

LEY DE FARADAY-LENZ

LÓPEZ, Luciano Federico

Instituto Senderos Azules, Monte Grande, Buenos Aires

Profesor Guía: BARRESI, Abel Alberto

INTRODUCCIÓN

Consultando con mi profesor de física sobre los posibles temas a tratar en este trabajo, coincidimos en que sería interesante el poder demostrar la ley de Faraday de una forma sencilla, pero que al mismo tiempo captara la atención de los alumnos. Es por eso que este informe va a tener como objetivo central la demostración de esta ley. Al mismo tiempo, también se demostrará que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos, fenómeno descubierto por Hans Oersted, y que se oponen al cambio, en este caso, del flujo magnético, viéndose sus efectos, comprobando de esta manera la Ley de Lenz.

BREVE EXPLICACIÓN DE LA LEY DE FARADAY Y DE LA LEY DE LENZ

La Ley de Faraday está basada en los experimentos que hizo Michael Faraday en 1831 y establece que el voltaje (FEM, Fuerza Electromotriz Inducida) inducido en una bobina es directamente proporcional a la rapidez de cambio del flujo magnético por unidad de tiempo en una superficie cualquiera con el circuito como borde:

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Donde \mathcal{E} es la FEM inducida, N es el número de vueltas de la bobina, y $\Delta\Phi$ es la variación del flujo magnético en un tiempo Δt . Cuando el flujo magnético se da en webers y el tiempo en segundos, la fuerza electromotriz inducida resulta en volts. Un volt es igual a un weber-vuelta por segundo. El signo negativo se debe a que el voltaje inducido tiene un sentido tal que establece una corriente que se opone al cambio de flujo magnético. El cambio del número de líneas magnéticas que pasan por un circuito induce una corriente en él, si el circuito está cerrado, pero el cambio siempre induce una fuerza electromotriz, esté o no el circuito cerrado.

El flujo magnético se define como el producto entre el campo magnético y el área que éste encierra:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

Razonando estas expresiones, es fácil darse cuenta de que si se produce un cambio tanto en el campo magnético como en el área que atraviesa, se inducirá una fuerza electromotriz. En esta experiencia lo que se variará será el campo magnético.

La Ley de Lenz explica que siempre que se induce una corriente, su campo magnético se opone al cambio de flujo. Esto se ve claramente en el momento de realizar la experiencia. Esta ley podría

haberse predicho a partir de principio de la conservación de la energía. Cuando se mueve un imán hacia una bobina, induciéndose así una corriente en el enrollamiento, la corriente inducida calienta el alambre. Para proporcionar la energía necesaria para ello, se tiene que hacer trabajo venciendo una fuerza que se opone. Si la fuerza no se opusiera al movimiento, se estaría creando energía; por lo tanto, el campo magnético de la corriente inducida tiene que oponerse al cambio.

EXPERIENCIA

Materiales utilizados

Los materiales utilizados en este experimento fueron dos caños de aluminio de aproximadamente 2,5 cm. de diámetro, alambre de cobre, un multímetro (tester) analógico establecido en miliamperes (mA), dos imanes iguales compuestos por varios más pequeños de tierras raras, pinzas tipo cocodrilo, un trozo de hilo y cinta adhesiva.

Descripción del experimento

La construcción del experimento consiste en armar una bobina en torno a un tubo de aluminio, dejando los extremos libres. En este caso el alambre se enrolló tres veces a lo largo del caño, formando así tres bobinas, todas unidas entre sí, con el mismo trozo de alambre de cobre. El objetivo de esto es hacer más interesante la presentación en el aula, tema que explicaré luego con más profundidad. Luego se conectan los extremos del multímetro a los de la bobina.

La experiencia en sí se trata de observar lo que ocurre en el tester cuando se coloca el caño en posición vertical, y se deja caer el imán por su interior. Aquí se ha demostrado que la fuerza electromotriz inducida depende de la variación de flujo magnético, lo que no se ha demostrado aún es que depende también de la rapidez con que varía ese flujo dentro de la bobina. Para hacer visible esto, se ata el imán con un hilo, y se lo introduce a baja velocidad por la bobina.

El otro objetivo de este experimento, se observará al dejar caer los imanes al mismo tiempo, uno por el caño enrollado de alambre, y el otro por el caño sin enrollar.

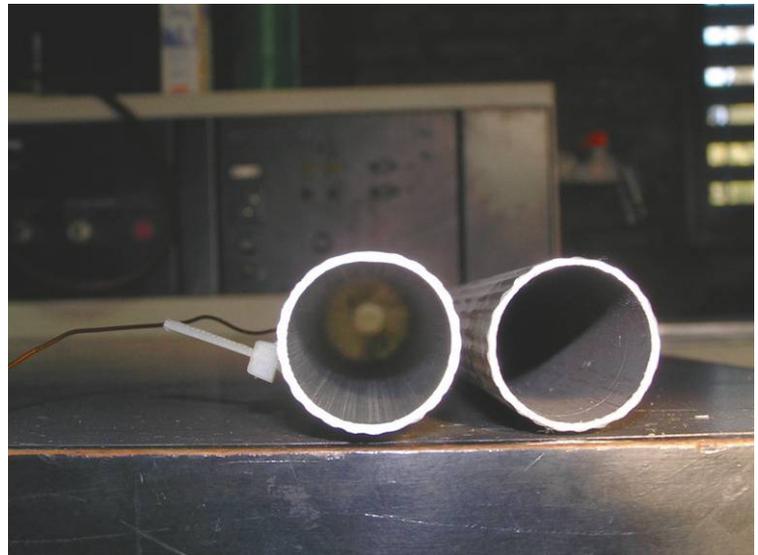


Los dos tubos de aluminio, uno con el bobinado y el otro sin él.

Bobinados, donde se observa el extremo libre y el mismo alambre que los une.



Vista interior de los tubos



Multímetro

DESARROLLO EN EL AULA

La clase dedicada a la explicación de la ley de Faraday estará dividida en dos etapas: La primera, muy corta, y con el principal objetivo de atraer la atención de los alumnos, consistirá en que el profesor colocará los dos caños de aluminio en posición vertical a 5 cm. aproximadamente de una mesa, pidiendo la ayuda de algún alumno, previa demostración ante ellos de que los tubos no contienen nada en su interior. A continuación dejará caer los dos imanes al mismo tiempo, uno en cada tubo. Se observará que tarda más en caer el imán del tubo enrollado, dependiendo el tiempo del número de vueltas de la bobina, y de la cantidad, ya que mientras el imán se desplaza por el centro de ella, prácticamente no la atraviesan más líneas magnéticas. Por eso lo ideal es hacer varias bobinas unidas entre sí. Aparte de esto, el hacer más bobinas ayuda a los alumnos a ver más claramente las fluctuaciones de la aguja del téster. Ya en este momento se ha demostrado la Ley de Lenz. Es un buen momento para preguntarles a los alumnos por qué creen que el imán del tubo bobinado ha tardado más en caer.

Luego, comienza la segunda etapa de la clase, donde se conecta el multímetro a los dos extremos del caño enrollado. Ya no se utilizará más el otro. Nuevamente, para hacer la clase más participativa, se les interroga a los alumnos sobre qué creen que pasará con la aguja del multímetro cuando tiren el imán hacia el interior del tubo. Luego de oír las posibles respuestas, el profesor llamará a un alumno al azar, invitándolo a que realice la experiencia. Una vez realizada, se le preguntará al alumno qué observó en el amperímetro. En este momento, se aprovechará la ocasión para admitir entre todos que se generó una diferencia de potencial entre los extremos de la bobina, que ha generado una corriente, y que ésta ha variado su sentido varias veces. Una vez respondida la pregunta, el profesor atará el imán a un hilo, y le pedirá al alumno que lo sostenga en el interior de la bobina, pero sin moverlo. Al observar que la aguja del téster no se mueve, les preguntará por qué ahora no lo hace. Después de oír las posibles respuestas, dirá o confirmará que este voltaje inducido depende de la variación de flujo magnético, no de su magnitud. Es importante recalcar este concepto varias veces. Sin embargo, todavía falta demostrar que la FEM inducida es inversamente proporcional al tiempo en que se produce esta variación. Por eso, ahora se le invitará al alumno a bajar lentamente el imán, indicándole que observe el amperímetro mientras tanto. Como el alumno notará que la aguja se mueve menos, nuevamente se admite que mientras más tiempo tarde esa variación de flujo que hubo, menos voltaje se inducirá. Luego de esto, el profesor comenzará con la explicación de la ley de Faraday, indicando también la ley de Lenz, que explica el motivo por el cual el imán en el tubo enrollado cae más lentamente, y obviamente del cambio en el sentido de la corriente inducida.

Como en toda clase, habrá un espacio para que los alumnos pregunten y de esta manera evacuar sus dudas, si existiesen. Tras algunos ejercicios aplicando la ley de Faraday, se les invitará a los alumnos a pensar para la clase siguiente otra manera de generar una FEM, pero esta vez no cambiando el valor del campo magnético, sino el área.

VARIANTES DE ESTA EXPERIENCIA

Como ya mencioné anteriormente, es posible enrollar el cable formando una sola bobina, o varias, para que el imán tarde más en caer, y se pueda observar mejor el cambio en el sentido de la corriente inducida. También es interesante utilizar tubos de otros materiales, para así poder ver sus efectos ante la misma experiencia. Sería ideal enrollar otro caño pero con más vueltas, para verificar la otra variable de la ley de Faraday. En fin, es posible hacerle varias modificaciones, afín de mostrar y comprender sus efectos. Mi idea es que a partir de este dispositivo se le hagan modificaciones, dado que a mi modo de ver es un muy buen ejercicio para entender mejor la física.

BIBLIOGRAFÍA

http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Faraday

Paul G. Hewitt. **Física Conceptual**. Editorial Pearson Addison Wesley. Novena edición. 2004. México.

Blackwood, Kerry, Bell. **Física general, Nueva Edición**. Editorial C.E.C.S.A. 1980. México.

Aristegui, Baredes, Fernández, Silva, Sobico. **Física II**. Editorial Santillana. Enero 2000. Buenos Aires.

Tipler, Paul A. **Física**. Editorial Reverté, S.A. 1977. España.