

TERMODINAMICA-MODULO EXPERIMENTAL

Código: 2016693

Grupos 1 y 2

I Semestre de 2016

Luis Demetrio López-Carreño, Dr. Sc.

e-mail: ldlopezca@unal.edu.co

Oficina: 404-347

Laboratorio: 405-111 o 405-104

Departamento de Física

Universidad Nacional de Colombia

Introducción:

El modulo experimental del curso de termodinámica está diseñado para motivar en los estudiantes una actitud crítica y objetiva hacia el proceso de medición y está diseñado en función del equipo existente en el laboratorio.

Toda experimentación está sujeta a limitaciones sobre los recursos, y gran parte de la habilidad para la experimentación consiste en optimizar el rendimiento experimental a partir de esos recursos. Las restricciones en el tiempo simplemente simulan las circunstancias en las que se hace la mayor parte de la experimentación real. El aparato mismo nunca será ideal. Sin embargo, esto no debe verse como un defecto sino como un reto. El experimentador debe aprender a identificar las fuentes de errores por si mismo y, de ser posible, eliminarlas o hacer las correcciones que requieran. El uso del tiempo de laboratorio resultara más fructífero cuando los experimentos se acepten como problemas que se deben resolver por parte del estudiante mismo. Ciertamente se comentaran errores de juicio, pero podemos aprender de manera más eficiente de la experiencia personal con la consecuencia de nuestras decisiones, que de seguir rígidamente algún procedimiento “Correcto” establecido. Lo que aprendemos es más importante que lo que hacemos. Esto no quiere decir, sin embargo, que debemos mostrar indiferencia complaciente con el resultado del experimento. El desarrollo de nuestras habilidades experimentales solo se logrará si tomamos en serio el reto de obtener el mejor resultado posible de cada experimento.

Objetivos:

- a. Familiarizar al estudiante con patrones y técnicas de medida de carácter térmico
- b. Consolidar en el estudiante los conceptos físicos involucrados en los fenómenos térmicos
- c. Brindar al estudiante una formación básica en el área de la termodinámica, la cual le debe permitir comprender fenómenos físicos cotidianos.
- d. Ofrecer al estudiante elementos que le permitan la interpretación y apropiación del desarrollo tecnológico actual.

- e. Profundizar en los conocimientos propios de la Física experimental, el manejo e interpretación de datos.
- f. Afianzar en el estudiante las habilidades para la elaboración de comunicaciones escritas usando las normas y criterios propios de la actividad científica.

Contenido:

1. Temperatura y Ley Cero de la Termodinámica

- a. Definición de temperatura y equilibrio térmico
- b. Equilibrio térmico y escalas de temperatura
- c. Dilatación de metales y líquidos. Construcción de escalas de temperatura
- d. Determinar expansión de sólidos con la temperatura. Determinación del coeficiente volumétrico de expansión de líquidos. Medida de la anomalía térmica del agua
- e. Principios de funcionamiento del termómetro de platino, termistores, diodos y termocuplas. Sensores de temperatura: termocuplas (tipos y formas), termistores, Pt-100, diodos, sensores integrados LM35, LM335.

2. Presión y Gases ideales

- a. Definición de presión. Unidades: psi, Pascal, Bar, Atmósfera, mmHg.
- b. Manómetros y sensores de presión
- c. Leyes de los gases ideales. Determinar experimentalmente la ecuación de estado de gases ideales, constante universal de los gases.

3. Primera ley de la termodinámica

- a. Trabajo y Calor. Principio de conservación de la Energía. Primera Ley de la Termodinámica.
- b. Equivalente mecánico y eléctrico del calor
- c. Capacidad calorífica

4. Segunda ley de la termodinámica: Ciclos y maquinas térmicas

- a. Procesos reversibles e irreversibles. Definición de entropía. Desigualdad de Clausius. Segunda Ley de la Termodinámica
- b. Máquinas térmicas. Ciclo de Stirling. Motor de Stirling. Celda de combustible
- c. . Máquina de vapor, turbinas de gas y motores de combustión interna
- d. Refrigeración, celda Peltier

5. Estabilidad y transiciones de fase

- a. Sistemas multifásicos y equilibrio entre fases
- b. Transiciones de fase de 1er y 2o orden. Diagramas de Fase. Calor latente, de reacción, de solvatación
- c. Determinación del calor específico de evaporación del agua y el calor específico de fusión del hielo. Observar la transición de fase entre líquido y gas en el punto crítico

6. Transmisión del calor

- a. Conducción: Ecuación de difusión de Newton
- b. Medición de conductividad térmica en diferentes materiales
- c. Radiación. Cuerpo negro. Leyes de Wien y de Stephan-Boltzmann

Experimentos:

1. ***Sensores de temperatura:*** termopares (tipo J, tipo K), termistor (NTC, PTC), Pt-100. diodo, IC-LM35.
2. ***Ley del gas ideal***
3. ***Ley de enfriamiento de Newton***
4. ***Transiciones de fase:*** Calor latente de fusión del hielo, Calor latente de ebullición del agua, Calor latente de ebullición del nitrógeno líquido.
5. ***Calor específico a temperatura ambiente y a bajas temperaturas:*** Temperatura de Einstein, Temperatura de Debye.
6. ***Equivalente eléctrico y mecánico del calor***
7. ***Radiación térmica***
8. ***Coeficiente de dilatación lineal***
9. ***Conductividad térmica***
10. ***Eficiencia de una máquina térmica***

Bibliografía

1. *H. B. Callen, Thermodynamics and an introduction to thermostatistics, Wiley 1985*
2. *M. W. Zemansky y R.H. Dittman, Calor y termodinámica, McGraw-Hill, 1984*
3. *G. Carrington, Basic thermodynamics, Oxford University press, 1994*
4. *R.B. Narayan, Fundamentals of classical and statistical thermodynamics, Wiley, 2002*
5. *G. Lebon, D. Jou, J. Casas-Vazquez, Understanding non-equilibrium thermodynamics: Foundations, applications, frontiers, Springer, 2007*
6. *C.J. Adkins, Equilibrium thermodynamics, Cambridge University Press, 1984*
7. *C.B.P. Finn, Thermal physics (Physics and Its applications), CRC, 1993*
8. *F. Reif, Fundamentals of statistical and thermal physics, McGraw-Hill, 1965*

9. C. Kittel y H. Kroemer, *Thermal physics*, W.H. Freeman, 1980
10. A.B. Pippard, *Elements of classical thermodynamics: for advanced students of physics*, Cambridge University Press, 1957
11. M. Planck, *Treatise on thermodynamics*, Dover, 1990
12. J.W. Gibbs, *The scientific paper of J. W. Gibbs V1: Thermodynamics*, Kessinger, 2007

Evaluación

50% Informes de laboratorio

30% Quices

20% Examen-Proyecto final

El curso es de carácter experimental. Por lo tanto, la teoría que se desarrolla estará estrechamente relacionada y limitada a los experimentos que se realizan. La nota correspondiente a problemas será el promedio aritmético de las evaluaciones parciales que se realizaran a lo largo del semestre.

Los informes de laboratorio se deben entregar una semana después de haber sido realizados.

El informe de laboratorio

No importa cuan bueno sea un experimento o cuan brillante sea un descubrimiento, no tiene valor a menos que la información se comunique a otras personas, la cual deberá ser clara y sencilla evitando repetir los vocablos utilizados.

Los informes de laboratorio representan una fuente de información de los sucesos de cada experimento. Contienen la teoría, métodos usados en el desarrollo del experimento, experimentos que se efectuarán después. El informe nos proporciona las experiencias obtenidas durante su elaboración, las cuales podrán ser utilizadas en experimentos posteriores, y evitar posibles errores en el desarrollo de otros experimentos. La redacción que utilicemos deberá ser lo más clara y sencilla posible, sin limitar el estilo de redactar de cada uno de nosotros. Sin embargo esto no nos libera de usar el significado que cada palabra tiene, y evitar el decir “es que yo quería expresar eso”, el desconocimiento de las palabras nos lleva a escribir y ofrecer información diferente de la obtenida. “Para escribir en forma clara y precisa es necesario practicar “, y quizás terminemos por adquirir

diferentes estilos de escribir, pero siempre que el mensaje sea claro, la diversidad puede ser enriquecedora más que perjudicial. Observe el siguiente aforismo: Una persona que usa un gran número de palabras para expresar sus ideas es como un mal tirador que en lugar de apuntar una sola piedra hacia un objeto, toma un puñado de ellas y lo lanza con la esperanza de dar en el blanco. Es decir, diga lo que haya que decir y nada más, siendo breve pero no lacónico. Cuando la idea se presente claramente con gráficas o tablas, úsese éstas pero no se incluya además una explicación con verborrea que diga al lector lo que puede ver por inspección de la gráfica. Por lo general, el tiempo pasado en tercera persona se acepta como el estilo gramatical más formal para los informes técnicos, y es raramente incorrecto usar dicho estilo. En ciertas circunstancias puede emplearse la primera persona, con objeto de destacar un punto o recalcar el hecho de que una afirmación es opinión del redactor, como por ejemplo: Tercera persona: La ecuación (5) se recomienda para la correlación final de acuerdo con las limitaciones de la información como se explicó antes. Primera persona: nosotros (yo) recomendamos la ecuación (5) para la correlación final de acuerdo con las limitaciones de la información presentada en nuestra (mi) exposición anterior.

El análisis es una parte integral del informe, y no una reflexión posterior, en el que se hace una comparación entre lo esperado y lo obtenido en nuestro experimento, o sea se trata de comprobar si nuestro modelo responde a la realidad. El resultado de esta comparación es decisivo para el experimento, en la etapa del informe, debemos hacer una afirmación franca y desprejuiciada de ese resultado. A veces una discrepancia tendrá (al menos superficialmente) un origen que es fácil de identificar. En otras ocasiones, sin embargo, es necesaria una mayor explicación. Si, finalmente, estamos tratando con una situación que es verdaderamente desconcertante, puede ser que no tengamos mucho que ofrecer en lo que respecta a la especulación, pero siempre vale la pena intentarlo. A veces, pese a nuestros mejores esfuerzos, fallaremos, y no seremos capaces de aportar ninguna idea constructiva, en este punto debemos actuar con toda honradez, cuando intentemos ser creativos con respecto a nuestras discrepancias, experimentales, debemos recordar que estamos haciendo algo importante. Todos los modelos y las teorías pasan por proceso de refinamiento, y esos procesos se basan en los diversos casos de fallas observadas en los modelos. Por tanto, debemos procurar responsabilizarnos al especular en nuestro trabajo. En vez de lanzarnos en cualquier idea absurda que imaginemos, debemos tratar de conseguir que nuestras sugerencias tengan alguna conexión lógica con la evidencia de las discrepancias.

Para los efectos de esta asignatura, los informes son de carácter grupal y se deben entregar la clase siguiente después de realizada la práctica.

El informe consta de cinco partes básicas: resumen, introducción, dispositivo experimental, resultados y análisis y conclusiones. Es decir debe seguir las mismas pautas utilizadas en una publicación de carácter científico.

a. Resumen

En este se describen brevemente los objetivos y los resultados del trabajo, por tanto debe dar una información completa pero corta del contenido del trabajo. Su extensión nunca es mayor a media página.

b. Introducción

En esta sección se incluye la teoría necesaria para llevar a cabo el experimento, fórmulas, fenómenos, principios, cálculos y circuitos que serán la base para la

solución de la práctica del laboratorio, incluyendo además las respuestas a las preguntas planteadas por el profesor (si las hay) durante el desarrollo del experimento. Se da la información necesaria para ubicar el problema (marco teórico) resaltando la importancia y los métodos utilizados para resolverlo. Se hace énfasis en que esta debe ser básicamente un texto corto pero con *sentido* producto de sus consultas bibliográficas previas a la realización de las practicas.

c. *Dispositivo experimental*

Aquí se relacionan el equipo así como los componentes del circuito que se utilizó, valores y datos nominales (estos deben compararse con las tolerancias que existen en los datos del fabricante). Se muestran los diagramas esquematizados que se emplearon durante el desarrollo de la práctica, se indica la forma de conectar los componentes y llevar a cabo las mediciones del circuito. Los buenos diagramas también pueden ayudarnos, cuando redactemos el informe, referirnos a un buen diagrama, claro y bien rotulado, nos puede ahorrar párrafos enteros de descripción por escrito, y clarificará pormenores que serían insoportablemente tediosos de leer si estuvieran incluidos en el texto. En el procedimiento se indicará la secuencia en que se llevo a cabo el experimento, anotando los principios, leyes, ecuaciones que se utilizaron al llevar la práctica. También deberá anotarse los problemas surgidos durante el experimento, la forma en que se resolvieron, el principio aplicado, el porcentaje de error en las mediciones así como las características generales del equipo.

d. *Resultados y Análisis*

Aquí se presentan las tablas de datos, tenga en cuenta que toda tabla de datos debe estar numerada, titulada y rotulada. Igualmente deben aparecer las gráficas y el análisis de sus resultados y la comparación de estos con la teoría y las hipótesis propuestas en la introducción.

e. *Conclusiones*

Esencialmente deben contestar las preguntas planteadas inicialmente o dar las razones por las cuales no es posible hacerlo. Las conclusiones deben ser necesariamente una consecuencia del experimento realizado.

NORMAS DE SEGURIDAD

La seguridad es un factor vital en toda actividad. No es simplemente un tema que se trate durante una o dos horas de discusión para luego olvidarlo y para pasar a otro asunto. El hecho que ocurra o no un accidente generalmente depende del grado en que se respeten las reglas de seguridad básicas, que por lo general exigen una buena dosis de sentido común. En la medida en que se respeten y apliquen estas reglas, disminuyen las probabilidades de sufrir un accidente.

Las siguientes reglas generales de seguridad para talleres se aplican a toda persona que trabaje con herramientas y equipos eléctricos. Observe cómo se aplican en su laboratorio. Si fuera necesario, discútalas con su profesor:

1. *No bromea cuando esté trabajando.* Muchas lesiones dolorosas son provocadas por la falta de cuidado y las imprudencias irreflexivas del bromista que las ocasiona.

2. *Obtenga la aprobación de su profesor antes de iniciar su trabajo.* Esto le ahorrará tiempo y lo ayudará a evitar accidentes. Recuerde que su profesor está ahí no solo para enseñar sino también para ayudar.
3. *Mantenga el piso alrededor de su área de trabajo limpio y libre de basuras capaces de producir resbalones o tropezones.*
4. *Use las herramientas correctamente* y no las use si no están en buenas condiciones. Emplee las herramientas adecuadas y no sustitutos.
5. *No hable o distraiga a sus condiscípulos cuando estén trabajando,* especialmente si están efectuando conexiones eléctricas y mediciones.
6. *No use anillos en los dedos, collares y manillas, utilice zapatos con suela de goma y llegue al salón de la práctica con el pelo ya recogido.*
7. *Trate de trabajar en forma ordenada en el mesón donde Ud. está asignado.* Esto incluye ser cuidadoso con la posición de los diferentes componentes, instrumentos y cables de interconexión, conectar los instrumentos de forma segura, es decir, no realizar conexiones poco firmes de las puntas de los instrumentos de medición, colocar desde un principio los instrumentos en una posición en la que sea fácil realizar la lectura de los datos, no dejar terminales vivos en cualquier posición del mesón, definir el área donde va a colocar los documentos en los que tiene representado el circuito bajo prueba y el área donde va a ubicar los papeles para registrar los datos de las mediciones, no dejar las herramientas, especialmente las que tiene partes metálicas como pinzas, pelacables, alicates, etc., en medio de los circuitos, donde pueden provocar un cortocircuito si hacen contacto con cualquier parte metálica de los mismos.
8. No utilice equipo y materiales que pertenecen a otro mesón, excepto si se lo indica o autoriza el profesor del curso.
9. Si se presentan personas extrañas al salón del laboratorio, notifíquelo al profesor.
10. No puede ingerir bebidas y comida dentro del salón de laboratorio.