Tema 7: El Campo Magnético en la materia

"El esfuerzo por comprender el universo es una de las pocas cosas que eleva la vida humana por encima de la farsa y la tragedia" Steven Weinberg

Contenidos:

1. El flujo del campo magnético a través de superficies cerradas

2. El origen del magnetismo en la materia

3. La ley de Ampere generalizada a medios materiales

3.1. Vector intensidad de campo magnético **H**. Vector magnetización **M.** Susceptibilidad y permeabilidad magnética.

3.2. La ley de Ampere Generalizada

* Estudio de la simetría.
* Elección de una trayectoria de Ampere adecuada y del sentido de circulación.
* Cálculo de la circulación de **H** por la trayectoria elegida.
* Cálculo de la corriente abrazada por la trayectoria de Ampere.
* Aplicación de la ley de Ampere generalizada a medios materiales para despejar H.
* Obtener B en función de H.

4. Clasificación de materiales por sus propiedades magnéticas

4.1. Materiales no magnéticos: Paramagnetismo y Diamagnetismo

4.2. Materiales magnéticos: Ferromagnetismo. No linealidad e histéresis

5. El magnetismo terrestre

Objetivos:

⇒ Conocer el hecho experimental de que el flujo de **B** a través de cualquier superficie cerrada es nulo y sus implicaciones respecto a la no existencia de polos magnéticos aislados.

⇒ Entender que el origen del magnetismo en la materia está en las corrientes creadas por el movimientos de los electrones en torno a sus núcleos.

⇒ Saber que la imanación de un material puede representarse mediante corrientes equivalentes, y caracterizarse mediante el vector magnetización, o densidad volúmica de momento dipolar.

⇒ Conocer la extensión de la ley de Ampere a medios materiales y en concreto su expresión en función del vector intensidad de campo magnético y de las corrientes reales.

⇒ Conocer la relación entre los vectores **B**, **M** y **H**. Susceptibilidad y permeabilidad magnética.

⇒ Distinguir los distintos tipos de materiales en cuanto a sus propiedades magnéticas.

⇒ Ser consciente de la relación no lineal y dependiente de la historia anterior, para los vectores **B** y **H**, en materiales ferromagnéticos.

Bibliografía básica:

Apt. 1	Resnick 37.1	Serway 30.6, 30.7
Apt. 2	Resnick pp. 239 – 240	Serway pp. 222 – 223
Apt. 3	Marshall pp. 294 – 298	Serway pp 224 – 226
Apt. 4	Resnick 37.4	Serway pp. 226 – 230
Apt 4.2	Marshall 7.4.3	Serway pp. 226 – 228

Bibliografía complementaria:

Sobre diamagnetismo véase su aplicación para la levitación en (puede obtenerse mucha más información sobre el tema en internet buscando con las palabras clave "diamagnetic levitation"):
http://www.hfml.sci.kun.nl/levitate.html
Se describen experimentos muy interesantes sobre levitación diamagnética de varios objetos, entre ellos una rana en el laboratorio de grandes campos magnéticos de la universidad de Nijmegen.
También es interesante la dirección: www.physics.ucla.edu/marty/diamag
Sobre el apartado 5 relativo al magnetismo terrestre pueden consultarse: Resnick 37.5.

Garrido G. "¿Se volverá loca la brújula?", El semanal, 8 febrero 2004.
Trata sobre algunas evidencias experimentales de la existencia de grietas en el campo magnético terrestre que permiten que una fracción de rayos cósmicos alcance la tierra. Divulgativo, fácil y divertido de leer
Akasofu Syun-Ichi, Artículo sobre las auroras boreales en pp. 866-870 del Tippler 3ª Ed.
Artículo en castellano sobre las Auroras boreales del mismo autor que el citado a continuación, siendo un resumen del mismo, pero con fotos a todo color. Forma parte del Tippler. Interesante.
Akasofu Syun-Ichi, "The dynamic aurora", Scientific American, May, 1989.
*Describe el fenómeno atmosférico de la Aurora boreal como la interacción entre el campo magnético terrestre y el viento solar. (palabras clave en inglés para buscar en internet **northern lights**)*
Carrigan C., Gubbins D., "The source of the earth´s Magnetic field", Scientific American, February, 1979.
Explica el mecanismo de generación del campo magnético terrestre que se acepta en la actualidad.

Como complemento a los contenidos de esta lección es aconsejable visionar los siguientes audiovisuales de la colección "El universo mecánico y más allá"
Video nº 34 "Magnetismo" dedicado al magnetismo terrestre y sus efectos (auroras boreales, cinturones de Van-Allen, etc) y a los campos magnéticos en el sol.
Video nº 35 "Campo magnético" dedicado a la ilustración de la ley de Ampere.

Secuenciación prevista:

*En esta sección se detallan **las horas de trabajo del estudiante** que se han estimado necesarias para el aprendizaje del tema.*

✐ *Téngase en cuenta las observaciones hechas en la secuenciación de los temas anteriores*

Horas previstas para el estudio de la parte teórica del tema: 6 h.

✐ *Es conveniente que a la vez que se repasan los conceptos teóricos de cada apartado se intente hacer algún problema relacionado, para comprobar el grado de entendimiento de la materia estudiada. Además, para este tema recomendamos alguna lectura de las indicadas en las referencias.*

*De la **colección de problemas** que se proponen para este tema se realizarán en **clase**, en principio, los siguientes:*

Problemas para ilustrar la teoría:

Ley de Ampere e histéresis	*11 y 12*

Problemas aplicados:

El galvanómetro	*14*

Los estudiantes deberían intentar resolver los siguientes ejercicios:

*Cálculo del flujo de **B**:*	*1, 3, 5, 6*	*Tiempo previsto: 3 h*
Ley de Ampere generalizada a materiales:	*8, 9, 10*	*Tiempo previsto: 4 h*
Medios no lineales	*7*	*Tiempo previsto: 1 h*
Problemas aplicados	*13*	*Tiempo previsto: 1 h*

*Para ello el **tiempo medio estimado** para la realización de los problemas es de **10 h.***

*Los problemas **2 y 4**, no consideramos que sea necesario hacerlos, al menos, en la primera fase de estudio del tema.*

En resumen**, el **tiempo total de estudio** estimado para este tema, incluido el necesario para la realización de ejercicios, es de **16 h.