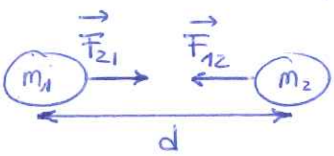
TEMA 2: DINÁMICA

- Fuerza → resultado de la interacción entre dos cuerpos que puede alterar sus estados de movimiento y/o deformarlos.
  Es una magnitud vectorial por lo que para estudiar su efecto es necesario conocer además de su valor, la dirección, el sentido y el punto de aplicación.
  En el S.I se expresa en N.

Tipos de fuerza

1. Interacción gravitatoria. Peso

Dos cuerpos cualesquiera de masas m_1 y m_2 separados una distancia d se atraen entre sí con una fuerza directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa (Ley de gravitación universal de Newton)

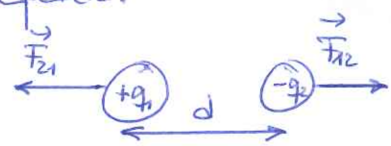


$$F_{12} = F_{21} = G\,\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

donde $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$ es la constante de gravitación universal.

2. Interacción electromagnética. Carga eléctrica

Entre dos cuerpos cargados eléctricamente, con cargas q_1 y q_2, separados una distancia d se establece una fuerza directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa (Ley de Coulomb).
Las cargas de distinto signo se atraen entre sí y las del mismo signo se repelen.



$$F_{12} = F_{21} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

donde K es la constante dieléctrica del medio que en el vacío vale $9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2$

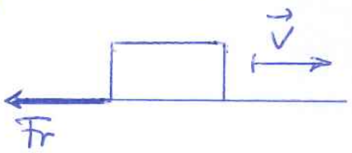
DIFERENCIAS ENTRE MASA Y PESO

Masa → Es una magnitud escalar
Representa la cantidad de materia que posee un cuerpo
Se mide con la balanza
En el SI se expresa en kg.

Peso → Es una magnitud vectorial
Representa la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos
Se mide con el dinamómetro
En el SI se expresa en N.

- Centro de masas de un cuerpo → punto en el que se puede considerar contenida toda la masa del cuerpo. Si la línea vertical que pasa por este punto y se dirige hacia el centro de la Tierra, pasa por la base de apoyo, el cuerpo está en equilibrio. Además el centro de masas cumple la propiedad de que si colgamos a un cuerpo de ese punto, estará en equilibrio independientemente de la posición que adopte.

- Fuerza de rozamiento → Aparece siempre que un cuerpo se mueve respecto de otro con el que se encuentra en contacto, oponiéndose al movimiento. Depende de la naturaleza de las superficies que están en contacto y se calcula mediante la expresión:



$\vec{F_r} = -\mu \cdot \vec{N}$ donde μ es el coeficiente de rozamiento y N, la fuerza normal a la superficie de contacto.

Ley de Hooke → la deformación que experimenta un muelle al colgar de él un determinado peso es directamente proporcional a éste.

- $F = k \cdot \Delta l$ siendo: F la fuerza ejercida sobre el muelle,
k la cte elástica del muelle y
Δl la deformación

LEYES DE NEWTON

- Primera ley de Newton o ley de inercia → Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la resultante de todas las que actúan es nula, el cuerpo mantendrá su estado de reposo, si estaba parado, o de m.r.u, si estaba en movimiento.

- Segunda Ley de Newton o principio fundamental de la dinámica → las fuerzas aplicadas a un cuerpo son directamente proporcionales a la aceleración que el cuerpo adquiere:

$$\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- Tercera Ley de Newton o principio de acción y reacción → Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), este segundo ejercerá otra fuerza de la misma intensidad y dirección pero de sentido contrario (reacción) sobre el primero.
  - Las fuerzas de acción y reacción no se anulan entre sí porque son dos fuerzas iguales y de sentidos contrarios pero aplicadas sobre cuerpos distintos.
  - Cuando uno de los dos cuerpos tiene una masa muy grande no se aprecia el efecto de la fuerza que el otro ejerce sobre él y el principio de acción y reacción parece no cumplirse.

Dinámica del movimiento circular

El movimiento circular es aquel que se caracteriza porque la trayectoria es una circunferencia. Para que un móvil describa esta trayectoria debemos tener en cuenta que, aunque lo haga sin que varíe el módulo del vector velocidad (movimiento circular uniforme), sí que tendrá que variar la dirección de dicho vector, existiendo, por tanto, una aceleración (normal o centrípeta) que se calcula como:

$$a_n = \frac{v^2}{r}.$$ donde v es el módulo del vector velocidad, y r es el radio de la trayectoria.

De acuerdo con la segunda Ley de Newton, si hay una aceleración debe de existir una fuerza resultante en la dirección y sentido de la aceleración. Esta fuerza se denomina fuerza centrípeta, tiene dirección radial y se dirige hacia el centro de la trayectoria:

$$F_c = m \cdot a_n = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

PASOS A SEGUIR EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE DINÁMICA

1º) Escoge el cuerpo adecuado para calcular lo que te piden.

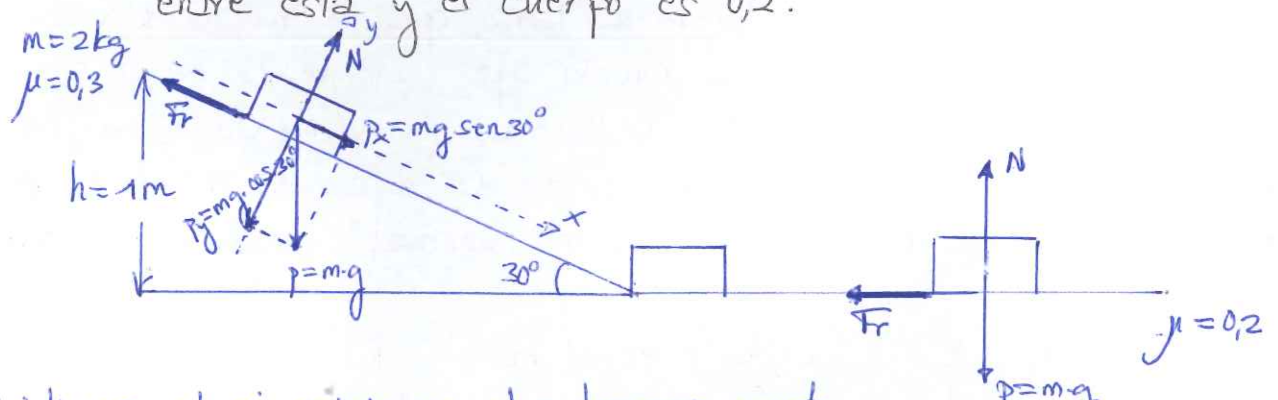
2º) Haz un diagrama en el que representes todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

3º) Elige un sistema de coordenadas en el que la aceleración se encuentre en uno de los ejes y establece un criterio de signos. Normalmente se toma como positivo el sentido del movimiento.

4º) Descompón cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo sobre dichos ejes.

5º) Aplica la segunda ley de Newton en cada uno de los ejes introduciendo el signo de cada fuerza según el sentido en que ésta se dirija.

Ejemplo: Un cuerpo de 2 kg de masa desliza, desde una altura de 1 m, por un plano inclinado 30° sobre la horizontal. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie del plano es 0,3, calcula la distancia que recorre sobre la horizontal si el coeficiente de rozamiento entre esta y el cuerpo es 0,2.



Dividimos el ejercicio en dos tramos puesto que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo no van a ser las mismas en el plano horizontal que en el plano inclinado.

Tramo I: Plano inclinado

Aplicamos la 2ª ley de Newton para calcular la aceleración con que se mueve el cuerpo en el plano inclinado:

$$\Sigma F_x = m \cdot a_x$$

$$P_x - F_r = m \cdot a_x$$

Por definición: $F_r = \mu \cdot N$

En el eje Y el cuerpo no se desplaza por lo que aplicando el principio fundamental de la dinámica:

$$\Sigma F_y = m \cdot a_y = 0$$

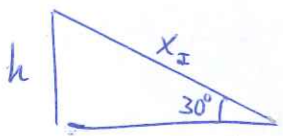
$$N - P_y = 0 \; ; \; N = P_y = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

Sustituyendo:

$$\cancel{m} \cdot g \cdot \text{sen}\, 30^\circ - \mu \cdot \cancel{m} \cdot g \cdot \cos 30^\circ = \cancel{m} \cdot a_x \rightarrow a_x = 9{,}8\,(\text{sen}\,30^\circ - 0{,}3 \cos 30^\circ)$$

$$a_x = 2{,}35 \ m/s^2$$

Conocida la altura desde la que el cuerpo se desliza podemos calcular la distancia que recorre sobre el plano inclinado, a partir de la definición de la función seno:



$$\text{sen}\, 30^\circ = \frac{h}{x_I} \; ; \; x_I = \frac{h}{\text{sen}\, 30^\circ} = \frac{1}{0{,}5} = 2 \ m$$

Una vez calculadas la aceleración con que se mueve y la distancia que recorre podemos calcular la velocidad con que llega al final del plano inclinado que será con la que inicie el movimiento en el plano horizontal:

$$x_I = \cancel{x_0} + \cancel{v_0 t} + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \; ; \; 2 = \frac{1}{2} \cdot 2{,}35 \cdot t^2 \rightarrow t = 1{,}30 \ s$$

$$v = \cancel{v_0} + a \cdot t = 2{,}35 \cdot 1{,}30 = 3{,}07 \ m/s$$

Tramo II: Plano horizontal

Volvemos a aplicar la 2ª ley de Newton para calcular la aceleración del movimiento en el plano horizontal. Una vez calculada utilizamos las ecuaciones del movimiento para conocer el tiempo que tarda en detenerse y la distancia que recorre.

$$\Sigma F_x = m \cdot a_x$$

$$-F_r = m \cdot a_x$$

Por definición: $F_r = \mu N$

Aplicando la 2ª ley de Newton en el eje y y considerando que el cuerpo no se mueve en esa dirección:

$$\Sigma F_y = 0 \; ; \; N - P = 0 \rightarrow N = P$$

$$-\mu \cdot \cancel{m} \cdot g = \cancel{m} \cdot a_x \rightarrow a_x = -0{,}2 \cdot 9{,}8 = -1{,}96\ m/s^2$$

$$V = V_0 + a \cdot t \quad ; \quad 0 = 3{,}07 - 1{,}96 \cdot t \rightarrow t = 1{,}57\ s$$

$$x_{II} = \cancel{x_0} + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 3{,}07 \cdot 1{,}57 - \frac{1}{2} \cdot 1{,}96 \cdot 1{,}57^2 = 2{,}4\ m$$

Cuestión 2: Si a 1,5 m de la base del plano inclinado hay un obstáculo, ¿cuánto debería valer el coeficiente de rozamiento en el plano horizontal para que el cuerpo se detuviera justo antes de llegar a él?

A partir de las ecuaciones del movimiento calculamos la aceleración que debería llevar el cuerpo para detenerse tras recorrer 1,5 m sobre el plano horizontal:

$$\begin{cases} V = V_0 + a \cdot t \\ x = x_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \end{cases} ; \quad 0 = 3{,}07 + a \cdot t \rightarrow a = \frac{-3{,}07}{t}$$

$$1{,}5 = 3{,}07 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{-3{,}07}{\cancel{t}}\right) \cdot t^{\cancel{2}} = \frac{1}{2} \cdot 3{,}07 \cdot t \rightarrow t = 0{,}98\ s$$

$$a = \frac{-3{,}07}{0{,}98} = -3{,}14\ m/s^2$$

Aplicamos el principio fundamental de la dinámica:

$$\Sigma F_x = m \cdot a_x$$

$$-Fr = m \cdot a_x$$

Por definición: $Fr = \mu \cdot N$

En el eje Y el cuerpo no se desplaza, luego:

$$\Sigma F_y = m \cdot a_y = 0 \quad ; \quad N - P = 0 \rightarrow N = P$$

$$-\mu \cdot \cancel{m} \cdot g = \cancel{m} \cdot a_x$$

$$\mu = \frac{-a_x}{g} = \frac{3{,}14}{9{,}8} = 0{,}32$$