



CARTA AL ESTUDIANTE

1. NOMBRE DEL CURSO: FS-0623 Metrología II (4 créditos, Curso Optativo)

2. CICLO: II - 2011

3. HORARIO: Lunes 7:00 h a 9:50 h y Jueves 7:00 h a 9:50 h (Aula 153 Facultad de Letras, sesiones prácticas en LABCAL)

4. OBJETIVO GENERAL:

Explicar la Metrología como disciplina científica de carácter aplicado para ofrecer una perspectiva sobre la forma en que deben realizarse las mediciones adecuadamente, de acuerdo con el nivel de exactitud requerido: desde la facilitación de las actividades cotidianas hasta el desarrollo de tecnologías de alto nivel.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1) Apreciar el estudio de la metrología, como una disciplina básica para el desarrollo científico, tecnológico y social de la humanidad.
- 2) Aplicar conceptos estadísticos para estimar en forma adecuada la incertidumbre en mediciones.
- 3) Conocer el lenguaje metrológico en algunas magnitudes para el manejo apropiado de diversos conceptos científicos.
- 4) Desarrollar en el estudiante la destreza necesaria en técnicas de laboratorio de acuerdo con documentos generalizados en Metrología.

6. METODOLOGIA:

El curso se imparte basado tanto en libros, revistas, manuales y folletos técnicos como en las contribuciones del profesor. El curso tendrá un énfasis en la práctica en razón de su naturaleza.

7. ACTIVIDADES PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS:

Se impartirán clases magistrales donde se intercalarán seis prácticas, se asignarán tres tareas para resolver fuera de clase y dos exámenes parciales comprensivos. El detalle de las actividades que se realizarán para dar cumplimiento a los objetivos se presentan en forma detallada en el cronograma.

8. DESCRIPCION DEL CURSO:

El curso forma una sola unidad temática con el curso Metrología I (FS-0523) y está enfocado hacia el estudio de la metrología científica, legal e industrial en su aplicación actual tanto teórica como práctica.

El curso está enfocado para estudiantes de la carrera de Física pero pueden ser llevado por estudiantes de otras carreras siempre que posean los requisitos establecidos.

El curso tiene tres tipos de actividades a saber: participación en clase, trabajos de laboratorio y prácticas individuales.

9. CONTENIDOS DEL CURSO:

1. Magnitud de Dimensional

- 1.1 Instrumentos de medición de uso típico
- 1.2 Errores en instrumentos de medición
- 1.3 Influencia de la temperatura en las mediciones de longitud y ángulo
- 1.4 Patrones de precisión: bloques patrón, reglas patrón, máquinas de coordenadas
- 1.5 Calibración de calibradores vernier
- 1.6 Calibración de micrómetros para medición de exteriores
- 1.7 Calibración de cintas métricas
- 1.8 Calibración de instrumentos diversos

2. Magnitud de Temperatura

- 2.1 Antecedentes históricos
- 2.2 Escala termodinámica y escala práctica de temperatura
- 2.3 Escala Internacional de Temperatura ITS-90
- 2.4 Métodos no eléctricos de medición de temperatura



2.5 Calibración de termómetros de líquido en vidrio

2.6 Métodos eléctricos para la medición de temperatura

2.7 Métodos de radiación para la medición de temperatura

3. Magnitud de Volumen

3.1 Importancia de las mediciones de volumen.

3.2 Instrumentos de medición de volumen.

3.3 Métodos de calibración en volumen: geométrico, comparación volumétrica y gravimétrico.

3.4 Calibración de recipientes volumétricos por el método gravimétrico

3.5 Tanques de almacenamiento.

3.6 Calibración de flujómetros.

4. Magnitud de Presión

4.1 Introducción a la medición de presión

4.2 Instrumentos de medición de presión.

4.3 Patrones para la calibración de instrumentos de presión.

4.4 Influencia de la aceleración debida a la gravedad

4.5 Calibración de instrumentos de medición de presión

5. Magnitudes Físico-químicas

5.1 Patrones y materiales de referencia

5.2 Transmitancia y opacidad

5.3 Densidad

5.4 Viscosidad

5.5 Conductividad

5.6 Potenciometría

5.7 Refractometría

6. Aplicaciones diversas de la Metrología

6.1 Inspección Técnica Vehicular

6.2 Variables Eléctricas

6.3 Par torsional

6.4 Fuerza

6.5 Metrología de grandes masas

7. Desarrollos modernos de la metrología científica y modernización de la definición de las unidades del SI

7.1 Proyectos para medir mejor la constante de Boltzmann y su aplicación en la posible redefinición del kelvin y otras unidades.

7.2 Proyecto para medir mejor la constante de Avogadro y la redefinición del kilogramo.

7.3 Aplicación de la espectroscopía de absorción laser a la medición de intensidades de línea con alta exactitud y su aplicación al monitoreo ambiental y control de gases causantes del efecto invernadero.



10. CRONOGRAMA:

| Fechas | Primera sesión | Segunda sesión |
|-------------------------------|---|--|
| 2011-08-08 y 2011-08-11 | Presentación del curso: Carta al estudiante. Metodología de trabajo. | Magnitud de dimensional: Instrumentos de medición de uso típico. Errores en instrumentos de medición. Influencia de la temperatura en las mediciones de longitud y ángulo. Patrones de precisión: bloques patrón, reglas patrón, máquinas de coordenadas. Calibración de calibradores vernier. Calibración de micrómetros para medición de exteriores. Calibración de cintas métricas. Calibración de instrumentos diversos |
| 2011-08-15 y 2011-08-18 | FERIADO | Práctica 1: Metrología dimensional (primera parte): Calibración de calibradores vernier. |
| 2011-08-22 y 2011-08-25 | Práctica 2: Metrología dimensional (segunda parte): Calibración de micrómetros. | Análisis de incertidumbres de las prácticas 1 y 2. |
| 2011-08-29 y 2011-09-01 | Recepción de informes de prácticas 1 y 2. Magnitud de Temperatura: Antecedentes históricos. Escala termodinámica y escala práctica de temperatura. Escala Internacional de Temperatura ITS-90. Métodos no eléctricos de medición de temperatura. Métodos eléctricos para la medición de temperatura. Métodos de radiación para la medición de temperatura. | Magnitud de Temperatura: Calibración de termómetros de líquido en vidrio. Asignación de Tarea 1 |
| 2011-09-05 y 2011-09-08 | Práctica 3: Metrología en temperatura: Calibración de un termómetro de líquido en vidrio. | Análisis de incertidumbres práctica 3. |
| 2011-09-12 y 2011-09-15 | Recepción de informe de práctica 3. Magnitud de Volumen: Importancia de las mediciones de volumen. Instrumentos de medición de volumen. Métodos de calibración en volumen: geométrico, comparación volumétrica y gravimétrico. Calibración de recipientes volumétricos por el método gravimétrico. Tanques de almacenamiento. Calibración de flujómetros. | FERIADO |
| 2011-09-19 y 2011-09-22 | Magnitud de Volumen: Ejemplo de calibración de un recipiente volumétrico. | Práctica 4. Calibración de recipientes volumétricos (primera parte): Preparación de un matraz para la calibración. |
| 2011-09-26 y 2011-09-29 | Práctica 4. Calibración de recipientes volumétricos (segunda parte): Calibración de un matraz. | Análisis de incertidumbres práctica 4. |
| 2011-10-03 y 2011-10-06 | Recepción de informe de práctica 4. Magnitud de presión: Introducción a la medición de presión. Instrumentos de medición de presión. Patrones para la calibración de instrumentos de presión. Influencia de la aceleración debida a la gravedad. Calibración de instrumentos de medición de presión. | Práctica 5. Calibración de manómetros: Calibración de manómetros empleando balanza de peso muerto. |
| 2011-10-10 y 2011-10-13 | Análisis de incertidumbres práctica 5. | Primer examen parcial |
| 2011-10-17 y 2011-10-20 | FERIADO | Magnitudes Físico-Químicas: Patrones y materiales de referencia. Transmitancia y opacidad. Densidad. Viscosidad. |
| 2011-10-24 y 2011-10-27 | Magnitudes Físico-Químicas: Conductividad. Potenciometría. Refractometría. Recepción de informe de práctica 5. | Práctica 6. Físico-química: calibración de un medidor de pH. Análisis de incertidumbres práctica 6. Asignación de Tarea 2. |
| 2011-10-31 y 2011-11-03 | Aplicaciones diversas de la Metrología: Variables Eléctricas. | Aplicaciones diversas de la Metrología: Fuerza. Recepción de informe de práctica 6. |
| 2011-11-07 y 2011-11-10 | Aplicaciones diversas de la Metrología: Par torsional. | Aplicaciones diversas de la Metrología: Inspección Técnica Vehicular. Asignación de Tarea 3. |
| 2011-11-14 y 2011-11-17 | Aplicaciones diversas de la Metrología: Metrología de grandes masas | Desarrollos modernos de la metrología científica y modernización de la definición de las unidades del SI. Proyectos para medir mejor la constante de Boltzmann y su aplicación en la posible redefinición del Kelvin y otras unidades. Proyecto para medir mejor la constante de Avogadro y la redefinición del kilogramo. |
| 2011-11-21 y 2011-11-24 | Desarrollos modernos de la metrología científica y modernización de la definición de las unidades del SI. Aplicación de la espectroscopía de absorción laser a la medición de intensidades de línea con alta exactitud y su aplicación al monitoreo ambiental y | Segundo examen parcial comprensivo |



control de gases causantes del efecto invernadero.

11. REQUISITOS: FS-0523 Metrología I

12. EVALUACION:

| | |
|---|------|
| Primer examen parcial comprensivo (temas del 1 al 4 inclusive) | 25 % |
| Segundo examen parcial comprensivo (temas del 5 al 7 inclusive) | 30 % |
| 3 tareas | 15 % |
| 6 prácticas de laboratorio | 30 % |

Las tareas son de carácter individual y se dará un tiempo de 10 días hábiles para su resolución después de su entrega.

Cada una de las prácticas de laboratorio tiene un valor de 5 %. Para cada práctica, la mitad de la nota se evaluará con la asistencia y la otra mitad con la entrega del informe de la práctica. En el caso de la práctica 4, si no asiste a la primera parte no podrá realizar la segunda parte de la práctica con lo que perderá el porcentaje respectivo.

13. MATERIALES DEL CURSO:

Para el curso se requieren los siguientes materiales:

- Cuaderno de notas
- Portafolio de prácticas
- Lapicero ó lápiz
- Calculadora científica o computadora personal

14. BIBLIOGRAFIA:

Kochsiek, M. y Gläser, M. (2000). *Comprehensive Mass Metrology*. Alemania: Wiley-Vch.

INTE-ISO/IEC 17025:2005: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (2005). Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).

INTE-ISO 10012:2003: Sistemas de gestión de las mediciones - Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. (2003). Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).

INTE-ISO 5725-2:2006 Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición – Parte 2: método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado. (2006). Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).

Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático. (2009). Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

JCGM 100:2008 Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements (GUM). (2008). Francia: Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).

OIML R 76-1 Edition 2006 (E) International Recommendation. Non-automatic Weighing Instruments Part 1: Metrological and technical requirements – Tests. (2006). Francia: International Organization of Legal Metrology (OIML).

OIML R111-1 Edition 2004 (E) International Recommendation. Weights of Classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃, M₃, Part 1: Metrological and technical requirements. (2004). Francia: International Organization of Legal Metrology (OIML).

Walpole, R.; Myers, R.; Myers, S. y Ye, K. (2007). *Probabilidad & Estadística para ingeniería y ciencias*. México. Pearson Educación.

Padilla Víquez, G. J., “Investigation of TDLAS for its Application as Primary Standard for Partial Pressure Measurements”, Ph.D. dissertation, Technische Universität Berlin, 2005. [Online] Available: <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2005/1161/>

Padilla Víquez, G. J., et al. “Traceable CO₂-R(12) Line Intensity for Laser-Spectroscopy-Based Gas Analysis near 2 μm”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, vol. 56, no. 2, pp. 529-533, Apr. 2007.

15. DATOS DEL PROFESOR:

Nombre: Raziel Farid Sanabria Sandí

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FISICA**



Teléfono: Oficina: 2511-6161, habitación: 2279-3043, celular: 8979-6759

Correo electrónico: razielfarid@me.com

Oficina: 435 de Física. Se atenderán consultas vía telefónica a los teléfonos antes mencionados o bien en la oficina en las horas de consulta.