



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ESCUELA SUPERIOR DE CIUDAD SAHAGÚN
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA

MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

SEMESTRE 4TO.



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

FECHA DE APROBACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS, POR ACADEMIA RESPECTIVA.

Enero 2013

NOMBRE DE QUIENES PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN:

NOMBRE	FIRMA
M. en C. Arturo Cruz Avilés	

Vo. Bo. DEL PRESIDENTE Y SECRETARIO DE LA ACADEMIA.

NOMBRE	FIRMA
M. en C. Arturo Cruz Avilés	
Ing. Iván Espinoza Luna	

Vo. Bo. DEL COORDINADOR DEL PROGRAMA EDUCATIVO.

NOMBRE	FIRMA
M. en C. Yira Muñoz Sánchez	

FECHA DE LA ÚLTIMA REVISIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN.

Diciembre 2019



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

DIRECTORIO:

MTRO. ADOLFO PONTIGO LOYOLA
RECTOR

DR. SAÚL AGUSTÍN SOSA CASTELÁN
SECRETARIO GENERAL

DR. JORGE ZUNO SILVA
DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE CD. SAHAGÚN

LIC. ARTURO FLORES ÁLVAREZ
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS ACADÉMICOS

MTRO. TOMÁS ROBERTO HERRERA GONZÁLEZ
SECRETARIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA SUPERIOR DE CD. SAHAGÚN

M. EN C. YIRA MUÑOZ SÁNCHEZ
COORDINADOR(A) DEL P.E. DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA



ÍNDICE

ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.	2
1.- Introducción.	2
2.- Competencias.	2
NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.	4
1.- Reglamento de Laboratorios. Anexo B	4
2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros. Anexo C	7
3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros. Anexo D	11
NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.	20
CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR	23
PRÁCTICA 1. TEMPERATURA Y PRESIÓN.....	23
PRÁCTICA 2. CANTIDAD DE CALOR.	27
PRÁCTICA 3. RELACIÓN TEMPERATURA-PRESIÓN-VOLUMEN PARA UN SISTEMA GASEOSO.	31
PRÁCTICA 4. DETERMINACIÓN DE PESOS MOLECULARES DE LÍQUIDOS VOLÁTILES (MÉTODO DE PRESIONES PARCIALES)...	38
PRÁCTICA 5. CALOR LATENTE DE FUSIÓN DEL HIELO.	43



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

Competencia de pensamiento crítico:

Aplicar el pensamiento crítico y autocrítico para identificar, plantear y resolver problemas por medio de los procesos de abstracción, análisis y síntesis, procesando la información procedente de diversas fuentes que permitan un aprendizaje significativo y una actualización permanente.

Competencia de creatividad:

Aplicar la creatividad para detectar, formular y solucionar problemas de forma original e innovadora a través de la integración de contenidos, mediante la utilización de estrategias didácticas que generen el pensamiento divergente, problémico, investigativo, cooperativo e innovador, entre otras.

Competencia de ciudadanía:

Actuar ante los distintos colectivos de acuerdo con los principios generales de respeto a la diversidad cultural con responsabilidad social y compromiso ciudadano para enfrentar y resolver conflictos profesionales, ejerciendo su ciudadanía democrática, lo cual le permite resolver problemas en un contexto multicultural y diverso con base en los valores universales y principios éticos aceptados y considerados propios, fomentando con ello el desarrollo de la sociedad.

Competencia de uso de la tecnología:

Aplicar las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta de apoyo para la solución de problemas del campo profesional y social a través del uso apropiado de recursos y metodologías para el desarrollo del aprendizaje, la comunicación, la formación disciplinar y la investigación, logrando una eficiencia en la búsqueda y procesamiento de la información y la comunicación.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

3.- Programa del Sistema de Prácticas y Actividades Extramuros.

NÚM. DE PRÁCTICA	UNIDAD PROGRAMÁTICA	SESIONES	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	ÁMBITO DE DESARROLLO	PROGRAMACIÓN DE LA PRÁCTICA (SEMANA)
1	1 y 2	1	Temperatura y Presión	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 4
2	2 y 3	1	Cantidad de Calor	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 6
3	4 y 5	1	Relación Temperatura-Presión-Volumen para un sistema gaseoso	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 8
4	5 y 6	1	Determinación de pesos moleculares de líquidos volátiles. Método de presiones parciales.	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 10
5	4, 5 y 6	1	Calor latente de fusión del Hielo	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 13

NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.

1.- Reglamento de Laboratorios. Anexo B

La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en uso de las facultades que le confieren su Ley Orgánica y el Estatuto General, expide el reglamento, que tiene por objeto normar el funcionamiento y uso de sus laboratorios.

Artículo 2. Los Laboratorios, tienen como objetivos:

- I. Apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, de acuerdo con los planes y programas de estudio de los diferentes niveles educativos que así lo requieran.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

Artículo 18. Se consideran como usuarios de los laboratorios:

- I. Los alumnos de la Universidad que, conforme a los planes y programas de estudio de los diferentes niveles educativos, requieran de este apoyo.
- II. El personal académico de la Universidad que requiera apoyo de los laboratorios.
- III. Los estudiantes o pasantes que se encuentren realizando tesis o prácticas profesionales, prestatarios de servicio social o colaborando en actividades académicas.
- IV. Los profesores visitantes que requieran de la utilización o Servicios de los laboratorios de acuerdo a convenios establecidos.
- V. Las personas que, por causa académica justificada, autorice el Director de la Unidad Académica.

Artículo 22. Los usuarios estudiantes a que se refiere la fracción III del artículo 18 de este reglamento podrán hacer uso del laboratorio, clínica o taller de que se trate, con la acreditación respectiva y cuando cuenten con la asesoría del director de tesis o del investigador responsable del proyecto en el que participan, previo registro ante el Jefe de Laboratorios, del protocolo de investigación aprobado y con el visto bueno del Director de la Unidad Académica.

Artículo 23. Los profesores visitantes nacionales o extranjeros deberán acreditar su pertenencia a la institución que representan, así como los programas y convenios con los que se relaciona la actividad por realizar y tener aprobados los proyectos de investigación.

Artículo 24. Los laboratorios permanecerán abiertos en el horario definido por cada Unidad Académica. Cualquier uso fuera del horario de operación, deberá ser autorizado por el director de la Unidad Académica.

Artículo 25. Durante el tiempo de operación de los laboratorios, solamente tendrán acceso para su uso, en los horarios previamente establecidos:

- I. El personal adscrito a los mismos.
- II. Los usuarios a quienes se refiere el artículo 18 de este reglamento.

Artículo 27. Tras la adquisición o pérdida de algún equipo o mobiliario de laboratorio, el Jefe de Laboratorio tiene la obligación de notificar inmediatamente su alta o baja dentro del inventario. En caso de pérdida, se procederá a levantar un acta informativa y se seguirá el procedimiento legal que corresponda.

Artículo 28. Cada laboratorio deberá contar con un archivo general, manuales de prácticas y de operación, una bitácora actualizada de servicios prestados, prácticas o proyectos



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

realizados, otra bitácora por cada equipo que así lo requiera, y una copia del inventario interno actualizado, que serán resguardados por el Responsable del Laboratorio.

Artículo 30. Las mesas de trabajo de cualquier laboratorio, clínica y taller, serán usadas mientras dure la práctica, por lo que no se podrá dejar material en ellas por mayor tiempo del autorizado. En el caso de tratarse de procesos continuos que no se puedan interrumpir, se comunicará al Responsable.

Artículo 31. Los espacios físicos destinados a cubículos u oficinas dentro de los laboratorios, así como el mobiliario, equipo y materiales para el mismo fin, sólo podrán ser utilizados por el personal adscrito al laboratorio.

Artículo 32. Durante su estancia en los laboratorios, toda persona se abstendrá de fumar, de consumir alimentos, del uso de teléfono celular y radiolocalizador. La no observancia a esta disposición causará la suspensión del derecho al uso de los laboratorios.

Artículo 33. Los equipos, herramientas, reactivos y materiales del laboratorio, que se empleen durante una práctica o prestación de servicios, quedarán bajo la responsabilidad directa del usuario que los solicitó. El solo hecho de hacer el vale correspondiente no da derecho al usuario a sustraerlo de la Unidad, ni a conservarlo en uso exclusivo más del tiempo autorizado; salvo autorización especial y por escrito del director de la Unidad Académica

Artículo 34. Todo material y equipo solicitados deberán ser devueltos al Responsable del Laboratorio, quien tiene la obligación de revisar que estén completos y en buen estado. En caso contrario, registrará este hecho en la bitácora del laboratorio, o del equipo específico, notificando inmediatamente al Jefe de Laboratorios, quien hará un convenio con el o los alumnos para fincar la responsabilidad y acordar la modalidad de la reparación de la pérdida o daño, lo cual será informado a la dirección de la Unidad Académica

Artículo 35. Toda pérdida o daño al equipo o del material causados por el usuario serán repuestos o reparados por él mismo, en especie o pagos, a través de depósito bancario o directo en la Coordinación de Administración y Finanzas, en un lapso no mayor de quince días hábiles, contados a partir de la fecha del incidente. De no cumplir lo anterior, se le suspenderá el permiso para utilizar los laboratorios, clínicas o talleres y se sujetará a lo dispuesto por la legislación universitaria.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

Artículo 36. La persona que haga mal uso del equipo, materiales o instalaciones, o que presente un comportamiento indisciplinado, será amonestada o se le suspenderá temporal o definitivamente el permiso de uso de los laboratorios, clínica o taller, según la gravedad o frecuencia con que dicha acción se realice, y de acuerdo a lo establecido en el reglamento interno de la Unidad Académica correspondiente.

Artículo 38. Todo usuario alumno que no utilice o que haga mal uso de los materiales de protección diseñados para trabajar en el área o que ponga en peligro a otros usuarios a través de su comportamiento inadecuado, se hará acreedor a las siguientes sanciones:

- I. Será amonestado verbalmente. De no corregir de inmediato su actitud, le será suspendida la autorización para seguir trabajando ese día.
- II. En caso de reincidir, será suspendido por el resto del semestre.

Artículo 39. El director de la Unidad Académica aplicará las sanciones referidas en el artículo 38, según la gravedad de la falta.

Artículo 40. Respecto a los usuarios académicos de la Universidad y a los profesores visitantes que infrinjan las normas de seguridad y disposiciones de este reglamento, la Dirección de la Unidad Académica comunicará a la Secretaría General las faltas cometidas para que, en su caso, se apliquen las sanciones que procedan.

Artículo 41. Ningún equipo, accesorio, material, reactivo o mobiliario podrá ser sustraído de los laboratorios, sin la autorización de la dirección de la Unidad Académica, debiendo el Jefe de laboratorios, vigilar y registrar, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la Dirección de Recursos Materiales cualquier mudanza autorizada, fuera o dentro de la unidad académica.

2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros. Anexo C

Los laboratorios de la UAEH deberían de contar con una serie de medidas, reglas y equipos de seguridad que nos permita evitar accidentes.

Dentro de las medidas de seguridad, los laboratorios deben de contar con:

- Señalamientos de **NO FUMAR.**
- Señalamientos de **NO INTRODUCIR O CONSUMIR ALIMENTOS.**
- Señalamientos alusivos a la **SEGURIDAD.**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

- Señalamientos alusivos a la **PROTECCIÓN DE LA ECOLOGÍA**.
- Señalamientos de las **RUTAS DE EVACUACIÓN** en caso de siniestro.
- Señalamientos de la **UBICACIÓN y TIPO DE EXTINTORES DE INCENCIO**.
- Señalamientos de la ubicación de la o las **PUERTAS DE EMERGENCIA**
- Señalamientos de la ubicación de la **REGADERA DE EMERGENCIA** y del **LAVAOJOS**.

A continuación se indican algunas reglas que el personal de un laboratorio debe observar para realizar el trabajo en mejores condiciones de seguridad.

- Mantener una actitud de orden, limpieza y de atención hacia las instrucciones dada por el maestro.
- El trabajo del laboratorio debe tomarse en serio.
- La ventilación debe ser muy buena sobre todo en el laboratorio de química.
- No hacer experimentos por cuenta propia.
- Se deben evitar las aglomeraciones en los laboratorios, tomando en cuenta las distancias que hay entre los pasillos y entre las mesas, dando una capacidad de diez metros cúbicos de aire por persona.
- Los laboratorios de ser posible deben estar en planta baja y contar con salidas de emergencia perfectamente indicadas con señalamientos, además de ser suficientes para asegurar una rápida salida en caso necesario.
- Debe enviarse que las ropas o los útiles de los alumnos sean colocados sobre las mesas de trabajo, para lo cual debes existir gavetas u otros espacios.
- Cuando se manejan sustancias venenosas es necesario tener mucha limpieza, no sólo de las manos sino también del lugar de trabajo.
- Nunca deben arrojarse al lavabo materiales de desecho (evite la contaminación), dilúyalos primero, o evite desperdiciarlos.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

- Deseche todos los sobrantes de sustancias utilizadas en los contenedores, especialmente dispuestos para este caso. Nunca arrojarlos al cesto de basura o al caño, directamente.
- Realizar simulacros de evacuación con el fin de asegurar que todos los alumnos conozcan la ruta de evacuación.
- Usar mascarilla para trabajar con sustancias tóxicas, volátiles o que producen polvo.
- Usar bata de algodón, preferentemente, porque de otro material arde con facilidad; para evitar quemaduras o cortaduras.
- Usar gafas, lentes o careta para proteger cara ojos.
- Usar guantes de asbesto al manejar sustancias calientes.
- Usar zapatos antiderrapante y de ser posible dieléctricos.
- Caminar, no correr en el laboratorio.
- Trabajar con el pelo recogido.
- No ingerir alimentos ni bebidas en el laboratorio.
- No utilizar el material o equipo del laboratorio para preparar alimentos.
- No fumar.
- No practicar juegos dentro del laboratorio.
- No probar los reactivos.
- Nunca trabajar solo.
- Conocer las salidas de emergencia.
- Conocer donde se encuentra el equipo de seguridad.
- El lugar de trabajo debe estar organizado y limpio, permanentemente.
- Evitar mezclar reactivos, simplemente, curiosidad.
- Conocer los riesgos que implica el equipo y las sustancias químicas con que se trabaja.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

- Al trabajar con sustancias químicas evitar tocarse cara y ojos, hasta después de lavarse las manos.
- Manipular los reactivos sólidos con una espátula.
- Evitar en lo posible transportar sustancias químicas innecesariamente.
- Si algún reactivo se ha derramado sobre el piso o la mesa, limpiar inmediatamente.
- Leer dos veces la etiqueta de los reactivos que se vaya a utilizar.
- Dejar las mesas y los materiales limpios y ordenados al término de la práctica.
- Al diluir un ácido, agregar éste al agua lentamente, haciendo resbalar por un agitador. **NUNCA AGREGAR AGUA AL ÁCIDO.**
- Para encender un mechero, primero prenda el cerillo acercarlo a éste. Abrir lentamente la llave del gas hasta obtener la llama deseada. Los mecheros que no se usen, deben mantenerse apagados.
- Cuando se requiera introducir un tubo de vidrio a un tapón, lubrique el tubo con un poco de glicerina, silicón o agua y, además tomarlo con un lienzo.
- Para calentar una sustancia en un tubo en ensayo, se debe:
 - Mantenerlo inclinado en dirección opuesta a cualquier persona.
 - Moverlo de un lado a otro a través de la flama.
 - Nunca llenarlo más de la mitad de su capacidad.
- Nunca probar un reactivo por más inofensivo que parezca. Puede dañarnos.
- Para oler un producto químico, lo correcto es abanicar el gas (o el aire de la boca del tubo) hacia la nariz y olfatear con cuidado.
- Etiquetar correctamente los reactivos preparados en el laboratorio con los siguientes datos:
 - a) Nombre y concentrado del reactivo.
 - b) Fecha de preparación.
 - c) Nombre de quien lo preparó.
 - d) Letrero de prevención: veneno, inflamable etc.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

- e) Antes de usar cualquier reactivo, leer la etiqueta para evitar confusiones.
- f) No debe usarse un reactivo que no tenga etiqueta.
- g) Calentar en baño María sustancias volátiles e inflamables para evitar incendios.
- h) Trabajar con sustancias volátiles lejos del fuego.
- i) Mantener limpias las botellas que contienen reactivos.
- j) Evitar colocar el equipo en las orillas de la mesa para impedir que caiga al piso.
- k) No guardar lápices afilados, objetos cortantes o punzantes en las bolsas de la bata. Usar la perilla de seguridad cuando se utiliza pipeta.
- l) Usar la perilla de seguridad cuando se utiliza pipeta.
- m) Al mantener el trabajo, debe limpiarse el material, así como el equipo y colocarlos en su lugar.
- n) Lavar las manos al terminar el trabajo.
- o) Revisar periódicamente el extinguidor y el material del botiquín.
- p) Almacenar los reactivos líquidos de desecho en frasco especialmente etiquetados, a fin de darles un tratamiento adecuado a evitar así la contaminación del ambiente.
- q) Finalmente, se debe evitar de trabajar cuando se está fatigado.

3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros. Anexo D

I. Respetar la Normatividad Universitaria vigente.

II. Los alumnos sólo podrán trabajar y permanecer en el laboratorio bajo la supervisión directa del profesor, de acuerdo al Artículo 20 del Reglamento de Laboratorios. En ningún caso el auxiliar o responsable de laboratorio, podrá suplir al maestro o investigador en su función.

III. Para asistir a sesiones de laboratorio, es requisito indispensable presentarse y portar adecuadamente según aplique en **ingenierías bata reglamentaria (blanca y de manga larga)**, **Taller bata de color y de manga larga**, en **gastronomía** (filipina, pantalón de algodón, zapatos antiderrapantes, gorro y/o cofia), en **salud** (filipina, pantalón, zapatos),



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

enfermería (pelo recogido y sin adornos, uñas cortas y sin alhajas), **manual de prácticas, guía de trabajo y/o de investigación y con los materiales que no son específicos de los laboratorios.**

IV. La entrada al laboratorio será a la hora exacta de acuerdo a lo Programado.

V. El laboratorio no proporcionará manuales de prácticas a los usuarios, ya que éstos serán suministrados por el catedrático de la materia correspondiente.

VI.-Todo usuario trabajará con el equipo de seguridad que se requiera, (bata blanca, filipina, careta, mascarilla, cubre boca, cubre pelo, cofia, pantalón de algodón, guantes de hule látex, zapato de piso o antiderrapante, guantes quirúrgicos, guantes industriales y/o de asbesto, debe utilizar guantes para el manejo de simuladores y/o modelos durante la realización de los procedimientos así como las indicaciones del profesor o bien del investigador.

VI. El usuario tendrá cuidado de no contaminar los reactivos o tomar alguno directamente con la mano. Existen muchos reactivos de los cuales se preparan soluciones diluidas, que son altamente corrosivos. En este sentido, el contacto con ellos deber ser reducido al mínimo con las manos, la nariz o la boca. Usar en todos los casos una perilla o propipeta para auxiliarte al tomar la cantidad deseada de reactivo. Manual de Ecología, Seguridad e Higiene.

VII. Con respecto al equipo eléctrico éste deberá ser revisado antes y después de su uso, inclusive no debe quedar conectado aparato alguno durante vacaciones y fines de semana.

VIII. Por ningún motivo pipeteará las soluciones con la boca, no debes "PIPETEAR" directamente del frasco que contiene al reactivo. Con esto, se evitará que los reactivos se contaminen y que los resultados de tu práctica (y la de los demás) se vean afectados. Para ello, toma **sólo la cantidad necesaria** en un vaso de precipitados y **NO DEVUELVAS EL RESTANTE** al frasco de origen. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

IX. Si necesitas preparar una solución de un reactivo que desprende gases (como los ácidos o el amoniaco) HAZLO EN LA CAMPANA y no en las mesas de laboratorio. Activa los extractores. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

X. En caso de que alguna sustancia corrosiva te caiga en la piel o en los ojos, LAVA INMEDIATAMENTE la parte afectada al chorro del agua durante al menos 5 minutos y



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

AVISA A TU PROFESOR. Si el derrame fue en una gran área de la piel, si el derrame fue en de la ropa, usa las regaderas que están ubicadas en el laboratorio. Manual de Procedimientos Departamento Control del Medio Ambiente DLA-MO-7.2-01.6.

XI. Cuando peses en la balanza cualquier producto químico hazlo en un pesafiltro o en un recipiente adecuado, NUNCA en un trozo de papel. Además, procura no tirar el producto alrededor de la balanza ya que puedes dañarla. Si esto sucede límpialo inmediatamente con una brocha y/o con un trozo de tela limpio. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

XII. Las sustancias que se manejan comúnmente en el laboratorio son altamente contaminantes. Como UNIVERSITARIOS tenemos gran compromiso con el cuidado del medio ambiente y en consecuencia debemos desecharlas de manera adecuada conforme a las indicaciones que te indique tu catedrático. NO DESECHES TUS SOLUCIONES, RESIDUOS O PRODUCTOS DIRECTAMENTE EN LA TARJA, utiliza los contenedores correspondientes al tipo de sustancia en particular. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

XIII. Todo frasco, bolsa, caja o contenedor, deberán ser etiquetados. Por lo tanto cualquier sustancia con recipiente no etiquetado será desechada. Manual de Procedimientos Departamento Control del Medio Ambiente DLA-MO-7.2-01.6.

XV. Todo usuario de laboratorio o taller, debe conocer la ubicación de los extintores, las puertas de emergencia, y la circulación del lugar en caso de emergencia.

XVI. El usuario solicitará el equipo, utensilios, herramienta, material y reactivos de acuerdo a las especificaciones del manual de prácticas, mediante el vale de laboratorio, Formato DLA-009, y su identificación oficial de la U.A.E.H.

XVII. Que el usuario que reciba el material sea el mismo que solicite durante el desarrollo y el que haga entrega al final de la práctica.

XVIII. Los usuarios deberán revisar el mobiliario, equipo y material que se les proporcione, verificando que esté limpio, ordenado, completo y funcionando, el cual deberá ser devuelto en las mismas condiciones. Solo Gastronomía para la recepción de material es imprescindible que el alumno revise su requisición con un día de anticipación para evitar la pérdida de práctica, siendo cada caso en específico.

XIX. Al devolver el mobiliario, equipo y material, el usuario deberá solicitar el vale de laboratorio Formato DLA-009 y su identificación oficial de la U.A.E.H.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

XX. Cuando el material quede bajo la responsabilidad del usuario, el vale de laboratorio Formato DLA-009 y su identificación oficial de la U.A.E.H., será retenido por el auxiliar o responsable hasta la devolución del material.

XXI. En caso de pérdida, ruptura o desperfecto del equipo o material de laboratorio, el usuario solicitará al auxiliar el vale de adeudo Formato DLA-010 el cual debe anotar el nombre y núm. de cuenta de todos los integrantes del equipo y ser respaldado con su identificación oficial de la U.A.E.H., se deberá reponer en un plazo no mayor a 15 días hábiles., para lo cual se retendrá el vale de adeudo y su identificación oficial de la U.A.E.H.

XXII. Si el material adeudado no es repuesto en el plazo fijado, el o los usuarios responsables, no podrán continuar con la realización de las prácticas correspondientes. Control de adeudo Formato DLA-011.

XXIII. En caso de no cumplir con la reposición del material en el plazo establecido, el integrante del equipo o grupo, según sea el caso, serán dados de alta, en la aplicación del sistema de control de adeudos en laboratorios implementado en la U.A.E.H.

XXIV. La acreditación de cada una de las prácticas que se realicen, estará sujeta a la evaluación que aplique el catedrático.

XXV. El usuario que realice práctica de recuperación deberá cumplir con lo estipulado en el punto III.

XXVI. Los alumnos que por indisciplina o negligencia pongan en peligro su integridad, la de sus compañeros, la del mobiliario, material, utensilios o la de las instalaciones, serán sujetos a la sanción correspondiente prevista en el Reglamento de Laboratorios Artículo 36 y 38. Por la naturaleza de las cosas que existen en el laboratorio debes mantenerte alerta y sin distracciones (no corras, no se permiten equipos de sonido personales). TAMPOCO SE ACEPTAN VISITAS a las horas de laboratorio.

XXVII. El usuario que incurra en alguna falta académica será sancionado de acuerdo a la Normatividad Universitaria vigente.

XXVIII. Queda estrictamente prohibido realizar cualquier tipo de actividad ajena al desarrollo de las tareas propias del laboratorio.

XIX. Todo usuario deberá entrar y salir por los accesos autorizados, en orden y cuidando su integridad y la de sus compañeros. (Manual de Higiene, Seguridad y Ecología, Capítulo 1).



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

XXX. Los usuarios deben reportar cualquier anomalía o maltrato por parte del catedrático y del personal de laboratorio, al jefe de los mismos o en su caso a la Dirección de la escuela.

XXXI. Al concluir la práctica, deben **dejar limpia el área de trabajo, así como el mobiliario, material y equipos utilizados. NO TIRES PAPELES Y/O BASURA A LAS TARJAS.**

XXXII. Al concluir la licenciatura, maestría o doctorado y realicen su trámite de titulación al solicitar su **constancia de no adeudo de material, herramienta y/o equipo** de laboratorios, clínicas y talleres, se realizara una donación en especie a las, clínicas, laboratorios y talleres correspondientes de acuerdo al Formato DLA-043, la cantidad de la donación será entre tres y cuatro salarios mínimos vigente en el estado de Hidalgo para ello es necesario entregar la nota y escribir en el formato el material donado, posteriormente el documento que se extienda se entregará a la Dirección de Laboratorios y Talleres donde se elabora y entrega la **constancia de no adeudo**.

XXXIII.- Las situaciones no previstas en este lineamiento serán resueltos por la Dirección correspondiente y la Dirección de Laboratorios de acuerdo a la legislación universitaria aplicable.

XXXIV.- En los laboratorios se toma en cuenta la regla de cortesía la cual marca que por ningún motivo o circunstancia las personas que se encuentren dentro de las instalaciones del laboratorio deberán de nombrarse con apodos, malas palabras o faltarse al respeto de cualquier connotación sexual, racial o social. Siendo caso contrario la Dirección correspondiente y la Dirección de Laboratorios de acuerdo a la legislación universitaria aplicable.

DEL USUARIO (CATEDRÁTICO/INVESTIGADOR):

I. El catedrático/investigador es Responsable del desarrollo y del cumplimiento de los objetivos establecidos en su manual de prácticas o guías o proyecto de investigación (tesis).

II. El catedrático/investigador que incurra en alguna falta académica será reportado a la Dirección de la Escuela, así mismo se elaborará el Reporte de Acción (oportunidad de mejora, acción preventiva o acción correctiva).

III. El catedrático llenará y entregará las Programaciones correspondientes según aplique: Prácticas Formato DLA-001, lo entregara al personal de laboratorio y/o taller los primeros días del inicio del semestre, con tres copias. Proyecto de investigación Formato



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

DLA-003, lo entregara al personal de laboratorio una hora antes de hacer uso del laboratorio y/o taller.

IV. Para asistir a sesiones de laboratorio, es requisito indispensable presentarse con bata reglamentaria personalizada de manga larga y equipo de seguridad.

V. La entrada al laboratorio será a la hora exacta de acuerdo a lo Programado, el catedrático que no inicie la práctica durante los primeros 10 minutos ésta será suspendida y tendrá que ser reprogramada.

VI. Antes de realizar cualquier sesión práctica o experimento, el catedrático deberá informar a los alumnos las características del mobiliario, material, equipo y máquina a emplear, así como las propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias empleadas.

VII. El catedrático o investigador deberá exigir el uso de bata reglamentaria (blanca o azul de manga larga) personalizada y portada adecuadamente, manual de prácticas, guía o antología correspondiente y con los materiales que no son específicos de los laboratorios, clínicas y/o talleres.

VIII. El catedrático deberá anotar los datos indicados en el libro de registro de prácticas (bitácora) de acuerdo a lo estipulado. Formato DLA-013.

IX. El catedrático programará en coordinación con el Responsable de laboratorios la recuperación de prácticas, estas se realizaran en la penúltima semana de terminar el semestre vigente.

X. El catedrático es corresponsable de la reposición del material de adeudo de los alumnos de su grupo.

XI. El catedrático tiene la responsabilidad de que los desechos sólidos y químico-biológicos sean depositados en los contenedores correspondientes. Manual de Procedimientos Departamento Control del Medio Ambiente DLA-MO-7.2-01.6, cuando aplique.

XII. El catedrático es responsable de supervisar a los alumnos desde el inicio, durante y al finalizar la práctica. **Al inicio de esta** verificar que realice la práctica programada, solicite lo necesario y cumpla con las medidas de seguridad, **durante** que hagan buen uso de los mobiliarios, materiales, equipos y que no haya desperdicio de reactivos, herramienta y **al finalizar** que dejen limpia el área de trabajo, bancos en el lugar y **QUE NO DEJEN PAPELES Y/O BASURA EN LAS TARJAS, MESAS Y EN EQUIPOS.**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

XIII. El catedrático deberá ser el primero y último en salir de los laboratorios, clínicas o talleres, **(NO ABANDONAR EL LABORATORIO HASTA QUE HAYA CONCLUIDO SU SESIÓN, NO DEBE DE CALIFICAR EXAMENES, NO REVISAR TAREAS, NO REVISAR TRABAJOS, NO REALIZAR ACTIVIDADES EN LAPTOPS, ETC)**. Recuerda que en la enseñanza experimental es necesario valorar las actitudes y la motivación en el trabajo grupal, ya que es en el laboratorio donde el alumno forma su actitud hacia el trabajo en equipo, lo cual se verá reflejado en su ejercicio profesional (Valdez, 2001).

DEL AUXILIAR DE LABORATORIOS:

I. El auxiliar de laboratorio está obligado a proporcionar el equipo, material y reactivos a los alumnos. Formato DLA-001 y Formato DLA-003.

II. Auxiliar a los alumnos durante el desarrollo de la práctica, así como vigilar el buen uso de los materiales y equipo.

III. Vigilar el cumplimiento del Reglamento y Lineamientos de uso de Laboratorios, así como el Manual de Higiene Seguridad y Ecología.

IV. En ausencia del Responsable del Laboratorios, puede suspender la práctica en caso de incumplimiento del Reglamento y Lineamientos de uso del Laboratorio.

V. El auxiliar debe permanecer en su área de trabajo y realizar las actividades inherentes a su área.

VI. Apoyará en las actividades académicas que encomiende la Dirección y el Responsable de laboratorios de la escuela, siempre y cuando no tenga prácticas asignadas.

VII. Registrará en los formatos de limpieza DLA-025, DLA-026, DLA-027, DLA-028, DLA-029, DLA-030 al DLA-031, las actividades realizadas por el personal de intendencia.

VIII. En caso de pérdida, ruptura desperfecto o extravió de algún mobiliario, material, equipo e infraestructura, notificará de manera inmediata al Responsable del laboratorios. Formato DLA-017.

IX. Es responsable de la custodia del mobiliario, material, equipo, sustancias e instalaciones, por lo que en caso de pérdida o desperfecto de algún bien se tendrá que deslindar responsabilidades de acuerdo con la Normatividad Universitaria.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

X. Preparará previamente el mobiliario, material, equipo y reactivos necesarios para elaborar las prácticas que ya están programadas correspondientes a los planes y programas de estudio vigentes. Manual de Prácticas, Formato DLA-001, DLA-003 y DLA-041.

XI. Será responsable de mantener el mobiliario, material y equipo en óptimas condiciones, así como el cubículo de laboratorio. Mantener vigente el inventario de equipo, material y reactivos.

XII. Será responsable de reportar desperfectos o fallas en los equipos de laboratorio y solicitar el mantenimiento y/o acción necesaria para su funcionamiento al responsable de laboratorios. Formato DLA-017.

XIII. Entregará a los docentes y jefe de grupo los lineamientos de uso de laboratorios, clínicas y talleres de institutos y escuelas superiores. Formato DLA-020

XIV. Elaborará y entregará el reporte mensual de actividades de su laboratorio al responsable de laboratorios.

XV. Será responsable de verificar que el usuario registre en el vale de laboratorio y adeude los datos correctos de acuerdo a la identificación oficial de la UAEH.

XVI. Vigilará que el catedrático se registre debidamente en la bitácora de uso al concluir su práctica.

DEL RESPONSABLE DE LABORATORIOS:

I. Es el responsable del buen funcionamiento, mantenimiento y participar con la Dirección en las propuestas para actualización y desarrollo de los laboratorios.

II. Supervisará permanentemente los laboratorios, asesorará a catedráticos, alumnos y personal de los mismos con la finalidad de lograr las metas planteadas.

III. Recepcionará las programaciones Formato DLA-01, DLA-03, Servicio a Tesistas, alumnos y Profesores. Elaborará la calendarización, horario y control de prácticas Formato DLA-005 o DLA-006.

IV. Vigilar el cumplimiento del Reglamento y Lineamientos de uso de Laboratorios así como el Manual de Higiene Seguridad y Ecología.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

V. Tiene la autoridad de suspender la práctica en caso de demora por parte del catedrático y/o alumnos o bien, incumplimiento del Reglamento y Lineamientos de uso del Laboratorio.

VI. Elaborará y entregará a la Dirección correspondiente y Dirección de Laboratorios el reporte mensual Formato DLA-016, Formato DLA-018.

VII. Elaborará y entregará relación de alumnos que tienen adeudos a la instancia correspondiente. Reposición de adeudos Formato DLA-011.

VIII. Ingresará en la Captura en la “Aplicación Sistema de Control de Adeudos en Laboratorios”, a los alumnos que no realizaron la reposición de material en el tiempo establecido. Formato DLA-011.

IX. Apoyará en las actividades académicas que encomiende la Dirección de la escuela.

X. Elabora requerimiento semestral de material, equipo, reactivos y agua destilada necesarios para las prácticas correspondientes a los planes y programas de estudio vigentes, a la instancia correspondiente. Formato DLA-042.

Nota: Los lineamientos de Uso de Laboratorios, Clínicas y/o Talleres de Institutos, Escuelas Superiores y Bachilleratos derivan del “Reglamento de Laboratorios, Manual de Seguridad, Higiene y Ecología y Documentos Institucionales.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.

a.- Cuadro de normas y referencias de seguridad de la práctica, para su llenado, consulte el “Manual de Higiene, Seguridad y Ecología” (Anexo C)

TIPO DE RIESGO	COMO EVITARLO	COMO PROCEDER EN CASO DE UN ACCIDENTE...
▪ Heridas	<ul style="list-style-type: none">• No utilizar material de laboratorio en mal estado, para evitar que se rompa.• Desechar el material de vidrio o porcelana roto o estrellado.• Limpiar el lugar donde se ha roto material de vidrio con brocha o algodón, pero nunca con toalla.• Tapar correctamente los recipientes donde se guardan sustancias químicas y desechar los rotos, estrellados o sin tapa. Evitar someter material de vidrio o cambios bruscos de temperatura.• Al cortar vidrio, se debe marcar perfectamente con una segueta el corte que se realizará, cubrir esta zona con un trapo y presionar con los dedos pulgares de ambas manos, en sentido contrario al movimiento de las mismas.	<ul style="list-style-type: none">• Lave inmediatamente la herida y áreas cercanas con agua y jabón.• No permita que se usen pañuelos, trapos o dedos sucios en el tratamiento de una herida• No ponga antiséptico sobre la herida• Sostenga firmemente sobre la herida un apósito esterilizado que deje de sangrar. Luego ponga un apósito nuevo y aplique un vendaje suave
Quemaduras	<ul style="list-style-type: none">• Limpiar inmediatamente el lugar de trabajo cuando una sustancia se ha derramado a caído.• Cuando se maneja material metálico o de vidrio calientes, deben	<ul style="list-style-type: none">• Aplique hielo o compresas heladas sobre la parte afectada.• No trate de reventar las ampollas.• Puede sumergir la parte quemada dentro de un recipiente con agua fría con hielo.• Todas las quemaduras, excepto



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

	<p>utilizarse guantes de asbesto pinzas, paño, etc.</p> <ul style="list-style-type: none">• Lavar inmediatamente con agua los frascos que presentan escurrimiento de reactivos.• Al diluir un ácido, agregar éste al agua lentamente, haciendo resbalar por un agitador. NUNCA AGREGAR AGUA AL ÁCIDO.• Para encender un mechero, primero prenda el cerillo acercarlo a éste. Abrir lentamente la llave del gas hasta obtener la llama deseada. Los mecheros que no se usen, deben mantenerse apagados.• La mejor protección se logra mediante el uso de gafas, caretas, etc., y que a su vez permiten perfecta visibilidad para trabajar	<p>las muy pequeñas, deben ser examinadas por un médico o enfermera.</p> <ul style="list-style-type: none">• Lave inmediatamente con agua corriente la superficie quemada. Deje que corra bastante agua.• Aplique hielo o compresa helada.• Aplique la corriente de agua sobre el área quemada mientras remueve la ropa.• Cualquier material que se ponga sobre la herida debe estar sumamente limpio.• No ponga grasas, aceite, bicarbonato de sodio u otras sustancias sobre las quemaduras.• Quemaduras por sustancias químicas en áreas especiales como en los ojos, pueden necesitar un tratamiento especial.



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

b.- Cuadro de disposición de residuos: consulte el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos CRETl (Anexo E) y el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos RPBl” (Anexo F)

TIPO DE RESIDUOS	CLASIFICACIÓN	TIPO DE CONTENEDOR



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	TEMPERATURA Y PRESIÓN		
No. DE PRÁCTICA:	1	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	5		

2. Introducción.

Según la teoría cinética, la Temperatura de un cuerpo es proporcional a la energía media de agitación de sus partículas. Esta sería la interpretación de temperatura según la física estadística. Según la termodinámica clásica, temperatura es la propiedad que poseen los cuerpos de tal manera que su valor es el mismo para dos de ellos siempre que estén en equilibrio térmico. El Principio Cero de la termodinámica nos define así la temperatura: "si dos cuerpos están en equilibrio térmico con un tercero de forma separada, también lo están entre sí", donde dos objetos tienen la misma temperatura cuando están en equilibrio térmico. Para cuantificar esta propiedad que llamamos temperatura y definir escalas, se utilizan otras propiedades que dependen de la temperatura, como por ejemplo la dilatación, la conductividad, etc. Esto permite calibrar los termómetros. Las tres escalas más importantes de temperatura son:

Celsius o Centígrada: fusión hielo a 1 atm 0° C y ebullición agua a 1 atm 100° C

Fahrenheit: fusión hielo a 1 atm 32° F y ebullición agua a 1 atm 212° F

Absoluta o Kelvin: fusión hielo a 1 atm 273 K y ebullición agua a 1 atm 373 K

De los valores anteriores se deducen las equivalencias:

$$\frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180} \implies T(^{\circ}C) = \frac{5}{9}(T(^{\circ}F) - 32)$$

Y también:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273, \text{ pero } \Delta T(^{\circ}C) = \Delta T(K) \neq \Delta T(^{\circ}F)$$



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

La escala Kelvin es la que más sentido físico tiene, ya que en ella la temperatura es proporcional a la energía media de las moléculas $\langle E_c \rangle = \frac{3}{2}kT$, donde $k = \text{cte. de Boltzman} = R/NA = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$. También en esta escala la temperatura de un gas es proporcional a su presión. Esta escala surge de forma natural además porque su valor cero coincide con la temperatura mínima alcanzable.

La presión es el cociente entre la fuerza normal que incide sobre una superficie o cuerpo y el valor del cuerpo o la superficie. De esta forma obtenemos esta fórmula:

$$P = \frac{F}{A}$$

Dado que en el Sistema Internacional la unidad de fuerza es el newton (N) y la de superficie es el metro cuadrado (m^2), la unidad resultante para la presión es el newton por metro cuadrado (N/m^2) que recibe el nombre de pascal (Pa). Otra unidad muy utilizada para medir la presión, aunque no pertenece al Sistema Internacional, es el milímetro de mercurio (mm Hg) que representa una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 1 mm de altura. Además, en determinadas aplicaciones la presión se mide no como la presión absoluta sino como la presión por encima de la presión atmosférica, denominándose presión relativa, presión normal, presión de gauge o presión manométrica. Consecuentemente, la presión absoluta es la presión atmosférica más la presión manométrica (presión que se mide con el manómetro).

3. Objetivo General.

El estudiante será capaz de convertir las unidades de medida de Temperatura y presión.

4. Objetivos Específicos.

El estudiante podrá conocer el funcionamiento de un termómetro y distintos manómetros, para las propiedades de Temperatura y Presión, así como las conversiones entre las distintas unidades utilizadas, mediante factores de conversión..



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.

b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Termómetro	De 100 °C	
2	Vaso de precipitados	50 y 100 mL	

c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Manómetro en U	De vidrio	
1	Manómetro	De Bourdon	
1	Parrilla	Eléctrica con control de temperatura	

6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Diseñar con ayuda del profesor un manómetro de tubo en U.
Medir la presión de distintos fluidos.
Coloca agua en un vaso de precipitados agua y calienta en la parrilla, mide la temperatura cada minuto, esto es para familiarizarse con el instrumento de medición.

7. Cuestionario.

Investigar sobre los tipos de termómetros y manómetros utilizados para la medición de las propiedades: Temperatura y Presión.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

8. Bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- Termodinámica, Kurt C. Rolle. Pearson Prentice Hall. 2006
- 2.- Termodinámica, Wark, K. Editorial MC Graw Hill, Sexta edición, España, 2001
- 3.- Termodinámica, Cengel, Yunes A. y Boles, Michael A. Mc-Graw-Hill, 2012.
- 4.- Termodinámica, Potter, Merle C. y Scott, Elaine P. Editorial Thompson
- 5.- Introducción a la termodinámica clásica, García Colín Juan. Trillas, México, (2008)
- 6.- Termodinámica, Roldan Rojas Juan Homero. Grupo Editorial Patria, México (2011).

9. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	<input type="text" value="CANTIDAD DE CALOR"/>		
No. DE PRÁCTICA:	<input type="text" value="2"/>	NO. DE SESIONES:	<input type="text" value="1"/>
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	<input type="text" value="5"/>		

2. Introducción.

La ley cero de la termodinámica dice: Si tenemos una colección de cuerpos, objetos o materiales a distintas temperaturas dentro de un recipiente aislado de efectos externos, al transcurso de un determinado tiempo, todos los objetos, cuerpos o materiales alcanzaran la misma temperatura, es decir llegarán al equilibrio térmico. Esta ley la demostraremos con agua (que se considera sustancia pura y esto quiere decir que es una sustancia que mantiene una estructura molecular invariable) o bien con soluciones de sustancias homogéneas cada una de las cuales mantiene una estructura invariable.

3. Objetivo General.

Que el alumno en base a las determinaciones que haga en el laboratorio verifique la temperatura que resulta de hacer mezclas de líquidos a distintas temperaturas y cantidades, así podrá comparar el resultado con el obtenido matemáticamente.

4. Objetivos Específicos.

Determinar la cantidad de calor de mezclas



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Agua	Necesaria	
1	Hielo	De 100 a 200 gr.	El alumno deberá traerlo.
3	Clavos de Acero	Pequeños de 1 ó 2"	El alumno deberá traerlo.

b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
3	Vaso de Precipitados	Pyrex 250 ml.	
1	Termómetro	0 a 100° C	

c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Mechero	Tipo Bunsen	
1	Parrilla	Eléctrica con control de temperatura y agitación	
1	Calorímetro	Adiabático de 1 lt de capacidad	



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Parte 1

a) Pesar en vasos de precipitado cantidades distintas de agua, un contenido calentarlo hasta una temperatura entre 50 – 60°C y efectuar la mezcla con otro contenido dentro del calorímetro anotando previamente las temperaturas de ambos líquidos, cuando se ha alcanzado el equilibrio térmico en la mezcla, registrar la temperatura final.

m_1 = masa de agua fría

m_2 = masa de agua caliente

t_1 = Temperatura de agua fría

t_2 = Temperatura del agua caliente

$t_f = t_m$ = Temperatura de la mezcla

Considerando el calor específico del agua como 1.0 cal/g °C

Efectuar los cálculos

(Cambio de calor del agua fría) + (cambio de calor del agua caliente) = 0

$$(m_1)(Cp_1)(t_m - t_1) + (m_2)(Cp_2)(t_m - t_2) = 0$$
$$t_m = \text{---} \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Pesar en el vaso del calorímetro una cantidad de agua previamente calentada a 40°C. Colocar el vaso dentro del calorímetro, tapar y registrar la temperatura del agua y el calorímetro en el equilibrio térmico. En un vidrio de reloj pesar una cantidad de hielo 10 – 15 gr. Agregar inmediatamente el hielo en el vaso del calorímetro y cuando se termine de fundir el hielo, registrar esta temperatura.

c) Agregar al vaso de la determinación anterior, el líquido de la mezcla de la determinación (a). Agitar y registrar la temperatura de la mezcla final cuando se halla alcanzado el equilibrio térmico.

Parte 2

Se pesan y se exponen al fuego los clavos de acero, se toma la temperatura del agua que se encuentra en el calorímetro y se introducen los clavos calientes, esperar unos minutos y medir la temperatura media de la mezcla. Calcula la temperatura de los clavos.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

7. Cuestionario.

- 1.- Realizar los cálculos de las temperaturas
- 2.- Comparar los datos obtenidos con la temperatura experimental.

8. Bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- Termodinámica, Kurt C. Rolle. Pearson Prentice Hall. 2006
- 2.- Termodinámica, Wark, K. Editorial MC Graw Hill, Sexta edición, España, 2001
- 3.- Termodinámica, Cengel, Yunes A. y Boles, Michael A. Mc-Graw-Hill, 2012.
- 4.- Termodinámica, Potter, Merle C. y Scott, Elaine P. Editorial Thompson
- 5.- Introducción a la termodinámica clásica, García Colín Juan. Trillas, México, (2008)
- 6.- Termodinámica, Roldan Rojas Juan Homero. Grupo Editorial Patria, México (2011).

9. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

RELACIÓN TEMPERATURA-PRESIÓN-VOLUMEN PARA UN SISTEMA GASEOSO.

No. DE PRÁCTICA:

3

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

5

2. Introducción.

En 1662 Robert Boyle observó la relación que existía entre la presión de un gas y su volumen cuando se mantenía la temperatura constante. De las observaciones realizadas, concluyó que, al aumentar la presión de un sistema, su volumen disminuye.

Matemáticamente, podemos expresarlo de la siguiente manera.

$$PV = K$$

$K =$ constante de proporcionalidad

Si consideramos un estado inicial y un estado final se tendrá:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$P_1 =$ presión inicial del sistema

$V_1 =$ volumen inicial del sistema

$P_2 =$ presión final del sistema

$V_2 =$ volumen final del sistema

El valor de la constante de proporcionalidad depende de la temperatura a la que se trabaje, la masa del gas, la naturaleza del mismo y las unidades en que se exprese la presión y el volumen.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

En 1787 Charles se dedicó a observar la relación que existe entre la temperatura y el volumen de un gas cuando se mantiene constante la presión. De sus observaciones concluyó: “El volumen de un sistema gaseoso es directamente proporcional a su temperatura”

Matemáticamente, podemos expresarlo de la siguiente manera:

$$V = KT$$

Si consideramos un estado inicial y un estado final se tendrá:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

A partir de las ecuaciones formuladas por Boyle y Charles, podemos realizar las siguientes variantes:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad \text{despejando } V_1 \quad V_1 = \frac{P_2V_2}{P_1}$$
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{despejando } V_1 \quad V_1 = \frac{V_2T_1}{T_2}$$

Igualando términos tenemos:

$$\frac{P_2V_2}{P_1} = \frac{V_2T_1}{T_2}$$

De lo anterior se desprende

$$\frac{PV}{T} = K$$

Lo cual nos proporciona una ecuación que relaciona las tres propiedades del sistema, en donde el valor de la constante depende de la cantidad de gas que se tenga y de las unidades en las que se expresen la presión, el volumen y la temperatura pero es totalmente independiente del gas, por lo que el valor de la constante es directamente proporcional a la masa del gas por lo que el valor de la constante puede sustituirse por $K=nR$ donde n es el número de moles y R es una nueva constante de proporcionalidad, entonces:



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

$$\frac{PV}{T} = nR \quad PV = nRT$$

La ecuación anterior es conocida como ecuación general del estado gaseoso o ecuación de los gases ideales.

3. Objetivo General.

Verificar las relaciones que existen entre la presión y el volumen a temperatura constante y entre el volumen y la temperatura a presión constante para un sistema gaseoso.

4. Objetivos Específicos.

El alumno aprenderá a realizar y diferenciar los diagramas TPV de los sistemas en estado gaseoso.

5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Tableta de Alkaseltzer	Comercial	El alumno deberá traerlo.
1	Agua	Destilada	

b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Jeringa Desechable	Plástico de 10mL	El alumno deberá traerlo.
1	Vaso de Precipitados	De 1000 ml	
1	Probeta	De 20 ó 50 ml	
1	Termómetro	De -1 a 101 °C	



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1	Tramo de tubo látex	50 cm aprox.	
1	Mechero	Bunsen	
1	Soporte universal	Con pinzas de 3 dedos	
1	Tripie	De acero	
1	Tela de alambre	Con centro de Asbesto	
1	Tubo de ensayo	Con Tapón horadado	
1	Vaso de Precipitados	De 1000 ml	
1	Probeta	De 20 ó 50 ml	
c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Manómetro en U	De vidrio	

6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

La práctica se desarrolla mediante 3 experimentos.

Experimento 1.

Para realizar este experimento, realiza la conexión que se muestra en la figura 1. Se llena la jeringa con 6ml de aire y se conecta el manómetro que tendrá el mismo nivel de agua en los dos brazos. Se varía el volumen comprimiendo primero el gas y después expandiéndolo, anotando en cada ocasión la presión registrada en el manómetro. Cada lectura debe hacerse dejando que el sistema alcance el equilibrio térmico con el ambiente, se deja de 3 a 5 minutos por lectura.

Experimento 2.

Este experimento se realiza empleando el equipo de la figura 2. En este experimento el sistema debe permanecer a temperatura constante y se harán variaciones del volumen del gas que se encuentra encerrado en el tubo de la derecha moviendo el tubo de la izquierda de arriba abajo o viceversa y el desnivel del mercurio leído en el papel milimétrico nos dará la presión manométrica a la que se encuentra el gas. Para cada volumen nuevamente se elabora una tabla de datos de volumen y presión manométrica, cuidando que cada lectura se realice después de dejar que el sistema gaseoso equilibre su temperatura con la del ambiente. Se recomienda que se esperen 5 minutos para lograr el equilibrio térmico.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

Experimento 3.

Para la realización de este experimento se utiliza el equipo mostrado en la figura 3. El sistema gaseoso variará su volumen con la temperatura a presión constante. Se voltea una probeta llena de agua contenida en el vaso de precipitado cuidando que no se introduzcan burbujas de aire, después se introduce un gas que puede ser CO_2 , H_2 , O_2 , aire, etc. En nuestro caso prepararemos CO_2 en un tubo de ensayo que tiene un tapón horadado, conectado con una manguera a la probeta. Se pone en el tubo 1/8 de la tableta de alkaseltzer y se le agrega 1 ml de agua, tapando inmediatamente el tubo, el gas CO_2 producido, entrará a la probeta y cuidaremos que se llene a la mitad de su capacidad. Terminada la operación se retira la manguera y el sistema está listo para el experimento.

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO:

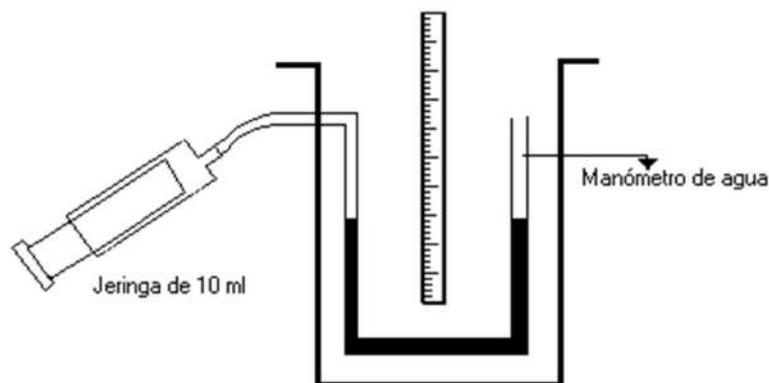


Figura 1.



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO:

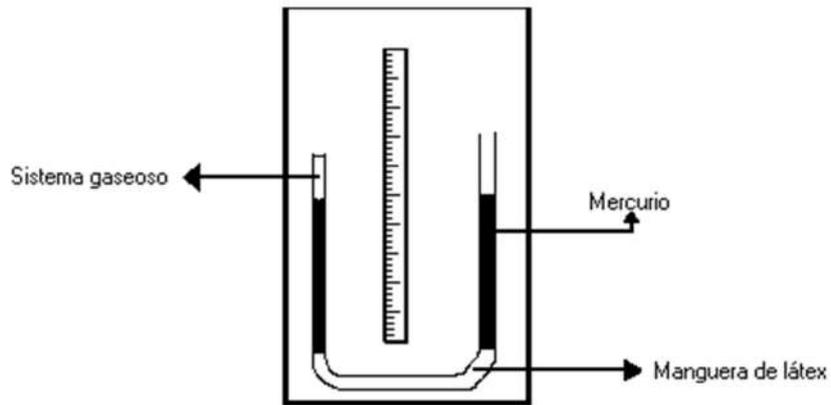


Figura 2.

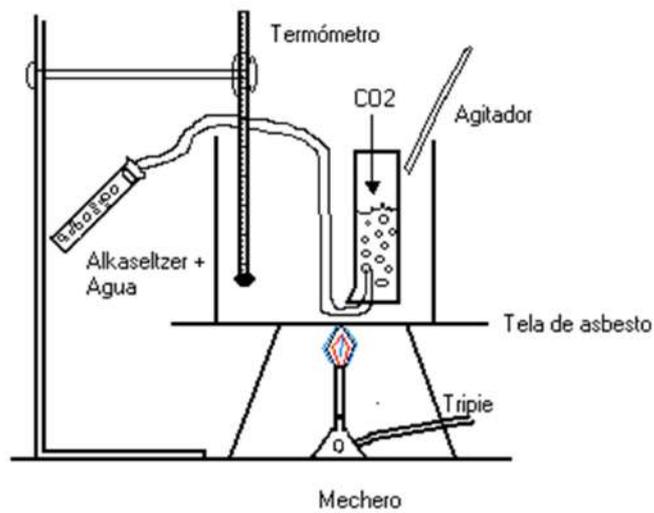


Figura 3.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

7. Cuestionario.

Experimento 1. Elabora una tabla de datos de volumen y presión manométrica y determina la presión absoluta

Experimento 2. Elabora la gráfica de presión vs volumen y traza la isoterma,

Experimento 3. Elabora la gráfica de volumen vs temperatura y traza la isobara

- 1.- Define que es un proceso isobárico, isocórico e isotérmico
- 2.- Define ecuación de estado
- 3.- Define gas ideal

8. Bibliografía.

- 1.- Termodinámica, Kurt C. Rolle. Pearson Prentice Hall. 2006
- 2.- Termodinámica, Wark, K. Editorial MC Graw Hill, Sexta edición, España, 2001
- 3.- Termodinámica, Cengel, Yunes A. y Boles, Michael A. Mc-Graw-Hill, 2012.
- 4.- Termodinámica, Potter, Merle C. y Scott, Elaine P. Editorial Thompson
- 5.- Introducción a la termodinámica clásica, García Colín Juan. Trillas, México, (2008)
- 6.- Termodinámica, Roldan Rojas Juan Homero. Grupo Editorial Patria, México (2011).

9. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	DETERMINACIÓN DE PESOS MOLECULARES DE LÍQUIDOS VOLÁTILES (MÉTODO DE PRESIONES PARCIALES)		
No. DE PRÁCTICA:	4	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	5		

2. Introducción.

Cuando se introducen distintos gases en un mismo recipiente, éstos se mezclan rápidamente y temperatura constante la presión total ejercida por la mezcla de gases en un volumen definido es igual a la suma de las presiones parciales, es decir, la suma de las presiones individuales que cada gas ejerce si ocupase él sólo el mismo volumen parcial.

$$P_{Total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \sum P_i$$

$P_1, P_2, P_3, \dots =$ presiones parciales de los gases 1,2,3,....

$P_i =$ presión del gas i -ésimo

Suponiendo comportamiento ideal es posible aplicar la ecuación de los gases ideales para cada gas:

$$P_i = \frac{n_i RT}{V}$$

De esta expresión se obtiene la masa molecular en función de los parámetros experimentales.

Lo anterior es solo aplicable a gases que cumplen con el modelo ideal, pero bajo ciertas condiciones de temperatura es posible aplicarlo a vapores de líquidos volátiles.

Si la temperatura del sistema es superior a la de ebullición del líquido volátil al introducirlo en el sistema se evaporará y se aproximará al comportamiento de un gas y producirá un incremento en la presión del sistema. Este incremento en la presión corresponde a la presión parcial ejercida por el líquido evaporado.



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

3. Objetivo General.

Determinar el peso molecular de un líquido volátil empleando el método de las presiones parciales.

4. Objetivos Específicos.

Conocerá el método de las presiones parciales, así como sus aplicaciones.

5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Alcohol Etílico	Comercial 96° GL	El alumno lo traerá

b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Termómetro	De 110° C	
1	Tubo de vidrio	25 cm de largo	
1	Tapón de goma	Trihoradado	
1	Matraz bola de fondo plano	1000 ml	
1	Tramo de tubo látex	20 cm	
1	Soporte universal	Con pinzas de 3 dedos	
1	Pinzas	Tipo Mohr	
1	Ampolleta de vidrio delgado para el líquido volátil		El alumno lo traerá

c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Manómetro en U	De vidrio de 40cm de alto	
1	Baño a temperatura constante	Capacidad de 1 Lt	



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

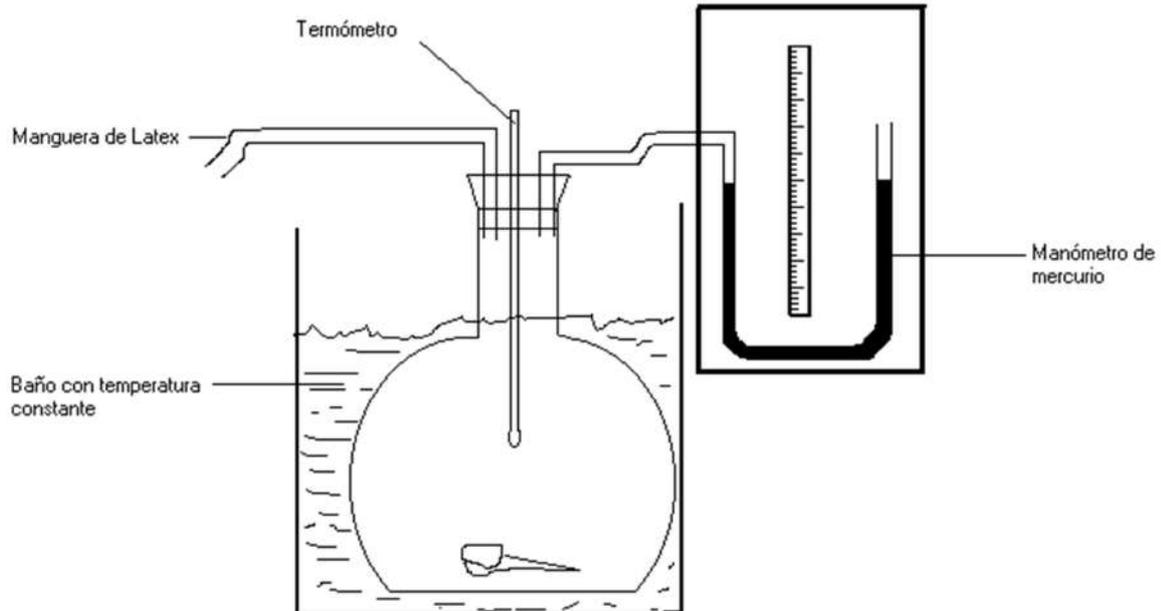
6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

- 1.- Se verifica que el equipo esté limpio y seco
- 2.- Se introduce la ampolla con el líquido volátil dentro del matraz de bola, cuidando de no romperla. (Anotar la masa del líquido que contiene)
- 3.- Se arma el aparato mostrado en el dibujo 1 verificando que las uniones queden ajustadas para evitar fugas al efectuar el experimento.
- 4.- Se introduce el matraz en el baño de agua a una temperatura constante superior a la de ebullición del líquido volátil (cuando menos 5° C por encima de la ebullición del líquido volátil)
- 5.- Al introducir el matraz en el baño se incrementa la temperatura del aire contenido en el interior provocando su expansión y la salida de aire por el extremo abierto. Se registra la temperatura a intervalos de un minuto (durante 20 minutos) y cuando ya no varíe apreciablemente, se sella el tubo laterales mediante las pinzas Mohr. Se continúa el registro de la temperatura durante 5 minutos más. Considera esta última temperatura como la de trabajo.
- 6.- Se registra la diferencia de niveles de las ramas del manómetro de mercurio. Considera ésta como la presión manométrica inicial.
- 7.- Se sacude bruscamente el matraz para romper la ampolla y liberar el líquido volátil.
- 8.- Se registra el incremento de presión cada 15 segundos durante 2 minutos. (Considera la última lectura como el valor de ΔP).



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO:



Dibujo 1.

7. Cuestionario.

1.- Calcula la presión parcial del líquido evaporado (P_1) como la diferencia de presiones de los puntos 6 y 8.

$$M_i = \frac{m_i RT}{P_i V}$$

2.- Calcula la masa molecular sustituyendo los parámetros experimentales en la ecuación.

3.- Define presión parcial de un gas.



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

8. Bibliografía.

- 1.- Termodinámica, Kurt C. Rolle. Pearson Prentice Hall. 2006
- 2.- Termodinámica, Wark, K. Editorial MC Graw Hill, Sexta edición, España, 2001
- 3.- Termodinámica, Cengel, Yunes A. y Boles, Michael A. Mc-Graw-Hill, 2012.
- 4.- Termodinámica, Potter, Merle C. y Scott, Elaine P. Editorial Thompson
- 5.- Introducción a la termodinámica clásica, García Colín Juan. Trillas, México, (2008)
- 6.- Termodinámica, Roldan Rojas Juan Homero. Grupo Editorial Patria, México (2011).

9. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	CALOR LATENTE DE FUSIÓN DEL HIELO		
No. DE PRÁCTICA:	5	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	5		

2. Introducción.

En termodinámica se manejan dos tipos de calor que tienen las sustancias: Calor sensible y Calor latente.

Calor sensible: Cantidad de calor que recibe o cede una sustancia para cambiar su temperatura (calentarse o enfriarse) sin cambiar su estado físico.

Calor latente: Cantidad de calor que recibe o cede una sustancia para cambiar de estado físico (fundirse, solidificarse, evaporarse o condensarse) sin que cambie su temperatura.

Una de las sustancias puras que se utiliza más frecuentemente en la industria es el agua, a la cual se le encuentra en tres estados físicos; sólido (hielo), líquido y gaseoso (vapor), siendo éstos la sustancia de trabajo de varios equipos.

En algunos equipos de transferencia de calor, se utiliza el hielo como material refrigerante en virtud de que tiene un precio bajo, es fácil de conseguir y se maneja con seguridad. Cuando ésta sustancia cambia de estado, absorbe calor, a este calor se le conoce como calor latente de fusión.

El proceso experimental es adiabático (no hay pérdidas ni ganancias de calor) en el calorímetro.

Calor cedido por el agua destilada caliente = calor absorbido para fusión del hielo + calor absorbido por el agua del hielo

$$-mCp(t_m - t_0) = m_2L + m_2Cp_2(t_m - t_f)$$

Dónde:

L= calor latente

m= masa del agua destilada caliente

m₂= masa del hielo

Cp₁= Calor específico del agua destilada



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

C_{p2} = Calor específico del hielo
 t_m = Temperatura del agua caliente
 t_0 = Temperatura final del agua
 t_f = Temperatura de fusión del hielo

3. Objetivo General.

Determinar experimentalmente el calor latente de fusión del hielo.

4. Objetivos Específicos.

El alumno tendrá la capacidad de distinguir entre dos tipos de calor, latente y sensible.

5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Litro de agua	destilada	
1	Trozo de hielo	100 – 200 gr.	El alumno lo traerá

b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Termómetro	De -10 a 100°C	
1	Vaso de Precipitados	100 ml	



**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA
MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA**

c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Balanza	Analítica o granataria, cualquier marca	
1	Parrilla	Eléctrica con control de temperatura	
1	Calorímetro	Con tapa y agitador, adiabático de 1 Lt	

6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

- 1.- Pesa en un vaso de precipitado 100 gr de agua destilada.
- 2.- Calienta el agua destilada.
- 3.- Vacía en el vaso adiabático del calorímetro el agua destilada caliente.
- 4.- Pesa en otro vaso de precipitado 50 gramos de hielo.
- 5.- Determina la temperatura del agua destilada caliente dentro del vaso adiabático del calorímetro e incorpora el hielo pesado anteriormente.
- 6.- Tapa el calorímetro, agita lentamente y determina la temperatura de la mezcla en el momento en que se haya fundido todo el hielo.
- 7.- Realiza el experimento por lo menos 3 veces y anota los datos obtenidos durante la práctica y calcula el calor latente de fusión del hielo.

7. Cuestionario.

- 1.- ¿Cuál es el calor latente de fusión del hielo según la bibliografía?
- 2.- ¿Es el mismo valor que obtuviste experimentalmente?
- 3.- ¿Cuáles son los factores que afectan tu resultado?



LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA MANUAL DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

8. Bibliografía.

- 1.- Termodinámica, Kurt C. Rolle. Pearson Prentice Hall. 2006
- 2.- Termodinámica, Wark, K. Editorial MC Graw Hill, Sexta edición, España, 2001
- 3.- Termodinámica, Cengel, Yunes A. y Boles, Michael A. Mc-Graw-Hill, 2012.
- 4.- Termodinámica, Potter, Merle C. y Scott, Elaine P. Editorial Thompson
- 5.- Introducción a la termodinámica clásica, García Colín Juan. Trillas, México, (2008)
- 6.- Termodinámica, Roldan Rojas Juan Homero. Grupo Editorial Patria, México (2011).

9. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**