



Nombre:		Fecha: 25/03/2020	
Curso: Tercero medio Electivo		Unidad 2: Fuerzas centrales	
Objetivos	Reconocen, explican y definen conceptos relacionados con el movimiento circular uniforme.		

DINÁMICA DEL MOVIMIENTO CIRCULAR: FUERZA COMO VECTOR

Según recordarás de cursos anteriores, el movimiento de un objeto, habitualmente, queda determinado por las fuerzas que actúan sobre él. El peso, el roce, la tensión de una cuerda son ejemplos diarios de fuerzas que explican diversas situaciones cinemáticas como las descritas en la unidad anterior.

¿QUÉ SON LAS FUERZAS?

Las fuerzas son vectores, al igual que el desplazamiento, la velocidad y la aceleración. Esto significa que tienen

módulo, dirección y sentido. Así, por ejemplo, el peso actúa en la dirección vertical y tiene sentido hacia el centro del planeta. Las fuerzas que actúan sobre un objeto se representan por vectores, los que nos ayudarán a determinar las características del movimiento del objeto.

La figura 1 representa un automóvil de carreras en movimiento.

Al analizarla se observan, al menos, cuatro fuerzas diferentes: el peso (P), la fuerza normal (N), la fuerza de roce (F_r) y la fuerza del motor (F_M). El peso es ejercido por la Tierra hacia abajo; la fuerza normal es ejercida por el suelo hacia arriba.



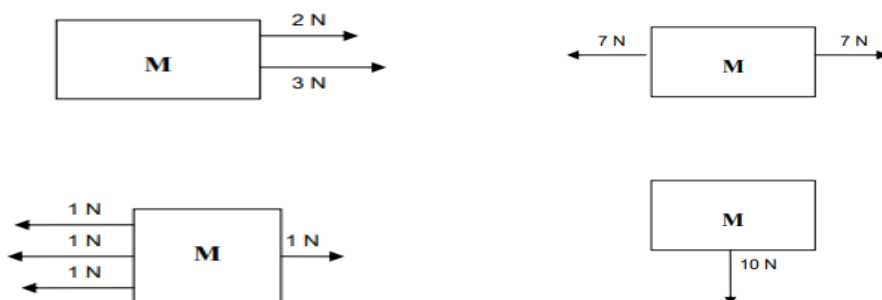
Figura 1

Estas fuerzas se encuentran en equilibrio, y podemos darnos cuenta de ello porque el auto no se hunde ni se eleva. En la dirección horizontal, tenemos la fuerza de roce que actúa hacia atrás y la fuerza del motor dirigida hacia adelante, entre ellas no debería existir equilibrio... ¡a menos que se desee perder la

carrera! Todas las fuerzas mencionadas son ejercidas sobre el automóvil y son las que determinan su velocidad, su aceleración, su trayectoria y todos sus movimientos.

La resultante de la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto recibe el nombre de fuerza neta. La fuerza neta es una fuerza que representa a todas las otras y que explica el tipo de movimiento del cuerpo. Si la fuerza neta es nula, el objeto está detenido o se mueve con velocidad constante y por consiguiente está en equilibrio. Si la fuerza neta es distinta de cero, no existe equilibrio y el objeto tiene movimiento acelerado. El tipo de movimiento de un objeto es clave para identificar la fuerza neta que actúa sobre él.

Ejercicio 1. Indica la magnitud, dirección y sentido de la fuerza neta, o fuerza resultante, en las siguientes configuraciones:



La segunda ley de Newton establece que la fuerza neta (F_n) o resultante de la acción de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto, es directamente proporcional a la aceleración (a) que él adquiere. Esto significa que ambos vectores tienen igual dirección y sentido.

$$\vec{F}_n = m\vec{a}$$

\vec{F}_n es la fuerza neta medida en [N], \vec{a} es la aceleración en [m/s²] y m es la masa en [kg].

Ejercicio 2. Sobre el bloque de la figura 2, cuya masa es de 3 [kg], actúan dos fuerzas, una de 18 [N] hacia delante y una de 6 [N] en sentido contrario. Calcula la fuerza neta que actúa sobre el bloque y la aceleración que él adquiere.



Figura 2

ACCIÓN DE LAS FUERZAS

Para modificar la velocidad de un objeto, se requiere la acción de una fuerza. Si solo se desea modificar el módulo de la velocidad, sin alterar su dirección, a fuerza debe actuar en la misma dirección que la velocidad. En este caso resulta un movimiento rectilíneo (ver figura 3A). Es decir, al aplicar fuerzas paralelas a la dirección del movimiento sólo se modifica la rapidez de un objeto.

Ahora, si se desea modificar la dirección de la velocidad necesario aplicar una fuerza en una dirección distinta a la de la velocidad. Así entonces, para producir un movimiento curvilíneo se requiere de una fuerza dirigida hacia el interior de la trayectoria curvilínea, que modifique la dirección del movimiento (ver figura 3B). Si la fuerza actúa en una dirección diferente a la que tiene la velocidad, se produce un movimiento curvilíneo.

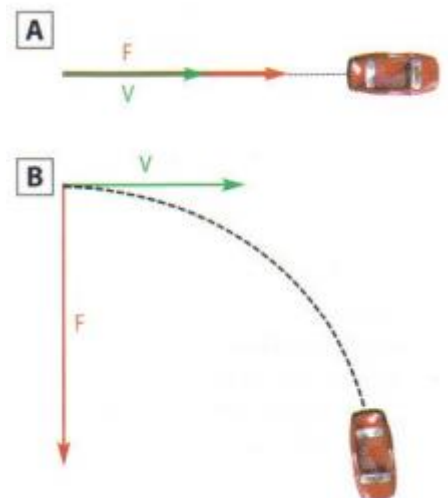


Figura 3

Ejercicio 3. Una lancha de masa 750 [kg] ejerce 7.000 [N] de fuerza hacia delante. Si la fuerza de roce sobre el agua es de 5.000 [N]

- Calcula la aceleración de la lancha y su peso
- ¿Qué fuerzas se encuentran equilibradas?
- ¿Qué valor tiene la fuerza neta? ¿Cuál es su dirección?

FUERZA CENTRÍPETA

La competencia del lanzamiento del martillo es una combinación de técnica, fuerza y mucha física. Al hacer girar el martillo, el atleta ejerce sobre el cable de acero que lo sostiene una fuerza perpendicular a la trayectoria circular que adquiere el martillo. Esta es una fuerza central que se transmite a través del cable. ¿Qué ocurre cuando el atleta suelta el martillo?

Cuando se ejerce una fuerza perpendicular al movimiento de un objeto, este describirá una trayectoria circular. Esta fuerza central es la fuerza centrípeta, que actúa en la dirección del radio y cuyo sentido es hacia el centro de la circunferencia.

La fuerza centrípeta tiene la misma dirección y sentido que la aceleración centrípeta. Esto último se puede explicar a través de la segunda ley de Newton, pues como existe una aceleración centrípeta, debe existir una fuerza en esa dirección.

La fuerza centrípeta no es un nuevo tipo de fuerza; es simplemente el nombre que se le da a toda fuerza que actúa en ángulo recto respecto de la trayectoria de un objeto en movimiento y que produce un movimiento circular. Así, una fuerza centrípeta puede ser gravitacional, eléctrica, elástica, etc.

Si la trayectoria seguida por un objeto es circunferencial, significa que la fuerza neta es igual a la fuerza centrípeta, por lo que al aplicar la segunda ley de Newton ($F_n = m \cdot a$), tenemos que:

$$\vec{F}_c = m\vec{a}_c \quad \text{o bien,} \quad |\vec{F}_c| = m \frac{v^2}{r}$$

Donde, F_c es la fuerza centrípeta en [N] y dirigida hacia el centro de la circunferencia, m es la masa del objeto en [kg], v es la rapidez lineal del objeto en [m/s] y r es el radio de la circunferencia en [m]. De acuerdo con lo que ya hemos visto sobre el movimiento circunferencial, la fuerza centrípeta también puede expresarse en términos de la rapidez angular (ω) como:

$$|\vec{F}_c| = m\omega^2 r$$

Ejercicio 4. Un martillo (de lanzamiento) tiene una masa de 7,26 [kg]. En un buen lanzamiento gira con una rapidez de 25 [m/s], describiendo una trayectoria circunferencial de radio 1,9 [m]. Calcula la fuerza centrípeta que proporciona el atleta y la rapidez angular del martillo.

EJEMPLOS SOBRE FUERZA CENTRÍPETA. 1. ¿QUÉ TAN RÁPIDO PUEDE DOBLAR UN AUTOMÓVIL EN UNA ESQUINA?

La rapidez con que puede doblar un automóvil en una esquina depende de varios factores. Supongamos que deseamos calcular la máxima rapidez que puede alcanzar un automóvil de 800 [kg] en una esquina, donde el radio de giro es de 9 [m]. El coeficiente de roce entre los neumáticos y el pavimento es ($\mu = 0,8$) lo que permite que el auto no se deslice.

En el eje vertical, se observa que existen dos fuerzas, el peso (P) y la normal (N). Como el auto no se levanta ni se hunde, significa que existe equilibrio en ese eje, por lo tanto, $N = P$ Como $P = mg$, tenemos que $N = mg$ (1)

Ahora, si analizamos el eje horizontal, resulta claro que la única fuerza actuante es el roce (F_r) entre el pavimento y los neumáticos. El roce le proporciona la fuerza centrípeta al automóvil permitiendo que describa una trayectoria circunferencial. En este eje no existe equilibrio, debido a que existe una única fuerza que hace girar al automóvil, permitiendo que cambie su trayectoria. Así entonces, $F_r = F_c$ o bien,

$$F_r = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

Como la fuerza de roce es $F_r = \mu N$, la ecuación 2 puede escribirse como:

$$\mu N = m \frac{v^2}{r}$$

Reemplazando la ecuación 1, simplificando y ordenando, nos queda finalmente:

$$v = \sqrt{\mu g r}$$

Utilizando esta última fórmula y considerando $g = 9,8$ [m/s^2], podemos responder a la pregunta de acuerdo con los datos del problema, obteniendo: $v = 8,4$ m.

DE ACUERDO CON LO REALIZADO, CALCULA EL VALOR DE:

- a) la rapidez expresada en [km/h]
- b) el peso y la normal que actúan sobre el auto.
- c) la fuerza de roce.

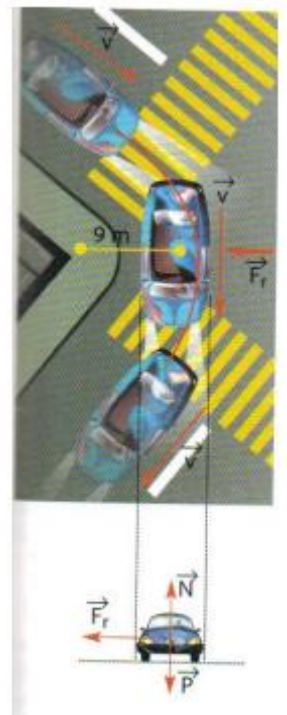


Figura 4

d) la aceleración centrípeta.

¿DE QUÉ FACTORES DEPENDE LA RAPIDEZ CON QUE PUEDE VIRAR UN AUTOMÓVIL EN UNA ESQUINA?

2. ¿CUÁL ES LA VELOCIDAD DE TRASLACIÓN DE LA TIERRA EN TORNO AL SOL?

La Tierra gira alrededor del Sol, mientras que la Luna y los satélites de comunicaciones giran en torno a la Tierra.

Todos ellos describen trayectorias casi circunferenciales, producto de una fuerza central que los mantiene en órbita: la fuerza de atracción gravitacional. Calculemos el módulo de la velocidad de traslación de la Tierra en torno al Sol.

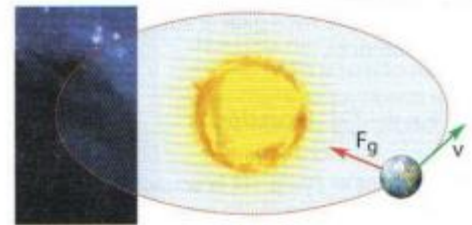


Figura 5

La fuerza de atracción gravitacional entre el Sol y la Tierra se obtiene de la Ley de gravitación universal, y puede ser expresada de la siguiente forma:

$$F_g = GM_s \frac{m_T}{r^2}$$

donde: F_g es la fuerza de gravedad en [N]

G es la constante de gravitación universal ($6,67 \times 10^{-11}$ [Nm/kg²])

M_s es la masa del Sol (2×10^{30} [kg])

m_T es la masa de la Tierra (6×10^{24} [kg])

r es la distancia Tierra-Sol ($r = 1,5 \times 10^{11}$ [m])

La fuerza de atracción gravitacional proporciona la fuerza centrípeta que hace que la Tierra describa su órbita en torno al Sol. Aplicando la segunda ley de Newton ($F_n = m \cdot a$) a este movimiento, tenemos que:

$$GM_s \frac{m_T}{r^2} = m_T \frac{v^2}{r} \quad \text{Simplificando y ordenado, nos queda finalmente:} \quad v = \sqrt{G \frac{M_s}{r}}$$

Remplazando los datos se obtiene $v = 3 \times 10^4$ [m/s]. ¡Esto es aproximadamente 108.000 [km/h]!

Ejercicio 5. A partir del resultado anterior, contesta las siguientes preguntas.

- ¿qué distancia recorre una persona a través del espacio desde que se acuesta hasta que se levanta en la mañana?
- ¿cuál es el valor de la fuerza de gravedad que ejerce el sol sobre la tierra?
- ¿de qué factores depende la rapidez de órbita de un satélite?
- ¿qué sucedería con un satélite si su velocidad tangencial se redujese a cero?
- si repentinamente desapareciera la fuerza de gravedad que ejerce el sol sobre los planetas, ¿qué trayectoria seguirían ellos?

Como refuerzo de esta guía realiza un esquema o mapa conceptual.

Para reforzar en lo posible observa este video:

<https://www.youtube.com/watch?v=njHDmSpjzrk>