



## 1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

|          |                                                           |                     |                              |
|----------|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Sigla    | <b>FS-0742</b>                                            | Requisitos          | <b>FS-0635, FS-0642</b>      |
| Nombre   | <b>Física Térmica II</b>                                  | Correquisitos       | —                            |
| Horas    | K,V: 17:00-18:50 (lección),<br>K,V:19:00-20:00 (consulta) | Ciclo               | <b>I-26</b>                  |
| Aula     | <b>FM 215</b>                                             | Oficina             | <b>FM 109</b>                |
| Créditos | <b>3</b>                                                  | Clasificación       | <b>Propio</b>                |
| Grupos   | <b>01</b>                                                 | Modalidad           | <b>Presencial</b>            |
| Docente: | <b>Gian G. Guzmán Verri</b>                               | Correo electrónico: | <b>gian.guzman@ucr.ac.cr</b> |

## 2. DESCRIPCIÓN

Este curso corresponde a la segunda parte del curso de Física Térmica del los planes de estudio del programa de Bachillerato en Física y del programa de Bachillerato y Licenciatura en Meteorología. Se busca entender y predecir las propiedades termodinámicas y las relaciones entre sí de cuerpos macroscópicos a partir de las leyes fundamentales de la mecánica clásica, la mecánica cuántica y el electromagnetismo. Para este fin, se introducen conceptos y métodos de caracter estadístico desarrollados a partir de los trabajos pioneros de James Clerk Maxwell, Ludwig Boltzmann y Josiah Willard Gibbs. En particular, se estudiarán las distribuciones de Maxwell-Boltzmann, de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac, así como algunas aplicaciones de estas distribuciones a la física de la materia condensada, la astrofísica y la física nuclear.

## 3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una comprensión de los conceptos básicos de la mecánica estadística clásica y cuántica.

## 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender los conceptos fundamentales de los métodos estadísticos y su aplicación a sistemas termodinámicos de partículas.
- Comprender los conceptos fundamentales de los parámetros microscópicos y sus medidas.
- Comprender los conceptos fundamentales asociados a la mecánica estadística y aplicaciones simples.
- Comprender los conceptos fundamentales de la teoría cinética elemental de los procesos de transporte.
- Comprender los conceptos fundamentales de las propiedades de los gases ideales y la aplicación de la mecánica estadística cuántica a estos.
- Aplicar las leyes y los principios fundamentales de la mecánica estadística clásica y cuántica a fenómenos físicos utilizando las técnicas matemáticas apropiadas.



## 5. CONTENIDOS

- Introducción a los métodos estadísticos: conceptos elementales (probabilidad, eventos excluyentes, eventos independientes); distribución bimodal, Gaussiana y de Poisson; momentos de una distribución; el problema del camino aleatorio.
- Estados cuánticos: estados estacionarios; energía del sistema; degeneración.
- Un sistema con solución elemental: estados de un sistema modelo conformado por  $N$  espines; la función de degeneración; el pico agudo de la función de degeneración; energía del sistema modelo.
- La hipótesis fundamental: sistema cerrado; conjunto microcanónico; estado accesible; probabilidad; valor medio del conjunto; probabilidades iguales.
- Entropía y temperatura: dos sistemas en contacto térmico; conjunto canónico; intercambio de energía y la configuración más probable; definición de entropía; tercer principio de la termodinámica; temperatura; tendencia de la entropía a aumentar; aditividad de la entropía; número de estados accesibles para una distribución continua de niveles de energía; principio del aumento de entropía para un sistema cerrado (el segundo principio)
- El potencial químico: dos sistemas en contacto difusivo; definición del potencial químico;
- Factores de Gibbs y Boltzmann: sistemas y fuentes; conjunto canónico y conjunto gran canónico; factor de Gibbs; gran suma; función de partición; temperatura negativa.
- Presión e identidad termodinámica: presión y entropía; identidad termodinámica; calor y trabajo con un número fijo de partículas; obtención de relaciones termodinámicas
- La temperatura termodinámica: ciclo de Carnot y temperatura termodinámica; relación entre la temperatura termodinámica y la temperatura empírica.
- Fermiones y bosones: el principio de exclusión de Pauli; función de distribución de Fermi-Dirac; función de distribución de Bose-Einstein.
- Partículas libres: orbitales de partículas libres en una dimensión; orbitales de partículas libres en tres dimensiones; cálculo del número de orbitales (gas de fermiones en el estado fundamental y orbitales en un paralelepípedo rectangular).
- El gas ideal monoatómico: resumen clásico; potencial químico; energía; entropía; comprobación experimental de la ecuación de Sackur-Tetrode; presión; fluctuaciones en el número de partículas; fluctuaciones en la energía; fluctuaciones en la presión; equilibrio en un campo gravitatorio; el potencial químico de un gas ideal que posee grados internos de libertad; cálculos numéricos.
- Teoría cinética de los gases y procesos de transporte: argumento cinético para la ley de los gases ideales; distribución de velocidades de Maxwell; distribución de velocidades de un haz; distribución de velocidades de los átomos procedentes de un horno; secciones eficaces de colisión; recorridos libres medios; tiempos de colisión; conductividades térmica y eléctrica; difusión; viscosidad.
- Aplicaciones de la distribución Fermi-Dirac: estado fundamental de gas de Fermi en una dimensión; estado fundamental del gas de Fermi en tres dimensiones; densidad de orbitales de partículas libres; energía y capacidad calorífica del gas de electrones; el gas de Fermi en los metales; las estrellas enanas blancas; nucleones.
- Aplicaciones de la distribución de Bose-Einstein: fotones (distribución de fotones, densidad de modos del fotón, ley de Planck de la radiación, estimación de la temperatura de la superficie de una estrella, fluctuaciones fotónicas); fonones en sólidos (teoría de Debye); condensación de Bose-Einstein y  $\text{He}^4$  líquido (el potencial químico en la proximidades del cero absoluto, la ocupación del orbital fundamental en función de la temperatura; temperatura de condensación de Einstein, relaciones de fase del helio, cuasipartículas y superfluidez).



## 6. CRONOGRAMA

| Contenidos                                            | Semana                                   |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Introducción a los métodos estadísticos               | 1 (K: 10/03, V: 13/03)                   |
| Estados cuánticos y un sistema con solución elemental | 2 (K: 17/03, V: 20/03)                   |
| La hipótesis fundamental. Entropía y temperatura      | 3 (K: 24/03, V: 27/03)                   |
| <b>Semana Santa</b>                                   | 4 (K: 31/03, V: 03/04)                   |
| El potencial químico                                  | 5 (K: 07/04, V: 10/04)                   |
| Factores de Gibbs y Boltzmann                         | 6 (K: 14/04, V: 17/04)                   |
| Presión e identidad termodinámica (Semana U)          | 7 (K: 21/04, V: 24/04)                   |
| <b>Quiz 1</b>                                         | 8 ( <b>K: 28/04</b> , V: 01/05-feriado)  |
| <b>Parcial 1.</b> La temperatura termodinámica        | 9 ( <b>K: 05/05</b> , V: 08/05)          |
| Fermiones y bosones                                   | 10 (K: 12/05, V: 15/05)                  |
| Partículas libres. Gas ideal monoatómico              | 11 (K: 19/05, V: 22/05)                  |
| Teoría cinética de los gases                          | 12 (K: 26/05, V: 29/05)                  |
| <b>Quiz 2 y Parcial 2</b>                             | 13 ( <b>K: 02/06</b> , <b>V: 05/06</b> ) |
| Procesos de transporte                                | 14 (K: 09/06, V: 12/06)                  |
| Aplicaciones de la distribución de Fermi-Dirac        | 15 (K: 16/06, V: 19/06)                  |
| Aplicaciones de la distribución de Bose-Einstein      | 16 (K: 23/06, V: 26/06)                  |
| <b>Quiz 3 y Parcial 3</b>                             | 17 ( <b>K: 30/06</b> , <b>V: 03/07</b> ) |

Ampliación: M: 15/07, 10.00. Suficiencia: K: 05/05, 17.00.

## 7. METODOLOGÍA

- El profesor impartirá lecciones presenciales.
- Las lecciones combinarán exposiciones magistrales con la resolución de ejercicios.
- Toda comunicación debe darse a través de los canales institucionales (mediación virtual o correo electrónico institucional).

## 8. EVALUACIÓN

La nota final del curso será determinada por el promedio ponderado de tres exámenes parciales (25 % c/u), tres quices (5 % c/u) y tareas programadas (10 %).

### 6.1 Exámenes parciales:

- Serán presenciales.
- Los contenidos serán asignados con al menos cinco días hábiles antes de la fecha de evaluación (ver cronograma).
- A menos que se indique lo contrario, no se permitirá el uso de calculadoras o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico.
- Se permitirá el uso de formulario en una hoja de tamaño carta (216 mm × 279 mm) y por un lado solamente.

### 6.2 Quices:

- Serán presenciales.
- Los contenidos serán asignados con al menos cinco días hábiles antes de la fecha de evaluación (ver cronograma).
- A menos que se indique lo contrario, no se permitirá el uso de calculadoras o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico.
- Se permitirá el uso de formulario en una hoja de tamaño carta (216 mm × 279 mm) y por un lado solamente.



### 6.3 Tarea programadas:

- Serán asignadas con al menos cinco días hábiles antes de la fecha de entrega.
- Es permitido consultar apuntes de clase y libros de texto.
- No es permitido copiar soluciones de otras personas, Internet u otro medio.
- La entrega de tareas programadas debe incluir el código fuente.
- El profesor se reserva el derecho de pedirle a la persona estudiante que explique su solución a alguna parte de la prueba. Si la persona estudiante no entiende su propia solución, se le anulará el puntaje correspondiente.
- Debe ser entregada en la hora y fecha indicada en el módulo de mediación virtual.
- No será aceptada después de la hora y fecha de entrega.

### 6.4 Ampliación y suficiencia:

- Serán presenciales.
- Todos los contenidos podrán ser evaluados.
- A menos que se indique lo contrario, no se permitirá el uso de calculadoras o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico.
- Se permitirá el uso de formulario en una hoja de tamaño carta (216 mm × 279 mm) y por un lado solamente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA y WEBGRAFÍA

### 7.1. Libros de texto:

- C. Kittel, Física Térmica, Editorial Reverté, 1973.
- S. Blundell & K. Blundell, Concepts in Thermal Physics, 2nda ed., Oxford University Press, 2010.
- K. Dill & S. Bromberg, Molecular Driving Forces: Statistical Thermodynamics in Biology, Chemistry, Physics, and Nanoscience, 2nda edición, Garland Science, 2011.
- R. K. Pathria & P. D. Beale, Statistical Mechanics, Academic Press, 4ta ed., 2021.
- N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, Solid State Physics, Thompson Learning, 1976.

## 10. HONESTIDAD ACADÉMICA

La Universidad de Costa Rica impulsa los más altos ideales y estándares de rigor de la vida académica. Se espera que la comunidad estudiantil evite conductas deshonestas tales como el fraude o el plagio. Hacer fraude incluye inventar datos, falsificar bibliografía, utilizar proyectos elaborados por otras personas, obtener ayuda no autorizada en evaluaciones. Plagiar incluye copiar textualmente frases, oraciones, párrafos y trozos enteros de material impreso, Internet y otras fuentes, sin realizar la correspondiente cita; o bien parafrasear sin citar las fuentes. Los casos de fraude o plagio serán sancionados de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la UCR, [ver aquí](#).



Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

### SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminatorio
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

### DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la **Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI)**.

Ninguna de las personas denunciantes o testigos sufrirán perjuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la **CICDI** para buscar apoyo.



2511-1294



[comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr](mailto:comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr)





Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

### SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Invitaciones a citas, almuerzos, cine u otros
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

### DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).

### CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898  
[comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr](mailto:comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr)

Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909  
[defensoriahs@ucr.ac.cr](mailto:defensoriahs@ucr.ac.cr)



# PROTOCOLO DE ATENCIÓN A PERSONAS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA CON URGENCIAS PSICOLÓGICAS

## PROTOCOLO

Es una guía para el manejo adecuado de las urgencias psicológicas.

## URGENCIA PSICOLÓGICA

Se comprende como circunstancias en las que una persona presenta alteraciones del estado de ánimo, del pensamiento o de la conciencia que alteran de manera aguda y notable su comportamiento y ponen en riesgo su integridad personal y la de los demás (Posada, 2009).

### MANIFESTACIONES

Actividad verbal o motora aumentada o inadecuada (respuesta exagerada / extraña).

Alteraciones de las funciones psíquicas: alucinaciones, delirios, alteraciones de la conciencia.

Despersonalización: experiencia de sentirse separado de su propio cuerpo  
Intento o ideación suicida / homicida

### ¿Qué hacer mientras llega la ambulancia?

#### PASO 01

Actúe con calma, amabilidad, de forma organizada y respetuosa.

#### PASO 02

Manténgase visible y cercano, pero sin invadir el espacio de la persona.

#### PASO 03

Por difícil que sea la situación, no exceda sus competencias. Siga el procedimiento establecido.

