

74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

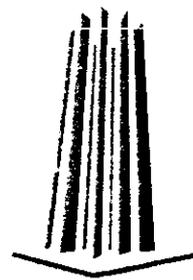
PROPUESTA DE UN MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

299088

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
AREA MECANICA
P R E S E N T A:
ADRIANA PÉREZ CHÁVEZ

ASESOR DE TESIS:
ING. ALEJANDRO RODRIGUEZ LORENZANA





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MI AGRADECIMIENTO A:

Mi amigo más grande y más sincero con quien siempre he contado y sé que siempre contaré. Gracias por tu eterna ayuda.

A Mis Padres:

A quienes debo todo lo que soy,
a los que agradezco, sus sacrificios y
esfuerzos,
a las primeras personas que siempre
tuvieron fe en mí,
a ellos que me ayudaron a levantarme
cuando me sentía
derrotada, a ellos a quienes sería
poco dedicarles
hojas y hojas de agradecimientos,
bendiciones y palabras bonitas.
En esta ocasión este gran
sentimiento lo resumiré en una
Palabra sencilla, pero sincera:
Gracias Mamá, Gracias Papá.

A MIS HERMANOS:

David, Carlos Amador, José Alfredo,
Norma Araceli, Eduardo, Alberto,
Teresa, Marú; quienes se han preocupado
por auxiliarme con su cariño y
comprensión en mi desarrollo profesional
y en todos los actos de mi vida.

Agradezco a:

A MIS SOBRINOS:

Mauricio, Yicell, David, Carlos A.,
Alexander, por todo su cariño.

A Héctor Octavio por estar siempre conmigo, apoyarme, quererme y por darme la fuerza para seguir adelante. A ti porque nunca me has dejado sola, porque me has ayudado y me has brindado tu apoyo incondicional. No encuentro palabras para agradecerte todo, todo lo que me has dado. Gracias

Mi agradecimiento a:

La UNAM

Por haberme permitido haber estudiado en esta honorable Institución.

Agradezco a:

Mi Asesor y amigo el Ing. Alejandro Rodríguez, por su apoyo y dedicación para la elaboración de esta tesis.

Ing. José Antonio Ávila, por el tiempo dedicado en la supervisión especial del desarrollo de este trabajo

Al Ing. Jorge Vazquez, por toda la ayuda y facilidades prestadas para la elaboración de la misma.

A Héctor Octavio, por su ayuda y colaboración.

Agradezco

Las observaciones y valiosos comentarios aportados por los Ingenieros: Mauricio Butanda, Jorge Luna, Cecilia Teresa Moreno B., así como la participación de los profesores e ingenieros: Arturo Ortiz F., Francisco Najera, Enrique Rodríguez S., Raúl Velasco Gumaro Acosta, Alejandro Jordan,

A mis profesores y amigos:

Rosendo Mendez Gallo, José Sánchez
Cisneros, Javier Sombrerero H.,
Manuel Martínez, Raul Barrón, por sus
conocimientos impartidos y su gran
amistad.

A mis Amigos y compañeros de
la carrera: Raúl Aguirre, José Jesús,
Arturo Aceves, Juan Antonio, Luis
Soriano y Efrén Solís, que siempre
me brindaron a su apoyo y amistad.

Mi agradecimiento a:

A Lauricin y Susy, por su amistad,
cariño y apoyo.

A la Dr. Leticia Gaona y Agustín Villa
por el apoyo que me han brindado en
mi desarrollo profesional.

A la Lic. Angélica Lovera por la
confianza que deposita en mí.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
<i>Objetivo General</i>	1
<i>Introducción</i>	2
<i>CAPITULO I Introducción Al Estudio De La Termodinámica</i>	
1.1. Objetivo De La Termodinámica	4
1.2. Enfoque Del Trabajo En El Laboratorio (El Experimento)	4
1.3. Características De Un Experimento	5
1.4. Diseño De Un Experimento	6
1.5. Análisis Experimental	8
1.5.1 Método Científico Experimental	8
<i>CAPITULO II Seguridad En El Laboratorio</i>	
2.1. Normas De Seguridad En El Laboratorio	11
2.2. Descripción física del laboratorio	14
2.2.1. Instalaciones	14
2.2.2. Señales	15
2.2.3. Etiquetado	16
2.2.4. Elementos Y Equipo de Seguridad	20
2.2.5. Almacén	26
2.2.6. El Factor Humano	26
2.3. Sugerencias En Caso De Accidentes En El Laboratorio	29

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
<i>CAPITULO III Introducción A Las Técnicas Del Análisis Grafico.</i>	
3.1 Variables	35
3.2 Funciones	35
3.3 Sistema Coordinado	36
3.4 Grafica	36
3.5 Pendiente De Una recta	37
3.6 Ajuste De Una Grafica Por Mínimos Cuadrados.	40
3.7 Interpretación Grafica De Un Proceso	42
<i>CAPITULO IV Practicas De Laboratorio</i>	
4.1 Conceptos Básicos: "Densidades"	44
4.2 Conceptos Fundamentales: " Presión"	65
4.3 Ley Cero	85
4.4 Calorimetría	98
4.5 Calor Especifico y Cambios de Fase	112
4.6 Conservación De La Masa Y La Energía (Primera Ley De La Termodinámica)	125
4.7 Propiedades Termodinámicas Del Vapor De Agua	142
4.8 Gases Ideales	159
4.9 Segunda Ley De La Termodinámica	178
4.10 Estructura De La Elaboración Del Reporte Para El Prototipo De Un Proyecto	195
<i>CONCLUSIONES</i>	199
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	200
<i>APÉNDICE I</i>	203

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

OBJETIVO GENERAL:

ADQUIRIR UNA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL
APOYADA EN LA COMPRENSIÓN Y LA APLICACIÓN DE
CONCEPTOS DE LA TERMODINÁMICA.

INTRODUCCIÓN

A partir de las necesidades propias de él laboratorio de termodinámica y después de una investigación se encontró una disparidad en cuanto a equipo y un atraso y desorganización en la elaboración de las practicas de él laboratorio de termodinámica. Debido a esto surge la inquietud de tener un manual de practicas que se apegará tanto a los planes de estudio vigentes como al equipo de trabajo con el que se cuenta, por lo que se elabora un manual de practicas, que sirva para unificar la enseñanza aprendizaje dentro de este laboratorio.

Él capitulo I nos introduce a la importancia y características metodológicas a seguir en el desarrollo y elaboración de un experimento.

En el capitulo II se describen las características físicas que deben constituir un laboratorio, señalando las normas de seguridad que se deben cubrir dentro del mismo apegándonos a Normas Internacionales.

El capitulo III, proporciona algunos métodos estadísticos como herramientas que posteriormente serán utilizados para dar solución con los datos obtenidos en las practicas que lo requieran.

El capitulo IV consta de 9 practicas y 1 proyecto procurando un lenguaje claro tanto en sus objetivos como en el desarrollo. Estas persiguen la finalidad de que el alumno encuentre una secuencia lógica, para lograrlo cada una de ellas se dividen en cuatro etapas:

Primer Etapa: Consiste en la contestación de un cuestionario previo.

Segunda Etapa: Establece algunos elementos teóricos necesarios para el desarrollo de la etapa experimental.

Tercera Etapa: Radica en la elaboración de los experimentos, observaciones y mediciones que en cada práctica se consideren pertinentes.

Cuarta Etapa: En esta etapa final se pretende:

- a) La reflexión acerca de las observaciones y mediciones de manera que, considerando los conocimientos de teoría, se puedan obtener las conclusiones adecuadas basadas en el análisis matemático.
- b) Un cuestionario relacionado con el tema, que nos ayudará a obtener un panorama general.
- c) Una serie de ejercicios para sustentar la parte teórico-experimental.

Sabemos la importancia que representa el manejo del equipo y la aplicación de los conocimientos adquiridos en teoría para un mejor desarrollo en el desempeño profesional.

Las actividades realizadas en el laboratorio pierden sentido si no se cuenta con los conocimientos previos, carecen de sentido y no pueden llegar a convertirse en experiencia.

CAPITULO I

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA TERMODINÁMICA.

1.1 OBJETIVO DE LA TERMODINÁMICA

Históricamente la termodinámica tenía por objeto proporcionar un mejor conocimiento de los dispositivos conocidos como máquinas térmicas, que absorben el calor desde una fuente de alta temperatura y produce trabajo útil.

Hoy en día la termodinámica ha tenido otras aplicaciones, por lo que no solo es importante en la ingeniería, si no también, en la física, química y ciencias biológicas, ya que permite predecir y comprobar, mediante la experimentación el comportamiento del mundo real, estableciendo una relación matemática y/o comparando un modelo con un sistema.

1.2 ENFOQUE DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO (EL EXPERIMENTO)

El *experimento* se considera como el complemento o comprobación de una teoría para descubrir a la naturaleza, mediante un proceso que nos ayuda a identificar una porción del mundo que nos rodea, obtener información e interpretarla; a este proceso se le conoce como *experimentación*.

Es importante que antes de comenzar un experimento identifiquemos la(s) variable(s) de entrada (las variables de entrada, son aquellas que podemos controlar), y la(s) variable(s) de salida (consideradas como aquellas variables que no podemos controlar o manipular directamente). Tomando esto en cuenta podríamos emitir un juicio confiable sobre el sistema investigado experimentalmente.

Un *sistema* será la porción limitada del universo a estudiar, por ejemplo, un motor de gasolina.

El sistema incluye el motor, el suministro de combustible, la estructura, la atmósfera circundante. Las entradas pueden ser el suministro de combustible, la relación de combustible-aire, la sincronía del encendido, etc., y las salidas el número de revoluciones por minuto, la cantidad de calor producido, la eficiencia, la composición de los gases del escape, etc.

Desde este punto de vista, los sistemas nos ayudarán a entender relativamente bien, y nos proporcionarán una excelente simulación de los problemas en el mundo real, de sistemas importantes y complicados.

A partir de esta concepción, en el laboratorio se crean *modelos*, que no es más que un concepto inventado, el cuál nos proporcionará un marco de referencia para el pensamiento y la comunicación, describiendo esquemáticamente los sistemas, una base para él calculo, una guía para el estudio futuro, y muchas otras ventajas.

A hora bien, los sistemas deben ser planteados en forma sencilla para que sean lo más comprensibles, y, la practica con ellos, nos preparará para continuar en nuestro trabajo real.

El desarrollo de nuestras habilidades experimentales, solo se logrará sí tomamos en serio la obtención de los mejores resultados posibles en cada experimento.

La redacción de los informes del laboratorio deberá poseer el mismo objetivo constructivista.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE UN EXPERIMENTO

Para cumplir con las características de experimentación, debemos considerar:

1. - Conocer los aspectos fundamentales y/o accidentales, es decir, aislar las variables que No puede controlar, por ejemplo, cuando Aristóteles estudió la caída de los cuerpos, no advirtió que la presencia del aire era una contingencia; pues las corrientes de aire afectan su tiempo de caída, el cuál también depende de la geometría de los cuerpos en cuestión.
2. - Definir los intervalos de variación de las variables involucradas; Ello nos ayudará a fundamentar o a descartar nuestra hipótesis.
3. - Determinar mediante los valores obtenidos, sí la hipótesis se cumple, ya sea para modificarla o crear una(s) nueva(s).
4. - Considerar todas las variables necesarias para una descripción completa del fenómeno.
5. - Elegir las variables a controlar y medir, es decir conocer aquellos valores que se quieren conocer y saber con que equipo e instrumentos se cuenta.

1.4 DISEÑO DE UN EXPERIMENTO

Algunos de los factores que caracterizan el diseño de un experimento son:

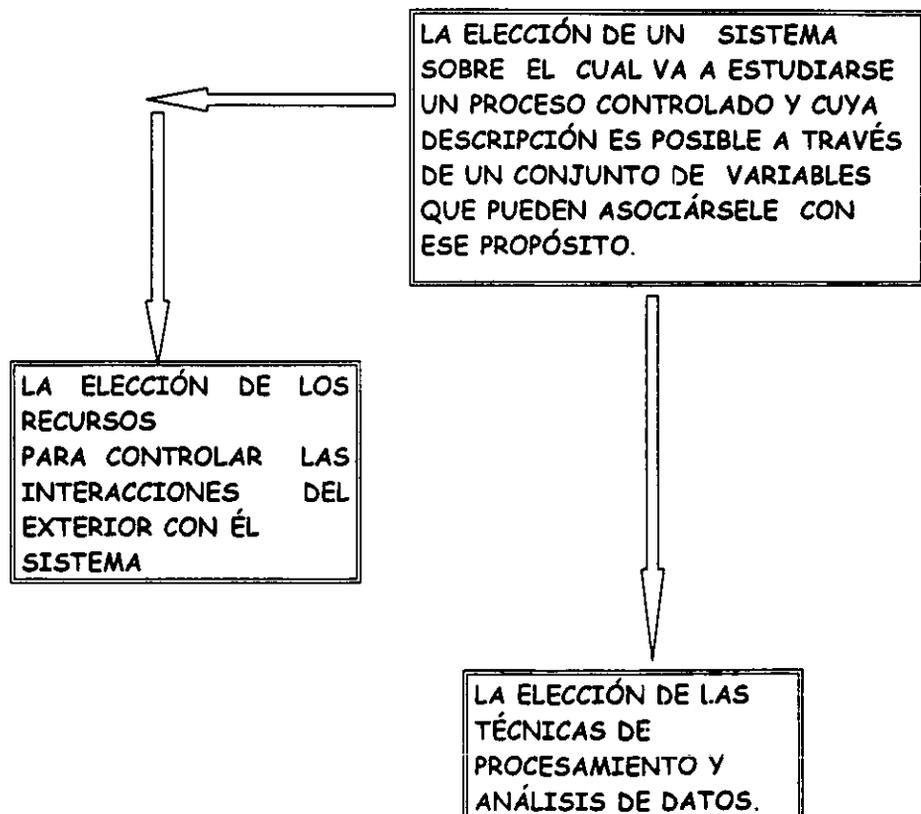
1. ***El planteamiento formal (matemático) de un modelo.***- Existen dos formas de efectuar este planteamiento.
 - a) El planteamiento de investigación pura o de búsqueda.- Considerado como aquellos en donde su resultado va delante de cualquier hipótesis que haya sido hecha previamente sobre el proceso, por ejemplo el descubrimiento de Max Planck que a partir de fundamentar un modelo teórico pudo descubrir el comportamiento del cuerpo negro.

b) Donde la teoría esta muy avanzada antes de efectuar el experimento; por ejemplo, Cavendish, quien comprobó la veracidad de la expresión de la fuerza de atracción gravitacional establecida teóricamente por Newton.

2. Los experimentos controlados y no controlados. - Realmente dentro de la ingeniería el tipo de experimento a realizar debe ser controlado, aunque sea en forma mínima. Los segundos se dan para ciencias no exactas, como son la sociología, la psicología, economía, etc.

El diseño de un experimento, dependerá de que tan complicada sea la planeación de este.

En forma general, la realización de un experimento se muestra en el siguiente diagrama:



Debemos recordare que los sencillos experimentos de los laboratorios de instrucción son solamente simulaciones, en una forma simplificada, de situaciones mucho más complejas y decisivas que nos encontraremos mas tardes en los sistemas reales; por lo que debemos adquirir lo más pronto posible el hábito de la planeación y comprensión meticulosa y concienzuda de nuestros experimentos.

1.5 ANÁLISIS EXPERIMENTAL

Para comprender la naturaleza del pensamiento científico, es útil considerar los fundamentos teóricos, y simular que sé esta creando un nuevo campo de investigación científico desde el principio.

En todo experimento debe planearse una hipótesis sobre los resultados que se pretenden obtener, a partir del establecimiento de las variables de entrada y salida, teniendo cuidado de no entrar en planteamientos innecesarios, porque podría perderse el objetivo que lo llevo al desarrollo experimental.

Para que el análisis experimental sea útil desde el punto de vista científico, el modelo debe ser efectivamente verificable mediante la observación, que nos conducirá a la "*explicación*" de los fenómenos físicos,

1.5.1 MÉTODO CIENTÍFICO EXPERIMENTAL.

El método científico experimental es utilizado para estudiar hechos naturales y probar la validez de sus postulados, que se pueden llevar a cabo mediante el siguiente procedimiento:

1. Conocer el fenómeno a estudiar
2. Observar el fenómeno.

3. Plantear el problema para definir claramente lo que se va a investigar y para qué.
4. Formulación de hipótesis a partir de los puntos anteriores, definir o formular
5. que es a lo que queremos llegar.
6. Investigación bibliográfica en libros y revistas acerca del fenómeno que vamos a estudiar.
7. Experimentación; que se llevará a cabo mediante la modificación controlada de las distintas variables involucradas en el fenómeno a estudiar,
8. Registro e interpretación de datos.
9. Comprobación de la hipótesis; enunciado de una teoría que explica él porque del fenómeno, pero con ciertas limitaciones que no permiten hacer una generalización para todos los casos similares a nuestro fenómeno.

No existe un proceso único de investigación científica, un método científico "exclusivo". Las ideas y las observaciones tienden a entremezclarse de un modo u otro en su avance, pero esto no quiere decir que se pierda el aspecto fundamental de la experimentación científica, que consistirá en comparar las propiedades correspondientes del mundo real.

Debemos considerar que al realizar un experimento, este nos ayudará a determinar si el modelo propuesto es lo más próximo a la representación de un sistema; por lo que "jamás" puede considerarse como cierto o falso, correcto o incorrecto.

CAPITULO II

CAPITULO II. SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Cuando se trabaja en un laboratorio existe el peligro potencial de un ACCIDENTE, en virtud de las sustancias y elementos que se utilizan, y la posibilidad de cometer algún error al realizar un experimento.

SUSTANCIA PELIGROSA + ERROR HUMANO = ACCIDENTE

Por eso, cuando se trabaja en el laboratorio, deben tenerse presente una serie de reglas o consejos que disminuyen y en algunos casos logran evitar los accidentes.

2.1 NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Algunas normas de seguridad que debemos tener en el laboratorio son:

1. SOLO TRABAJAR EN EL LABORATORIO

Si hay un profesor que pueda asesorar.

2. EL LUGAR DE TRABAJO DEBE ESTAR EN ORDEN

Mantener el área de trabajo libre de materiales que no sean necesarios.

3. INDICACIONES

seguir todas las indicaciones que se han sido dadas
Usar los aparatos únicamente como se indique en el manual o indique él profesor. Si se quiere aplicar otro procedimiento, el profesor tendrá que aprobarlo primero.

4. ESTUDIAR CADA PRACTICA ANTES DE CLASE

Preparar la actividad o experimento leyéndola de antemano.
Hacer las preguntas necesarias acerca de lo que no este o resulte claro. Anotar las precauciones que se deban tomar.
Esta manera de proceder no sólo ahorrará tiempo, sino que evitará errores y accidentes innecesarios.

5. SEGURIDAD DE SUS COMPAÑEROS

Considerar la seguridad de sus compañeros. El laboratorio es un lugar para trabajar con seriedad.

6. COMUNICAR LOS ACCIDENTES

Al profesor o ayudante de laboratorio.

7. VERTIDO DE SUSTANCIAS

Proceda siempre con precaución cuando transfiera sustancias de sus recipientes. Si algo se derramara notifique al profesor o ayudante de laboratorio, de manera que puedan aplicarse los procedimientos de limpieza adecuados.

Para verter alguna sustancia que se encuentre caliente, se debe tomar el material utilizado las pinzas, un lienzo o franela.

8. OLOR DE LAS SUSTANCIAS GASEOSAS

investigue el olor de las sustancias gaseosas moviendo lentamente la mano y aspirando con precaución

9. LÍQUIDOS VOLÁTILES

Cuando se está trabajando con líquidos volátiles inflamables, hay que tener cuidado que no haya llamas cerca.

Conocer la ubicación de los extinguidores y su uso.

10. RECIPIENTES CON GRANDES VOLÚMENES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Cualquier recipiente donde se encuentren grandes volúmenes de sustancias químicas peligrosas como ácidos y álcalis, deben ser manipulados por el profesor o ayudante de laboratorio.

11. SUSTANCIAS CORROSIVAS

manipule las sustancias corrosivas con máximo cuidado.

12. **TRABAJO CON VIDRIO**
Cuando esté acodando vidrio permita que se enfríe antes de cualquier manipulación posterior.
Usar gafas de seguridad.
13. **TAPONES Y NEXOS DE GOMA EN MATERIAL QUEBRADIZO**
Nunca fuerce dentro o fuera los tapones y nexos de goma, de los tubos de vidrio, termómetros o cualquier otro material que se pueda quebrar. La glicerina o el detergente facilitan la tarea de quitar dichos tapones o nexos.
14. **NUNCA COMER, BEBER O FUMAR**
Nunca comer (o apoyar comida sobre la mesa), beber, fumar, en el laboratorio.
15. **VENTILACIÓN**
Conviene trabajar siempre en un lugar bien ventilado.
16. **ACCESO AL LABORATORIO**
La puerta de acceso al laboratorio debe abrir hacia afuera.
17. **EVITAR**
El uso de ropa voluminosa o suelta, artículos de joyería que cuelguen, así como atar el cabello si se usa largo, enrollar las mangas si son holgadas.
18. **NUNCA CALENTAR sistemas cerrados**
19. **ARMADO DE EQUIPOS**
Usar soportes que se apoyen bien en la mesa. Vigilar continuamente los aparatos con centro de gravedad alto.
20. **PRIMEROS AUXILIOS**
Informar inmediatamente al profesor en caso de cualquier lesión o accidente, así como avisar si se sospecha que algo no funcionan correctamente o esta averiado.

Contar con un adecuado equipo para primeros auxilios, conocer los pasos a seguir en cada caso luego de un accidente, y llamar luego a un especialista.

21. CUANDO SE HAYA TERMINADO EL TRABAJO, Revisar que las conexiones de agua y gas queden cerradas, así como limpiar el área de trabajo.

2.2 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL LABORATORIO

El laboratorio debe ser un sitio con un ambiente agradable, con ventilación e iluminación adecuadas, bajo el nivel de ruido y con todas aquellas condiciones que permitan realizar las actividades con una mayor eficacia en comparación con aquellos factores que propician riesgos que causan desequilibrio en la salud, como los cambios bruscos de temperatura; la contaminación del aire, el agua, el suelo. Debe contener señales que permitan identificar algunos de los peligros que se puedan producir en este, los dispositivos de seguridad deben estar en perfectas condiciones y el almacén debe tener ciertas características que permitan el buen funcionamiento del mismo.

2.2.1 INSTALACIONES

Los laboratorios requieren de iluminación, ventilación, campanas extractoras de gases, masas de trabajo, etc., todas en buenas condiciones y en cantidades suficientes para que presenten excelente servicio.

En forma general, se describirán algunas de las características de las instalaciones de los laboratorios para su buen funcionamiento.

- Iluminación.- Se requiere tanto de iluminación artificial como natural, para poder disminuir la probabilidad de accidentes o de adquirir enfermedades en los órganos visuales. Para lograr

una iluminación natural adecuada, se requiere de ventanas en una razón de 1/3 con respecto a la superficie del piso. Para la iluminación artificial se necesitan de domos de plástico u otro medio natural de iluminación.

- Ventilación.- También debe existir tanto ventilación natural como artificial, la primera se logra con la instalación adecuada de puertas, ventanas y ventilas, por ventilación adecuada se entiende, colocar las ventanas de 1/3 en relación con el área del piso.

Mientras que en la segunda, es necesario colocar campanas extractoras o un sistema de ventilación por dilución de aire o inducción.

Es recomendable que la ventilación sea indirecta para evitar trastornos en las vías respiratorias, además de que permite un buen funcionamiento de algunos equipos de laboratorio.

- La regadera.- Deben existir varias regaderas y deben colocarse en sitios accesibles porque se utilizan cuando una persona a sufrido quemaduras con sustancias químicas y éstas cubren una zona bastante amplia del cuerpo.

2.2.2 SEÑALES

Otra de las medidas de seguridad que ayuda a disminuir los riesgos en el laboratorio es la instalación de señales que por lo general son basados en colores, símbolos o letreros alusivos y así identifican fácilmente las instalaciones eléctricas, hidráulicas, la red de fluidos el lugar de los dispositivos de seguridad y la peligrosidad de algunos reactivos que se encuentren en el laboratorio.

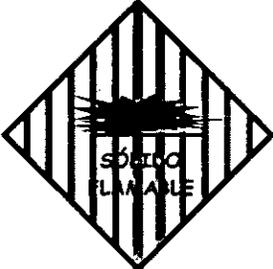
CÓDIGO INTERNACIONAL DE COLORES

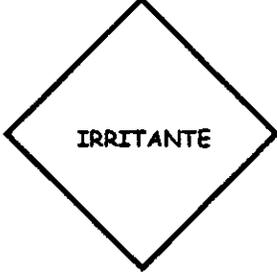
CARACTERISTICA	TIPO	COLOR
a) De servicio	<input type="checkbox"/> Instalación eléctrica <input type="checkbox"/> Instalación hidráulica <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Paredes	Azul marino Verde claro
b) De construcción		Blanco, gris mate Azul - azul claro, verde-café claro
C) Fluidos	<input type="checkbox"/> Aceites <input type="checkbox"/> Aire comprimido <input type="checkbox"/> Gases <input type="checkbox"/> Vapor de agua	Sepia Azul claro Amarillo claro Blanco o base de aluminio.
D) Equipos	<input type="checkbox"/> Contra Incendios <input type="checkbox"/> Seguridad Y Primeros Auxilios.	Rojo Verde
E) De Seguridad	<input type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Prevención <input type="checkbox"/> Ausencia De Peligro	Rojo Amarillo, Naranja. Verde

2.2.3 ETIQUETADO.

Cada etiqueta consta de tres elementos que son : a) color, b) simbolismo y c) palabras.

COLOR DE ETIQUETA	NATURALEZA
<input type="checkbox"/> Rojo	Inflamable
<input type="checkbox"/> Amarillo	Agente oxidante
<input type="checkbox"/> Blanco	Veneno
<input type="checkbox"/> Blanco y amarillo	radioactividad
<input type="checkbox"/> Anaranjado	Explosivo
<input type="checkbox"/> Verde	Gas no flamable
<input type="checkbox"/> Negro y blanco	Corrosivo
<input type="checkbox"/> Azul	Reactividad

COLOR DE ETIQUETA	NATURALEZA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
ROJAS	INFLAMABLE	<ul style="list-style-type: none"> - LÍQUIDOS INFLAMABLES.- La presión de vapor del líquido es lo suficientemente alta para alcanzar su razón estequiométrica con el aire y puede llegar a arder si es que hay una fuente de ignición. - GAS INFLAMABLE.- Cuando el gas logra formar mezclas con el aire. - SÓLIDOS INFLAMABLE.- Tienen diversas características como son: los que arden vigorosamente por fricción, los de combustión espontánea, los que son reactivos con el agua y los que retienen calor desde su manufactura o proceso. - COMBUSTIBLES ESPONTÁNEOS.- Son aquellos que arden espontáneamente con el aire. 	   

COLOR DE ETIQUETA	NATURALEZA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
AMARILLA	AGENTES OXIDANTES	Son las que reacción fácilmente con el oxígeno y estimulación la combustión de la materia orgánica.	
BLANCA	VENENO	<ul style="list-style-type: none"> - CLASE A (sustancias muy tóxicas). - Pertenecen a materiales gaseosos o líquidos, con punto de ebullición bajo y que pone en peligro la vida en pequeñas cantidades. - CLASE B (tóxicos). - Son líquidos, que si se llegan a mezclar con gases comprimidos pasan a la clase A. - CLASE C (poco tóxicos). -Se consideran sustancias irritantes, cuando sus vapores llegan a estar en contacto con el aire o fuego. 	  
BLANCA Y AMARILLA	RADIATIVAS	Materiales que emiten en forma espontánea radiaciones ionizantes. Existen varios grados de radiactividad, para identificarlo se utiliza barras verticales en las etiquetas conforme aumenta el nivel de	

COLOR DE ETIQUETA	NATURALEZA	DESCRIPCION	SIMBOLO
ANARANJADA	EXPLOSIIVOS	<p>radiación. Son aquellos que instantáneamente liberan gases y calor, estos se clasifican de acuerdo a su peligrosidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CLASE A.- Producen detonaciones y originan rápidamente fuego. - CLASE B.- Al momento de explotar se incendiará rápidamente pero sin detonación. - - CLASE C (poco tóxicos), - Incluyen materiales como los fusible, la pólvora, etc. 	
VERDES	GAS NO INFLAMABLE	<p>El nitrógeno, aire, helio, dióxido de carbono, presentan peligro al manejarlos en forma comprimida y que si inesperadamente llegarán a quedar libres, provocará rápidamente su dispersión, desplazando el aire del medio y actuando como asfixiante</p>	

COLOR DE ETIQUETA	NATURALEZA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
NEGRO Y BLANCO	CORROSI VAS	Es un sólido o un líquido que causa visible destrucción o alteraciones irreversibles en la piel humana en el lugar de contacto con ella	
AZULES	REACTIVI DAD	Se usan para sólidos inflamables que al humedecerse se vuelven violentamente reactivas.	

2.2.4 ELEMENTOS Y EQUIPO DE SEGURIDAD

El laboratorio debe contar con elementos de seguridad como extinguidores, equipo de prevención personal, información sobre prevención de accidentes y primeros auxilios y un botiquín completo. Deben identificarse y colocarse en sitios de fácil acceso que se pueden con los colores básicos de seguridad.

Rojo

Amarillo - anaranjado

Verde

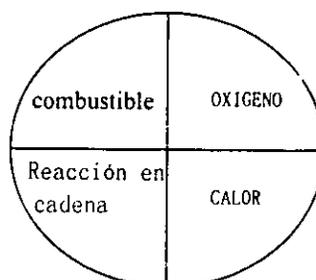
Peligro

Prevención.

Ausencia de peligro.

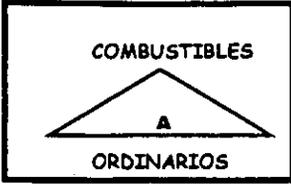
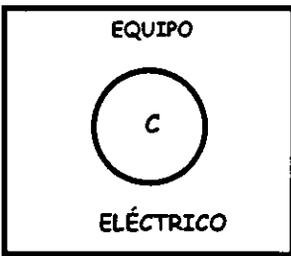
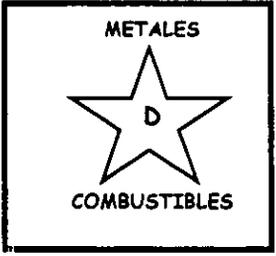
INCENDIOS

Teoría sobre el principio básico de un incendio:



CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

Los fuegos se clasifican con base en las características del compuesto o sustancia combustible y se dividen en cuatro categorías:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CLASE A	Originado por materiales combustibles como papel, madera, plástico, hule, etc.	
CLASE B	Se origina por líquidos inflamables, gases, grasas, pinturas, solventes, aceites comestibles, etc.	
CLASE C	Son provocados por descargas eléctricas.	
CLASE D	Causados por metales combustibles, como sodio, magnesio y potasio.	

Si eliminamos del sistema uno o más elementos de los que se requiere para que se produzca un incendio, el fuego se extingue, algunas maneras de lograrlo son:

1. Eliminar el material combustible con ayuda humana o equipo mecánico auxiliar.
2. Enfriar sustancias por debajo de la temperatura de combustión con agua, excepto en cortos circuitos si no se ha cortado la corriente eléctrica.
3. Eliminar el aire y por tanto el oxígeno del material combustible.
4. Sofocar el incendio con extinguidores.

USO DE LOS EXTINGUIDORES.

EXTIN- GUIDOR	UTILIZACION	CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN	RECOMENDACIONES
AGUA	Se utiliza para fuegos de clase A	<ul style="list-style-type: none"> - Como el agua una elevada capacidad calorífica provoca el enfriamiento del material combustible por debajo de su temperatura de ignición. - Diluye el contenido de oxígeno de la atmósfera. 	Se debe evitar su uso en fuegos de clase B, porque lo avivan y en los de clase C por las sales que tienen disueltas, las cuales son buenas conductoras de la electricidad.

EXTIN- GUIDOR	UTILIZACION	CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN	RECOMENDACIONES
<p>GASES INERTE S O DE CO₂</p>	<p>Para fuegos clase B y C</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es limpio, no deja residuos. - Puede usarse con equipo eléctrico, porque no conduce la corriente eléctrica. - Son recargables. - El gas enfría la zona en donde se rocía. <p>Excluye y diluye la concentración del oxígeno del material que arde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No es recomendable usarlos en materiales que arden fácilmente, como los combustibles clase A - La poca eficiencia que tiene para extinguir, por lo que se refiere usarlo en concentraciones extinguir, por lo que se refiere usarlo en concentraciones elevadas. - En grandes cantidades es asfixiante. Su uso es restringido en áreas poco ventiladas.
<p>COMPU- ESTOS DE ALOGE- NADOS</p>	<p>En incendios de clase B y C</p>	<p>Los vapores que producen estos compuestos son más pesados que el aire, por lo que lo desplazan fácilmente del medio.</p> <p>Los compuestos son inestables térmicamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liberan gases sumamente tóxicos, por lo que su uso debe controlarse.

EXTIN- GUIDOR	UTILIZACION	CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN	RECOMENDACIONES
POLVOS QUIMICOS SECOS		Extinguen eficazmente el fuego, pero no bajan la temperatura del medio.	- Se debe usar agua para enfriar el sistema por debajo de la temperatura.
ACIDO- BASE	En materiales combustibles como madera, papel, hule, etc. O fuegos clase A.	El Bióxido de carbono formado de la reacción ejerce una presión lo suficientemente alta para obligar a salir el agua que sé a formado, la cual prácticamente es el agente extinguidor.	-Esté debe invertirse a fin de permitir que la reacción se inicie
DE ESPUMA	Combate incendios causados por sustancias altamente inflamables, como gasolina, aceites, es decir fuegos clase B	Es similar a los de Acido - Base	- Se debe evitar su uso en incendios causados por corto circuito, ya que las soluciones usadas para extinguir conducen la corriente eléctrica.

EQUIPO DE PREVENCIÓN DEL PERSONAL EN EL LABORATORIO

Este equipo debe existir en el laboratorio en las cantidades suficientes de tal manera que el personal pueda utilizarlo según las necesidades de trabajo.

- Gafas de seguridad, caretas, mascarillas, lentes, etc.
- Guantes de diferentes tipo para las necesidades de trabajo
- Mantas para usarlas cuando la ropa de una persona se incendia o cuando se necesita abrigar a un incendiado.
- Camillas.

BOTIQUÍN EN EL LABORATORIO

El personal de laboratorio debe preocuparse por tener a la mano la información acerca de los aspectos de seguridad que en ese momento dado les permita reducir los riesgos potenciales o enfrentarse a situaciones desagradables causadas por accidentes.

Otro de los aspectos que debe considerarse y que está en función de las necesidades del laboratorio es tener un botiquín en una zona pintada de color verde con el material para prestar los primeros auxilios, por ejemplo, antídotos, estimulantes, analgésicos, emolientes, eméticos, antisépticos y materiales de curación.

A continuación se explica en forma breve la acción de cada uno de ellos:

- **Antisépticos.**- Sustancia que evita la infección: agua oxigenada, timerosal, alcohol etílico.
- **Eméticos.**- Sustancia que provoca vómito: sal en agua, mostazas.
- **Emoliente.**- Sustancia que alivia el dolor de los tejidos inflamados: leche, clara de huevo, aceites comestibles, vaselina, etc.
- **Antídoto.**- Sustancia que retarda o elimina la acción venenosa: bicarbonato de sodio, vinagre, hidróxido de aluminio o magnesio.
- **Analgésico.**- Sustancia que elimina el dolor: aspirinas.

- **Material de curación.**- Ayuda a curar heridas, quemaduras: vendas, gasas, tijeras.

2.2.5 ALMACEN

Algunos de los requisitos con los que debe contar un almacén son:

- Rociadores contra incendios.
- Lista de teléfonos de emergencia como son: bomberos, ambulancias, médicos, etc.
- Contar con dispositivos de seguridad como: extinguidores para fuego de clase B y C, alarmas y detectores de fuego, gas, etc.
- Letreros de prevención que se consideren necesarios para señalar las áreas peligrosas.

2.2.6 EL FACTOR HUMANO

Aunque el laboratorio cumpla con todos los requisitos de seguridad mencionados, el personal es el factor más importante para evitar que los accidentes ocurran o las enfermedades de trabajo se presenten; ya que se dice que el grado de control de accidentes es inversamente proporcional al grado de conciencia que tenga el personal desde directivos, técnicos, estudiantes, personal de mantenimiento, médico, fuerza de seguridad y visitantes.

RIESGOS EN LABORATORIOS

Los riesgos que se pueden presentar al trabajar en un laboratorio y lo importante de ellos es que el personal conozca las causas que lo originan, para poder prevenirlos en un momento dado se en listan a continuación:

RIESGOS O ACCIDENTES	CAUSAS
Envenenamientos o intoxicaciones	- Ingestión - inhalación - Absorción a través de la piel
Quemaduras	- Sustancias químicas - Contacto con materiales calientes - Fuego directo
Heridas	- Material roto - Objetos punzo cortantes.
Incendios	- Diversas
Descargas eléctricas	- Diversas

REALIZACIÓN DE TRABAJOS EN CONDICIONES DE SEGURIDAD

Algunas de las reglas para realizar trabajo en mejores condiciones de seguridad:

- El trabajo de laboratorio debe tomarse en serio
- Usar gafas, lentes o caretas, para proteger cara y ojos.
- Caminar, no correr, en el laboratorio para evitar accidentes.
- Para trabajar, recogerse pelo en caso de ser largo
- No fumar
- No probar los reactivos
- No practicar juegos porque pueden provocar accidentes.
- Evitar realizar trabajos diferentes que no sean los del laboratorio
- Nunca trabajar solo en el laboratorio, porque en caso de accidente no hay quien ayude.
- Conocer donde están las salidas de emergencia
- Conocer en donde se encuentra y como se usa el equipo de seguridad como extinguidores y botiquín

- Realizar el experimento hasta que se este seguro del plan por seguir.
- Tener en un lugar visible los números de teléfonos de emergencias.
- Revisar periódicamente el extinguidor y el material de botiquín.
- Revisar que exista información acerca de qué hacer en caso de accidente..

INSPECCIÓN

Se debe establecer un sistema de inspección periódica al laboratorio y al almacén con el fin de disminuir los accidentes. Esta inspección debe estar basada en una actitud de cooperación de todo el personal.

Las instalaciones, el equipo de laboratorio y los dispositivos de seguridad, del laboratorio y almacén requieren de continua revisión, por lo que se sugiere, que la inspección debe efectuarse:

- Por lo menos una vez al mes y llevar un registro de ella.
- De manera detallada, observando todas las clases de anomalías, las cuales deben notificarse al personal responsable.
- A las instalaciones y al equipo, para que puedan proporcionar un buen servicio.
- A los dispositivos de seguridad, ya que pueden necesitarse en el momento menos esperado.

2.3 SUGERENCIA EN CASO DE ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

Actualmente, la mayoría de los centros laborales tienden a capacitar al trabajador en la prevención de accidentes y cómo enfrentarse a ellos. LOS LABORATORIOS NO DEBEN SER LA EXCEPCIÓN. Esta capacitación también debe crear conciencia de que la persona que trabaja en un laboratorio, en un momento dado, es el responsable de la vida o la salud de alguien que ha sufrido un accidente y qué además tendrá que prestar primeros auxilios hasta que llegue el médico.

En el laboratorio existen peligros potenciales, de aquí, la importancia de capacitar al personal en aspectos de seguridad que incluya, conocimientos del tipo de accidentes por su sintomatología, ya que en algunos casos se desconoce la naturaleza exacta de los productos que lo provocaran, y la preparación necesaria para poder prestar primeros auxilios. Con estos y otros conocimientos, el laboratorista pueden ayudar en un momento dado, pueden ayudar a salvar la vida o la salud de las personas accidentadas, puesto que son las personas que tienen que tomar decisiones como son: dar la alarma, trasladar a la víctima a un lugar mas seguro, prestarle primeros auxilios, hacerle sentir confianza hasta que el médico llegue.

En la siguiente tabla se dan algunas recomendaciones en forma general de lo que se pudiera hacer en caso de un accidente:

SITUACIÓN	SINTOMATOLOGÍA	RECOMENDACIONES
Envenenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Irritación y quemadura en labios, boca, lengua y garganta. - Náuseas, vómito y diarrea sanguinolenta. - Dolores abdominales - Estado de choque; se caracteriza por pulso débil y rápido. - Sudor frío. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar el vómito - Trasladar a la víctima a un lugar ventilado. - Suministrar cualquiera de las siguientes sustancias: Leche y agua Lechada de cal o magnesio. Gel comercial de aluminio, calcio o magnesio. - Suministrar oxígeno a baja presión.
Quemadura de 1er. Grado	<ul style="list-style-type: none"> - Enrojecimiento o decoloración de la piel. - Prurito - Piel reseca - Grietas con ligera irritación - Deshidratación leve. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar con abundante agua corriente la parte afectada, para diluir la acción de la sustancia. - Si la quemadura abarca una zona amplia del cuerpo, se recomienda colocar a la persona bajo el chorro de la regadera. - Desvestir rápidamente; si es necesario se debe utilizar tijeras.
Quemaduras de 2do. Grado.	<ul style="list-style-type: none"> - Piel roja o metada, dolorida. - Piel ampulada o ulcerada. - Deshidratación moderada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe evitarse el uso de regadera cuando la persona esta en llamas. - Espolvorea con bicarbonato de sodio la zona afectada o enjuagarla con solución de NaHCO₃ AL 5%.
Quemaduras de 3er. Grado.	<ul style="list-style-type: none"> - Piel blanca o carbonizada - Dolores agudos. - Destrucción de los tejidos profundos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si no se dispone del antídoto mencionado, repetir la operación de lavado hasta que el caso lo amerite.

SITUACIÓN	SINTOMATOLOGÍA	RECOMENDACIONES
	<p>Estado de choque, que se manifiesta por pulso débil e irregular, sudores fríos y tendencia al síncope.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deshidratación severa. - Muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Secar la región afectada con un paño suave y limpio. - Si la quemadura presenta enrojecimiento, ampulas o lesiones, aplicar una gasa seca esterilizada. - Llevar a la persona al médico. - Si el accidentado se encuentra en estado de choque, dar tratamiento para ello. <p>Si la quemadura es de primer grado, en la cual solamente se presenta ligero enrojecimiento, resequead o grietas en la piel, se recomienda aplicar: unguento de oxido de magnesio (Glicerina y oxido de magnesio) en partes iguales, lanolina u otro emoliente. Enseguida, protege con vendas limpias y secas.</p> <p>Si la quemadura es de 2do, grado, en la cuál la piel se enrojece o se presentan dolores y ampulas se debe recurrir al médico, para que la trate como quemadura térmica; sin embargo, se solicita a un especialista, se puede ayudar a la persona de esta manera: a) colocando compresas frías en la región afectada para disminuir los dolores o rompiendo las ampulas para eliminar su contenido, perforándolas con una aguja estéril.</p>

SITUACIÓN	SINTOMATOLOGÍA	RECOMENDACIONES
<p>Accidentes en los ojos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Irritación intensa. - Lagrimeo. - Enrojecimiento en los ojos (conjuntivitis). - Quemaduras en párpados y ojos. - Ulceración de los tejidos. - Ojo amarillo (solo con ácido nítrico) - Pacificación de la cornea. - Pérdida de la vista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si la quemadura es de tercer grado se debe recurrir al inmediatamente al médico y evitar que la persona se deshidrate, para lo cual es conveniente suministrar suero fisiológico cada 15 min. - Retira a la persona del sitio contaminado. - Retira el exceso de vapor líquido o polvo. - Lava los ojos con agua corriente durante 15 min. - Repetir la operación de lavado cuantas veces sea necesario hasta que el PH del ojo vuelva a su normalidad. Para ello utilice un papel PH. - Mientras dura el lavado, la persona debe mover continuamente el ojo en todas las direcciones. - Si el dolor persiste después de haber lavado los ojos, deben aplicarse dos gotas de colirio anestésico. - No aplica ni ungüentos ni aceites en los ojos. - Llama al médico. - La adicción de gotas de parafina líquida o de aceite de ricino ayuda a disminuir el dolor del ojo. - Esteriliza con alcohol. - Cubre con un paño seco.

SITUACIÓN	SINTOMATOLOGÍA	RECOMENDACIONES
Heridas.	<ul style="list-style-type: none"> - Rasguños leves - Piel desgarrada. - Sangrado leve - Poco dolor - Heridas con sangrado fácil de controlar (mediante presión directa). - Dolores notorios. - Heridas con sangrado difíciles de controlar por presión directa. - Tejidos destrozados, dolores intensos. 	<p>Si la herida es más o menos grave, sé</p> <ul style="list-style-type: none"> controlará la hemorragia aplicando presión directa sobre los puntos adecuados - Elevar la parte del cuerpo donde se encuentra la herida. - Controlada la hemorragia, vendar firmemente sin apretar. - Busca ayuda médica. - Aplicar tratamiento de choque en caso de ser necesario. - Si no se puede controlar la hemorragia, aplicar un torniquete en el miembro afectado.
Accidentes por descargas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> - Sensación de cosquilleo en todo el cuerpo. - Vibraciones o sacudidas graduales en todo el cuerpo, dependiendo de la intensidad de las descargas. - Cansancio. - Abatimiento - Desmayó - Quemaduras de 1ero, 2do y/o 3er. Grado. - Heridas internas - Fracturas - Muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconecta el interruptor general antes de atender al accidentado. - Utilizar un palo o cable seco para retirar a la persona del cable de la corriente. - La persona que presta ayuda debe estar sobre una superficie seca. - No tocar a la persona mientras este en contacto con la corriente eléctrica. - Pide auxilio médico. - Comprobar si la víctima respira y tiene pulso.} - Comprueba si el accidentado tiene heridas, quemaduras o fracturas. - Si el accidentado se puede mover, dar tratamiento de choque.

CAPITULO III

CAPITULO III. INTRODUCCION A LAS TECNICAS DEL ANALISIS GRAFICO

Una de las formas más fáciles de visualizar las características esenciales de un fenómeno, estudiado experimentalmente, consiste en representar en gráficas los resultados numéricos correspondientes a las mediciones efectuadas, porque además de su análisis se puede obtener información adicional por extrapolación, interpolación, cálculos de pendientes, etc.

No olvidemos que el propósito de los experimentos consiste en hacer mediciones que permitan establecer la relación matemática que satisfacen las variables propias del fenómeno en investigación.

3.1 VARIABLES.

Una variable es una cantidad a la cuál puede asignársele durante un proceso un número ilimitado de valores. Cuando una cantidad tiene un valor fijo durante un proceso, se llama constante.

Existen dos tipos de constantes:

- a) las absolutas.- Tienen el mismo valor en todo el proceso, por ejemplo: π , e , 3.
- b) Las arbitrarias tienen valor diferente en cada proceso en particular.

3.2. FUNCIONES

Si dos variables "x" y "y" están relacionadas de tal forma que a cada valor de "x" le corresponde uno de "y", se dice que "y" esta en función de "x". A la variable "x", en la función $y=f(x)$, se le llama independiente porque toma el valor que se le asigna

arbitrariamente; la otra variable se llama dependiente porque toma los valores que satisfacen la relación particular.

3.3 SISTEMA COORDENADO

Es un diagrama bidimensional que debemos limitar, en caso de ser posible, a dos variables, ya que de preferencia NO debemos graficar tres variables como coordenadas en una hoja de papel cuadrículado bidimensional (los diagramas tridimensionales se pueden generar por computadora).

3.4 GRAFICA

Una gráfica sirve como ilustración del comportamiento de un sistema físico y no ayudará a evaluar el experimento y calcular el resultado, teniendo como fin apreciar las observaciones de forma que sus características se presenten tan claramente como sea posible.

Es una pérdida de tiempo graficar observaciones que tienen una precisión de 0.2% en una hoja de papel de 12 x 18 cm, ya que se perderá información valiosa, por lo que se recomienda que la gráfica llene el área disponible del papel eligiendo la escala apropiada.

Si se tienen que dibujar varias gráficas en una misma hoja de papel, hay que asegurarse de que estas se distingan perfectamente, ya sea usando los símbolos o colores diferentes, o por algún otro medio.

El análisis gráfico de un experimento es muy valioso, ya que nos permite obtener respuesta libre de errores sistemáticos asociados con intercepto inesperados.

Las gráficas son líneas rectas ó curvas constituidas por puntos (x,y) que satisfacen a una ecuación de tipo $y=f(x)$. Esto significa que la línea es el lugar geométrico de los puntos que cumplen con la relación establecida entre las variables.

También es posible trazar una gráfica sin conocer las funciones que representa. Esto sucede cuando en lugar de dicha función se tiene la tabulación.

Al hecho de prolongar una pequeña cantidad una línea recta o curva (por cualquiera de sus extremos se le llama extrapolación)

EXTRAPOLACIÓN

La extrapolación es una técnica que permite obtener coordenadas, en forma aproximada, propias de la gráfica, que no se tenían inicialmente. En cuanto a la magnitud de dicha prolongación, al decirse que sea pequeña significa que no se ira más allá de una distancia que comprometa la regularidad o simetría de la curva.

INTERPOLACIÓN

La interpolación consiste en obtener una de las coordenadas, por ejemplo x, fijando la otra, es decir, y, a través de la correspondencia que establece entre ambas la gráfica correspondiente.

$$Y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} x + \frac{x_1 y_0 - x_0 y_1}{x_1 - x_0}$$

3.5 PENDIENTE DE UNA RECTA

La pendiente (m) se define matemáticamente como el grado de inclinación de una línea recta, que pasa por los puntos P(x₁, y₁), y Q(x₂, y₂), expresado como:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Las ecuaciones con gráficas en forma de línea recta se pueden representar de diversas maneras, pero siempre hay que intentar definir los aspectos que lo componen:

Variable vertical = Pendiente x Variable Horizontal + constante

a) CASO SENCILLO

Por ejemplo considérese un experimento para determinar el coeficiente de viscosidad mediante el análisis del flujo de un líquido por un tubo. La ecuación adecuada (ecuación de Poiseuille), es:

$$Q = \frac{P\pi a^4}{8\eta l}$$

Donde:

Q = rapidez del flujo

P = diferencia de presiones a través del tubo

a = radio del tubo

l = longitud del tubo

η = coeficiente de viscosidad..

En este caso, una opción posible sería graficar Q vs. $(\frac{\pi a^4}{8l})P$, una grafica cuya pendiente sería igual a $\frac{1}{\eta}$, pero presentaría la dificultad de elaboración de demasiados cálculos, lo conveniente sería utilizar a la pendiente como: $\frac{\pi a^4}{8\eta l}$ y graficar Q vs. P

b) USO DE VARIABLES COMPUESTAS

En muchos casos puede convenirnos o ser necesario usar variables compuestas ya que proporciona una forma eficaz de trazar gráficas. Por ejemplo si queremos medir el calor específico de un fluido por calorimetría de flujo continuo, podemos permitir que fluya a una cierta rapidez de flujo másico m , por un tubo calentado eléctricamente en el cual la rapidez de generación de calor por unidad de tiempo es Q . La ecuación de balance de calor resultante (despreciando pérdidas, etc.) será:

$$Q = mCe\Delta T$$

en donde Ce es el calor específico del fluido que queremos medir, y ΔT es la diferencia de temperaturas entre los extremos de entrada y salida del tubo. Sin duda tanto el Q como m son controlables por separado y podemos realizar nuestro experimento estudiando las variaciones de ΔT con m , manteniendo Q fijo a varios niveles o podemos estudiar la variación de ΔT con Q , manteniendo m fijo a varios niveles. Podríamos entonces graficar ya sea ΔT vs $1/m$, en cuyo caso las variaciones pendientes tendrían valores de Q/c , o ΔT vs Q , lo que darían diferentes pendientes como mCe . Si embargo, existe otras posibilidades: si tratamos el producto $m\Delta T$ como una variable y lo graficamos contra Q , obtendremos una gráfica que resume toda nuestra información sobre el sistema al incorporar ambas variables de entrada simultáneamente, ya sea que hayamos controlado los valores de m o no. En este caso, nuestra pendiente simplemente tendría el valor Ce , y tendríamos una forma sencilla de probar el modelo y obtener nuestra incógnita en un solo paso.

c) GRAFICAS LOGARÍTMICAS.

A menudo es deseable, y a veces absolutamente necesario, graficar las variables en forma logarítmica. Por ejemplo, muchos procesos físicos implican funciones exponenciales de la siguiente forma:

$$y = ae^{bx}$$

Donde "y" y "x" son variables medidas y a y b son constantes cuyos valores se van a obtener a partir del experimento. La ecuación se puede expresar en forma lineal tomando logaritmo de base e en ambos lados:

$$\log_e y = \log_e a + bx$$

De este modo, si graficamos $\log_e y$ en el eje vertical y "x" en el horizontal (lo que se le conoce como "grafica semi-logarítmica"), nuestro modelo daría una línea recta. La pendiente nos dará el valor de b, y la ordenada al origen el valor de $\log_e a$. Ahora bien si tomáramos el logaritmo en base 10 en lugar de base e, solo afectaría la ordenada al origen, y eso puede ser conveniente si sólo estamos interesados en la pendiente.

3.6 AJUSTE DE UNA GRAFICA POR MÍNIMOS CUADRADOS

Este procedimiento se basa en el principio estadístico de los mínimos cuadrados.

Este método, nos ayudara a elegir para trazar entre una serie de puntos en el plano la "mejor" línea recta.

Supongamos que tenemos un conjunto de N valores de una variable y medimos como función de la variable x. Debemos restringirnos al caso especial de que toda la incertidumbre se limita a la dimensión "y": esto es, los valores de "x" se conocen

exactamente, o al menos, con una precisión tanto mayor que la de los valores de "y", como para poder despreciar la incertidumbre en la dimensión "x". Si no se puede satisfacer esta condición, el método de mínimos cuadrados no sería válido.

Expresado el método de mínimos cuadrados en forma matemática. Definimos que la mejor línea recta es aquella que llevada a su valor mínimo la suma:

$$\Sigma(P_i Q_i)^2$$

y deseamos obtener los parámetros, pendiente m y ordenada al origen b, de esta mejor línea:

$$y = mx + b$$

la magnitud de la desviación $P_i Q_i$ es el intervalo entre un cierto valor medido y_i y el valor de "y" en ese punto, para el valor de "x". Este valor "y" se puede calcular a partir del valor correspondiente de x como $mx_i + b$.

El criterio de mínimos cuadrados nos permite obtener los valores deseados de m y b, a partir de la condición:

$$\Sigma[y_i - (mx_i + b)]^2 = \text{mínimo}$$

Y escribimos:

$$\Sigma[y_i - (mx_i + b)]^2 = M$$

Un breve ejercicio algebraico nos permite entonces obtener los valores de la pendiente y la ordenada al origen de la mejor línea, que son:

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

Una ventaja muy importante del método de mínimos cuadrados es que nos proporciona valores estadísticamente significativos de las incertidumbres en la pendiente y la ordenada al origen, que se derivan objetivamente de la dispersión real en los mismos puntos, sin prejuicio de cualquier afirmación optimista que queramos hacer sobre las incertidumbres de los valores medios.

3.7 INTERPRETACIÓN GRAFICA DE UN PROCESO.

Una vez que todas nuestras observaciones estén representadas en la gráfica, podemos hacer una comparación entre las propiedades de un proceso y las propiedades de los resultados obtenidos. Debemos considerar que nuestros resultados dependieron de muchas circunstancias, por lo que posiblemente las graficas del proceso real y del proceso estudiado no sea iguales, pero sí similares. Sin embargo utilizando algunos métodos de análisis estadístico podemos darnos cuenta del grado de error cometido al efectuar las mediciones, realizando un análisis comparativo de lo ocurrido en el experimento, y hacer las observaciones pertinentes.

En caso de que las graficas del proceso real y del proceso estudiado no sean ni similares, tendremos que revisar los instrumentos, el procedimiento que se siguió o simplemente podría tratarse de un error de interpretación de las variables, una equivocación al aplicar la (s) ecuación (es) o una equivocación al hacer las observaciones, calcular los resultados, trazar la gráfica. De ser posible, hay que regresar al principio y revisar todo. Si no es posible verificar los aspectos instrumentales del experimento, hay que cerciorarse de que no se haya cometido errores en todos los procesos analíticos y aritméticos. Si todos los intentos por descubrir el error fallan, hay especificar el resultado del experimento con toda honradez y objetividad.

CAPITULO IV: PRACTICAS DE LABORATORIO

ALCANCES DEL CAPITULO IV:

- OPTIMIZAR EL APRENDIZAJE SIGUIENDO METODOLOGÍAS ADECUADAS.
- ANALIZAR Y CRITICAR CONSTRUCTIVAMENTE, LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL TERMINO DE CADA PRACTICA.

PRACTICA No. 1

CONCEPTOS BÁSICOS: " DENSIDADES"

El arte más importante del maestro es provocar la alegría en la acción creadora y el conocimiento.

ALBERT EISNTEN

PRACTICA No. 1

CONCEPTOS BÁSICOS:
"DENSIDADES"

QUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Que es densidad
2. Porqué se utiliza como parámetro la densidad del agua.
3. Que relación existe entre el peso y la densidad.
4. Qué es el hidrómetro de Boyle.
5. Donde se emplea el densímetro
6. Indique 6 aplicaciones del densímetro.

PRACTICA No. 1

CONCEPTOS BÁSICOS:
"DENSIDADES"

OBJETIVO:

El Alumno:

Comprenderá los conceptos adquiridos de masa, peso, volumen, densidad absoluta y densidad relativa.

ACTIVIDADES:

- 1) Determinar la densidad de dos metales de forma regular y diferente material, a partir de la obtención de su volumen, midiendo los lados de los cuerpos geoméricamente regulares.
- 2) Determinar la densidad de los metales, y de un cuerpo geoméricamente irregular (piedra de tezontle o concreto), aplicando el Principio de Arquímedes a los cuerpos antes mencionados.
- 3) Determinar la densidad de tres líquidos, mediante la obtención de la densidad relativa:
 - Utilizando el Hidrómetro de Boyle.
 - Graficando la altura del agua (H_a) contra la altura del líquido (H_L) a medir y ajustar la recta obtenida por el Método de Mínimos Cuadrados
- 4) Determinar la densidad de los líquidos utilizados en la actividad 3, mediante el empleo del densímetro.
- 5) Comprobar la densidad, mediante la observación de la mezcla de diferentes líquidos utilizados en la actividad 3.

MATERIAL Y/O EQUIPO:

- ▶ 1 Balanza granataría
- ▶ 1 Flexómetro de 2 m.
- ▶ 1 Probeta graduada de 500 ml
- ▶ 1 Hidrómetro de Boyle
- ▶ 2 Vasos de precipitados de 250 ml
- ▶ 2 Cubos metálicos de diferentes materiales.
- ▶ 1 Trozo de piedra de tezontle o concreto
- ▶ 1 Densímetro.
- ▶ 1 Termómetro de bulbo

SUSTANCIAS:

- ▶ 100 ml de alcohol
- ▶ 100 ml de agua.
- ▶ 100 ml de aceite
- ▶ 100 ml de salmuera

ASPECTOS TEÓRICOS:

Masa. - Es la cantidad de materia de que contiene un cuerpo. En términos más específicos, la masa es una medida de la inercia, que un cuerpo manifiesta en respuesta de cualquier esfuerzo que se hace para ponerlo en movimiento, detenerlo, o cambiar de alguna otra forma su estado de movimiento. Sus unidades son: Kg, g, lb.

Volumen. - Es considerado como la medida del espacio en tres dimensiones, ocupado por un cuerpo. Sus unidades son: m^3 , cm^3 , ft^3 .

Volumen Especifico (V_{esp}). - Es el volumen de una sustancia entre su masa:

$$v_{esp} = \frac{V}{m}$$

Densidad absoluta (ρ_{abs}). - Es el cociente de la masa por la unidad de volumen.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

es decir él recíproco del volumen específico:

$$\rho = \frac{1}{V_{esp}}$$

La densidad absoluta del agua a 4°C es de: $1\text{g/cm}^3 = 1000\text{ Kg/m}^3$.

Densidad Relativa (ρ_{rel}). - Es la relación o cociente entre la densidad del cuerpo (ρ_{abs}) y el correspondiente a otra sustancia que se tomará como patrón. En los sólidos y líquidos la ρ_{rel} se suele referir al agua, mientras que en los gases, normalmente, se refiere al aire.

$$\rho_{rel} = \frac{\rho_{abs}}{\rho_{H_2O}}$$

Principio de Arquímedes. - Un objeto totalmente sumergido desplaza siempre un volumen del líquido igual a su propio peso.

Areómetros Y Densímetro. - Se les da este nombre a diferentes aparatos que basados en el Principio de Arquímedes, se utilizan para medir las densidades de sólidos y líquidos.

Densímetros. Cuando los *areómetros* tienen una escala vertical graduada en la cuál se lee directamente la densidad de los líquidos en que se introducen, reciben el nombre de **densímetros** y cuando se utilizan para medir determinadas densidades,

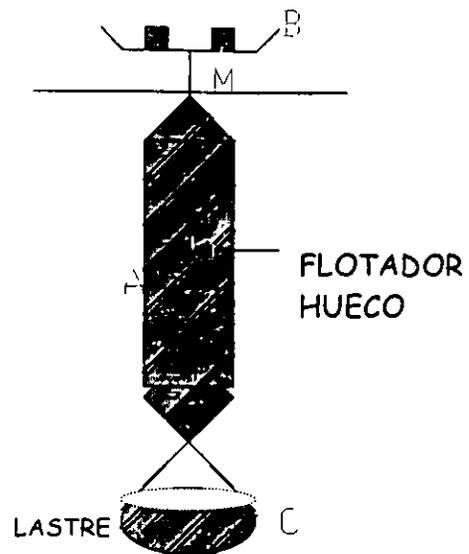
reciben nombres especiales, tales como *pesaácidos*, *pesasales*, *pesaleches*, etc.

Existen dos clases de areómetros

A) Areómetros de inmersión constante

1) Areómetro de Nicholson. -

Es uno de los más utilizados, consiste en un flotador de tubo metálico hueco A que lleva suspendido en su parte inferior una canastilla provista de una tapadera perforada y en la superior lleva un platillo B en el extremo del vástago que tiene un índice M.

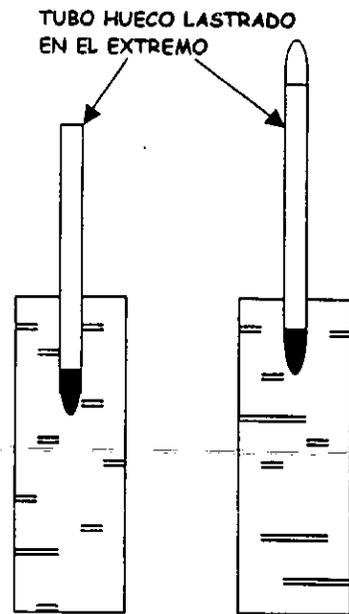


El cono inferior del tubo hueco va lastrado con plomo con el objeto de bajar el centro de gravedad de la parte sumergida; de esta manera se mantiene vertical el areómetro.

B) Areómetros de Inmersión variable:

Los areómetros de inmersión variable son de dos tipos: areómetros de flotación o inmersión variable y areómetros de Paquet

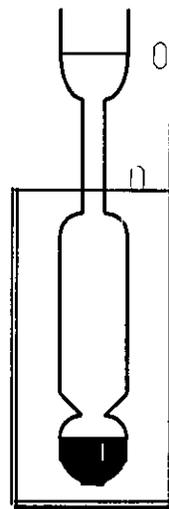
1) *Areómetros de flotación.* -Son utilizados principalmente para medir pesos específicos de líquidos, colocando el areómetro en un líquido de densidad conocida y después en uno de densidad desconocida; de los valores de los volúmenes sumergidos se deduce el valor del peso específico desconocido aplicando el Principio de Arquímedes.



LIQUIDO DE POCA DENSIDAD

LIQUIDO MUY DENSO

2) *Areómetro de Paquet.* -Tiene en la parte superior una cápsula con divisiones que representan centímetros cúbicos y décimas de centímetros cúbicos. El vástago está graduado en décimas de gramo.



Existen también otros aparatos que nos ayudan a determinar las densidades, por ejemplo:

-Balanza De Mohr-Westphal.- Esta consiste en una balanza de brazos desiguales que lleva en el brazo mayor un lastre o flotador y pesas distintas para contrarrestar el empuje ascendente sobre el flotador. Esta se basa en inmersión constante. Este tipo de balanza son muy utilizados en la practica, ya que no se requiere de ningún cálculo en virtud de la forma en que se procede a los detalles de manipulación.

-Picnómetro O Frasco.- Consiste en un frasco de 50cm³ aproximadamente, y tiene un tapón con un tubo y un ensanchamiento. El tubo lleva una señal hasta la cual debe llegar el líquido. Otra forma de picnómetro es un frasco que tiene un tapón con una perforación capilar destinada a fijar con toda precisión el volumen del líquido contenido en él. Este nos ayuda a determinar la densidad de un líquido o de un sólido.

DESARROLLO:

ACTIVIDAD I: DENSIDAD DE LOS METALES GEOMÉTRICAMENTE REGULARES.

- 1) Calibrar la balanza.
- 2) Medir la masa de los metales, y anotar su valor en la tabla 1.1A
- 3) Medir uno de los lados del cuerpo regular. Anotar su valor en la tabla 1.1A
- 4) Determinar el volumen de los cubos de metal mediante la siguiente expresión. Anotar su valor en la Tabla 1.2B

$$V_m = (l_1)(l_2)(l_3)$$

Donde:

V_m = Volumen del metal (m^3 , cm^3 , ft^3).

l_1 , l_2 y l_3 = Longitud del metal. (m, cm, ft)

5. - Calcular la densidad del metal, utilizando:

$$\rho_m = \frac{M_m}{V_m}$$

Donde:

ρ_m = Densidad del metal [$Kg. /m^3$, gr/cm^3 , lb/ft^3]

M_m = masa del metal (Kg, gr, lb.)

V_m = volumen del metal (m^3 , cm^3 , ft^3)

**ACTIVIDAD II: OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD
APLICANDO EL PRINCIPIO DE
ARQUÍMEDES.**

1. Determinar la masa de la piedra y de los metales con la balanza. Anotar la lectura en la tabla 1.2A
2. Suministrar 125 ml de agua en una probeta graduada de 1000 ml
3. Suministrar 400 ml de agua en la probeta graduada de 1000 ml
4. Introducir uno de los cubos de metal en la probeta de 250. ml para determinar su volumen desplazado. Anotar su valor en la tabla 1.2A
5. Con las pinzas sacar el cubo de metal.

6. Introducir el otro cubo de metal en la probeta de 1000 ml.
Anotar su valor en la tabla 1.2A
7. Con las pinzas sacar el cubo.
8. Introducir en la misma probeta el trozo de piedra y determinar su volumen desplazado. Anotar su valor en la tabla 1.2A
9. Determinar la densidad de los materiales, utilizando la siguiente ecuación. Anotar sus valores en la tabla 1.1B

$$\rho_{abs} = \frac{m}{v}$$

Donde:

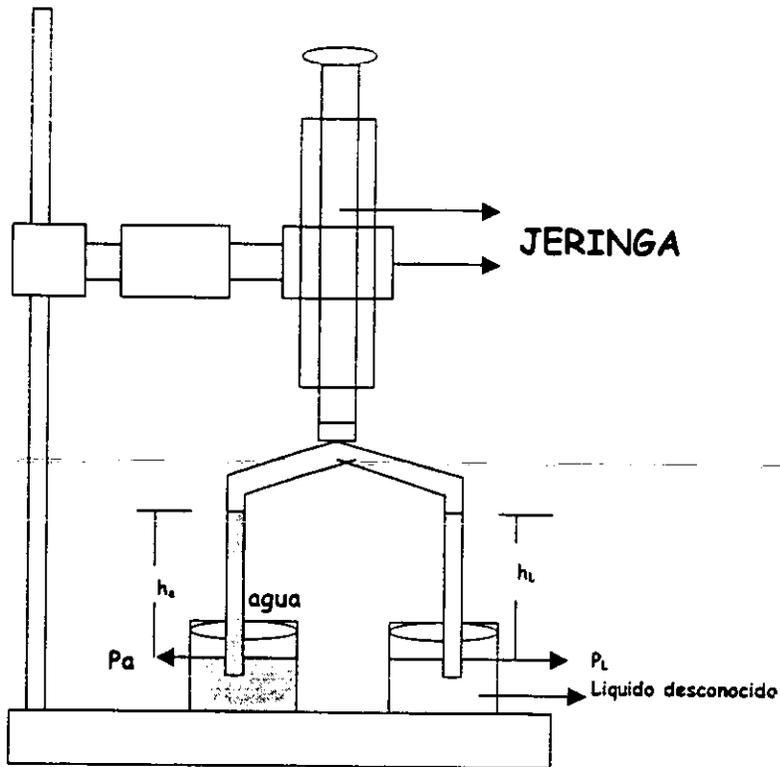
ρ_{abs} = Densidad absoluta [kg/m³, gr/cm³, lb/ft³]

m = masa [kg, gr, lb]

v = volumen [m³, cm³, /ft³]

ACTIVIDAD III: EL HIDRÓMETRO DE BOYLE

1. En el Hidrómetro de Boyle se colocan dos vasos de precipitados con un volumen de 150 ml de agua y alcohol respectivamente.
2. Seleccionar cinco lecturas que estén dentro del rango de la jeringa, observando que la lectura del líquido en los tubos no sobrepase la altura de los mismos (efectuar cinco lecturas con el flexómetro); como se muestra en la figura. Anotar las lecturas en la tabla 1.3A



3. Efectuar el procedimiento del paso anterior con la salmuera y el aceite. Anotar su valor en la tabla 1.3A.

Como la jeringa va a succionar con la misma fuerza a los dos líquidos y el área es la misma. Por lo tanto: $P_a = P_L$, ya que $P = \frac{F}{A}$

Aplicando la ecuación de la presión hidrostática:

$$P = \rho gh$$

Donde:

P = Presión [N/m^2 , D/cm^2 , lb-ft/in^2]

ρ = Densidad [kg/m^3 , gr/cm^3 , lb/in^3]

g = Gravedad Local [m/s^2]

h = Altura [m, cm, ft]

Analizando P_a , se tiene:

$$P_a = \rho_a g h_a$$

Ahora P_L :

$$P_L = \rho_L g h_L$$

Y sí $P_a = P_L$, tenemos:

$$\rho_a g h_a = \rho_L g h_L$$

Eliminando g en ambas ecuaciones:

$$\rho_a h_a = \rho_L h_L$$

Pasando las alturas al miembro derecho:

$$\frac{h_a}{h_L} = \frac{\rho_L}{\rho_a}$$

Pero la densidad relativa es:

$$\rho_{rel} = \frac{\rho_L}{\rho_a}$$

Y como se considera, que cuando dos líquidos son homogéneos, las densidades son proporcionales a las presiones, entonces:

$$\frac{\rho_L}{\rho_a} = \frac{h_a}{h_L}$$

por lo que:

$$\rho_L = \left(\frac{h_a}{h_L} \right) \rho_a$$

Donde:

ρ_{rel} = Densidad relativa del líquido [adimensional]

h_a = Altura de la columna [m, cm, ft]

h_L = Altura de la columna del líquido [m, cm, ft]

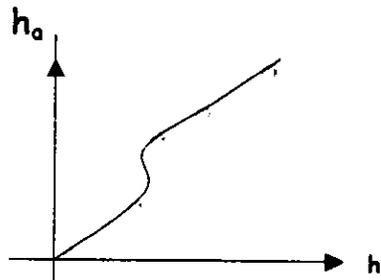
P_a = Presión del agua [N/m^2 , D/cm^2 , $lb-ft/in^2$]

P_L = presión del líquido [N/m^2 , D/cm^2 , $lb-ft/in^2$]

ρ_a = densidad del agua [Kg/m^3 , gr/cm^3 , lb/ft^3]

ρ_L = densidad del líquido [Kg/m^3 , gr/cm^3 , lb/ft^3]

Para obtener un valor estándar de la densidad del líquido se graficará en una hoja milimétrica (h_a-h_L).



Para obtener un solo valor, se linealizará mediante el método de mínimos cuadrados.

La ecuación de la línea recta en su forma ordinaria es:

$$y = mx + b$$

Donde:

"m" representa la pendiente de la línea recta

"b" la ordenada al origen.

Ahora la ecuación para determinar la pendiente de una línea dados dos puntos, se expresa:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Donde:

$y_2 - y_1$, representan la altura del agua, es decir h_a
 $x_2 - x_1$, representan la altura del líquido, es decir h_L

Por tanto:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{h_a}{h_L}$$

Sí

$$\frac{\rho_L}{\rho_a} = \frac{h_a}{h_L} = \rho_{rel}$$

Lo cuál indicaría que el valor de la pendiente es igual a la densidad relativa de un líquido desconocido.

Para determinar "a" y "b", aplicamos la formula de mínimos cuadrados y de esta forma ajustar la recta.

(Anotar los valores de los cálculos en la tabla 1.3B).

$$a = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

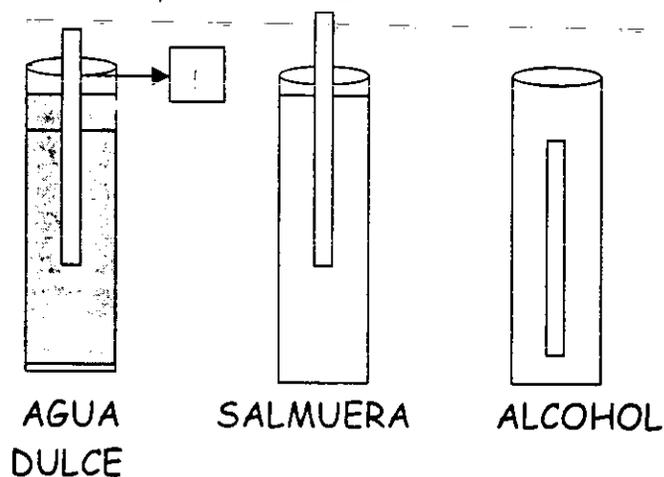
Como ya se dijo, con el valor de la pendiente se obtiene la densidad relativa para cada líquido. Anotar su resultado en la tabla 1.3B

Calcular los valores de la densidad relativa, determinar la densidad absoluta de cada líquido. Anotar el resultado en la tabla 1.3B.

NOTA: ES NECESARIO ANEXAR LA MEMORIA DE CÁLCULOS AL REPORTE.

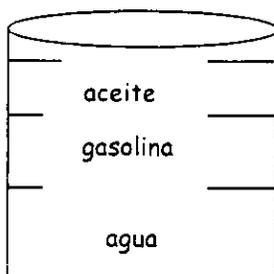
ACTIVIDAD IV: EL DENSÍMETRO

El instructor demostrará con diferentes líquidos en tres probetas graduadas con: agua, salmuera y alcohol; y el densímetro que sustancias son más ligeras o más pesadas que el agua dulce; si es más denso el areómetro (densímetro) flotará, y si es menos denso, se hundirá.



ACTIVIDAD V: MEZCLA DE LÍQUIDOS

El profesor mezclará en una probeta graduada de 100 ml de diferentes sustancias, y el alumno observará como se van formando las diferentes capas; donde la más densa tenderá hacia la parte inferior de la probeta y la menos densa hacia la parte superior.



TABLAS DE LECTURAS
TABLA 1.1A

MATERIAL	MASA (gr)	LADO (cm)
Metal ₁		
Metal ₂		

TABLA 1.2A

MATERIAL	MASA (gr)	VOLUMEN DESPLAZADO (ml)
Metal ₁		
Metal ₂		
Piedra		

TABLAS 1.3A

LECTURAS (cm)	1	2	3	4	5
h_a (altura del agua)					
h_L (altura del alcohol)					

LECTURAS (cm)	1	2	3	4	5
h_a (altura del agua)					
h_L (altura de la salmuera)					

LECTURAS (cm)	1	2	3	4	5
h_a (altura del agua)					
h_L (altura del aceite)					

TABLAS 1.3B

No. DE LECTURA S	ALTURA DEL AGUA (ha) cm.	ALTURA DEL ALCOHOL (h _L) cm	
1			
2			
3			
4			
5			
	$\Sigma Y =$	$\Sigma X =$	$\Sigma XY =$
		$\Sigma X^2 =$	$(\Sigma X)^2 =$

No. DE LECTURA S	ALTURA DEL AGUA (ha) cm.	ALTURA DEL SALMUERA (h _L) cm	
1			
2			
3			
4			
5			
	$\Sigma Y =$	$\Sigma X =$	$\Sigma XY =$
		$\Sigma X^2 =$	$(\Sigma X)^2 =$

No. DE LECTURAS	ALTURA DEL AGUA (h _a) cm.	ALTURA DEL ACEITE (h _L) cm	
1			
2			
3			
4			
5			
	$\Sigma Y =$	$\Sigma X =$	$\Sigma XY =$
		$\Sigma X^2 =$	$(\Sigma X)^2 =$

TABLA 1.3B

DENSIDADES PARCIALES				
SUSTANCIA	DENSIDAD RELATIVA (ADIMENSIONAL)	DENSIDAD ABSOLUTA		
		Kg/m ³	gr/cm ³	lb/in ³
AGUA				
ALCOHOL				
SALMUERA				
ACEITE				

CUESTIONARIO

- 1) Explicar en términos de ingeniería, la relación entre el volumen específico y densidad
- 2) Mencionar en que tipo de errores se incurrió en la práctica
- 3) Comprueba que si $\gamma_{rel} = \frac{\gamma_{sus}}{\gamma_{H_2O}}$ y $\rho_{rel} = \frac{\rho_{sus}}{\rho_{H_2O}}$, entonces $\gamma_{rel} = \rho_{rel}$,
por lo tanto: $\gamma_{rel} = \frac{\rho_{sus}}{\rho_{H_2O}}$
- 4) Cuando se calculó la densidad de los materiales, los valores fueron diferentes; a tú criterio cuál es el más exacto y porqué.
- 5) Explicar quien es más denso entre la piedra y los metales y ¿porqué?.
- 6) Con los valores obtenidos de las densidades, busca en tablas de que materiales se trata.
- 7) Define los siguientes conceptos:
 - Instrumento
 - Instrumentación
 - Medir
 - Error
 - Error absoluto
 - Error relativo
 - Error porcentual
- 8) Mencionar en que tipo de errores se incurrió en la práctica
- 9) Determinar el porcentaje de error que se tuvo a hacer las mediciones de la densidad.
- 10) Explica por lo menos como son utilizados 3 densímetros.

SERIE NO.1

- 1) Un objeto cuelga de un pedazo de madera en el aire, la masa aparente del sistema es 5.63gr. Con ambos bajo el agua, la masa aparente es 2,1gr, la masa real de la madera es 2gr. Encuentre la densidad de la madera, si la $\rho_{\text{agua}} = 0.998 \text{ gr} / \text{cm}^3$.

Sol. 0.56654gr/cm³

- 2) Un pedazo de metal de masa 12gr. Tiene una densidad de 3300Kg/m³. Su masa aparente cuando se sumerge totalmente en cierto aceite es de 10gr. Encuentra la densidad del aceite.

Sol. 550Kg/m³

- 3) Un objeto pesado en aire tiene una masa de 3.1gr; cuando se sumerge en un liquido de 0.81gr/cm³ de densidad, tiene una masa aparente de 2gr. ¿cuál es su volumen y la densidad del objeto.

**Sol. 1.358m³
2.28gr/cm³**

PRACTICA No. 2

CONCEPTOS FUNDAMENTALES: " PRESIÓN "

Todo gran avance de la ciencia es el resultado de una nueva audacia de la imaginación- Quien más sabe, más duda.

Anónimo.

PRACTICA No. 2

CONCEPTOS FUNDAMENTALES:
"PRESIÓN"

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Qué es un sistema abierto y un sistema cerrado.
2. Qué es un sistema de bombeo
3. Que aplicaciones tiene un sistema de bombeo
4. Como influye la presión atmosférica en un sistema
5. Como se construye un barómetro.
6. Que es un manómetro diferencial y en donde se aplica.
7. Menciona algunos equipos y/o instrumentos para medir la presión manométrica y vacuométrica.

PRACTICA No. 2

"CONCEPTOS FUNDAMENTALES"
PRESION

OBJETIVO:

El Alumno:

- Construirá un barómetro de Torricelli para calcular presión atmosférica en el laboratorio.
- Aplicará los conceptos de presión, presión atmosférica, presión absoluta y presión relativa.
- Establecerá a partir de la evidencia experimental, el modelo matemático del gradiente de presiones hidrostática

ACTIVIDADES:

1. Determinar la presión atmosférica del laboratorio, construyendo un barómetro de Torricelli
2. Determinar la presión absoluta en un sistema de bombeo.
3. Determinar la diferencia de presiones, con un manómetro diferencial en un sistema de bombeo

EQUIPO Y MATERIAL

- ▶ Bomba de agua de $\frac{1}{4}$ de Hp.
- ▶ Tubería galvanizada de varios diámetros
- ▶ Manómetro y vacuómetro
- ▶ Barómetro
- ▶ 1 tubo de vidrio cerrado por un extremo de 850 mm de Longitud y 3 mm de espesor en su pared.

- 1 recipiente contenedor de mercurio
- 1 vaso de precipitado de 20ml
- 1 soporte universal
- 1 pinzas ajustables para bureta
- Guantes de látex

SUSTANCIAS:

- Agua
- Mercurio

ASPECTOS TEÓRICOS:

Presión. - Indica la relación entre una fuerza perpendicular aplicada y el área sobre la cuál actúa. Matemáticamente se expresa como:

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

Donde:

P= Presión (N/m², D/cm², lb_f/in²)

F= fuerza (N, D, lb_f)

A= área (m², cm², in²)

Esta expresión indica que cuando mayor sea la fuerza aplicada, mayor será la presión para una misma área.

Peso Especifico de un Cuerpo. - Es el peso del cuerpo por su unidad de volumen:

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

Donde:

γ = Peso específico (N/m³, D/cm³, lb_f/in³)

P = Peso del cuerpo (N, D, lb_f)

V = Volumen (m³, cm³, in³)

Peso Especifico de un Líquido. - Es la densidad del fluido por la gravedad, o bien el peso por unidad de volumen del fluido:

$$\gamma = \rho g \quad \text{ó} \quad \gamma = \frac{P}{V}$$

Donde:

γ = Peso específico (N/m³, D/cm³, lb_f/in³)

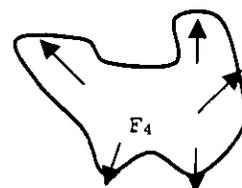
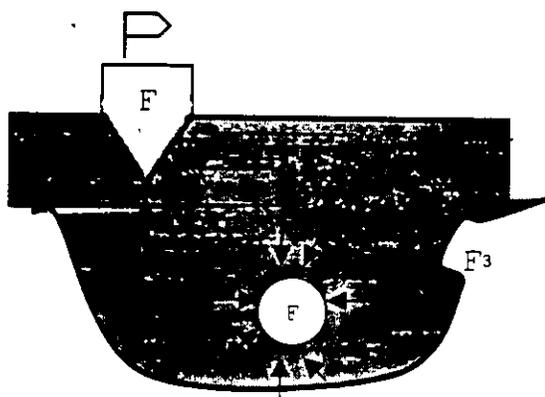
ρ = Densidad absoluta del líquido (Kg/m³, gr/cm³, lb/in³)

g = Gravedad (m/s², cm/s², in/s²)

P = Peso del cuerpo (N, D, lb_f)

V = Volumen (m³, cm³, in³)

Presión Hidrostática. - Es la ejercida por los líquidos en forma perpendicular a las paredes del recipiente que los contienen. Dicha presión actúa en todas direcciones y sólo es nula en la superficie libre del líquido.



Las fuerzas F1, representan las fuerzas que se generan sobre el fondo de un barco.

Las F2, representarían las fuerzas que se generan alrededor de un submarino

Las F3, representarían las fuerzas sobre las paredes del mar.

Las F4, las fuerzas ejercidas en las paredes de un recipiente que contiene un gas.

Esto se debe a la fuerza que el peso de las moléculas se ejerce sobre un área determinada; La presión aumenta conforme es mayor la profundidad.

Esta presión puede calcularse:

$$P = \gamma h$$

Donde:

P= Presión (N/m², D/cm²)

γ = Peso específico (N/m³, D/cm³, lb/in³)

h= Altura [m, cm, ft]

o bien:

$$P = \rho gh$$

Donde:

P= Presión (N/m², D/cm²)

ρ = Densidad [kg_m/m³, gr_m/cm³, lb_m/in³]

g= Gravedad Local [m/s²]

h= Altura [m, cm, ft]

Presión Atmosférica.- La atmósfera es una capa de aire constituida por el 20% de oxígeno, 79% de nitrógeno y el 1% de gases raros, debidos a su peso ejerce una presión sobre todos los cuerpos que están en contacto con él, por lo que se le llama presión atmosférica.

La presión atmosférica varia con la altura, por lo que al nivel del mar tiene su máximo valor o presión normal equivalente a:

$$1\text{atm} = 760\text{mmHg} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

En la Ciudad de México su valor aproximado es de:

$$586\text{mmhg} = 0.78 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

La presión atmosférica no puede calcularse fácilmente, pero sí medirse con un barómetro. Torricelli fue el primero en construir un barómetro de mercurio en el año de 1642.

Presión Manométrica. - Es aquella que se mide por encima de la presión atmosférica. Los dispositivos para medir la presión manométrica se llama manómetros, por ejemplo, un manómetro de uso común es el de tubo abierto o manómetro de líquido, él cuál tiene forma de "U"; generalmente contiene mercurio, pero si se requiere mayor sensibilidad puede contener agua o alcohol. Son utilizados para medir la presión en calderas, tanques de gas o cualquier recipiente a presión.

Presión Vacuométrica. - Se mide por debajo de la presión atmosférica por lo que se le conoce como presión de vacío.

Presión Absoluta y Presión Relativa. - La presión relativa es tomada como punto de referencia a otro valor dado, por ejemplo, la mayoría de los instrumentos indican la presión relativa a la presión atmosférica, y en un sistema la presión relativa se

refiere al vacío perfecto o presión cero, la presión relativa al vacío perfecto se le da el nombre de presión absoluta y esta puede ser manométrica o Vacuométrica.

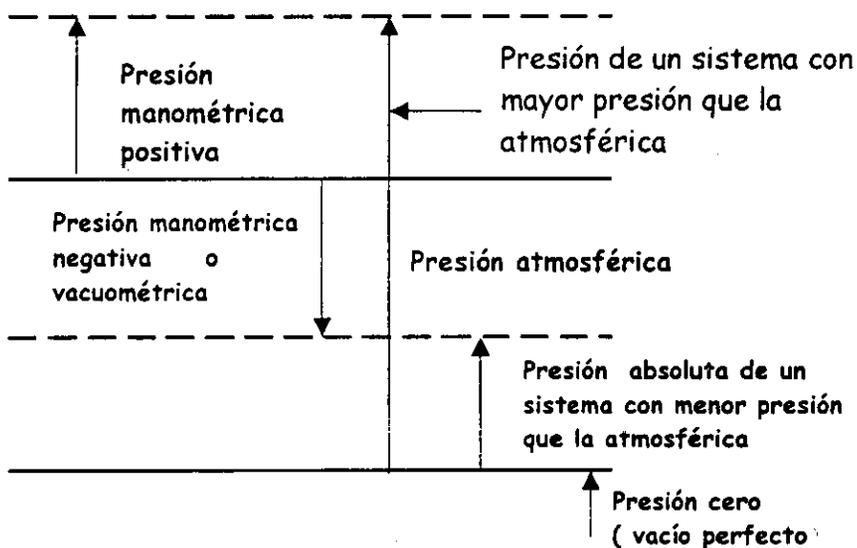
$$P_{abs} = P_{atm} + P_{rel.}$$

$$P_{abs. vac} = P_{atm} - P_{vac.}$$

$$P_{abs man} = P_{atm} + P_{man}$$

Cuando la Presión en un sistema es menor que la presión atmosférica, la presión manométrica es negativa, pero se puede designar con un número positivo si se llama presión manométrica de vacío o vacuométrica.

La siguiente figura representa la equivalencia entre Presiones Absolutas y Relativas.



Principio Fundamental de Hidrostática. - La presión ejercida por un líquido en cualquier punto de un recipiente, esta en función del peso específico y de la altura que hay en el punto considerado a la superficie libre del líquido.

Principio de Flotación o Empuje Hidrostático.- El empuje hidrostático ascensional W es numéricamente igual a la suma de los pesos de los líquidos desplazados por el cuerpo sumergido, y cuyas densidades respectivas son diferentes. Esta dado por:

$$W = g\rho v + g\rho'v'$$

Donde:

W = Empuje hidrostático (N, D, P)

G = Gravedad (m/s^2 , cm/s^2 , ft/in^2)

ρ, ρ' = Densidad de los fluidos desplazados.

v y v' = Volumen desplazado de cada líquido.

Si un fluido es un gas:

$$W \approx g\rho V$$

Sí, la densidad del cuerpos sumergido (ρ_c):

$\rho > \rho_c$ El cuerpo flota,

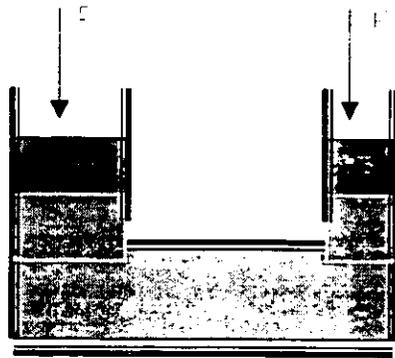
$\rho = \rho_c$, El cuerpo esta suspendido,

$\rho < \rho_c$, El cuerpo se hunde.

Principio De Pascal.- "Si se aplica una presión a un fluido incompresible (un líquido), la presión se transmite, sin disminución, a través de todo el fluido".

Este principio se aplica al funcionamiento de la prensa hidráulica y otros dispositivos semejantes en los que pequeñas fuerzas,

pueden vencer grandes fuerzas, es decir: $(\frac{F}{A_1} = \frac{f}{A_2})$



Principio De Arquímedes. - Todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado, Es decir:

$$W = \gamma V$$

Donde:

W= Empuje ascendente (N, D, P)

γ = Peso específico del líquido (Kg/m³, gr/cm³, lb/ft³)

V= Volumen que desalojado la parte sumergida del cuerpo (m³, cm³, ft³)

Reglas De Presión.

1. La presión es la misma en cada uno de sus puntos.
2. La presión de un gas encerrado es la misma en todos los puntos que toca dicho gas.
3. Dos puntos a la misma altura o profundidad de un mismo líquido conectados entre sí deberán soportar la misma presión.
4. Un punto a mayor profundidad en un líquido soportará mayor presión que otro que se encuentra a menos profundidad.

Características De La Presión Y Las Fuerzas Dentro De Fluidos.

1. En un fluido en reposo, la fuerza ejercida por él sobre una superficie colocada en el fluido es perpendicular a la superficie.
2. La presión sobre la superficie es independiente de la orientación de la superficie.
3. En un fluido en reposo, la presión es constante a lo largo de un plano horizontal, si la superficie de un líquido cuya densidad esta sometida a una presión P , la presión P en el interior de este líquido a una profundidad h está dada por:

$$P = \rho gh$$

4. Un líquido en equilibrio en una serie de recipientes abiertos, conectados tiene superficies abiertas en el mismo nivel.
5. La diferencia de presiones entre dos niveles en un fluido de igual densidad es:

$$P_2 - p_1 = \rho(h_2 - h_1)$$

6. Si una fuerza externa modifica la presión de equilibrio de cualquier punto en un fluido confinado, el cambio de presión se transmite a todos los puntos dentro del fluido (Principio de Pascal).

DESARROLLO

ACTIVIDAD I: "CONSTRUCCIÓN DEL BARÓMETRO"

1. Inyectar poco a poco con mercurio en el tubo de vidrio, con la finalidad de evitar burbujas de aire. (En caso de que se hayan formado burbujas de aire, golpear suavemente para que el mercurio llene completamente esos huecos).

2. Llenar totalmente con mercurio el tubo de vidrio.
3. Verter aproximadamente 10 ml de mercurio en la cápsula de porcelana.
4. Con los guantes de látex puestos, tapar con un dedo el extremo del tubo abierto a la atmósfera. Invertir e introducir este en el recipiente con mercurio. Cuando el tubo este dentro del recipiente, retirar el dedo, de esta manera se evitará la entrada de aire. (Ver la figura 2.1)
5. Sujetar el tubo con las pinzas al soporte universal.
6. Construido el barómetro, con él flexómetro, tomar la lectura de la columna de mercurio. Anotar la lectura obtenida en la tabla 2.1A
7. Determinar la presión atmosférica con la siguiente expresión:

$$P_{atm} = \rho gh$$

Donde:

P_{atm} = Presión atmosférica (N/m², D/cm², P/ft²)

ρ = Densidad (kg_m/m³, gr_m/cm³, lb_m/in³)

g = gravedad local (m/s², cm/s², ft/s²)

h = altura (m, cm, ft)

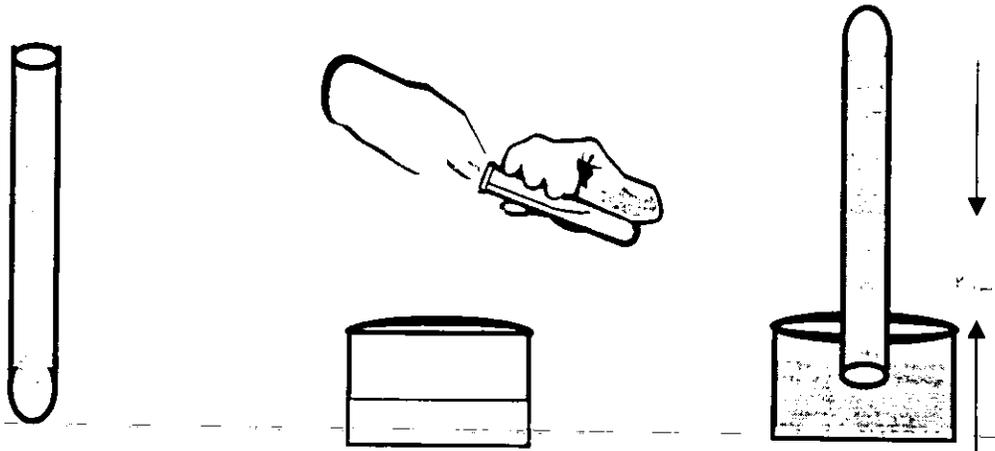


FIGURA 2.1

NOTA: EN CASO DE QUE EL INSTRUCTOR CONSIDERE NO CONSTRUIR EL BARÓMETRO, SE TOMARÁ LA LECTURA DEL BARÓMETRO QUE EXISTE EN EL LABORATORIO DE TERMODINÁMICA.

ACTIVIDAD II: "DETERMINAR LA PRESIÓN ABSOLUTA EN UN SISTEMA DE BOMBEO"

1. Asegurarse que la válvula de globo se encuentre cerrada
2. Accionar el interruptor del motor de la bomba.
3. En forma gradual, abrir la válvula de globo; hasta que la altura del mercurio sea considerable.
4. Estabilizar el sistema. (Hasta que la columna de mercurio este casi sin movimiento).
5. Efectuar las lecturas en el vacuómetro y en el manómetro, localizados en la succión y descarga respectivamente. Anotar los valores en la tabla 2.2A.

6. Obtener la presión absoluta con la siguiente ecuación:

$$P_{\text{abs succión}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vac}}$$
$$P_{\text{abs descarga}} = P_{\text{man}} + P_{\text{atm}}$$

Anotar su valor en la tabla 2.2B

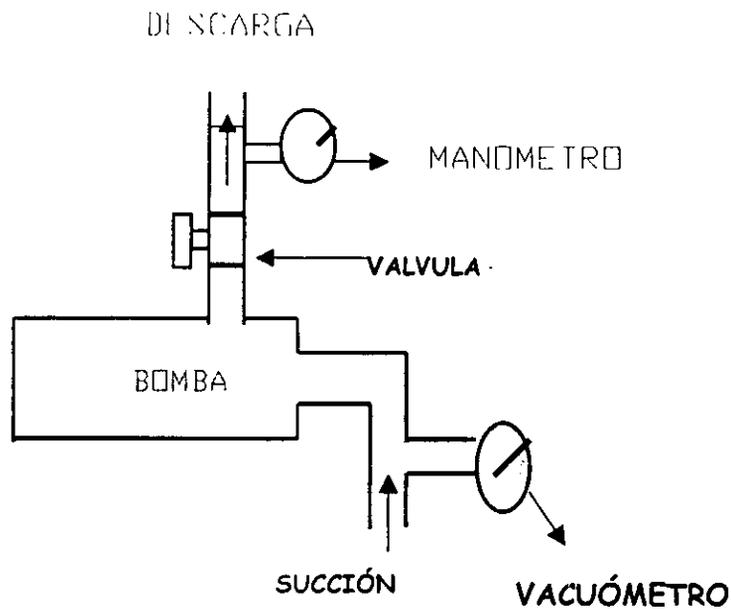
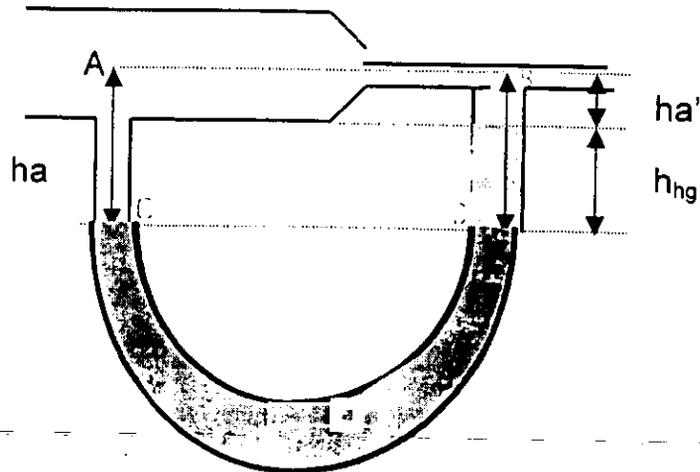


FIGURA 2.2

ACTIVIDAD III : "DETERMINAR LA DIFERENCIA DE PRESIONES"

1. Estando la bomba en funcionamiento, con el flexómetro medir la altura del mercurio en el manómetro diferencial. Anotar la lectura en la tabla 2.3A.



ESQUEMA DEL MANÓMETRO DIFERENCIAL

2. Con el interruptor, apagar el sistema
3. Cerrar la válvula de globo.

Conocida la altura se obtiene la diferencia de presiones ($P_A - P_B$), basándose en el siguiente desarrollo matemático:

Sí:

$$P_C = P_D$$

y

$$P_C = P_A + \rho_a g h_a$$

$$P_D = P_B + \rho_a g h_a' + \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

Igualando:

$$P_A + \rho_a g h_a = P_B + \rho_a g h_a' + \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

Por tanto:

$$P_A - P_B = \rho_a g h_a' + \rho_{Hg} g h_{Hg} - \rho_a g h_a$$

Factorizando:

$$P_A - P_B = \rho_a g (h_a' - h_a) + \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

**ESTA TESIS NO SALE
 DE LA BIBLIOTECA**

Y sí

$$h_a = h_a' + h_{Hg}$$

Sustituyendo:

$$P_A - P_B = \rho_a g [h_a' - (h_a' + h_{Hg})] + \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

$$P_A - P_B = \rho_a g [h_a' - h_a' - h_{Hg}] + \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

Por lo que:

$$P_A - P_B = \rho_{Hg} g h_{Hg} - \rho_a g h_{Hg}$$

Factorizando:

$$P_A - P_B = g h_{Hg} (\rho_{Hg} - \rho_a)$$

Donde:

$P_A - P_B$ = Diferencia de presiones (N/m², D/cm², P/ft²)

ρ_{Hg} = Densidad de mercurio (kg_m/m³, gr_m/cm³, lb_m/in³)

ρ_a = Densidad del agua (kg_m/m³, gr_m/cm³, lb_m/in³)

g = gravedad local (m/s², cm/s², ft/s²)

Anotar su valor en la tabla 2.3B.

Ahora se puede conocer la presión en el punto "B", si despejamos la presión manométrica:

$$P_B = P_A - g h_{Hg} (\rho_{Hg} - \rho_a)$$

Donde:

P_A = La presión manométrica de descarga

Para determinar la presión absoluta en el punto B, tendremos:

$$P_{Babs} = P_{atm} + P_{Aman}$$

Anotar su valor en la tabla 2.3B

TABLA DE LECTURAS

TABLA 2.1A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Presión en la columna de mercurio	P_{Hg}	(mm _{Hg})	

TABLA 2.2A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Presión Vacuométrica de succión	P_{vac}	(cm _{Hg})	
Presión manométrica de descarga	P_{man}	(Kg/cm ²)	

TABLA 2.3A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Altura de la columna de mercurio	h_{Hg}	m	

MEMORIA DE CALCULOS

TABLAS DE RESULTADOS:

TABLA 2.1B

CONCEPTO	UNIDADES				
	mm _{Hg}	N/m ²	BAR	PSI	in _{Hg}
Presión atmosférica					

TABLA 2.2B

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDADES				
		mm _{Hg}	N/m ²	BAR	PSI	in _{Hg}
Presión absoluta de succión	P _{abs suc}					
Presión absoluta de descarga	P _{abs des}					

TABLA 2.3B

CONCEPTO	UNIDADES				
	mm _{Hg}	N/m ²	BAR	PSI	in _{Hg}
Diferencia de presiones					
Presión absoluta en el punto B					

CUESTIONARIO

- 1) ¿Porqué cuando un buzo desciende al fondo del mar, al subir tiene que pasar por una cámara de descompresión?
- 2) ¿Varía la presión atmosférica con el clima?
- 3) ¿Qué es la presión Osmótica?
- 4) ¿Que tiene que ver la presión atmosférica con que una persona que se ha cortado se desangre?
- 5) ¿Porqué oscilan las agujas de medición en la practica realizada?
- 6) ¿Qué diferencia existe entre la atmósfera física y la atmósfera métrica?
- 7) ¿Qué tipo de errores se incurrió en esta práctica.
- 8) ¿Cuál es la presión sanguínea de un adulto saludable?
- 9) ¿Qué porcentaje de un "Iceberg" se halla sumergido.
- 10) Investigar el valor de la presión a la cuál funciona el condensador de una planta termoeléctrica.

SERIE NO. 2

1. Una prensa hidráulica tiene dos pistones, uno pequeño y otro grande. El diámetro del pistón pequeño es 2in y el del mayor 8in. La fuerza ejercida por el pistón pequeño es de 50lb mientras recorre 6in. Determina:

a) La fuerza que ejerce el pistón mayor.

Sol. 8000lb

b) La distancia que recorre el pistón mayor

Sol. 0.375in

c) La ventaja mecánica si el rendimiento es del 80%.

Sol. 12.8

2. ¿Qué porcentaje de un iceberg queda fuera del agua?. Si $\rho_{\text{Hielo}} = 0.92 \text{g/cm}^3$ y la del agua de mar $\rho = 1.03 \text{g/cm}^3$.

Sol. 11%

3. Una piedra pesa 600Kg en el aire y 35Kg en el agua. Calcular:

a) El volumen de la piedra.

Sol. 25dm³

b) El peso específico de la piedra

Sol. 2.4g/cm³

PRACTICA No. 3

LEY CERO DE LA TERMODINAMICA

El mundo no ha cambiado por la política sino por la técnica- El hombre que ha perdido la facultad de maravillarse es como un hombre muerto.

ALBERT EINSTEIN

PRACTICA No. 3

LEY CERO

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Define el cero absoluto.
- 2.Cuál es la definición de temperatura y calor.
3. Escala absoluta de temperatura en el sistema internacional y en él ingles.
4. Explique el concepto de calor especifico.
5. Concepto de capacidad calorífica.

PRACTICA No. 3

LEY CERO

OBJETIVO

El alumno:

- Demostrará la Ley Cero de la Termodinámica.
- Cuantificará la cantidad de energía que un cuerpo cede o recibe.
- Determinará la temperatura de equilibrio:
- Analizará el grado de error al determinar la temperatura de equilibrio.

ACTIVIDADES:

1. Demostrar la Ley Cero de la termodinámica, poniendo en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas.
2. Determinar la cantidad de energía ganada y cedida de los cuerpos.
3. Determinar la temperatura de equilibrio:
 - a) Teóricamente
 - b) Experimentalmente
4. Determinar la validez del modelo matemático.

MATERIAL:

- ▶ 1 Vaso de precipitado de 1800 ml
- ▶ 1 Probeta de 500ml.
- ▶ 1 Matraz de 250ml
- ▶ 1 Tapón bihoradado para el matraz,
- ▶ (con dos perforaciones)
- ▶ 2 Termómetros de 100 °C
- ▶ 1 Parrilla
- ▶ 1 Calorímetro

- ▶ 1 Cronometro
- ▶ 1 Balanza granataria
- ▶ 1 Guantes de asbesto.
- ▶ 1 Pesa de 1000gr
- ▶ 1 Pinzas de sujeción

SUSTANCIAS:

- ▶ AGUA

ASPECTOS TEORICOS:

Equilibrio Termodinámico.- Cuando en un sistema de baja temperatura se pone en contacto por medio de una pared diatérmica con otro sistema de mayor temperatura, la temperatura del sistema frío aumenta mientras la temperatura del sistema caliente disminuye. Si se mantiene este contacto mediante un periodo largo, se establecerá el equilibrio termodinámico, es decir ambos sistemas tendrán la misma temperatura.

Si los sistemas están formados por diferentes sustancias o diferentes porciones de ellas, no contendrán la misma cantidad de energía aunque estas alcancen el equilibrio térmico.

Ley Cero De La Termodinámica.- Esta ley nos explica que cuando un sistema se pone en contacto con otro al transcurrir el tiempo, la temperatura será la misma, por que se encontrarán en equilibrio térmico. Otra forma de expresar esta ley es la siguiente:

"La temperatura es una propiedad que posee cualquier sistema termodinámico y existirá equilibrio térmico entre dos sistemas cualesquiera, si su temperatura es la misma."

DESARROLLO:

ACTIVIDAD I: DEMOSTRACIÓN DE LA LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA.

1. Calibrar la balanza
2. Medir la masa del matraz .Anotar su valor en la tabla 3.1A
3. Con la probeta medir 250ml de agua y verterlo en el matraz, colocar el tapón bihoradado con el termómetro en la boca del matraz, medir su masa. Anotar su valor en la tabla 3.1A
4. Medir la temperatura del agua contenida en el matraz. Anotarlo en la tabla 3.1A-Bis
5. Medir la masa del calorímetro. Anotarla en la tabla 3.1A.
6. Medir la masa del vaso de precipitado. Anotarlo en
7. Coloca el matraz en la parrilla. (Tener cuidado de que el termómetro no toque las paredes del matraz)
8. Conectar la parrilla al suministro de energía eléctrica.
9. Esperar a que el agua alcance una temperatura de 60°C.

Mientras el agua se calienta, procede de la siguiente manera.

10. Colocar el calorímetro dentro del vaso de precipitado.
11. Verter con la probeta, 450ml de agua dentro del calorímetro.
12. Medir la masa del agua contenida en el vaso de precipitado y calorímetro. Anotarla en la tabla 3.1A
13. Medida la masa, colocar el vaso de precipitado con su contenido sobre el área de trabajo de la mesa.
14. Colocar uno de los termómetros dentro del calorímetro para medir su temperatura. Anotar su valor en la tabla 3.1.1A

Cuando el agua en el matraz haya alcanzado la temperatura deseada:

15. Desconectar la parrilla del suministro eléctrico.

16. Con ayuda de las pinzas y con el guante de asbesto puesto, introducir el matraz dentro del calorímetro, en ese momento, registrar la primer lectura en los termómetros. Anotar su valor en la tabla 3.1A
17. Con el cronometro, tomar las lecturas cada un minuto de las temperaturas registradas en los termómetros. Anotar las lecturas en la tabla 3.1.2A.
18. Efectuar las lecturas de los termómetros, hasta que estos registren la misma temperatura.

ACTIVIDAD II : CANTIDAD DE ENERGÍA GANADA Y CEDIDA

SÍ

$$Q = mCe(t_2 - t_1)$$

Donde:

Q= calor (cal)

m= masa (gr)

Ce = calor especifico (cal/gr°C)

t₂= Temperatura final (°C)

t₁= temperatura inicial (°C)

Entones:

$$Q_{af} = m_{af} C_{e_{af}} (t_{2af} - t_{1af})$$

$$Q_{ac} = m_{ac} C_{e_{ac}} (t_{2ac} - t_{1ac})$$

Donde:

Q_{af}= Calor cedido por el agua fría (cal)

Q_{ac}= Calor cedido por el agua caliente(cal)

m_{af}= masa del agua fría (gr)

m_{ac}= masa del agua caliente (gr)

C_{e_{af}}= calor especifico del agua fría (cal/gr°C)

C_{e_{ac}}= calor especifico del agua caliente (cal/gr°C)

T_{2af}= temperatura final del agua fría (°C)

T_{2af} = temperatura final del agua caliente ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{1ac} = Temperatura inicial del agua caliente ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{1af} = temperatura inicial del agua fría ($^{\circ}\text{C}$)

ANOTA LOS RESULTADOS EN LA TABLA 3.2B

**ACTIVIDAD III: DETERMINACIÓN DE LA
TEMPERATURA DE EQUILIBRIO
TEÓRICAMENTE**

La energía que cederá el agua caliente será la misma que recibirá el agua fría, por lo tanto, la suma de las energías se mantiene constante, es decir, la suma de las energías en transición es igual a cero. Es decir:

Sí:

$$+Q_{af} = -Q_{ac}$$

Entonces:

$$Q_{af} + Q_{ac} = 0$$

Por lo tanto:

$$m_{af} C_{e_{af}} (t_{2af} - t_{1af}) + m_{ac} C_{e_{ac}} (t_{2ac} - t_{1ac}) = 0$$

Donde:

$C_{e_{af}}$ = calor específico del agua fría (cal/gr $^{\circ}\text{C}$)

$C_{e_{ac}}$ = calor específico del agua caliente (cal/gr $^{\circ}\text{C}$)

m_{af} = Masa del agua fría (gr)

t_{2af} = Temperatura final (o de equilibrio) del agua fría ($^{\circ}\text{C}$)

t_{1af} = Temperatura inicial del agua fría ($^{\circ}\text{C}$)

m_{ac} = Masa del agua caliente (gr.)

t_{2ac} = Temperatura final (o de equilibrio) del agua caliente. ($^{\circ}\text{C}$).

t_{1ac} = Temperatura inicial del agua caliente ($^{\circ}\text{C}$)

Como:

$$t_{2af} = t_{ac} = t_{eq}$$

Donde:

t_{eq} = Temperatura de equilibrio ($^{\circ}C$)

Entonces

$$m_{af} C_{e_{ac}} (t_{eq} - t_{laf}) + m_{ac} C_{e_{ac}} (t_{eq} - t_{lac}) = 0$$

Y como: $C_{e_{af}} = C_{e_{ac}}$,

Tenemos:

$$C_e [m_{af} (t_{eq} - t_{laf}) + m_{ac} (t_{eq} - t_{lac})] = 0$$

$$m_{af} (t_{eq} - t_{laf}) + m_{ac} (t_{eq} - t_{lac}) = 0$$

$$m_{af} t_{eq} - m_{af} t_{laf} + m_{ac} t_{eq} - m_{ac} t_{lac} = 0$$

Agrupando términos

$$m_{af} t_{eq} + m_{ac} t_{eq} - (m_{af} t_{laf} + m_{ac} t_{lac}) = 0$$

Factorizando:

$$t_{eq} (m_{af} + m_{ac}) = m_{af} t_{laf} + m_{ac} t_{lac}$$

Despejamos:

$$t_{eq} = \frac{m_{af} t_{laf} + m_{ac} t_{lac}}{m_{af} + m_{ac}}$$

NOTA: CALCULADA LA TEMPERATURA DE EQUILIBRIO, DETERMINAR EL CALOR GANADO Y CEDIDO, TEÓRICAMENTE. ANOTAR SU VALOR EN LA TABLA 3.3B

ACTIVIDAD IV: COMPROBACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Determinamos la validez del modelo matemático con:

$$E_1 = \frac{t_{1af} - t'_{1af}}{t_{1af}} \times 100\%$$

$$E_2 = \frac{t_{2eq} - t'_{2eq}}{t_{2eq}} \times 100\%$$

Donde:

E_1 = Grado de error al inicio del experimento (%)

E_2 = Grado de error en el calculo de la temperatura de equilibrio del experimento (%)

t_{1af} = Temperatura supuesta inicial del agua fría (en condiciones normales) (°C)

t'_{1af} = Temperatura inicial del agua medida durante el experimento. (°C)

t_{2af} = Temperatura supuesta final del agua caliente (temperatura de equilibrio calculada) (°C)

t'_{1af} = Temperatura de equilibrio del agua caliente durante el experimento. (°C)

ANOTAR EL RESULTADO EN LA TABLA 3.4B

Calculamos la eficiencia del experimento:

$$\eta = 100\% - E_1$$

$$\eta = 100\% - E_2$$

ANOTAR EL RESULTADO EN LA TABLA 3.5B

TABLAS DE LECTURAS
TABLA 3.1A

CONCEPTO	MASA (GR)
MATRAZ	
CALORÍMETRO	
VASO DE PRECIPITADO	
MATRAZ CON AGUA	
VASO DE PRECIPITADO CON CALORÍMETRO Y AGUA	

TABLA 3.1.1A

CONCEPTO	TEMPERATURA INICIAL (°C)	TEMPERATURA FINAL (°C)
AGUA FRÍA (EN EL CALORÍMETRO)		
AGUA CALIENTE (EN EL MATRAZ)		

TABLAS 3.1.2A

CONCEPTO TIEMPO (S)	TEMPERATURAS (°C)	
	AGUA EN EL MATRAZ	AGUA EN EL CALORÍMETRO
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

NOTA: EL ALUMNO GRAFICARÁ T vs. t DE LOS VALORES OBTENIDOS. AJUSTARA LA GRAFICA POR EL MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS.

**TABLA DE RESULTADOS
TABLA 3.1B**

CONCEPTO	MASA DE AGUA		
	Kg	gr	Lb
CALORIMETRO			
MATRAZ			

TABLA 3.2B

CONCEPTO	EXPERIMENTAL			TEORICO		
	Cal/gr°C	KJ/Kg°K	BTU/Lb°F	Cal/gr°C	KJ/Kg°K	BTU/Lb°F
ENERGÍA GANADA Q_{af}						
ENERGÍA CEDIDA Q_{ac}						

TABLA 3.3B

CONCEPTO	EXPERIMENTAL				TEORICO			
	°C	°K	°R	°F	°C	°k	°R	°F
TEMPERATURA DE EQUILIBRIO								

TABLA 3.4B

CONCEPTO	GRADO DE ERROR	
	EXPERIMENTAL %	TEORICO %
E_1		
E_2		

CUESTIONARIO No. 3

1. ¿Qué es el equilibrio térmico?
2. A qué temperatura alcanza el agua su máxima densidad
3. Cuando se calculo la cantidad de calor teórico y experimental, ¿cuál es el que se acerca más a la realidad.
4. ¿La materia contiene calor?
5. ¿Qué es la energía interna?
6. ¿Existe relación entre la temperatura Centígrada y la Kelvin?. Explica
7. ¿A qué se le conoce como calor específico?
8. Cuáles son las unidades de energía y trabajo. Qué relación existe entre estas.
9. Explica algunos sistemas reales donde se aplica la Ley cero de la termodinámica.
10. ¿Cómo es la capacidad calorífica específica del agua en comparación con otras sustancias comunes.?

SERIE NO. 3

1. Sólo 0.08Kg de aluminio a 100°C se colocan en 0.1Kg. de agua a 15°C . ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

Sol. 27.3°C

2. Una barra caliente de cobre cuya masa es de 1.5Kg se introduce en 4Kg de agua, elevando su temperatura de 18 a 28°C . ¿Qué temperatura tiene la barra de cobre?

Sol. 314.7°C

3. Un recipiente de aluminio de 150gr contiene 200gr de agua a 10°C . Determinar la temperatura final del recipiente y del agua, si se introduce en ésta un trozo de cobre de 60gr a una temperatura de 300°C

Sol. 16.78°C

PRACTICA NO. 4

CALORIMETRIA

- ¡Triste época la nuestra! Es mas fácil desintegrar un átomo que un prejuicio.

ALBERT EISNTEN

PRACTICA No. 4
CALORIMETRIA

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Qué es un calorímetro
2. Como esta constituido un calorímetro
3. Que entiendes por calor especifico
4. Que es la energía térmica
5. Que importancia puede tener determinar la constante de un calorímetro.
6. Cual es el efecto joule.

“CALORIMETRÍA”**OBJETIVO:**

El alumno:

Determinará la constante de un calorímetro por el método de mezclas y aplicará el concepto de calor específico, para una sustancia líquida.

ACTIVIDADES:

Determinar la constante de un calorímetro mezclando agua caliente y fría.

Calcular el calor específico del agua, proporcionando calor al agua de un calorímetro por medio de una resistencia.

MATERIAL Y/O EQUIPO:

1 Parrilla eléctrica de 750W.

1 Cronómetro

- ▶ 1 Calorímetro
- ▶ 2 Termómetros
- ▶ 1 Resistencia eléctrica de inmersión
- ▶ 2 Vaso de precipitado de 250 ml
- ▶ 1 Balanza granataria.
- ▶ 1 Multímetro
- ▶ 1 Pesa de 1 Kg.
- ▶ 1 Pesa de $\frac{1}{2}$ Kg.
- ▶ 1 Guante de asbesto
- ▶ 1 agitador de vidrio
- ▶ 1 Pinzas de sujeción

SUSTANCIAS

- ▶ Agua potable

ASPECTOS TEORICOS:

Calor O Energía Térmica.- Es la suma de la energía cinética de todas las moléculas, cuyo resultado es la ganancia o pérdida de energía interna; el calor es simplemente otra forma de energía que puede medirse sólo en función del efecto que produce. Existen 2 unidades para medir el calor:

- a) *Caloría (cal).* - Es el calor necesario para aumentar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius.
- b) *Unidad Técnica Británica (BTU).* - Es la cantidad de calor necesario para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua.

Capacidad Calorífica.- Es la relación existente entre la cantidad de calor de una sustancia y su correspondiente elevación de temperatura:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

La capacidad calorífica de una sustancia tiene un valor mayor si se lleva a cabo a presión constante, que si se realiza a volumen constante, ya que al aplicar presión constante a una sustancia, ésta sufre un aumento en su volumen, lo que provoca una disminución en su temperatura y en consecuencia, necesitará más calor para elevarla. A volumen constante, todo el calor suministrado a la sustancia pasa a aumentar la energía cinética de las moléculas, por tanto, la temperatura se incrementa con mayor facilidad.

Calor Específico (Ce). - De una sustancia es igual a la capacidad calorífica de dicha sustancia entre su masa:

$$C_e = \frac{C}{m},$$

y como:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T},$$

sustituyendo:

$$C_e = \frac{\Delta Q}{\Delta T m}$$

por lo tanto:

$$Q = m C_e \Delta T$$

En términos prácticos el C_e de una sustancia se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de una masa unitaria de la sustancia.

El C_e es como una inercia térmica, ya que representa la resistencia que una sustancia opone a los cambios de temperatura, por lo tanto está en función de la temperatura y la presión.

Calorímetro. - Es un aparato que permite medir las cantidades de calor que entran cuando se mezclan sustancias a diferentes temperaturas estas tienden a alcanzar el equilibrio térmico, es decir, mientras una pierde calor la otra gana, por ello se realiza un balance de energía en el calorímetro y se cumple que: "En cualquier intercambio de calor efectuado, el calor cedido es igual al absorbido":

$$-Q = Q$$

por lo tanto:

$$m_2 C_{e2} (T_2 - T_1) = m_1 C_{e1} (T_2 - T_1)$$

DESARROLLO

ACTIVIDAD I: "CONSTANTE DE UN CALORÍMETRO"

1. Calibrar la balanza
2. Medir la masa del calorímetro. Anotar su valor en la tabla 4.1A
3. Con la probeta medir 200 ml de agua, vaciarlos en el calorímetro
4. Medir la masa del agua. (Resta la masa del calorímetro con la masa del agua). Anotar su valor en la tabla 4.1A
5. Con el termómetro medir la temperatura del agua hasta que esta se estabilice. Anotar su valor en la tabla 4.1A (Considerar esta como la temperatura T_1).
6. Con la probeta medir 200 ml de agua, vacíelos en el vaso de precipitado de 400 ml.
7. Colocar el vaso en la parrilla.
8. Conectar la parrilla a la toma de corriente.
9. Introducir el termómetro en el vaso, procurando que este no toque el fondo, espera a que el agua alcance una temperatura de 40°C .
10. Con el guante de asbesto puesto, retirar el vaso de la parrilla y colocarlo sobre la zona de trabajo de la mesa.
11. Esperar a que la temperatura de vaso se estabilice, esta será considerada como la temperatura dos (T_2). Anotar su valor en la tabla 4.1A
12. Verter el agua del vaso en el calorímetro, mezclar con el agitador de vidrio y esperar a que la temperatura se estabilice. Considerar esta como la temperatura tres (T_3). Anotar el valor en la tabla 4.1A
13. Por medio del siguiente análisis, determinar la constante del calorímetro. Anexa la memoria de cálculos en el reporte y coloca lo resultados que se pide en la tabla 4.1B

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$Q_{\text{cedido del agua caliente}} = Q_{\text{ganado por el agua fría}} + Q_{\text{ganado por el calorímetro}}$$

Para calcular la cantidad de calor Q necesario para el cambio de temperatura:

$$Q = mCe\Delta T$$

Por lo que:

$$Q_{\text{cedido del } H_2O \text{ Caliente}} = m_{H_2O \text{ Caliente}} Ce_{H_2O \text{ caliente}} (T_{3 H_2O} - T_{2 H_2O})$$

$$Q_{\text{ganado de la } H_2O \text{ fría}} = m_{H_2O \text{ fría}} Ce_{H_2O \text{ fría}} (T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O})$$

$$Q_{\text{ganado por el calorímetro}} = m_{\text{calorímetro}} Ce_{\text{calorímetro}} (T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O})$$

Donde:

$$m_{\text{calorímetro}} Ce_{\text{calorímetro}} = K \text{ o constante del calorímetro.}$$

Por lo tanto:

$$Q_{\text{ganado por el calorímetro}} = K(T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O})$$

Y el calor cedido:

$$Q_{\text{cedido}} = m_{H_2O \text{ fría}} Ce_{H_2O \text{ fría}} (T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O}) + K_{\text{calorímetro}} (T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O})$$

Despejando la constante del calorímetro se tiene:

$$K_{\text{calorímetro}} = \frac{Q_{\text{cedido } H_2O \text{ caliente}} - Q_{\text{Ganado } H_2O \text{ fría}}}{(T_{2 H_2O} - T_{1 H_2O})}$$

ACTIVIDAD II: CALOR ESPECIFICO DE UN LÍQUIDO.

1. Calibrar la balanza.
2. Medir la masa del calorímetro vacío. Anotar el valor en la tabla 4.2A
3. Suministra En el calorímetro el agua suficiente para que se cubra la resistencia de inmersión.
4. Medir la masa del agua. (Resta la masa del calorímetro con la masa del agua). Anotar su valor en la tabla 4.2A
5. Con el termómetro medir la temperatura inicial del agua. Anotar su valor en la tabla 4.2A.
6. Medir el valor de la resistencia de inmersión. Anotar su valor en la tabla 4.2A.
7. Medir el valor del voltaje de línea. Anotar su valor en la tabla 4.2A
8. Sin retirar el termómetro, sumergir la resistencia completamente dentro del calorímetro. Ver figura 4.2A.
9. Comenzar a tomar el tiempo con el cronometro en el momento de conectar la resistencia.
10. Interrumpir el tiempo en el cronometro cuando la temperatura del agua haya alcanzado los 80°C. Anotar el tiempo en la tabla 4.2A
11. Para determinar el calor especifico del agua a presión constante, utilizar el método de suministro de energía eléctrica, que dice: "Por medio de una resistencia se elevará la temperatura a una cantidad de agua en función del trabajo eléctrico realizado", es decir:

$$W = I * V * t$$

De acuerdo con la Ley de Ohm:

$$V = I * R$$

Sustituyendo:

$$W = R * I^2 * t$$

Para conocer el calor suministrado al agua en términos de calorías se tiene que:

$$1 \text{ Ohm} \cdot \text{Apm}^2 \cdot \text{seg.} = 0.2389 \text{ calorías} = 1 \text{ Joule}$$

Por lo que el calor cedido por la resistencia a presión constante, sin considerar pérdidas es:

$$Q_{\text{cedido res}} = R \cdot I^2 \cdot t(0.2389)$$

El calor ganado por el agua es:

$$Q_{\text{ganado por el } H_2O} = Q_{\text{cedido res}} - Q_{\text{ganado por el calorímetro}} \dots\dots\dots 1$$

Y si el calor del agua es:

$$Q_{H_2O} = m C_{e_{H_2O}} (T_{f_{H_2O}} - T_{i_{H_2O}}) \dots\dots\dots 2$$

Igualando 1 y 2 tenemos:

$$m C_{e_{H_2O}} (T_{f_{H_2O}} - T_{i_{H_2O}}) = Q_{\text{cedido res}} - Q_{\text{ganado por el calorímetro}}$$

Despejando:

$$C_{e_{H_2O}} = \frac{Q_{\text{cedido-res}} - Q_{\text{ganado-calorímetro}}}{m_{H_2O} (T_{fH_2O} - T_{iH_2O})}$$

Si

$$Q_{\text{cedido res}} = R \cdot I^2 \cdot t(0.2389)$$

y

$$Q_{\text{ganado-Calorímetro}} = K_{\text{calorímetro}} (T_{fH_2O} - T_{iH_2O})$$

Entonces, el Calor específico real del agua para este experimento es

$$C_{e_{H_2O R}} = \frac{R * I^2 * t(0.2389) - K_{\text{calorimetro}}(T_{f_{H_2O}} - T_{i_{H_2O}})}{m(T_{f_{H_2O}} - T_{i_{H_2O}})}$$

Y el calor específico ideal del agua, sin considerar las pérdidas de energía en el calorímetro:

$$C_{e_{H_2O I}} = \frac{R * I^2 * t(0.2389)}{m(T_{f_{H_2O}} - T_{i_{H_2O}})}$$

Donde:

W= Potencia eléctrica de la resistencia (W)

R= Resistencia (Ω)

I= Flujo de corriente (A)

Q= Calor suministrado (J)

t= tiempo suministrado de calor (s)

NOTA: R e I PUEDEN OBTENERSE EMPLEANDO UN MULTIMETRO O TOMANDO EN CUENTA LA LEY DE OHM, QUE NOS DICE QUE LA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE CIRCULA EN UN CIRCUITO (RESISTENCIA) ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL VOLTAJE APLICADO A ESTE, E INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA RESISTENCIA DE ESTE.

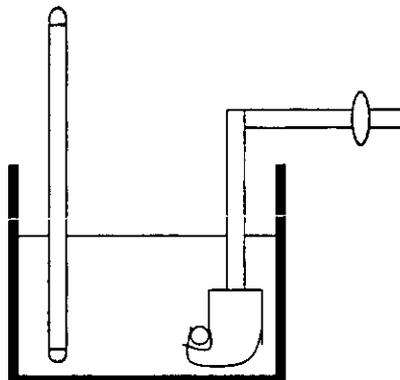


FIGURA 4.1A

TABLAS DE LECTURAS.

TABLA 4.1A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Masa del calorímetro	m_{cal}	gr	
Masa del calorímetro con agua	---	gr	
Masa del agua	m_{H_2O}	gr	
Temperatura inicial del agua	T_{iH_2O}	°C	
Temperatura final del agua	T_{fH_2O}	°C	
Temperatura de equilibrio	T_{EH_2O}	°C	

TABLA 4.2A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Masa del calorímetro	m_{cal}	gr	
Masa del calorímetro con agua	m_{cal}	gr	
Masa del agua	M_{H_2O}	gr	
Temperatura inicial del agua	T_{iH_2O}	°C	
Tiempo de suministro de energía al agua	---	seg	
Temperatura final del agua °C	T_{fH_2O}	°C	
Resistencia de Inmersión	R	Ω	
Voltaje	V	v	

MEMORIA DE CALCULOS

El alumno hará un desarrollo *DETALLADO* de acuerdo a lo que se pide en la tabla de resultados:

**TABLA DE RESULTADOS
TABLA 4.1B**

CONCEPTO	UNIDADES			
	JOULES (J)	ERGIO	BTU	CALORIAS
$Q_{\text{cedido H}_2\text{O Caliente}}$				
$Q_{\text{ganado H}_2\text{O fría}}$				
$Q_{\text{ganado por el calorímetro}}$				
$K_{\text{calorímetro}}$				

TABLA 4.2B

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDADES	RESULTADOS
Trabajo eléctrico	W	J	
Intensidad de corriente	I	Amp.	
Calor cedido por el agua	Q_{cedido}	Cal	

TABLA 4.2B-BIS

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDADES		
		KJ/Kg°K	Kcal/Kg°C	BTU/Lb°F
Calor específico del agua real	$C_{e\text{H}_2\text{O R}}$			
Calor específico del agua ideal	$C_{e\text{H}_2\text{O I}}$			

CUESTIONARIO No. 4

1. Porque los calores específicos del agua son diferentes.
2. Como se determinar la constante de un calorímetro
3. Un bloque de madera y uno de metal están a la misma temperatura, cuando los bloques se sienten fríos, el metal se siente mas frío que la madera, cuando los bloques se sienten calientes, el metal se siente más caliente que la madera. Dar una explicación del por qué. ¿A que temperatura se sentirán los bloques igualmente fríos o calientes?
4. ¿Por qué es importante proteger las tuberías de agua para que no se congelen?
5. Si el calor específico del agua fuera menor ¿qué probabilidades existirían de que los lagos se congelasen en invierno?
6. En los viejos tiempos era común llevarse objetos calientes a la cama en las noches frías de invierno. ¿Cual de estos objetos seria más eficaz: un bloque de hierro de 10Kg o una botella con 10Kg de agua caliente a la misma temperatura? Explicar.
7. ¿Que significa afirmar que un material tiene una capacidad calorífica grande o pequeña?
8. ¿Por qué es incorrecto decir, la materia "contiene" calor?.
9. A que temperatura alcanza el agua su máxima densidad.
10. ¿Qué es el equivalente de calor y cuál es su equivalencia?

SERIE No.4

1. Se introducen 140gr de una aleación a una temperatura de 93°C en un calorímetro de aluminio de 50gr que contiene 200gr de agua a 20°C . Se agita la mezcla y la temperatura se estabiliza a los 24°C . ¿Cuál es el calor específico de la aleación?. A que material se refiere.

Sol. $0.087 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

2. Un trozo de hierro de 316.93gr se pone a calentar en un vaso de precipitado con agua hasta que alcanza una temperatura de 90°C . Se introduce inmediatamente en el recipiente interior del calorímetro de aluminio cuya masa es de 150gr. Que contiene 300gr de agua a 18°C . Se agita la mezcla y la temperatura aumenta hasta 25°C . ¿Cuál es el calor específico del hierro?.

Sol. $0.113 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

3. En un sistema domestico de calefacción por agua caliente el agua llega a los radiadores a la temperatura de 60°C y sale a 38°C . Se desea remplazar el sistema de calefacción por otro de vapor en el cual el capor a la presión atmosférica se condensa en los radiadores, saliendo de éstos a 82°C . ¿Cuántos kilogramos de vapor suministrarán el mismo calor que suministra 1 kg de agua caliente en la primera instalación=?.

Sol. $0.0396 \text{ Kg de vapor.}$

PRACTICA No. 5

CALOR ESPECIFICO Y CAMBIOS DE FASE

Digamos que existen dos tipos de mentes poéticas: una apta para inventar fábulas y otra dispuesta a creerlas.

GALILEO GALILEI

PRACTICA No. 5

CALOR ESPECIFICO
Y
CAMBIOS DE FASE

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Explicar la ley de Joule
2. Como se puede transformar energía mecánica en energía térmica.
3. Como interpretas la entalpía
4. Cuáles son los cambios de fase
5. Explicar la relación entre el calor y la Primera Ley de la Termodinámica.

PRACTICA No. 5

**“CALOR ESPECIFICO
Y
CAMBIOS DE FASE”**

OBJETIVO:

El Alumno:

Comprenderá y aplicará el concepto de calor específico, equivalente mecánico de calor y entalpía de vaporización.

ACTIVIDADES:

1. Determinar el calor específico de un metal.
2. Calcular el equivalente mecánico de calor.
3. Calcular la entalpía de vaporización.

MATERIAL Y/O EQUIPO:

- ▶ 1 Parrilla eléctrica de 750W.
- ▶ 1 Cronómetro
- ▶ 1 Calorímetro (recipiente de aluminio)
- ▶ 2 Termómetros
- ▶ 1 Resistencia eléctrica de inmersión
- ▶ 1 Vaso de precipitado de 250 ml
- ▶ 1 Vaso de precipitado de 500 ml
- ▶ 1 Balanza granataria.
- ▶ 1 Multimetro
- ▶ 1 Pesa de 1 Kg
- ▶ 1 Pesa de $\frac{1}{2}$ Kg
- ▶ 1 Guante de asbesto
- ▶ 1 Agitador de vidrio
- ▶ 1 Cubo de metal
- ▶ Agua potable

ASPECTOS TEORICOS:

Antecedentes. - Las observaciones de los fenómenos en que intervenían la temperatura, como el calentamiento y el enfriamiento de los cuerpos, se cuantificaron mediante la definición de calor.

En el siglo XVII Joseph Black, estableció que había fenómenos en la misma naturaleza de los considerados como "calor", pero que no se manifestaban en una variación en la temperatura del sistema. Por lo que a partir de estas observaciones se definen dos tipos de calor: el sensible y el latente.

A principios de siglo XIX se especula con la idea de que el calor no era sino una manifestación de los fenómenos mecánicos. En aquellos días, muchos científicos consideraban que el calor y los fenómenos mecánicos eran manifestaciones total mente diferentes e independientes.

Joule hace experimento que arrojan resultados cuantitativos y objetivos para demostrar que siempre que se realiza una cierta cantidad de trabajo se produce una cierta cantidad equivalente de calor, el cual se demuestra por cada joule de trabajo se producen 0.24 calorías y que cuando una caloría de energía térmica se transforma en trabajo se obtienen 4.2 Joules. Por tanto:

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$$

$$1 \text{ Joule} = 0.24 \text{ Cal.}$$

Y apoyado por William Thomson, publica sus resultados, los que condujeron eventualmente al enunciado del postulado general de la conservación de la energía, conocido actualmente como la *Primera Ley de la Termodinámica*.

Calor Específico (Ce). - De una sustancia es igual a la capacidad calorífica de dicha sustancia entre su masa:

$$C_e = \frac{C}{m},$$

Como ya se dijo, el C_e de una sustancia se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de una masa unitaria de la sustancia.

El C_e es como una inercia térmica, ya que representa la resistencia que una sustancia opone a los cambios de temperatura, por lo tanto está en función de la temperatura y la presión.

Equivalente Mecánico Del Calor. - Es la conversión de la energía mecánica en térmica, debido al calentamiento causado por la fricción de las moléculas.

Cambio De Fase. - Un cambio de fase es cuando la materia pasa de un estado a otro, la fase de la materia depende de su temperatura y de la presión que se ejerce sobre ella. En los cambios de fase se produce normalmente una transferencia de energía.

- a) ***Evaporación.*** - Cambio de fase de líquido a gas que se lleva a cabo en la superficie del líquido. Es considerado como un proceso de enfriamiento.
- b) ***Condensación,*** - Es la transformación de un gas a líquido. Este cambio de fase sucede en un proceso de calentamiento.
- c) ***Ebullición.*** - Es el cambio de fase que ocurre en cualquier región del líquido y se forma burbujas de gas.

Calor Latente De Vaporización. - Es la cantidad de calor que se requiere para cambiar 1 gr de líquido en ebullición a 1 gr de vapor, manteniendo constante la temperatura.

Calor Sensible. - Es aquel que al ser suministrado a una sustancia, esta eleva su temperatura.

DESARROLLO

ACTIVIDAD I: CALOR ESPECIFICO DE UN SÓLIDO

- 1) Calibrar la balanza.
- 2) Medir la masa del calorímetro, anotar su valor en la tabla 5.1A
- 3) Verter en el calorímetro aproximadamente 1/3 de agua fría, determinar su masa y su temperatura. Anotarlas en la tabla 5.1A.
- 4) Determinar la masa del metal. Anotar su valor en la tabla 5.1A
- 5) En un vaso de precipitado, verter aproximadamente 200 ml de agua.
- 6) Introducir el metal en el vaso de precipitado.
- 7) Coloca el vaso en la parrilla. Conéctala
- 8) Introducir el termómetro en el vaso para medir la temperatura de ebullición. Anotar el valor en la tabla 5.1A. (Esta es considerada como la temperatura inicial del metal).
- 9) Una vez que el agua este hirviendo, con las pinzas sacar el trozo del metal e introducirlo en el calorímetro.
- 10) Inmediatamente medir la temperatura máxima que alcanza el agua en el calorímetro. Anotar el valor en la tabla 5.1A. (Está es considerada como la temperatura que se alcanza en el equilibrio termodinámico).

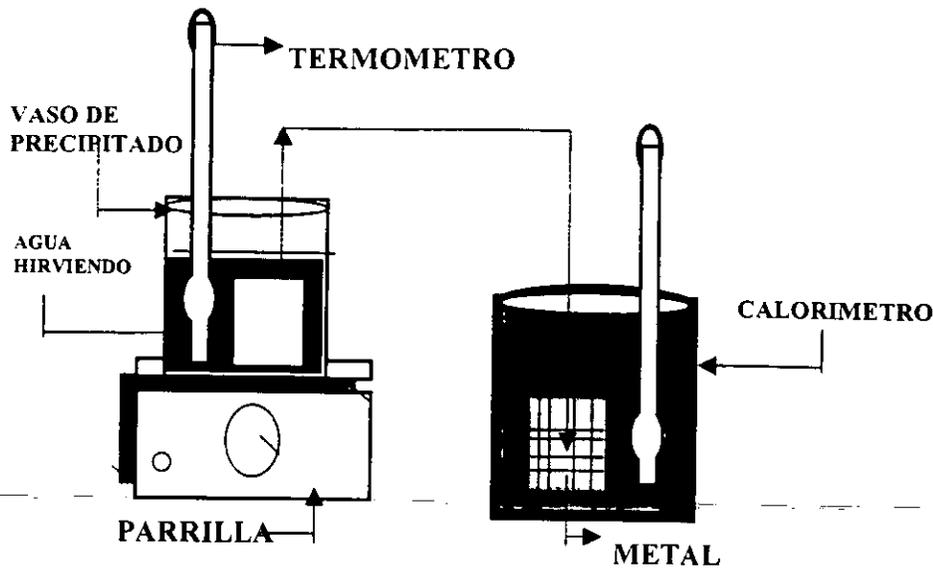


FIGURA 5.1A

El calor especifico se determinar con un balance térmico:

$$U_M + U_{H_2O} = 0$$

Donde:

U_m = la energía cedida por el metal (cal)

U_a = la energía absorbida por el agua (cal)

$$U_M = m_M Ce_M (T_{2M} - T_{1M})$$

$$U_{H_2O} = m_{H_2O} Ce_{H_2O} (T_{2H_2O} - T_{1H_2O})$$

Donde:

m_M = masa del metal (gr)

m_{H_2O} = masa del agua (gr)

Ce_{H_2O} = Calor especifico del agua (Cal/gr°C)

Ce_M = Calor especifico del metal (Cal/gr°C)

T_{2M} = temperatura final del metal (°C)

T_{1M} = temperatura inicial del metal (°C)

T_{2H_2O} = temperatura final del agua (°C)

T_{1H_2O} = temperatura inicial del agua (°C)

Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$m_M Ce_M (T_{M_2} - T_{M_1}) + m_{H_2O} Ce_{H_2O} (T_{2H_2O} - T_{1H_2O}) = 0$$

Despejando Ce del metal, tenemos:

$$Ce_M = \frac{m_{H_2O} Ce_{H_2O} (T_{2H_2O} - T_{1H_2O})}{m_M (T_{M_2} - T_{M_1})}$$

NOTA: EL Ce ES POSITIVO, YA QUE $T_{M_1} > T_{2H_2O}$

ACTIVIDAD II: EQUIVALENTE MECÁNICO DE CALOR

1. Realizar los cálculos necesarios para obtener el equivalente mecánico de la cantidad de calor utilizado en la practica. Anota los resultados en la tabla 5.2B

ACTIVIDAD III: ENTALPIA DE EVAPORACIÓN.

1. Medir la resistencia de la parrilla y el voltaje de línea. Anotar el valor en la tabla 5.3A
2. Verter 2/3 de agua en el calorímetro.
3. Determinar la masa del agua, restándole la masa del calorímetro. Anótalo en la Tabla 5.3A
4. Introducir completamente la resistencia de inmersión en el calorímetro.
5. Conectar la resistencia de inmersión a la toma de corriente.
6. Con el agitador de vidrio, mezclar continuamente para uniformar la temperatura dentro del calorímetro.
7. Esperar a que el agua alcance la temperatura de ebullición. En ese momento, cronometrar el tiempo en un lapso de 5min., para que se consuma el agua
8. Con los guantes retirar el agua de la parrilla y medir la masa de agua que se evaporo, restando la masa inicial del agua fría con la masa final del agua caliente. Anótalo en la tabla 5.3A

$$m_{VH_2O} = m_{1H_2O} - m_{2H_2O}$$

9. Para determinar el calor que se requiere para evaporar el agua, se usa el modelo:

$$Q_v = m_v h_v$$

Donde:

Q_v = Calor de vaporización (cal)

m_v = masa de vaporización (gr)

h_v = Entalpía de vaporización (cal/gr)

La potencia de la resistencia:

$$W = R \cdot I^2$$

$$W = \frac{V^2}{R}$$

$$W = \frac{Q}{t}$$

Donde:

W = Potencia de la resistencia (Watts)

R = Resistencia de la parrilla (Ω)

I = Intensidad de corriente (Amp)

V = Voltaje de línea (Volts)

Q = Calor (J)

t = Tiempo que tarda en evaporarse la masa de agua (seg)

Por lo tanto:

$$Q_v = \left(\frac{V^2}{R} \right) t$$

y sí:

$$Q_v = m_v h_v$$

Despejando: $h_v = \frac{Q_v}{m_v}$

TABLAS DE LECTURAS.

TABLA 5.1A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Masa del metal	m_{metal}	gr	
Masa del agua	$m_{\text{H}_2\text{O}}$	gr	
Temperatura inicial del metal	T_{1M}	$^{\circ}\text{C}$	
Temperatura inicial del agua	$T_{1\text{H}_2\text{O}}$	$^{\circ}\text{C}$	
Temperatura final del agua	$T_{f\text{H}_2\text{O}}$	$^{\circ}\text{C}$	
Temperatura de equilibrio del agua	T_{eqm}	$^{\circ}\text{C}$	

TABLA 5.3A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Resistencia de la parrilla	R	Ω	
Voltaje de línea	V_L	V	
Masa de vapor	m_v	gr	
Masa del agua	$m_{\text{H}_2\text{O}}$	gr	
Masa del vapor de agua	$m_{v\text{H}_2\text{O}}$	gr	

MEMORIA DE CALCULOS

El alumno hará un desarrollo *DETALLADO* de acuerdo a lo que se pide en la tabla de resultados:

TABLA DE RESULTADOS

TABLA 5.1B

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDADES		
		KJ/Kg°K	Kcal/Kg°C	BTU/Lb°F
Calor específico del metal	C_{em}			

TABLA 5.2B

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDADES		
		J	Cal	BTU
Equivalente mecánico del calor	W			

TABLA 5.3B

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDADES		
		Cal	J	BTU
Calor de vaporización	Q_v			
		UNIDADES		
		Cal/gr	J/kg	BTU/lb
Entalpía de vaporización	h_v			

CUESTIONARIO NO.5

- 1) Explicar los estados de la materia y sus cambios, investigar que tipo de calor manejan.
- 2) Demostrar mediante la Primera Ley de la termodinámica la relación existente entre los Calores Específicos y la constante particular de los gases.
- 3) ¿Porqué causa más daño una quemadura con vapor de agua que una quemadura con agua hirviendo a la misma temperatura?
- 4) ¿Que significa afirmar que un material tiene una capacidad calorífica grande o pequeña?
- 5) ¿Por qué es incorrecto decir, la materia "contiene" calor?.
- 6) A que temperatura alcanza el agua su máxima densidad.
- 7) ¿Por qué los lagos y estanques se congelan de arriba hacia abajo y no de abajo hacia arriba?
- 8) Investigar tres formas de transmisión de calor
- 9) Determinar el error porcentual, error relativo y error absoluto de está práctica.
- 10) ¿Qué tipos de errores se cometieron al efectuar la practica, y cómo podrías evitarlos?

SERIE No.5

1. Un vaso contiene 150 gr de un refresco (esencialmente agua) a 20.0°C . Se añade un cubo de hielo de 10 gr a 0°C . Si ignoramos la transferencia al vaso y al ambiente. ¿Cuál sería la temperatura final una vez que se alcanza el equilibrio?

Sol. 13.7°C

2. En un día en particular, la temperatura es de 24°C y la humedad relativa es 60%. ¿Cuál es el punto de rocío en ese día?. ¿Será posible que el exterior de un vaso que contiene refresco frío se formen gotas de agua?

Sol. 12.9 g/m^3

3. Una locomotora de potencia 632 C.V. sostiene un tren a velocidad constante y en una vía horizontal por espacio de 5 min; se requiere saber el calor desarrollado, en el supuesto de que toda la energía se transforme en calor.

Sol. 33,400 Kcal.

PRACTICA NO.6

"CONSERVACIÓN DE LA MASA Y LA ENERGÍA"
(PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA)

La ignorancia puede ser curada, pero la estupidez puede ser eterna.

Matt Artson.

PRACTICA NO.6

**“CONSERVACIÓN DE LA MASA
Y LA
ENERGÍA”**
(PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA)

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Qué es un ciclo termodinámico
2. Enuncia la Primera Ley de la Termodinámica
3. Cuales son las variables relacionadas con la 1era. Ley de la termodinámica.
4. Cuál es el principio del Dr. Mayer.
5. Qué es una máquina térmica

PRACTICA NO.6

**“CONSERVACIÓN DE LA MASA
Y LA
ENERGÍA”**
(PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA)

OBJETIVO:

El Alumno:

Aplicará la Primera Ley de la Termodinámica, así como la ecuación de la continuidad en un sistema abierto.

ACTIVIDADES:

Determinar:

- 1) El fluido másico del agua en el sistema de bombeo del laboratorio.
- 2) La potencia de la bomba.

MATERIAL Y/O EQUIPO:

- ▶ 1 Flexómetro
- ▶ 1 Sistema de bombeo instalado en el laboratorio que consta de:
 - Bomba de $\frac{1}{4}$ de HP.
 - Tubería galvanizada de varios diámetros
 - 1 manómetro
 - 1 vacuómetro.
 - 1 recipiente

SUSTANCIAS

- ▶ Agua
- ▶ Mercurio

ASPECTOS TEORICOS:

Termodinámica. - Se ocupa del estudio de las transformaciones del calor en trabajo y viceversa, los medios que se emplean para efectuar dichas transformaciones y aquellas propiedades de las sustancias que guardan relación con la energía.

Sistema Termodinámico. - Es una porción de materia que separamos del resto del universo por medio de un límite o frontera con el propósito de poder estudiarlo.

Pared Diatérmica. - Permite la interacción térmica del sistema con los alrededores.

Pared Adiabática. - No permite interacción térmica con los alrededores.

NOTA: NINGUNA PARED ES 100% ADIABÁTICA, PERO COMO ALGUNOS CUERPOS AL RECIBIR CALOR AUMENTAN SU TEMPERATURA MÁS RÁPIDAMENTE QUE OTROS, POR TANTO SE CONSIDERA QUE UNOS SON DIATÉRMICOS Y OTROS NO.

Proceso Adiabático. - Es aquel que no cede ni recibe calor, por lo que el calor se considera constante.

Proceso No Adiabático. - Es aquel en donde el sistema interactúa con los alrededores. La cantidad de calor intercambiado en este, depende de la sustancia y del proceso que se trate.

Energía Interna. - Es la suma de las energías cinética y potencial de las moléculas individuales que lo constituyen. En forma general, cuan mayor sea la temperatura de un sistema, mayor será su energía interna; como los valores absolutos de esta en las moléculas no se pueden precisar, se determina la variación que sufre la energía mediante:

$$\Delta U = U_f - U_i$$

Donde:

ΔU = Incrementos de energía interna (joules)

U_f = Energía interna final

U_i = Energía interna inicial.

Energía Cinética.- Es la energía debida al movimiento molecular del sistema: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Energía Potencial.- Energía debida a la posición del sistema:
 $E_p = mgh$

Equivalencia Mecánica De Calor.- Joule, comprobó que siempre que se realiza una cierta cantidad de trabajo, se produce una cantidad equivalente de calor, con el cuál establece el principio llamado "Equivalente mecánico de calor" y demuestra que por cada Joule de trabajo se producen 0.24 calorías y que cuando una caloría de energía térmica se convierte en trabajo se obtienen 4.2 Joules; por lo tanto: $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$

Trabajo Termodinámico. :

1) **De Compresión.**- al efectuarse un trabajo de compresión este se transforma íntegramente en calor del sistema, porque comunica al gas una energía adicional que aumenta la energía interna de sus moléculas elevando la temperatura. En la compresión de un gas, el volumen final es menor al inicial, por tanto, el trabajo realizado es negativo y se dice que se efectuó un trabajo de los alrededores sobre el sistema.

$$\Delta U = Q - W$$

2) **De expansión.**- Es producido a la energía interna de las moléculas del gas, por lo que la temperatura del sistema disminuye. Al expandirse el gas el sistema final es mayor al inicial y, por tanto, el trabajo es positivo, por lo tanto el sistema realiza un trabajo sobre los alrededores.

$$\Delta U = Q + W$$

Primera Ley De La Termodinámica. (Ley De La Conservación De La Energía).

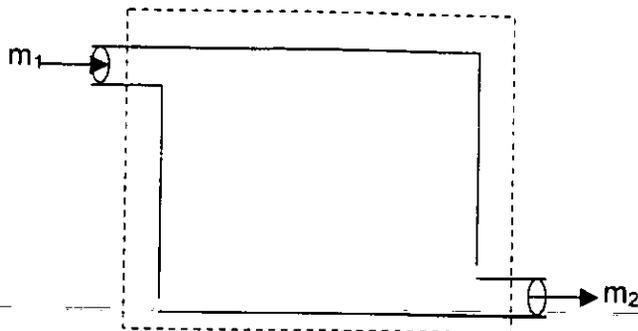
- "La variación de energía interna de un sistema es igual a la energía transferida a los alrededores o por ello en forma de calor y de trabajo, por lo que se establece la ley de la conservación de la energía, que enuncia: "La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma". Matemáticamente, la 1era. Ley de la Termodinámica se expresa para un sistema cerrado como: $\Delta U = Q + W$; considerado el valor de Q positivo cuando se suministra calor al sistema, y negativo si sale de él. W positivo, si el sistema realiza trabajo, y negativo si se efectúa trabajo de los alrededores sobre el sistema.

Dicho de otra forma, la 1era. Ley de la Termodinámica indica que la energía (Calor o trabajo) no se crean ni se destruyen, solo se transforma en otras energías, como lo son: E_c , E_p , U y el W, se expresa como:

$$W + Q = E_c + E_p + U + P_v$$

Trabajo De Flujo. - Se refiere, a que en cierto sentido, al penetrar materia en el volumen, de control, este realiza un trabajo sobre la materia, ya que la empuja hacia la salida, y este es considerado como la energía debido a la combinación de, o bien, esta cantidad de trabajo es igual a PAL , donde: A es el área de la superficie de control a través de la cuál entra el fluido, L= La distancia a lo largo de la cuál debe actuar la fuerza, Pero el producto $AL =$ volumen específico (v_e) del fluido en el punto de entrada, por lo tanto: $W = P v_e$, donde: W es el trabajo de flujo en la carga y descarga.

Ecuación De La Continuidad.- Expresa la conservación de la masa en caso de un sistema abierto, en términos de propiedades fácilmente medibles:



En forma general la ecuación de la continuidad establece:

"Un líquido fluirá con mayor rapidez a través de una sección estrecha del tubo y más lentamente a través de secciones más amplias", esto se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{A_1 V_1}{v_{e1}} = \frac{A_2 V_2}{v_{e2}}$$

Así la expresión para un flujo unidimensional y constante es el tiempo, por lo que la ecuación de la continuidad es:

$$m = \frac{AV}{v_e} = \rho AV$$

Entonces consideramos, que la energía de un fluido permanece constante al circular por un tubo de sección transversal, para este caso, las tres componentes de la energía son: a) La potencia gravitatoria que depende de la altura (h), b) La cinética que depende del cuadrado de la velocidad y c) la que depende de la presión hidrodinámica (p), y cuando aumenta una de las, debe disminuir las otras dos, y viceversa, de tal forma que su suma sea constante en todo el recorrido.

DESARROLLO

ACTIVIDAD I

1. Investigar los diámetros de las tuberías del sistema de bombeo de entrada (A) y salida (B). Anótalas en la Tabla 6.1
2. Poner en funcionamiento la bomba para determinar el volumen de control, es decir, la cantidad de fluido.
3. Medir con el flexómetro la altura vertical del mercurio en la tubería de entrada (A) y salida (B). Anótala en la Tabla 6.1A
4. Aplicando la 1era ley de la termodinámica en el volumen de control, se tiene:

$$Q + W = \Delta E = E_c + E_p + U + Pve$$

El cambio de energía (ΔE) como se mencionó anteriormente involucra la suma de otras energías por lo que la 1era. Ley puede escribirse como:

$$Q + W = \dot{m} H_2 O \left[\frac{1}{2} (V_B^2 - V_A^2) + g(Z_B - Z_A) + (U_B - U_A) + ve(P_B - P_A) \right]$$

Donde:

Q= Flujo de calor (cal)

W= potencia (watts)

m= Flujo de masa (kg./s)

V= Velocidad de flujo (m/s)

g= Aceleración de la gravedad (m/s²)

Z= La altura con respecto al nivel de referencia (m)

U= Energía interna específica (J/s)

P= Presión absoluta (N/m²)

Ve= Volumen específico. (m³/Kg.)

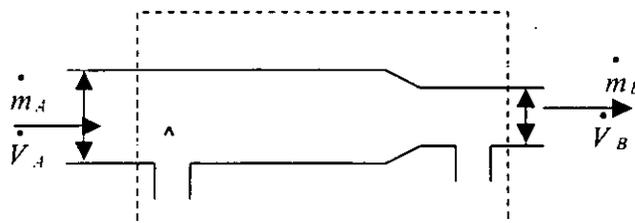


FIG. 4.2 VOLUMEN DE CONTROL (SISTEMA DE BOMBEO)

Analizando los términos involucrados en la ecuación anterior, para el estado específico de los estados A y B (Fig. 4.2), tenemos que:

$Q=0$, esto indica que no hay suministro de calor en el sistema

$W= 0$, significa que no hay ningún trabajo generado por el sistema

$Z_B = Z_A$, Puesto que los puntos A y B se encuentran en el mismo plano

$U_B= U_A$, No existe cambio en la temperatura

Contado con estos resultado, la ecuación se reduce a:

$$0 = m_{H_2O} \left[\frac{1}{2} (V_B^2 - V_A^2) \right] + v_e (P_B - P_A)$$

Desarrollando tenemos:

$$\frac{1}{2} (V_B^2 - V_A^2) + v_e (P_B - P_A) = 0$$

Despejando:

$$V_B^2 - V_A^2 = 2v_e (P_A - P_B)$$

Como $\rho = \frac{1}{v_e}$

$$P_A - P_B = gh_{Hg} (\rho_{Hg} - \rho_a)$$

$$V_B^2 - V_A^2 = 2 \left(\frac{1}{\rho} \right) gh_{Hg} \rho_{Hg} - \rho_a$$

$$V_B^2 - V_A^2 = 2gh_{Hg} \left(\frac{\rho_{Hg} - \rho_a}{\rho_a} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Empleando ahora la ecuación de continuidad

$$\dot{m}_A = \dot{m}_B \quad \dot{m} = \rho AV$$

$$\rho = A_A * V_A = \rho_a * A_B * V_B$$

Se reduce a:

$$A_A * V_A = A_B * V_B$$

Donde: $V_A = \frac{A_B * V_B}{A_A}$,

y el área: $A_A = \frac{\pi(\phi_A)^2}{4}$

$$V_B = \frac{A_A * V_A}{A_B}$$

y el área: $A_B = \frac{\pi(\phi_B)^2}{4}$

Sustituyendo:

$$V_A = \left(\frac{\phi_B^2}{\phi_A^2} \right) V_B \dots\dots\dots(2)$$

$$V_B = \left(\frac{\phi_A^2}{\phi_B^2} \right) V_A \dots\dots\dots(3)$$

Sustituyendo 2 en 1

$$V_B^2 - \left(\frac{\phi_B^2}{\phi_A^2} V_B \right)^2 = \frac{2gh_{HR}(\rho_{HR} - \rho_a)}{\rho_a}$$

Factorizando:

$$V_B^2 \left(1 - \frac{\phi_B^4}{\phi_A^4} \right) = \frac{2gh_{HR}(\rho_{HR} - \rho_a)}{\rho_a}$$

Por lo tanto:

$$V_B = \sqrt{\frac{2gh_{HR}(\rho_{HR} - \rho_a)}{\left[1 - \left(\frac{\phi_B}{\phi_A} \right)^4 \right] \rho_a}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Sustituyendo 3 en 1:

$$\left(\frac{\phi_A^2}{\phi_B^2} V_A \right)^2 - V_A^2 = \frac{2gh_{HR}(\rho_{HR} - \rho_a)}{\rho_a}$$

Factorizando:

$$V_A^2 \left(\frac{\phi_A^2}{\phi_B^2} - 1 \right)^2 = \frac{2gh_{HG}(\rho_{HG} - \rho_a)}{\rho_a}$$

Por lo tanto:

$$V_A = \frac{\sqrt{2gh_{HG}(\rho_{HG} - \rho_a)}}{\sqrt{\left[\left(\frac{\phi_A}{\phi_B} \right)^2 - 1 \right] \rho_a}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

NOTA: EL ALUMNO HARÁ SU ANÁLISIS DIMENSIONAL PARA VERIFICAR SI ES CORRECTA LA FÓRMULA.

Finalmente el flujo másico será:

$$m_A = \rho_a V_A A_A \quad \text{Y} \quad m_B = \rho_a V_B A_B$$

Donde:

m_A = Flujo másico en el punto A (kg./s)

m_B = Flujo másico en el punto B (kg./s)

ρ_a = Densidad del agua (Kg/m³)

V_A = Velocidad del flujo en el punto A (m/s)

V_B = Velocidad del flujo en el punto B (m/s)

A_A = Área transversal del tubo en el punto A (m²)

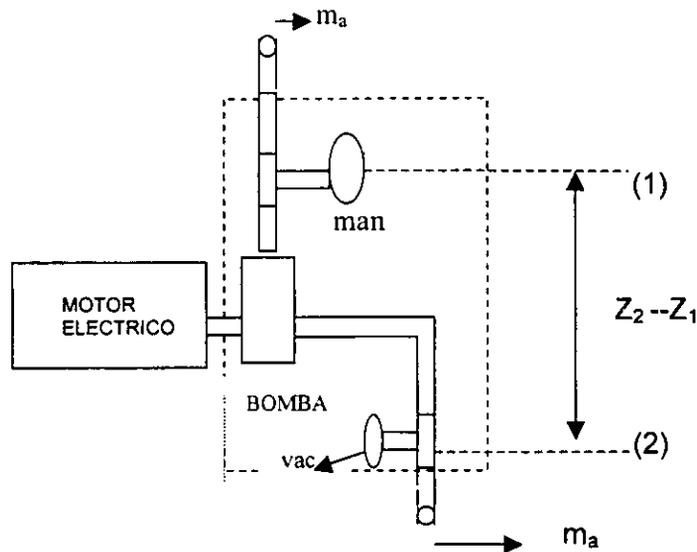
A_B = Área transversal del tubo en el punto B (m²)

Los valores de ϕ_A , ϕ_B , y h_{HG} se colocaron en la Tabla 6.2A

ACTIVIDAD II.- POTENCIA DE LA BOMBA

1. Con el volumen de control elegido, medir la presión en el manómetro y en el vacuómetro. Anotar el valor en la Tabla 6.2A
2. Apagar el sistema

3. Determinar el diámetro de succión y descarga de la bomba. Anotar el valor en la Tabla 6.2A
4. Mediante el siguiente desarrollo matemático, determinar la potencia de la bomba. Anotar el resultado en la Tabla 6.3B



NOTA: EL FLUJO VOLUMEN DE CONTROL

La ecuación para el sistema queda:

$$\dot{W} = \dot{m} a \left[\frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) + g(Z_2 - Z_1) + ve(\rho_2 - \rho_1) \right]$$

EL FLUJO MÁSICO DEL AGUA (\dot{m}_a) SE DETERMINÓ ANTERIORMENTE

Las velocidades de flujo se determinarán de la ecuación de continuidad:

$$m = V_a \rho$$

$$V = \frac{m}{A \rho}$$

$$V_1 = \frac{m}{A_1 \rho}$$

$$V_2 = \frac{\dot{m}}{A_2 \rho}$$

Donde:

V_1 = Velocidad del fluido a la succión (m/s)

V_2 = Velocidad del fluido a la descarga (m/s)

A_1 = Área transversal del tubo en la succión (m²)

A_2 = Área transversal del tubo en la descarga (m²)

\dot{m} = Flujo másico del agua (Kg/s)

Las presiones se determinan de la siguiente forma:

$$P_2 = P_{atm} + P_{man}$$

$$P_1 = P_{atm} \pm P_{vac}$$

$$P_2 - P_1 = (P_{atm} + P_{man}) - (P_{atm} - P_{vac})$$

$$P_2 - P_1 = P_{atm} + P_{man} - P_{atm} - P_{vac}$$

$$P_2 - P_1 = P_{man} - P_{vac}$$

Entonces la potencia nos queda:

$$\dot{W} = \dot{m} a \left[\frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) + g(Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 + P_1}{\rho_a} \right]$$

Donde:

\dot{W} = Potencia desarrollada por la bomba (W)

\dot{m}_a = Flujo másico del agua (determinado anteriormente) (kg/s)

V_1 = Velocidad del fluido en la succión (m/s)

V_2 = Velocidad del fluido en la descarga (m/s)

g = gravedad local(m/s²)

$Z_2 - Z_1$ = Altura del vacuometro hasta el manómetro

P_{man} = Presión leída en el manómetro (N/m²)

P_{vac} = Presión leída en el vacuómetro (N/m²)

ρ_a = Densidad del agua (Kg./m³)

TABLA DE LECTURAS

TABLA 6.1A

CONCEPTO	SIMBOLO	LECTURA (m)
Diámetro inicial del sistema	ϕ_A	
Diámetro final del sistema	ϕ_B	
Altura de la columna de mercurio	(h_{Hg})	

TABLA 6.2A

CONCEPTO	SIMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Diámetro en la succión de la bomba	ϕ_1	m	
Diámetro en la descarga de la bomba	ϕ_2	m	
Lectura en el manómetro	P_{man}	Kg./cm ²	
Lectura en el vacuómetro	P_{vac}	cmHg	
Diferencia de alturas	$Z_2 - Z_1$	cm	
Presión atmosférica	P_{atm}	cmHg	

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA 6.1B

CONCEPTO	VELOCIDAD DE FLUJO			AREA			FLUJO MASICO			
	m/s	cm/s	in/s	m ²	cm ²	in ²	m ³ /s	Cm ³ /s	Lt/s	Kg/s
PUNTO A										
PUNTO B										

TABLA 6.2B

CONCEPTO	AREA			VELOCIDAD DE FLUJO			PRESION ABSOLUTA		
	m ²	cm ²	in ²	m/s	cm/s	in/s	N/m ²	Bar	Torr
PUNTO 1									
PUNTO 2									

TABLA 6.2B

CONCEPTO	UNIDADES					
	W	KW	KCal/hr	HP	CV	BTU/hr
POTENCIA DESARROLLADA DE LA BOMBA (\dot{W})						

CUESTIONARIO No. 6

1. Considera que el equipo que se utilizo en la practica fue el apropiado. ¿Porqué?
2. ¿Cuál fue el desarrollo de Bernoulli para determinar la Potencia de una Bomba?
3. Explicar en que consiste las perdidas primarias y secundaria
4. Identificar las perdidas primarias y secundarias en el desarrollo de la practica.
5. Efectuar un análisis técnico y económico para seleccionar una bomba investigando, marcas, etc. Para sustituir la bomba del laboratorio. Traer al menos tres opciones diferentes escribiendo ventajas y desventajas de sus elecciones
6. Es posible que un sistema realice 100J de trabajo mientras se le suministra 80J de calor
7. Es posible que un sistema disipe 100J de calor sin disminuir su temperatura.
8. Definir y ejemplificar un sistema abierto y un sistema cerrado
9. Afecta la diferencia del flujo másico en un sistema de bombeo. Explica
10. Demostrar analíticamente la ecuación de la continuidad

SERIE No.6

1. ¿Cuál es la eficiencia de una máquina de Carnot que funciona entre una región caliente a 360°C y una región fría a -125°C ?

Sol. 0.766

2. Un gas ideal contenido en un tanque originalmente tiene un volumen de 16cm^3 una presión de 100Kpa y una temperatura de 40°C . Se comprime en forma isotérmica a 8cm^3 ¿Cuál será su nueva temperatura y presión?

Sol. 40°C y 200Kpa .

3. Un kilogramo de agua a 29°C se mezcla con un kilogramo de agua a 31°C . Estimar el cambio de entropía del sistema. ¿ Se incremento o disminuyó la entropía?

Sol. $13.83\text{ J}/^{\circ}\text{K}$ y $13.79\text{ J}/^{\circ}\text{K}$

PRACTICA No.7

PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA

- Una velada en la que todos los presentes estén absolutamente de acuerdo es una velada perdida.

ALBERT EINSTEIN

PRACTICA No.7

PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. ¿Qué es una sustancia de trabajo?. Indica cuatro tipos.
2. ¿Qué es un estado termodinámico?
3. Explicar cuales son las fases de una sustancia de trabajo.
4. Cuál es el vapor saturado y el vapor sobrecalentado.
5. A que se le denomina calidad de vapor.

PRACTICA No.7

PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA

OBJETIVO:

El Alumno

Determinará las propiedades termodinámicas de una sustancia a partir de un calorímetro de estrangulamiento.

ACTIVIDADES:

1. Determinar la presión absoluta en la caldera y en el calorímetro.
2. Calcular las propiedades termodinámicas en el calorímetro.
3. Obtener la calidad de vapor en la caldera.
4. Calcular las propiedades termodinámicas del vapor de agua en la caldera.

EQUIPO Y MATERIAL:

- ▶ Planta de vapor marca "GILKENS"
- ▶ Termómetro de 0 a 200 °C

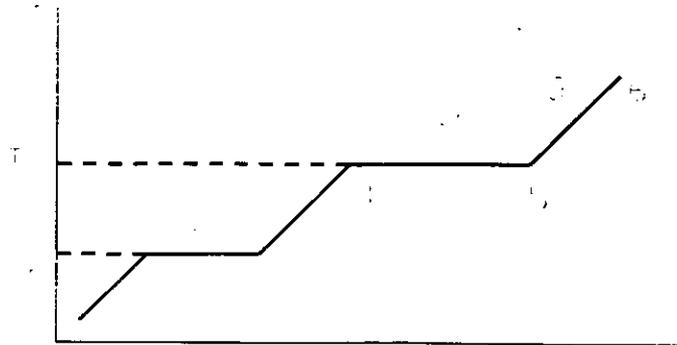
SUSTANCIAS:

- ▶ **AGUA**

ASPECTOS TEORICOS:

Diagramas De Fase. -Es un diagrama que muestra el comportamiento de una sustancia simple compresible.

Por ejemplo, la siguiente figura muestra el calentamiento de una sustancia a presión constante, donde la sustancia original esta en su fase sólida, es decir, en su estado 1.



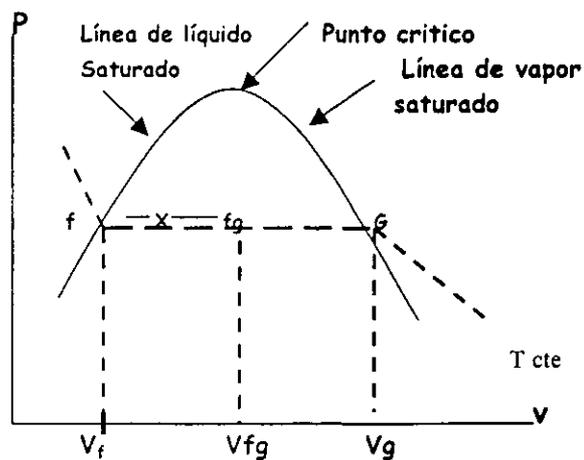
Cuando al sólido se le suministrar energía se calienta y consecuentemente aumenta su temperatura y volumen específico, esto ocurrirá mientras se siga suministrando energía, hasta que la sustancia alcance la temperatura de fusión (T_f) correspondiente a la presión a la que se realiza el experimento, hasta el punto donde la temperatura ya no aumenta, es decir, permanece constante, caso contrario a lo que le sucede al volumen específico, es decir, continua aumentando, esto se debe a que cuando la sustancia alcanza la temperatura de fusión (T_f) empieza a cambiar de fase, de sólido a líquido (fusión), y mientras el cambio de fase no concluya la temperatura permanece constante ($T_2=T_3$).

El punto 2, donde empieza el sólido a cambiar de fase se conoce como "sólido saturado", y el punto 3 como "líquido saturado". Si se continua suministrando energía a la sustancia en el punto 3, donde ya toda la sustancia es líquido, volverá a incrementarse su temperatura y su volumen específico hasta alcanzar la temperatura de ebullición o de vaporización (T_v). Al alcanzar dicha temperatura, la sustancia vuelve a cambiar de fase, de líquido a gas o vapor, y durante todo el cambio de fase la temperatura del vapor permanece constante, es decir, $T_4=T_5=T_v$.

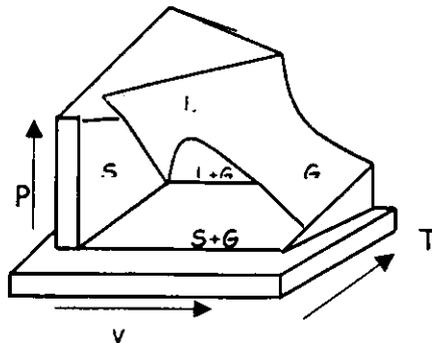
Al líquido en el punto 4 también se le llama "líquido saturado", la diferencia entre los puntos 3 y 4, es que se encuentra uno saturado con respecto al sólido y el otro con respecto al vapor, además $T_4 > T_3$, eso es porque siempre $T_v > T_f$.

Al vapor en el punto 5 se le llama "vapor saturado", si se le suministra más energía, su temperatura sigue incrementándose al igual que su volumen específico. Si la sustancia se encuentra a una temperatura mayor que la de vaporización, correspondiente a la presión existente, se dice que la sustancia se encuentra como "Vapor sobrecalentado".

Diagrama Presión - Volumen del Domo de Vapor. - Este diagrama es muy utilizado para el análisis de cambio de fase de líquido a vapor y viceversa. Se acostumbra a utilizar los subíndices "f" y "g" para señalar los estado de saturación del líquido y vapor respectivamente. Por ejemplo a la temperatura T, marcada en el diagrama, el líquido saturado tendrá un volumen específico v_f y el vapor saturado un volumen específico v_g . Para señalar la diferencia de una misma propiedad entre el vapor y el líquido saturado se utiliza el subíndice "fg".



Cuando se conjuntan los diagramas T-v, T-P y P-v en uno sólo, se obtiene un diagrama tridimensional conocido como "superficie P-v-T" de la sustancia en cuestión.



Los valores de P, v, T, u y h y otras propiedades se determinan mediante el uso de ecuaciones de estado, y la experimentación, estos valores se han tabulado y graficado en las "tablas y Graficas Termodinámicas". Estas facilitan el análisis y resolución de muchos problemas de Termodinámica.

Son de particular interés las tablas de vapor saturado y sobrecalentado, así como los diagramas que comprenden los domos de vapor. Esto se debe a que el vapor de algunas sustancias, como el agua, el freón y el mercurio, son muy utilizadas como sustancias de trabajo en muchos dispositivos y máquinas térmicas.

VAPOR. - Es el gas que resulta de la vaporización de un líquido o de la sublimación de un sólido.

La aplicación de calor a un líquido sujeto presión, da lugar a un cambio de estado físico, es decir, el líquido se convierte en vapor. Si se continua aplicando calor hasta la que la ultima partícula del líquido se haya evaporado, resulta vapor saturado y seco.

El vapor puede adquirir tres formas:

- a) **Vapor Saturado.** - Se obtiene cuando la presión del vapor depende únicamente de la temperatura, y en condiciones especiales, el vapor se puede encontrar en equilibrio con la fase líquida.
- b) **Vapor Seco.** - Se obtiene cuando la fase líquida ha desaparecido totalmente. Esto se logra cuando incrementamos la temperatura al vapor saturado, sin que este llegue a alcanzar la temperatura crítica.
- c) **Vapor Recalentado.** - Es el vapor de agua empleado como fuerza electromotriz, este se obtiene, al calentar el vapor seco, siempre por debajo de la temperatura crítica.

Vaporización. - Es el proceso para convertir el agua en vapor, dentro del recipiente cerrado llamado caldera. Para obtener una buena vaporización es necesario la circulación del agua. El agua debe circular, porque si permanece estable rápidamente alcanzaría su estado esferoidal y el metal de la caldera que constituye la superficie de calefacción, se quemaría debido a la intensidad del calor que esta soportando sin refrigeración.

"*El estado esferoidal*" es la condición física que adquiere el agua, cuando al estar en contacto con un metal a grandes temperaturas, se transforma en numerosas gotas esféricas.

Calidad Del Vapor. - Representa la cantidad de vapor que se encuentra en la mezcla saturada; es decir, la razón de la masa de vapor a la masa de la mezcla:

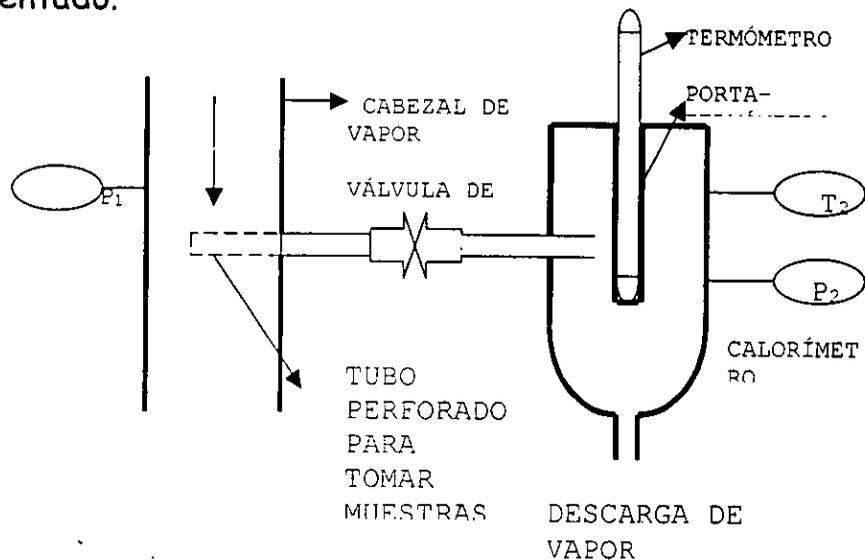
$$X = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{mezcla}}}$$

Humedad Del Vapor. - Es el porcentaje de agua contenida en un vapor saturado y húmedo.

Combustión. - Es la oxidación rápida del carbono contenido en un combustible con él oxígeno del aire. Los productos de la combustión son: Calor, Luz y Gases quemados.

Calorímetros. - Son los aparatos que miden experimentalmente la calidad de los vapores húmedos.

Calorímetro De Estrangulación. - Un calorímetro de estrangulación para vapor es un instrumento utilizado para determinar la calidad del vapor húmedo que fluye por un cabezal. Su funcionamiento se basa en el hecho de que cuando el vapor húmedo se estrangula suficientemente, se forma vapor sobrecalentado.



DESARROLLO:

1. Revisa que haya suministro de H_2O .
2. Asegúrate que el nivel de agua en la caldera sea el adecuado, verificando en el indicador de nivel que sea su máximo permisible.
3. Checa que el equipo se encuentre conectado a la toma de corriente.

4. Abre muy poco el sistema de agua de enfriamiento.

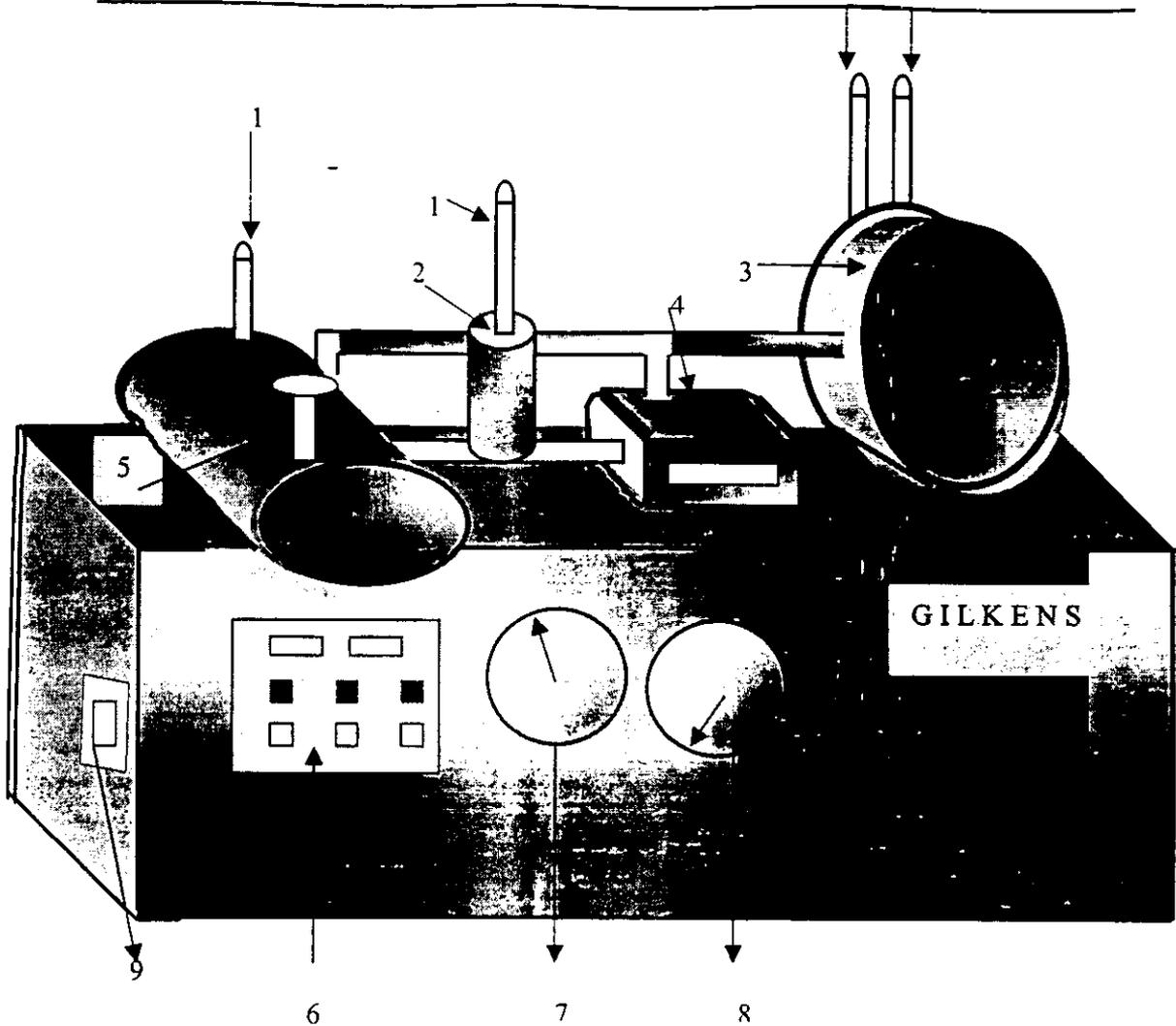
NOTA: VIGILA DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRACTICA QUE NO FALTE EL SUMINISTRO DE AGUA.

5. Acciona los interruptores de las resistencias eléctricas, estos se encuentran en el panel del equipo.
6. Espera a que la temperatura y la presión empiecen a incrementarse, cuando esto suceda, abrir la válvula de control de flujo de vapor para purgar el aire que se encuentra dentro de la caldera.
7. Cerrar la válvula de control del flujo de vapor y esperar a que la presión en el manómetro se incremente hasta 300 KN/m^2 . Anota las lecturas de la presión y la temperatura en la caldera y del calorímetro en la tabla 7.1A

NOTA: LA PRESIÓN EN LA CALDERA SE CONTROLA INCREMENTANDO O DISMINUYENDO LA ENERGÍA SUMINISTRADA, POR LO QUE SI LA PRESIÓN EXCEDE A MÁS DE 300 KN/M^2 , DESACTIVA UNA DE LAS RESISTENCIAS, CUANDO LA PRESIÓN EMPIECE A DISMINUIR, ACTIVA NUEVAMENTE LA RESISTENCIA.

Una vez tomadas las lecturas:

8. Apaga las resistencias
9. Abre las válvulas de control de la caldera y el calorímetro para que el vapor escape.
10. Una vez que ya no salga vapor, cerrar la válvula de enfriamiento.
11. Desconecta el equipo del suministro eléctrico.
12. Medir la presión atmosférica en el barómetro del laboratorio.



1. TERMÓMETROS
2. CALORÍMETRO DE ESTRANGULAMIENTO
3. CONDENSADOR
4. MOTOR DE VAPOR
5. VÁLVULA REGULADORA
6. CONTROLADOR DE RESISTENCIAS
7. MANÓMETRO DE LA CALDERA
8. MANÓMETRO DEL MOTOR
9. SWICHT

ACTIVIDAD I: PRESIÓN ABSOLUTA DEL SISTEMA

Con el dato obtenido de la presión atmosférica del laboratorio, calcula la presión absoluta en Bar, en la caldera. Anotar su valor en la tabla 7.1A

$$P_{abs-cald} = P_{atm} + P_{man}$$

ACTIVIDAD II: PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR SOBRECALENTADO.

Realizando el estudio en el calorímetro de estrangulamiento y aplicando la Primera Ley de la Termodinámica, se concluye que el proceso interno que se lleva a cabo en el calorímetro, es Isoentálpico, es decir que: $h_1 = h_2$

Aplicando la Primera Ley de la Termodinámica.

$$Q + W = \Delta E$$

$$Q + W = \Delta E_p + \Delta E_U + \Delta E_c + W_f$$

Haciendo el análisis correspondiente, se concluye que:

$Q = 0$, debido a que no se suministra calor al sistema

$W = 0$, ya que el sistema no entrega trabajo

$\Delta E_p = 0$, ya que tanto en la caldera como en el calorímetro se encuentran prácticamente a la misma temperatura y presión.

$\Delta E_c = 0$, debido a que no hay variación de la velocidad del fluido a la entrada y a la salida del mismo.

Por lo tanto

$$\Delta E_U + W_f = 0$$

Donde:

ΔEU = Los incrementos de energía interna (Joules, ergios)
 W_f = Trabajo de flujo (Joules, ergios)

Aplicada a la entrada y salida del calorímetro:

$$U_2 - U_1 = 0$$

y la energía térmica específica:

$$u_2 - u_1 = 0$$

Empleando la definición de entalpía, tenemos:

$$h = Pv + u$$

$$u_2 = h_2 - Pv$$

$$u_1 = h_1 - Pv$$

Por lo tanto:

$$(h_2 - Pv) - (h_1 - pv) = 0$$

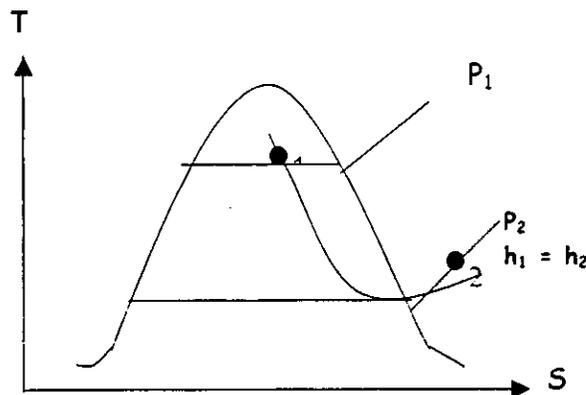
$$h_2 - Pv - h_1 + pv = 0$$

Esto implica que el proceso si es Isoentálpico, es decir:

$$h_2 - h_1 = 0$$

O Bien: $h_2 = h_1$

Esto queda representado en un diagrama T - S como:



Lo cuál indica que en el punto 2 el vapor se encuentra sobrecalentado y la entalpía se puede determinar en tablas de

vapor sobrecalentado con la Presión atmosférica (P_2) y la Temperatura en el calorímetro (T_2).

Determinar con la P_2 y T_2 : La entropía (s), entalpía (h), (el volumen específico (v) y la energía interna (u).

ACTIVIDAD III: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE VAPOR EN LA CALDERA

Para determinar la calidad de vapor en la caldera, consideremos:

$$h_i = h_{L1} + X_i(h_G - h_L)$$

Despejando:

$$X_i = \frac{h_i - h_{L1}}{(h_G - h_L)_i}$$

Consideramos: $h_1 = h_2$

$\left. \begin{array}{l} h_{L1} \\ h_G \text{ y } h_L \end{array} \right\}$ Se determinan de tablas de vapor saturado con la P_1

ACTIVIDAD IV: OBTENCIÓN DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS EN LA CALDERA

$$h_i = h_{L1} + X_i(h_G - h_L)_i$$

$$v_i = v_{L1} + X_i(v_G - v_L)_i$$

$$S_i = S_{L1} + X_i(s_L - s_G)$$

$$u = h_i - P_i u_i$$

Donde la calidad del vapor se determino en la actividad No. III y las otras variables se obtienen de tablas de vapor saturado con la P_1 . Anotar los datos obtenidos en la tabla 7.3B

Con los datos de la tabla 7.3A. calcular: h, v, s, u ; anotar los resultados en la tabla 7.4B

TABLAS DE LECTURAS

TABLA 7.1A

CONCEPTO	CALDERA		CALORÍMETRO		ATMÓSFERA
	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Presión mmHg
LECTURA					

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA 7.1B

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	PRESIÓN ABSOLUTA
CALDERA	P_{cald}	BAR	

TABLA 7.2B

	h_2	v_2	s_2	u_2
CONCEPTO	KJ/kg	M ³ /kg	KJ/Kg°C	KJ/kg
CALORÍMETRO				

TABLA 7.3B

	v_{L1}	v_{G1}	v_{fg}	h_L	h_{fg}	s_{L1}	s_{fg}	X_1
CONCEPTO	M ³ /kg	m ³ /kg	m ³ /kg	KJ/kg	KJ/kg	KJ/Kg°K	KJ/Kg°K	%
CALDERA								

TABLA 7.4B

	s_1	v_1	u_1
CONCEPTO	KJ/Kg°k	m ³ /kg	KJ/Kg
CALDERA			

CUESTIONARIO No.7

- 1) Cuales son los problemas que se pueden presentar en la operación de una caldera.
- 2) ¿Qué precauciones deben tomarse al encender una caldera?
- 3) ¿Cómo se mide la presión absoluta en una caldera?
- 4) ¿Que relación existe entre la variación del peso del agua con el aumento de temperatura en una caldera para su buen funcionamiento?
- 5) Qué sucede cuando la vaporización del agua tiene lugar en un recipiente cerrado y se le aumenta su temperatura?
- 6) ¿A qué se debe la circulación térmica del agua? De un ejemplo.
- 7) En cuantas formas se transmite el calor en una caldera.
- 8) ¿Cómo pueden clasificarse las calderas?
- 9) ¿Cuáles son las bombas que se usan para alimentar de agua calderas y generadores de vapor. Cual es el tipo más usado.
- 10) Que es una máquina de vapor.

SERIE No. 7

1. Por debajo de su punto de ebullición la variación de la presión de vapor del benceno viene dada por:
- $\text{Log } P(\text{mm Hg}) = 7,2621 - 1402,46/T - 51387,5/T^2$
a partir de la cual se ha encontrado para el punto de ebullición del benceno el valor de $80,2 \text{ }^\circ\text{C}$. El volumen específico del vapor en su punto de ebullición a una atm es $356 \text{ cm}^3/\text{g}$ y el del líquido $1,2 \text{ cm}^3/\text{g}$. Calcular el calor de vaporización a esa temperatura.
2. Inicialmente se tiene vapor de agua en una ampolla de volumen de 1 lt. a una Temperatura $50 \text{ }^\circ\text{C}$ y a una Presión de $0,7 \text{ atm}$. Calcular la Presión del sistema cuando la Temperatura baja a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ y $80 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Se tiene agua en forma de vapor, sólido, líquido en equilibrio a cierta T. Si se aumenta la T qué composición tendrá el nuevo estado.

PRACTICA No.8

GASES IDEALES

- Lo peor es educar por métodos basados en el temor, la fuerza, la autoridad, porque se destruye la sinceridad y la confianza, y solo se consigue una falsa sumisión.

ALBERT EINSTEIN

PRACTICA No.8
GASES IDEALES

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Cuáles Son las variables que relacionan a un gas perfecto.
- 2.Cuál es el índice politrópico del aire
3. Explicar en que consiste y como funciona un compresor de aire
4. Explicar en que consisten los procesos isobáricos, isocóricos, isotérmicos y politrópicos.
5. Elaborar los procesos anteriores en un diagrama de P-V y T-s

PRACTICA No.8
GASES IDEALES

OBJETIVO

El alumno:

Comprobará las leyes de Boyle Mariotte, Charles y Gay Lussac.

ACTIVIDADES:

- 1) Comprobar la Ley de Charles y Gay-Lussac para el aire en un proceso isobárico
- 2) Comprobar la Ley de Boyle Mariotte para el aire en un proceso isotérmico.
- 3) Determinar el índice politrópico del aire.

MATERIAL Y EQUIPO:

- 1 Soporte universal
- 1 Parrilla eléctrica
- 2 Matraz Erlen Meyer de 250 ml
- 1 Jeringa graduada de 0 a 100 ml
- 1 Termómetro de 0° a 150° C.
- 1 Aparato de Boyle con tubo de vidrio de $\phi_{int} = 0.5\text{cm}$
- 1 Flexómetro
- 1 Tramo de manguera látex
- 1 Probeta de 500ml

ASPECTOS TEÓRICOS

Gas Ideal.- Es un gas hipotético que permite hacer consideraciones practicas. Se le supone conteniendo un numero pequeño de moléculas, por tanto, su densidad es baja y su atracción intermolecular nula. Debido a esto, en un gas ideal el volumen ocupado por sus moléculas es mínimo en comparación con

el volumen total, por este motivo no existe atracción entre sus moléculas.

Si un gas se encuentra a presiones bajas y altas temperaturas, sus moléculas se encuentran muy separadas entre sí y bajo estas condiciones, la ecuación de estado que describe el comportamiento del gas se puede aproximar a:

$$Pv = RT$$

Si el comportamiento de un cierto gas responde al modelo planteado se dice que el gas se comporta como "gas Ideal", o "Perfecto".

Donde:

P= Presión absoluta

T= Temperatura absoluta

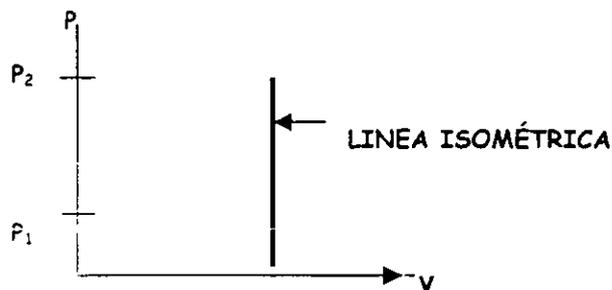
v= Volumen específico

R= constante particular del gas (Nm/Kg°K) o (J/Kg°K)

Se dice que un gas se comporta como gas si cumple las leyes de Charles, Boyle-Mariotte, Joule y Avogadro.

Leyes De Charles Y Gay Lussac (Volumen Constante).- "Si un gas se somete a un proceso isométrico, su presión varía directamente proporcional con su temperatura", es decir, si la presión aumenta también lo hará la temperatura, esto implica que para un gas ideal, si el volumen permanece constante dos de sus estados se pueden relacionar por:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



$W=0$, por lo tanto, aplicando la primera ley de la termodinámica:

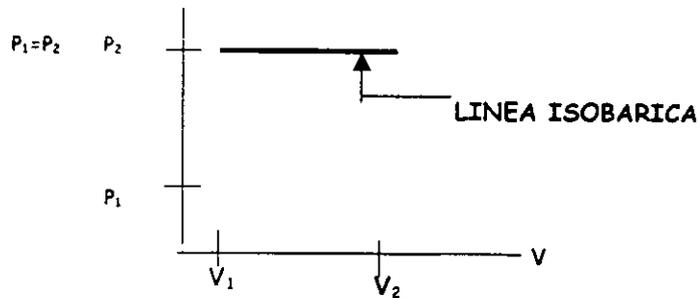
$$Q = mC_v(T_2 - T_1)$$

donde C_v = calor específico a volumen constante

Ley De Charles Y Gay Lussac (Presión Constante). - "Cuando se realiza con un gas un proceso isobárico, el volumen del gas varía directamente proporcional con su temperatura".

En un proceso isobárico con un gas ideal se puede relacionar dos estados:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \text{ siendo } \frac{V}{T} = \text{constante}$$

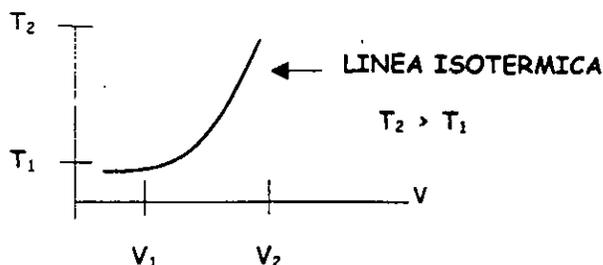


Ley De Boyle- Mariotte. (Temperatura Constante). -Durante un proceso isotérmico con un gas, el volumen varía inversamente proporcional con la presión"; es decir, cuando la temperatura permanece constante, al aumentar la presión disminuye el volumen y viceversa; el proceso isotérmico se relaciona:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2;$$

Por lo tanto:

$$PV = \text{constante}$$



Para temperaturas más altas, la curva se aleja del origen.

$$Q = -W$$

Ley De Joule. - "Es un gas ideal, la energía interna sólo es función de la temperatura y varía directamente proporcional con esta".

$$U = U(T)$$

Ley De Avogadro. - "Dos gases diferentes que ocupen volúmenes igual a la misma presión y temperatura contienen el mismo numero de moles". Esto es:

$$P_1 = P_2$$

$$T_1 = T_2$$

$$V_1 = V_2$$

Donde 1 y 2 representan dos gases diferentes, entonces $n_1 = n_2$, siendo "n" el número de moles dado en Kgmol, por lo tanto:

$$n = \frac{m}{\bar{M}}$$

Donde:

m = masa (Kg.)

\bar{M} = Peso molecular (Kg./Kgmol).

Por tanto la ecuación de estado se puede escribir también como:

$$pV = nRT$$

$$pV = mRT$$

$$pv = RT$$

$$Pv^n = \text{constante}$$

Donde:

n = cantidad de gas (moles)

m = masa (Kg.)

R = constante de gas especifico o simplemente la constante particular del gas

\bar{R} = Constante universal de los gases, en relación con el peso molecular.(M)

m = masa molar del gas

Proceso Politrópico Reversible De Un Gas Ideal. - En un proceso cuasiestático, es decir, internamente reversibles, un diagrama Pv puede representarse mediante la siguiente expresión:

$$Pv^n = \text{constante}$$

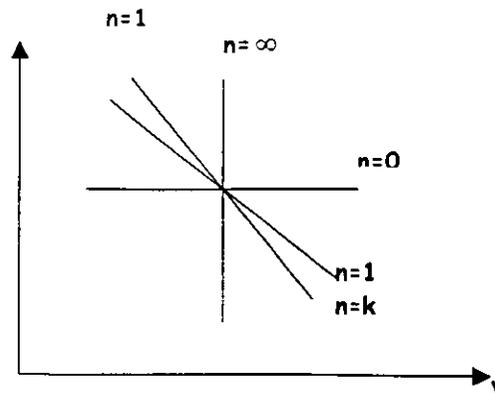
Donde: "n", puede tomar diferentes valores, dependiendo del proceso de que se trate, es decir:

$n=0$, si el proceso es a presión constante

$n=\infty$, en un proceso a volumen constante

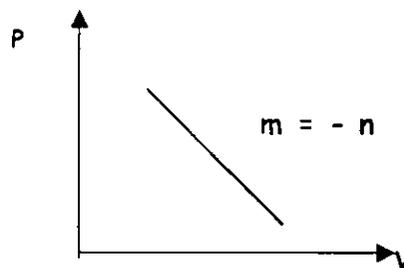
$n=1$, en un proceso isotérmico de un gas ideal

$n=k$, para un proceso isentrópico de un gas ideal cuyos calores específicos son constantes



Cuando un gas se somete a un proceso reversible en el que hay transmisión de calor, el proceso frecuentemente tiene lugar de tal manera que una gráfica de $\log P$ vs. $\log V$ es una línea recta; para tales procesos $PV^n = \text{constante}$.

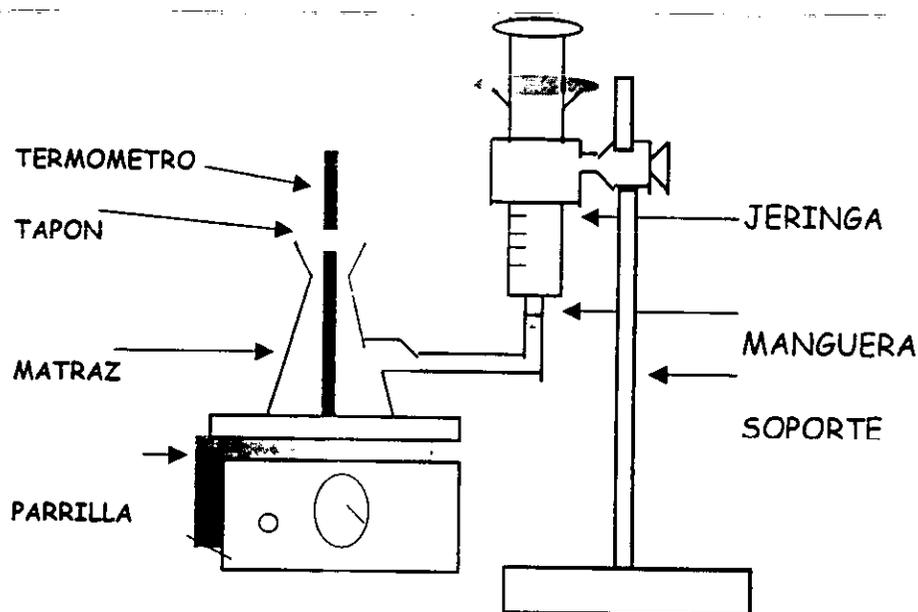
Este se llama proceso politrópico. Un ejemplo es la expansión de los gases de combustión en el cilindro de un motor de combustión interna enfriado con agua. Si la presión y el volumen durante un proceso politrópico se miden durante la carrera de expansión, y si estas variables se graficarán, obtendríamos:



DESARROLLO:

ACTIVIDAD I

1. Revisar que la manguera flexible y el tapón de hule se encuentren en buen estado para evitar fugas.
2. Cerciórese que el émbolo de la jeringa se encuentre en la parte inferior.
3. Armar el equipo como se muestra en la siguiente figura.



4. Conectar la parrilla al suministro eléctrico y dejar que se caliente el aire contenido en el matraz después de un tiempo el émbolo empezará a desplazarse.
5. Cuando el émbolo empiece a desplazarse, tomar los valores del incremento de volumen: cada que avance 10ml. o cada 1cm^3 , así como también su temperatura correspondiente. Anotar las lecturas en la tabla 8.1 A. Los valores de la tabla 8.1A deben manejarse en temperaturas absolutas, de acuerdo con la Ley de Charles y Gay Lussac. Los volúmenes totales se obtienen de la siguiente manera:

$$T_{abs} (^{\circ}K) = t^{\circ}C + 273^{\circ}$$

$$V = V_i + V_D$$

Donde:

V_i = Volumen inicial

V_D = Volumen desplazado por el émbolo (ml o cm^3)

V = Volumen total (m)

T'' = Temperatura del aire en $^{\circ}\text{C}$

T = Temperatura absoluta $^{\circ}\text{K}$

La constante es igual a:

$$C = \frac{V}{T}$$

Por tanto debe cumplirse, que no tenga variación para cualquier estado del gas, es decir:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n}$$

Lo cuál indica que si la Ley se cumple en el experimento los valores de C tienen que ser prácticamente iguales

Estos valores los podemos representar en una gráfica de V vs. T , obteniendo con ello una línea recta.

6) Obtener el volumen inicial, introduciendo agua en un matraz, procurando que la manguera se llene de agua completamente, cuando esto suceda, vaciar el agua en la probeta para medir el volumen inicial. Anotar el valor en la tabla 8.2A.

NOTA: El alumno deberá realizar esta gráfica en papel milimétrico y anexarlo a su reporte.

ACTIVIDAD II: APARATO DE BOYLE

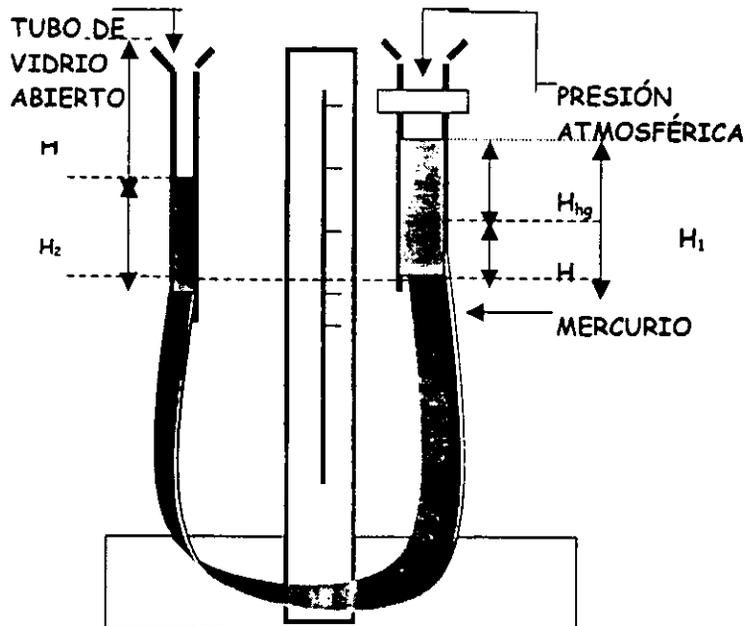
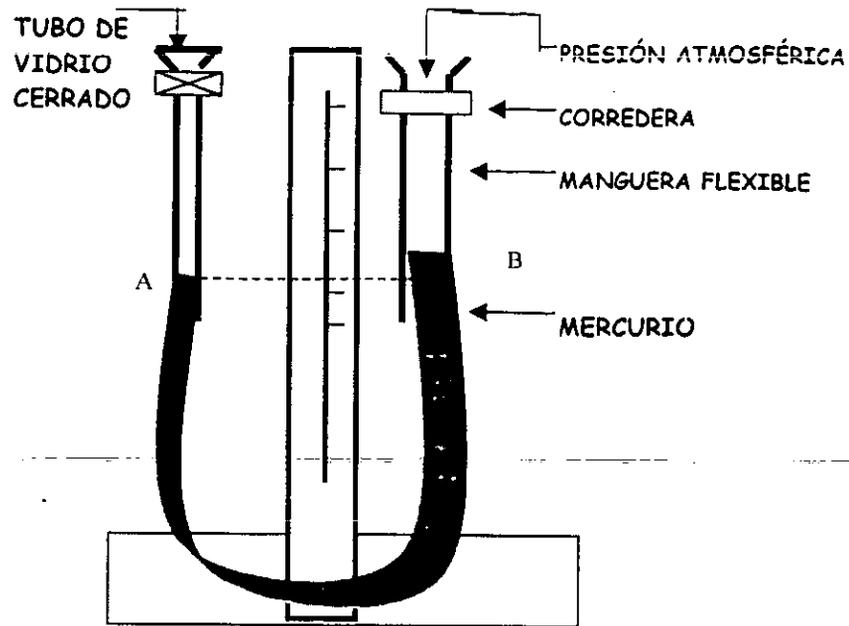


FIGURA 8.2 APARATO DE BOYLE

1. Determinar La presión barométrica. Anotarla en la tabla 8.2A
2. Manipular el bulbo móvil del aparato de Boyle hasta que este se encuentre en la parte inferior de la escala.

3. Abrir las pinzas de control de cierre hasta que queden equilibrados los puntos A y C, es decir, que se encuentren en el mismo nivel. Cuando suceda cerrar las pinzas.
4. Subir lentamente el bulbo móvil hasta una determinada altura, y espere a que el mercurio se estabilice.
5. Medir las alturas H y h. Anotar su valor en la tabla 8.3A.
6. Repetir los pasos 3 y 4, cinco veces. Anotar las alturas en la tabla 8.3A

Si las compresiones se realizan lentamente y las medidas se toman una vez estabilizado el mercurio, podemos decir que dichas compresiones se realizan isotérmicamente.

De la Ley de Boyle Mariotte, tenemos:

$$P = \frac{I}{V} \quad P = \frac{C}{V} \quad C = PV$$

La comprobación de esta Ley se hace de la manera siguiente:

El volumen del aire en el aparato de Boyle:

$$V = \left(\frac{\pi \phi^2}{4} \right) h$$

Donde:

V= Volumen del aire (m³)

φ= Diámetro interior del tubo de vidrio (m²)

h= altura de aire en el tubo de vidrio (m)

Las presiones deben ser absolutas, es decir:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

Y

$$P_{man} = \rho_{Hg} g H_R$$

$$P_{man} = \rho_{Hg} g H_{Hg}$$

Entonces:

$$P_{abs} = \rho_{Hg} g H_B + \rho_{Hg} g H_{Hg}$$

Por lo tanto:

$$P_{abs} = \rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg})$$

Donde:

P_{abs} = Presión absoluta del aire (P_a)

H_B = Altura de la columna de mercurio de un barómetro
en lugar del experimento (cmHg)

H_{Hg} = Altura de la columna de mercurio (cmHg)

Tomando en cuenta las expresiones anteriores y si la aplicamos para dos estados diferentes encontramos que:

$$V_1 = \frac{\pi \phi^2}{4} h_1$$

$$P_{abs1} = \rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg1})$$

$$V_2 = \frac{\pi \phi^2}{4} h_2$$

$$P_{abs2} = \rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg2})$$

Sabemos que:

$$\rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg1}) \frac{(\pi \phi^2 h_1)}{4} = \rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg2}) \frac{(\pi \phi^2 h_2)}{4}$$

Despejando:

$$(H_B + H_{Hg1})(h_1) = \left(\frac{\rho_{Hg} g (H_B + H_{Hg2})}{\rho_{Hg} g} \right) \left(\frac{\pi \phi^2 / 4}{\pi \phi^2 / 4} \right) h_2$$

Lo cuál se reduce a:

$$(H_B + H_{Hg1})h_1 = (H_B + H_{Hg2})h_2$$

Donde:

$H_B + H_{Hg}$, representan las presiones absolutas, y

h = el volumen en la columna de aire

Ahora bien, si Pv = constante, y a esa constante le llamamos X , entonces:

$$X_1 = (H_B + H_1)h_1$$

$$X_2 = (H_B + H_2)h_2$$

.

.

.

$$X_n = (H_B + H_n)h_n$$

Siendo:

$$X_1 = X_2 = \dots = X_n$$

NOTA: El alumno deberá realizar esta gráfica de P vs. V en papel milimétrico y anexarlo a su reporte.

ACTIVIDAD III: ÍNDICE POLITRÓPICO DEL AIRE

1. Determinadas las presiones absolutas en la actividad No.2, obtener el $\log(H_B + H_{Hg})$ y $\log(h)$, y utilizando el método de mínimos cuadrados, obtener el valor de la pendiente, con la cuál representaremos el Índice Politrópico del aire. Anotar los resultados en la tabla 8.3B

TABLAS DE LECTURAS

TABLA 8.1A

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	LECTURAS							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura del aire	T'	$^{\circ}\text{C}$								
Cambio de volumen	V_D	m^3								
Volumen inicial	V_i	m^3								

TABLA 8.2A

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Altura en el barómetro	H_B	mmHg	

TABLA 8.3A

CONCEPTO	COLUMNA DE MERCURIO (H_{HG})	COLUMNA DE AIRE (H)
LECTURA	Cm	Cm
1		
2		
3		
4		
5		

MEMORIA DE CÁLCULOS:

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA 8.1B

CONCEPTO	UNIDAD	RESULTADOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura absoluta del aire	°K								
Volumen total	m ³								
Valor de la constante ($\frac{V}{T}$)									

TABLA 8.2B

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	RESULTADO
Presiona absoluta	H _B	Pa	

CAPITULO IV: PRACTICAS
GASES IDEALES

175

TABLA 8.2B-Bis

CONCEPTO	UNIDAD	RESULTADOS				
		1	2	3	4	5
Presiones absolutas ($H_B + H_{Hg}$) ??	Pa					
Volumen de aire total	m^3					
Constante de proporcionalidad (PV)	-----					

TABLA 8.3B

NO. DE LECTURAS	PRESTON $\text{LOG}(H_B + H_{HG})$	VOLUMEN $\text{LOG}(H)$	
1			
2			
3			
4			
5			
	$\Sigma Y =$	$\Sigma X =$	$\Sigma XY =$
		$\Sigma X^2 =$	$n =$

CUESTIONARIO:

1. Menciona y explicar tres ejemplos donde se aplicó la Ley de Boyle Mariotte
2. Explicar en que consiste un mecanismo centrifugo
3. Explicar como podríamos conservar un gas a temperatura constante durante un proceso termodinámica
4. Explicar porqué se reduce la temperatura de un gas en una dilatación adiabática
5. Si es el aire caliente el que se eleva, porque está más frío en la cumbre de una montaña que cerca del nivel del mar
6. Un globo de hule cerrado contiene un gas ligero. El globo se suelta y se eleva a la atmósfera. Describe y explicar el comportamiento térmico
7. Explicar porque el calor específico a presión constante es mayor que el calor específico a volumen constante

SERIE No. 8

1. Suponiendo que un gas ideal, a partir de un estado determinado, experimenta la misma pérdida de presión mediante:
 - a) Una expansión de Joule.
 - b) Una expansión isotérmica reversible.
 - c) Una expansión isotérmica cuasiestática y con rozamiento.

Ordenar de mayor a menor el trabajo obtenido en cada proceso.

2. Cierta masa de gas ideal sufre una transformación isotérmica. Con los siguientes datos, completa la siguiente tabla.

ESTADO	P(atm)	V(lts)	PV(atm-lts)
I	0.50	12	
II	1.0		
III	1.5		
IV	2.0		

3. Un gas ideal, con una presión de 4.0atm y un volumen de 3.0cm^3 , sufre las siguientes transformaciones sucesivas:
 - a) Se expande isotérmicamente hasta un volumen de 12cm^3
 - b) Es comprimido, a presión constante, hasta que su volumen alcanza un valor de 3cm^3 .
 - c) Se calienta a volumen constante hasta volver al estado inicial.

Representar estas transformaciones en un diagrama pV

PRACTICA No.9

SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

- Las ciencias están todas entrelazadas entre sí: es mucho más fácil aprenderlas todas juntas a la vez que separar una de las otras.

Friedrich Dürrenmatt.

PRACTICA No.9

SEGUNDA LEY
DE LA
TERMODINÁMICA

CUESTIONARIO PREVIO A LA PRACTICA:

PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRACTICA SE ENTREGARÁ ESTE CUESTIONARIO PREVIAMENTE RESUELTO, QUE PODRÁ SER CONTESTADO CON LO VISTO EN CLASE Y SI LEES EL CONTENIDO DE LA MISMA.

1. Cuál es el ciclo de Carnot referente a la segunda ley de la termodinámica.
2. Qué parámetros intervienen para determinar la eficiencia de una máquina.
3. Explicar la relación entre el ciclo de Carnot y los principios de Clausius, Kelvin y Planck.
4. Cuál es la eficiencia de una máquina diesel y de una Otto.
5. Indicar cual es la diferencia entre una máquina reversible y una irreversible.
6. Qué expresa matemáticamente la entropía.

PRACTICA No.9
SEGUNDA LEY
DE LA
TERMODINAMICA

OBJETIVO:

El alumno:

Obtendrá el coeficiente de realización en la unidad de demostración de refrigeración.

ACTIVIDADES:

1. Determinar el coeficiente de realización ideal de una unidad de refrigeración
2. Determinar el coeficiente de realización real de un refrigeración.
3. Determinar la entropía en el evaporador y en el condensador.

MATERIAL Y EQUIPO.

Unidad de demostración de refrigeración "Hilton" (Fig. 9.1)

ASPECTOS TEÓRICOS

Segunda Ley De La Termodinámica. - Analiza la posibilidad y dirección de los procesos de transformación de la energía, es decir, la segunda ley, impone las restricciones para el cumplimiento de la Primera Ley.

Existen dos enunciados que definen la Segunda Ley de termodinámica:

- 1) El de J. E. Clausius. "El calor no puede por si mismo, sin la intervención de un agente externo, pasar de un cuerpo frío a un cuerpo caliente". Este enunciado indica que es imposible construir una bomba de calor que opere en ciclos y que

transmita calor de un depósito de baja temperatura a otro de mayor temperatura, sin suministrar trabajo. Es decir, en una bomba de calor el trabajo suministrado siempre debe ser mayor que cero ($W > 0$), para que la transmisión de calor pueda ser de T_B a T_A .

Coeficiente Térmico. - Se utiliza el término de coeficiente térmico de operación (β) para indicar la relación entre calor retirado (Q_B) o el calor rechazado (Q_A) y el trabajo suministrado (W) de una bomba de calor.

Coeficiente De Refrigeración (β_R). - Es cuando una bomba de calor se analiza como refrigerador.

Coeficiente De Calefacción (β_C). - Es cuando una bomba se analiza como calefactor.

El coeficiente de calefacción, siempre es mayor que el coeficiente de refrigerador.

2) **El de W. Thomson Kelvin:** "Es imposible construir una máquina térmica que transforme en trabajo todo el calor que se le suministra". Dicho de otra manera, siempre existirá en una máquina térmica un cierto calor rechazado, ($Q_B > 0$)

Eficiencia Térmica. - Es la relación de trabajo realizado por una máquina entre el calor suministrado.

$$\eta = \frac{W}{Q_A}$$

ó bien, en función de los calores suministrado y rechazado:

$$\eta = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A}, \text{ por tanto } \eta = 1 - \frac{Q_B}{Q_A}$$

El enunciado de kelvin-Planck se puede expresar en términos de la eficiencia térmica como: "Es imposible construir una máquina térmica con una eficiencia igual al 100%.

Como Q_B siempre es mayor que cero, pero menor que Q_A , la eficiencia térmica tendrá que ser mayor que cero pero menor que la unidad, por esto se acostumbra enunciarla en porcentaje.

$$0 \leq \eta \leq 1$$

o bien

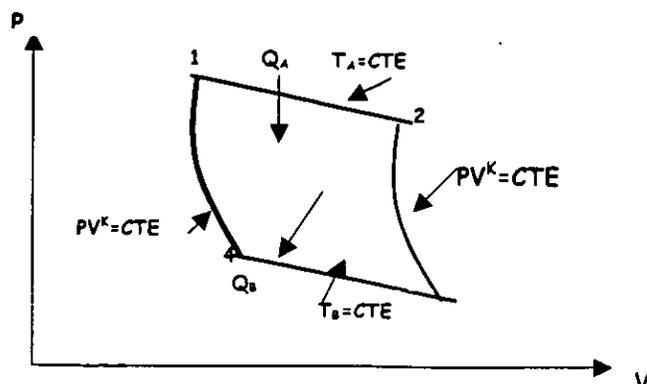
$$0 \leq \eta < 100\%$$

Sin embargo ambos enunciados de la segunda ley, tienen el propósito de dar un sentido o dirección a los procesos de transferencia de energía.

Máquina Térmica. - Es cualquier dispositivo que transforma energía interna en trabajo mecánico. En cualquier máquina térmica sólo una fracción del calor se trata

Ciclo. - Es un conjunto de procesos que sufre una sustancia cambiando sus condiciones en diversas maneras hasta llegar a un estado comparable al estado inicial.

Ciclo De Carnot. - El físico Francés N. Leonar Sadi Carnot (1796-1832) ideó y analizó un ciclo formado por cuatro procesos, dos isotérmicos reversibles y dos adiabáticos reversibles, el cuál se le conoce como ciclo de Carnot. La representación del ciclo en un Diagrama P-V es la siguiente:



Existen dos proposiciones relacionadas con la eficiencia del Ciclo de Carnot:

- 1) "Es imposible construir una máquina que este entre dos depósitos térmicos dados, que tenga mayor o igual eficiencia que una máquina reversible que opere entre los mismos depósitos."
- 2) "Todas las máquinas que operan con el ciclo de Carnot entre dos depósitos térmicos, tienen la misma eficiencia".

Por lo tanto el Ciclo de Carnot, se considera un ciclo reversible (ideal) y todas la máquinas reales son irreversibles, por lo tanto:

- a) Para una máquina térmica: $\eta_{real} < \eta_{Carnot}$
- b) Para un refrigerador: $\beta_{R_{real}} < \beta_{R_{CARNOR}}$
- c) Para un calefactor: $\beta_{C_{real}} < \beta_{C_{CARNOR}}$

Entropía. - Es la medida de la cantidad de desorden. Si el desorden aumenta, la entropía aumenta. La segunda ley establece que en los procesos naturales la entropía aumenta siempre a la larga.

En los sistemas físicos la entropía aumenta normalmente. Sin embargo, cuando se suministra trabajo, como en el caso de los organismos vivos, la entropía disminuye

DESARROLLO

ACTIVIDAD I: "COEFICIENTE DE REALIZACIÓN IDEAL"

1. El profesor pondrá en funcionamiento el equipo.
2. Esperar a que se estabilice el sistema
3. Efectuar la lectura de la temperatura de saturación del refrigerante. Anotar en la tabla 9.1A
4. Tomar las lecturas de las temperaturas en la entrada del condensador y del evaporador. Anotar en la tabla 9.1A
5. Efectuar las lecturas de la temperatura a la salida del evaporador y del condensador. Anotar en la tabla 9.1A.
6. Medir la temperatura ambiente. Anotar en la tabla 9.1A
7. Determinar el coeficiente de realización ideal, mediante las siguientes ecuaciones.

$$\beta_1 = \frac{Q_e}{W}$$

$$\beta_1 = \frac{Q_e}{Q_c - Q_e}$$

$$\beta_1 = \frac{Q_e}{\frac{Q_c}{Q_e} - 1}$$

Donde:

β_1 = Coeficiente de realización ideal (adimensional)

Q_e = Calor en el evaporador (J)

Q_c = Calor en el condensador (J)

W = Trabajo realizado (J)

Para el ciclo ideal se cumple que la relación de calores es igual a la relación de temperaturas; es decir:

$$\frac{Q_c}{Q_e} = \frac{T_c}{T_e}$$

Por lo que:

$$\beta_1 = \frac{1}{\frac{T_c}{T_e} - 1}$$

Donde:

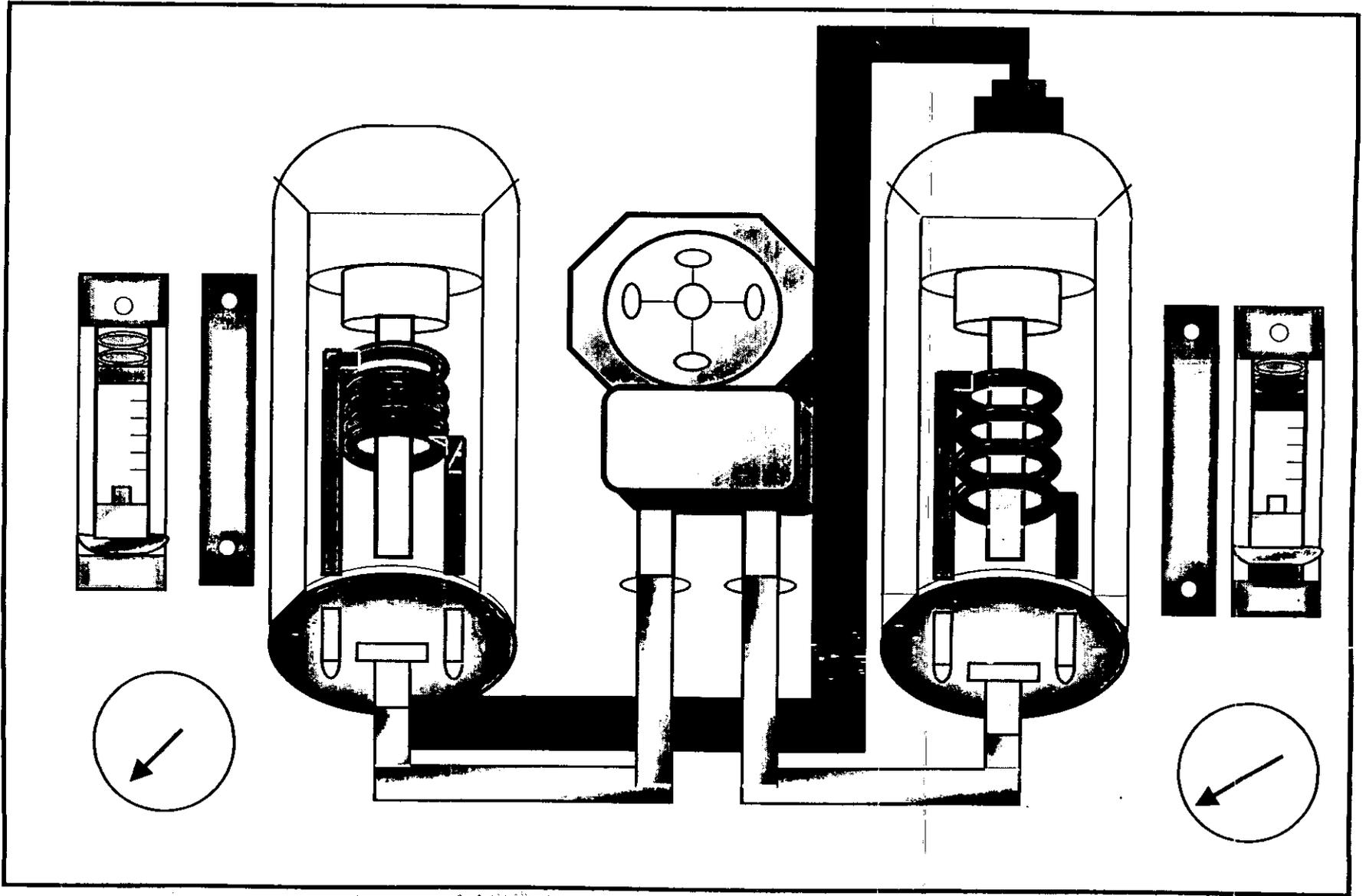
Q_e = Calor en el evaporador (J)

Q_c = Calor en el condensador (J)

β_1 = Coeficiente de realización ideal (adimensional)

T_c = Temperatura absoluta de saturación del refrigerante en el condensador (°K)

T_e = Temperatura absoluta de saturación del refrigerante en el evaporador (°K)



ACTIVIDAD II: "COEFICIENTE DE REALIZACIÓN REAL"

1. Con las lecturas obtenidas, determinar el coeficiente real, mediante las siguientes ecuaciones.

El calor transferido al agua y a la atmósfera en el condensador será:

$$Q_c = \dot{m}_c C_p(t_x - t_w) + 0.8(t_c - t_a)$$

Donde:

Q_c = Calor en el condensador (W)

\dot{m}_c = Flujo másico en el condensador (Kg)

C_p = Calor latente de evaporación [4.186KJ/Kg°C]

T_x = Temperatura de salida en el condensador (°C)

T_w = Temperatura de entrada en el condensador (°C)

T_a = Temperatura ambiente (°C)

T_c = Temperatura de saturación del refrigerante en el condensador (°C)

Se ha visto experimentalmente que el índice de transferencia de calor entre el evaporador, el condensador y la atmósfera es de 0.8 Watts por cada °C de diferencia entre la temperatura de saturación y la temperatura ambiente.

De manera similar para el evaporador se tiene:

$$Q_e = \dot{m}_e C_p(t_u - t_v) + 0.8(t_a - t_e)$$

Donde:

Q_e = Calor en el condensador (W)

\dot{m}_e = Flujo másico en el evaporador (Kg)

C_p = Calor latente de evaporación [4.186KJ/Kg°C]

t_u = Temperatura de salida en el evaporador (°C)

t_v = Temperatura de entrada en el evaporador ($^{\circ}\text{C}$)

t_a = Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)

T_e = Temperatura de saturación del refrigerante en el evaporador ($^{\circ}\text{C}$)

Donde el índice de transferencia de calor entre el evaporador, el condensador y la atmósfera es de 0.8 Watts por cada $^{\circ}\text{C}$ de diferencia entre la temperatura de saturación y la temperatura ambiente.

Si:

$$W = Q_c - Q_e$$

Donde:

W = Trabajo realizado por la bomba (Watts)

Entonces, finalmente el coeficiente de realización real queda determinado por:

$$\beta_r = \frac{Q_e}{W}$$

ACTIVIDAD III: "DETERMINACIÓN DE LA ENTROPÍA EN EL EVAPORADOR Y EN EL CONDENSADOR"

1. Dadas las siguientes ecuaciones y con los valores obtenidos, determinar la entropía.

A partir de:

$$\frac{Q_c}{Q_e} = \frac{T_c}{T_e}$$

Tenemos que:

$$\frac{Q_c}{T_c} = \frac{Q_e}{T_e}$$

De la ecuación: $Tds = dq$

Tenemos:

$$ds = \frac{dq}{T}$$

Entonces:

$$S_c = \frac{Q_c}{T_c} \quad \text{y} \quad S_e = \frac{Q_e}{T_e}$$

Por lo tanto:

$$S_c = S_e$$

Donde:

S_c = Entropía en el condensador (W/°K)

S_e = Entropía en el evaporador (W/°K)

Q_c = Calor en el condensador (W)

Q_e = Calor en el evaporador (W)

T_c = Temperatura de saturación del refrigerante en el condensador (°K)

T_e = Temperatura de saturación del refrigerante en el evaporador (°K)

TABLA 9.1A

CONCEPTO	CONDENSADOR			EVAPORADOR		
	SÍMBOLO	UNIDAD	LECTURA	SÍMBOLO	UNIDAD	LECTURA
Temperatura de saturación del refrigerante	T_c	$^{\circ}C$		T_e	$^{\circ}C$	
Temperatura de entrada del agua	T_w	$^{\circ}C$		T_v	$^{\circ}C$	
Temperatura de salida del agua	T_x	$^{\circ}C$		T_u	$^{\circ}C$	
Caudal del agua	Q_c	Kg/hr		Q_e	Kg/hr	

TABLA 9.2A

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	LECTURA
TEMPERATURA	T_a	$^{\circ}C$	

TABLA DE RESULTADOS
TABLA 9.1B

CONCEPTO	CONDENSADOR			EVAPORADOR		
	SÍMBOLO	UNIDAD	RESULTADO	SÍMBOLO	UNIDAD	RESULTADO
Calor	Q_c	Watts		Q_e	Watts	
Trabajo	W	Watts		W	Watts	
Coeficiente de realización Ideal	β_i	---				
Coeficiente de realización real				β_R	---	
Entropía	S_c	Watts /hr		S_e	Watts /hr	

CUESTIONARIO

1. Porque las entropías calculadas no son iguales
2. Porqué se considera que está practica es un proceso real
3. ¿Qué requisitos debe satisfacer un sistema para que se encuentre en equilibrio termodinámico?
4. ¿Una cantidad dada de energía mecánica se puede convertir completamente en energía calorífica?
5. ¿Existe un proceso reversible mediante el cuál se pueda agregar calor a un sistema?. Ejemplifica.
6. Explica tres procesos irreversibles de la naturaleza.
7. Investiga en que consiste el principio de Carnot y cita en que maquinas se aplica.
8. ¿Qué factores reducen la eficiencia de una máquina térmica con respecto a su valor ideal?.
9. ¿Para aumentar la eficiencia de una máquina de Carnot en forma más efectiva, aumentarías la temperatura inicial conservando constante la temperatura final, o disminuirías la temperatura final conservando constante la temperatura inicial?
10. ¿Se puede enfriar una cocina dejando abierta la puerta del refrigerador eléctrico?. Explica.

SERIE No. 9

1. Un motor Diesel rinde 40%, realizando en cada ciclo un trabajo de 1000J. Calcular la cantidad de calor, en cada ciclo.
2. Un recipiente cuya capacidad térmica es igual a $20\text{cal}/^{\circ}\text{C}$ contiene 100gr de un líquido determinado. El conjunto es calentado a una temperatura de 75°C , y luego, colocado en el interior de un calorímetro de capacidad térmica igual a $80\text{cal}/^{\circ}\text{C}$, que se encuentra a 20°C y contiene 300gr de agua a esta misma temperatura. Se observa una temperatura final de 25°C . Determinar el calor específico del líquido considerado.
3. Se sabe que el calor de combustión de diesel es de $45 \times 10^3 \text{J}/\text{gr}$, esto es, cada gramo de diesel libera $45 \times 10^3 \text{J}$ de energía térmica, al ser quemado totalmente. Considerando esta información y suponiendo que el motor de diesel mencionado en el problema 1, consume 10gr/s de combustible, determinar la potencia generada por ese motor.

PRACTICA NO. 10

ESTRUCTURA DE LA ELABORACIÓN DEL REPORTE PARA EL PROTOTIPO DE UN PROYECTO

La imaginación es más importante que el saber.

ALBERT EINSTEIN

PRACTICA NO. 10
ESTRUCTURA DE LA ELABORACIÓN DEL REPORTE PARA EL
PROTOTIPO DE UN PROYECTO

OBJETIVO:

El Alumno:

Desarrollará el prototipo de un proyecto aplicando los conocimientos teóricos prácticos, aprendidos.

ACTIVIDADES:

1. Plantear con respecto al prototipo de proyecto el objetivo a seguir.
2. Formula la(s) hipótesis.
3. Describir los materiales, sustancias y equipo a utilizar.
4. Investiga, los conceptos teóricos necesarios para la realización del prototipo.
5. Describe en forma clara y ordenada el diseño del prototipo.
6. Efectúa pruebas de su funcionamiento
7. Se registrarán las modificaciones necesarias en el ajuste del prototipo.
8. Efectúa una memoria de cálculos.
9. Emitir sus conclusiones, no olvidando comparar la hipótesis con los resultados.
10. Se entregara un reporte dando seguimiento a los puntos antes citados.
11. Anota la bibliografía.

ASPECTOS TEÓRICOS

Algunas consideraciones prácticas sobre el proceso real de redacción de informes.

ÉL TITULO.

Sin ser muy largo, deberá especificar con toda claridad el tema del informe. Se sugiere evitar el uso de "él" o "la" como primera palabra del título.

EL FORMATO

Las secciones esenciales para la presentación de un informe de laboratorio son:

- a) Introducción
- b) Especificación del problema
- c) Diseño
- d) Resultados y conclusiones
- e) Bibliografía.

Y éstas deberán emplearse como punto de partida. Los encabezados de sección deben ser claros, sencillos, y estar escritos en mayúsculas de imprenta. Las sub.-secciones en cada una de estas secciones principales se incluirán sólo si la extensión o complejidad del informe las hace indispensables para la comprensión del tema.

INTRODUCCIÓN

- a) Indicación del tema.- Debe orientar hacia nuestra particular área de estudio.
 - b) Revisión de la información existente.- Es un breve resumen del estado del conocimiento actual relativo a nuestro experimento. Puede incluir algunos aspectos de la historia sobre el tema o un resumen del trabajo experimental. Habrá que señalar el comportamiento del modelo, simbolizado por las ecuaciones fundamentales que hayamos empleado. En esta etapa es importante mencionar cualesquiera suposiciones consideradas en el modelo que pudiesen limitar la validez de las ecuaciones
 - c) Resumen de la intención del experimento.- Breve resumen del desarrollo total del experimento.
 - d) Enunciado del propósito del experimento.- Indicación en forma general del objetivo que queremos alcanzar en el desarrollo de nuestro experimento.
-
- **ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA.** Se deberá presentar un análisis del problema a resolver. Aquí se entiende por análisis la actividad orientada a *desmenuzar* la problemática que se aborda.
 - **DISEÑO.** Se presentará la metodología llevada para la elaboración del prototipo, considerando: las leyes naturales en que se funda la propuesta y, otras consideraciones teóricas que se están aplicando a la solución. Los cálculos y todo el procesamiento de datos para el desarrollo del prototipo, así como su justificación.
 - **RESULTADOS Y CONCLUSIONES.** Aquí se hará un análisis de las mediciones en forma tabular y gráfica, cálculos realizados y las observaciones que se requieran así

como las consideraciones pertinentes para apoyar las conclusiones, siendo las más importantes las que se refieren a la solución del problema y a la consideración de la metodología empleada. Las conclusiones representan lo que cada equipo ha logrado *reconocer* de la teoría, *modificar* de sus conocimientos anteriores e *incluir* como conocimiento adquirido nuevo, por ello es indispensable que tales enunciados concluyentes sean bien fundamentados y coherentes con el trabajo realizado. *No deben hacer referencia* a juicios de valor tales como: *he aprendido a manejar el equipo utilizado en la práctica, he comprendido la ley tal o cual, etc.*

- **BIBLIOGRAFÍA.** Es importante mencionar las fuentes utilizadas en la adquisición de los conocimientos teóricos y experimentales consultadas, pues todo el conocimiento humano se funda siempre en conocimientos anteriores.

CONCLUSIONES

Con la elaboración de este material se adquiere una metodología para llevar a cabo la realización adecuadas de cada una de las practicas, utilizando como soporte principal la comprensión y el análisis del problema así como la aplicación de los conceptos que se adquieren en la parte teórica de la materia.

El alumno conoce y aprende a manejar el equipo y material de él laboratorio adecuadamente, que le ayudará a su futuro inmediato y profesional.

Se logra unificar los conocimientos y criterios del laboratorio, alcanzando una mayor eficiencia al apegarse a los programas, material y equipo existente en el laboratorio de termodinámica.

Se utiliza al máximo el equipo con que cuenta el laboratorio introduciendo de esta forma al estudiante en un desarrollo real de la materia.

Joseph J. Kepes, "CUADERNO DE TRABAJO PARA FUNDAMENTOS DE FÍSICA", Mc. Graw-Hill, México 1982

Carlos E. Tarshhe, Álvaro A. Zamora, Gabriel A. Jaramillo M., APUNTES DE FÍSICA EXPERIMENTAL, Departamento de física, UNAM

José Enrique Larios, Jorge Ruiz, Pedro Sánchez, APUNTES DE TERMODINÁMICA, UNAM 1982

Rogelio González, Félix Núñez, PRACTICAS DE TERMODINÁMICA, UNAM, 1986

Facultad de Ingeniería, ANTECEDENTES DE FÍSICA, UNAM

Francis F. Huang, INGENIERÍA TERMODINÁMICA (FUNDAMENTOS Y APLICACIONES), México 1997

Alfonso Vázquez, GENERADORES DE VAPOR, México 1975

Héctor Pérez M., FÍSICA GENERAL, Publicaciones Culturales, México 2000

Leopoldo García, Luis Ponce, PROBLEMARIO DE TERMODINÁMICA, Ed. Trillas, México 1983

Paúl G. Hewitt, FÍSICA CONCEPTUAL, Ed. Pearson, México 1999

Richard E. Sonntag, Gordón J, Van, INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA CLÁSICA Y ESTADÍSTICA, Ed. Limusa, México 1979

- M. Rius de Riepen, ELEMENTOS DE TERMODINÁMICA (CUADERNO D TRABAJO), Ed. Limusa, México 1974
- Tippens, FÍSICA "CONCEPTOS Y APLICACIONES", Ed. Mc. Graw-Hill, México 1988
- M. David Burghart, INGENIERÍA TERMODINÁMICA Ed. Harla, México 1984
- Jack P. Holman, MÉTODOS EXPERIMENTALES PARA INGENIEROS, Ed. Mc. Graw-Hill, México 1988
- Salvador Mosqueira R., FÍSICA GENERAL, Ed. Patria, México 1981
- Antonio Máximo, Beatriz Alvarenga, FÍSICA GENERAL, Ed. Oxford, México 1988
- Dr. Gotthelf Leimbach, APARATOS DE FÍSICA, Ed. Phywe AG. Berlín
- Resnick, Halliday, FÍSICA GENERAL, Ed. C.E.C.S.A, México 1979
- Esther Zarco Rubio, SEGURIDAD EN LABORATORIOS, Ed. Trillas, México 1988
- Claudio Guerra, Humberto Sotelo, MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA PARA MAESTROS, Ed. Trillas, México 1979
- Paul W. Zitzewitz, Robert F. Neff, FÍSICA I, Ed. Mc. Graw-Hill, México 1999
- D. C. Baird, EXPERIMENTACIÓN (UNA INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE MEDICIONES Y AL DISEÑO DE EXPERIMENTOS) Ed. Prentice Hall

Hewitt, Robinson, MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA, Ed. Mc. Graw-Hill, México 1998

Rogelio González O., Félix Núñez O., APUNTES DE PRINCIPIOS DE ENERGÉTICA, UNAM 1985

Ricardo A. Rodríguez P., Pedro Sánchez A., PRACTICAS DE TERMODINÁMICA, UNAM

Carel W. Van der Merwe, FÍSICA GENERAL, Ed. Mc. Graw-Hill México

John Daintith, B., DICCIONARIO DE FÍSICA, Ed. Norma Colombia, 1984

Manuel Jiménez redondo, DICCIONARIO DE FÍSICA, Ed. Rioduero, Madrid 1976

Joseph J. Kepes, CUADERNO DE TRABAJO PARA FUNDAMENTOS DE FÍSICA, Ed. Mc. Graw-Hill

Álvaro Pinzón, FÍSICA I "CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y SU APLICACIÓN", ED. HARLA, México 1977

Agustín Hernández, LABORATORIO DEL CURSO DE FÍSICA, México.

APENDICE I

A

Adiabática: Curva en el diagrama de estado de los gases y vapores que muestra la relación entre la presión y la temperatura en los procesos adiabáticos.

Adiabático: Cambio de estado en el que no se sustraen las cantidades de calor a las que da lugar la transformación; y así, por ejemplo, el aire se calienta al ser comprimido.

Aerodinámica: El estudio del movimiento de los sólidos en los gases a velocidades inferiores a la del sonido. Para el aire son válidas, a velocidades a 50 m/s, las leyes que rigen en la corriente (corriente) de los fluidos incompresibles. De las desviaciones que, con respecto a estas leyes, se producen a velocidades próximas a la del sonido o superiores a ella, se ocupa de la dinámica de los gases (Dinámica de los gases).

Areómetro: Cuerpo sumergible provisto de una escala para medir la densidad de los líquidos. Cuanto menor sea la profundidad a que queda sumergido, tanto mayor es la densidad del líquido.

Atmósfera: 1) geofísica: en general, envoltura gaseosa de un cuerpo celeste; en sentido estricto, la capa de aire que envuelve a la tierra (ionosfera). 2) unidad de presión; atmósfera física (abrev. Atm): la presión que ejerce una columna de 760 mm de Hg, de densidad $13,5951 \text{ g/cm}^3$, a la aceleración normal de la gravedad ($9,80665 \text{ m/s}^2$); $1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2 = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr}$, atmósfera de un kilopondio sobre una superficie de 1 cm^2 ; $1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 98.066,5 \text{ Pa} = 0,967841 \text{ Atm} = 735,559 \text{ Torr}$.

B

Balanza: Aparato para la determinación de la masa o del peso. La balanza de muelle. Su indicación depende de la fuerza de la gravedad. La b. de cuadrante, columna o romana es, por lo general, un dispositivo compuesto de palancas (palanca) de dos brazos (brazo de carga y brazo de fuerza); en el equilibrio se neutralizan ambos momentos de giro. Esta b. permite comparaciones, independiente mente de la fuerza de gravedad, entre las «pesas» (patrones de masa o peso) Las balanzas eléctricas permiten determinar el peso por los cambios de resistencia que experimenta una cinta para medidas de elongación (Medida de la elongación). En las balanzas hidráulicas, para grandes cargas, la carga comprime un émbolo en un cilindro con líquido, cuyo aumento de presión constituye una medida del peso.

Balanza De Gases: Aparato para la medida de densidades de gases que utiliza el empuje que experimenta en un gas un cuerpo de prueba.

Balanza De Giro: Balanza de torsión: instrumento para la medida de pequeñas fuerzas atractivas y repulsivas, o de momentos de giro, por torsión de un hilo delgado (utilizado por primera vez por Cavendish en 1789 para medir la constante de gravitación); la lectura se hace casi siempre por medio de un indicador luminoso.

Balanza de Mohr: Areómetro recargable con pesas (balanza de cruz) que mide densidades de líquidos por el empuje que experimenta un cuerpo de vidrio sumergido.

Balanza De Resorte: Balanza de Jolly: Balanza (balanza) para la medida de masas y fuerzas por medio de la deformación de un resorte.

Balanza hidrostática: Una balanza con la que se mide el empuje hidrostático (Principio de Arquímedes); sirve para determinar la densidad de sólidos y de líquidos.

Bar: Unidad de presión; $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ pascales}$; unidades derivadas: el milbar, $1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ Pa}$, y el microbar: $1 \text{ bar} = 10^{-1} \text{ Pa}$; $1 \text{ bar} = 0,986923 \text{ atm} = 1,0197616 \text{ at} = 750,062 \text{ torr}$.

Barómetro: Aparato para la medida de la presión atmosférica. Barómetro de mercurio (Torricelli, 1643): tubo cerrado por la parte superior en el que se ha hecho el vacío y con la parte inferior sumergida en mercurio; el mercurio asciende por el tubo hasta que se establece el equilibrio entre la presión atmosférica externa y la columna de líquido; barómetro de sifón: con la parte inferior del tubo curvada. La presión se mide en mm de Hg ($1 \text{ mm de Hg} = 1 \text{ torr}$); a veces, se mide también en milibares. Para los barómetros de observatorios son necesarias según correcciones según la temperatura y el valor de la gravedad. Muy usual hoy es el barómetro de ebullición de agua con respecto a la presión.

Bomba de aire: Bomba de vacío.

Bomba de difusión: Bomba en la que, por difusión de un gas enrarecido (prevacío) en vapor de mercurio o de aceite, se consiguen presiones de 10^{-3} a 10^{-7} torr según la presión de vapor del líquido de la bomba y de la temperatura de condensación; a veces se hacen modelos de varios compartimentos.

Bomba de vacío: Un dispositivo para extraer gases de recipientes o de espacios cerrados. La forma más simple es la bomba de émbolo, que aspira el gas de un recipiente por medio de un émbolo móvil, consiguiendo vacíos de hasta 10 torr. En las bombas de getter se aprovechan las propiedades fijadoras de gas de ciertas sustancias (getter), obteniéndose vacíos de hasta 10^{-9} Torr.

Bomba Iónica, bomba de getter iónico: Una bomba de alto vacío en la que el gas residual primero se ioniza, y después, por medio de intensos campos eléctricos, es llevado a un material de absorción. Se puede obtener un vacío de hasta 10^{-9} torr.

Bomba Molecular: bomba turbo molecular: Bomba para la producción de un alto vacío (dominio de trabajo entre los 10^{-3} y los 10^{-5} Torr), consta fundamentalmente, de un disco que gira a gran velocidad, con unas ranuras en oblicuo, por medio de las cuales las moléculas de gas son aceleradas en dirección axial, y con ello expulsadas del recipiente.

Bomba Térmica: Inversión de la máquina frigorífica. Se utiliza para calefacción el calentamiento por compresión de un agregado frío, que es el encargado de ceder calor, y las pérdidas de calor se compensan tomando calor del aire y de agua estancada o corriente.

C

Caballo De Vapor: Unidad de potencia: $1 CV = 735,49875$ vatios.

Calor: Una forma de energía; según la teoría cinética del calor, la energía del movimiento desordenado de los átomos y moléculas. Al suministrar energía a un sistema, se eleva la energía cinética media

de sus partículas. Una medida de contenido de c. De un cuerpo es su temperatura. Calórica, Teoría cinética del calor, Termodinámica.

Calor De Vaporización: La cantidad de calor que se necesita para la vaporización de una determinada cantidad de sustancia, coincide con el calor de condensación (Condensación).

Calor Especifico: La cantidad de calor que hay que suministrar a 1 gr. de una sustancia para elevar en 1°C su temperatura. Hay que distinguir entre dos tipos de C_e : según que el calor se suministre a presión o a volumen constante. Símbolos: C_p y C_v respectivamente, siempre $C_p > C_v$. El C_e depende de la presión y de la temperatura. Regla de Dulong Petit.

Caloría: Abrev. Cal. Unidad de trabajo, energía y cantidad de calor; $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ julios}$.

Calórica: Teoría del calor; estudia los fenómenos de temperatura, la energía térmica y el transporte de energía térmica; ampliada en la Termodinámica

Calorimetría: Medición de cantidades de calor (p. ej.: del contenido en calorías de los alimentos, los calores de reacción de los procesos químicos y los calores específicos de las sustancias). Las medidas se realizan en un calorímetro, en el que queda ampliamente descartando todo intercambio de calor con el entorno, o en una bomba calorimétrica.

Calor Latente: calor de transformación: La cantidad de calor que determina el cambio de estado de una sustancia sin una elevación simultánea de su temperatura (por ejemplo,.: calor de fusión, calor de solidificación).

Calor Molar: La cantidad de calor que es necesaria para elevar en un grado centígrado la temperatura de un mol de un gas. El Cm. es igual al producto del peso molecular (Peso molecular) por el calor específico (Calor específico).

Cambio De Estado: El paso de una sustancia de un estado (Estado) a otro, paso en el que varían por lo menos dos magnitudes de estado. Según que en el c. de e. se mantenga constante la presión el volumen o la temperatura, se habla de c. de e. isóbaros, isocoros o isoterms.

Capacidad Calorífica: El producto de la masa y del calor específico del cuerpo.

Cero Absoluto: Valor mínimo de la temperatura; según el principio de Nernst, el cero absoluto (273.15°C o $^{\circ}\text{K}$) es inaccesible. Efectos cuánticos especiales en las proximidades del cero absoluto: superconductividad (superconductividad), súper fluidez (súper fluidez)

Ciclo: Una serie de cambios de estado (relacionados con la toma y cesión de calor por la sustancia de trabajo) en la que, después de una vuelta, se vuelve a alcanzar el estado original que sirvió de punto de partida, con su mismo volumen, presión y temperatura. Los c. permiten una valoración de rendimiento de las máquinas térmicas de funcionamiento periódico. El más conocido es el ciclo de Carnot.

Coeficiente De Dilatación: Expresa la proporción en que se dilata la longitud o el volumen de un cuerpo al aumentar 1°C su temperatura. Cuando lo que se dilata es una longitud, coeficiente de dilatación lineal (beta); cuando se trata de un volumen, coeficiente de dilatación cúbica (alfa); para los cuerpos amorfos y los líquidos,

alfa = 3^* beta: el valor de alfa para todos los gases es aproximadamente = $1/273$.

Colector: 1) Conmutador: parte de un electromotor (Electromotor) o generador (Generador); consiste en unas delgas de cobre dispuestas cilíndricamente y aisladas entre sí a las que van soldadas los principios y terminales de los carretes del rotor, 2) Parte de un transistor (transistor).

Columna De Agua: Sirve al igual que la columna de mercurio, para establecer una unidad de presión; una columna de agua de 1.033 cm de altura está en equilibrio con la presión atmosférica, y equivale, por consiguiente, a 1 atmósfera (atm).

Compresibilidad: Capacidad de compresión de una sustancia cuando se intenta disminuir su volumen; es máxima en los gases, y su valor es distinto según que la c. sea adiabática o isoterma. El valor recíproco de la c. recibe el nombre de módulo de compresión.

Compresión: Disminución del volumen de una sustancia bajo los efectos de la presión, con el consiguiente aumento de su densidad; en el caso de los gases y vapores, se habla de densificación.

Condensación: El paso del estado de gas o de vapor a estado líquido. Para una determinada presión, la c. se inicia en las superficies lisas a la temperatura de condensación (punto de condensación); en la c. se libera una cantidad de calor igual al calor de evaporación. Sublimación, Evaporación, Ebullición.

Condensador: 1) Técnica del vapor: una caldera en la que el vapor se condensa o bien por baño exterior, o haciendo pasar agua por tubos interiores, que actúan como serpientes de refrigeración (condensador de superficie), o bien inyectándole agua fría

(condensador de inyección) 2) Electrotecnia: Un elemento en un montaje eléctrico para el almacenamiento de cargas eléctricas, consiste, fundamentalmente, en dos placas metálicas separadas por un dieléctrico(Dieléctrico) Los distintos tipos de c. reciben su nombre del tipo de dieléctrico que se emplee en su construcción o de la forma que se les dé; así, por ejemplo: condensadores electrolíticos, condensadores metal-papel, condensadores cerámicos, de aceite, etc. Dominios principales de aplicación: bloqueo de corriente continua; acoplamiento y sintonía en la técnica de la radio, en los circuitos eléctricos oscilatorios y cadenas de tamización; para la compensación de las corrientes reactivas e inductivas en las redes de corriente intensa; para eliminar perturbaciones en la técnica de la radio; para la atenuación de las corrientes continuas pulsantes. La magnitud característica de un c. es su capacidad (Capacidad)

Condiciones Normales: Valores de estado establecidos arbitrariamente para facilitar la comparación de magnitudes físicas (por ejemplo: presión atmosférica [presión normal] 760 Torr y temperatura [temperatura normal], 0°C). Aceleración de la gravedad.

Constante De Boltzmann: Su símbolo es k . Constante de los gases por mol, $1,3803 \times 10^{-23}$ julios/°K. Cuando se aumenta la temperatura de un gas en 1°C, cada molécula del gas recibe, por término medio, una energía $k/2$ por grado de libertad.

D

Densímetro: Nombre que se le daba antes a los aparatos utilizados para medir densidades de gases, que utilizaban el empuje (Principio de Arquímedes) que experimenta en el gas un cuerpo de prueba.

Densidad: Masa de sustancia por unidad de volumen; kg/m^3 , en la mayoría de los casos, la densidad disminuye al aumentar la temperatura.

Descarga En Gases: Parte de un circuito en la que los iones y electrones libres, como portadores de carga, mantienen una corriente a través de un gas.

Diagrama De Estado: Un conjunto de curvas en un sistema de coordenadas que indican la relación entre las magnitudes de e . Y su cambio en los cambios de estado.

Dilatación Térmica: Aumento que experimenta la longitud o el volumen de la mayoría de las sustancias cuando se eleva su temperatura.

Dinámica de los Gases: Teoría de los procesos de movimiento en los gases con gran velocidad de corriente en cuyo estudio se tiene en cuenta la compresibilidad del gas; importante para los aviones con velocidades supersónicas.

E

Ebullición: El paso isoterma de un líquido al estado de vapor (lo contrario: condensación. El punto de ebullición (temperatura de ebullición) depende de la presión.

Ecuación De Bernouilli: Ecuación valida para las corrientes sin rozamiento, incompresibles y estacionarias de líquidos y gases que relaciona la presión con la velocidad del medio a lo largo de una línea

de corriente; Permite, entre otras cosas, calcular las velocidades a partir de las presiones.

Ecuación de Boltzmann: Relaciona la entropía con la probabilidad termodinámica de un estado: la entropía S es igual al producto de la constante de Boltzmann (constante de Boltzmann) K por el logaritmo de la probabilidad termodinámica W ; $S = k \cdot \ln W$.

Ecuación de Clausius-Clapeyron: En el paso de una sustancia de una fase a otra el calor de cambio de fase (L) es proporcional a la temperatura absoluta (T), a la derivada de la presión con respecto a la temperatura (dp/dt) y a la diferencia de volumen de las fases (dv), por ejemplo: En la evaporación, en la fusión; $L = dp \cdot dv \cdot T/dT$.

Ecuación De Continuidad: Formulación matemática de la conservación de la masa, carga, calor, etc. En las corrientes, para los gases y líquidos, por ejemplo, la ecuación de continuidad afirma que la velocidad de corriente en un tubo con diámetro (sección transversal) variable es tal que siempre atraviesa la sección del tubo la misma cantidad de sustancia por unidad de tiempo (un aumento de la sección del tubo significa, por tanto, una disminución de la velocidad, y un aumento de la sección, una disminución de la velocidad de corriente); $A v \rho = Cte$. (A = sección ; v = velocidad; (ρ = densidad).

Ecuación De Estado: La relaciona funcional de las 3 magnitudes de estados termodinámicas: Presión, volumen y temperatura absoluta. Para los gases ideales se cumple la e. de e. De los gases ideales (leyes de los gases); para los gases reales se cumple la ecuación de los gases de Van Der Waals (ecuación de los gases de Van Der Waals)

Ecuación De Los Gases De Van Der Waals: Describe de manera aproximativa el comportamiento de los gases y los líquidos reales; tiene en cuenta la presión de cohesión (cohesión) y el covolumen (covolumen) (volumen propio) de las moléculas. Leyes de los gases.

Ecuaciones De Poisson: Sirven para la descripción de los cambios de estado de los gases ideales (leyes de los gases); son las tres siguientes: $p v^x = \text{cte}$; $T v^{x-1} = \text{cte}$. y $T^x / P^{x-1} = \text{cte}$. (P = Presión; v^x = volumen; T = temperatura absoluta; x es el cociente de calor específico del gas a Presión constante y a volumen constante; $x = C_p / C_v$. Las ecuaciones de Poisson permiten calcular los cambios de temperatura que se producen al variar la Presión o el volumen.

Efecto Joule-Thomson: Fenómeno consiste en que los gases reales, al expandirse sin producir trabajo externo, experimentan una variación de temperatura. Por encima de la temperatura de inversión, los gases reales experimentan al expandirse un aumento de temperatura; por debajo de la temperatura de inversión un descenso. El e J.-T juegan un importante papel en la licuación de los gases.

Elemento Bimetálico: Dos láminas finas de diferentes metales con distintos coeficientes de dilatación (por ejemplo, el cinc y el hierro 3: 1) sujetas longitudinalmente la una de la otra; reaccionan a los cambios de temperatura curvándose o estirándose. se utiliza para registrar sobre todo gráficamente, la temperatura y para regularla, y también para neutralizar los cambios de origen térmico

Empuje: 1) Empuje hidrostático: la pérdida de peso que experimenta un cuerpo al ser sumergido. Principio de Arquímedes. 2) Empuje dinámico: la componente vertical de la fuerza de una corriente (. Ej.: e. De un avión).

Energía: La capacidad que tiene un sistema de realizar trabajo. Las distintas formas de energía, transformables unas de otras, se encuentran, con el principio de conservación de la e., una reacción invariable: el equivalente energético (equivalencia) Formas mecánicas de e.: energía potencial: relacionada con la posición de un cuerpo en un campo de fuerzas gravitatorias o de otro tipo, o con la deformación elástica (muelle) Energía cinética: relacionada con el movimiento de rotación o traslación de un cuerpo o determinada velocidad; en esta forma hay que incluir también la energía cinética de las moléculas en sus movimientos desordenados, que se exterioriza como energía térmica (temperatura); la e. Necesaria para producción de campos eléctricos y magnéticos, energía de radiación de las ondas electromagnéticas y magnéticos, energía de la corriente eléctrica susceptibles, por lo general, de transformarse en calor Joule; la energía atómica, o mejor energía nuclear en los campos existentes en el interior del núcleo interno. la teoría de la relatividad (teoría de la relatividad) establece la equivalencia de masa de masa y punto (equivalencia). Unidades: el julio (julio), el ergio (ergio) y electronvoltio (electrovoltio)

Energía Libre: Ingrediente del balance energético de una reacción representa la parte obtenible como trabajo neto en las transformaciones isoterms y determinado en sentido de una reacción: una transformación solo puede tener lugar espontáneamente en el sentido en que disminuya la e.l. Del sistema.

Entalpía: Función termodinámica estado que equivale a contenido de calor a presión constante; es la suma de la energía interna y del producto de la presión por el volumen.

Entropía: Una función termodinámica de estado que mide el estado microfísico de desorden (Boltzmann, 1866), y también la irreversibilidad de un proceso. Las diferencias de e. son iguales a la

irreversibilidad de un proceso. Las diferencias de e . son iguales a la cantidad de calor intercambiada en un proceso irreversible dividida por la temperatura absoluta (Clausius, 1850). En los sistemas aislados, todo proceso implica un incremento de e . (segundo principio de la termodinámica) La unidad de e . es el Clausius Ecuación de Boltzmann.

Equilibrio: Estado de un cuerpo en que la suma de todas las fuerzas y momentos que actúan sobre él es cero. Clases de equilibrio: estable, cuando la energía potencial del sistema es un mínimo, la bil, cuando es un máximo; indiferente, cuando un cambio de posición no lleva consigo una variación de energía. También hay que distinguir entre e . estático y dinámico, según que haya que tener en cuenta las fuerzas de inercia o no se denomina equilibrio estadístico al estado de un conjunto de cuerpos (por ejemplo, de un gas) cuya probabilidad (probabilidad) es máxima E. termodinámico (Termodinámica).

Equivalente: El equivalente mecánico del calor (Equivalente mecánico) es la energía mecánica equivalente a una caloría; de forma análoga se define el e . eléctrico del calor. El e . lumínico (Equivalente lumínico) es la energía equivalente a un lumen/seg.

Equivalente De Calor: La cantidad de cualquier forma de energía (energía) que es equivalente a una cantidad correspondiente de energía térmica. Equivalente mecánico del calor, Ley de Joule del calor de corriente.

Equivalente Eléctrico: Ley de Joule.

Equivalente Mecánico Del Calor: Factor de transformación que permite pasar de la energía térmica medida en calorías (cal) a unidades energéticas mecánicas (por ejemplo, $1\text{cal} = 4,1868\text{ J}$)

Ergio: Abrev. Erg. Unidad de trabajo, energía y cantidad de calor; erg = 10 julios.

Escala Celsius: Escala de temperaturas con la división grados Celsius como base; el punto cero de escala Celsius es el punto de fusión del hielo a la presión de 760 Torr; $0\text{ C} = 273,15\text{ K}$. La división que se toma por base es 1 grado $1\text{ C} = 1\text{ K}$.

Escala De Temperatura: La clasificación de los valores termométricos utiliza en la medición de la temperatura; a) escala termodinámica: se sigue del comportamiento de los gases ideales (Gases ideales); división del intervalo de temperaturas comprendiendo entre el punto triple del agua ($+0,010\text{ C} = 273,15\text{ Kelvin}$; si se lo refiere al cero absoluto, escala termodinámica absoluta) y su punto de ebullición en condiciones normales (a $100,00\text{ C} = 373,15\text{ Kelvin}$), en 100 partes iguales. En la practica la e. de t. Está definida también por otros puntos fijos (por ejemplo,,: el punto de ebullición del oxígeno, del azufre; el punto de fusión en la plata y del oro, para los que están prescritos los pertinentes procedimientos de medida); b) escalas de temperatura con otras divisiones son la escala Fahrenheit y la Reaumur (que ya no utilizan).

Estadística De Boltzmann: Describe la distribución de las partículas atómicas en el espacio de fases (posición, impulso) sin tener en cuenta el espín. Es distinta de la estadística de Bose-Einstein (Estadística de Fermi Dirac). Se utiliza para calcular el valor de la probabilidad termodinámica (Probabilidad Termodinámica)

Estado: Un conjunto de propiedades medibles (magnitudes o variables de estado) que caracterizan a un cuerpo o a un sistema de cuerpos. En termodinámica en concreto, un e. queda definido por

tres variables de una ecuación de estado (Ecuación de estado) (por ejemplo,,: por la densidad, la presión y la temperatura)

Estado Crítico: Es un diagrama de estado en el que ya no es posible distinguir entre las fases gaseosas y líquida; sus correspondientes magnitudes de estado son la presión crítica, la temperatura crítica y el volumen crítico (o, como valor recíproco, la densidad crítica) por encima de la temperatura crítica no puede licuarse ningún gas.

Exotérmico: Calificativo que se da al proceso químico en que se libera calor.

Expansión: Dilatación de los gases, o también aumento de volumen de las sustancias líquidas o sólidas. Lo opuesto: compresión.



Fahrenheit: Grado f, abrev. F : en la escala Fahrenheit, al punto de congelación del agua se le asignan 32 F (0 C); al punto de ebullición, 212 F (100 C); para diferencias de temperatura: $1 F = 5/9 C = 5/9 K$ (Kelvin).

Fluidez: El valor recíproco de la viscosidad dinámica (Viscosidad dinámica).

Fluido: Nombre que se daba en la vieja física a una sustancia hipotética imponderable (por ejemplo,,: f. Eléctrico o magnético).

Fluidos: Los líquidos o los gases en movimiento. Un fluido laminar se caracteriza por capas de líquido o gas que resbalan una sobre otras sin mezclarse; su comportamiento viene determinado, principalmente, por las fuerzas de rozamiento. Cuando las

velocidades que alcanza el f. Son altas, el régimen laminar puede trocarse en un régimen turbulento, que se caracteriza por la ausencia de todo orden en el movimiento del f. Y por la aparición de remolinos. Capa límite.

Formula Barométrica De La Altura: Permite calcular, a partir de dos medidas de la presión atmosférica, la diferencia aproximada de altura existente entre los lugares en que se han efectuado las lecturas del barómetro. La f. De la a. Solamente es válida en la troposfera.

Fusión: Paso de una sustancia sólida a la fase líquida; condiciones para ello es que se haya alcanzado la temperatura de fusión, que depende de la presión (punto fusión), y el aporte del calor fusión necesario para la transformación; Mientras dura esta transformación, la temperatura se mantiene constante.

G

Gas: Estado gaseo: Estado de las sustancias cuyas moléculas pueden moverse libremente y que sólo se tocan al chocar unas otras cosas (movimiento browniano). Llenan, por tanto, todo el espacio con que cuentan (Ley de Avogadro). Su energía cinética media es proporcional a la temperatura absoluta del g. (Teoría cinética de los gases) Las leyes de los g. (Leyes de los gases) describen la dependencia entre el volumen, la presión y la temperatura de los mismos. Rigurosamente sólo son válidas para los g. Ideales, cuyas moléculas puntuales no ejercen fuerza las unas sobre las otras. Los g. Reales presentan desviaciones con respecto a esas leyes a bajas temperaturas y a altas presiones. Se llama degenerado a un g. Ideales, en que la distribución de velocidades de sus moléculas se halla alterada como consecuencia de su desviación de la estadística de Boltzmann (estadística de Boltzmann) Gas electrónico.

Gas Ideal: Gas ideado para el estudio teórico del comportamiento de los gases, que tienen las siguientes propiedades: los átomos del gas se suponen puntiformes (sin volumen) y sin fuerzas de interacción entre ellos. El comportamiento de los g. I. Viene descrito por las leyes de los gases (Leyes de los gases). Y el de los gases reales, por la ecuación de Van Der Waals (Ecuación de Van Der Waals).



Hidráulica: La teoría del comportamiento de los fluidos incomprensibles; prescindiendo del razonamiento se cumple la ecuación de continuidad (constancia del producto de la sección transversal y la velocidad) y la ecuación de Bernoulli (constancia de la suma de la presión estática y de la presión dinámica).

Hidromecánica: La teoría de la mecánica de las sustancias líquidas en el equilibrio (hidrostática) y en movimiento (hidrodinámica; hidrodinámica).

Hidrostática: La teoría del comportamiento de los líquidos en reposo y bajo la acción de determinadas fuerzas; proporciona, entre cosas, la distribución de presiones en los líquidos (presión hidrostática) las condiciones de los líquidos de los sólidos sumergidos empuje (Principio de Arquímedes) y el comportamiento de los líquidos en los vasos comunicantes.

Higrómetro: Aparato para la medida de la humedad atmosférica (humedad atmosférica; el higrómetro de cabello mide la humedad relativa por el alargamiento que experimenta un cabello humano despojado de grasa; el psicrómetro (psicrómetro de aspiración), la humedad absoluta por el enfriamiento que experimenta un

termómetro humedecido en una corriente de aire; el higrómetro de punto de rocío (Punto de rocío) por el empañamiento que experimenta un recipiente de metal enfriado por evaporación de éter.

Humedad: El contenido que una sustancia tiene de agua no ligada químicamente, sobre todo cuando se trata del aire en relación con su contenido de vapor de agua. Humedad absoluta: cantidad de vapor en g/m humedad específica: cantidad de vapor en g/kg de aire; humedad relativa a la humedad absoluta y la humedad máxima (se mide con higrómetros; Higrómetro).



Intercambiador De Calor: Dispositivo técnico para la transformación de energía calorífica de un medio a otro (por ejemplo, como serpentín refrigerador en el agua como radiador con aletas de refrigeración).

Isoterma: Curva que une los puntos de igual temperatura de un diagrama de estado (diagrama de estado) transformación, Adiabática.



Kelvin: Abrev. K. Unidad básica legal de la temperatura termodinámica (absoluta). Según la nueva legislación, la temperatura y las diferencias de temperaturas han de darse en Kelvin (K); antes en grados Kelvin (K) el punto cero en la escala de Kelvin es el cero absoluto (cero absoluto); $0 \text{ K} = -273,15 \text{ C}$ (por ejemplo, $70 \text{ C} = 343,15 \text{ K}$); en lo concerniente a la división de la escala, se cumple que $1 \text{ K} = 1 \text{ C} = 1 \text{ grad}$.



Ley De Avogadro: Establece que el número de moléculas contenido en iguales de gases, en condiciones idénticas de presión y temperatura, es el mismo para todos los gases.

Ley De Boyle-Mariotte: Ley que estrictamente sólo es válida para los gases ideales, según la cual a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen permanece constante.

Ley De Dalton: Establece que en una mezcla de gases es la misma que ejercería si ocupase él solo todo el espacio que ocupa la mezcla (presión parcial) la presión total de la mezcla es igual a la suma de estas presiones parciales.

Ley De Gay Lussac: Describe el aumento de presión que experimenta un gas cuando se eleva su temperatura a volumen constante: $p_t = p_0 (1 + t/273,15)$; p_t = presión del gas a la temperatura t c; p_0 = presión del gas a 0 C Ley de los gases.

Ley De Hagen-Poiseuille: describe la velocidad de paso de un líquido viscoso en régimen laminar a través de tubos estrechos es válida en los casos en que la capa limite sea mayor que el radio del tubo.

Ley De Joule Del Calor De Una Corriente: Afirma que, a temperatura constante la cantidad de valor Q producido (calor de Joule) es proporcional a la resistencia R , al tiempo t , y al cuadrado de la intensidad de corriente es decir: $Q = 0.239 R t I^2$ la ley de Joule puede expresarse también de la siguiente forma $Q = 0.39 V I t$, siendo V la diferencia potencial. El factor 0,239 proviene del

equivalente eléctrico del calor (equivalente eléctrico del calor) 1 julio 0,239 cal.

Ley De Enfriamiento De Newton: Afirma que la temperatura t de un cuerpo que se enfría decrece exponencialmente según la ley $T = T_e (K = \text{constante de enfriamiento; } t = \text{tiempo})$.

Ley De Los Gases: En sentido estricto. La ecuación de los estados de los gases ideales establece que entre la presión p , la temperatura absoluta t , y el volumen por mol de un gas ideal de la relación $pV = RT$ es una constante que es la misma para todos, los gases ($R = 8.134 \text{ julios/grd mol}$). Casos particulares cuando la presión permanece constante si la variación que experimenta la temperatura es de 1 grad. El volumen experimentara una variación de $1/273$ (ley de Gay Lussac); si la temperatura permanece constante entonces el producto de la presión por el volumen es siempre constante, entonces el producto de la presión por el volumen es siempre una constante entonces el producto de la presión por el volumen, es siempre una constante, entonces el producto de la presión por el volumen es siempre una constante (ley de Boyle-Mariotte); si el volumen permanece constante, cuando la temperatura experimenta una variación de $1/273$. El comportamiento de los gases reales viene descrito por la ecuación de Van der Waals (Ecuación de Van der Waals).

Ley De Raoult: Relaciona las variaciones del punto de congelación y del punto de ebullición en función de la concentración de la disolución como consecuencia de las variaciones de la presión de vapor.

Líquido: Sustancia cuyas moléculas conservan entre sí distancias similares a las de los cristales, pero sin estar ligadas a las posiciones fijas, los líquidos se amoldan a las paredes de los

recipientes y se presentan los fenómenos de capilaridad (Capilaridad), viscosidad (Viscosidad) e incomprensibilidad (Incomprensibilidad)



Manómetro: Aparato utilizado en la técnica para la medida de la presión (por ejemplo, como manómetro de membrana manómetro de tubo; Tubo de Bourdon); el manómetro de líquido es el llamado barómetro (Barómetro) Vacuómetro.

Manómetro De Ionización: Aparato de medida para la comprobación de las presiones de los recipientes en los que se ha hecho el vacío; la ionización en el que el espacio de medida depende de la densidad del gas y es llevada a cabo por preparaciones radiactivas, descargadas de gases inducidas por termo cátodos.

Máquina Frigorífica: Como inversión de la máquina térmica, un dispositivo para la producción de frío; junto a la m. F. De compresión y absorción, se utilizan también entre otras, las m. F. De chorro de vapor (aplicación del efecto Joule-Thomson; Efecto Joule Thomson) y de gas frío (expansión de un gas condensado y con un enfriamiento previo).

Máquinas Térmicas: Máquinas que transformaran la energía mecánica (trabajo) (por ejemplo,,: máquinas de vapor, máquinas de combustión).

Materia: Objetos con masa en reposo (a diferencia de la energía) para los que en la física clásica se cumplen los principios de conservación, y en la física moderna, el principio de equivalencia de masa / energía (Principio de equivalencia de masa y de energía) merced al descubrimiento de las ondas de m. (ondas de materia) y

de la materialización (formación de pares), la idea del carácter puramente corpuscular de la m. Se vio complementada por la idea de su carácter ondulatorio

Muerte Térmica: Hipotético estado final de completa nivelación de todas las temperaturas según el segundo principio de la termodinámica; se basa en la idea del carácter conclusivo del cosmos.

N

Número De Avogadro: También número de Loschmidt; antes: número de moléculas de aire contenidas en un cm cúbico de aire ($2,69 \cdot 10^{23}$); hoy: número de átomos o de moléculas contenidas en un átomo gramo-mol ($6,0234 \cdot 10^{23}$).

P

Paradoja Hidrodinámica: El hecho, aparentemente paradójico de que, cuando una corriente atraviesa, por ejemplo, una tobera con redes móviles, éstas no tienden a separarse, sino a juntarse. La ecuación de Bernoulli (Ecuación de Bernoulli) da una explicación de este hecho.

Paradoja Hidrostática: Presión sobre el fondo de una vasija.

Peso Especifico: La relación entre el peso de un cuerpo y su volumen.

Picnómetro: Recipiente para determinar por peso la densidad de líquidos y sustancias pulveriformes.

Picnómetro: Instrumento para la medida de la compresibilidad de los líquidos

Politrópica: Curva que representa la dependencia entre la presión p y el volumen V en las transformaciones reversibles de un gas ideal para el caso en que la cantidad de calor dQ suministrada sea proporcional a la elevación dT que experimenta la temperatura. La teoría de las transformaciones p . Juega, entre cosas, un importante papel en la teoría de la estructura de las estrellas fijas.

Presión: La relación entre la fuerza que actúa perpendicularmente a una superficie y extensión de esa superficie; unidad legal: el Pascal (Pa); otras unidades: la atmósfera (Atmósfera), la baria (Baria), el Torr

Presión Atmosférica. La presión debida al peso del aire atmosférico se mide con el barómetro; como elemento meteorológico, la p . A. Varía mucho con el tiempo y el espacio; disminuye con la altura, reduciéndoles, aproximadamente, a la mitad por cada 5,5 km de altitud (Fórmula barométrica de la altura).

Presión De Vapor. La presión que reina sobre la fase líquida o sólida en caso de saturación; depende del peso molecular y de la temperatura. En la ebullición y sublimación, la p . De v. Es igual a la presión atmosférica.

Presión Dinámica: La presión debida a las fuerzas de inercia al bombardear un fluido un obstáculo es proporcional a la densidad del líquido (o gas) y al cuadrado de la velocidad. Ecuación de Bernoulli.

Presión Hidrostática: La presión isótropa (que se propaga por igual en todas direcciones) en el interior de un líquido en reposo; aumenta en proporción directa con la profundidad.

Presión Sobre El Fondo De Un Recipiente: La presión que ejerce un líquido sobre el fondo de un recipiente sólo depende de la profundidad y de la densidad del líquido (paradoja hidrostática)

Principios De La Conservación: Establecen que en los procesos físicos que tiene lugar en sistemas aislados, determinadas magnitudes físicas (energía, cantidad de movimiento, masa carga, etc.) se mantiene constantes en su valor numérico; también son importantes en la física de las partículas elementales: por ejemplo,; principio de conservación para el número de bariones (Número de bariones) Principio de la conservación de la cantidad de movimiento.

Principio De La Termodinámica: LOS tres principio fundamentales de la termodinámica (termodinámica): primer principio: el calor, como una forma de energía que es, sólo puede transformarse, no crearse ni destruirse (Principio de la conservación de las energías); es imposible transformar íntegramente (convertir) una cantidad de a calor en trabajo mecánico, esto es, construir un móvil perpetuo de segunda especie que produzca un trabajo periódico sólo por enfriamiento de un único foco calorífico cipio: el cero absoluto (Cero absoluto) es inaccesible (teorema de Nernst).

Proceso Irreversible: Un proceso no susceptible de inversión o más exactamente, un proceso cuyo curso no se puede invertir por entero sin que se produzcan cambios en los alrededores. Los p. I. Operan un incremento de la probabilidad termodinámica (probabilidad termodinámica (entropía)de un sistema Ejemplos de p. I. son el rozamiento, la difusión y los ciclos con gases reales. Lo opuesto proceso reversible (Proceso reversible).

Proceso Reversible: Un proceso cuyo sentido puede invertirse, y que, por tanto, puede desarrollarse en ambas direcciones sin que queden cambios en los alrededores. Lo opuesto: proceso irreversible.

Punto De Rocío: Temperatura a la que la cantidad de vapor presente un gas alcanza su saturación por debajo del punto de rocío comienza la condensación como consecuencia de la sobresaturación.

Punto Másico: Hipótesis para la simplificación del tratamiento matemático de los procesos físicos según la cual la masa total de un cuerpo se supone concentrada en un punto sin dimensiones.

Punto Triple: Punto en el diagrama presión-temperatura (Ecuación de estado) en el que las tres fases de una sustancia (sólido, líquido y gaseoso) pueden coexistir en un equilibrio estable.



Región De Las Fases De Gibbs: Proporciona la relación que existe en los sistemas heterogéneos en equilibrio termodinámico entre el número de grados de libertad (magnitudes que pueden variar arbitrariamente sin alterar el equilibrio del sistema), el número n de componentes (sustancias) y el número de fases (estados de agregación): $f = n - p + 2$. Para los tres estados de agregación de agua se cumple según esto: $1 - 3 + 2 = 0$ grados de libertad, dándose, por tanto, para las variables termodinámicas un punto triple (punto triple).

Refracción: La relación entre la energía cedida y la energía tomada; siempre menor que 1, o que el 100 por 100, ya que siempre una parte de la energía se pierde (se disipa) por transformarse en otras formas de energía, como, por ejemplo, calor trabajo de

rozamiento, etc., lo que equivale a la posibilidad de un móvil perpetuo (principios de la termodinámica).

S

Stokes: Abrev. St. La unidad de viscosidad cinemática (Viscosidad cinemática).

Subenfriamiento: Persistencia del estado líquido por debajo de la temperatura normal de la solidificación en ausencia de núcleos de condensación; en el caso del agua puede llegarse incluso hasta los 40 grados C.

Sublimación: El tránsito directo de una sustancia del estado sólido al estado gaseoso a una determinada temperatura (dependiente de la presión temperatura de sublimación, punto de sublimación) sin pasar previamente por la fase líquida. En la vuelta al estado sólido (formación del sublimado) se libera el calor de sublimación.

T

Teoría Cinética De Los Gases: Teoría fisicoquímica clásica que relaciona las propiedades de los gases (presión, temperatura, difusión, calor específico, etc.) de la hipótesis de la que el gas está constituido por moléculas esféricas que se mueven libre y desordenadamente en el espacio (movimiento térmico), que no ejercen fuerzas entre (gas ideal), que intercambian sus impulsos por medio de choques elásticos energía cinética se distribuye según leyes estadísticas. Así, por ejemplo, la presión representa de millones de choques por unidad de tiempo sobre las paredes del recipiente; la difusión del gas es debida a los choques desordenados entre sus moléculas; la temperatura es una propiedad del conjunto

La energía cinética media E de las moléculas es proporcional a su energía cinética media E que se distribuye por igual entre todos los grados de libertad (Grados de libertad) (Principio de equipartición). La conductividad térmica y la viscosidad dependen, a parte de la temperatura, del recorrido libre medio de las moléculas del gas (Distribución de velocidades de Maxwell) es calculable y comprobable (Stur). La t. C. De los g. Fue aplicada con éxito a los gases reales (atención a las fuerzas atractivas entre las moléculas y al estado de difusión del gas). La t. C. De los g. Fue formulada rigurosamente por Maxwell y Boltzmann sobre la base de los trabajos experimentales de Boyle, Mariotte y Gay-Lussac, entre otros.

Termodinámica: La teoría de los cambios de estado (cambios de estado) causados por el suministro y sustracción de energía térmica, así como de los equilibrios de los sistemas dentro de cantidades definidas de materia. La t. Proporciona información sobre las variaciones de presión, volumen y temperatura, así como sobre el trabajo obtenido o consumido en un proceso y la energía interna contenida en un sistema, sobre la entropía (entropía) y la entalpía (entalpía); la termodinámica estadística interpreta el calor como movimiento desordenado de las moléculas, y la entropía como medida de la probabilidad de un estado. Principio de la termodinámica.

Transmisión De Calor: El intercambio de calor entre dos cuerpos que se encuentran a distinta temperatura. La mayor cantidad de calor pasa siempre del cuerpo más caliente al más frío bien sea por conducción (transporte de energía dentro del cuerpo a través de las moléculas, sin flujo de materia), por convección (corriente de líquido o gas caliente) o por radiación térmica que es absorbida en gran parte por el cuerpo sobre el que la radiación incide.

Tubo De Bourdon: Un manómetro; tubo curvado en forma circular, con sección ovalada y cerrado por un extremo; se alarga bajo la presión del gas.

Tubo De Pitof: Aparato para la medida de la presión total, esto es, de la suma de la presión estática y de la presión dinámica en los fluidos.

Tubo De Prandtl: Sonda para medir la presión debida la velocidad de los líquidos.

Tubo De Venturi: Sonda para medir la presión debida a la velocidad en los gases, o, a partir de ella, el gasto del tubo.



Vacío: En el caso ideal, un espacio completamente libre de materia y de campos; en la técnica se considera ya como vacío un espacio con depresión según la magnitud de la presión se suele distinguir entre vacío tosco (hasta 1 Torr), vacío fino super alto (8 menos de 10 Torr)

Vapor: El estado de una sustancia gaseosa en las proximidades del estado líquido, especialmente del agua. Un pequeño descenso de la temperatura o un aumento de la presión da lugar a la condensación del v. Y, en ciertos casos a su cristalización.

Vaporización: El paso del estado líquido al de gas por suministro de calor. Sublimación.

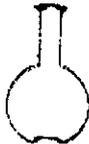
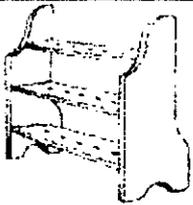
Vasos Comunicantes: Recipientes comunicados entre sí abiertos por la parte superior y de distinta forma y capacidad.

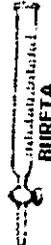
Volumen Especifico: El volumen molar.

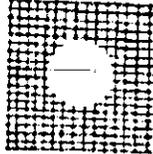
Volumen Molar: El volumen que ocupa un mol de una sustancia; para los gases ideales en condiciones normales (0 grados C y 760 torr) = 22,4146 I.

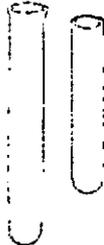
APENDICE II

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Matraz Erlenmeyer	Vasijas o recipientes de vidrio de diversas formas que se emplean en el laboratorio para calentar líquidos cuando hay peligro de pérdida de vaporización, o para titular en el análisis cuantitativo	 <p>MATRAZ ERLENMEYER</p>
Matraz Aforado o Fiola	Instrumento de vidrio de cuello largo y angosto, se usa para preparar soluciones	 <p>EMBUDO DE VIDRIO</p>
Mortero	Material de laboratorio de porcelana o de vidrio, que se usa para moler o reducir el tamaño de las sustancias. Consta de dos partes: el mazo y el mortero propiamente dicho.	 <p>MORTERO CON PILÓN</p>
Parrilla eléctrica	Aparato que sirve para calentar sustancias	
Pipeta	Son instrumentos de vidrio que se usan para medir los líquidos con mayor exactitud	 <p>PIPETA</p>

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Balón de fondo plano	Recipiente esférico destinado a contener líquidos	 <p>BALÓN DE FONDO PLANO</p>
Cápsula de Porcelana	Material de laboratorio de porcelana, que se utiliza para la separación de mezclas, por evaporación y para someter al calor ciertas sustancias que requieren de elevadas temperaturas.	 <p>CAPSULA DE EVAPORACIÓN</p>
Escobilla	Cepillo cilíndrico que sirve para limpiar el material de laboratorio	 <p>ESCOBILLA PARA TUBOS DE ENSAYO</p>
Espátula	Aparato de laboratorio que sirve para sacar las sustancias sólidas de los recipientes que las contienen.	 <p>ESPATULA</p>
Gradilla	Material de laboratorio de madera o metal, que se usa como soporte de los tubos de ensayo.	 <p>GRADILLA PARA TUBOS DE ENSAYO</p>

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Agitador	Varilla de vidrio que se utiliza para remover líquidos	 <p>AGITADOR</p>
Aro Soporte	Instrumento metálico de laboratorio, que se emplea como soporte de otros materiales anexado al soporte universal.	 <p>ARO SOPORTE</p>
Bureta	Instrumento cilíndrico de vidrio graduado, alargado, que termina en una llave para poder controlar el flujo del líquido que se va a medir. Se usa en operaciones en que se necesita medir volúmenes con gran exactitud.	 <p>BURETA</p>
Balanza de precisión	Medir masas de sustancias sólidas.	
Balón	Recipiente esférico destinado a contener líquidos, también sirve para calentar líquidos cuyos vapores no deben estar en contacto con la fuente de calor.	 <p>BALON</p>

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
<p>Probeta Graduada</p>	<p>Instrumento de laboratorio de vidrio, que se emplea para medir el volumen de los líquidos.</p>	 <p>PROBETA</p>
<p>Rejilla</p>	<p>Material de laboratorio de metal que puede estar o no, cubierto con un círculo de asbesto; se usa para proteger el fuego directo el material de vidrio que va a sufrir calentamiento.</p>	 <p>REJILLA</p>
<p>Soporte Universal</p>	<p>Instrumento de laboratorio de metal, que se usa como base soporte para el montaje de diversos aparatos, así por ejemplo, los que se usan en destilación, filtración, etc.</p>	 <p>SOPORTE UNIVERSAL</p>
<p>Termómetro</p>	<p>Instrumento que mide la temperatura en grados centígrados o Fahrenheit.</p>	 <p>TERMOMETRO</p>

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Trípode	Material de laboratorio de metal, que se usa como soporte al calentar otros materiales	 <p>TRIPODE</p>
Tubos de Ensayo	Instrumento de laboratorio de vidrio que se emplea para realizar los ensayos o pruebas de laboratorio	 <p>TUBOS DE ENSAYO</p>
Vaso precipitado	Material de laboratorio de vidrio, que se usa como recipiente y también para obtener precipitados	 <p>VASO PRECIPITADO</p>
Sujetador de tubos de ensayos o Pinzas para crisol	Sujetador para piezas calientes	 <p>PINZA PARA CRISOL</p>