



CARTA AL ESTUDIANTE

1. NOMBRE DEL CURSO: FS-0523 Metrología I (4 créditos, Curso Optativo)

2. CICLO: I - 2010

3. HORARIO: Lunes, de 8:00 h a 11:50 h

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 tres prácticas. Se realizarán visitas a un laboratorio de metrología, se asignarán tres tareas para resolver fuera de clase, una práctica de aplicación de un caso real 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 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.

9. CONTENIDOS DEL CURSO:

1. Principios básicos de la Metrología
 - 1.1 Antecedentes históricos
 - 1.2 Universalización de las medidas
 - 1.3 Areas 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
 - 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*.



10. CRONOGRAMA:

Fecha	Actividades
2010-03-08	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.
2010-03-15	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. Práctica 1, Sistema Internacional de Unidades: resolución de caso práctico asociado con el correcto uso del SI.
2010-03-22	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 Trazabilidad en las mediciones: Patrones, Jerarquía Metrológica, Elementos que caracterizan la trazabilidad, Ejemplos de cadenas de trazabilidad.
SEMANA SANTA (del 2010-03-38 al 2010-04-04)	
2010-04-05	Visita a un laboratorio de metrología Asignación de Tarea 1: informe sobre visita al laboratorio de metrología
2010-04-12	Primer examen parcial comprensivo
SEMANA U (del 2010-04-24 al 2010-04-30)	
2010-04-26	Estadística aplicada a la metrología: Conceptos generales, Incertidumbres y distribuciones de probabilidad.
2010-05-03	Estadística aplicada a la metrología: Ley de propagación de incertidumbres, Teorema del Límite Central, Pruebas de hipótesis, Pruebas de bondad de ajuste.
2010-05-10	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.
2010-05-17	Evaluación de la incertidumbre en las mediciones: Realización de una medición trazable y elaboración de un presupuesto de incertidumbre para un caso real. Asignación de Tarea 2: Resolución de un caso de estimación de incertidumbres.
2010-05-24	Práctica 2, Estadística aplicada a Metrología: Práctica sobre el uso de herramientas computacionales para la estimación de incertidumbres, análisis de varianza y simulación de Monte Carlo.
2010-05-31	Aseguramiento de la calidad en las mediciones: Importancia del aseguramiento metrológico, Validación de métodos de medición.
2010-06-07	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.
2010-06-14	Magnitud de Masas: Antecedentes históricos, Esquema general para la diseminación del kilogramo. Métodos utilizados para realizar la diseminación.
2010-06-21	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. Asignación de Tarea 3: Resolución de un problema de calibración de pesas
2010-06-28	Magnitud de Masas: Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático: clasificación y calibración de acuerdo con la Guía SIM. Práctica 3, Calibración de balanzas: Práctica completa de calibración de un instrumento para pesar.
2010-07-05	Segundo examen parcial comprensivo y entrega práctica de aplicación de caso real. La entrega de notas se realizará el día 2010-07-09.
2010-07-12	Examen de ampliación. La entrega de notas de ampliación se realizará el día 2010-07-16.

11. REQUISITOS: FS-0410 Física General III



12. EVALUACION:

Primer examen parcial comprensivo (temas del 1 al 4 inclusive)	25 %
Segundo examen parcial comprensivo (temas del 5 al 8 inclusive)	30 %
3 tareas (lectura y presentación de artículos, resolución de problemas)	15 % (5 % cada una)
3 prácticas individuales (resolución de casos y práctica de laboratorio)	15 % (5 % cada una)
Práctica de aplicación del caso real	15 %

13. MATERIALES DEL CURSO:

Para el curso se requieren los siguientes materiales:

- Cuaderno de apuntes
- Lápiz y borrador
- Lapicero
- Calculadora científica

14. BIBLIOGRAFIA:

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

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).

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/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).

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).

JCGM 200:2008 Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). (2008). Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

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

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).

The International System of Units (SI). (2006). Francia: Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).

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

15. DATOS DEL PROFESOR:

Nombre: Raziél Farid Sanabria Sandí

Teléfono: Oficina: 2511-6161, habitación: 2279-3043

Correo electrónico: razielfarid@hotmail.com

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



Horas de consulta: Lunes de 16:00 h a 18:00 h. También se atenderán consultas vía telefónica a los teléfonos antes mencionados.