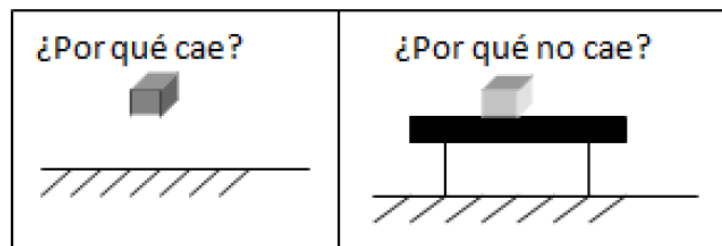


Unidad 3. Estática

Introducción

SITUACIONES PROBLEMATICAS

- 1) Escribir un breve párrafo en el que sintetices lo que entiendes por fuerza.
- 2) En un partido de fútbol, cómo lográs que la pelota:
 - a) ¿Adquiera velocidad?
 - b) ¿Cambie de dirección o sentido?
 - c) ¿Se detenga?
- 3) Escribí una frase en la que expliques por qué el libro se cae en la imagen de la izquierda pero no lo hace en la de la derecha.



La estática es la parte de la física que estudia las fuerzas en equilibrio. Si sobre un cuerpo no actúan fuerzas o actúan varias fuerzas cuya resultante es cero, decimos que el cuerpo está en equilibrio. Que el cuerpo está en equilibrio significa que está en reposo o se mueve en línea recta con velocidad constante.

Comúnmente asociamos la idea de fuerza a un esfuerzo muscular: para deformar, arrastrar, tirar o empujar algo debemos aplicar una fuerza.

Toda fuerza proviene de la interacción entre dos cuerpos. Para cada situación y, según lo que se desee explicar, uno de ellos será el objeto de estudio. El otro será considerado como un elemento de su entorno que a distancia o por contacto interactúa con él. Esa interacción hace que el cuerpo en estudio puede deformarse y/o se pueden producir cambios en las características de su vector velocidad.

La fuerza es aplicada a un cuerpo, no es del cuerpo, los cuerpos tienen velocidad o mejor dicho cantidad de movimiento (magnitud que se discutirá en cursos futuros). No debe confundirse la velocidad de un cuerpo con la fuerza que actúa sobre él.

La fuerza es una medida para determinar cuán intensa es la interacción entre dos cuerpos. Siempre que vemos que una fuerza actúa sobre un cuerpo, encontramos que existe otro cuerpo que la provoca; éste, a su vez, está sometido también a una fuerza originada por dicha interacción.

La fuerza es una magnitud vectorial que proviene de la interacción entre cuerpos.

Para poder comprender y explicar los distintos fenómenos, es necesario conocer la medida (módulo de la fuerza, es más o menos intensa), dirección (paralela al plano, perpendicular a éste, forma un ángulo de 30° , etc.) y sentido (hacia la derecha, hacia la izquierda, hacia arriba, hacia abajo) de las fuerzas que intervienen.

Sobre un cuerpo pueden actuar una o más fuerzas. Estas fuerzas pueden sumarse vectorialmente para obtener la fuerza “resultante” que actúa sobre el cuerpo. Es decir una única fuerza capaz de producir el mismo efecto sobre el cuerpo que todas las anteriores juntas.

En la industria, el comercio y la actividad técnica en general, se emplea como unidad de medida de la fuerza, el **kilogramo fuerza**. Se suele simbolizar entre otras maneras con el símbolo “kgf”.

En el S.I. la unidad de la fuerza es el Newton (N) = kg m/s². Siendo 1 kgf equivalente a 9,8 N. Se deja para cursos posteriores la deducción de esta equivalencia.

Las fuerzas pueden ser de distinta naturaleza, dependiendo del tipo de interacción.

Existen en el universo, cuatro fuerzas fundamentales, a saber:

- 1) La fuerza de atracción gravitatoria.
- 2) La fuerza de atracción o repulsión electromagnética.
- 3) La fuerza nuclear débil.
- 4) La fuerza nuclear fuerte.

De las cuatro fuerzas fundamentales, dos de ellas operan en la escala del núcleo atómico (a distancias menores que 10^{-10} cm), pero producen enormes efectos observables: son la fuerza nuclear fuerte y nuclear débil.

La fuerza electromagnética opera en toda la escala de distancias y se manifiestan como fuerzas de contacto (rozamiento, elasticidad, golpes, etc.), reacciones químicas de todo tipo, fenómenos luminosos y calóricos, y en cada dispositivo eléctrico o electrónico y magnético.

En las dimensiones cósmicas domina la fuerza de atracción gravitatoria, que es la atracción universal de la materia, y promotora de la aparición de galaxias, estrellas y planetas. También se registra en todo fenómeno de nuestra experiencia terrestre asociado a la caída de cuerpos: cursos de agua, proyectiles, tropismos.

En las teorías del campo unificado que se inician con Albert Einstein en 1910, se desarrollan ecuaciones para describir las cuatro fuerzas fundamentales de la Naturaleza en términos de una sola, que poseería todas las propiedades necesarias para que todo sea tal como en efecto es. En los comienzos hipercalientes del Universo, a temperatura mayor al billón de grados (10^{12} K), la luz y la materia constituían la misma sustancia, y había una única fuerza que mantenía todo unido.

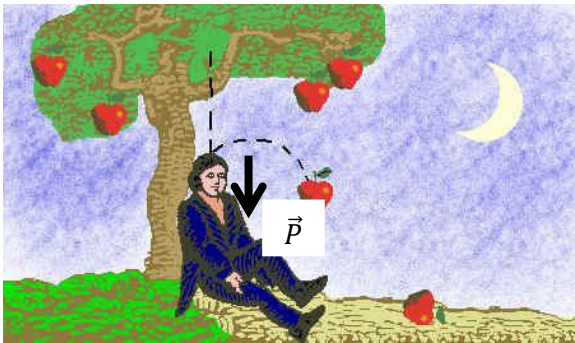
Como consecuencia de la expansión del Universo, su temperatura fue descendiendo; aparecieron entonces partículas provistas de carga eléctrica y con masa, diferenciadas de la radiación y, por consiguiente, la fuerza única se desdobló en las cuatro fuerzas

fundamentales que se observan en la actualidad. De éstas, la fuerza gravitatoria se asocia a la masa, y la fuerza electromagnética, a las cargas.

Los experimentos realizados desde 1980 en aceleradores de partículas – en los que se desarrollan energías comparables a la de los primeros segundos del Universo – sugieren que la unificación es posible.

En todos los fenómenos conocidos intervienen algunas de las cuatro fuerzas de la Naturaleza.

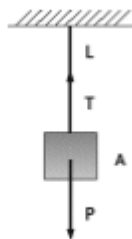
Podemos decir, que hay fuerzas que se ejercen a distancia, como la atracción gravitatoria, y la atracción o repulsión entre cargas eléctricas e imanes. Estas fuerzas se ejercen entre cuerpos a través del vacío, sin que sea necesaria la presencia de un medio material para que se transmitan.



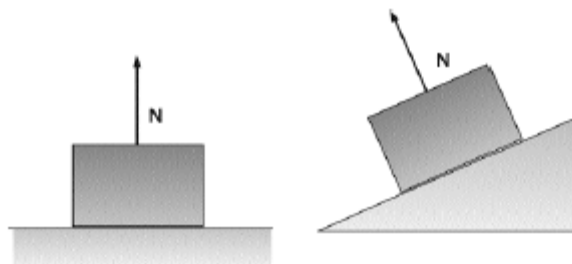
Fuerza que se ejerce a distancia: fuerza peso (\vec{P})

Existen, por otro lado, las fuerzas de contacto: elásticas, cada vez que haya deformación reversible; de fricción, ya sea entre sólidos, líquidos o gases; y fuerzas de vínculo.

Las fuerzas de vínculo impiden que un cuerpo acceda a una determinada región del espacio: si se empuja una pared, ésta me impide pasar al otro lado; un cuerpo apoyado no puede atravesar el piso o la mesa que lo sustenta; una lámpara de techo es retenida por una cadena tensa; un carrito de montaña rusa no puede (¡ni debe!) salirse del riel. En todos los casos la fuerza de vínculo es perpendicular a la superficie de contacto entre los cuerpos, por lo que habitualmente se las llama “normales”.



Fuerza de contacto: Tensiones
 Un cuerpo A de peso P pende del techo a través de una cuerda de longitud L. La cuerda está tensa. Sobre el cuerpo A actúa el peso P hacia abajo y la tensión T hacia arriba, esta tensión es la fuerza de contacto que ejerce la cuerda sobre el cuerpo.

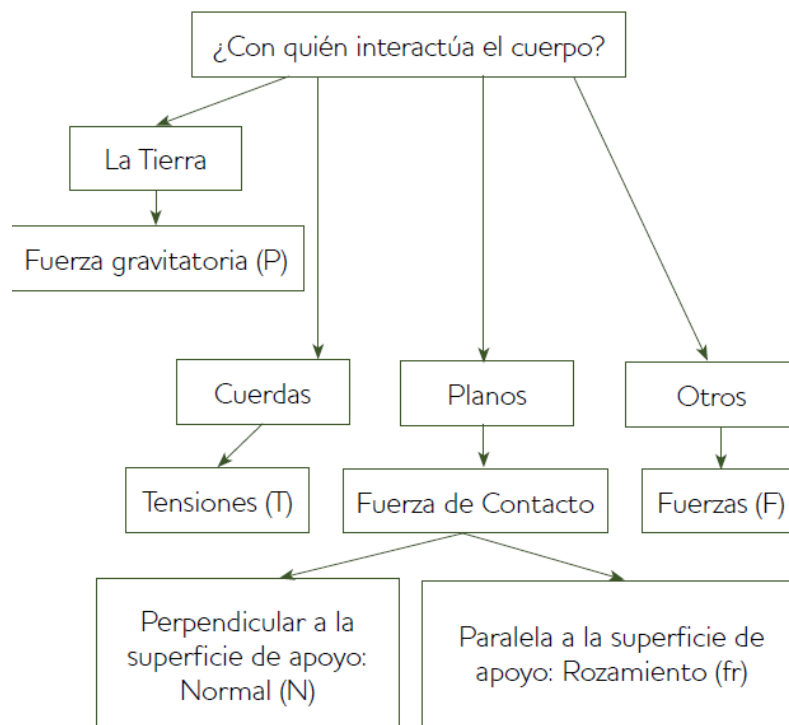


Fuerza de contacto: Fuerzas normales
 Si tenemos un cuerpo apoyado sobre una superficie, éste experimenta, entre otras, una fuerza perpendicular a la superficie, denominada Normal (N).

Hablando con rigor, nunca se establece un contacto efectivo entre las moléculas de dos cuerpos, pues a distancias muy cortas, éstas se repelen mediante fuerzas eléctricas de gran intensidad. Cuando golpeamos una pared, lo que nos produce dolor es la acción de esta fuerza eléctrica.

Un cuerpo puede estar interactuando con varios cuerpos. A cada interacción, la reemplazaremos por una fuerza. Estas fuerzas pueden tener distintos módulos, direcciones, sentidos y puntos de aplicación. Para hallar la fuerza resultante gráficamente podemos usar el método del paralelogramo. Para el cálculo analítico tenemos que descomponer las fuerzas en sus componentes ortogonales.

¿Cómo se pueden determinar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo?



SITUACIONES PROBLEMATICAS

4) Representar las fuerzas que se ejercen sobre los cuerpos a los que se hace referencia:

- a) Soplar una pluma.
- b) Estirar una banda elástica.
- c) Lanzar un avión de papel.
- d) Acercar un imán a un trozo de hierro.

Indicar, para cada uno de los casos anteriores: sobre quién se ejerce la fuerza, quién la ejerce y los efectos que produce la fuerza.

5) Dibujar las siguientes situaciones y representar, sin tener en cuenta ninguna medida, la fuerza que ejerce:

- a) Juan al empujar el ropero de su habitación.
- b) La mesa sobre un libro apoyado en ella.
- c) El agua sobre un tronco que flota.
- d) La cadena que sostiene una lámpara.
- e) Un auto al arrastrar al otro.

6) Representar gráficamente, en cada situación, el peso de los cuerpos utilizando una escala conveniente.

- a) Una señora pesa 60 kgf.
- b) Un auto que pesa 1 tnf sube por una rampa inclinada. Otro de 500 kgf que está detrás sin haber comenzado a ascender.
- c) Una manzana que pesa 1,5 N mientras cae del árbol.

7) Un carrito se mueve con una cierta velocidad v horizontal de Este a Oeste. Se le aplica una fuerza:

- En la misma dirección y sentido a la velocidad.
- En la misma dirección y sentido contrario a la velocidad.
- De Norte a Sur.

a) Dibujar cada situación y representa, sin usar escalas, la velocidad del carrito y la fuerza aplicada.

b) En una frase describí los cambios de movimiento que esas fuerzas producen en el carrito.

8) Una pelota de tenis es arrojada verticalmente hacia arriba sube y vuelve a caer. Realizar un esquema y representar la velocidad y la/las fuerzas sobre la pelota mientras está:

- a) Ascendiendo en el aire.
- b) En el punto de máxima altura.
- c) Descendiendo, antes de llegar al piso.

Especificar cuál es el efecto de la(s) fuerza(s) sobre la pelota.

Condición de equilibrio

Para que un cuerpo se encuentre en equilibrio de traslación la sumatoria de fuerzas sobre él debe ser cero o sea su resultante debe ser nula.

Que un cuerpo se encuentre en equilibrio de traslación no implica que este quieto, puede moverse a velocidad constante en línea recta.

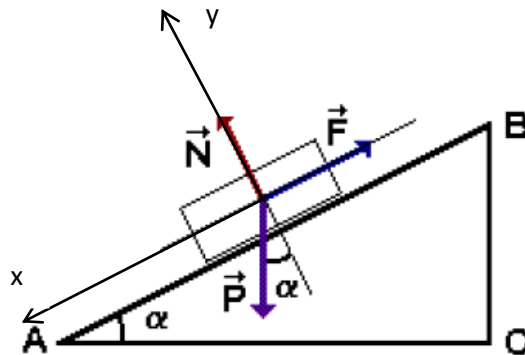
Analicemos esta condición para el caso particular de un plano inclinado.

Un plano inclinado es una superficie plana que forma un ángulo α con la línea horizontal.

Analicemos la siguiente situación: un cuerpo de peso P ubicado sobre un plano inclinado que se encuentra en equilibrio. Para que esto ocurra "algo" debe estar ejerciendo una fuerza para sostenerlo. Queremos saber cuál debe ser el módulo de esta fuerza.

Primero debemos pensar con quien interactúa el cuerpo:

- Con el plano inclinado: a esta interacción le asociamos la fuerza normal \vec{N} .
- Con el planeta Tierra: a esta interacción le asociamos la fuerza peso \vec{P} .
- Con el agente que lo sostiene: a esta interacción le asociamos la fuerza \vec{F} .



Elegimos por un sistema de ejes coordenados de manera que el eje x sea paralelo al plano inclinado y el eje y perpendicular.

Vamos a realizar la suma de las componentes de cada fuerza:

$$\sum F_x = P \operatorname{sen} \alpha - F = 0$$

$$\sum F_y = N - P \operatorname{cos} \alpha = 0$$

De las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

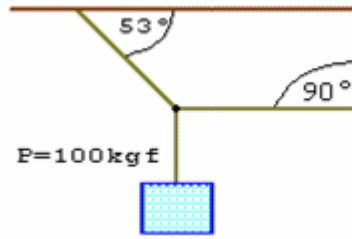
$$F = P \operatorname{sen} \alpha \qquad N = P \operatorname{cos} \alpha$$

Se puede ver que la fuerza con la cual se sostiene al cuerpo es menor que el peso del cuerpo y que también la fuerza que ejerce el plano es menor que el peso.

A modo de ejemplo:

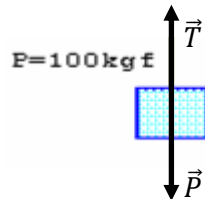
Enunciado:

Determina las tensiones en las cuerdas que soportan al cuerpo suspendido.



Resolución:

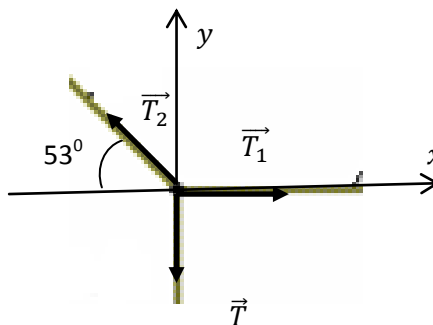
Consideremos el cuerpo en el modelo de partícula. Sobre el actúa la fuerza peso y la tensión de la cuerda.



Si hacemos la sumatoria de fuerza sobre el cuerpo, y teniendo en cuenta que el cuerpo está quieto, resulta que el módulo de la tensión es igual al módulo de la fuerza peso.

Resulta que el módulo de T es 100 kgf.

Analicemos ahora el punto de donde cuelga la soga que sostiene el cuerpo.



Vamos a descomponer las tensiones, en dos direcciones perpendiculares.

$$\sum F_x = T_1 - T_2 \cos 53^\circ = 0$$

$$\sum F_y = T_2 \sin 53^\circ - T = 0$$

Ambas sumatorias están igualadas a cero, porque el punto está en equilibrio.

Obtenemos: $T_1 = 75 \text{ kg}$ y $T_2 = 125 \text{ kgf}$

SITUACIONES PROBLEMATICAS

9) Analizar y dibujar las siguientes situaciones:

a) Tres personas ponen en movimiento un auto, cada una ejerciendo una fuerza de 15 kgf. Las tres lo hacen en el mismo sentido y dirección (horizontal hacia la derecha). ¿Qué fuerza deberá realizar una sola persona para conseguir el mismo efecto? Representar dicha fuerza.

b) Si esas personas ponen en movimiento el auto, ejerciendo cada una fuerzas de 15 kgf, pero una empuja en sentido opuesto, ¿cuál será la fuerza que reemplazará las tres en este caso? Representar la fuerza correspondiente.

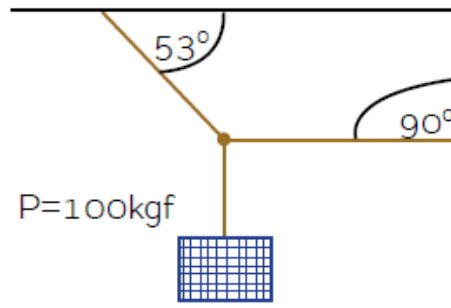
10) Un chico, que pesa 500 N, se cuelga con las manos de una barra horizontal, estando sus brazos paralelos. ¿Qué fuerza realiza cada brazo? ¿Qué fuerza realiza cada brazo, si ahora forman un ángulo de 24° con la vertical?

11) Raúl y Santiago tiran horizontalmente de cuerdas atadas a un auto, las cuales forman entre sí un ángulo de 45° . Raúl ejerce una fuerza de 150 kgf y Santiago una de 100 kgf sin lograr mover el auto. Encontrar la fuerza resultante y el ángulo que forma respecto a la fuerza ejercida por Raúl. ¿Con quién interactúa el cuerpo?

12) Verificar si la partícula que está afectada por las siguientes fuerzas: $F_1 = 140 \text{ N}$; $F_2 = 210 \text{ N}$; $F_3 = 350 \text{ N}$; $F_4 = 280 \text{ N}$, y cuyas direcciones forman entre sí los siguientes ángulos: $\alpha_{1,2} = 45^\circ$; $\alpha_{2,3} = 82^\circ$; $\alpha_{3,4} = 90^\circ$, está en equilibrio.

En caso de no estarlo, agregar una fuerza de igual módulo, de igual dirección y de sentido contrario a la resultante, (que llamaremos equilibrante), para establecer el equilibrio.

13) Determinar las tensiones en las cuerdas que soportan al cuerpo suspendido.



14) Calcular la fuerza necesaria para arrastrar un objeto de 500 kgf por una tabla de 3 m de largo que forma un plano inclinado de 2 m de altura. ¿Qué ángulo forma la tabla con el piso?

15) Un auto está estacionado sobre una calle con una pendiente de 15° . Si su peso es 10.500 N, determina el valor de la fuerza que ejerce el piso sobre el auto. Recordar que tiene dos componentes una paralela al plano y otra perpendicular al mismo.

Recursos

Para profundizar contenidos

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/qui ncena3.pdf>

Para cálculos sencillos relativos al tema de estática: Oficalc

<http://www.ofimega.es/oficalc/>

Para visualizar animaciones

http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones_files/grua.swf

http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones_files/articulacion.swf