



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CIUDAD SAHAGÚN**



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE: TERMODINÁMICA APLICADA**

**SEMESTRE QUINTO**



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

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

Junio 2013

**NOMBRE DE QUIENES PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN:**

NOMBRE	FIRMA
Dr. Martín Ortiz Domínguez	

**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



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

DIRECTORIO:

**MTRO. ADOLFO PONTIGO LOYOLA**  
RECTOR

**DR. SAÚL AGUSTÍN SOSA CASTELÁN**  
SECRETARIO GENERAL

**DR. JORGE ZUNO SILVA**  
DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE CIUDAD SAHAGÚN

**LIC. ARTURO FLORES ÁLVAREZ**  
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS ACADÉMICOS

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

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



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

## ÍNDICE

<b>ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.</b>	2
1.- Introducción.	2
2.- Competencias.	4
<b>NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.</b>	6
1.- Reglamento de Laboratorios.	6
2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros.	9
3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros.	13
<b>NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.</b>	18
<b>CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR.</b>	20
PRÁCTICA 1. PRESIÓN ATMOSFERICA.	20
PRÁCTICA 2. DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN SÓLIDO.	23
PRÁCTICA 3. VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR Y UN SEMICONDUCTOR CON LA TEMPERATURA.	28
PRÁCTICA 4. TURBINA DE VAPOR.	33
PRÁCTICA 5. CICLO DIESEL.	37



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

## **ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.**

### **1.- Introducción.**

El objetivo de las máquinas térmicas es convertir calor en trabajo mecánico o llevar calor de una fuente de calor fría a otra más caliente (refrigeración). En este manual de prácticas se representan algunas máquinas térmicas, por ejemplo una máquina térmica que tiene el objetivo principal de ilustrar su funcionamiento y los principios que lo rigen, que son las leyes de la termodinámica.

Una máquina térmica sencilla.

Estudiaremos una máquina térmica que realiza trabajo mecánico elevando bloques y lo hace transfiriendo calor de una fuente caliente a una fría. Suponemos que contamos con una fuente de calor fría que se mantiene siempre a temperatura  $T_1$  y es capaz de absorber cualquier cantidad de calor y otra caliente que se mantiene a temperatura constante  $T_2 > T_1$  y es capaz de suministrar cualquier cantidad de calor. Contamos también con un cilindro y su pistón que contiene cierta cantidad de un gas ideal y que en cualquier momento podemos poner en contacto cualquiera de las dos fuentes de calor con el cilindro para así enfriarlo hasta una temperatura  $T_1$  o calentarlo a una temperatura  $T_2$ . La presión del gas variará entre dos valores fijos, el menor  $P_1$  determinado por el peso del pistón y el mayor  $P_2$  determinado por el peso del pistón más el de un bloque. La máquina funcionará así:

1) Compresión adiabática. Cuando el cilindro se encuentra a temperatura  $T_1$  el gas está comprimido y el pistón se encuentra abajo. Entonces se montará un bloque de masa  $m$  sobre el pistón, lo cual aumentará la presión del gas disminuyendo aún más su volumen y aumentando ligeramente su temperatura. Se supone que el cambio de presión se hace suavemente (algo no indicado en el esquema que va soltando poco a poco la masa). Durante esta etapa no hay intercambio de calor, por eso se llama compresión adiabática. El aumento de temperatura es consecuencia del trabajo realizado por la masa sobre el gas al comprimirlo. Durante esta etapa no cambia la entropía del gas.

2) Expansión por calentamiento. Se acerca la fuente de calor de temperatura  $T_2$  al cilindro, lo cual hará que su temperatura aumente hasta alcanzar el mismo valor  $T_2$ . Como la presión es constante, el volumen del gas aumenta y el pistón sube elevando el pistón y el bloque y aumentando su energía potencial. Este aumento de energía potencial es igual al trabajo realizado por el gas sobre el pistón y el bloque, el cual proviene del calor transferido por  $T_2$  al gas. No todo ese calor se convierte en trabajo, parte queda como energía interna del gas y sus manifestaciones físicas son el aumento de temperatura y del volumen del gas. La parte del trabajo realizado sobre el pistón volverá a convertirse en calor más adelante, pero el trabajo realizado sobre el bloque se conservará como energía potencial. Durante esta etapa disminuye la entropía de la fuente  $T_2$  y aumenta la del gas.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

Esta parte del ciclo no es un proceso reversible: no es posible comprimir el gas y que éste vaya a la vez enfriándose y transfiriendo calor a la fuente caliente  $T_2$ . Por eso, como en todos los procesos irreversibles, la entropía del ambiente aumenta. En efecto, la entropía del gas a temperatura variable  $T < T_2$  es  $\frac{dQ}{T} > \frac{dQ}{T_2}$ , la disminución de entropía en  $T_2$  y por lo tanto la entropía del ambiente aumenta.

3) Expansión adiabática. Se retira la fuente de calor a temperatura  $T_2$  y se desmonta el bloque de masa  $m$ , con lo cual disminuye la presión sobre el gas, su volumen aumenta aún más y disminuye un poco su temperatura. Se supone que algo en el proceso va retirando poco a poco la masa haciendo que la disminución de presión sea gradual. La disminución de temperatura se debe a la expansión del gas. Durante este proceso no hay intercambio de calor, por eso es adiabático. No hay cambio en la entropía del gas ni en la del ambiente.

4) Compresión por enfriamiento. Se acerca la fuente "fría" de calor de temperatura  $T_1$  y se pone en contacto con el cilindro. Esto hace que la temperatura del gas disminuya poco a poco hasta alcanzar el valor  $T_1$  con lo cual el volumen también disminuye. El pistón baja. El gas del cilindro pierde calor por transferencia a  $T_1$ . Al bajar el pistón éste realiza trabajo sobre el gas que se convierte en calor que es transferido a  $T_1$ , es decir, el trabajo realizado sobre el pistón en el paso 2) ahora se recupera en forma de calor, pero el trabajo hecho sobre el bloque en el paso 2) se mantiene en forma de energía potencial. ¿Qué pasa aquí con la entropía? Como hay transferencia de calor del gas (a temperatura variable  $T > T_1$ , el aumento de entropía en  $T_1$  es  $\frac{dQ}{T_1} > \frac{dQ}{T}$ , la pérdida de entropía del gas. Otra vez, como en todos los procesos irreversibles, la entropía del ambiente aumenta.

El ciclo 1) 2) 3) 4) se repite indefinidamente. El resultado es que en cada ciclo la máquina realiza un trabajo mecánico elevando un bloque y transfiriendo calor de la fuente caliente  $T_2$  a la fuente fría  $T_1$ .



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

## **2.- Competencias.**

### ***Competencia de formación:***

Integrar los contenidos en diversas situaciones (académicas, profesionales, sociales, productivas, laborales e investigativas) para la solución de problemáticas a través del empleo de métodos centrados en el aprendizaje (aprendizaje basado en problemas, cooperativo, colaborativo, significativo, consultoría y proyectos, entre otros) con autonomía y con valores que se expresen en convicciones, así como su compromiso con la calidad en su modo de actuación de acuerdo con los estándares establecidos.

### ***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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

**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.

**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	Ciclo Diésel Ideal	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 4
2	3 y 4	1	Determinación del Calor Específico de un Sólido	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 8
3	4, 5 y 6	1	Variación de la Resistencia de un Conductor y un Semiconductor con la Temperatura	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 10
4	5 y 6	1	Turbina de Vapor	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 12
5	1, 2, 3, 4 y 5	1	Presión Atmosférica	Laboratorio de Usos Múltiples	Semana 14



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

## **NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.**

### **1.- Reglamento de Laboratorios.**

Reglamento de Laboratorios. Aprobado por el H. Consejo Universitario, según acta número 196 de la sesión efectuada el día 30 de noviembre de 1998.

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.

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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

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 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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

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.

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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

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

Manual de Higiene, Seguridad y Ecología. Dirección de Laboratorios, noviembre 2012.

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.**
- 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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

- 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.
- 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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

- 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.
- 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:



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

- a) Nombre y concentrado del reactivo.
- b) Fecha de preparación.
- c) Nombre de quien lo preparó.
- d) Letrero de prevención: veneno, inflamable etc.
- 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.**

Lineamientos de uso de laboratorios, clínicas y/o talleres de institutos y escuelas superiores.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

DE LOS USUARIOS (ALUMNO/ALUMNA):

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 ó investigador en su función.

III. Para asistir a sesiones de laboratorio, es requisito indispensable presentarse con manual de prácticas, guía de trabajo y/o de investigación, con los materiales que no son específicos de los laboratorios y portar adecuadamente su equipo de seguridad según aplique:

- Laboratorios **aplica para Licenciaturas en:** Química, Química en Alimentos, Biología, Ing. Industrial, Arquitectura, Ing. en Geología Ambiental, Ing. Min. Met., C. Mat., Física, Nutrición, Farmacia. **Asistir al laboratorio con bata reglamentaria blanca y de manga larga, para el Laboratorio de Manufactura será bata de color azul marino y de manga larga, para Medicina (filipina, pantalón, zapatos) y para Enfermería (pelo recogido y sin adornos, uñas cortas y sin alhajas).**
- Taller: **aplica para Licenciaturas en:** Ing. Civil, **bata reglamentaria blanca o color y de manga larga, zapato bota y antiderrapantes, portar en cada visita a obra y en la realización de trabajo en campo el casco de seguridad tipo jockey y el chaleco de seguridad de malla con franja reflejante. Min. Metalúrgico (bata blanca o color y de manga larga)**
- Clínicas **aplica para Licenciaturas en: Odontología (filipina, pelo recogido),**
- Cocinas **aplica para Licenciaturas en: Turismo y Gastronomía asistir a laboratorios (filipina, pantalón de algodón, zapatos antiderrapantes, gorro y/o cofia)**

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



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

la realización de los procedimientos así como las indicaciones del profesor o bien del investigador.

VII. 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.

VIII. 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.

IX. Equipo o máquina que no conozca su funcionamiento ni lo toque, puede provocar algún accidente por favor ¡solicite asesoría a su catedrático!.

X. 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.

XI. 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.

XII. 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 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.

XIII. 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.

XIV. 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,



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

RESIDUOS O PRODUCTOS DIRECTAMENTE EN LA TARJA, utiliza los contenedores correspondientes al tipo de sustancia en particular. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

XV. 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.

XVI. 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.

XVII. 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.

XVIII. 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, herramienta 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.

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.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

---

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, clínica y/o taller.

XXIX. 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).

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, MESAS Y EN EQUIPOS.**

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**.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

XXXIII.- Las situaciones no previstas en este lineamiento serán resueltas 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, clínica y/o taller 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.

**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.**

**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”

TIPO DE RIESGO	COMO EVITARLO	COMO PROCEDER EN CASO DE UN ACCIDENTE...
<b>Heridas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No utilizar material de laboratorio en mal estado, para evitar que se rompa.</li><li>• Desechar el material de vidrio o porcelana roto o estrellado.</li><li>• Limpiar el lugar donde se ha roto material de vidrio con brocha o algodón, pero nunca con toalla.</li><li>• 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.</li><li>• Al cortar vidrio, se debe marcar perfectamente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lave inmediatamente la herida y áreas cercanas con agua y jabón.</li><li>• No permita que se usen pañuelos, trapos o dedos sucios en el tratamiento de una herida</li><li>• No ponga antiséptico sobre la herida</li><li>• Sostenga firmemente sobre la herida un apósito esterilizado que deje de sangrar. Luego ponga un apósito nuevo y aplique un vendaje suave</li></ul>



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul> <p><b>CAPITULO 6 Pág. 31 y 32</b></p>	
<p><b>Quemaduras</b></p>	<p>Limpiar inmediatamente el lugar de trabajo cuando una sustancia se ha derramado a caído.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cuando se maneja material metálico o de vidrio calientes, deben utilizarse guantes de asbesto pinzas, paño, etc.</li><li>• Lavar inmediatamente con agua los frascos que presentan escurrimiento de reactivos.</li><li>• Al diluir un ácido, agregar éste al agua lentamente, haciendo resbalar por un agitador. <b>NUNCA AGREGAR AGUA AL ÁCIDO.</b></li><li>• 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.</li><li>• La mejor protección se logra mediante el uso de gafas, caretas, etc., y que a su vez permiten perfecta visibilidad para trabajar</li></ul> <p><b>CAPITULO 6 Pág. 31</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplique hielo o compresas heladas sobre la parte afectada.</li><li>• No trate de reventar las ampollas.</li><li>• Puede sumergir la parte quemada dentro de un recipiente con agua fría con hielo.</li><li>• Todas las quemaduras, excepto las muy pequeñas, deben ser examinadas por un médico o enfermera.</li><li>• Lave inmediatamente con agua corriente la superficie quemada. Deje que corra bastante agua.</li><li>• Aplique hielo o compresa helada.</li><li>• Aplique la corriente de agua sobre el área quemada mientras remueve la ropa.</li><li>• Cualquier material que se ponga sobre la herida debe estar sumamente limpio.</li><li>• No ponga grasas, aceite, bicarbonato de sodio u otras sustancias sobre las quemaduras.</li><li>• Quemaduras por sustancias químicas en áreas especiales como en los ojos, pueden necesitar un tratamiento especial.</li></ul>



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

b.- Cuadro de disposición de residuos: consulte el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos CRETI y el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos RPBI”

TIPO DE RESIDUOS	CLASIFICACIÓN	TIPO DE CONTENEDOR
No Aplica	No Aplica	No Aplica



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

### 1. Identificación.

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

### 1. Introducción.

La presión atmosférica, en cualquier punto de la Tierra, es el peso de la columna de aire que hay sobre ese punto, y se mide con un instrumento llamado barómetro. Cuando se hacen lecturas de la presión alrededor del mundo simultáneamente y se dibujan las líneas de presión constante (llamadas isobaras), sale a la luz un diseño que puede considerarse la «huella dactilar» del tiempo. Aparecen áreas de alta y baja presión que tienden a desplazarse alrededor de la Tierra en bandas bien definidas.

Estos sistemas de presiones están estrechamente relacionados con el tiempo que hace en la superficie. Normalmente las presiones altas provocan un tiempo agradable, mientras que las bajas se asocian con condiciones inestables y en ocasiones con lluvia. Como la atmósfera intenta constantemente restaurar el equilibrio, el aire se desplaza hacia las zonas de baja presión desde las zonas de alta presión que la rodean. Este movimiento del aire de las zonas de alta presión a las de baja (la corriente sigue siempre esta dirección) es lo que conocemos como viento.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

Dado que la presión atmosférica está tan estrechamente ligada al tiempo a corto plazo, es un elemento fundamental para las predicciones.

## 2. Objetivo General.

El estudiante comprobará y medirá el efecto de la presión atmosférica para un sistema gaseoso, que se somete a un calentamiento, a través de postulados termodinámicos.

## 3. Objetivos Específicos.

El alumno medirá la presión atmosférica, mediante un barómetro hecho en el laboratorio, para su aplicación en la resolución de problemas.

## 4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

### a) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
5	Lata de aluminio	Vacías y limpias, pueden ser de alguna bebida	El alumno lo traerá
1	Agua	La necesaria	

### b) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Pinzas	Para Crisol	
1	Recipiente metálico	De 2 Lt (20 X 10 X 10 cm)	
1	Mechero	Tipo Bunsen	
1	Tripie	Con malla de asbesto	

### c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
----------	-------------	------------------	------

## 5. Desarrollo de la Actividad Práctica.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

Agrega agua fría en el recipiente metálico hasta la mitad del mismo.

Agregar 15 ml de agua aproximadamente a la lata y calentarla con ayuda de las pinzas y el tripie en el mechero Bunsen, retira la lata del fuego cuando el agua este hirviendo.

De inmediato y de manera cuidadosa meter la lata con las pinzas dentro del recipiente de agua fría con la abertura de la lata hacia la superficie del agua.

Repetir el experimento.

### **6. Cuestionario.**

- 1.- Explica el fenómeno ocurrido en la práctica de laboratorio.
- 2.- Investiga los equipos de medición, que existen para medir la presión atmosférica.
- 3.- ¿Qué es una implosión?

### **7. 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).
- 7.- Fundamentos de Máquinas Térmicas, Prieto I. Alonso M. Luengo J. C. Oviedo: Universidad de Oviedo (2007).



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

**8. 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

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

PRÁCTICA 2. DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN SÓLIDO.

No. DE PRÁCTICA:

2

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

5

**2. Introducción.**

El método empleado se basa en el hecho de que si ponemos en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas dentro de un recinto adiabático, el sistema evoluciona hasta alcanzar un estado final de equilibrio térmico, en el cual la temperatura de ambos es la misma. En este proceso se cumple que la cantidad de calor cedida por uno de los cuerpos es igual a la absorbida por el otro.

En la práctica calcularemos el calor específico de un sólido. Para ello mediremos el calor cedido por cada uno de los sólidos a una masa conocida de agua fría, en un calorímetro adiabático. Pero como el mismo calorímetro también absorbe calor, primero se determinará la capacidad calorífica del calorímetro.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

La capacidad calorífica del calorímetro se determinará mediante el método de mezclas, que es análogo al que luego aplicaremos para hallar el  $C_p$  de los distintos sólidos.

Primeramente, metemos una cantidad de agua fría ( $m_F$ ) con una temperatura conocida (TF) en el calorímetro.

Es conveniente agitar para que la temperatura de la mezcla sea homogénea. Simultáneamente, fuimos calentando cierta masa de agua ( $m_C$ ), hasta una temperatura cercana a 80 °C (TC).

Finalmente vertimos el agua caliente en el calorímetro, y medimos la temperatura de equilibrio de la mezcla final (TM). La capacidad calorífica del calorímetro obedece a la expresión siguiente:

A continuación, procedimos a la determinación del calor específico de los diferentes sólidos. Siguiendo un método análogo al anterior, introducimos una masa de agua ( $m_f'$ ) a temperatura ambiente (TF'). Al mismo tiempo sumergimos en agua en ebullición uno de los sólidos de masa conocida ( $m_s$ ) hasta que se halla estabilizado la temperatura ( $T_{eb}'$ ).

Entonces se introduce el sólido en el calorímetro lleno de agua a temperatura ambiente y se remueve la mezcla hasta que esta alcance una temperatura final homogénea ( $T_M'$ ).

Finalmente obtenemos el calor específico de cada sólido sin más que aplicar la ecuación siguiente:

Este método se basa en el hecho de que en un recinto adiabático, considerando que el calorímetro lo sea, si dos cuerpos se encuentran a temperaturas diferentes el sistema evoluciona hasta que estas se igualan, de manera que el calor absorbido por uno de ellos es siempre igual al cedido por el otro.

Para calcular de qué metales estaban compuestos cada uno de los sólidos utilizados, comparamos los resultados obtenidos con los tabulados.

Por último comprobamos la ley de Dulong y Petit, según la cual las capacidades caloríficas atómicas de la mayoría de los elementos sólidos, a presión atmosférica y temperatura ordinaria (20°C), son similares.

### 3. Objetivo General.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

El estudiante determinará el calor específico de un sólido, para su aplicación en la obtención del calor que cede el sólido a temperatura elevada a una masa conocida de agua fría, mediante un calorímetro adiabático.

#### 4. Objetivos Específicos.

El estudiante conocerá una manera alterna y experimental de obtener el calor específico de los materiales sólidos, para comparar el valor con los valores reportados en tablas termodinámicas, mediante la aplicación de las ecuaciones de estado.

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

a) REACTIVOS/INSUMOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Trozo de Hielo	250 gramos	El alumno lo traerá
b) MATERIALES/UTENSILIOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
2	Probetas de metal	Desconocido, se utilizará el experimento para determinar qué tipo de metal	El profesor deberá traerlas
2	Vasos de precipitados	De 100 mL	
1	Mechero	Tipo bunsen	
1	Tripie	Con malla de asbesto	
1	Termómetro	De 110° C	
c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Calorímetro	Con vaso adiabático (1Lt), agitador y	



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

		termómetro.	
1	Balanza	Granataria de 2670 gr, cualquier marca	

### 6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

En el método empleado el primer paso consiste en determinar la capacidad calorífica del calorímetro, ya que éste también absorbe calor. Este calor es equivalente al que absorbería una determinada cantidad de agua, de ahí que también se le llame equivalente en agua del calorímetro. Esta capacidad se determina por el denominado método de las mezclas. Para ello se coloca dentro del calorímetro una masa conocida de hielo  $m_F$  (se recomienda 250 g). Para determinarla se pesa el calorímetro vacío y posteriormente con el agua dentro. Luego se determina su temperatura  $T_F$  cerrando el calorímetro y agitando continuamente con el agitador.

Por otro lado se calienta con el mechero agua hasta unos 80 °C midiendo con precisión la temperatura que alcanza ( $T_C$ ). A continuación se vierte agua caliente en el calorímetro hasta llenarlo (de modo que quede el nivel a unos 2 cm del borde), se cierra el calorímetro y se mide la temperatura de la mezcla ( $T_M$ ) agitando continuamente. Finalmente se pesa de nuevo el calorímetro para determinar la masa de agua caliente ( $m_C$ ) que hemos vertido. Conociendo todas estas magnitudes, la capacidad calorífica del aparato viene dada por:

$$C = C_p(H_2O) \cdot \frac{m_C(T_C - T_M) - m_F(T_M - T_F)}{T_M - T_F}$$

Donde las unidades de C son calorías por grado, cuando Cp se expresa en calorías por gramo y grado celsius, m en gramos y T en grados celsius. Una vez determinado C, se llena el calorímetro con agua fría, la masa ( $m'_F$ ) se determina, como antes, por pesada. Se espera al menos 5 minutos a que se establezca la temperatura (se recomienda llenar y vaciar varias veces el calorímetro), se cierra el aparato y se mide la temperatura ( $T'_F$ ) agitando continuamente. Simultáneamente se ha sumergido una de las probetas de masa  $m_S$  en el vaso grande de agua y se ha calentado hasta ebullición. El vaso contiene unas bolitas de cristal para que la ebullición no sea muy violenta. Pasados unos minutos hasta que el sólido se estabilice a la temperatura de ebullición, se sumerge la probeta en el calorímetro (se toma por el hilo de nylon), se cierra y se mide de nuevo la temperatura del agua ( $T'_M$ ) agitando continuamente. El calor específico del sólido se determina por:

$$C_p(\text{sólido}) = \frac{m_F \cdot C_p(H_2O) \cdot (T'_M - T'_F) + C \cdot (T'_M - T'_F)}{m_S \cdot (T'_{EB} - T'_M)}$$



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

**7. Cuestionario.**

- 1.- Determinar los calores específicos de las tres probetas de metal desconocidos.
- 2.- A partir de los valores obtenidos, tratar de identificar de qué metales se trata empleando las tablas teóricas.

**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).
- 7.- Fundamentos de Máquinas Térmicas, Prieto I. Alonso M. Luengo J. C. Oviedo: Universidad de Oviedo (2007).

**a) Introducción**



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

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

**9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

PRÁCTICA 3. VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UN  
CONDUCTOR Y UN SEMICONDUCTOR CON LA  
TEMPERATURA

No. DE PRÁCTICA:

3

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

5

**2. Introducción.**

Desde un punto de vista práctico, para la automatización de los procesos de adquisición de datos, resulta muy conveniente medir la temperatura electrónicamente. Una posibilidad es utilizar la variación de resistencia de un conductor o de un semiconductor con la Temperatura. Así surgen los termómetros de resistencia y los termistores,



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

respectivamente. Para el uso de este tipo de termómetros es necesaria una calibración previa.

La bondad de un termómetro basado en la medida de resistencias eléctricas, ya sea fabricado a partir de material conductor o semiconductor se cuantifica a través de la llamada sensibilidad  $\alpha$ , definida como:

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} \quad (1)$$

Donde R es la resistencia y T la temperatura. La sensibilidad es un parámetro que, en general, depende de la temperatura. Un termistor es un semiconductor con resistencia extremadamente sensible a los cambios de temperatura. La variación de su resistencia eléctrica con la temperatura R(T) se ajusta razonablemente bien a la ley:

$$R(T) = R_{\infty} \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right) \quad (2)$$

Donde T es la temperatura absoluta (en Kelvin) B y  $R_{\infty}$  son dos constantes que dependen del termistor. En física del estado sólido se demuestra (1), utilizando la estadística de Fermi-Dirac, que la relación entre la constante B del termistor y la anchura de la banda prohibida del semiconductor viene dada por:

$$B = \frac{\Delta\varepsilon}{2k_B}$$

Nótese que si hubiéramos utilizado la estadística clásica para un sistema con dos niveles, suponiendo que la resistencia es inversamente proporcional al número de electrones en el nivel excitado, no hubiese aparecido el factor 2 en el denominador. La presencia del 2 en el denominador es un efecto cuántico y también porque en un semiconductor existen electrones y huecos. Por otro lado, de la ecuación (1) resulta que la sensibilidad del termistor es:

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{-B}{T^2}\right) \cdot R_{\infty} \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right) = \frac{-B}{T^2} \quad (3)$$

que nos indica que cuanto mayor sea la constante B del termistor, mayor será su



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

sensibilidad (en valor absoluto). El termistor que se emplea en esta práctica tiene forma de lenteja. Para los metales, la resistencia aumenta con la temperatura. Este hecho es tan característico que se ha adoptado como definición de metal: un metal es un material cuya resistencia eléctrica aumenta con la temperatura. Esta definición ha permitido descubrir y caracterizar "metales" de 2D, campo muy activo de investigación en la actualidad. En el caso de un metal noble, la dependencia de la resistencia con la temperatura se puede explicar razonablemente bien, en amplios rangos de temperatura, por una relación lineal:

$$R(T) = R_{\Theta} \cdot \frac{T}{\Theta} = R_0 \cdot (1 + \alpha_0 \cdot t) \quad (4)$$

Donde  $\Theta$  es la temperatura de Debye del metal y  $R_{\Theta}$  la resistencia a dicha temperatura. En la segunda parte de la ecuación,  $t$  es la temperatura en  $^{\circ}\text{C}$ ,  $R_0$  la resistencia a  $0^{\circ}\text{C}$  (273 K) y  $\alpha_0$  es el coeficiente de temperatura de la resistividad a  $0^{\circ}\text{C}$  (que coincide con la sensibilidad del termómetro a esa temperatura). Para metales nobles se tiene que:  $\alpha_0 = R_{\Theta}/\Theta R_0$ . El termómetro que se emplea en esta práctica es de hilo de Pt, enrollado en un cilindro de vidrio y protegido dentro de una cápsula de acero inoxidable o Cu.

### 3. Objetivo General.

El estudiante calibrará un termistor y un termómetro de resistencia frente a un termómetro clásico de Hg, mediante el uso de instrumentos de laboratorio, para el cálculo y comparación de los valores reales.

### 4. Objetivos Específicos.

El estudiante utilizará los instrumentos como patrones de medida, para obtener así una calibración de un aparato externo, mediante el uso de un termistor.

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

#### d) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1/2 Lt	Glicerina	Grado reactivo o comercial	

#### e) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
----------	-------------	------------------	------



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

1	Vaso de Precipitados	Pyrex 1000 ml.	
1	Tubo de ensayo	Grande	
1	Matraz Erlenmeyer	Pyrex 500 ml	
1	Sensor de temperatura	Pt100, cualquier marca	
<b>f) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Multímetro	Digital	
1	Calefactor eléctrico	De resistencia	
1	Termómetro	0 a 100° C	
1	Termistor	NTC, cualquier marca	
1	Termómetro de Resistencia	-200 a 850 °C	

## 6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Aunque un calibrado riguroso exigiría medir la resistencia de nuestros sensores en los distintos puntos fijos de la escala de temperatura, en esta práctica adoptaremos un método más directo, suponiendo que nuestro termómetro de Hg es un patrón universal de temperatura.

El dispositivo experimental consiste, por tanto, en un termistor y un sensor Pt100, que se introducen en un tubo de ensayo junto al termómetro patrón de Hg.

El tubo de ensayo se llena de un líquido de capacidad calorífica pequeña y conductividad térmica relativamente alta (glicerina) para asegurar la homogeneidad de temperaturas del sistema termistor + sensor Pt100 + termómetro patrón.

El conjunto está dentro de un matraz con agua rodeado a su vez de un calefactor.

Para medir la resistencia eléctrica se usa un multímetro digital.

Primero se hace un ciclo de calentamiento para el termistor: se enciende el calefactor y a medida que va aumentando la temperatura se toman pares de valores {T, R}. Puede ser conveniente dejar pasar un tiempo desde que se enciende el calefactor hasta que se empiezan a tomar lecturas, para asegurarse que el calentamiento está en estado estacionario.

Una vez concluido el ciclo de calentamiento con el termistor, se sustituye el agua del matraz por agua fría, se espera a que descienda la temperatura del tubo de ensayo y se realiza un nuevo ciclo, tomando ahora pares de valores {T, R} para el conductor.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

### 7. Cuestionario.

- 1) Tabular y representar gráficamente los pares {Resistencia-Temperatura} para el semiconductor y el conductor, junto con los ajustes a las ecuaciones (2) y (4) respectivamente.
- 2) Determinar los valores de las constantes de calibrado, con su error, para el termistor, ajustando los puntos experimentales a la ecuación (2). A partir del valor de B, calcular la anchura de la banda de energías prohibidas (en eV) del semiconductor con el que está fabricado el termistor.
- 3) Ajustar los datos del conductor, con la temperatura en Kelvin, a una recta que pasa por el origen. A partir del ajuste, determinar el coeficiente de temperatura de la resistividad del Pt a 0°C y comparar con el valor tabulado.
- 4) Calcular y comparar la sensibilidad de los dos termómetros a 0°C (273K). Suponiendo que la precisión en la medida de resistencias es del 0.1%, cuál sería el mínimo incremento de temperatura detectable por cada uno de los termómetros. Determinar la temperatura a partir de la cual el mínimo incremento de temperatura detectable por el termistor empieza a ser mayor que 0.1K.
- 5) Discutir en términos físicos porqué la resistencia de un conductor aumenta con la temperatura, mientras que la de un semiconductor disminuye.

### 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).
- 7.- Fundamentos de Máquinas Térmicas, Prieto I. Alonso M. Luengo J. C. Oviedo: Universidad de Oviedo (2007).



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

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

**9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

PRÁCTICA 4. TURBINA DE VAPOR

No. DE PRÁCTICA:

4

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

5

**2. Introducción.**

La turbina de vapor es una máquina de fluido en la que la energía de éste pasa al eje de la máquina saliendo el fluido de ésta con menor cantidad de energía. La energía mecánica del eje procede en la parte de la energía mecánica que tenía la corriente y por otra de la energía térmica disponible transformada en parte en mecánica por expansión. Esta expansión es posible por la variación del volumen específico del fluido que



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

evoluciona en la máquina, ver Figura 2.

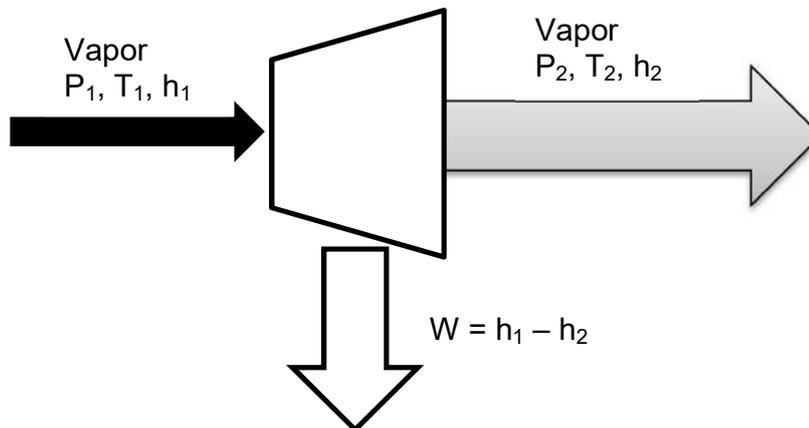


Figura 2. Representación de una turbina de vapor.

El trabajo disponible en la turbina es igual a la diferencia de entalpía entre el vapor de entrada a la turbina y el de salida. El hecho de la utilización del vapor como fluido de trabajo se debe a la elevada energía disponible por unidad de kg de fluido de trabajo. Esta relación en el caso del agua es tres veces mayor que en el caso del aire de forma para dos turbinas, una de vapor y otra de gas con la misma potencia de salida se tiene que el gasto másico de la turbina de vapor es tres veces menor que el de la turbina de gas.

Dada la gran diferencia que se debe obtener entre la presión de entrada y de salida de la turbina, es necesario producir esta expansión en distintas etapas, escalonamientos, con el fin de obtener un mejor rendimiento de la operación. Si sólo se realizase la expansión en una etapa las grandes deflexiones a que tendría que estar sometido el fluido provocarían pérdidas inaceptables. Las pérdidas en una turbina de  $n$  escalones no son iguales a la suma de las pérdidas de  $n$  turbinas sino que son menores, ya que los escalones de la turbina son capaces de recuperar parte de la energía degradada en el anterior escalón para generar energía mecánica.

Sin embargo a medida que aumenta el número de escalonamientos la máquina se encarece, por lo que hay que buscar un buen compromiso entre rendimiento y costes.

### 3. Objetivo General.

El estudiante aprenderá el funcionamiento de una turbina de vapor, mediante un experimento que demuestra el principio básico de su funcionamiento, para aplicarlo a problemas e incluso a diseño de máquinas térmicas.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

#### 4. Objetivos Específicos.

El alumno aprenderá a aplicar las leyes de la termodinámica para su aplicación en el diseño de turbinas a vapor, mediante el uso de las leyes termodinámicas.  
El estudiante conocerá el funcionamiento de la turbina de vapor, como generador de energía, para su aplicación en máquinas térmicas, a partir de una turbina de vapor experimental.

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

##### g) REACTIVOS/INSUMOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
2	Latas de aluminio	Vacías y limpias, pueden ser de alguna bebida	El alumno lo traerá
1	Agua	La necesaria	
1	Jeringa Desechable	10 ml	El alumno lo traerá
1	Alambre de cobre	1 cm de calibre 12	El alumno lo traerá

##### h) MATERIALES/UTENSILIOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Pinzas	De corte, cualquier marca	
1	Cinta	Parafilm 2 cm ancho	

##### i) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Mechero	Tipo Bunsen	
1	Soporte	Universal	
1	Pinza	De tres dedos para soporte	
1	Tripie	Con malla de asbesto	

#### 6. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Corta una de las latas simulando una turbina, como la figura 3.





**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

### **7. Cuestionario.**

- 1.- ¿Menciona las aplicaciones de una turbina de vapor?
- 2.- Investiga las partes que debe considerar una turbina de vapor.

### **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).
- 7.- Fundamentos de Máquinas Térmicas, Prieto I. Alonso M. Luengo J. C. Oviedo: Universidad de Oviedo (2007).



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

**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

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

PRÁCTICA 5. CICLO DIÉSEL IDEAL

NO. DE PRÁCTICA:

5

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

5

**2. Introducción.**

Un ciclo Diésel ideal es un modelo simplificado de lo que ocurre en un motor diésel. En un motor de esta clase, a diferencia de lo que ocurre en un motor de gasolina la combustión no se produce por la ignición de una chispa en el interior de la cámara. En su lugar, aprovechando las propiedades químicas del gasóleo, el aire es comprimido hasta



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

una temperatura superior a la de auto ignición del gasóleo y el combustible es inyectado a presión en este aire caliente, produciéndose la combustión de la mezcla.

Puesto que sólo se comprime aire, la relación de compresión (cociente entre el volumen en el punto más bajo y el más alto del pistón) puede ser mucho más alta que la de un motor de gasolina (que tiene un límite, por ser indeseable la auto ignición de la mezcla). La relación de compresión de un motor diésel puede oscilar entre 12 y 24, mientras que el de gasolina puede rondar un valor de 8.

Para modelar el comportamiento del motor diésel se considera un ciclo Diésel de seis pasos, dos de los cuales se anulan mutuamente:

**Admisión E→A**

El pistón baja con la válvula de admisión abierta, aumentando la cantidad de aire en la cámara. Esto se modela como una expansión a presión constante (ya que al estar la válvula abierta la presión es igual a la exterior). En el diagrama PV aparece como una recta horizontal.

**Compresión A→B**

El pistón sube comprimiendo el aire. Dada la velocidad del proceso se supone que el aire no tiene posibilidad de intercambiar calor con el ambiente, por lo que el proceso es adiabático. Se modela como la curva adiabática *reversible* A→B, aunque en realidad no lo es por la presencia de factores irreversibles como la fricción.

**Combustión B→C**

Un poco antes de que el pistón llegue a su punto más alto y continuando hasta un poco después de que empiece a bajar, el inyector introduce el combustible en la cámara. Al ser de mayor duración que la combustión en el ciclo Otto, este paso se modela como una adición de calor a presión constante. Éste es el único paso en el que el ciclo Diésel se diferencia del Otto.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

Expansión C→D

La alta temperatura del gas empuja al pistón hacia abajo, realizando trabajo sobre él. De nuevo, por ser un proceso muy rápido se aproxima por una curva adiabática reversible.

Escape D→A y A→E

Se abre la válvula de escape y el gas sale al exterior, empujado por el pistón a una temperatura mayor que la inicial, siendo sustituido por la misma cantidad de mezcla fría en la siguiente admisión. El sistema es realmente *abierto*, pues intercambia masa con el exterior. No obstante, dado que la cantidad de aire que sale y la que entra es la misma podemos, para el balance energético, suponer que es el mismo aire, que se ha enfriado. Este enfriamiento ocurre en dos fases. Cuando el pistón está en su punto más bajo, el volumen permanece aproximadamente constante y tenemos el proceso isocórico D→A. Cuando el pistón empuja el aire hacia el exterior, con la válvula abierta, empleamos la isobara A→E, cerrando el ciclo. El diagrama P-V se puede observar en la figura 1.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

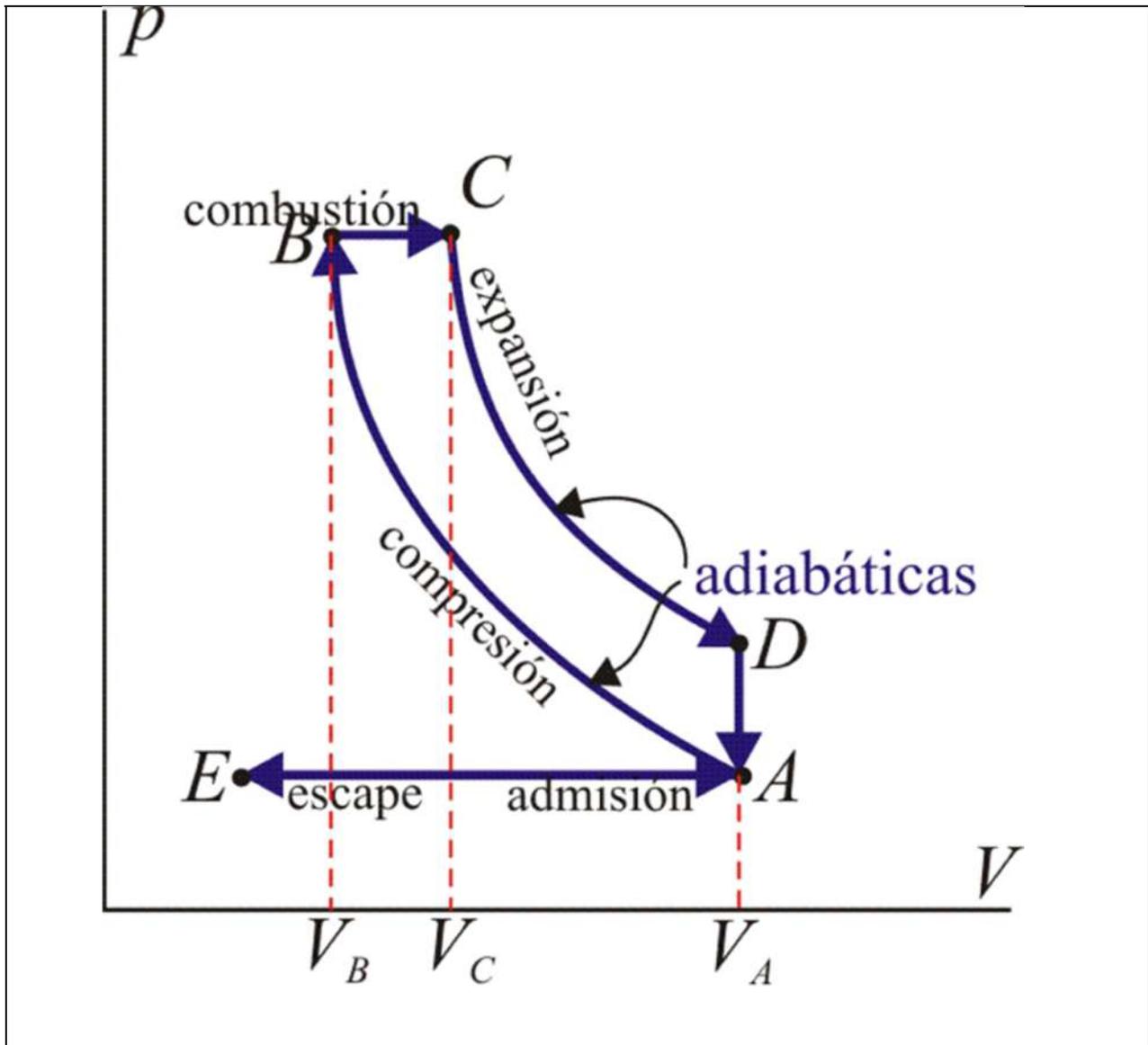


Figura 1. Diagrama p-v del ciclo Diésel.

Un ciclo diésel contiene dos procesos adiabáticos,  $A \rightarrow B$  y  $C \rightarrow D$ , en los que no se intercambia calor. De los otros dos, en el calentamiento a presión constante  $B \rightarrow C$ , el gas recibe una cantidad de calor  $|Q_c|$  del exterior igual a

$$|Q_c| = n c_p (T_C - T_B)$$

En el enfriamiento a volumen constante  $D \rightarrow A$  el sistema cede una cantidad de calor al



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

**3. Objetivo General.**

El estudiante conocerá el motor de combustión interna Diésel, mediante los diagramas de Presión-Volumen y Temperatura-Entropía, para su aplicación directa en la industria y en la resolución de casos.

**4. Objetivos Específicos.**

El estudiante aprenderá a obtener las propiedades termodinámicas del ciclo, para aplicar los valores en la resolución de problemas, mediante el uso de ecuaciones de gas ideal y del proceso adiabático.

El estudiante aplicará las Leyes Termodinámicas para la obtención de la potencia del motor, a partir de la integración del área bajo la curva del diagrama P-V.

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



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

a) REACTIVOS/INSUMOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
10	Litro de combustible	Diésel	El alumno lo traerá
b) MATERIALES/UTENSILIOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Flexómetro	De 5 m.	
1	Termómetro	De 110° C	
1	Barómetro	Digital, cualquier marca	
c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Motor Diésel	Perkins de 764 HP	

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

Obtener la temperatura del combustible a la entrada del motor.

Calcular la presión atmosférica, para obtener la presión inicial del ciclo.

Medir el volumen del pistón, para conocer el volumen inicial el ciclo

Encender el motor, por medio de los sensores del motor se podrán obtener los datos de las propiedades de cada estado y compararlo con los valores resultantes de los cálculos obtenidos teóricamente.

Calcular el rendimiento y la potencia del motor, deberá aproximarse al valor real del motor.

**7. Cuestionario.**

- 1.- Obtener las propiedades T, V y P en los cuatro estados del ciclo.
- 2.- Calcular la energía interna, entropía y trabajo del ciclo.
- 3.- Realiza los diagramas P-V y T-S, con los datos reales obtenidos.



**PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA: TERMODINÁMICA APLICADA**

- 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).
- 7.- Fundamentos de Máquinas Térmicas, Prieto I. Alonso M. Luengo J. C. Oviedo: Universidad de Oviedo (2007).

**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**