

AC 04 66

Saludos, buenas noches. Este es el tiempo del curso de acceso directo a la universidad para mayores de 25 años, el CAT. Durante media hora les acompañamos de lunes a viernes con el propósito de ayudarles a superar este curso.

Esta noche en nuestro programa física nos acompaña el profesor Javier de la Rubia, con él veremos la segunda parte del curso, que nos habla de oscilaciones, electricidad y magnetismo. Esta noche en física nos acompaña el profesor Javier de la Rubia, buenas noches. Buenas noches.

Vamos a hablar de la segunda parte de la asignatura, pero antes de entrar en el tema en concreto podríamos recordar algunas cosas como por ejemplo la metodología para el estudio y la importancia también de la realización de problemas. Muy bien, efectivamente yo creo que es siempre oportuno comenzar los programas con un repaso de lo que se ha dicho en los anteriores, es bueno siempre recapitular y recordar las cosas más importantes que se dijeron anteriormente. Entonces en relación a lo que se dijo en los anteriores programas yo quiero mencionar de nuevo lo que nosotros pensamos que es la manera más correcta de aprender y estudiar la asignatura.

Lo hemos dicho ya varias veces, nosotros recomendamos que el estudio de la asignatura se comience con una lectura tranquila y reposada de los contenidos de los distintos capítulos del libro de texto, prestando especial atención a los conceptos que vienen también recuadrados en el libro y sobre todo con una particular énfasis en la realización de los problemas. En particular nosotros pensamos, hemos dicho ya varias veces, que es muy conveniente que los alumnos realicen con todo detalle los ejercicios resueltos que vienen en los capítulos del libro porque ahí viene muy bien explicado cómo se aplican los conceptos, cómo se obtienen los resultados, cuál es su validez, etc. Esto es muy importante porque recordamos, aunque esto lo hablaremos más en detalle en el próximo programa, una parte importante de las pruebas presenciales va a ser la realización de un problema, entonces es siempre muy útil hacer el mayor número de problemas posibles para adquirir destreza en el manejo y utilización de los conceptos fundamentales.

También queremos en esta primera parte del recordatorio de lo que se dijo mencionar algunos de los conceptos más importantes de la primera parte, la parte de la mecánica que hablamos en el pasado programa. En particular yo quiero recordar tres conceptos fundamentales, tres partes importantes que además son también de utilidad en esta segunda parte, es decir, estos conceptos fundamentales no se aplican únicamente a la parte de mecánica sino que se aplican a toda la asignatura, por lo tanto es bueno recordarlos aquí porque también se pueden aplicar a esta segunda parte que luego hablaremos. En particular yo quiero hacer hincapié en la diferencia que mencionamos en el pasado programa de magnitudes escalares y vectoriales.

Recordar que las magnitudes escalares son aquellas que vienen determinadas únicamente por

el número, su valor, y las unidades correspondientes, mientras que las magnitudes vectoriales necesitaban la especificación del módulo o la magnitud, el valor numérico, como exactamente igual que los escalares, pero además indicar la dirección y el sentido de estas magnitudes vectoriales, es decir, que no solamente el número indicaba todo lo importante respecto a estas magnitudes sino que había que dar la dirección y el sentido, y eso era muy importante diferenciarlo, por ejemplo, hay que tener muy en cuenta la diferencia cuando se opera con estas magnitudes, las magnitudes escalares únicamente basta con sumar sus números o restarlos o multiplicarlos, mientras que las magnitudes vectoriales es importante tener esto en cuenta para las operaciones, por ejemplo, si tenemos dos vectores, para sumar dos vectores hay que primero descomponerlos en sus componentes y luego después sumar componente a componente, y eso nos da el vector resultante, es importante resaltar la diferencia entre los dos tipos de magnitudes. Otra de las cosas importantes que se vio en la primera parte son las leyes de Newton. Efectivamente, la ley de Newton es una parte capital de la física y se aplica fundamentalmente en la mecánica pero también en la parte de electricidad y magnetismo cuando se habla por ejemplo del movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos.

La ley de Newton, ya sabemos que son tres, no voy a mencionar las tres pero simplemente quiero hacer hincapié en la segunda que es la de masa aplicación, que es la que nos dice que la fuerza es igual a la masa por aceleración, esto quiere decir que para calcular el movimiento de un cuerpo pues hay que ver cuáles son las fuerzas que se aplican y entonces aplicar esta segunda ley de Newton para encontrar la aceleración y luego después la velocidad, el espacio recorrido, etc. Estas son leyes fundamentales de la naturaleza que se aplican en todas las partes de la Asignatura, no solamente en la primera, por eso hay que resaltarlas también aquí. Y las leyes de conservación.

También, esa es la otra parte fundamental que hablamos en otro programa y que también se aplica aquí. De la ley de conservación mencionamos la ley de la conservación de la energía y de la cantidad de movimiento. Estas leyes, por ejemplo en particular la ley de la conservación de la energía, la explicamos la otra vez cuando teníamos fuerzas conservativas.

Y es una ley fundamental también y de gran utilidad práctica porque muchos problemas se pueden resolver utilizando este concepto de las leyes de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento. Vuelvo a decir lo mismo que he dicho antes, estas leyes de conservación no solamente se aplican a la parte de mecánica sino también a cualquier otra parte de la física, por lo cual es bueno recordarlas aquí porque su aplicabilidad es válida para las dos partes, la primera de mecánica y esta segunda de la que hablemos ahora. Bien, después de este recordatorio podemos pasar a la segunda parte ya de la asignatura que nos habla de electricidad y de magnetismo y podemos empezar con las oscilaciones.

¿Cómo se puede definir una oscilación? Bueno, en este primer capítulo de oscilaciones se va a hablar fundamentalmente del movimiento armónico simple. Pero en primer lugar podemos definir qué es un movimiento oscilatorio. Bueno, pues un movimiento oscilatorio es aquel que se repite periódicamente.

Así dicho, en términos simples. ¿Y cuándo ocurre, por ejemplo, el movimiento armónico simple, el movimiento oscilatorio que vamos a hablar? Pues ocurre cuando la aceleración es proporcional al desplazamiento y tenga sentido opuesto, o dicho de otras palabras, cuando la fuerza recuperadora es proporcional al desplazamiento respecto a la posición de equilibrio. Por ejemplo, para entender bien esto podemos utilizar el símil de tener una masa pegada a un muelle que está a su vez pegado a la pared y este sistema está encima de una mesa que en principio suponemos que no tiene rozamiento.

Bueno, pues supongamos que estiramos de la masa, entonces eso significa que estiramos del muelle y nosotros notamos que el muelle ejerce una fuerza sobre la masa intentando recuperar la posición de equilibrio que hemos perdido. Bueno, pues esta fuerza, si el desplazamiento inicial es pequeño, pues esta fuerza es proporcional al desplazamiento y tiene la dirección y el sentido opuesto al movimiento que nosotros hemos iniciado, de manera que tiende a restaurar la posición de equilibrio. Por consiguiente, cuando tenemos una fuerza que es proporcional al desplazamiento y de manera que su sentido es opuesto al desplazamiento, esta fuerza recuperadora da lugar a un movimiento armónico simple.

¿Y cuáles serían los conceptos fundamentales? Pues los conceptos fundamentales de un movimiento armónico simple son la amplitud, que es el máximo desplazamiento respecto a la posición de equilibrio, es decir, que cuando nosotros estiramos de la masa, llega un momento en que cuando lo soltamos. Bueno, pues cuando lo soltamos es la amplitud máxima. Este es un concepto importante porque el movimiento se va a realizar entre valores de esa amplitud, que es la que hemos llamado máxima, que es cuando soltamos la masa, y también el periodo del movimiento.

El periodo es el tiempo que tarda el objeto en efectuar una oscilación completa, es decir, de volver a la posición inicial. Cuando nosotros soltamos el cuerpo, el movimiento es oscilatorio, va en una dirección y luego vuelve en la otra hasta que se pone en la misma posición en la que lo habíamos soltado. Bueno, pues el tiempo que tarda en hacer ese movimiento de ida y vuelta es lo que llamamos el periodo.

Luego, relacionado con el periodo está lo que se llama la frecuencia, que es simplemente el inverso del periodo, es decir, cuando el periodo es muy grande, la frecuencia es muy pequeña y viceversa. Y también relacionado con estos conceptos del movimiento armónico simple está el concepto de la energía. La energía, como se ha definido siempre, es la suma de la energía cinética y la energía potencial.

La energía cinética, como mencionábamos también en el programa anterior, es únicamente el producto de la masa por la velocidad al cuadrado dividido por dos, está relacionada con la velocidad. Y la energía potencial, en el caso de un oscilador armónico simple, es el producto del desplazamiento x al cuadrado y la constante de rigidez, lo que se llama la rigidez del muelle, un medio de k por k , un medio de $k x$ al cuadrado, que es la energía potencial. La energía total, por consiguiente, de este sistema es la suma de las dos energías y se puede ver muy fácilmente

que esta suma es un medio del k por la amplitud al cuadrado.

También se puede decir, y esto es importante, que si no hay rozamiento, esta energía total se conserva y, por consiguiente, tenemos aquí ya la ley de conservación de energía para este caso de un movimiento armónico simple. ¿Qué quiere decir esto? Pues como decíamos anteriormente también en el otro programa, cuando tenemos un sistema en el cual se suelta, en este caso la energía cinética es cero, porque el movimiento empieza con velocidad cero y la energía potencial es máxima, la energía total es constante y a medida que el movimiento se produce, la energía potencial se va reduciendo y aumentando la energía cinética, pero en todo momento la energía total, un medio de k por a al cuadrado por la amplitud al cuadrado, se mantiene constante. Aquí tenemos también de nuevo la conservación de energía aplicada a este sistema de movimiento armónico simple.

¿Qué son las oscilaciones amortiguadas y forzadas? Pues en el caso anterior que hemos mencionado de movimiento armónico simple hemos dicho que no había rozamiento, es decir, que en ese caso las oscilaciones se mantienen indefinidamente. Pero en los casos reales, en los casos prácticos, en los casos en los cuales uno puede experimentar casi en su casa, uno tiene siempre rozamiento. Por ejemplo, el sistema que hemos dicho de la masa pegada a un muelle encima de una mesa, siempre hay rozamiento con la mesa.

Cuando existe rozamiento, las oscilaciones acaban amortiguándose, acaban desapareciendo. En este caso decimos que un movimiento es un movimiento amortiguado. Si el rozamiento es pequeño, es un amortiguamiento pequeño, el movimiento sigue siendo oscilatorio, es decir, que la partícula o la masa que uno deja en suelta pasa por su posición de equilibrio y vuelve hacia el otro lado, pero siempre la amplitud decrece, decrece con el tiempo hasta que finalmente se para.

Por otro lado, si el rozamiento es muy grande, entonces el movimiento ya no es oscilatorio, es decir, el cuerpo se suelta y vuelve muy lentamente a su posición de equilibrio pero sin realizar ningún tipo de oscilaciones. Es decir, resumiendo en este caso, cuando hay rozamiento la amplitud decrece con el tiempo y tenemos un movimiento oscilatorio amortiguado. Por otra parte, respecto a las oscilaciones forzadas que me has preguntado, estas ocurren cuando aplicamos al sistema una fuerza exterior.

Es decir, supongamos que tenemos un sistema que está amortiguado, como hemos mencionado antes, pero queremos que el movimiento se mantenga, es decir, que no decrezca la amplitud y que no se acabe parando. Para que ocurra esto tenemos que aplicarle una fuerza exterior que tenga también una cierta frecuencia, de manera que las oscilaciones se mantengan indefinidamente aportando una energía al sistema. En este caso de oscilaciones forzadas se puede producir un fenómeno muy importante que es el fenómeno de resonancia.

Este fenómeno ocurre cuando la frecuencia de la fuerza exterior, la fuerza que aplicamos sobre el sistema, es próxima casi igual a la frecuencia natural de oscilación del sistema, la frecuencia que el sistema tendría si oscilara en ausencia, por ejemplo, de fuerza exterior y de fuerza de

rozamiento. En este caso, si la frecuencia es muy próxima, se produce el fenómeno que llamamos de resonancia y en este caso la amplitud del movimiento aumenta mucho, la amplitud puede aumentar incluso hasta el punto de que el sistema puede incluso romperse. Hay ejemplos prácticos de esto, hay una película muy espectacular que mucha gente hemos visto que ocurrió en un puente que se construyó en Estados Unidos en el año 40, de manera que cuando este puente sufrió ráfagas de viento que, por circunstancias que no son ahora mismo para mencionar, coincidían su frecuencia con la frecuencia natural del puente, el puente se puso a vibrar, entró en resonancia y se acabó rompiendo, de manera que el fenómeno de resonancia es un fenómeno práctico muy importante.

A ti de manera de curiosidad también se puede mencionar que cuando una columna de soldados, por ejemplo, va a atravesar un puente, siempre rompen el paso, de manera que si la frecuencia del paso que venían marcando coincidiera con la frecuencia natural del puente, podía haber peligro de que el puente entrara en resonancia y le ocurría lo mismo que al puente que mencionaba antes. Esto es un ejemplo práctico de la importancia de la resonancia en los movimientos oscilatorios. Bien, podemos pasar a las orientaciones sobre electricidad, empezar hablando de la fuerza eléctrica y de la ley de Coulomb.

Muy bien, en esta parte vamos a hablar de electricidad, lo que se conoce también como electrostática, es decir, las fuerzas y los campos producidos por cargas eléctricas en reposo. Como decíamos en el programa anterior y hablábamos de la fuerza de la gravitación, en el caso de cargas eléctricas también hay fuerzas que se ejercen entre ellas y las fuerzas vienen dadas, la magnitud de la fuerza entre cargas eléctricas viene dada por lo que se llama la ley de Coulomb. La ley de Coulomb es la que dice que dos cargas eléctricas, la fuerza que se ejercen entre sí es proporcional a la carga de ellas mismas y inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Hay que tener en cuenta que, como ocurría en el caso de la fuerza gravitatoria, la fuerza eléctrica es una magnitud vectorial, por lo que lo siguiente, para operar con ella hay que tener en cuenta también este carácter vectorial, como hemos dicho antes al principio también, es decir que para sumar, por ejemplo, dos vectores, dos fuerzas eléctricas, pues hay que descomponerla en componentes y sumar componente a componente para obtener el vector fuerza resultante. También hay una diferencia importante respecto a la fuerza gravitatoria, la fuerza gravitatoria siempre tenía un mismo signo, porque la fuerza gravitatoria era proporcional al producto de las masas, que son siempre positivas, mientras que las fuerzas eléctricas pueden tener signos distintos dependiendo de la carga de las que estamos hablando, por ejemplo, dos cargas positivas siempre se repelen, mientras que una carga positiva y una carga negativa se atraen. De igual forma, dos cargas también negativas se repelen, es decir, resumiendo, dos cargas de igual signo siempre se repelen, mientras que dos cargas de signos distintos se atraen.

También se puede mencionar que las fuerzas eléctricas son siempre mucho mayores que las fuerzas gravitatorias, cuando estamos hablando de masas que no son muy grandes, por

ejemplo, estamos hablando de partículas elementales como los electrones o los protones. De manera que, en este caso, aunque las fuerzas gravitatorias siguen existiendo porque las partículas tienen masa, las fuerzas eléctricas entre ellas son muchísimo más importantes, de muchas ordenes de magnitud mayores, de manera que son las únicas importantes en la descripción de su comportamiento. ¿Y el campo eléctrico y el potencial eléctrico? El campo eléctrico es un concepto un poco abstracto, pero muy útil en la descripción de fenómenos electromagnéticos.

El campo eléctrico se define como la fuerza por unidad de carga, es decir, vamos a ver si entendemos un poco cuál es la diferencia entre los dos conceptos de fuerza y campo. Para que haya fuerza entre dos partículas tiene que haber eso, dos partículas, mientras que el campo eléctrico es un concepto que está referido al campo producido por una única partícula, es decir, que es, podríamos decir, una propiedad del espacio debida a la presencia de una carga eléctrica en ese espacio. Decimos que una carga eléctrica produce un campo eléctrico de manera tal que si ponemos otra carga eléctrica en ese campo eléctrico producido por la carga anterior, se produce una fuerza entre las dos.

¿Qué quiere decir esto? Pues quiere decir que desde el punto de vista experimental lo importante son las fuerzas, eso es lo que realmente notamos, que poniendo dos cargas a una distancia dada pues se ejerce una fuerza entre ellas mismas, mientras que el concepto de campo eléctrico es un concepto que no tiene una realidad física tan palpable como es la fuerza, y lo único que nos sirve es para decir que si en una región del espacio hay un campo eléctrico, si ponemos una carga en ese campo eléctrico, sufrirá una fuerza. Esta es la diferencia entre los dos conceptos, pero el concepto de campo eléctrico, como veremos luego también el concepto de campo magnético, es extraordinariamente útil para el tratamiento de los problemas de electricidad y de magnetismo. Respecto al potencial eléctrico que mencionabas antes también, Isabel, pues como ocurría en el caso de las fuerzas gravitatorias, las fuerzas eléctricas son conservativas, una fuerza conservativa.

Por consiguiente, esto indica que existe una relación entre el trabajo producido al mover una carga en presencia de otras cargas, en presencia de una fuerza eléctrica, un campo eléctrico, y la variación en la energía potencial eléctrica. Bien, pues la diferencia de potencial se define entonces como el trabajo por unidad de carga necesario para llevar una carga de prueba a velocidad constante desde un punto A hasta otro punto B. Es decir, que la diferencia de potencial es el trabajo dividido por una carga. Hay que resaltar aquí que lo importante es la diferencia de potencial.

El punto en el que el potencial se toma como cero es completamente arbitrario, y en particular en la mayoría de los casos se toma este punto de potencial cero en el infinito. Esto significa que el potencial para una carga puntual a una distancia r es proporcional a la carga e e inversamente proporcional a la distancia. Como vemos, en este caso, a medida que la distancia aumenta el potencial disminuye, y de esta manera entendemos por qué en el infinito se produce o consideramos que el potencial es cero.

Es importante resaltar que el potencial es una magnitud escalar, no es una magnitud vectorial, de manera que su operación con los potenciales es exactamente igual que con toda la magnitud escalar, es decir, se suman, se restan, etc. No es una magnitud vectorial. Podemos pasar ahora a hablar de la corriente eléctrica, de la ley de Ohm.

La corriente eléctrica se produce cuando hay un movimiento de cargas, y en este caso se define la intensidad de la corriente como el movimiento de cargas con respecto al tiempo. Es decir, cuántas cargas pasan por una unidad de superficie en una unidad de tiempo. La corriente normalmente en los conductores se produce cuando los electrones se mueven a lo largo del conductor.

Hay que resaltar que se produce un movimiento de cargas cuando hay una diferencia de potencial, del potencial que hemos hablado antes. El símil para entender esto es cuando tenemos, por ejemplo, una tubería y tenemos una diferencia de presión entre los dos extremos. En este caso, el agua fluye de un extremo a otro, mientras que si no hay diferencia de presión, el agua simplemente se permanece estancada.

Bueno, pues en el caso de la electricidad es exactamente lo mismo que en el caso de la corriente eléctrica. Cuando hay una diferencia de potencial, hay un movimiento de cargas, mientras que si no hay diferencia de potencial, las cargas permanecen estáticas. En el tema de la corriente eléctrica hay que mencionar como parte fundamental la ley de Ohm.

La ley de Ohm es una ley empírica que relaciona la intensidad producida por una diferencia de potencial dada. Como hemos dicho antes, la intensidad se produce porque hay una diferencia de potencial, por lo tanto es evidente que tendrá que existir una relación entre ambas magnitudes. La ley de Ohm lo que nos dice es que la intensidad es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a una constante que se llama la resistencia.

Quiere esto decir que cuanto mayor es la diferencia de potencial, mayor es la intensidad de la corriente que se produce, y cuanto mayor es la resistencia, menor es la intensidad. De esta manera podemos entender un poco lo que es el concepto de resistencia, que es efectivamente lo que su nombre indica, es decir, la dificultad que las cargas pueden tener para moverse a lo largo del conductor. Hay que mencionar que no todos los conductores satisfacen esta ley de Ohm, por consiguiente no se puede considerar que esta ley de Ohm sea una ley fundamental de la naturaleza, pero la mayoría de los conductores que nosotros consideramos en este curso sí satisfacen esta ley de Ohm de manera adecuada.

Para acabar esta parte que habla sobre electricidad, tendremos que hablar de los circuitos eléctricos de corriente continua y de las leyes de Kirchhoff. Efectivamente, los circuitos eléctricos son una distribución de baterías que suministran energía, suministran diferencia de potencial, resistencias y también pueden ser condensadores que están unidos por hilos conductores y por los que circula una corriente. En los problemas en los cuales tenemos este tipo de distribuciones, lo que nosotros queremos calcular siempre es la intensidad que circula

por una malla, la intensidad que circula por una resistencia, las diferencias potenciales, etc.

Y para estudiar estos problemas se aplican las llamadas leyes de Kirchhoff, que por su interés y su importancia práctica las voy a mencionar aquí rápidamente. La primera ley de Kirchhoff lo que nos dice es que la suma algebraica de las variaciones de potencial a lo largo de cualquier bucle o malla del circuito debe ser igual a cero. Esta ley es una consecuencia directa de la conservación de la energía, la energía potencial de una carga cuando pasa por un bucle pues aumenta o disminuye dependiendo de por donde atraviesa, es decir, por ejemplo, si atraviesa resistencias o baterías pues la energía potencial de la carga aumenta o disminuye.

Pero lo que quiere decir esta ley es que cuando vuelve al punto de partida, es decir, cuando se ha recorrido una malla o un bucle cerrado, la energía se ha debido conservar y su energía debe ser de nuevo la misma con la que comenzó. Por consiguiente, esta ley de Kirchhoff lo único que es es la conservación de la energía. La segunda ley de Kirchhoff es una ley que nos relaciona la intensidad en distintos puntos y lo que dice es que en todo punto de unión de un circuito donde la corriente puede dividirse en varias direcciones, la suma de las intensidades que llegan a la unión debe ser igual a la suma de las intensidades que salen de dicha unión.

Es decir, así como la ley anterior era la ley de la conservación de la energía, esta ley se interpreta como la ley de la conservación de la carga, puesto que la intensidad no es más que un flujo de corriente, un flujo de cargas, pues las mismas cargas que llegan a un punto son las que tienen que salir en las direcciones posibles. Por consiguiente, toda la intensidad que entra tiene que distribuirse por los distintos conductores que salen y esta es, ni más ni menos, la interpretación de la segunda ley de Kirchhoff. Con estas dos leyes, todos los circuitos, todos los problemas en los cuales aparezcan circuitos de corriente continua pueden resolverse perfectamente y, de hecho, en el libro de texto vienen numerosos ejemplos resueltos en los cuales se puede ver muy bien la aplicación de estas dos leyes a distintos circuitos eléctricos.

Tenemos que pasar ahora ya a hablar sobre magnetismo y el concepto de campo magnético que es muy importante, ¿verdad? Efectivamente. El concepto de campo magnético es similar al concepto de campo eléctrico, es decir, es una propiedad del espacio producido por algo, luego hablaremos cuál es ese algo, que produce efectos o fuerzas sobre otro algo y luego también mencionaremos qué es ese otro algo. Pero, sin embargo, hay una diferencia fundamental respecto al concepto de campo eléctrico y es que el campo eléctrico se producía por cargas estáticas, cargas en reposo, mientras que el campo magnético se produce por corrientes, es decir, por cargas en movimiento.

Si tenemos una carga que está en reposo, esta carga solamente produce un campo eléctrico pero si además se mueve y produce una corriente, aparte del campo eléctrico que tiene por su propia naturaleza de partícula cargada o de sistema cargado, se produce un campo magnético. Hay que tener en cuenta también que el campo magnético es una magnitud vectorial y por consiguiente hay que tener en cuenta esto para los cálculos con los campos magnéticos. Para encontrar el sentido, por ejemplo, del campo magnético, pues se aplica lo que se llama la regla

de la mano derecha, que para entenderla bien lo mejor es verla en el libro porque viene muy bien explicado y viene con ejemplos, pero de manera sencilla vamos a ver si podemos explicarla un poquito en este caso.

Supongamos que tenemos un conductor por el cual circula una corriente y agarramos ese conductor con la mano derecha de manera que el pulgar extendido señala la dirección de la corriente. Bueno, pues en este caso las líneas del campo magnético producido por esta corriente tienen el sentido de los dedos arrollados alrededor del conductor. De esta forma, el campo magnético es perpendicular tanto a la dirección radial, es decir, la dirección que va desde el hilo hasta el punto en cuestión en el cual queremos calcular el campo magnético, como a la dirección de la corriente.

Vuelvo a repetir que la mejor manera de entender esta regla de la mano derecha es consultándola en el libro y viendo efectivamente los ejemplos que ahí aparecen cómo se calcula utilizando esta regla, que es una regla, digamos, nemotécnica, por así decir, cómo se calcula en este caso el sentido del campo magnético producido por una corriente. ¿Y en cuanto a la fuerza debida al campo magnético? Bueno, pues efectivamente, como decíamos en el caso del campo eléctrico, teníamos que el campo eléctrico como propiedad del espacio lo que indicaba es que si colocábamos otra carga pues se producía una fuerza entre las dos cargas por el hecho de que existía un campo eléctrico. Bueno, pues en el caso del campo magnético pasa lo mismo, lo que pasa es que en este caso lo que tenemos es una carga moviéndose, por ejemplo, en el campo magnético.

Y si una carga la ponemos en un campo magnético y se mueve con una velocidad, entonces sobre esa carga se produce una fuerza magnética que es proporcional a la carga, a la velocidad, al campo magnético y al seno del ángulo que forman la velocidad y el campo magnético. Esto es lo que produce la diferencia fundamental con las fuerzas eléctricas. Las fuerzas eléctricas no dependían de la velocidad, mientras que las fuerzas magnéticas sí dependían de la velocidad.

¿Qué quiere decir esto? Pues que si en el espacio tenemos un campo magnético y tenemos una carga eléctrica que está parada, sobre esa carga no se efectúa ninguna fuerza magnética porque no tiene velocidad. Para que sufra una fuerza magnética tiene que estar la carga en movimiento, es decir, que las fuerzas magnéticas ocurren entre corrientes, entre movimientos de carga. ¿Qué quiere decir esto? Pues que si la velocidad es cero, no hay fuerza.

Y además, si el ángulo que forma esta velocidad con el campo magnético es cero, es decir, si son paralelos, tampoco se produce fuerza magnética. Resumiendo el caso de las fuerzas eléctricas y magnéticas, pues si tenemos una carga que está moviendo en un campo eléctrico y en un campo magnético, la fuerza que actúa sobre esta partícula es la suma vectorial de las dos, la fuerza eléctrica y la fuerza magnética. No tenemos prácticamente tiempo, pero en estos segundos finales, ¿nos podría enumerar los conceptos más fundamentales que hemos visto aquí esta noche? Bueno, pues de lo que hemos mencionado, yo creo que, a modo de resumen,

se puede decir que las partes más importantes son entender qué es un movimiento armónico simple, cuándo se produce y cuáles son sus características, es decir, qué significa la amplitud y el periodo, respecto al electromagnetismo, cómo son las fuerzas eléctricas y magnéticas, que las fuerzas eléctricas no dependen de la velocidad, las fuerzas magnéticas sí dependen de la velocidad, y entender bien también los conceptos de campo eléctrico y magnético.

Y, finalmente, entender el concepto de intensidad de la corriente con movimiento de carga y las leyes de Kirchhoff, que son útiles para la aplicación a los problemas en los cuales aparecen circuitos eléctricos. Yo creo que con estas tres cosas se puede entender bien el fundamento de esta segunda parte y son las partes más importantes de este tema del programa. La UNED les ha acompañado con dos horas y media de radio educativa y cultural.

Mañana estaremos de nuevo con ustedes. Nuestro primer espacio será revista de economía. Continuaremos con foro político y sociológico.

Después, revista de filosofía y, por último, el curso de acceso. Un bus con freno a Gran Vía, cargo popular Y una placa que diría Aldeoni Con un par y todo el mundo se enfía Eh oh Esta salsita viajera pa' ti Puede bailarla cualquiera Esta salsita viajera pa' ti Puede bailarla cualquiera Con el mate llevaré Con esta salsita encima carabanchel Tantino, chungo, cruel y canalla Te da champán y después catalla Un bocata con el mate llevaré Con esta salsita encima carabanchel Un bocata con el mate llevaré Un bocata con el mate llevaré Y yo mientras la soya compuse Te he tumbao' Que venga la policía y nos pide Como bailao' Que va vacilo en el ritmo cuando es Agarrao' Que su alto pami no tiene carne Ni pescao' Se baila en Andalucía con masón El ritmo Y en Nueva York los morenos lo hacen Swingueao' Y no sin barjo ni cara a nadie Hermosao'