

## TEMA 4

### DINAMICA

#### 1. INTRODUCCION. CONCEPTO DE FUERZA

En el tema anterior estudiábamos el movimiento de los cuerpos; veíamos cómo un vehículo cambia de posición con el tiempo, pero dejábamos sin aclarar el origen de dicho movimiento; ¿por qué se mueve un vehículo?, ¿por qué cae una piedra?.

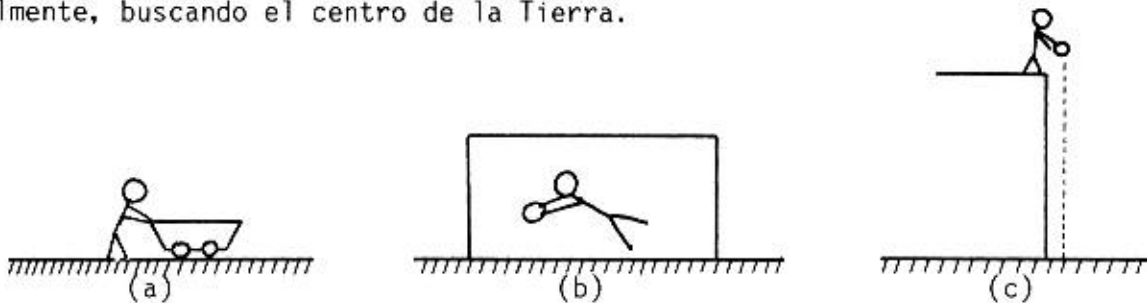
Para responder a estas preguntas introducimos el concepto de FUERZA como "la causa capaz de modificar el estado de movimiento de los cuerpos o bien de producirle deformaciones". En este tema utilizaremos exclusivamente la primera acepción de la definición de fuerza, dejando la segunda acepción para desarrollarla en el tema de Estática.

Veamos con algunos ejemplos cómo actúan las fuerzas.

a) Un minero empuja una vagoneta, inicialmente en reposo, a lo largo de sus raíles.

b) Un portero de fútbol detiene un penalty, alterando el movimiento del balón que pasa de llevar una cierta velocidad, al reposo.

c) Una piedra, soltada desde lo alto de un precipicio se mueve verticalmente, buscando el centro de la Tierra.



En los tres ejemplos citados ha intervenido una fuerza como responsable del movimiento, pero no todas las fuerzas tienen igual tratamiento, como vamos a ver a continuación.

En los casos (a) y (c) los objetos; carretilla y piedra, inicialmente estaban en reposo y por la acción de una fuerza se ponen en movimiento. En este caso consideramos la fuerza como POSITIVA.

En el caso (b), el balón pasa de estar en movimiento a detenerse. Decimos entonces, que el portero ha ejercido una fuerza NEGATIVA sobre el balón.

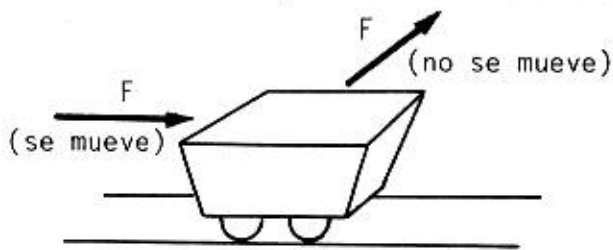
En los casos (a) y (b) el movimiento se produce por CONTACTO directo del minero y el portero sobre la vagoneta y balón, respectivamente.

En cambio, en el caso (c) el movimiento de caída de la piedra tiene lugar sin que exista una causa visible para dicho movimiento. La piedra cae --

sin que nada ni nadie la toque. Es un ejemplo de fuerza a DISTANCIA.

Ejemplos de fuerzas a distancia son; las gravitatorias, eléctricas y magnéticas.

La magnitud fuerza tiene carácter vectorial como se puede comprobar -

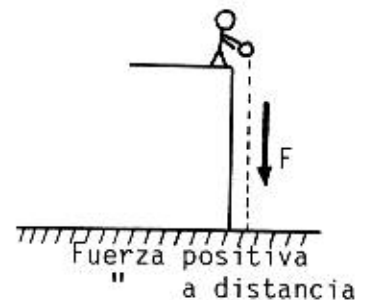


fácilmente al empujar la vagoneta de la figura. Si la fuerza la ejercemos en la dirección de la vía lograremos desplazar la vagoneta, pero si actuamos perpendicularmente a ella no lograremos moverla.

Como el efecto (movimiento), depende de la dirección y sentido de la causa (fuerza), deducimos el carácter vectorial de las fuerzas. Por consiguiente, para

representar gráficamente una fuerza es necesario utilizar la notación vectorial y seguir las normas de cálculo vectorial expuestas en el Tema 2, cada vez que deseemos sumar o restar fuerzas.

Utilizando la notación vectorial podemos visualizar mejor cómo actúan las fuerzas en los ejemplos anteriores.



## 2. LEYES DE LA DINAMICA DE NEWTON

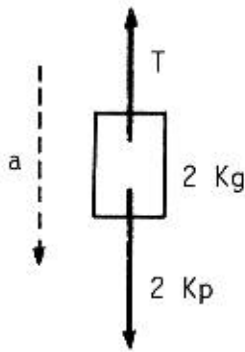
Toda la Dinámica descansa en tres principios fundamentales, enunciados por Isaac Newton en 1.687, los cuales constituyen los pilares de la mecánica clásica.

a) PRIMER PRINCIPIO: "Todo cuerpo no altera su estado de movimiento en tanto no actúe alguna fuerza sobre él".

Es decir, si un cuerpo está en reposo no iniciará su movimiento mientras no ejerzamos una fuerza sobre él. Así mismo, un cuerpo que se desplazara con velocidad constante y trayectoria rectilínea continuará indefinidamente -- con este movimiento mientras no actúe ninguna fuerza sobre él.

La primera parte de este enunciado resulta bastante fácil de entender porque coincide con nuestra experiencia diaria. Sin embargo la segunda parte no es tan evidente porque estamos acostumbrados a observar en nuestro mundo cómo una bola de billar se detiene finalmente después de haber sido golpeada - con el taco y cómo un vehículo circulando por una carretera horizontal se detiene al cortar el contacto del motor.

Estos ejemplos parecen estar en contradicción con este primer principio. Sin embargo, sobre el vehículo y sobre la bola de billar actúan unas fuerzas de rozamiento con el aire, con el suelo, etc. que son las causantes de su inmovilización final.



A la vista del esquema aplicamos (4).

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (4)$$

$$2 - T = \left(-\frac{2}{9,8}\right) \cdot 0,98$$

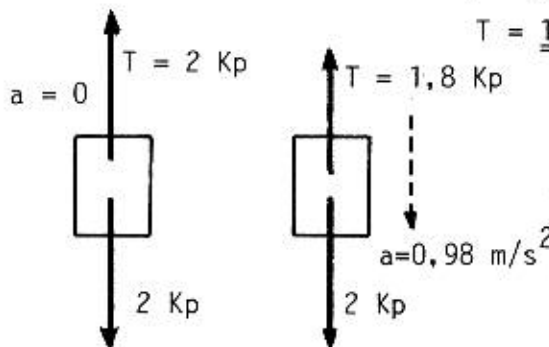
Nótese que el criterio de signos otorga el signo positivo a las fuerzas -- que llevan el mismo sentido de la aceleración y signo negativo las de sentido contrario. Por eso, la fuerza de 2 Kp es positiva y la tensión T negativa. Por otro

lado, al trabajar en el Sistema Técnico paso la masa a U.T.M. - dividiendo por 9,8. Despejando T obtengo finalmente.

$$2 - T = 0,2$$

$$T = 2 - 0,2$$

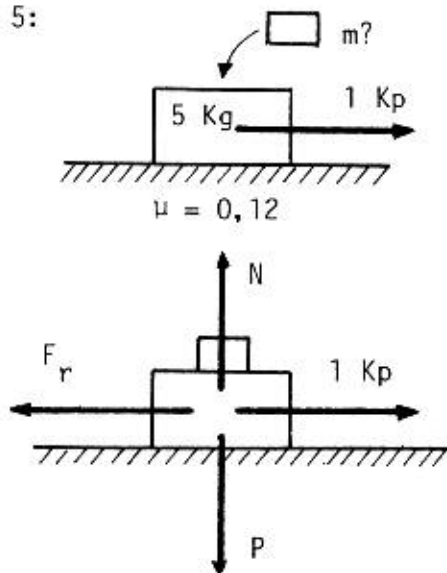
$$T = \underline{1,8 \text{ Kp}}$$



Si la masa de 2 Kg estuviera en reposo, la tensión de la cuerda coincidiría con el peso y por tanto su valor sería -- de 2 Kp.

Pero si la masa de 2 Kg está cayendo con una cierta aceleración a, es intuitivo pensar que la cuerda quedará menos tensa, lo cual concuerda con el resultado obtenido arriba.

Ejemplo 5:



¿Qué masa mínima habría que situar encima del bloque de 5 Kg para que el -- sistema permaneciera en reposo.

En el límite del equilibrio se cumple.

$$F_r = 1 \text{ Kp}$$

Como.

$$F_r = \mu \cdot N$$

$$N = (5 + m) \text{ Kp}$$

Sustituyendo e igualando ambas fuer-- zas.

$$0,12 \cdot (5 + m) = 1$$

Despejamos la masa m.

$$0,6 + 0,12 \cdot m = 1$$

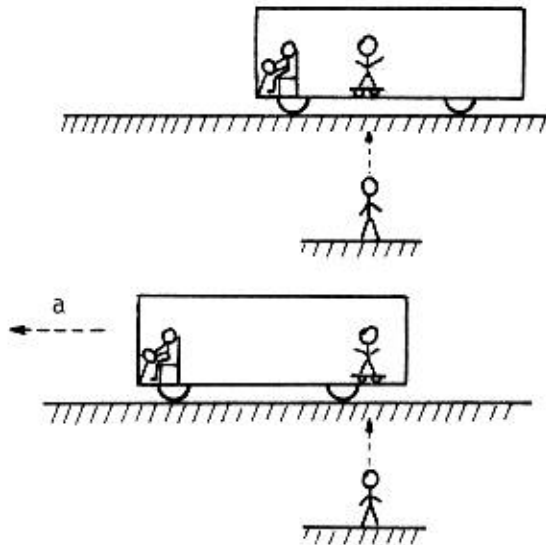
$$0,12 \cdot m = 0,4$$

$$m = \frac{0,4}{0,12} = 3,3 \text{ Kg}$$

Si la masa fuera inferior a  $3,3 \text{ Kg}$  el sistema se desplazaría hacia la derecha. Para un valor de m superior a  $3,3 \text{ Kg}$  la fuerza de 1 Kp sería incapaz de mover el sistema, al impedírselo la fuerza de rozamiento.

## 5. FUERZAS DE INERCIA

Para estudiar las fuerzas de inercia nos valdremos de un ejemplo. Sea un autobús imaginario con las paredes laterales transparentes y un suelo totalmente liso (rozamiento nulo).



En el interior del autobús está el conductor, sentado en su asiento y un pasajero permanece de pie, en medio del pasillo. Para visualizar mejor la situación de ausencia de rozamientos se ha colocado al pasajero encima de un carrito.

Fuera del autobús, en la acera, hay un observador a la misma altura del pasajero.

Si el autobús arranca hacia la izquierda con una aceleración  $a$ , podemos preguntarnos: ¿se ha movido el pasajero?

La pregunta es un tanto ambigua porque tal como vimos en el tema de Cinemática, el movimiento depende del sistema de referencia elegido.

Así, para el conductor del autobús el pasajero se ha movido hacia el fondo del vehículo cuando él ha arrancado. Sin embargo, para el observador situado en la acera el pasajero no se ha movido del sitio, quien se ha movido ha sido el autobús de derecha a izquierda por debajo de los pies del pasajero.

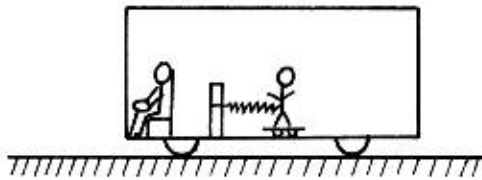
Ahora debemos preguntarnos: ¿está actuando alguna fuerza sobre el pasajero?.

Según los principios de la Dinámica; como el pasajero inicialmente está en reposo y no existen fuerzas de rozamiento, la existencia de movimiento presupone la acción de una fuerza sobre él. Si, de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior, el pasajero se mueve con relación al conductor y está en reposo con relación al observador, deducimos que no actúa ninguna fuerza si analizamos el movimiento respecto a un sistema de referencia fijo, pero si que actúa una "fuerza" al analizar el movimiento con relación a un sistema de referencia no inercial (sometido a aceleración).

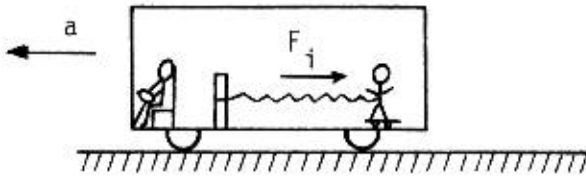
Esta "fuerza" no es una fuerza real sino virtual a la que llamamos - FUERZA DE INERCIA porque la causa del movimiento no es una fuerza sino la inercia del pasajero a continuar con su estado de movimiento o reposo según afirma el Primer Principio de la Dinámica.

A pesar de que las fuerzas de inercia no son fuerzas reales los efectos observados asociados a ellas sí que lo son y tienen una gran importancia en el diseño mecánico.

Las fuerzas de inercia pueden visualizarse fácilmente si, en el ejemplo del autobús, fijamos un poste en sus interior y unimos el pasajero a él mediante un muelle, tal y como se indica en la figura de la página siguiente.



Al acelerar el autobús el muelle se estira, (ver figura), debido a la inercia del pasajero. Este alargamiento es directamente proporcional a la masa del pasajero y a la aceleración del autobús.



Las fuerzas de inercia actúan sobre las partes móviles de los sistemas acelerados. Se calculan mediante.

$$F_i = m \cdot a \quad (8)$$

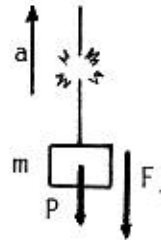
Donde:

$m$  es la masa del objeto móvil (pasajero)  
 $a$  es la aceleración del sistema (autobús)

Las fuerzas de inercia llevan siempre sentido contrario a la aceleración, por eso cuando un autobús acelera nos vemos desplazados hacia atrás y -- cuando frena (aceleración negativa) nos vemos impelidos hacia la parte delante del autobús.

Hay que señalar, para finalizar, que la introducción del concepto de fuerza de inercia es un recurso artificial pero muy eficaz que nos permite re solver multitud de problemas de Dinámica.

Ejemplo 6: Un cuerpo cuelga de un hilo, estando ambos en reposo. Si tiro del hilo bruscamente hacia arriba, éste puede llegar a romperse como con secuencia de la fuerza de inercia que se suma al peso del cuerpo.



Ejemplo 7: Un hombre está situado de pie sobre una báscula de baño en el interior de un ascensor. Cuando el ascensor arranca hacia arriba, la aguja se mueve marcando un peso superior al inicial y al comenzar a descender el ascensor, la báscula marca menos del peso inicial como consecuencia de la fuerza de inercia que en el primer caso se suma al peso y en el segundo lleva sentido contrario al peso.

