

AC 04 75

Esta noche en nuestro programa de Física lo vamos a dedicar a hablar de las oscilaciones de electricidad y el magnetismo. Para ello nos acompañan los profesores Carlos Interaz, buenas noches, y Cristina Santamarca, buenas noches. Antes de comenzar, antes de meternos en materia, me gustaría recordar los temas que comprenden de lo que vamos a hablar esta noche.

Empieza el tema 15, creo, ¿no? No, no, no empieza el tema 11 y llega hasta el 18. Lo que pasa es que eso equivale, en el libro de Física Universitaria, a los temas 15, de 18 al 21, y de 24, que son los temas que vienen del curso, del 11 al 18. Antes de comenzar, también me gustaría recordar algo brevemente del examen, aunque ya lo hemos dicho y lo hemos dicho en todos los programas, tendremos un último programa dedicado íntegramente al examen donde ya se pondrán ejemplos, en fin, será más completo.

Pero, bien, a las alturas del curso, pues quizá el mundo ya empieza a preocuparse del examen. ¿Podemos recordarle brevemente, pues, alguna cuestión que le pueda interesar? Sí, que está compuesto de dos partes, una parte obligatoria, donde uno puede elegir, tiene un examen tipo test de 10 preguntas, con 4 respuestas, cada pregunta acertada vale 0,5 puntos, y no, se quitan puntos para respuestas que estén o bien no contestadas o contestadas de forma errónea. Y luego la segunda parte del examen tiene a elegir un problema que deben explicar, o bien una prueba de desarrollo que tiene una extensión máxima de una página.

Este pito, hay una parte que es obligatoria, que es el test, y luego pueden elegir hacer o bien un problema o bien un tema. Y en cuanto al método de estudio, yo supongo que a estas alturas del curso, cada alumno habrá intentado por lo menos encontrar algún método que le sirva, pero la física es difícil, parece que tienen alguna dificultad de los alumnos, si pudiéramos ayudarles un poco en esta recta final, pues, para apretar un poquito más, ¿cuál sería el mejor método para estudiar física? Cada maestría tiene su librito, ¿no? Yo les diría lo que yo hacía cuando estaba en la facultad. Al principio, comenzaba viendo el texto de una forma suave y, digamos, tranquila.

Una vez leí el texto, intentaba hacer los ejercicios que hay de autocomprobación, los ejercicios están resueltos dentro del texto. Si los hacía bien, seguía, si no, bueno, probaría repetir esa lectura quizá un poco más pormenorizada. Y luego, en el caso del libro de la física del típer universitario, lo que se hace, lo que puede hacer, por lo menos, es verificar el repaso.

Hay unas zonas que son de repaso, verificar que se saben realmente esos conceptos. Luego, pasamos a una parte un poco más complicada, que es la resolución de ejercicios. Y a partir de ahí, los ejercicios se resuelven de una forma relativamente fácil, lo que hacemos es pasar a la solución de los problemas, que son un poco más complicados.

Y luego, debido a la forma que tenemos el examen de la asignatura, yo pondría un poco, haría hincapié en hacer un cierto esquema de cada capítulo, de manera que las partes más

importantes, las menos importantes, para poder luego, si quisiéramos hacer en lugar del problema el tema, pues tener un esquema que nos va a guiar cuando tengamos que redactar ese ejercicio, esa prueba objetiva. Simplemente que es muy importante que hagan problemas, porque no se sabe, hasta que no se hacen problemas, si se ha comprendido perfectamente el texto o no. Simplemente leyéndolo no es suficiente.

Que hagan todos los problemas que puedan. Todos los que puedan de cada tema. Obviamente no podrán hacer todos los que están al final del capítulo, pero los que uno pueda en su medida.

Yo sería diciendo una cosa, que es lo más importante, intentamos saber lo que sabe el alumno, no intentamos saber lo que no sabe. Vemos el examen de manera positiva, no es ir a buscar lo que el alumno desconoce, sino a preguntarle aquello que tenemos que reconocer. Es una forma diferente de enfocar exámenes.

Bueno, pues eso además beneficia, beneficia a los alumnos. Y vamos a meterlo ya en materia. Hemos dicho que vamos a hablar esta noche de oscilaciones, de electricidad y de magnetismo.

Y vamos a empezar por saber qué es una oscilación. Bien, pues una oscilación es un movimiento periódico. ¿Y qué es un movimiento periódico? Es la pregunta.

Es un movimiento que se repite, y tiene igual manera, cada cierto tiempo. Es el tiempo que pasa entre que el movimiento llega al mismo punto en el que empezó, es lo que se llama periodo. Por ejemplo, el movimiento de los astros es un movimiento periódico.

El movimiento periódico se produce cuando desplazamos un cuerpo, ligeramente, desde su posición de equilibrio. Hay tres tipos de equilibrio. Equilibrio estable, equilibrio inestable o equilibrio indiferente.

Alrededor de un equilibrio estable, siempre se tiende a volver a la posición de equilibrio. En ese caso es cuando se produce un movimiento periódico. La fuerza que recupera es proporcional al desplazamiento.

Y ahí viene la ley de Hooke, que dice que la fuerza es igual a menos K por X , siendo X el desplazamiento y K una constante. Lo signo menos, debido a que el sistema tiende siempre a volver al estado inicial de equilibrio. La ley de Hooke es muy importante y es la más sencilla que hay en física, se utiliza mucho.

Yo lo que no tengo ni idea es sobre qué es equilibrio estable o inestable. ¿El estable es lo del vaso boca arriba y inestable el vaso boca abajo? Efectivamente. Un equilibrio estable es un punto que está en un valle.

Si yo subo un poquito el punto por la pendiente, vuelve al fondo del valle. Un equilibrio inestable es un punto que está en la cima de una montaña. Si yo empujo un poquitín el punto, cae a lo largo de la montaña y no vuelve a poder subir.

Entonces no tengo recuperación. Esto es lo que llamaríamos un movimiento armónico simple. Sí, movimiento armónico simple se define como aquel que se fija en una ley de Hooke, fuerza igual a menos K por X . Y es curioso porque cuando desplazamos ligeramente el punto de equilibrio, aún nos hay matemáticas que se puede hacer desarrollo en serie de cualquier función, y entonces el primer término que se puede tomar en ese desarrollo es una constante y el segundo un término lineal.

El término lineal justamente es el término X . Entonces la fuerza es proporcional a ese pequeño desplazamiento que hemos tenido. Entonces podemos calcular, si os acordáis de la dinámica, se puede calcular la fuerza al igual a la masa por la aceleración, podemos calcular enterando cuánto va de la posición de un punto en función del tiempo. Y obtenemos que la posición de un punto en función del tiempo es proporcional a una constante que llamamos a sub cero, que es la máxima amplitud de ese movimiento, o a una función que es un coseno de ωT más ϕ .

Donde esa ω es la frecuencia angular desigual a 2π partido por T , donde T es el periodo propio de la oscilación, y ϕ es una cosa que se llama fase y que es una condición inicial que podemos obtener en el problema. A partir de ahí, también somos capaces de calcular la velocidad y la aceleración. Esta ω es el cociente, en realidad es el cociente de esa constante de proporcionalidad entre la fuerza y la distancia, y la masa.

Y lo que obtenemos a partir de estas definiciones son los valores de energía total del sistema. La energía total del sistema, como ya sabíamos desde la parte de mecánica, es la suma de energía potencial más la energía cinética. Si hacemos el cálculo, un medio de mv^2 más un medio de kx^2 , que es lo que tenemos como energía potencial, obtenemos una constante, la energía total del sistema es una constante, y es igual a un medio de a sub cero, al cuadrado de a sub cero, que recuerdo que era la amplitud máxima, por la constante K , de proporcionalidad.

Pero cuando hablamos de movimiento eléctrico simple, hablamos de algo que casi no está en la vida real. Es decir, en la vida real, en rozamientos, nada es tan ideal, ¿no? Ni siquiera en física. En física todo es ideal, hasta que luego lo vamos poco a poco complicando.

Efectivamente, esto se puede llamar movimiento armónico simple americano, en donde todo es perfecto. Eso es lo que nos ha sido llamado en la facultad. En realidad existen rozamientos y pérdidas de energía por rozamiento.

Si no hubiera rozamiento, cuando yo cojo a mi hija y la balanceo en el columpio, pues seguirá balanceándose durante días y días. Eso no es así, entonces poco a poco mi hija deja de balancearse en el columpio hasta que se para, salvo que su padre empiece a empujarla, y la empieza a empujar de una forma periodista. En ese caso, el movimiento armónico simple es forzado y amortiguado, donde podemos ver que la pérdida de energía es proporcional, en principio, a la velocidad.

Y aquí quiero hacer un inciso, porque no siempre es directamente proporcional a la velocidad, también algunas veces es proporcional a la velocidad al cuadrado, ya que depende de si la

velocidad del sistema es grande o pequeña. Por ejemplo, en un coche que vaya a 10 km por hora, las pérdidas de energía debido a ese rozamiento por aire son proporcionales al factor 10, que es la velocidad. Cuando ese coche o esa moto va a 200 km por hora, no es proporcional a 200 ni a 200 al cuadrado.

Por eso es tan difícil pasar ciertas velocidades cuando se quiere construir un coche, cuando se consigue un coche de Fórmula 1, o coches que queremos que sean muy rápidos, hemos de incluir mucha mayor potencia en el coche para poder conseguir pasar ciertos valores de la velocidad, porque se pierde muchísima energía. Porque el rozamiento, en ese caso, es proporcional a la velocidad al cuadrado. Pero no es lo mismo elevar 10 o 5 al cuadrado que elevar 200 al cuadrado.

Es muchísimo mayor. Entonces, si hacemos un poquito de matemáticas, hacemos unos cálculos y hacemos unas enterales, lo que sacamos es que, en general, en los sistemas en los que tenemos una forzante periódica y el sistema está amortiguado, la amplitud máxima de la oscilación, en general, es función de la diferencia de frecuencias de la forzante y la propia del sistema. Y eso es simplemente proporcional.

Con lo cual, cuando una se aproxima a la otra, como es proporcional a la diferencia, lo que ocurre es que esa amplitud diverge. Y eso es una cosa que no se entiende muy bien hasta que uno le cuenta en los casos de resonancia. ¿Por qué una formación de soldados, cuando llega a un puente y tiene que dejar de marcar el paso, es que la frecuencia propia de la oscilación del puente puede coincidir con la frecuencia que marca el paso de la formación y se puede caer el puente? Por ejemplo, ¿por qué yo tengo que dejar de empujar a la misa en cierto momento en cuanto su frecuencia de oscilación del columpio coincide con la mía? Es que no quiero tener un par de vueltas al columpio.

¿Algo más que añadir a este tema en cuanto a oscilaciones? Acabamos con este capítulo dedicado a las oscilaciones y vamos a pasar a hablar de electricidad. ¿Qué podemos decir? Que es muy antigua. Para empezar, que es muy antigua.

Que había, como pone en el libro, había experimentos de millete que, bueno, simplemente soltaba ámbar y entonces veía que atraía pajitas y plumas. Había ciertos problemas, porque también había atracción de materiales magnéticos con el hierro y entonces no se distinguían lo que eran fuerzas eléctricas y fuerzas magnéticas. Pero bueno, que se conoce, al menos la estática, se conoce de hace varios miles de años.

Bueno, posiblemente se hicieron experimentos con lámina de oro, vidrio y ámbar. Tenemos una lámina de oro que se pendía de un punto y entonces se acercaba al principio un pedazo de vidrio que antes había sido soltado. Entonces el vidrio estaba cargado de forma positiva y le transmitían cargas del vidrio al acercarlo al oro, se transmitían cargas.

Y se cargaba esos panes de oro, se cargaban con cargas positivas. Cuando de nuevo acercaba el vidrio, que estaba aún cargado positivamente a la plancha de oro, lo que se veía es que

ambos materiales tendían siempre a separarse. Por el contrario, cuando lo que acercaba era el ámbar, que lo había soltado también previamente, lo que hacía el pan de oro y esa varilla de ámbar era acercarse.

Eso fue una parte, digamos, de la astrología o experimentos para hacerlo fácilmente. A partir de ahí, aparte de llamarles cosas muy curiosas como elasticidad víctria y resinosa, dependiendo de que fueran cargadas positivamente o negativamente, la primera forma cuantitativa es debido a Coulomb, que se llama Charles Coulomb. Entonces nos dijo, llegó a mediados del XVIII, a ver cuál era la fuerza de atracción entre cargas.

Las fuerzas de atracción son el productor de las cargas y son inversamente proporcionales a la distancia al cuadrado que las separa. La fuerza es una magnitud vectorial y hay que tener en cuenta que la carga es una magnitud escalar. Puede ser de signo positivo o de signo negativo, pero es simple escalar.

Esta fuerza es muy parecida a la del campo gravitatorio. Efectivamente, las fuerzas en el campo gravitatorio son proporcionales a las masas, inversamente proporcionales a la distancia que las separan, pero hay que tener en cuenta que en el campo gravitatorio las masas siempre son positivas, las fuerzas siempre son atractivas. Sin embargo, en electricidad, las cargas tienen signo, con lo cual la fuerza puede ser o atractiva o repulsiva.

Hay que tener un poquito de cuidado en estos casos, porque, de nuevo, va a ser una magnitud vectorial y hay que sumarla con un vector. Entonces, cuando pongamos cargas en un triángulo, pongamos cargas en un cuadrado, que son los problemas más típicos a los alumnos de sábado, no consiste en sumar la fuerza directamente, sino que hay que saber las que son atractivas, las que son repulsivas, para sumarlo vectorialmente. Es uno de los problemas más típicos que tienen los alumnos, que se enfrentan a un caso, por ejemplo, a tres cargas en los vértices de un triángulo, hay que sumarlo vectorialmente, luego se va a deconsumar fuerza 1, fuerza 2, fuerza 3, y eso suele ser el problema.

Desde luego, lo que sí es cierto es que estas fuerzas eléctricas son muy parecidas también a la vida misma, o sea, en cuanto a la atracción y a la repulsión. ¿Y aquí hay energía? Sí, claro, hay energía. Pero antes de contarte nada sobre energía, vamos a definir una cosa que tú antes lo has dicho, se parece mucho el campo eléctrico o la atracción entre cargas a la atracción entre masas.

También podemos definir lo que se llama el campo eléctrico, que es el cociente entre la fuerza y la carga. De nuevo es una magnitud que es vectorial, luego cuando pegamos campo eléctrico tendrá una dirección, un sentido y un módulo. Efectivamente, a partir de ese campo eléctrico vamos a poder definir energía.

Eso es fácil. Sabemos que el trabajo es la fuerza por la distancia, y la fuerza la acabamos de decir, está relacionada con el campo eléctrico, de forma que la fuerza es el campo por la carga. Luego podemos definir al final que el trabajo, que es la variación de energía potencial, es la

carga por el campo eléctrico por la distancia.

Podemos definir, de hecho, lo que es la energía del campo eléctrico. A partir de ahí también podemos definir el potencial simplemente dividiendo esa energía por la carga. Podemos hablar de diferencias de potencial eléctrico entre dos puntos del espacio.

Al igual que hacíamos en gravitación, definimos un punto de energía de potencial cero y habitualmente lo ponemos en el infinito. Cristina, ¿qué ideas principales podemos destacar para que la alumna se quede con ellas? Bueno, las cosas que hay que tener claras en electricidad, primero, que estamos hasta ahora hablando de electrostática, de cargas que están quietas, cargas en reposo. Las fuerzas eléctricas se establecen siempre entre cargas en reposo, con lo cual no varían.

Una vez que se calcula, la fuerza es constante. Recordar un poco que la ley de Coulomb es equivalente a la ley de gravitación universal, con lo cual el concepto realmente es el mismo. Le sirve para los dos temas.

Hay que recordar también que una carga puntual genera un campo eléctrico y el campo es una magnitud vectorial, con lo cual el campo irá dirigido hacia la carga o hacia fuera de la carga dependiendo del signo de esta carga. Y también recordar las diferencias entre potencial y diferencia de potencial. El potencial es inversamente proporcional a la distancia y las diferencias de potencial se establecen ya en sistemas de cargas.

Como has dicho, estábamos hablando hasta ahora de cargas estáticas, pero ¿qué ocurre cuando hay cargas en movimiento? Realmente solamente puede existir cuando existen diferencias de potencial, si no es más posible. Es equivalente a lo que ocurre en la cañería de agua. Solamente cuando existe una diferencia de presión, en el caso de la cañería de agua, el agua puede fluir.

En caso de que no exista una diferencia de presión, el agua se permanece en reposo. En el caso de la electricidad... Y es muy parecido, y de hecho hay simulaciones, por ejemplo en medicina, de sistemas fisiológicos debido a componentes, digamos, eléctricos o electrónicos. Simplemente hay que saber que si hay una diferencia de potencial para hacer que las cargas se muevan.

Eso es todo. Y luego saber que esa ley, digamos, que nos relaciona a esas cargas que se mueven, es la de Ohm, que nos dice que la intensidad es igual a la diferencia de potencial partido por la resistencia. Eso, en cuanto a lo que tienen que saber nuestros alumnos, que no es muy complicado.

Podemos ponerle problemas con mallas, que es uno de los problemas... No es muy habitual, pero se pueden poner. Y ahí lo que ocurre es que no nos inventamos nada. Son los lemas de Kirchhoff, pero los hemos dado antes.

Lo que ocurre es que no nos damos cuenta de los lemas de antes. Tenemos la conservación de

energía y la conservación del flujo o de la carga. Eso equivale a primer y segundo lema de Kirchhoff.

¿Qué significa? Pues significa el problema de la montaña rusa. Si yo tengo un cochecito en la montaña rusa, su energía potencial es muy alta, su energía cinética es cero. Cuando llega al valle, su energía potencial es cero, pero su energía cinética es muy alta.

Ese es el primer lema de Kirchhoff. Y el segundo lema es simplemente que, como las cargas no se pueden comprimir, cuando llegan a una bifurcación, las cargas se separan proporcionalmente a las resistencias. La derecha izquierda de la T o de la Y. Simplemente significa que la carga ni se cae ni se destruye.

Tampoco es esta forma, simplemente se va distribuyendo por todo el circuito. Eso ya lo hemos dado antes. Repara que aquí se ponen nombres un poco diferentes, pero simplemente son los lemas de Kirchhoff, primero y segundo.

Recordar esto a los alumnos. Y, por último, vamos a hablar del último tema. El último tema no es demasiado grande.

Creo que solamente es un capítulo, ¿verdad? Es el de magnetismo. Sí, el magnetismo no es más que un capítulo. Y lo que vamos a estudiar son las cargas en movimiento.

Cuando una carga está en movimiento, lo que genera a su alrededor es un campo magnético. Y sobre eso trata el último capítulo de magnetismo. Hay una ley muy importante, que es la ley de Lorenz, que nos relaciona la fuerza que se ejerce sobre esa carga y los valores de los campos eléctricos y magnéticos que están, digamos, que está atravesando esa carga.

De nuevo, es una fuerza, es una magnitud vectorial, y nos relaciona esa fuerza con otros campos, que son el campo eléctrico y magnético, que también son magnitudes vectoriales. En concreto, la ley es fuerza igual a la carga por la suma del campo eléctrico más el campo magnético por la velocidad que lleva la partícula. Ese producto de la velocidad por el campo magnético es un producto vectorial, y es una cosa un poquito más complicada, pero bueno, no tiene mayor problema.

Y no tiene mucho más, simplemente aplicar la regla de la mano derecha, que por la radio es un poco complicado, y es la aplicación que lo mejor es verla en el libro, pero siempre se aplica la regla de la mano derecha para saber cómo son las fuerzas, la velocidad y los campos. Bueno, yo creo que es importante este tema, pero no se va a preguntar mucho más allá de cuál, si la carga está inmersa en un campo eléctrico, si va a generar una circunferencia o qué tipo de evento va a generar, porque realmente puede ser un poco complicado para el alumno. Lo que sí me gustaría es recapitular en general qué es lo que debe de saber, qué es lo que debe de manejar.

¿Y qué es lo más importante, quizás? Pues bueno, saber cuál es la ley de Hooke, saber cuáles son las ecuaciones del movimiento armónico simple, tanto para la posición, velocidad y

aceleración. Saber calcular la energía total de un sistema, cómo se puede relacionar un movimiento circular con un movimiento armónico simple. Por una parte, por la parte de electricidad, bueno, pues aplicar bien la ley de Coulomb, saber que son vectores, no nos cansamos nunca de repetir que son vectores, saber cómo sumarlos de forma cuidadosa cuando los tengan en un plano, que deben de hacer ejercicio sobre un triángulo, sobre un cuadrado, sobre hexágonos, no sobre otro tipo de líneas rectas, no sobre otro tipo de geometrías, porque son mucho más complicadas, lo que es un campo eléctrico, cómo se pintan las líneas de fuerza en el campo eléctrico y saber la diferencia entre potencia y diferencia de potencial.

Luego viene, bueno, tienen que ser capaces de asociar resistencias en serie, en paralelo, condensadores en serie y condensadores en paralelo, y, bueno, pues aplicar los lemas de Kirchhoff y la ley de Anquet no son nada complicadas. En el caso de magnetismo, bueno, pues un problemita puede caer siempre que hay un problemita de ley de Lorenz, pero no mucho más complicado en una ley de Ampere, pero siempre a un nivel relativamente sencillo, nunca complicado. Cristina, aquí también entonces hacer problemas, estudiar conceptos, ¿qué aconsejarías a los alumnos? Como siempre, problemas, muchos problemas, porque los conceptos realmente no se ve si uno los tiene claros hasta que no se enfrenta a un problema.

Una cosa que puede parecer una estupidez, la regla de la mano derecha es la regla de la mano derecha, no es extrapolable a zurdos. No hagáis los problemas con la mano izquierda porque os saldrán todas las fuerzas al revés. Ah, muy bien, eso es importante.

Me gustaría, para acabar, pues decir que tendremos un último programa por supuesto dedicado, como hemos dicho al principio, al examen final, pero que ahora es el momento también de que si los alumnos tienen alguna dificultad, algún tipo de problema, es la hora de, si no están tutorizados o no pueden ir a las tutorías, bueno, y aunque puedan ir, dirigirse a los profesores de la sede central, no esperar el último momento, ¿verdad? Efectivamente, eso con desde el día 1 de octubre. Por supuesto. Pueden y deben de llamarnos.

Tienen exámenes puestos en Internet, los tutores, para que vean el tipo de preguntas. Yo creo que eso les orienta realmente al alumno para que sepa a qué se va a enfrentar y que no pase tanto miedo. Bien, pues nos veremos en este último programa que hemos mencionado dedicado al examen final.

Muchas gracias y muy buenas noches. Buenas noches. Buenas noches.

Continuamos en el tiempo del curso de acceso. UNED, radio educativa.