

AC 04 74

Hola, buenas noches, bienvenidos en este domingo al tiempo del curso de acceso directo a la universidad para mayores de 25 años, el CAT. Esta noche en nuestro programa tres espacios. Comenzaremos hablando de mecánica dentro de física con los profesores Carlos Santorán y Cristina Santa Marta, continuaremos con ciencias de la educación con la profesora María José Albert y María Vida Urreta y por último matemáticas básicas, hablaremos de números reales y geometría analítica.

Pues bien, comenzamos ya con física en la compañía de los profesores Carlos Santorán y Cristina Santa Marta. Esta noche en nuestro programa de física nos acompañan los profesores Carlos Santorán y Cristina Santa Marta, bien, Cristina Santa Marta se incorpora en este programa a las labores radiofónicas, muy buenas noches y bienvenida. Buenas noches a todos los alumnos y oyentes de este programa, es el primer año que estoy aquí en esta asignatura y deseo que os vaya a todos muy bien con ella.

Por supuesto tenemos también que saludar al profesor Santorán que no le vamos a dejar en el abandono porque nos haya acompañado más veces, buenas noches, bienvenido. Hola Isabel, buenas noches. Antes de comenzar con el tema de esta noche, vamos a hablar esta noche de mecánica, podemos empezar recordando lo que es materia de examen dentro del programa, conviene recordarlo porque a estas alturas del curso, aunque el alumno se supone que lo tiene que saber, pero en fin, un recordatorio siempre viene bien.

Sí, quisiera puntualizar que durante este año el programa se ha reducido con respecto al programa del año pasado, los últimos dos temas de óptica se han eliminado y entonces hay menos materia para aquellos alumnos que no tengan la guía del curso de este año y tengan el año pasado, que sepan que los dos últimos temas no entran para el examen. En concreto tenemos al principio una introducción, un movimiento en una dimensión, un movimiento en dos y tres dimensiones, luego las leyes de Newton de las cuales hablaremos extensamente, las aplicaciones de las leyes de Newton, hablaremos un poco de trabajo, de energía, impulso, cantidad de movimiento, rotación y gravedad. Y luego a continuación, sólidos, oscilaciones, campos eléctricos, fuerzas eléctricas, electrostática, corriente eléctrica, campo magnético y por fin el tema de la luz.

En concreto, sabiendo que la bibliografía que utilizamos es el libro de Tipler de Física Universitaria de volúmenes uno y dos, simplemente son los temas del uno al diez, el quince, del dieciocho al veintiuno y el veinticuatro, no solamente estos temas, aunque tengamos dos volúmenes y parece que hay muchísima materia, el número de temas es bastante reducido. El temario está bastante reducido. Vamos a hablar brevemente del examen, porque tendremos un último programa dedicado íntegramente al examen, pero en el primer programa hablamos de algunas novedades, que todavía había cosas por decidir, parece ser que estas cosas ya están decididas y conviene adelantarlas a los alumnos.

Efectivamente, en el pasado mes de noviembre tuvimos una reunión con los doctores de la asignatura física del curso de acceso y decidimos que la prueba objetiva fuese obligatoria para todos los alumnos y que la segunda parte del examen pudiera elegirse entre un problema o un tema de redacción, un tema de ensayo, un comentario de texto, como era igual que el año pasado. Lo que ocurrió el año pasado, se podía elegir dos de los tres y este año la prueba objetiva es obligatoria. Y ahora sí, ya podemos entrar en el tema de esta noche.

El tema de esta noche es la mecánica. Y bueno, pregunta obligada, ¿qué es la mecánica? La mecánica es la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos. Se divide en dos partes, que es la cinemática y la dinámica.

La cinemática nos cuenta cómo se mueven los cuerpos, nos describe trayectoria, nos define posiciones, velocidades y aceleraciones. ¿Y la dinámica, Cristina? La dinámica estudia el por qué se mueven los cuerpos, sobre todo estudia fuerzas, la relación entre fuerza y masa, la fuerza de gravedad, que es lo que impulsa el movimiento de absolutamente todos los cuerpos, aunque hay otras fuerzas en medio. Habrá que estudiar las leyes de Newton y sus aplicaciones.

Sabiendo las aplicaciones de las leyes de Newton se pueden resolver todos los problemas de dinámica, fuerzas de rozamiento, equilibrio y estabilidad del equilibrio. Pero vamos a empezar ahora hablando de cinemática, ¿es así? Sí. Quería simplemente recordar a nuestros alumnos que la mecánica comprende los temas del 1 al 9 del libro de Tipler del primer volumen.

Y si vamos a hablar de cinemática, de cómo se mueven los cuerpos. ¿Cómo podemos explicar cómo se mueve un cuerpo? Es definir cuál es su posición, su velocidad y su aceleración. Son vectores.

Y vamos a hablar ahora y quizá un poco más tarde lo que es la diferencia entre magnitudes vectoriales y magnitudes escalares. Una magnitud escalar es la masa, por ejemplo. Mi masa es un número que representa 15, 28, 40 kilogramos.

O, por ejemplo, la presión, o cualquier densidad. Son magnitudes vectoriales que son escalares. Es que, normalmente, un número es el que define ese concepto.

Mientras que una magnitud vectorial es una magnitud que no solamente tenemos como definición un número, sino que también tenemos que dar una dirección y un sentido. Por ejemplo, la velocidad es de 100 kilómetros por hora, pero tiene que indicarnos en qué dirección y en qué sentido medimos esa velocidad. Para entender bien un ejemplo, si la distancia entre Maiz y Barzón es de 600 kilómetros y vamos a 100 kilómetros por hora, tenemos que definir que nuestra dirección es la dirección de Maiz-Barcelona y el sentido puede ser Maiz-Barcelona, con lo cual tardamos 6 horas.

Si definimos el sentido contrario y hacemos el sentido es de Barcelona a Madrid, saliendo de Madrid tardamos unos 21 días en llegar a Barcelona. Damos evidentemente la vuelta a la Tierra. Eso quiere decir que en los problemas habrá que tener mucho cuidado en la definición

de magnitudes que son escalares y vectoriales, que no solamente el número nos resuelve el problema, sino que también habrá que dar algo más que dirección y sentido.

Podemos profundizar un poco más sobre lo que son las magnitudes vectoriales y escalares. Aunque he entendido que las magnitudes escalares serían sólo el número. Solamente un número, efectivamente.

Y la diferencia es que las magnitudes vectoriales sí tendrían que tener una dirección y un sentido. Siempre. Aunque el problema sea un problema unidimensional, que son los casos más sencillos, siempre tenemos que dar magnitud y sentido, aunque sea de una forma, digamos, no imaginaria, pero sí podemos decirle que esté incluida dentro del problema.

Y la razón es muy sencilla. Supongamos que dejo caer una piedra y no estoy definiendo bien los sentidos. En muchos casos a los alumnos les suele ocurrir que las piedras suben solas.

Y es porque están mal definidos los sentidos, las aceleraciones no están tan definidas como deben de definirse. La aceleración de la gravedad tiende hacia el sentido, esa dirección es desde el cuerpo al centro de la Tierra, pero el sentido es desde el cuerpo al centro de la Tierra y no al revés. Si nos equivocamos, los cuerpos suben solos.

Y eso, evidentemente, es algo que no ocurre así y que es un error bastante común en exámenes de los alumnos. Por eso hay que tener mucho cuidado en la definición, hay que tener mucho cuidado en los sentidos que tomamos para esas fuerzas o para esos desplazamientos, para esas velocidades, para esas aceleraciones. Si bien es fácil normalmente en una dimensión, en dos o tres dimensiones es un poco más complicado, pero no tiene mayor problema.

Yo creo que el alumno debe de entender lo que es una magnitud escalar, lo que es una magnitud vectorial, tiene un poquito de cuidado en su manejo y, bueno, algo habremos avanzado en física. Se está hablando de aceleración. ¿Tiene mucha importancia la aceleración en las magnitudes vectoriales, por ejemplo, que estamos hablando? Hombre, por definición, sí.

La respuesta a la pregunta es sí. La aceleración es, por definición, la derivada de la velocidad con respecto al tiempo. Si yo conozco la aceleración de un cuerpo y sé integrar las ecuaciones que me relacionan la velocidad con la aceleración, entonces sí que soy capaz de calcular cuál es la velocidad.

Si soy capaz de calcular la velocidad y, por definición, la velocidad es la variación del espacio con respecto al tiempo, y si sé integrarlas, también soy capaz de calcular la posición. Si conozco la posición de un cuerpo en función del tiempo, conozco su trayectoria, con lo cual todo el, digamos, está perfectamente definido el comportamiento temporal de ese cuerpo. Es muy importante y, además, como luego veremos un poco más tarde, nos relaciona la fuerza con la masa.

Y si yo conozco la fuerza y soy capaz de resolver las ecuaciones, soy capaz de resolver el

problema. Por eso es importante la aceleración. Pero entonces, ¿cuál es la definición de aceleración? ¿Qué es la aceleración? La aceleración es la variación de la velocidad con respecto al tiempo.

Y ya se la pregunté, ¿qué significa eso? Significa que podemos variar tanto el módulo, el valor del numerito, como la dirección. Eso significa que en sistemas donde la velocidad puede ser constante en módulo, sin embargo, si varía su dirección, también tenga una cierta aceleración. Por ejemplo, los caballitos.

La típica pregunta de los caballitos, los caballitos andando vueltas alrededor de un eje. Ese caballito se mueve con velocidad constante en módulo, sin embargo, sí que sufre una aceleración, puesto que está cambiando su dirección con respecto al tiempo. Eso da lugar a unas ciertas fuerzas que estoy dando un poco más adelante.

Por eso hay que tener un poco de cuidado cuando se hace siempre la pregunta en los test. En un sistema en el que el módulo de la velocidad sea constante, ¿puede sufrir aceleración? La respuesta es sí, puesto que puede variar la dirección, aunque el módulo de la velocidad sea constante. Dentro de este tema de cinemática, ¿qué más habría que resaltar? Pues una cosa que es muy facilita, que es los sistemas en los que tenemos una aceleración constante.

Cuando la aceleración es constante, la forma de calcularlo es muy sencilla, puesto que entrando en las ecuaciones nos queda que la velocidad varía linealmente con el tiempo, y que la distancia al origen varía como una potencia 2 del tiempo. Son los sistemas más típicos. Es el lanzamiento, la caída de graves, es el lanzamiento de proyectiles, que pueden ser problemas unidimensionales o bidimensionales.

Son los problemas, digamos, más fáciles que se pueden plantear en el caso de que exista aceleración que sea constante, y son los problemas que normalmente suelen caer de la pregunta 1 a la 4 en el examen, porque es lo más fácil que se puede poner. Son movimientos con la aceleración constante, sea bien en una dimensión, que son caída de graves, o en dos dimensiones, que lanzamiento de proyectiles. Aquí un pequeño paréntesis para hacer entonces una recomendación a los alumnos, que hagan problemas de este tipo.

Parece obvio, pero hay que decirlo. En el libro de Tipler hay muchísimos problemas de este tipo. Son habituales.

Dejamos caer una piedra del alto de un edificio, lanzamos desde el suelo una piedra hacia arriba, o lanzamos dos piedras, una arriba y una abajo, donde se encuentran, o lanzamos un proyectil, si podemos pegarle al enemigo, o como este año, que a Cristina se le ocurrió lanzar a un ciclista después de una rampa a ver si saltaba un obstáculo o no. Siempre en el fondo lo que tenemos es un cuerpo con velocidad inicial diferente de cero, normalmente, que sale con un cierto ángulo. Es una especie del señor, en este caso era un proyectil, y son siempre iguales.

Hay muchos problemas y una vez visto cómo realizar uno de ellos o un par de ellos, el resto son

todos iguales. Sí, por lo tanto, volvemos a esa recomendación, que se hagan bastantes problemas. Que enseñan el texto y una vez leído el texto, con tranquilidad, que intenten hacer los ejercicios y luego los problemas.

Hay muchos resueltos dentro del libro y no creo que planteen muchos problemas. La verdad es que es la parte más socorrida y más fácil de la física, la parte de la cinemática. Pues vamos a entrar en otra parte, en otra parte que también está dentro de la mecánica, que es la dinámica.

Para hablar de dinámica, habrá que hablar siempre de quién es el padre de la dinámica. Bueno, pues en este caso el padre es conocido, es un señor que se llama Isaac Newton, que es del siglo XVII. Y bueno, vamos a ver una pequeñísima biografía sobre este señor, que es el que nos ha complicado la vida o nos lo ha facilitado en física.

Bueno, nació en Navidad, un día de Navidad del año 1642. Era, podemos decir, un manitas. Le gustaba mucho trajar con aparatos y con dispositivos en su casa, desde que era muy joven.

Y tuvo la suerte de ir al Trinity College en Cambridge, donde empezó a estudiar matemática aplicada para estudiar astrología. Era un genio temprano, tempranero podemos decir, y a los 24 años modificó el conocimiento de su época. Ya había hecho algún trabajo sobre el famoso binomio de Newton, que damos en bachato.

Había hecho también aportes en cálculo diferencial y había hecho una teoría del color. Y dio el primer paso al pensar que la masa de los cuerpos era una magnitud importante y relevante en su movimiento, y que se podía relacionar este concepto, este escalar, vuelvo a repetir ahora, este escalar, pues se podía relacionar con el movimiento, con la existencia del movimiento y con la fuerza que sufría. Hay una frase que tenemos aquí, que escribió unos años más tarde, en el año 1687, en su libro Los principios matemáticos, que dice lo siguiente.

Textualmente escribió, y en el mismo año, en 1666, comencé a pensar en la gravedad que se extendía a la órbita de la Luna, y, a partir de la regla de Kepler, deduje que las fuerzas que mantienen los planetas en una órbita deben estar en razón inversa a los cuadrados de sus distancias al centro del cual giran, y de este modo comparé la fuerza necesaria para mantener la Luna en una órbita con la fuerza de la gravedad en la superficie de la Tierra, y encontré para ella un resultado suficientemente preciso. Esto no lo publicó hasta 1687, es decir, 21 años más tarde de haberlo pensado o escrito para sus adentros. Y la razón es muy sencilla.

Cuando publicó algunos experimentos de óptica, tuvo un enfrentamiento con colegas de la época, y eso hizo que se negara a escribir durante muchos años cualquier resultado de sus investigaciones. Y solamente 20 años más tarde presenta y publica sus resultados en el principio en matemática. La verdad es que si hubiéramos tenido la mala suerte debido de haber sido contemporáneo de Galileo, probablemente hoy aún estaríamos en la edad de piedra en la física.

La verdad es que es genial la aportación de Newton en sus leyes. Vamos ahora a escuchar las

leyes de Newton en su versión antigua, con la terminología que utilizó él, y en su versión moderna con la terminología actual. Vamos a empezar con la primera ley de Newton.

Pues vamos a empezar con esta primera ley de Newton en su versión antigua, como tal y como la formuló él. Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme, a menos que se vea obligado a cambiar dicho estado por fuerzas aplicadas a él. Y ahora en la versión actual.

Un cuerpo permanece en su estado inicial de reposo o movimiento con velocidad uniforme, a menos que sobre él actúe una fuerza exterior no equilibrada. Algo de comentar? Simplemente que todo cuerpo permanece en reposo o en velocidad constante si sobre él no existen fuerzas. Esto podemos comentar que existen fuerzas que habitualmente no vemos o no damos cuenta que existen.

Por ejemplo las fuerzas de rozamiento. Supongamos una mesa donde tengamos unas bolas de billar, que yo las lanzamos con los días inicial la que sea, y entonces avanzan y en principio si no existiera rozamiento la bola estaría avanzando de forma indefinida o estaría en reposo de forma indefinida. Lo que ocurre es que existen fuerzas que hacen que el sistema pierda velocidad, pierda una cosa que luego hablaremos, que es energía.

Estas fuerzas hacen que esta de Newton sea algo que solamente podamos observar en ausencia de rozamiento que puede ser por ejemplo en el espacio, o sobre superficies de hielo o superficies con rozamiento prácticamente nulo. Simplemente cualquier cuerpo que no sufre ninguna fuerza permanece, y antes encontrado con velocidad constante o con velocidad igual a cero, permanece con la misma velocidad. Ese es el comentario.

Pues vamos a leer la segunda ley. El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz aplicada y tiene lugar en la dirección de la recta en la cual está aplicada la fuerza. Y en la versión actual.

Segunda ley. La aceleración de un cuerpo es inversamente proporcional a su masa y directamente proporcional a la fuerza exterior resultante que sobre él actúa. Aquí además hay una fórmula.

Es decir, la aceleración es igual a la suma de fuerzas partido por la masa. Fíjate, Isabel, es curioso porque en esta segunda forma, la forma digamos moderna, no es del todo correcta porque debiera de incluir una frase que dijera siempre y cuando la masa del sistema permanezca constante. Tal como lo dice, como lo define Newton, lo que dice es que la suma de fuerzas es igual a la variación de una magnitud que se llama cantidad de movimiento, que es el producto de la masa por la velocidad.

Es un producto y por lo tanto su derivada será igual a la masa por la derivada con respecto al tiempo. La variación con respecto al tiempo de la velocidad, que es la aceleración, más la velocidad por la derivada con respecto al tiempo o la variación con respecto al tiempo de la

masa. En los sistemas en que la masa no varía, pues evidentemente queda que la aceleración es suma de fuerzas partido por masa.

En los sistemas en los que la masa varía, por ejemplo en un cohete, ya hay que aplicar los dos términos y ya no se podría aplicar, tal como hemos escrito ahí, que la aceleración es igual a la suma de fuerzas partido por la masa. Simplemente nos está relacionando, quizás en la ley más importante, nos está relacionando la masa con la fuerza. Nos está diciendo cómo se va a mover el cuerpo, que es la pregunta y era lo que decía al principio Cristina.

Justamente nos va a decir cómo se van a mover los cuerpos y debido a qué. Se van a mover debido a que existe una relación entre la fuerza y la masa que va a ser justamente la aceleración, siempre y cuando la masa sea constante. Y la ley tercera que dice así en la versión de Newton, a toda acción se opone siempre una reacción igual.

O sea, las acciones mutuas de dos cuerpos, uno sobre otro, están siempre dirigidas hacia las partes contrarias. Y en la versión actual, las fuerzas se presentan siempre por parejas. Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B, éste ejerce sobre A una fuerza de igual módulo y dirección, pero de sentido opuesto.

Esta es la ley que trae de cabeza al estudiante de la física del K, de primero de carrera y probablemente de segundo de carrera. Efectivamente, hay fuerzas iguales, pero se aplican a diferentes cuerpos. Eso hay que tenerlo en cuenta.

Hay un dibujo muy bonito en el libro donde explica qué es lo que ocurre, cuál es la distribución de fuerzas existente entre un carro y un caballo. En el carro podemos ver que tiene su peso, el peso que va el alpendicular hacia el suelo, y podemos definir una fuerza de rozamiento que será contraria al movimiento. Por lo tanto, si el carro avanza de izquierda a derecha, la fuerza de rozamiento irá de derecha a izquierda.

Además, por el hecho de que el caballo está tirando del carro, resulta que existe una tensión que se aplica al carro y que va en dirección del carro hacia el caballo. Esa es la tensión que se aplica al caballo. De hecho, existe una fuerza, la barra que lo une o la cuerda que los une, que es exactamente igual en sentido contrario a la fuerza de acción o de reacción que teníamos dentro del carro.

Son iguales, pero una fuerza se aplica al caballo y la otra fuerza se aplica al carro. No se aplican a dos fuerzas en el mismo punto. Si se aplicaran en el mismo punto, evidentemente, la suma de fuerzas sería cero y el carro no se movería.

No es así. Vamos a leer por último el corolario. El primero, el de Newton, sería un cuerpo sometido a dos fuerzas simultáneamente describirá la diagonal de un paralelogramo en el mismo tiempo que describiría sus lados a causa de dichas fuerzas por separado.

Es mucho más corto el actual porque simplemente dice las fuerzas se suman como vectores. Efectivamente. Antes a este corolario se decía que era la ley de independencia de las causas y

en el fondo no es más que decirte que la fuerza es un vector.

Entonces, un vector, la fuerza es igual a la masa por un vector, que es la aceleración. Eso es todo. Podemos dividir la aceleración en tres componentes y estudiar cada una de ellas de forma independiente.

Eso es lo que quiere decir. Newton, en ese caso, no estuvo muy afortunado cuando escribió el corolario. Pues vamos, y por último, para acabar nuestro programa dedicado esta noche a la mecánica, dando lo que es la definición de trabajo.

La definición y algo más, quizá. Sí. La definición de trabajo es el producto escalar del vector fuerza por el vector desplazamiento.

Al ser un producto escalar hay que tener cuidado porque el producto escalar de dos vectores puede ser cero, que significa que el coseno del ángulo no puede ser de 90 grados. Eso hay que tener un poquito de cuidado. También hay que tener cuidado en no confundir trabajo con esfuerzo, que es una cosa que tenemos en la vida diaria.

Si no hay ningún desplazamiento, no existe trabajo. Se hace un esfuerzo, se mueve un cuerpo, pero si el cuerpo vuelve a su posición de origen, el trabajo realizado es cero. Y ahora algo que es importante es una definición que hemos hablado antes de energía y cinética, que es la capacidad que tiene un cuerpo de realizar un trabajo y siempre es positiva.

Este es otro de los problemas de los alumnos. De vez en cuando las energías cinéticas nos salen negativas. Por definición, la energía cinética es el producto de la masa velocidad al cuadrado partido por dos.

La masa siempre es positiva, afortunadamente, y la velocidad al cuadrado también. El producto de cosas positivas es positivo. Por lo tanto, no nos podrá dar como solución nunca, ningún problema, una velocidad cinética negativa.

¿Pero suele ocurrir en alumnos? Sí, de vez en cuando, sí. Claro que suele ocurrir y es un grave error. Porque lo que puede ser negativa es la energía potencial, que es la energía que tiene un cuerpo, el hecho de estar en un cierto lugar del espacio.

Eso sí, porque depende de dónde pongamos el eje de coordenadas y dónde pongamos el cero de energía potencial. La energía potencial sí que puede ser negativa, pero la energía cinética jamás puede ser negativa. Y para acabar, ¿algo más que decir? Bueno, nos queda hablar de la rotación y quiero decirles que la rotación es un tema difícil, del cual solemos hacer muy poquitas preguntas porque creemos que no es el objetivo de este curso.

Puede haber alguna pregunta, pero no mucho más, porque vamos a encargar un momento de inercia y cosas por el estilo. Porque es difícil, la verdad, saber cómo funciona un giróscopo, saber el funcionamiento del péndulo de Foucault, cosas por el estilo. El péndulo de Foucault podría entrar a lo que siquiera mejor para el tema, pero lo veo difícil.

No es uno de los temas más adecuados. Es muy difícil simplemente saber que, al igual que existe una dinámica de la traslación, existe una dinámica de la rotación y que lo lineal es igual a lo angular por el radio. Sabiendo eso y algunos ejemplos que vienen en el libro, no se debe pedir mucho más a este nivel.

Por lo menos hay partes más importantes de la mecánica. Pues en nuestro próximo programa hablaremos de la segunda parte del tema. Efectivamente, elasticidad y magnetismo.

Pues hasta entonces, muy buenas noches y muchísimas gracias por estar aquí. Buenas noches. Buenas noches a todos y gracias.