

GUÍAS DE LOS TEMAS



BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995).

Beléndez, A., Acústica, fluidos y termodinámica (1992).

<http://hdl.handle.net/10045/14059>

Beléndez, A., Bernabeu, J. G. y Pastor, C., Temas de Física para Ingeniería: Cinemática del punto material (1988).

<http://hdl.handle.net/10045/11342>

Temas de Física para Ingeniería: Dinámica del punto material (1988).

<http://hdl.handle.net/10045/11343>

Temas de Física para Ingeniería: Trabajo y energía (1988).

<http://hdl.handle.net/10045/11344>

Carnero, C., Aguiar, J. y Carretero, J., Problemas de Física, Vols. I y 2 (Agora, Málaga, 1997).

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física para Ciencias e Ingeniería, Vol. I (McGraw-Hill, Madrid, 2005).

Page, A. y Llinares, J., Curso de Física Aplicada: Electromagnetismo y semiconductores (Universidad Politécnica de Valencia, 1999).

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vols. I y II (Reverté, Barcelona, 2005).

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears - Zemansky), Vols. I y II (Pearson Educación, México, 2009).

0. Principios físicos de los semiconductores

1. Cinemática

2. Dinámica

3. Trabajo y energía

4. Calor y temperatura

5. Termodinámica

6. Campo eléctrico

7. Corriente eléctrica

Tema 0. Principios físicos de los semiconductores



CONTENIDOS

- 0.1 Introducción
- 0.2 Tipos de sólidos
- 0.3 Bandas de energía. Conductores, aislantes y semiconductores
- 0.4 Semiconductores intrínsecos y extrínsecos
- 0.5 Ecuación del semiconductor y neutralidad eléctrica
- 0.6 Fenómenos de transporte en semiconductores
- 0.7 Dispositivos semiconductores

BIBLIOGRAFÍA

Beléndez, A., Bernabeu, J. G. y Pastor, C., Física para estudiantes de Informática III (Universidad Politécnica de Valencia, 1990). <http://hdl.handle.net/10045/12506>

Page, A. y Llinares, J., Curso de Física Aplicada: Electromagnetismo y semiconductores (Universidad Politécnica de Valencia, 1999). Caps. 31-36.

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. II (Addison-Wesley, México, 2009). Cap. 42.

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. II (Reverté, Barcelona, 2005). Cap. 38.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Cap. 42.

El tema está dedicado a presentar una introducción sobre el análisis de los distintos tipos de sólidos, la teoría de bandas, las propiedades eléctricas de los semiconductores, los distintos tipos de conducción en semiconductores y los dispositivos semiconductores.

En primer lugar se comentan los distintos tipos de enlaces y de sólidos, distinguiendo, fundamentalmente, entre sólidos iónicos, covalentes y metálicos, e introduciendo el modelo de electrones libres para metales y el concepto de densidad de estados y la distribución de Fermi-Dirac.

Se analiza la diferencia entre los conductores, aislantes y semiconductores en función de su estructura de bandas y la separación entre las bandas de valencia y de conducción. Cuando los átomos se enlazan entre sí en la materia condensada, sus niveles de energía se reparten en bandas. En el cero absoluto, los aislantes y los semiconductores tienen una banda de valencia totalmente llena, separada por un intervalo vacío de energía, de una banda de conducción vacía. Sin embargo, en el caso de los semiconductores el intervalo vacío entre estas dos bandas es del orden de 1 eV. Los conductores tienen bandas de conducción parcialmente llenas. También se distingue entre semiconductor intrínseco y semiconductor extrínseco. En este último caso, la adición de pequeñas concentraciones de impurezas al semiconductor puede cambiar drásticamente sus propiedades eléctricas. Si se añaden impurezas donadoras se obtiene un semiconductor *tipo n*, mientras que si se añaden impurezas receptoras el resultado es un semiconductor extrínseco de *tipo p*. En este punto es importante introducir la *ecuación del semiconductor* o *ley de acción de masas*, ecuación esencial en el estudio de semiconductores y dispositivos semiconductores así como la condición de neutralidad eléctrica.

A continuación se describen los fenómenos de transporte de cargas que aparecen en los semiconductores, bien como consecuencia de la aplicación de campos eléctricos (corriente de *arrastré*), bien por la existencia de gradientes de concentración de los portadores (corriente de *difusión*). Los conceptos de velocidad de arrastre, densidad de corriente y conductividad que aquí se establecen son análogos a los introducidos para conductores metálicos en el tema de corriente eléctrica, con la diferencia que en aquel caso los portadores son electrones libres, mientras que en un semiconductor pueden ser electrones (cargas negativas) y huecos (cargas positivas).

El último apartado del tema está dedicado a los dispositivos semiconductores, presentando de una manera introductoria las características básicas del diodo y del transistor. Comenzamos estudiando la unión *p-n*, tanto en polarización directa como en polarización inversa, pues este tipo de unión es la base para la construcción de diodos y transistores. Se incluyen sus características básicas de funcionamiento como son las corrientes de electrones y huecos, las características tensión-corriente en un diodo, y las tensiones y corrientes en un transistor. También se analizan algunas aplicaciones de estos dispositivos.

Tema I. Cinemática



CONTENIDOS

- I.1 Introducción
- I.2 Posición, velocidad y aceleración
- I.3 Componentes intrínsecas de la aceleración
- I.3 Movimientos rectilíneos
- I.4 Movimientos circulares
- I.5 Composición de movimientos. Tiro parabólico

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995). Caps. 3, 4 y 5.

Beléndez, A., Bernabeu, J. G. y Pastor, C., Temas de Física para Ingeniería: Cinemática del punto material (1988).

<http://hdl.handle.net/10045/11342>

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. I (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 2 y 3.

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears - Zemansky), Vol. I (Pearson Educación, México, 2009). Caps. 2 y 3.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física para Ciencias e Ingeniería, Vol. I (McGraw-Hill, Madrid, 2005). Caps. 3 y 4.

La *Mecánica* estudia el movimiento y su relación con las causas que lo producen y es la rama de la Física más antigua y, sin lugar a dudas, es también la más elaborada. Sus modelos se han llevado a otros campos, incluso fuera de la Física, de ahí su interés como fundamento para entender otras parcelas científicas y técnicas.

Resulta conveniente describir primero el movimiento, sin considerar las causas del mismo, a lo que se dedica la parte de la Mecánica conocida como *Cinemática*. A este estudio se dedica este tema, considerando el caso de la cinemática de la partícula o punto material, es decir, un cuerpo cuyo tamaño y forma no tienen importancia en la resolución de un problema mecánico determinado.

En este tema se repasan conceptos como el vector de posición, el vector desplazamiento y la velocidad y aceleraciones medias e instantáneas. Un aspecto importante a tener en cuenta es que el vector velocidad es un vector tangente a la trayectoria de la partícula en cada punto. Se analizan las *componentes intrínsecas de la aceleración*: aceleración tangencial y aceleración normal o centrípeta. La aceleración tangencial tiene en cuenta la variación del módulo del vector velocidad con el tiempo, mientras que la aceleración normal expresa la variación de la dirección del vector velocidad con el tiempo. La aceleración normal está dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria en cada punto y es inversamente proporcional al radio de curvatura de esta trayectoria. Obviamente, para un movimiento rectilíneo no hay aceleración normal y para uno circular el radio de curvatura de la trayectoria es constante.

Seguidamente se estudia el movimiento rectilíneo y algunos casos particulares como el movimiento rectilíneo uniforme en el que la aceleración es nula y la velocidad constante y el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, caracterizado porque la aceleración es constante. Otro tipo de movimiento de interés que también se estudia en este tema es el movimiento circular en el que se analizan los conceptos de velocidad y aceleración angulares y su relación con la velocidad y aceleración lineales. Como ejemplos se estudian el movimiento circular uniforme y el movimiento circular uniformemente acelerado. Una cuestión importante a tener en cuenta son las relaciones vectoriales entre la velocidad angular, la velocidad lineal, la aceleración angular y la aceleración lineal.

El tema finaliza con el estudio del movimiento parabólico, como es el movimiento de un proyectil, el cual permite ver cómo, para su análisis, se puede descomponer un movimiento, en este caso en dos dimensiones, como la superposición de dos movimientos unidimensionales independientes en dos direcciones perpendiculares. Cuestiones como el alcance y la altura máxima también son analizadas.

Es importante tener en cuenta en todo el desarrollo del tema que el movimiento es un concepto relativo y debe por tanto referirse siempre a un sistema particular de referencia, elegido por el observador.

Tema 2. Dinámica



CONTENIDOS

- 2.1 Introducción
- 2.2 Leyes de Newton
- 2.3 Fuerza debida a la gravedad. Peso
- 2.4 Aplicación de las leyes de Newton
- 2.5 Momento lineal y momento angular

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995). Caps. 6 y 7.

Beléndez, A., Bernabeu, J. G. y Pastor, C., Temas de Física para Ingeniería: Dinámica del punto material (1988).

<http://hdl.handle.net/10045/11343>

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. I (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 4 y 5.

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears - Zemansky), Vol. I (Pearson Educación, México, 2009). Caps. 4 y 5.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física para Ciencias e Ingeniería, Vol. I (McGraw-Hill, Madrid, 2005). Caps. 5 y 6.

González, C. F., Fundamentos de Mecánica (Reverté, Barcelona, 2009). Cap. 3.

En este tema se estudia la *Dinámica*, es decir, la parte de la Mecánica que analiza las relaciones entre el movimiento y las causas que lo producen, es decir, las fuerzas. En Física, las causas de las interacciones entre los cuerpos, estén o no en contacto, sean próximos o lejanos, se describen mediante *fuerzas*. El tema comienza con una breve descripción de distintos tipos de fuerzas (de contacto, de rozamiento, normal, de tensión, de largo alcance, etc.) y de las fuerzas fundamentales de la Naturaleza (interacciones gravitatoria, electromagnética, fuerte y débil).

Seguidamente se presentan las tres leyes de Newton, que están establecidas en términos de la fuerza y la masa. Estas leyes son la ley de la inercia, la ecuación fundamental de la dinámica y el principio de acción y reacción. Un aspecto importante que hay que tener en cuenta es que el concepto de sistema de referencia inercial es fundamental para las leyes del movimiento de Newton. La segunda ley de Newton, que relaciona fuerza, masa y aceleración, es una ley fundamental de la Naturaleza, la relación básica entre fuerza y movimiento y, al igual que la primera ley, sólo es válida para sistemas de referencia inerciales. En cuanto a la tercera ley de Newton, es importante comprender que las fuerzas de acción y reacción están aplicadas a cuerpos diferentes, por lo que aunque son iguales y opuestas, no se equilibran.

Como ejemplo de fuerza de gran interés se estudia la fuerza gravitatoria -una de las fuerzas fundamentales de la Naturaleza-, la ley de la gravitación universal y el ejemplo más conocido de atracción gravitacional, el *peso*, es decir, la fuerza con que la Tierra atrae a un objeto.

Un apartado de gran importancia en este tema es la aplicación de las leyes de Newton a la resolución de problemas de Dinámica. Se analizan problemas con poleas, planos inclinados, tensiones y cuerdas, rozamiento, curvas peraltadas, etc., dejando claro el procedimiento general de cómo deben resolverse estos problemas. Es importante analizar ejemplos en los que la magnitud de la fuerza normal ejercida sobre un cuerpo no siempre es igual a su peso. En todos los casos es necesario, examinar con precisión las relaciones entre las fuerzas y el movimiento producido. En la resolución de problemas es indispensable dibujar correctamente el *diagrama de cuerpo libre* en el que se muestra el cuerpo en estudio solo, *libre* de su entorno, con los vectores correspondientes a todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

El tema finaliza con el estudio de dos conceptos de gran importancia en Física, como son los momentos lineal y angular así como sus leyes de conservación. Es necesario comprender que la segunda ley de Newton también puede expresarse en términos del momento lineal, de hecho, la fuerza neta que actúa sobre una partícula es igual a la rapidez de cambio de su momento lineal. Esta expresión de la segunda ley de Newton que relaciona la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo y su momento lineal es la que hay que utilizar cuando se analizan, por ejemplo, los sistemas de masa variable.

Tema 3. Trabajo y energía



CONTENIDOS

- 3.1 Introducción
- 3.2 Trabajo y potencia
- 3.3 Energía cinética. Teorema de la energía cinética
- 3.4 Fuerzas conservativas. Energía potencial
- 3.5 Conservación de la energía mecánica
- 3.6 Choques

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995). Cap. 9.

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. I (Addison-Wesley, México, 2009). Caps. 6, 7 y 8.

Beléndez, A., Bernabeu, J. G. y Pastor, C., Temas de Física para Ingeniería: Trabajo y energía (1988).
<http://hdl.handle.net/10045/11344>

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. I (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 6 y 7.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Caps. 8 y 9.

González, C. F., Fundamentos de Mecánica (Reverté, Barcelona, 2009). Cap. 5.

En este tema se tratan dos de los conceptos más importantes de la Física, “trabajo” y “energía”, y que irán apareciendo en todos los temas del programa de la asignatura. La importancia del concepto de energía surge de la ley de conservación de la energía: la energía es una cantidad que se puede convertir de un tipo de energía a otro, pero no puede crearse ni destruirse.

En primer se define el trabajo realizado por una fuerza, tanto en el caso en el que la fuerza es constante y el movimiento rectilíneo como en el caso general de fuerza variable y movimiento curvilíneo general. Otro concepto importante es la potencia, que no es otra cosa que la rapidez con la que se realiza trabajo. El concepto de trabajo permite, a su vez, definir la energía cinética y obtener el teorema de la energía cinética que indica que el trabajo efectuado por la fuerza neta sobre una partícula es igual al cambio de la energía cinética de la partícula. Es importante señalar que la energía cinética es la energía que tiene un objeto debido a su movimiento y que al estar moviéndose es capaz de producir un trabajo modificando su energía cinética.

A continuación se estudian las fuerzas conservativas y no conservativas y se introduce la energía potencial, que no está asociada al movimiento de una partícula sino, como en el caso de una fuerza gravitatoria, está asociada con la posición de la partícula en el campo gravitatorio. Otro ejemplo de energía potencial de interés es la energía potencial elástica. Para el caso de fuerzas conservativas se introduce el principio de conservación de la energía mecánica, que es una de las leyes fundamentales de la naturaleza. Es importante señalar que cuando un sistema realiza trabajo sobre otro, se transfiere energía entre los dos sistemas, que existen muchas formas de energía y que si la energía de un sistema se conserva, su energía total no cambia aunque parte de ella puede que cambie de forma o naturaleza, pasando de un tipo a otro. La generalización de la ley de conservación de la energía cuando sobre el sistema actúa también fuerzas no conservativas -para las que no existe una energía potencial- es inmediata.

Resulta importante indicar que una forma de transferir energía (absorbida o cedida) de un sistema es intercambiar trabajo con el exterior. Si está es la única fuente de energía transferida (la energía también puede transferirse también cuando hay un intercambio de calor entre un sistema y sus alrededores debido a una diferencia de temperatura, como se verá en el tema “Calor y temperatura”), la ley de conservación de la energía se expresa diciendo que el trabajo realizado sobre el sistema por las fuerzas externas es igual a la variación experimentada por la energía total del sistema. Éste es el teorema trabajo-energía y es un instrumento poderoso para estudiar una amplia variedad de sistemas.

El último apartado del tema finaliza se centra el estudio de los choques, tanto elásticos como inelásticos.

Tema 4. Calor y temperatura



CONTENIDOS

- 4.1 Introducción
- 4.2 Equilibrio térmico y principio cero de la Termodinámica
- 4.3 Termómetros y escala de temperaturas del gas ideal
- 4.4 Ley de los gases ideales
- 4.5 Dilatación térmica
- 4.6 Cantidad de calor: capacidad calorífica y calor específico
- 4.7 Calorimetría, cambios de fase y calor latente
- 4.8 Propagación del calor por conducción
- 4.9 Propagación del calor por convección y radiación

BIBLIOGRAFÍA

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. I (Addison-Wesley, México, 2009). Caps. 17 y 18.

Beléndez, A., Acústica, fluidos y termodinámica (1992).
<http://hdl.handle.net/10045/14059>

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. I (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 17 y 18.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Caps. 16.

La Termodinámica es la parte de la Física que se dedica al estudio de las transformaciones de energía donde intervienen calor, trabajo mecánico y otros aspectos de la energía, así como la relación que existe entre transformaciones y las propiedades de la materia. El tema comienza introduciendo el concepto de temperatura y de equilibrio térmico, junto con el principio cero de la Termodinámica, los termómetros y las escalas de temperatura, así como el termómetro de gas a volumen constante. El calor es la energía transferida entre un sistema y su entorno (o alrededores), debida únicamente a una diferencia de temperatura entre dicho sistema y alguna parte de su entorno. Así pues, siempre que en un sistema existe una diferencia de temperaturas se produce un flujo de calor desde la región más caliente a la más fría, hasta que las temperaturas se igualan.

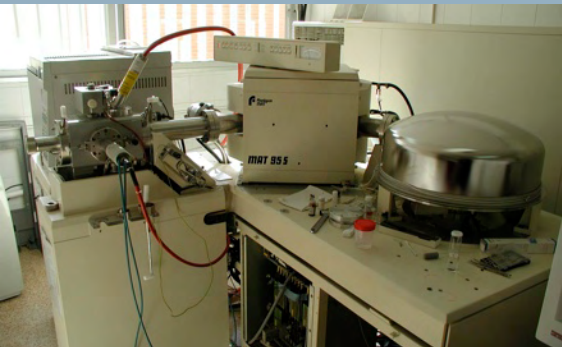
Después de estudiar la dilatación térmica se presenta la ecuación de los gases ideales y se realizan algunos problemas sobre gases. El gas ideal es un modelo idealizado que funciona mejor a presiones muy bajas y altas temperaturas, cuando las moléculas del gas están muy separadas y en rápido movimiento.

Seguidamente se estudia la capacidad calorífica y el calor específico. La capacidad calorífica de una sustancia que se define como la energía térmica que se necesita para aumentar un grado la temperatura de la sustancia.

En el estudio de los cambios de fase se introduce el concepto de calor latente de fusión y de vaporización. Una cuestión importante que hay que puntualizar es que la temperatura permanece constante durante un cambio de fase, como la fusión del hielo o la ebullición del agua.

Finalmente se analizan los fenómenos de transmisión del calor sobre todo por conducción, por su interés en ingeniería. Es evidente que este fenómeno es de gran interés en la construcción a la hora de plantear, por ejemplo, el aislamiento térmico de las viviendas. Es costumbre clasificar los distintos procesos de transmisión del calor en tres modos o mecanismos básicos, si bien es cierto que con frecuencia aparecen simultáneamente. En la transmisión del calor por conducción, el flujo de calor tiene lugar por la transmisión de la energía térmica desde las moléculas de mayor energía cinética de traslación (mayor temperatura) a las de menor energía cinética (menor temperatura) sin que se produzca transporte de masa. En primer lugar se estudia la Ley de Fourier, analizando diversos problemas de conductividad en régimen estacionario como el caso del muro, tanto simple como compuesto, la esfera y el cilindro. A continuación se introducen los procesos de transmisión del calor por convección y radiación, sin entrar en muchos detalles. La convección es un proceso que tiene lugar en un líquido o un gas a consecuencia de movimiento real de las partículas calentadas en su seno. La radiación térmica es emitida por todos los cuerpos como resultado de su temperatura. Esta radiación se emite en todas direcciones, se propaga a la velocidad de la luz y cuando “choca” contra otro cuerpo puede ser reflejada, transmitida o absorbida por éste.

Tema 5. Termodinámica



CONTENIDOS

- 5.1 Introducción
- 5.2 Trabajo
- 5.3 Funciones de estado y ecuaciones de estado
- 5.4 Primer principio de la Termodinámica.
Energía interna
- 5.5 Algunas aplicaciones del primer principio
- 5.6 Capacidades caloríficas de los gases
- 5.7 Máquinas térmicas y segundo principio de la Termodinámica
- 5.8 Rendimiento de las máquinas térmicas y frigoríficas
- 5.9 Ciclo de Carnot
- 5.10 Temperatura termodinámica
- 5.11 Entropía. Cálculo de variaciones de entropía
- 5.12 Entropía y segundo principio

BIBLIOGRAFÍA

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. I (Addison-Wesley, México, 2009). Caps. 19 y 20.

Beléndez, A., Acústica, fluidos y termodinámica (1992).
<http://hdl.handle.net/10045/14059>

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. I (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 18, 19 y 20.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Caps. 17, 18 y 19.

En este tema se analizan conceptos fundamentales de esta rama de la Física como son los sistemas termodinámicos, variables y funciones de estado, tipos de transformaciones, etc., y se formulan el primer y segundo principios de la Termodinámica.

Además de calor, puede haber una transferencia de energía entre un sistema y su entorno mediante el trabajo, que no es otra cosa que la energía transferida entre un sistema y su entorno por métodos que no dependen de la diferencia de temperatura. Aunque la energía puede transferirse en forma de trabajo mediante distintos tipos de fuerzas (eléctricas, magnéticas, etc.), en este tema se tratará el trabajo mecánico realizado por las fuerzas que ejerce un sistema sobre su entorno y viceversa, considerando el caso particular del trabajo realizado por la fuerza de presión de un fluido al desplazar un émbolo.

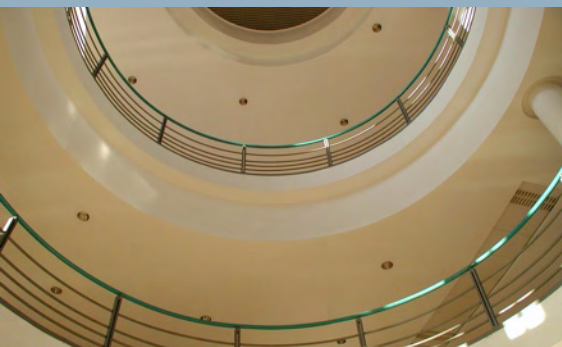
Tras hacer una mención a las funciones y ecuaciones de estado se introduce el primer principio de la Termodinámica que señala que en todo proceso en que se cede calor al sistema y éste realiza un trabajo, la energía total transferida a dicho sistema es igual al cambio en su energía interna. Así pues, la energía interna se introduce a partir del primer principio, y se relaciona con los conceptos de calor y trabajo. El primer principio no es sino una forma más de enunciar el principio de conservación de la energía y refleja los resultados de muchos experimentos que relacionan el trabajo realizado por o sobre un sistema, el calor que se ha añadido o sustraído, y la propia *energía interna* del mismo. Un aspecto importante que hay que resaltar es el cálculo del trabajo y los diagramas pV para un gas, calculándose el trabajo para procesos cuasiestáticos isócoros, isóbaros e isotermos en el caso de un gas ideal.

A continuación se estudian las capacidades caloríficas y los calores específicos de los gases, tanto a volumen constante como a presión constante, y la relación de Mayer entre ambas, así como el proceso adiabático de un gas ideal.

Seguidamente se estudian las máquinas térmicas y el enunciado del segundo principio de la Termodinámica, así como el rendimiento de las máquinas térmicas y frigoríficas, para pasar seguidamente al estudio del ciclo de Carnot. Tanto desde una perspectiva práctica como teórica, el ciclo de Carnot tiene gran importancia, pues una máquina térmica que opere con este ciclo ideal reversible establece un límite superior para los rendimientos de todas las máquinas.

Finalmente se introduce el concepto de temperatura termodinámica así como el de entropía y se calculan variaciones de entropía en distintos procesos termodinámicos. El tema concluye con el estudio de la relación entre entropía, irreversibilidad y segundo principio de la Termodinámica, indicando que la entropía del Universo aumenta en todos los procesos reales.

Tema 6. Campo eléctrico



CONTENIDOS

- 6.1 Introducción
- 6.2 Ley de Coulomb. Fuerza eléctrica entre cargas puntuales
- 6.3 Campo eléctrico
- 6.4 Movimiento de cargas en un campo eléctrico
- 6.5 Energía potencial y potencial eléctrico
- 6.6 Relación entre el campo eléctrico y el potencial
- 6.7 Flujo del campo eléctrico. Ley de Gauss
- 6.8 Cálculo del campo eléctrico mediante la ley de Gauss
- 6.9 Conductores en equilibrio electrostático
- 6.10 Capacidad y condensadores
- 6.11 Energía electrostática
- 6.12 Dieléctricos

BIBLIOGRAFÍA

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. I (Addison-Wesley, México, 2009). Caps. 21, 22, 23 y 24.

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. II (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 21, 22, 23 y 24.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Caps. 20, 21, 22 y 23.

Este tema está dedicado a la *Electrostática*, es decir, al estudio del campo y el potencial eléctricos originados por cargas eléctricas o distribuciones continuas de cargas en reposo. Se comienza con una breve discusión sobre el concepto de carga eléctrica y la naturaleza eléctrica de la materia, incidiendo especialmente en la conservación y cuantización de la carga, para pasar a la presentación de la ley de Coulomb, ley experimental que describe la fuerza entre dos carga eléctricas fijas puntuales. Posteriormente se introduce el concepto de campo eléctrico y su representación mediante líneas de campo o líneas de fuerza. El principio de superposición se deduce de la observación de que cada carga produce su propio campo eléctrico, independientemente de todas las otras cargas presentes a su alrededor, y que el campo resultante es la suma vectorial de los campos individuales.

Con frecuencia se presentan situaciones en las que un gran número de cargas están tan próximas que la carga total puede considerarse distribuida continuamente en el espacio, siendo necesario utilizar una densidad de carga para describir una distribución de un gran número de cargas discretas. Se introducen las densidades volumétrica, superficial y lineal de carga. En este contexto se muestran algunos ejemplos de cómo se calcula el campo eléctrico debido a diversos tipos de distribuciones continuas de carga (segmento rectilíneo, anillo y disco). A continuación se analiza el movimiento de cargas puntuales en campos eléctricos, en particular en campos uniformes, tanto si la carga incide con una velocidad paralela como perpendicular a la dirección del campo.

A igual que la fuerza gravitatoria entre dos masas, la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales está dirigida a lo largo de la línea que une las dos cargas y depende de la inversa del cuadrado de su separación. Como la fuerza gravitatoria la fuerza eléctrica entre cargas en reposo es conservativa y existe una función energía potencial asociada con esta fuerza. Decimos que el campo electrostático es conservativo. La energía potencial por unidad de carga se denomina potencial eléctrico, y a continuación se obtiene el potencial debido tanto a una carga puntual como a diversas distribuciones continuas de carga. Conviene destacar no se puede hablar de potencial absoluto en un punto del espacio, sino sólo de diferencia de potencial entre dos puntos. Si deseamos hablar de potencial eléctrico en un punto dado tenemos que tomar arbitrariamente, como valor de referencia, el potencial en un punto determinado. A partir de la relación del campo eléctrico y el potencial se indica como se puede calcular uno de ellos si se conoce el otro. Asimismo se introducen las superficies equipotenciales como aquellas superficies que tienen el mismo potencial en todos sus puntos y se comprueba como en cada punto de una superficie equipotencial el campo eléctrico es perpendicular a la superficie, esto es, las líneas del campo eléctrico son perpendiculares a las superficies equipotenciales.

Son fundamentales el estudio del flujo del campo eléctrico y la ley de Gauss que relaciona el campo eléctrico que existe en los puntos de una superficie cerrada con la carga neta encerrada dentro de la misma.

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995). Cap. 21 y 25.

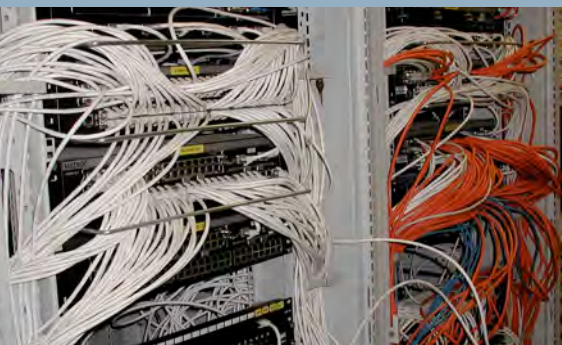
Carnero, C., Aguiar, J. y Carretero, J., Problemas de Física, Vol. 2 (Ágora, Málaga, 1997).

La ley de Gauss se deduce de la ley de Coulomb y es una de las cuatro ecuaciones de Maxwell del Electromagnetismo. Esta ley proporciona un método práctico para el cálculo del campo eléctrico correspondiente a distribuciones de carga sencillas que posean una cierta simetría (esferas, cilindros, líneas, planos, etc.), haciendo uso del concepto de superficie gaussiana.

A partir de los conceptos anteriormente expuestos, en el tema se estudian los conductores en equilibrio electrostático. Se puede definir un conductor como un material en el que las cargas eléctricas se pueden mover libremente. Haciendo uso de la ley de Gauss se deduce que la carga y el campo eléctrico en el interior de un conductor en equilibrio electrostático son nulos de modo que si el conductor está cargado su carga debe estar en la superficie. También utilizando la ley de Gauss se obtiene el valor del campo eléctrico en puntos exteriores próximos a la superficie del conductor, expresión conocida como teorema de Coulomb, comprobándose que en la superficie del conductor el campo eléctrico es normal a la misma. También se muestra como el potencial eléctrico es constante en todos los puntos de un conductor en equilibrio electrostático y, por tanto, que su superficie es una superficie equipotencial. De especial interés resulta el estudio del comportamiento de un conductor cuando se sitúa en un campo eléctrico externo, así como el “poder de las puntas” (campo eléctrico más intenso cerca de los puntos del conductor de menor radio de curvatura, como en los bordes o zonas puntiagudas) o el concepto de ruptura dieléctrica, es decir, el fenómeno por el cual muchos materiales no conductores se ionizan en campos eléctricos muy elevados y se convierten en conductores. La magnitud del campo eléctrico para el cual tiene lugar la ruptura dieléctrica en un material se conoce como resistencia dieléctrica. Finalmente resulta interesante estudiar algunos sistemas de conductores, sobre todo aquéllos que contienen huecos en los que hay colocados otros conductores analizando el concepto de pantalla eléctrica.

La última parte del tema se dedica al estudio de la capacidad, los condensadores, los dieléctricos y la energía electrostática. Se introduce el concepto de capacidad de un conductor y de un condensador, dispositivo útil para almacenar carga y energía, formado por dos conductores muy próximos, pero aislados el uno del otro, que conectados a una diferencia de potencial, tal como una batería, adquieren cargas iguales y opuestas. Se estudian distintos tipos de condensadores como el de láminas planoparalelas, el cilíndrico y el esférico. Se analiza el almacenamiento de energía que se produce durante la carga de un condensador y se introduce el concepto de densidad de energía de un campo electrostático. La energía almacenada en un campo eléctrico es igual a la que se necesita para establecer el campo. Otras cuestiones a estudiar son la asociación de condensadores y las variaciones en la capacidad, el campo, el potencial y la carga eléctrica de un condensador cuando se introduce entre sus láminas un material dieléctrico, dependiendo si el condensador está aislado o no. Es importante hacer mención de que la función del dieléctrico situado entre las placas de un condensador no es sólo la de aumentar su capacidad, sino que también proporciona un medio mecánico para separar los dos conductores, que deben estar muy próximos y aumenta la resistencia a la ruptura dieléctrica en el condensador debido a que la resistencia dieléctrica de un dieléctrico es generalmente mayor que la del aire.

Tema 7. Corriente eléctrica



CONTENIDOS

- 7.1 Introducción
- 7.2 Corriente y movimiento de cargas
- 7.3 Densidad de corriente
- 7.4 Ley de Ohm. Resistencia. Asociación de resistencias
- 7.5 Conductividad y resistividad
- 7.6 Aspectos energéticos de la corriente eléctrica. Ley de Joule
- 7.7 Amperímetros y voltímetros

BIBLIOGRAFÍA

Young, H. D. y Freedman, R. A., Física Universitaria (Sears-Zemansky), Vol. II (Addison-Wesley, México, 2009). Caps. 25.

Tipler, P. A. y Mosca, G., Física para la Ciencia y la Tecnología, Vol. II (Reverté, Barcelona, 2005). Caps. 25.

Gettys, W. E., Keller, F. J. y Skove, M. J., Física Clásica y Moderna (McGraw-Hill, Madrid, 1991). Caps. 24.

Alonso, M. y Finn, E. J., Física (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995). Cap. 25.

Este tema está dedicado al estudio de la corriente eléctrica, es decir, al estudio del movimiento de la carga eléctrica de una región a otra. El tema comienza con una descripción de la naturaleza de la corriente eléctrica, introduciendo los conceptos de intensidad y densidad de corriente. La intensidad de corriente es una magnitud escalar que representa la carga que fluye a través de la sección de un conductor por unidad de tiempo, mientras que la densidad de corriente es una magnitud vectorial cuyo flujo a través de una determinada superficie es precisamente la intensidad de la corriente. Un aspecto importante es la expresión que relaciona la densidad de corriente con magnitudes microscópicas de ésta como son el número de portadores de carga por unidad de volumen, la carga de cada portador y su velocidad de arrastre o desplazamiento.

Seguidamente se estudia la ley de Ohm y se introduce el concepto de resistencia y las expresiones para la resistencia equivalente de resistencias en serie y en paralelo. Utilizando la expresión del vector densidad de corriente se llega a una ecuación vectorial para la ley de Ohm que relaciona los vectores densidad de corriente y campo eléctrico aplicado mediante la conductividad o su inversa la resistividad. Es importante presentar algunos valores numéricos de la conductividad (o de la resistividad) para conductores, semiconductores y aislantes, así como señalar que mientras que la resistividad de un conductor metálico aumenta con la temperatura, la de un semiconductor disminuye cuando aquélla se incrementa.

La existencia de una corriente eléctrica a través de conductores que constituyen un circuito eléctrico implica una disipación de energía en forma de calor por efecto Joule, por lo que para mantener una corriente son necesarios otros elementos que aporten energía eléctrica al circuito. Ésta es la función de los generadores, dispositivos capaces de transformar algún tipo de energía en energía eléctrica, y que vienen caracterizados por su fuerza electromotriz.

Finalmente, se describe brevemente la utilización de los amperímetros y voltímetros como instrumentos de medida de intensidades y diferencias de potencial en diferentes montajes.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).