

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

PROGRAMA

Nombre del curso: Metrología II

Siglas: FS-0623

Requisitos: FS-0523 Metrología I

Nivel: VI

Créditos: 4

Horas: 2 teoría y 2 Laboratorio

Asistencia: obligatoria

PROFESORES DEL CURSO

Alejandro Fernández López (email: labgfs1@gmail.com)

Raziel Farid Sanabria (email: razielfarid@me.com)

Gerardo José Padilla Víquez (email: Gerardo.Padilla@ucr.ac.cr)

Horario del curso: Lunes y Jueves, de 5:00 pm a 7:00 pm

Horario de consulta: Lunes y Jueves, de 7:00 pm a 8:00 pm

Oficina del Profesor para atención de consultas: FM-432

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.

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.

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.

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.

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.

BIBLIOGRAFIA

Comprehensive Mass Metrology. M. Kochsiek, M. Glaser (eds). Wiley VCH. Alemania. 2000.

INTE-ISO/IEC 17025:2005: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

ISO 10012-1: Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipos de medición, Parte 1: Sistema de confirmación metrológica para equipos de medición.

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

Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/v.00

JCGM 100:2008 Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements (GUM)

OIML R 76-1 (Edition 2006) International Recommendation. Part 1: Metrological and technical requirements - Tests

OIML R111-1 (Edition 2004) International Recommendation. Part 1: Metrological and technical requirements.

Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Walpole, Myers, Myers, Ye. Pearson. México. 2007.

Padilla Viquez 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 Viquez 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.

Wübbeler, G., Víquez, G. J. P., Jousten, K., Werhahn, O., & Elster, C. (2011). Comparison and assessment of procedures for calculating the R (12) line strength of the v1+ 2 v2+ v3 band of CO2. *The Journal of chemical physics*, 135(20), 204304.

EVALUACION

Primer examen parcial comprensivo	23,3 %
Segundo examen parcial comprensivo	23,3 %
Tercer examen parcial comprensivo	23,3 %
3 prácticas individuales	30,0 %

EXAMEN DE AMPLIACION

El estudiante cuya nota sea mayor o igual a 5,75 y menor a 6,75 tiene derecho a un examen de ampliación. La fecha y hora de este examen serán comunicados por el profesor vía correo electrónico con al menos cinco días hábiles de antelación de acuerdo con el artículo 28 del Reglamento De Régimen Académico Estudiantil.

DIAS FERIADOS A TOMAR EN CUENTA

Lunes 12 de Octubre

CRONOGRAMA

Semana	Actividades	
10 ago – 14 ago	Desarrollos modernos de la metrología científica y modernización de la definición de las unidades del SI: Aplicación de la espectroscopía de absorción láser a la medición de intensidades de línea con alta exactitud y su aplicación al monitoreo ambiental y control de gases causantes del efecto invernadero.	
17 ago – 21 ago	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.	
24 ago – 28 ago	Práctica 1: Presión: calibración de un manómetro de tubo Bourdon.	
31 ago – 4 set	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.	
7 set – 11 set	Magnitud de Temperatura: Calibración de termómetros de líquido en vidrio, Métodos eléctricos para la medición de temperatura, Métodos de radiación para la medición de temperatura. Primer examen parcial comprensivo	
14 set – 18 set	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.	Magnitud de Volumen: Importancia de las mediciones de volumen, Instrumentos de medición de volumen.
21 set – 25 set	Magnitud de Dimensional: Patrones de precisión: bloques patrón, reglas patrón, máquinas de coordenadas.	Magnitud de Volumen: Métodos de calibración en volumen: geométrico, comparación volumétrica y gravimétrico, Calibración de recipientes volumétricos por el método gravimétrico.

28 set – 2 oct	Magnitud de Dimensional: Calibración de calibradores vernier, Calibración de micrómetros para medición de exteriores.	Magnitud de Volumen: Tanques de almacenamiento.
5 oct – 9 oct	Magnitud de Dimensional: Calibración de cintas métricas, Calibración de instrumentos diversos	Magnitud de Volumen: Calibración de flujómetros.
12 oct – 16 oct	Práctica 2: Dimensional: Calibración de un calibrador vernier.	Práctica 3: Ejercicio sobre calibración de cristalería volumétrica.
19 oct – 23 oct	Práctica 2: Dimensional: Calibración de un calibrador vernier.	Práctica 3: Ejercicio sobre calibración de cristalería volumétrica.
26 oct – 30 oct	Magnitudes Físico-químicas: Patrones y materiales de referencia, Transmitancia y opacidad, Densidad, Viscosidad.	Magnitudes Físico-químicas: Conductividad, Potenciometría, Refractometría.
2 nov – 6 nov	Aplicaciones diversas de la Metrología: Metrología en área de la salud, Metrología de grandes masas.	Aplicaciones diversas de la Metrología: Par torsional, Fuerza, Inspección Vehicular.
9 nov – 13 nov	Aplicaciones diversas de la Metrología: Metrología en área de la salud, Metrología de grandes masas.	Aplicaciones diversas de la Metrología: Par torsional, Fuerza, Inspección Vehicular.
23 nov – 28 nov	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.	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.
30 nov – 4 dic	Segundo examen parcial comprensivo.	Tercer examen parcial comprensivo.