

AC 04 85

La universidad está a su alcance, el requisito es ser mayor de 25 años. La UNED le ofrece esta posibilidad a través del curso de acceso directo a la universidad para mayores de 25 años. Los sábados de 11 y 10 a 12 de la noche y los domingos de 11 menos cuarto de la noche a 12 horas pueden sintonizar en Radio 3 de Radio Nacional de España nuestros programas de apoyo.

Con coloquios y entrevistas todas las áreas del conocimiento están presentes. Estos programas están dirigidos a nuestros alumnos y también a todos aquellos interesados en la cultura. Para poder servirles de ayuda queremos contar con sus sugerencias.

Para ello disponemos de diversos canales. El correo que pueden enviar a la siguiente dirección. La universidad está a su alcance.

Esta noche en nuestro programa de física nos acompañan los profesores Carlos Santoraz. Buenas noches y bienvenido. Hola Isabel, buenas noches.

Y la profesora Cristina Santa Marta. Buenas noches. Hola, buenas noches.

Vamos a continuar hablando de mecánica. De hecho tendremos tres programas. Hemos tenido ya uno, este el día de hoy y todavía tendremos otro que dedicaremos a la mecánica.

Pero antes de comenzar y comentar de lo que vamos a hablar esta noche me gustaría recordar que los alumnos tienen a su disposición una serie de problemas que han sido enviados a los centros asociados a los profesores tutores. ¿Qué podríamos un poco explicar de este tema? Efectivamente Isabel, el pasado mes de junio se envió a todos los tutores de la asignatura de física del curso de acceso una colección de problemas en formato electrónico para ser distribuidos a los alumnos de forma secuencial de manera que ellos cuando el tutor crea conveniente para que puedan generarse exámenes de forma aleatoria y además también se les entregó de forma electrónica la solución a estos problemas. Y de nuevo a primeros del mes de noviembre de este año se les entregó de nuevo a los tutores, se les envió de nuevo por correo una colección de problemas para que puedan distribuirla con los alumnos que ellos dispongan como deben de distribuirla y creo que será de gran ayuda para los alumnos para estudiar la asignatura ya que pueden hacer problemas, ejercitarse de forma yo creo que relativamente fácil y luego cuando ya hayan pasado el tiempo suficiente pueden solicitarle al profesor tutor exactamente cuál es la solución de estos problemas.

Volvemos entonces a recomendar aquí como hacemos siempre o casi siempre que utilicen todos estos medios que la UNED pone a su alcance, que ustedes han puesto a su alcance es decir que utilicen estos problemas, que hablen con los tutores sobre todo para aquellos que no van habitualmente a las tutorías pero que siempre recomendamos que vayan de vez en cuando porque tienen toda esta serie de materiales a su disposición. Yo creo que deben ir a ver a los tutores por los tutores no por los problemas, deben ir a las tutorías. Si pueden yo creo que es una relación tutor-alumno muy importante.

Ellos van a decirle con mucho más detalle lo que nosotros les contamos por ejemplo aquí en la radio cuáles son los puntos más importantes que tienen que trabajar, qué es lo que deben de memorizar, con qué deben de ejercitarse. Los problemas van a ayudarles efectivamente, pero yo creo que la relación con el tutor es fundamental y más o menos un curso como este, si me dijéramos en tercero o cuarto de carrera quizá no, pero en el curso de acceso me parece fundamental que tengan una relación con el tutor porque el que más y el que menos viene de hace años de estar estudiando y ha perdido ese hábito y el tutor le va a ayudar sin duda alguna. Pues vamos a entrar un poquito ya en materia.

Hemos dicho que vamos a continuar hablando esta noche de mecánica y en concreto vamos a hablar de dinámica, es decir, del por qué se mueven los cuerpos. Empezamos pues hablando de Isaac Newton, porque Isaac Newton tiene mucho que ver con el estudio del por qué se mueven los cuerpos. Profesora Cristina Santa Marta.

Efectivamente, Isaac Newton fue un revolucionario de su época y anunció tres leyes muy famosas, tres leyes que siguen teniendo aplicación en toda la mecánica y que puedes pasar a enunciar brevemente. Pues sí, vamos a ver estas tres leyes. La primera, principio de inercia.

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme si no se ejerce ninguna fuerza sobre él. Segunda ley, principio fundamental de la dinámica. Las fuerzas son proporcionales a las aceleraciones que producen en los cuerpos.

Tercera ley, principio de acción y reacción. Si sobre un cuerpo se ejerce una fuerza, acción, éste reacciona produciendo una fuerza igual y de sentido contrario a la anterior, reacción. Podemos empezar pues la primera ley, el principio de inercia.

Esta ley es muy fácil de comprender. Lo que hay que tener en cuenta siempre es que las fuerzas se suman como vectores. Es decir, la ley dice que cualquier cuerpo permanece en reposo si no se ejerce ninguna fuerza sobre él.

Ninguna fuerza se refiere a la suma de todas las fuerzas que se aplican sobre un cuerpo. Si nosotros tenemos una caja muy grande y empujamos por un lado de la caja con una fuerza F y otra persona empuja por el lado contrario de la caja con la misma fuerza F pero en sentido contrario, la caja permanece en reposo. ¿Se están aplicando fuerzas sobre la caja? Sí, dos, una en cada sentido, pero la suma de las fuerzas es cero.

Esto es lo que hay que tener muy en cuenta a la hora de aplicar la primera ley. Es decir, hay que hacer un dibujo muy claro de todas las fuerzas que se aplican sobre un cuerpo y una vez hecho ese dibujo, hacer las componentes de las fuerzas y hallar su suma. Si la suma de las fuerzas es cero, el cuerpo bien permanece en reposo, bien permanece en movimiento rectilíneo uniforme, si es que era ese el tipo de movimiento que tenía.

Si la suma de esas fuerzas no es cero, pasamos a aplicar la segunda ley, que es el principio fundamental de la dinámica. ¿Que quizás sea la más conocida? Esta ley es la más conocida

porque es la que se suele aplicar en los problemas. Este tema es muy importante de comprender porque no sólo va a reforzar todo el cálculo vectorial que se aplicó en el tema anterior, en el tema 3 de movimiento en 2 y 3 dimensiones, sino que es un tema que genera muchos tipos de problemas.

Entonces, la segunda ley dice que la fuerza produce una aceleración sobre un cuerpo. Esa aceleración es directamente proporcional a la fuerza que se aplica en el cuerpo e inversamente proporcional a la masa. De aquí viene una división de conceptos, digamos, popular y científico entre el peso y la masa.

El peso es una fuerza y la masa es una propiedad intrínseca del cuerpo. La masa es siempre la misma, en la Tierra, en la Luna o en cualquier punto interestelar. Sin embargo, el peso es una fuerza.

El peso depende de la aceleración de la gravedad. La aceleración de la gravedad sobre la superficie de la Tierra tiene un valor de todos conocido que es 981 metros por segundo cuadrado. La multiplicación de esa aceleración por la masa del cuerpo es su peso.

Ese mismo cuerpo de masa 31 kilos en la Luna también tendrá una masa de 31 kilos, pero su peso va a ser diferente porque la aceleración de la gravedad en la Luna es diferente. Entonces hay que tener muy en cuenta siempre que la masa es una propiedad del cuerpo y que el peso depende de la aceleración de la gravedad. ¿Y la tercera ley? Quizás sea la más complicada.

La tercera ley es complicada de aplicar y como he mencionado antes, lo más importante siempre que se enfrente uno a un problema de dinámica es hacer un dibujo muy sencillo en el que estén dibujadas todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. La tercera ley es la que se conoce como el principio de acción y reacción y que dice que siempre que se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, éste ejerce una fuerza de reacción sobre el primero. Lo que hay que tener muy en cuenta aquí es que las fuerzas de acción y reacción, aunque sean de igual módulo y sentido contrario, no se anulan una con la otra.

En la primera ley he puesto un ejemplo de una caja y dos personas que empujan con la misma fuerza en lados contrarios. La caja no se mueve. Ahí sumo las dos fuerzas.

La suma de las fuerzas me da cero, pero sumo las dos fuerzas que se están aplicando sobre el mismo cuerpo. Las fuerzas de acción y reacción no se producen sobre el mismo cuerpo. Un ejemplo muy claro es el de un carro tirado por un caballo.

El caballo tira del carro, entonces hace una fuerza hacia adelante tirando del carro. El carro, por el principio de acción y reacción, hace una fuerza igual y de sentido contrario sobre el caballo. Si yo solamente tengo en cuenta estas dos fuerzas, el carro no se debería mover porque las dos fuerzas son iguales y de sentido contrario.

Sin embargo, tengo que tener en cuenta que hay otras fuerzas. Las fuerzas de las patas del caballo sobre el suelo. Ahí hay una fuerza de rozamiento en la que si el rozamiento es nulo, si el

caballo estuviera sobre una superficie de hielo, las patas resbalarían y el carro no se movería.

Pero si hay una fuerza de rozamiento, el caballo avanza. La fuerza de reacción que produce el suelo sobre las patas del caballo es sólo sobre las patas del caballo, no sobre el carro. Eso hace que el carro se pueda mover.

El carro, a su vez, tiene una fuerza de rozamiento con el suelo. Sus ruedas rozan con el suelo. Si esa fuerza de rozamiento es muy grande, el caballo tampoco podrá tirar de un carro.

Si el caballo está tirando de un cuerpo que tiene la misma masa que el carro, pero es un bloque de granito, el rozamiento será muy grande. La masa es la misma que la del carro, pero seguramente el caballo no podrá mover ese bloque de granito. Entonces, esa fuerza de rozamiento de las ruedas con el suelo, también tienen fuerzas de acción y reacción que actúan sólo sobre el carro.

Luego, yo no debo sumar todas las fuerzas que están sobre el sistema, sino cada fuerza. Unas fuerzas sobre el caballo y otras fuerzas sobre el carro. Es un poco quizá alioso... La diferencia, así, desde luego, desde fuera, y como se podía preguntar un alumno, entre, por ejemplo, la tercera ley y la primera ley, por tanto, es que la primera ley es un solo cuerpo, aunque puedan intervenir más de una fuerza.

Una, dos o hasta tres fuerzas, o las fuerzas que sean. Sin embargo, en la tercera ley siempre hay dos cuerpos y distintas fuerzas que van, digamos, que tiran hacia distintas partes. ¿Se podría decir una cosa así o no? Sí, en la primera ley lo único que tenemos en cuenta son las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

Y en la tercera ley siempre se tiene en cuenta la interacción del cuerpo con algo que lo empuja, con el mismo suelo. Muy típicos de esta tercera ley son los problemas de objetos que caen sobre planos inclinados. Son muy importantes esos problemas en los que hay que tener en cuenta la fuerza de la aceleración, que es la fuerza del peso, el rozamiento del bloque sobre el plano inclinado... Lo que es fundamental es asignar las fuerzas a cada cuerpo.

Para que queden claras a quién se tienen que aplicar, como dice Cristina al principio, si fueran los mismos cuerpos las fuerzas se unirían y entonces no habría movimiento. Hay que hacer un esquema para asignar las fuerzas al cuerpo que le corresponde. Entonces sí que es fácil.

También debíamos hablar aquí de la ley de Hooke. ¿Qué importancia tiene? La ley de Hooke es importante porque, primero, es una ley muy sencilla que dice que la fuerza es proporcional al desplazamiento del muelle y una constante que depende del muelle. ¿Y es que es una ley tan sencilla? ¿Pero podemos poner algún ejemplo? Déjame que te explique el por qué es tan sencilla.

Cuando tienes una fuerza, tenga la forma que sea tan rara como uno quiera, cerca de los puntos de equilibrio que luego veremos un poquito más adelante, yo puedo hacer lo que se hace en matemáticas, un desarrollo en serie. Entonces un desarrollo en serie es siempre un

desarrollo en función de unas potencias. El primer elemento de un desarrollo en serie de potencias es siempre el elemento X . Es el primero, lo que se llama lineal.

Y esta fuerza que tenemos aquí, F igual a menos K por X , que es la ley de Hooke, justamente nos da el primer término, el término lineal. Cerca de un punto de equilibrio, cualquier perturbación que lo saque, si es infinitesimal, lo vamos a poder considerar como muy pequeño, lo va a hacer un desarrollo, y entonces el primer término del desarrollo siempre es esa forma X . O sea, cualquier fuerza que tengamos sacando un sistema de fuerzas, esa fuerza cerca del punto de equilibrio, siempre se puede considerar como la ley de Hooke. Por eso es tan importante.

Y podemos de todas maneras poner algún ejemplito para que se vea todavía más claro, si es posible. La ley de Hooke es muy fácil de aplicar. La gracia que tiene es que la fuerza es siempre proporcional al desplazamiento del punto de equilibrio.

Cuando se tiene un muelle, tiene una longitud natural. Al estirar o comprimir el muelle, lo estamos moviendo de su punto de equilibrio. Y las fuerzas que actúan siempre en ese tipo de movimientos es una fuerza recuperadora que es proporcional a la distancia que hemos desplazado el muelle de su punto de equilibrio.

Por eso se comenta aquí, porque se suelen poner problemas en los que intervienen muelles y son fáciles de resolver porque se conoce precisamente la expresión analítica de la fuerza, que es la fuerza igual a menos K por X , siendo K la constante del muelle, y X la distancia que se ha separado de su posición de equilibrio. Una pequeña pista, por tanto, para resolver problemas de este tipo. La verdad es que este tema es muy importante porque siempre se ponen problemas sobre él, no por nada, sino porque es fundamental comprender las leyes de Newton.

Además, una vez que se entiende este problema, se coge mucha agilidad con el cálculo vectorial, con la descomposición de fuerzas, con la descomposición de la aceleración, de la velocidad. Y da mucho juego para resolver luego los problemas que hay en los temas siguientes como agilidad de cálculo, simplemente. Hemos hablado de las tres leyes de Newton, pero yo creo que, pasando de capítulo, deberíamos hablar de las aplicaciones de estas leyes.

Sí, cuando financemos lo que son las leyes de Newton, que son fundamentales en la mecánica clásica, sabiendo que la fuerza es un vector, que la masa es una propiedad intrínseca de los cuerpos y que el peso es la fuerza, aunque la tierra atrae a los cuerpos, a partir de ahí sí somos capaces de buscar las aplicaciones de las leyes de Newton. Son los dos temas básicos en dinámica de las leyes de Newton y sus aplicaciones. Vamos a aplicar ahora estos principios justamente para poder calcular cuáles van a ser las trayectorias que van a seguir los cuerpos.

¿Habría una primera aplicación? Yo creo que son todas iguales. Lo que pasa es que hasta ahora solamente hemos hablado de un tipo muy general de fuerzas, lo leí de Hooke, que era una fuerza lineal o fuerzas constantes, y no se introduce hasta este capítulo el concepto de fuerza

de rozamiento, que creo que es el momento oportuno de poderlo introducir. Hablamos de coeficiente de rozamiento, tanto cinético como estático, saber que el cinético es inferior al coeficiente de rozamiento estático, y hablamos de equilibrio.

Es en ese tema donde vamos a desarrollar las ideas del tema anterior, justamente en este tema de aplicaciones de las leyes de Newton. Este capítulo, como venimos diciendo, sobre todo es de hacer problemas. Como su propio nombre indica, aplicar los conceptos que se han tenido que entender muy bien y machacar en el tema 4. Lo fundamental son problemas en los que ya intervienen las fuerzas de rozamiento.

Hay que saber que las fuerzas de rozamiento dependen de dos tipos de coeficientes de rozamiento, el dinámico y el estático. Sobre todo que los coeficientes de rozamiento no dependen tanto de la superficie del cuerpo en contacto con otro, sino de la naturaleza de esas superficies. Y básicamente también ver en qué condiciones un cuerpo está en equilibrio, cuando los equilibrios son estables o inestables, dependiendo de cómo sea el momento de la fuerza aplicada.

Y también el centro de gravedad. Déjame que diga una cosa. Las condiciones de equilibrio estático de un cuerpo son dos.

Es que la suma de fuerzas sea igual a cero y que la suma de momentos también sea igual a cero. Los conceptos de fuerzas se han visto en el tema anterior y el concepto de momento también se ha introducido ya. Esa es la parte fundamental.

Y el ejemplo que podemos ponerles para saber lo que es equilibrio estable o inestable es el típico del vaso con la bola. Cuando ponemos el vaso en su posición normal y dejamos la bola en el fondo, estamos en un punto de equilibrio estable. Cuando ponemos el vaso boca abajo y ponemos la bola arriba, cualquier pequeña perturbación saca a esa bola del punto de equilibrio.

Son las dos condiciones que tenemos que imponer en todos los problemas, que la suma de fuerzas sea igual a cero y que la suma de momentos sea igual a cero, para calcular el punto de equilibrio de un sistema. Eso es eso. No tiene más.

Fíjate que en un par de frases hemos resumido ese tipo de aplicaciones del equilibrio de los cuerpos. Pues yo creo que los minutos que nos quedan debemos pasar a hablar ya de trabajo y energía. Y a mí me gustaría primero que me contarais una anécdota de James Yule, que me parece por lo menos graciosa.

James Yule es un científico muy peculiar. Lamentablemente era. Era.

Se murió en 1889. Ha llovido un poco. Y era muy gracioso.

En realidad este señor era un maestro cervecero que heredó de su padre una cervecería y gastó gran parte de su fortuna en sus experimentos científicos para escándalos de sus

familiares e hijos. Y así como para empezar, se fue de luna de miel a Chamonix y allí se pasó toda la luna de miel midiendo la temperatura en unas cascadas que hay muy famosas y viendo que la temperatura en la base de la cascada era mayor que en la parte de arriba. Entonces dedujo que parte de la energía mecánica que se perdía al caer, el agua, se convertía en calor.

Lo que no sabemos es la opinión de la mujer sobre la luna de miel. Desde luego, porque no sé. En fin, entremos un poco en los conceptos que van tan relacionados, que están tan relacionados como son los de trabajo y energía.

Son dos conceptos estrechamente relacionados, ¿no? Sí. En realidad es casi lo mismo. Su unidad en el sistema internacional es el Julio o Jul, en honor a este hombre, a James Jul.

Y los conceptos son ligeramente diferentes. Para que haya trabajo, tiene que haber una fuerza actuando sobre un cuerpo. Y este cuerpo tiene que experimentar un desplazamiento neto.

Es decir, si yo empujo una caja a lo largo de una trayectoria circular y vuelvo al punto de partida, aunque me ha costado mucho esfuerzo empujar la caja, el trabajo es cero, porque el desplazamiento es cero. ¿Ha habido una fuerza actuando sobre todo el movimiento? Sí. Pero como el desplazamiento es cero, el trabajo es cero.

Entonces, es muy importante a la hora de resolver problemas de trabajo, ver cómo actúa la fuerza. El trabajo es el producto de la componente de la fuerza paralelo al movimiento por el desplazamiento. Si yo tengo una fuerza actuando de manera oblicua sobre el cuerpo, tengo que descomponer esa fuerza en dos vectores.

Uno paralelo al desplazamiento y otro perpendicular. Y a la hora de calcular el trabajo, utilizar solamente la componente paralela al desplazamiento, no la perpendicular. Eso se denomina en matemáticas producto escalar de dos vectores.

El vector fuerza por el vector desplazamiento. Su producto escalar es el módulo de la fuerza por el módulo del desplazamiento por el coseno del ángulo que forma entre fuerza y desplazamiento. Como decía Cristina, cuando haces la proyección, tienes que tener en cuenta la fuerza que está en la misma dirección del movimiento o en la perpendicular.

En la perpendicular no se ejerce trabajo, porque el coseno de 90 grados es cero. Como siempre tener en cuenta que trabajamos con vectores, que no es decir una fuerza es 8 newtons. ¿8 newtons cómo? ¿En qué dirección y en qué sentido? Si no sabemos la dirección y el sentido en la que se aplica la fuerza, no podremos resolver el problema.

Aquí hay un teorema que es muy importante, que se llama el teorema de las fuerzas vivas y es muy útil para resolver todo tipo de problemas. El teorema de las fuerzas vivas dice que el trabajo que efectúa una fuerza es igual a la variación de energía cinética. ¿Por qué es muy importante este teorema? Porque muchas veces no sabemos cómo es la expresión de la fuerza.

En la ley de Hooke, la maravilla de esta ley es que nos dice cómo es la fuerza, nos da la

expresión para la fuerza, f igual a menos kx . Pero en general, cuando yo empujo una caja, no sé cómo es la expresión analítica de esa fuerza. Sin embargo, puedo hallar el trabajo que he utilizado aplicando este teorema de las fuerzas vivas, porque la energía cinética es muy fácil de calcular, siempre.

Recuerdo que la definición de energía cinética es un medio de la masa por la velocidad al cuadrado y es un escalar. Al calcular la velocidad al cuadrado, lo que hago es el producto escalar de la velocidad por sí misma y entonces eso es un número. ¿También se define aquí la energía potencial? Eso es.

Hay dos tipos de energías, siempre, implicadas, que son la energía cinética y la potencial. La potencial es la energía que tiene un cuerpo debido a su posición relativa a la superficie de la Tierra, debido a la altura a la que está situado. Suponiendo que la Tierra tiene un campo gravitatorio uniforme, no nos metemos con cómo es el campo gravitatorio de verdad.

Hay un concepto que es el de las fuerzas conservativas. ¿Qué son las fuerzas conservativas? Es importante lo de las fuerzas conservativas. Son las que efectúan un trabajo recuperable.

Por ejemplo, un ejemplo claro de fuerza no conservativa es la fuerza de rozamiento. La fuerza de rozamiento se pierde, se transforma en calor y es una fuerza que no es recuperable. Sin embargo, hay otras fuerzas que sí son recuperables.

Por ejemplo, el trabajo que efectúa la fuerza en un campo gravitatorio. Al alejarme del centro de la Tierra, pierdo energía y al acercarme, vuelvo a ganar esa misma energía. Eso es una fuerza conservativa.

En realidad lo que quiere decir es que si el trabajo de llevar un cuerpo de un punto a otro, solamente depende del punto inicial y del final y no del camino que haya recorrido, no importa cómo llegue de un punto a otro, me dice que el trabajo es el mismo, entonces se dice que la fuerza de ese campo es conservativa. Hemos hablado de energía cinética y de energía potencial. ¿La suma de estas energías es la energía mecánica? Eso es.

Y es muy importante el principio de conservación de la energía mecánica. Cuando solo actúan fuerzas conservativas, la energía mecánica total de un sistema se conserva. Esto va a servir para resolver infinidad de problemas que si intentamos resolver aplicando las leyes de Newton van a resultar difíciles o imposibles porque no sabemos las expresiones de las fuerzas.

Sin embargo, utilizando energías, que la energía cinética es siempre lo mismo, es un medio de la masa por la velocidad al cuadrado, y la energía potencial es siempre la misma, depende de la altura, vamos a poder resolver infinidad de problemas utilizando este principio de conservación. Vamos a tener, y con esto casi debemos despedirnos, un último programa dedicado a la mecánica. Podríamos hacer un pequeño adelanto de lo que vamos a hablar en este programa, muy corto, pero por lo menos para que se vayan preparándose y si lo quieren ir leyendo para luego escuchar mucho mejor las explicaciones.

Sí, como tengo son tres palabras, lo que vamos a hablar, déjame que acabe con el tema de trabajo y energía, y decir que si, como ha dicho Cristina, si las fuerzas son conservativas, lo que tenemos es que la suma de energía cinética y potencial de energía mecánica es constante, y que si las fuerzas no son conservativas, la diferencia de energía del sistema es igual al trabajo de las fuerzas no conservativas. Con eso acabamos este tema, y los temas para la siguiente misión son impulso, cantidad de movimiento y todo ese tipo de conceptos, rotación, vamos a hablar también de gravitación, y si nos da tiempo dentro de este programa, también un momento ondulatorio. Los temas de rotación y el tema de gravitación son específicos para los alumnos de carreras de ciencias, tanto físicas como matemáticas.

Aunque, por cultura general, los alumnos de informática deberán conocerlos, no estarán en el examen de los alumnos de informática. Pues con esta recomendación, que se vayan leyendo si pueden estos temas antes, para luego que las explicaciones les sirvan de mucho más, nos despedimos. Hasta el próximo programa, muchas gracias.

A ti. Buenas noches. Buenas noches.

Y hasta aquí la programación de la UNED. Recuerden que les esperamos el próximo sábado a partir de las siete de la tarde, seis en la Comunidad Canaria. Hasta entonces, que pasen una feliz semana.