

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

PROGRAMA

Nombre del curso: Metrología I

Siglas: FS-0523

Requisitos: FS-0410 Física General III

Nivel: V

Créditos: 4

Horas: 2 teoría y 2 laboratorio

Asistencia: obligatoria

Profesor: Alejandro Fernández López

Correo electrónico: labgfs1@gmail.com

Horario del curso: Lunes y jueves de 17:00 h a 18:50 h

Horas de consulta: Jueves de 19:00 h a 21:00 h

DESCRIPCION DEL CURSO

El curso forma una sola unidad temática con el curso *Metrología II* (FS-0623) 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. Principios básicos de la Metrología

- 1.1 Antecedentes históricos
- 1.2 Universalización de las medidas
- 1.3 Áreas de la Metrología
- 1.4 Organizaciones Internacionales de Metrología
- 1.5 Normas y sistemas documentales en un laboratorio de metrología

2. El Sistema Internacional de Unidades SI

- 2.1 Definiciones de las unidades del SI, unidades básicas, derivadas, símbolos y magnitudes.
- 2.2 Reglas para el uso correcto de las cantidades expresadas en unidades del SI
- 2.3 Unidades fuera del SI de uso frecuente
- 2.4 Otros sistemas de unidades
- 2.5 La adopción del SI en Costa Rica

3. Vocabulario internacional de términos generales y básicos en Metrología (VIM)

- 3.1 Orígenes del VIM
- 3.2 Definiciones relacionadas con magnitudes y unidades
- 3.3 Mediciones directas e indirectas
- 3.4 Características de los resultados de las mediciones
- 3.5 Errores sistemáticos y aleatorios
- 3.6 Definiciones asociadas con instrumentos de medición
- 3.7 Calibración, verificación y ajuste

4. Trazabilidad en las mediciones

- 4.1 Patrones
- 4.2 Jerarquía Metrológica.
- 4.2 Elementos que caracterizan la trazabilidad

5. Estadística aplicada a la metrología

- 5.1 Conceptos generales
- 5.2 Incertidumbres y distribuciones de probabilidad

5.3 Ley de propagación de incertidumbres

5.4 Teorema del Límite Central

5.5 Pruebas de hipótesis

5.6 Pruebas de bondad de ajuste

6. Evaluación de la incertidumbre en las mediciones

6.1 Definición del mensurando

6.2 Función de medición

6.3 Identificación y cuantificación de fuentes de incertidumbre

6.4 Análisis de Varianza

6.5 Repetibilidad y reproducibilidad

6.6 Incertidumbre combinada

6.7 Incertidumbre expandida

6.8 Reporte de resultados

6.9 Realización de una medición trazable y elaboración de un presupuesto de incertidumbre para un caso real.

7. Aseguramiento de la calidad en las mediciones

7.1 Importancia del aseguramiento metrológico

7.2 Validación de métodos de medición

7.3 Herramientas estadísticas para el control de calidad en los procesos de medición

7.4 Patrones pasivos y de trabajo

7.5 Intercomparaciones

8. Magnitud de Masas

8.1 Antecedentes históricos

8.2 Esquema general para la diseminación del kilogramo

8.3 Especificaciones para pesas de acuerdo con la OIML R111-1 (2004)

8.4 Descripción general de los métodos de calibración de pesas

8.5 Instrumentos de pesaje¹ de funcionamiento no automático: clasificación y calibración de acuerdo con la Guía SIM.

¹ Donde el término *pesaje* se refiere a *medición de masa*.

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.

EVALUACION

Primer examen parcial comprensivo (temas del 1 al 4 inclusive)	30 %
Segundo examen parcial comprensivo (temas del 5 al 8 inclusive)	30 %
4 tareas (lectura y presentación de artículos, resolución de problemas)	20 %
4 prácticas individuales (resolución de casos y práctica de laboratorio)	20 %

CRONOGRAMA

Semana	Fecha	Actividades
1	13 al 17 de marzo	Presentación del curso: Metodología de trabajo, Carta al estudiante Principios básicos de la Metrología: Antecedentes históricos, Universalización de las medidas, Áreas de la Metrología, Organizaciones Internacionales de Metrología, Normas y sistemas documentales en un laboratorio de metrología.
2	20 al 24 de marzo	Sistema Internacional de Unidades SI: Definiciones de las unidades del SI, unidades básicas, derivadas, símbolos y magnitudes, Reglas para el uso correcto de las cantidades expresadas en unidades del SI, Unidades fuera del SI de uso frecuente, Otros sistemas de unidades, la adopción del SI en Costa Rica.
3	27 al 31 de marzo	Vocabulario internacional de términos generales y básicos en Metrología (VIM): Orígenes del VIM, Definiciones relacionadas con magnitudes y unidades, Mediciones directas e indirectas, Características de los resultados de las mediciones, Errores sistemáticos y aleatorios, Definiciones asociadas con instrumentos de medición, Calibración, verificación y ajuste.
4	3 al 7 de abril	Trazabilidad en las mediciones: Patrones, Jerarquía Metrológica, Elementos que caracterizan la trazabilidad, Ejemplos de cadenas de trazabilidad.
5	10 al 14 de abril	Semana Santa
6	17 al 21 de abril	Primer examen parcial comprensivo
7	24 al 28 de abril	Semana Universitaria (hay lecciones sólo el lunes Santo; no se hacen quices ni exámenes) Estadística aplicada a la metrología: Conceptos generales, Incertidumbres y distribuciones de probabilidad.
8	1° al 5 de mayo (Lunes 1° de mayo Día del Trabajador)	Estadística aplicada a la metrología: Ley de propagación de incertidumbres, Teorema del Límite Central, Pruebas de hipótesis, Pruebas de bondad de ajuste.
9	8 al 12 de mayo	Evaluación de la incertidumbre en las mediciones: Antecedentes y contenido de la GUM, Definición del mensurando, Función de medición, Identificación y cuantificación de fuentes de incertidumbre, Análisis de Varianza, Repetibilidad y reproducibilidad, Incertidumbre combinada, Incertidumbre expandida, Reporte de resultados.
10	15 al 19 de mayo	Evaluación de la incertidumbre en las mediciones: Realización de una medición trazable y elaboración de un presupuesto de incertidumbre para un caso real.
11	22 al 26 de mayo	Aseguramiento de la calidad en las mediciones: Importancia del aseguramiento metrológico, Validación de métodos de medición.
12	29 de mayo al 2 de junio	Aseguramiento de la calidad en las mediciones: Herramientas estadísticas para el control de calidad en los procesos de medición, Patrones pasivos y de trabajo, Intercomparaciones.
13	5 al 9 de junio	Magnitud de Masas: Antecedentes históricos, Esquema general para la diseminación del kilogramo. Métodos utilizados para realizar la diseminación.
14	12 al 16 de junio	Magnitud de Masas: Especificaciones para pesas de acuerdo con la OIML R111-1 (2004), Descripción general de los métodos de calibración de pesas: sustitución simple, doble sustitución y doble comparación.
15	19 al 23 de junio	Magnitud de Masas: Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático: clasificación y calibración de acuerdo con la Guía SIM.
16	26 al 30 de junio	Segundo examen parcial comprensivo
17	3 al 7 de junio	Entrega de notas

Examen de Ampliación: jueves 13 de julio de 2017.