado que parece ir en contra de la intuición, acerca de cómo la velocidad de un fluido se relaciona con la presión del fluido. Muchas personas sienten que el principio de Bernoulli no debería de ser correcto, pero esto se debe a un mal entendimiento de lo que dice el principio. El principio de Bernoulli establece lo siguiente:

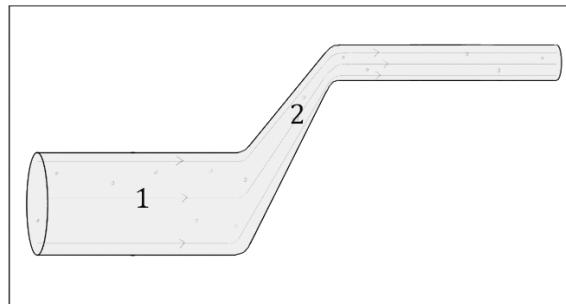
El principio de Bernoulli: dentro de un flujo horizontal de fluido, los puntos de mayor velocidad del fluido tendrán menor presión que los de menor velocidad.

La ecuación de Bernoulli es esencialmente una manera matemática de expresar el principio de Bernoulli de forma más general, tomando en cuenta cambios en la energía potencial debida a la gravedad. Derivaremos esta ecuación en la siguiente sección, pero antes de hacerlo miremos cómo es la ecuación de Bernoulli, desarrollemos una idea de lo que dice y veamos cómo podemos usarla.

La ecuación de Bernoulli relaciona la presión, la velocidad y la altura de dos puntos cualesquiera (1 y 2) en un fluido con flujo laminar constante de densidad ρ . Usualmente escribimos la ecuación de Bernoulli de la siguiente manera:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Las variables P_1 , v_1 y h_1 se refieren a la presión, la velocidad y la altura del fluido en el punto 1, respectivamente, mientras que las variables P_2 , v_2 y h_2 se refieren a la presión, la velocidad y la altura del punto 2, como se muestra en el diagrama a continuación. En este podemos ver una elección particular de los dos puntos (1 y 2) en el fluido, pero la ecuación de Bernoulli es válida para cualesquiera dos puntos en el fluido.



MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- **Globos (2):** Es FUNDAMENTAL que sean del mismo tamaño y forma. Anote la marca y el tipo

para garantizar la uniformidad.

- **Cuerda:** Para colgar los globos. Puede usarse hilo.
- **Secador de pelo/Ventilador:** (Se recomienda el secador de pelo para un flujo de aire controlado). NOTA: Ajuste de potencia (vátios) y ajustes del ventilador.
- **Hoja de papel:** Estándar
- **Pajita o popote para beber:** (Las de plástico son mejores para que queden rectas). Fíjese en la longitud.
- **Lata de refresco vacía:** limpia, sin daños y de la misma marca para garantizar la uniformidad.
- **Pelota de tenis de mesa:** Estándar, mejor si es nueva.
- **Regla:** En pulgadas y centímetros.
- **Cinta métrica:** flexómetro.
- **Cronómetro:** celular.
- **Báscula pequeña:** Para medir el cambio de peso del papel, latas y otros instrumentos utilizados.
- **Cinta adhesiva (cinta de enmascarar, cinta americana, cinta Scotch):** Anote las marcas y dimensiones de la cinta.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte 1: Globos y flujo de aire

- **Preparación:** Cuelgue los globos como antes. Mida y registre la distancia exacta entre ellos en reposo. Anote la temperatura y la humedad del aire (si es posible).
- **Flujo de aire:** Dirija el secador de pelo (en una *configuración específica indicada*) entre los globos.
- **Medición:** Observa la dirección y la velocidad a la que se mueven los globos. Mide la *nueva* distancia entre los globos cuando el secador de pelo esté encendido (anota el dato). Obsérvese el peso de la cinta y de los instrumentos utilizados para mantener la precisión.
- **Control del flujo de aire:** Repita el experimento con el secador de pelo o el ventilador en tres configuraciones diferentes para comprobar si se observa un cambio de comportamiento.

Parte 2: Papel y flujo de aire

- **Preparación:** Sujete el papel como antes. Mida la caída inicial del papel desde la parte superior.
- **Flujo de aire:** Sopla por encima del papel y registra la fuerza del flujo de aire.
- **Medición:** Registre qué tan alto se elevó el papel cuando se aplicó la corriente de aire y qué fuerza se requirió para hacer que el papel se elevara (esto requiere un segundo compañero de prueba).

Parte 3: Pajita y lata de refresco

- **Preparación:** Coloque la lata sobre la mesa. Mida/registre la distancia inicial de la pajita a la lata.
- **Flujo de aire:** Sople a través de la pajita. Controle el flujo de aire en cada intento para mantener la precisión.
- **Medidas:**
 - Mide (estima) la distancia y la velocidad a la que rodó la lata, así como su peso y equilibrio exactos.
 - Pegue con cinta adhesiva un lado de la lata de refresco y realice la prueba. Añada peso a un lado de la lata de refresco con cinta adhesiva y realice la prueba.
- **Control del flujo de aire:** Repita esta prueba varias veces para analizar los resultados.

Parte 4: Pelota de ping-pong y corriente de aire

- **Preparación:** Utilice el secador de pelo apuntando hacia arriba.
- **Experimentación:** Como antes. Intenta medir qué tan alto puede llegar la pelota.
- **Medición:** Varíe el flujo de aire y observe los resultados. Mida el peso y la altura lo mejor posible.

RESULTADOS ESPERADOS

Demostración del principio de Bernoulli mediante la utilización de materiales fácilmente disponibles.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Registra en una tabla todos los resultados observados durante la experimentación con una tabla como la siguiente:

Parte	Ajuste de velocidad del aire (Baja/Media/Alta) O descripción de la fuerza	Observación	Desplazamiento/movimiento aproximado	Notas sobre variables de control
Globos	Baja	Los globos se movían uno hacia el otro	Los globos casi se tocaban (aproximadamente a 0,25 pulgadas de distancia).	Temperatura ambiente, humedad, tamaño del globo (ajustado), marca/tipo
Globos	Media			
Globos	Alta			
Papel				

Pelota				
Pajita				
Lata				

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El equilibrio térmico se alcanza con el contacto entre sistemas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Preguntas Guía para el Debate

1. ¿Hasta qué punto cada demostración *pareció* respaldar el principio de Bernoulli?
2. ¿Cuáles fueron los mayores desafíos al intentar observar/medir los efectos? ¿Cuál fue su nivel de precisión?
3. ¿Qué factores podrían haber influido en nuestros resultados (corrientes de aire en la habitación, globos desprendidos, etc.)? Sea específico.
4. ¿Cuáles son los supuestos que hicimos al realizar esto? ¿En qué supuestos se basa el principio de Bernoulli?
5. En un entorno doméstico, ¿qué podríamos hacer para *mejorar* nuestras mediciones semicuantitativas con las herramientas que teníamos? (por ejemplo, grabación de vídeo para análisis a cámara lenta). ¿Cómo podríamos realizar más pruebas?
6. ¿La degradación del instrumento afectó a los datos? ¿Se detectó algún problema con la precisión del instrumento?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones.	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Nivel de Competencia	Descripción
	Sobresaliente (9-10)	Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras.
	Avanzado (7-8)	Datos precisos pero con discusión limitada.
	Básico (5-6)	Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%.
	No Aprobado (<5)	Datos incompletos o sin relación con la teoría.

Formatos de reporte de prácticas	Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión
----------------------------------	---

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 3	Ley de enfriamiento de Newton.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar experimentalmente la constante de enfriamiento (k) mediante la aplicación de la Ley de enfriamiento de Newton, interpretar los resultados mediante linealización exponencial y evaluar la precisión experimental, fomentando el trabajo colaborativo y en equipo.

FUNDAMENTO TÉORICO

La Ley de enfriamiento de Newton establece que la velocidad de cambio de la temperatura de un cuerpo es proporcional a la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del medio ambiente:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_{\text{amb}})$$

Resolviendo la ecuación diferencial, la solución es:

$$T(t) = T_{\text{amb}} + (T_0 - T_{\text{amb}})e^{-kt}$$

Donde:

$T(t)$: temperatura del objeto en el tiempo t .

T_{amb} : temperatura ambiente (constante durante el experimento).

T_0 : temperatura inicial del objeto en ($t=0$).

k : constante de enfriamiento t^{-1}

Linealizando:

$$\ln(T(t) - T_{\text{amb}}) = \ln(T_0 - T_{\text{amb}}) - kt$$

La pendiente de la recta:

$$\ln(T - T_{\text{amb}}) \text{ vs. } t \text{ es } -k$$

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Termómetro digital o termopar (precisión ≈ 0.1 °C) o registrador de temperatura.
- Vaso de precipitados (250–500 mL) o taza metálica.
- Agua (caliente) o una muestra metálica calentada.
- Placa de calentamiento
- Cronómetro.
- Soporte para termómetro (evitar contacto con paredes).
- Hielo (opcional, para controlar T_0).
- Papel y lápiz / hoja de recolección de datos.
- Computadora con hoja de cálculo o software de ajuste (opcional).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Medir la temperatura ambiente T_{amb} y registrarla (tomar promedio de 1–2 min).
2. Preparar la muestra: calentar agua a una temperatura conocida T_0 (ej. 80–95 °C) y transferir al vaso de precipitados.
3. Insertar el termómetro sin que toque las paredes ni el fondo; comienza el cronómetro al iniciar el enfriamiento ($t = 0$).
4. Registrar la temperatura $T(t)$ cada 30 s durante los primeros 5 min y luego cada 60 s hasta alcanzar cerca de T_{amb} o durante 15–20 min.
5. Repetir el experimento al menos 2 veces para evaluar reproducibilidad.
6. Anotar condiciones del laboratorio (corrientes de aire, radiación, aislamiento, agitación breve, etc.).

Notas: evitar corrientes de aire y fuentes de calor/radiaciones adicionales; si se desea estudiar efecto del aislamiento, repetir con y sin aislante alrededor del vaso.

RESULTADOS ESPERADOS

- Tabla de tiempos y temperaturas: t_i , $T(t_i)$
- Columna calculada: $T(t_i) - T_{amb}$ y $\ln(T(t_i) - T_{amb})$
- Gráfica de $T - T_{amb}$ vs. t con ajuste lineal; pendiente = $-k$.
- Valor experimental de k con su incertidumbre y R^2 del ajuste.
- Comparación entre repeticiones y discusión de fuentes de error.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Calcular $y_i = T(t_i) - T_{amb}$ para cada lectura; eliminar puntos con $y_i \leq 0$
- Calcular $z_i = \ln(y_i)$
- Realizar ajuste lineal $z_i = A - kt_i$ (por mínimos cuadrados). El parámetro k es - pendiente.
- Obtener incertidumbre estándar de k desde el ajuste y el coeficiente de determinación R^2 .
- Propagar incertidumbres: si ΔT es la incertidumbre del termómetro, entonces $\Delta(\ln y) \approx \Delta T / y$
- Comparar el modelo teórico con los datos; señalar desviaciones sistemáticas y posibles causas: variación de T_{amb} , convección forzada, tiempo de respuesta del sensor, pérdidas por contacto.
- Cálculo de un tiempo característico: el tiempo característico $\tau = 1/k$. También se puede calcular el tiempo necesario para alcanzar una temperatura objetivo T_f con

$$t = -\frac{1}{k} \ln \left(\frac{T_f - T_{amb}}{T_0 - T_{amb}} \right)$$

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Indicar el valor de k obtenido y su incertidumbre.
- Evaluar si los datos siguen un comportamiento exponencial y justificar con R^2 y la gráfica.
- Mencionar las principales fuentes de error y cómo influyeron el resultado.
- Sugerir mejoras experimentales (mejor aislamiento, sensor más rápido, repetición en ambiente controlado, registrar T_{amb} durante el experimento).

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Repetir la práctica usando diferentes materiales (p. ej. bola metálica vs. agua) y comparar k .
- Estudiar el efecto del aislamiento: cubrir el recipiente con distintos materiales y comparar las constantes de enfriamiento.
- Realizar simulación numérica del enfriamiento y comparar con los datos experimentales.
- Estimar la contribución relativa de convección y radiación para el caso experimental realizado.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones.	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Nivel de Competencia	Descripción
	Sobresaliente (9-10)	Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras.
	Avanzado (7-8)	Datos precisos pero con discusión limitada.
	Básico (5-6)	Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%.
	No Aprobado (<5)	Datos incompletos o sin relación con la teoría.
Formatos de reporte de prácticas	Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Aguirre, V.C. (2007). Actividades Experimentales de Física II: Fluidos, Ondas y Calor. Editorial Trillas.
2. Carrochano, S.C., Fernández, B.J.A. y Muñoz, A.J. (2014). Problemas de transferencias de calor. Dextra Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/ues/43938?page=1>
3. Giancoli, D.C. (2008). Física para ciencias e ingeniería. Pearson Educación. <https://elibro.net/es/ereader/ues/74157?page=1>
4. Hewitt, P.G. (2007). Física conceptual. Pearson Educación. https://fq.iespm.es/documentos/lecturas/fisica_conceptual.pdf
5. Minea, A.A. (2017). Advances in new heat transfer fluids: From numerical to experimental techniques. CRC Press.
6. Mott, R.L. (2006). Mecánica de Fluidos. Pearson Educación. <https://elibro.net/es/ereader/ues/74123?page=1>
7. Ripoll, A.B. y Sánchez-Pastor, M.P.S (2005). Fundamentos y Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos. McGraw-Hill. <https://elibro.net/es/ereader/ues/50308?page=1>
8. Torres, R. y Grau J. (2007). Introducción a la Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor con COMSOL Multiphysics. <https://es.scribd.com/document/355690927/Introduccion-a-La-Mecanica-de-Fluidos-y-Transferencia-de-Calor-COMSOL-R-torres-y-J-grau>
9. Zacarías, S.A., González L.J. y Granados M.A. (2017). Mecánica de fluidos: teoría con aplicaciones y modelado. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/40497?page=1>



ANEXOS

