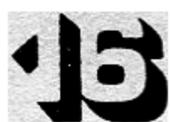


CONTENIDO

| | |
|------------------------|------|
| <i>Prólogo</i> | xiii |
| <i>Agradecimientos</i> | xvii |



| | | |
|---|------------------------------------|-----|
| ELECTROSTÁTICA Y LA LEY DE COULOMB | 587 | |
| 15.1 | Introducción | 587 |
| 15.2 | Carga eléctrica | 589 |
| 15.3 | Ley de Coulomb | 592 |
| 15.4 | Conductores y aislantes | 601 |
| 15.5 | Constitución atómica de la materia | 602 |
| <i>Resumen</i> | 603 | |
| <i>Preguntas</i> | 604 | |
| <i>Problemas</i> | 604 | |



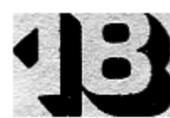
CAMPOS ELÉCTRICOS Y POTENCIAL ELECTROSTÁTICO 607

- 16.1 Introducción a los campos 607
- 16.2 El campo eléctrico 610
- 16.3 Ley de Gauss 618
- 16.4 Aplicaciones de la ley de Gauss a conductores y aislantes 626
- 16.5 Potencial electrostático 632
- 16.6 Energía potencial electrostática 645
- 16.7 Ecuación de Poisson 653
- 16.8 Aplicaciones de la electrostática 657
- 16.9 La demostración matemática de la ley de Gauss 665
- Resumen* 667
- Preguntas* 669
- Problemas* 670



CAPACITANCIA, MATERIALES DIELECTRICOS Y POLARIZACIÓN 675

- 17.1 Capacitancia 675
- 17.2 Capacitores conectados en serie o en paralelo 679
- 17.3 Almacenamiento de energía en un capacitor 684
- 17.4 Los dieléctricos aumentan la capacitancia 689
- 17.5 Condiciones de frontera en E , P y D 695
- 17.6 Teoría microscópica de la polarización 700
- Resumen* 703
- Preguntas* 705
- Problemas* 705



CORRIENTES CONSTANTES Y CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA O CONTINUA 710

- 18.1 Introducción 710
- 18.2 Flujo de carga en los conductores: corriente y densidad de corriente 711
- 18.3 Fuerza electromotriz y diferencia de potencial (o tensión) 718
- 18.4 Ley de Ohm y conducción de electricidad por electrones libres 724
- 18.5 Resistencia eléctrica: ley de Ohm para los circuitos 731
- 18.6 Resistencia y FEMs en serie y en paralelo: resistencia equivalente de redes 735
- 18.7 Energía y potencia en los circuitos de CD 743
- 18.8 Análisis de circuitos de CD mediante las leyes de Kirchhoff 746
- 18.9 Carga y descarga de capacitores: Circuitos $R-C$ simples 752
- Resumen* 758
- Preguntas* 760
- Problemas* 760



CAMPOS MAGNÉTICOS DE CORRIENTES CONSTANTES 767

- 19.1 Introducción 767
- 19.2 Fuerzas y campos magnéticos: dipolos magnéticos 768
- 19.3 Flujo magnético y ley de Gauss para el campo magnético 777

- 19.4 Fuerzas sobre corrientes y momentos de rotación en dipolos magnéticos **780**
- 19.5 Campo magnético de un conductor que lleva corriente: Ley de Biot y Savart **786**
- 19.6 Ley de Ampère **794**
- 19.7 Campos magnéticos en el interior de bobinas toroidales y solenoides **802**
- 19.8 Fuerza entre corriente y definición del ampere **806**
- Resumen* **809**
- Preguntas* **811**
- Problemas* **811**

30**INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA 818**

- 20.1 Introducción **818**
- 20.2 FEMs de movimiento, corrientes inducidas y ley de inducción de Faraday **819**
- 20.3 Ley de Lenz y corrientes de Foucault **835**
- 20.4 Autoinducción y autoinductancia: comportamiento de los circuitos $R-L$ **839**
- 20.5 Energía en circuitos inductivos y densidad de energía de los campos magnéticos **842**
- 20.6 Inductores en serie o en paralelo **850**
- 20.7 Inducción mutua, bobinas de inducción y transformadores **851**
- Resumen* **866**
- Preguntas* **868**
- Problemas* **868**

31**PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA 874**

- 21.1 Introducción **874**
- 21.2 Magnetización, intensidad magnética y ley de Ampère **875**
- 21.3 Sustancias diamagnéticas y paramagnéticas: teoría de Larmor del diamagnetismo **886**
- 21.4 Paramagnetismo clásico de sustancias que tienen momentos atómicos netos permanentes **889**
- 21.5 Materiales ferromagnéticos **895**
- 21.6 Imanes permanentes **903**
- Resumen* **907**
- Preguntas* **908**
- Problemas* **908**

32**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA Y RESONANCIA 911**

- 22.1 Introducción **911**
- 22.2 El circuito $L-C$ simple **912**
- 22.3 El circuito $R-L-C$ **916**
- 22.4 El circuito $R-L-C$ en serie con una FEM alterna **919**

| | | |
|------|---|-----|
| 22.5 | Fasores o vectores rotatorios y reactancias | 923 |
| 22.6 | Algunos otros ejemplos de circuitos de CA | 929 |
| 22.7 | Potencia en circuitos de CA | 934 |
| | <i>Resumen</i> | 937 |
| | <i>Preguntas</i> | 938 |
| | <i>Problemas</i> | 939 |

23

ECUACIONES DE MAXWELL Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS 942

| | | |
|------|---|-----|
| 23.1 | Introducción | 942 |
| 23.2 | Corriente de desplazamiento dieléctrico | 943 |
| 23.3 | Forma integral de las ecuaciones de Maxwell | 949 |
| 23.4 | Ondas electromagnéticas | 951 |
| 23.5 | Flujo de energía en las ondas electromagnéticas | 957 |
| 23.6 | Presión de radiación | 960 |
| 23.7 | El efecto de Doppler en el caso de la luz | 962 |
| 23.8 | Generación y detección de ondas electromagnéticas: El espectro electromagnético | 963 |
| 23.9 | Observaciones finales al estudio de los campos electromagnéticos | 967 |
| | <i>Resumen</i> | 968 |
| | <i>Preguntas</i> | 969 |
| | <i>Problemas</i> | 970 |

24

PROPAGACIÓN, REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ 973

| | | |
|------|---|------|
| 24.1 | Introducción | 973 |
| 24.2 | Características de la propagación de las ondas electromagnéticas: Intensidad, amplitud, frecuencia y fase | 975 |
| 24.3 | Principio del tiempo mínimo y principio de Huygens: Leyes de la reflexión y de la formación de imágenes | 982 |
| 24.4 | Luz en los medios transparentes densos: Ley de Snell de la refracción | 989 |
| 24.5 | “Refracción inversa” y reflexión total interna | 1000 |
| 24.6 | Dispersión de la luz mediante sustancias refringentes | 1004 |
| | <i>Resumen</i> | 1008 |
| | <i>Preguntas</i> | 1010 |
| | <i>Problemas</i> | 1010 |

25

ORIFICIOS ÓPTICOS, LENTES Y ESPEJOS 1016

| | | |
|------|--|------|
| 25.1 | Introducción | 1016 |
| 25.2 | Imágenes formadas por orificios ópticos | 1020 |
| 25.3 | Formación de imágenes mediante superficies refractoras esféricas | 1024 |
| 25.4 | Ecuación de la lente delgada y las propiedades de formación de imágenes en lentes delgadas | 1033 |
| 25.5 | Construcción geométrica de las imágenes formadas por lentes | 1041 |
| 25.6 | Brillo y nitidez α definición en imágenes producidas por lentes | 1049 |

| | | |
|------|---|------|
| 25.7 | Espejos esféricos y espejos parabólicos | 1059 |
| 25.8 | Aberraciones | 1070 |
| | <i>Resumen</i> | 1076 |
| | <i>Preguntas</i> | 1078 |
| | <i>Problemas</i> | 1078 |

25

OPTICA FÍSICA 1085

| | | |
|-------|---|------|
| 26.1 | Introducción | 1085 |
| 26.2 | Interferencia y coherencia | 1086 |
| 26.3 | Experimento de Young de la doble rendija | 1090 |
| 26.4 | Interferencia en películas delgadas | 1098 |
| 26.5 | Difracción de la luz | 1106 |
| 26.6 | Difracción de Fraunhofer por una sola rendija | 1108 |
| 26.7 | Difracción por rendijas múltiples | 1116 |
| 26.8 | Difracción debida a una abertura circular | 1127 |
| 26.9 | Polarización de la luz | 1130 |
| 26.10 | Ley de Malus | 1132 |
| 26.11 | Polarización por reflexión | 1135 |
| 26.12 | Polarización por dispersión | 1138 |
| | <i>Resumen</i> | 1140 |
| | <i>Preguntas</i> | 1142 |
| | <i>Problemas</i> | 1143 |

27

RELATIVIDAD Y FÍSICA NUCLEAR 1149

| | | |
|------|--|------|
| 27.1 | Introducción | 1149 |
| 27.2 | Postulados básicos de la teoría especial de la relatividad | 1151 |
| 27.3 | Transformación de coordenadas de Lorentz | 1155 |
| 27.4 | Implicaciones de la transformación de Lorentz | 1158 |
| 27.5 | Equivalencia de masa y energía | 1168 |
| 27.6 | Algunos hechos básicos acerca de los núcleos atómicos | 1173 |
| 27.7 | Desintegración o decaimiento radiactivo | 1181 |
| 27.8 | Fisión nuclear | 1184 |
| 27.9 | Fusión nuclear | 1188 |
| | <i>Resumen</i> | 1189 |
| | <i>Preguntas</i> | 1191 |
| | <i>Problemas</i> | 1191 |

28

FÍSICA CUÁNTICA 1194

| | | |
|------|--|------|
| 28.1 | Introducción | 1194 |
| 28.2 | Radiación de cuerpo negro y la hipótesis de Planck | 1195 |
| 28.3 | El efecto fotoeléctrico | 1198 |
| 28.4 | Espectros atómicos | 1202 |
| 28.5 | Teoría de Bohr para el átomo de hidrógeno | 1203 |
| 28.6 | Ondas de De Broglie | 1208 |
| 28.7 | Mecánica ondulatoria de Schrödinger | 1211 |

CONTENIDO

| | | |
|------------------|--|------|
| 28.8 | Penetración de barrera en una dimensión | 1223 |
| 28.9 | Relación de incertidumbres o indeterminación de Heisenberg | 1225 |
| 28.10 | Degeneración cuántica, principio de exclusión de Pauli y espín (o giro propio) | 1229 |
| 28.11 | Emisión estimulada de radiación y el rayo láser | 1232 |
| <i>Resumen</i> | | 1235 |
| <i>Preguntas</i> | | 1237 |
| <i>Problemas</i> | | 1238 |

APÉNDICE A ÁLGEBRA, TRIGONOMETRÍA, GEOMETRÍA ANALÍTICA A-1

| | |
|---------------------|-----|
| Algebra | A-1 |
| Trigonometría | A-2 |
| Geometría analítica | A-4 |

APÉNDICE B CÁLCULO DIFERENCIAL A-6

APÉNDICE C CÁLCULO INTEGRAL A-8

APÉNDICE D DERIVADAS PARCIALES A-13

APÉNDICE E DATOS ADICIONALES A-17

| | |
|-------------------------------------|------|
| Constantes físicas | A-17 |
| Equivalencias de unidades | A-18 |
| Funciones trigonométricas naturales | A-22 |
| Tabla periódica de los elementos | A-23 |

RESPUESTAS A PROBLEMAS IMPARES A-25

INDICE A-34