

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FISICA

FS-225 LABORATORIO DE FISICA II
1 CICLO 1994.

Requisitos: FS0124, FS0125, MA0225.
Corequisito: FS0224.
Créditos: 1
Horas por semana: 3

OBJETIVOS:

- Contribuir con la formación del estudiante mediante la experimentación
- Aplicar los conceptos teóricos para una mejor comprensión de los fundamentos de la Física
- Continuar con el aprendizaje, por parte del estudiante, de los métodos de análisis de datos usados en la ciencia
- Familiarizar al estudiante; mediante contacto directo, con el uso de varios instrumentos básicos de medición y sus aplicaciones
- Familiarizar al estudiante con métodos de graficación
- Hacer que el estudiante pueda expresarse mejor por medio de la presentación de reportes

ACTIVIDADES.

- 1- Instrucciones Generales; Análisis gráfico.
- 2- Mediciones y error.
- 3- Curva de enfriamiento.
- 4- Calorimetría.
- 5- Gases.
- 6- Campo eléctrico.
- 7- Aparatos de medición.
- 8- Ley de Ohm.
- 9- Circuitos en serie y en paralelo.
- 10- Campo magnético.
- 11- Reflexión.
- 12- Refracción.
- 13- Lentes.

EVALUACION.

- 1- Calificación de reportes 50%.
- 2- 2 parciales 50%.

TEXTO.

Manual de prácticas de laboratorio FS-225, de Roberto J. Moya.

PROGRAMA DE FS:224: FISICA 2, POR TEMAS, OBJETIVOS GENERALES. Y.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

TERMODINAMICA
termometria, dilatacion termica, calor, transferencia de calor, teoria cinetica, primera ley de la Termodinamica, segunda ley de la Termodinamica, y, entropia.

OBJETIVOS GENERALES:

- 1- Comprender el concepto de temperatura.
- 2- Presentar y diferenciar las escalas de temperatura de uso corriente.
- 3- Comentar los diferentes tipos de termómetros existentes y sus limitaciones.
- 4- Analizar las consecuencias que tienen las variaciones de la temperatura, respecto a la dilatación térmica de cuerpos sólidos y líquidos.
- 5- Explicar el flujo de calor.
- 6- Analizar los cambios de fase que pueda experimentar una sustancia por la absorción o liberación de calor.
- 7- Presentar y aplicar los diferentes tipos de transferencia de calor.
- 8- Definir y explicar el concepto de un gas ideal.
- 9- Conocer un modelo del comportamiento molecular de un gas ideal y relacionarlo con las cantidades físicas correspondientes.
- 10- Comprender el concepto de capacidad calorífica molar a presión y a volumen constante, de un gas ideal.
- 11- Valorizar la importancia de la Primera Ley de la Termodinámica como enunciado del principio de la conservación de la energía.
- 12- Saber aplicar la Primera Ley de la Termodinámica a los siguientes procesos y ciclos formados con ellos: isobárico, isocórico o isovolumétrico, isotérmico, y, adiabático.
- 13- Presentar e interpretar la idea de máquina o motor térmico.
- 14- Presentar e interpretar la idea de: proceso reversible e irreversible, posible e imposible de suceder, relacionándolos con la Segunda Ley de la Termodinámica.
- 15- Analizar el Ciclo de Carnot y relacionarlo con la escala de temperatura absoluta.
- 16- Comprender el concepto de entropía y su relación con la Segunda Ley de la Termodinámica, y, a la degradación de la energía.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Conocer y utilizar las diferentes escalas termométricas de uso más frecuente, y, plantear la solución de problemas bajo esta perspectiva.
- 2- Comparar los diversos termómetros existentes, sus utilidades y limitaciones, en las mediciones en que se involucran.
- 3- Explicar los fenómenos de dilatación térmica lineal, superficial, y, volumétrica; y aplicar estos conocimientos a la solución de problemas.
- 4- Relacionar las ideas del flujo de calor, e interpretarlas correctamente bajo situaciones de variaciones de energía respecto al tiempo.

- 5- Aplicar los conceptos de capacidad calorífica, calor específico y calores latentes a situaciones que involucren al calor con cambios de temperatura.
- 6- Sintetizar y plantear la solución a los siguientes procesos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación.
- 7- Mencionar las diferencias entre un gas real e ideal. Aplicar la ecuación general de los gases ideales a solucionar problemas.
- 8- Explicar las implicaciones de la ecuación general de los gases ideales para procesos a temperatura, presión y volumen constante.
- 9- Utilizar la teoría molecular de la materia para relacionar las coordenadas termométricas con las coordenadas mecánicas macroscópicas correspondientes.
- 10- Asociar la variación de energía interna al concepto de capacidad calorífica y al teorema de equipartición de energía, en la solución de problemas correlacionados.
- 11- Comprender los conceptos de energía interna, trabajo y calor, y la conexión existente entre ellos.
- 12- Identificar, comparar y diferenciar las características y propiedades de los siguientes procesos termodinámicos: isobáricos, isovolumétricos, isotérmicos y adiabáticos. Plantear y resolver problemas que involucren estos cuatro procesos.
- 13- Comparar la eficiencia de algunos ciclos térmicos con la del Ciclo de Carnot; y, plantear problemas correlacionados.
- 14- Explicar el concepto de entropía.
- 15- Resolver problemas que involucren procesos cíclicos y variaciones de entropía.

B: ELECTRICIDAD:

Interacciones eléctricas: Ley de Coulomb, campo eléctrico, electrocinemática, Ley de Gauss, potencial eléctrico, corriente eléctrica, resistencia eléctrica, circuitos e instrumentos de corriente eléctrica.

OBJETIVOS GENERALES:

- 1- Adquirir el concepto de carga eléctrica y sus propiedades.
- 2- Diferenciar conductores de aisladores bajo el contexto de movilidad de cargas eléctricas.
- 3- Aprender a usar el concepto de interacción eléctrica entre cargas eléctricas estacionarias.
- 4- Analizar el concepto de campo eléctrico y aprenderla a utilizar en la solución de carga discreta y algunas distribuciones de carga continua.
- 5- Adquirir la noción de líneas de campo eléctrico.
- 6- Sintetizar y analizar detalladamente el movimiento de partículas cargadas dentro de campos eléctricos uniformes.
- 7- Comprender la Ley de Gauss bajo aspectos cualitativos y aprenderla a utilizar en algunas distribuciones continuas de carga.
- 8- Definir, analizar y aplicar el concepto de potencial eléctrico a situaciones de interés físico y técnico.
- 9- Interpretar el sentido físico del concepto de corriente eléctrica.

- 10- Comprender el ámbito de aplicación de la Ley de Ohm y su relación con la resistencia eléctrica, en el contexto de diferencia de potencial a través de un segmento recto de alambre.
- 11- Aplicar el concepto de potencia para calcular la energía por unidad de tiempo transferida hacia o por distintos elementos de un circuito.
- 12- Aprender a analizar circuitos simples y compuestos de varias mallas, procurando evaluar resistencias equivalentes, diferencias de potencial y corrientes, en diferentes secciones del circuito considerado.
- 13- Aplicar las reglas de Kirchhoff para hacer sistemático el análisis de los circuitos citados.
- 14- Comprender el fundamento físico en que se basa el funcionamiento de los aparatos utilizados en la medición de corrientes y diferencias de potencial.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Definir cualitativa y cuantitativamente la Ley de Coulomb de la interacción eléctrica entre partículas estáticas cargadas.
- 2- Aplicar la Ley de Coulomb a la solución de problemas en distribuciones de cargas puntuales en geometrías: triangular, rectangular y lineal.
- 3- Aprender a utilizar el concepto de campo eléctrico en distribuciones de carga discreta (no más de 4).
- 4- Calcular el campo eléctrico en las siguientes distribuciones de carga continua: varilla cargada finita e infinita, anillo cargado uniformemente y disco cargado uniformemente.
- 5- Presentar y dibujar esquemas que indiquen lo más trascendente de la idea de línea de campo eléctrico.
- 6- Aprender a utilizar la Cinemática mono y bidimensional a problemas relacionados con movimientos acelerados y no acelerados, de partículas cargadas dentro de campos eléctricos uniformes.
- 7- Presentar la idea de flujo eléctrico y aplicarlo en la solución de algunos problemas sencillos.
- 8- Analizar la Ley de Gauss y aplicarla a aisladores cargados de forma esférica, laminar y lineal.
- 9- Aprender a utilizar bajo los conceptos de fuerza conservativa, trabajo y carga, los términos de potencial eléctrico, diferencia de potencial y energía potencial eléctrica, en distribuciones de carga discreta y algunas continuas: anillo cargado uniformemente carga lineal finita, esfera cargada uniformemente.
- 10- Presentar el potencial de un conductor cargado.
- 11- Explicar el concepto de variación de la carga respecto al tiempo y relacionarlo con un flujo de carga eléctrica.
- 12- Analizar la idea de un campo eléctrico actuando sobre un segmento recto de conductor, originando así cierta densidad de corriente y alguna diferencia de potencial, conllevando dichos factores a dar una interpretación de la Ley de Ohm.
- 13- Aprender la dependencia de la resistencia eléctrica con parámetros geométricos del mismo y de la resistividad eléctrica.

- 14- Evaluar la potencia suministrada por una batería a un circuito simple, y la potencia disipada por una resistencia eléctrica
- 15- Aprender a evaluar la resistencia equivalente de un conjunto de ellas conectadas en serie o en paralelo.
- 16- Valorar y calcular corrientes y diferencias de potencial a través de circuitos compuestos de mallas, mediante aplicación de las reglas de Kirchhoff.
- 17- Presentar las ideas en que se fundamenta el funcionamiento de los amperímetros y voltímetros.

C: MAGNETISMO.

Interacciones magnéticas sobre cargas en movimiento y conductores con corriente, en presencia de campos magnéticos uniformes dados. Magnetocinématica: espectrómetro de masas, ciclotrón. Campo magnético creado por la presencia de un conductor con corriente: Ley de Biot y Savart. Interacción magnética entre dos conductores paralelos que transportan corriente: definición del amperio. Ley de Ampere. Flujo magnético. Inducción electromagnética: Ley de Faraday y de Lenz.

OBJETIVOS GENERALES:

- 1- Comprender y aplicar el concepto de interacción magnética sobre cargas en movimiento y conductores con corriente, dentro de campos magnéticos externos dados.
- 2- Comprender la relación entre fuerza magnética y torque sobre una espira o circuito cerrado que lleve corriente.
- 3- Analizar el movimiento de una partícula cargada dentro de un campo magnético.
- 4- Analizar el movimiento de partículas cargadas dentro de campos eléctricos y magnéticos.
- 5- Analizar la creación de un campo magnético por un elemento de corriente.
- 6- Entender el concepto de fuerza de origen magnético entre dos conductores paralelos que llevan corriente.
- 7- Comprender en qué consiste la Ley de Ampere.
- 8- Analizar la idea de flujo magnético y de la Ley de Gauss para el magnetismo.
- 9- Presentar y comprender los fundamentos físicos esenciales de la inducción electromagnética: fem inducidas.
- 10- Analizar la relación entre las fem inducidas y los campos eléctricos inducidos correspondientes.
- 11- Entender el funcionamiento básico en que se fundamentan los generadores y motores de corriente alterna y directa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Analizar y aprender a calcular fuerzas de origen magnético sobre cargas eléctricas en movimiento, y, conductores portando corriente, al colocarlos dentro de campos magnéticos externos y uniformes.
- 2- Reconocer el concepto de torque y relacionarlo con la idea de fuerza magnética, sobre una espira de corriente cuando ésta se coloca dentro de un campo magnético externo y uniforme.

- 3- Aplicar algunos conceptos de la Cinemática, Dinámica e interacciones magnéticas para entender y aprender el funcionamiento de el ciclotrón y el espectrómetro de masas.
- 4- Entender y aplicar el concepto de fuerza de Lorentz: selector de velocidades.
- 5- Aprender y saber utilizar la Ley de Biot y Savart para calcular el campo magnético creado por conductores rectilíneos delgados y circuitos cerrados que transportan corriente.
- 6- Aplicar la fuerza magnética entre dos conductores paralelos con corriente, para definir el amperio.
- 7- Aprender a utilizar la Ley de Ampere para calcular el campo magnético creado por un alambre rectilíneo largo que transporta corriente.
- 8- Presentar cualitativamente cómo se utilizaría la Ley de Ampere para determinar el campo magnético creado por un solenoide.
- 9- Aprender a calcular algunos tipos de flujos magnéticos.
- 10- Exponer en qué consiste la Ley de Inducción de Faraday, bajo el concepto de variación del flujo magnético respecto al tiempo
- 11- Calcular mediante el uso de la Ley de Faraday corrientes inducidas producidas por movimientos de conductores a través de campos magnéticos uniformes, y, saber determinar la dirección de estas corrientes usando la Ley de Lenz.
- 12- Calcular campos eléctricos inducidos utilizando flujos magnéticos variables.
- 13- Aprender los fundamentos físicos esenciales para el funcionamiento de generadores de corriente inducida alterna y directa.

D: OPTICA GEOMETRICA.

Luz: naturaleza y mediciones. Leyes de la reflexión y refracción. Dispersión, intensidad y absorción de la luz. Imágenes formadas por espejos planos y esféricos. Imágenes formadas por refracción en superficies planas y curvas. Lentes y aberraciones cromáticas y esféricas de las mismas. Instrumentos ópticos: ojo, cámara, lupa, telescopio y microscopio.

OBJETIVOS GENERALES:

- 1- Conocer la evolución histórica de la naturaleza de la luz y su carácter dual.
- 2- Estudiar los fenómenos de la reflexión y refracción de la luz dentro del planteamiento de la Optica Geométrica.
- 3- Comprender los fenómenos ópticos de la dispersión, intensidad y absorción de la luz.
- 4- Comprender y analizar la formación de imágenes en espejos planos y esféricos.
- 5- Entender y aprender la formación de imágenes por refracción.
- 6- Plantear soluciones a situaciones de lentes delgadas y combinación de las mismas; así como también presentar la idea de tipos de aberraciones en las imágenes dadas por éstas.
- 7- Analizar y reconocer los fundamentos básicos de ciertos dispositivos y sistemas ópticos:
ojo, lupa,
cámara,
telescopio y microscopio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Comprender la naturaleza ondulatoria y corpuscular de la luz
- 2- Reafirmar los conceptos de frecuencia, periodo y longitud de onda, para movimiento ondulatorio.
- 3- Aprender las leyes que regulan la reflexión y la refracción de la luz bajo la aproximación de rayo y frente de onda.
- 4- Conocer, identificar y comprender los detalles físicos de la absorción, dispersión e intensidad de la luz.
- 5- Plantear y razonar en forma gráfica y analítica la formación de imágenes en espejos planos y esféricos.
- 6- Analizar y sintetizar la formación de imágenes por refracción en superficies planas y curvas.
- 7- Analizar la ecuación para la aproximación de lentes delgadas.
- 8- Describir los tipos más comunes de lentes delgadas y comprender la formación de imágenes en forma gráfica y analítica en ellas.
- 9- Comentar la disposición de la combinación de lentes delgadas.
- 10- Comentar las aberraciones cromáticas y esféricas en las imágenes dadas por lentes delgadas.
- 11- Calcular magnificaciones en algunos sistemas ópticos de uso corriente.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.

- 1- FISICA.
R. A. SERWAY.
Nueva Editorial Interamericana.
- 2- FISICA UNIVERSITARIA.
SEARS, ZEMANSKY, YOUNG.
Fondo Educativo Interamericano.
- 3- FISICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIA E INGENIERIA.
F. J. BUECHE.
Mc Graw Hill.
- 4- FUNDAMENTOS DE FISICA.
HALLIDAY- RESNICK.
Compañía Editorial Continental.

Rev. Coordinación FS-224.
Feb/1992.
ESCUELA DE FISICA.
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. CATEDRA FS-224: FISICA 2.
PRIMER CICLO LECTIVO DE 1993.

s. 1-5/03-93

TERMOMETRIA - DILATAACION TERMICA - GAS IDEAL.

ACTIVIDADES: Temperatura; termómetros y escalas termométricas de uso corriente; dilatación térmica: lineal, superficial y volumétrica; ecuación de estado para un gas ideal.

s. 8-12/03-93.

CALOR - TRASFERENCIA DE CALOR .

ACTIVIDADES: Capacidad calorífica y calor específico; calores latentes; calorimetría; conducción, radiación y convección de calor.

s. 15-19/03-93.

PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA.

ACTIVIDADES: Trabajo y calor en los procesos termodinámicos; energía interna en un proceso termodinámico; primera ley de la Termodinámica aplicada a procesos: isovolumétricos, isotérmicos, isobáricos y adiabáticos.

s. 22-26/03-93

TEORIA CINETICA PARA UN GAS IDEAL - MAQUINAS TERMICAS.

ACTIVIDADES: Modelo molecular para la presión y temperatura de un gas ideal; capacidades caloríficas de un gas ideal y teorema de equipartición de la energía; ecuación de estado en un proceso adiabático para un gas ideal; máquinas térmicas y enunciado de la segunda ley de la Termodinámica.

s. 29-03/2-04-93

SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA - ENTROPIA.

ACTIVIDADES: Procesos reversibles e irreversibles; Ciclo de Carnot; escala de temperatura absoluta; bombas de calor y refrigeradores; entropía y cambios de entropía en procesos reversibles e irreversibles.

s. 5-9/04-93

SEMANA SANTA.

s. 12-16/04-93.

LEY DE COULOMB - CAMPO ELECTRICO.

ACTIVIDADES: Interacciones eléctricas; conductores y aisladores; Ley de Coulomb; campo eléctrico y cálculos del mismo en distribuciones discretas de carga (no más de 4) y en las siguientes distribuciones continuas de carga: varilla cargada finita e infinita, anillo y disco cargado; líneas del campo eléctrico.

s. 19-23/04-93.

ELECTROKINEMÁTICA - LEY DE GAUSS.

ACTIVIDADES: Electrocinemática: movimiento acelerado uni y bidimensional de cargas dentro de campos eléctricos uniformes; flujo eléctrico; Ley de Gauss y utilidad de la misma a cálculos de campos eléctricos en distribuciones de cargas esféricas, varillas cargadas y láminas planas cargadas no conductoras.

s. 26-30/04-93.

POTENCIAL ELECTRICO.

ACTIVIDADES: Cálculos de diferencia de potencial y potencial eléctrico en distribuciones de carga continua: varilla finita cargada uniformemente, esfera, anillo y disco cargados uniformemente; y, en distribuciones de carga discreta (no más de 4); energía potencial eléctrica en distribuciones discretas de carga (no más de 4).

s. 3-7/05-93

CORRIENTE - RESISTENCIA - CIRCUITOS.

ACTIVIDADES: Corriente eléctrica y densidad de corriente; resistividad, resistencia y Ley de Ohm; potencia eléctrica; circuitos de corriente directa: resistencias equivalentes en serie y en paralelo, reglas de Kirghhoff aplicada a no más de 2 mallas.

s. 10-14/05-93.

CAMPO MAGNETICO - FUERZAS MAGNETICAS SOBRE CARGAS Y CONDUCTORES
CON CORRIENTE - MAGNETOCINEMATICA.

ACTIVIDADES: Características y propiedades del campo magnético; interacción magnética de un campo magnético uniforme sobre cargas en movimiento dentro de él y conductores que transportan corriente; momento de torsión (torque) sobre una espira que transporta corriente, y, momento magnético de una espira; movimientos de partículas cargadas dentro de campos magnéticos uniformes; selector de velocidades, espectrómetro de masas y ciclotrón.

s. 17-21/05-93.

FUENTES DE CAMPOS MAGNETICOS.

ACTIVIDADES: Creación de un campo magnético por un movimiento de cargas (corriente) sobre un conductor; ley de Biot-Savart; cálculos de campos magnéticos creados por conductores rectilíneos delgados y circuitos cerrados de corriente; fuerza magnética entre dos conductores paralelos; definición de amperio; presentar la Ley de Ampere; cálculos de flujos magnéticos.

s. 24-28/05-93.

LEY DE FARADAY.

ACTIVIDADES: Inducción magnética; Ley de Faraday; corrientes inducidas debido a movimientos de conductores sin corriente, dentro de campos magnéticos uniformes; dirección de la corriente inducida; Ley de Lenz; fuerzas electromotrices y campos eléctricos; generadores y motores.

s. 31/05-4/06-93

NATURALEZA DE LA LUZ - LEYES DE LA OPTICA GEOMETRICA.

ACTIVIDADES: Naturaleza de la luz y mediciones de su velocidad; leyes de la reflexión y refracción de la luz; dispersión de la luz en prismas; intensidad de la luz reflejada y transmitida; absorción de la luz.

s. 7-11/06-93

OPTICA GEOMETRICA.

ACTIVIDADES: Imágenes en espejos planos y esféricos; construcción gráfica y analítica; imágenes formadas por refracción en superficies de separación planas y curvas; lentes delgadas; formación de imágenes geométrica y analíticamente.

s. 14-18/06-93.

LENTES - INSTRUMENTOS OPTICOS.

ACTIVIDADES: combinación de lentes delgadas; aberraciones esféricas y cromáticas; instrumentos ópticos: ojo, cámara, lupa, microscopio y telescopio.

s. 21-25/06-93.

ASUNTOS VARIOS.

EJERCICIOS - PROBLEMAS - PREGUNTAS PROPUESTAS.

REF.: FISICA. R. A. SERWAY; Volúmenes I y II (TERCERA EDICION)

TEMA A: TERMODINAMICA.

Cap. 19: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-49-50-51-52-53-54-55-56-57-59-60-61-62-64-65-66-67-69-70-71-72.

Preg.: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-15-17-18-19-20-22.

Cap. 20: 1-2-3-4-5-7-8-10-11-12-14-15-17-18-19-22-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-35-36-37-38-39-40-42-43-45-47-48-50-51-52-53-55-57-58-60-61-66-67-68-69-72-74-77-78-79-80-83.

Preg.: 1-3-5-6-7-8-9-12-15-17-18-19-20-21-22-24-26-28-29-30-32-33.

Cap. 21: 1-2-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16-17-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-31-32-40-44-61-62-63-66-68-70.

Preg.: 1-2-4-7-8-11-12-14-16-18-19-20-21.

Cap. 22: 1-2-4-7-8-12-15-19-22-23-24-25-27-28-29-31-35-37-38-42-43-45-46-47-50-51-53-54-55-61-62.

Preg.: 1-3-4-5-6-7-8-10-11-12-13-15-18-19-20-21-22-29.

TEMA B: ELECTRICIDAD.

Cap. 23: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-73-75.

Preg.: 1-2-3-4-5-6-7-9-10-14-15-16-18-19-20-21-22-23-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36.

Cap. 24: 1-2-3-5-6-7-8-9-10-11-13-14-17-19-20-21-23-24-25-27-29-30-32-35-37-51-52-53-54-55.

Preg.: 1-2-3-4-5-7-8-10.

Cap. 25: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-24-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-61-62-63-64-65-66-67-69-70-73-75.

Preg.: 1-2-3-4-5-6-9.

Cap. 27: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-30-31-32-33-34-35-36-37-38-43-44-46-47-49-50-51-52-53-54-55-58-59-60-62-63-66-70.

Preg.: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-19-22.

Cap. 28: 2-3-4-5-6-7-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-37-40-65-66-70-71-72-73-76.

Preg.: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-17-18-20-21-22-23-30-****

TEMA C: MAGNETISMO.

Cap. 29: 1-2-3-5-6-7-8-9-12-13-14-16-17-18-19-21-22-23-25-26-29-30-31-32-34-35-39-40-41-43-44-46-58-59-60-61-62-63-66-67.

Preg.: 1-2-3-4-6-7-8-9-10-12-13-15-17-19.

Cap. 30: 1-2-3-4-8-11-12-13-15-16-17-19-20-21-37-63-64-75.

Preg.: 1-3-4-9-10-13.

Cap. 31: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-17-18-19-20-25-27-58

Preg.: 1-2-3-4-5-6-7.

TEMA D: OPTICA GEOMETRICA.

Cap. 35: 8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-19-20-21-22-23-24-29-31-32-33-35-36-37-39-41-42-45-48-49-50.

Preg.: 3-4-6-7-12-17-18-20-24.

Cap. 36: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-54-55-56-57-58-59-60-61-62-64-65-66-67-69-70-71-76-78.

Preg.: 1-2-3-4-6-7-8-9-11-12-13-15-17-18-20.