CARTA AL ESTUDIANTE

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

2. CICLO: I - 2011

3. HORARIO: Teoría: Lunes de 7:00 h a 9:50 h (Aula 300 CS), **Laboratorio:** Jueves de 7:00 h a 9:50 h (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:

En las lecciones de teoría se impartirán clases magistrales. En las lecciones de laboratorio se realizarán prácticas de laboratorio, se harán visitas a laboratorios de metrología, se asignarán 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 Antecendentes 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 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 térmicos 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.
    - 4.3 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 pesaje[1] 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
2011-03-07	**Presentación del curso:** Metodología de trabajo, Carta al estudiante **Principios básicos de la Metrología:** Antecedentes históricos, Universalización de las medidas, Áreas de la Metrología.
2011-03-10	**Principios básicos de la Metrología:** Organizaciones Internacionales de Metrología, Normas y sistemas documentales en un laboratorio de metrología. **Actividad 1:** Presentación de LABCAL
2011-03-14	**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.
2011-03-17	Recepción de informe de Actividad 1 (Tarea 1) **Actividad 2:** Taller 1: Sistema Internacional de Unidades: resolución de caso práctico asociado con el correcto uso del SI (en clase)
2011-03-21	**Vocabulario internacional de 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.
2011-03-24	**Actividad 3:** Taller 2: VIM y trazabilidad (en clase)
2011-03-28	**Actividad 4:** Visita a un laboratorio de metrología o ensayos
2011-03-31	**Actividad 5:** Visita a un laboratorio de metrología o ensayos
2011-04-04	**Discusión de visitas**
2011-04-07	Recepción de informes de Actividades 4 y 5 (Tarea 2) **Primer examen parcial comprensivo**
Semana U	
Semana Santa	
2011-04-25	**Estadística aplicada a la metrología:** Conceptos generales, Incertidumbres y distribuciones de probabilidad.
2011-04-28	**Estadística aplicada a la metrología:** Ley de propagación de incertidumbres, Teorema del Límite Central.
2011-05-02	**Estadística aplicada a la metrología:** Pruebas de hipótesis, Pruebas de bondad de ajuste.
2011-05-05	**Actividad 6:** Taller 3: Estadística (en clase)
2011-05-09	**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.
2011-05-12	**Evaluación de la incertidumbre en las mediciones:** Análisis de Varianza, Repetibilidad y reproducibilidad, Incertidumbre combinada, Incertidumbre expandida, Reporte de resultados.
2011-05-16	**Evaluación de la incertidumbre en las mediciones:** Realización de una medición trazable y elaboración de un presupuesto de incertidumbre para un caso real.
2011-05-19	**Evaluación de la incertidumbre en las mediciones:** Resolución de un caso de estimación de incertidumbres, asignación de Tarea 3.
2011-05-23	**Evaluación de la incertidumbre en las mediciones:** Simulación de Montecarlo
2011-05-26	**Actividad 7:** Práctica 1: Práctica sobre el uso de herramientas computacionales para la estimación de incertidumbres, análisis de varianza y simulación de Monte Carlo (en clase).
2011-05-30	**Aseguramiento de la calidad en las mediciones:** Importancia del aseguramiento metrológico, Validación de métodos de medición.
2011-06-02	**Aseguramiento de la calidad en las mediciones:** Herramientas estadísticas para el control de calidad en los procesos de medición **Recepción de Tarea 3.**
2011-06-06	**Aseguramiento de la calidad en las mediciones:** Patrones pasivos y de trabajo, Intercomparaciones.
2011-06-09	**Actividad 8:** Taller 4: Validación de un método de medición (en clase)

Fecha	Actividades
2011-06-13	**Magnitud de Masas:** Antecedentes históricos, Esquema general para la diseminación del kilogramo. Métodos utilizados para realizar la diseminación.
2011-06-16	**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.
2011-06-20	**Actividad 9:** Resolución de un problema de calibración de pesas (Práctica 2).
2011-06-23	**Magnitud de Masas:** Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático: clasificación y calibración de acuerdo con la Guía SIM.
2011-06-27	**Actividad 10: Calibración de balanzas**: Práctica completa de calibración de un instrumento para pesar (Práctica 3).
2011-06-30	**Presentación de presupuesto de incertidumbres de un caso real.**
2011-07-04	**Segundo examen parcial comprensivo.**
2011-07-11	**Examen de ampliación.**

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 %
Tareas	15 %
Prácticas y Talleres	15 %
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 intrumentos 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 ciencas*. México. Pearson Educación.

15. DATOS DEL PROFESOR:

Nombre: Raziel Farid Sanabria Sandí
Teléfono: Oficina: 2511-6161, habitación: 2279-3043, celular: 8979-6759
Correo electrónico: razielfarid@hotmail.com
Horas de consulta: Lunes de 16:00 h a 18:00 h en la oficnia 435 FM. También se atenderán consultas vía telefónica a los teléfonos antes mencionados.