FISICA I UTN-FRC

UNIDAD 5: DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

INTRODUCCIÓN – TIPOS DE ENERGÍA MECÁNICA – FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS – APLICACIONES

(SEGUNDA PARTE)

Introducción:

Para poder llegar a armar el **Modelo de Conservación de la Energía**, aparte del Teorema del Trabajo y la Energía Cinética que vimos en el material anterior, tenemos que conocer los Tipos de Energía Mecánica, la diferencia entre Fuerzas Conservativas y No Conservativas y los trabajos que estas últimas son capaces de producir. Es por eso que seguiremos avanzando en ese sentido…

Energía Mecánica:

Existen **tres tipos** de Energía Mecánica y con lo que se explicó en la clase pasada, ya conocemos a dos de ellas.

1.- Energía Cinética:

Se define como el producto de un medio de la masa por la rapidez elevada al cuadrado y se representa con la letra **“K”** (tal como ya hemos visto en párrafos anteriores):

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2} . m . v^2} \qquad \textbf{(7)}$$

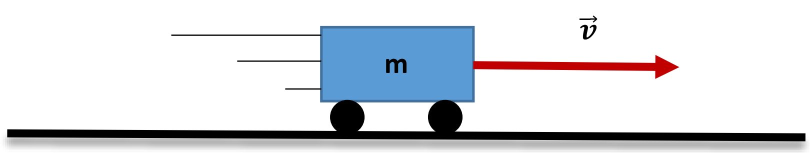
En donde:

$\boldsymbol{m = masa\ (kg)}$
$\boldsymbol{v = rapidez\ (m/s)}$

Haciendo el análisis dimensional, se observa que da (joule):

$$\boldsymbol{A.D = (kg).\left(\frac{m}{s}\right)^2 = (kg).(m).\left(\frac{1}{s^2}\right).(m) = (N).(m) = (J)}$$

Esquemáticamente:



El caso particular es:

Si: $v = 0\ (m/s) \Rightarrow K = 0\ (J)$

es decir que, si no hay movimiento, no hay energía cinética.

2.- Energía Potencial elástica:

Se calcula como el producto de un medio de la constante elástica por la deformación del resorte elevada al cuadrado y se la individualiza como **"Ue"** (tal como ya hemos visto en párrafos anteriores):

$$U_e = \frac{1}{2}.k.x^2 \qquad \textbf{(8)}$$

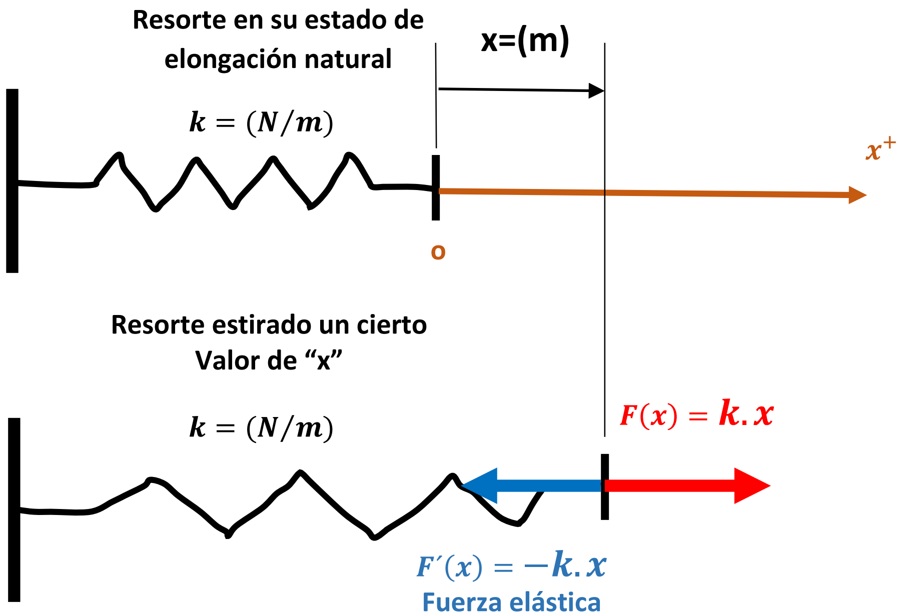
En donde:

$x = deformación\ del\ resorte\ expresada\ en\ (m)$
$k = constante\ de\ rigidez\ o\ elástica\ del\ resorte\ medida\ en\ (N/m)$

Haciendo el análisis de unidades debe dar (J), veamos:

$$A.D. = \left(\frac{N}{m}\right).(m^2) = (N).(m) = (J)$$

Esquemáticamente:



El caso particular es:

Si: $x = 0\ (m) \Rightarrow U_e = 0\ (J)$

es decir que, si no hay estiramiento o compresión del resorte, no hay energía potencial elástica almacenada en él.

3.- Energía Potencial Gravitatoria:

Se obtiene haciendo el producto de la masa del objeto, por la aceleración de la gravedad por la altura a la que se encuentra el mismo, respecto de un nivel de referencia cero metros (un plano de comparación=P.C.):

$$\boldsymbol{U_g = m.g.h} \qquad \textbf{(9)}$$

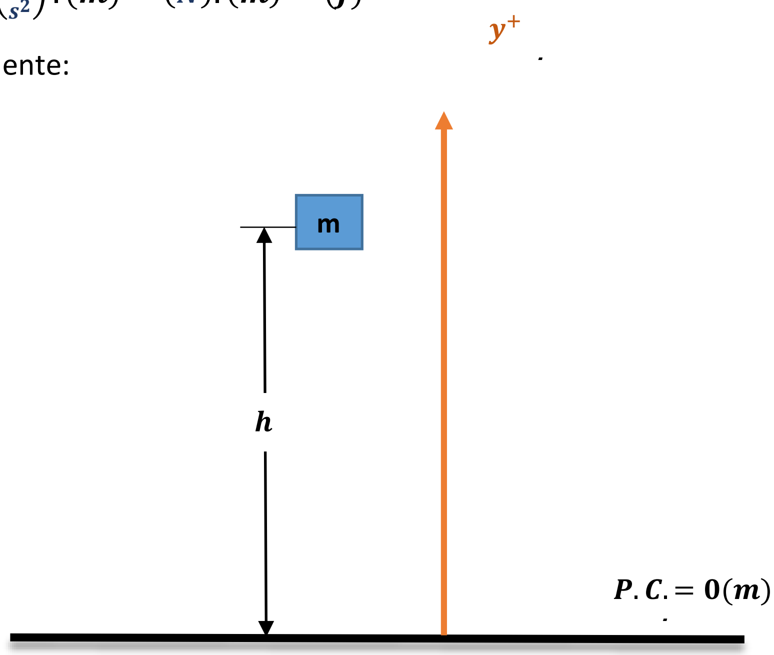
En donde:

$\boldsymbol{m = masa\ del\ objeto\ expresada\ en\ (kg)}$
$\boldsymbol{g = aceleración\ de\ la\ gravedad\ medida\ en\ (m/s^2)}$
$\boldsymbol{h = altura\ a\ la\ que\ se\ encuentra\ el\ objeto\ indicada\ en\ (m)}$

Haciendo el análisis de unidades nos va a dar en (J):

$$\boldsymbol{A.D. = (kg).\left(\frac{m}{s^2}\right).(m) = (N).(m) = (J)}$$

Esquemáticamente:



El caso particular es:

Si: $\boldsymbol{h = 0\ (m)}$ ➡ $\boldsymbol{U_g = 0\ (J)}$

es decir que si el objeto se encuentra en cota cero, no hay energía potencial gravitatoria.

Conclusión:

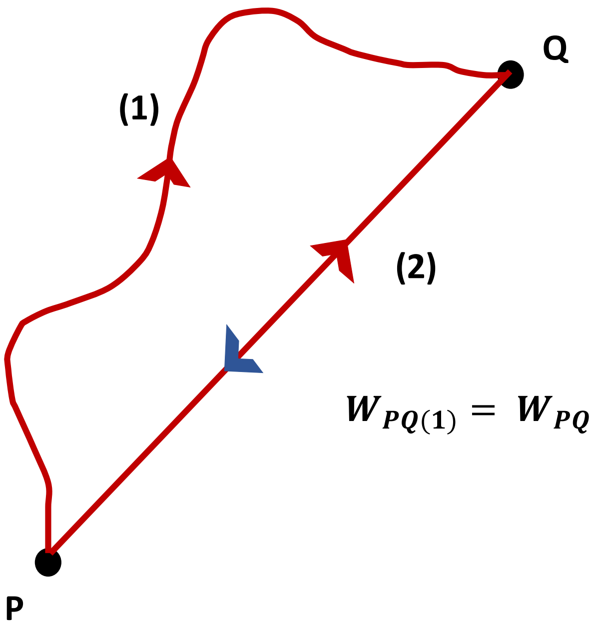
Tanto la energía potencial elástica como la energía potencial gravitatoria son posicionales porque dependen de una deformación o de una altura respectivamente.

Clasificación de Fuerzas:

Las fuerzas se pueden clasificar de distintas maneras, no obstante en esta oportunidad pondremos atención en los dos casos siguientes:

1.- Fuerzas Conservativas:

Se dice que una fuerza es conservativa cuando el trabajo realizado por ella es independiente de la trayectoria, o sea:



$$W_{PQ(1)} = W_{PQ(2)} \qquad (10)$$

O también se afirma que: si el trabajo para hacer un viaje completo (salir de P y regresar a P) es igual a cero, se dice que estamos en presencia de una fuerza conservativa, es decir:

$$W_{PQ(1)} + W_{QP(2)} = 0 \qquad (11)$$

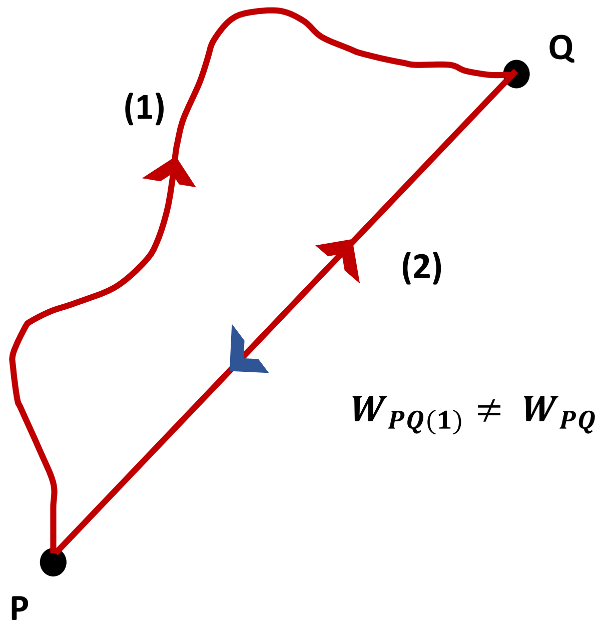
Ejemplos de fuerzas conservativas:

- Fuerza Peso.
- Fuerza Elástica.
- Fuerza Eléctrica.
- Fuerza Magnética.

De las cuatro, las que tendremos más presentes son las dos primeras porque, las fuerzas eléctrica y magnética se estudiarán en detalle en el Curso de Física II el año que viene.

2.- Fuerzas No Conservativas:

Se dice que una fuerza es no conservativa cuando el trabajo realizado por ella depende de la trayectoria que realiza, o sea:



$$W_{PQ(1)} \neq W_{PQ(2)} \qquad (12)$$

O bien se afirma que: si el trabajo para hacer un viaje completo es distinto de cero, se dice que se está en presencia de una fuerza no conservativa, es decir:

$$W_{PQ(1)} + W_{QP(2)} \neq 0 \qquad (13)$$

Ejemplos de fuerzas no conservativas:

- Fuerza de Fricción; que como ya vimos vez pasada esta fuerza genera un trabajo disipativo porque se libera energía al medio en forma de: calor, ruido, vibraciones. etc. Por lo tanto es siempre NEGATIVO y de ahora en adelante a ese trabajo lo representaremos como:
  $$W_{disip} = (-)$$

- Fuerza Motriz; que también lo explicamos la clase pasada y esta fuerza proporciona una energía que se inyecta al sistema, ya sea por: un motor propiamente dicho, un cable que tira, una persona que empuja, etc. Por lo tanto es siempre POSITIVO y de ahora en más lo expresaremos como:
  $$W_{motriz} = (+)$$

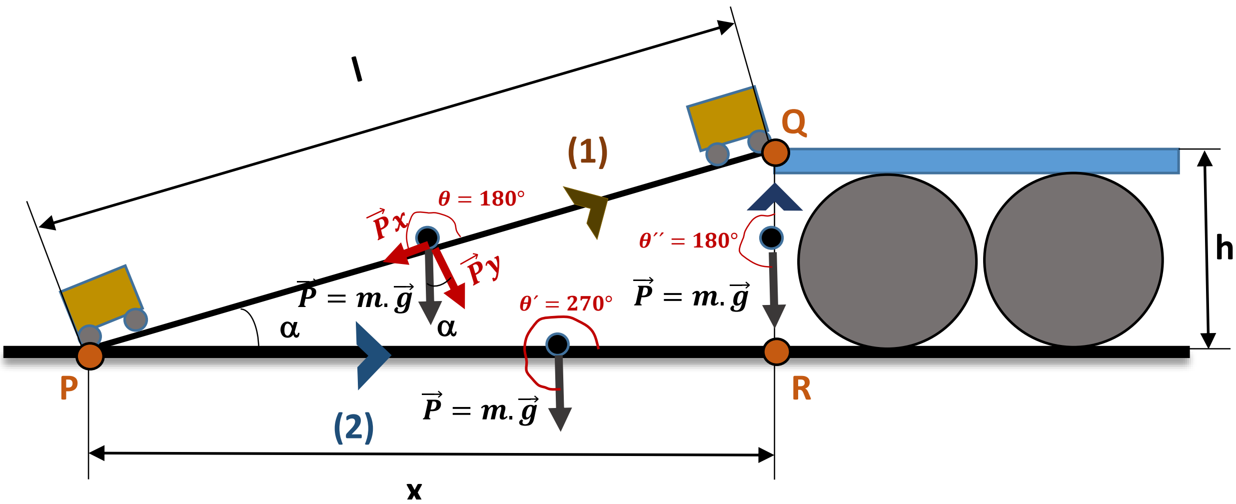
Veamos ahora los siguientes ejemplos para clarificar estos temas:

EJEMPLO 5:

Se pide **demostrar que el Peso es una fuerza conservativa.** Veamos el siguiente caso:

Se dispone de un cajón de masa **"m",** que se lo quiere llevar desde el piso (Punto **P**) hasta la parte superior del chasis de un camión (Punto **Q**), como muestra la figura. Para cumplir con el objetivo, se supone que se pueden realizar dos trayectorias diferentes:

- Trayectoria **(1)**: a través de la rampa de largo **"l"** y pendiente **"α"**, desde **P** hacia **Q** en línea recta.
- Trayectoria **(2)**: desde **P** hasta **R** a lo largo del piso recorriendo una distancia **"x"** y luego desde **R** hasta **Q** verticalmente, subiendo una altura **"h"**.



Para la Trayectoria **(1):**

La fuerza Peso se descompone según **"x"** y según **"y"** a lo largo del tablón**,** entonces solamente produce trabajo la componente $\overrightarrow{P_x}$ porque la componente P_y**,** al ser perpendicular a la dirección del movimiento, NO produce trabajo. Entonces el ángulo que forma $\overrightarrow{P_x}$ con la dirección de movimiento es $\theta = 180°$ y el trabajo se calcula como:

$$W_{PQ(1)} = (P_x cos\theta).l = (P.sen\alpha.\cos 180°).l = mg.sen\alpha(-1).l = -mglsen\alpha\ (J)$$

es negativo porque es el Trabajo que se debe realizar en contra de la gravedad.

Para la Trayectoria **(2):**

La fuerza Peso debe producir un trabajo para ir de desde **P** a **R**, pero se observa que el ángulo que forma el Peso con la dirección de movimiento es $\theta' = 270°$, con lo cual ese trabajo es nulo; y también produce otro trabajo para ir de **R** a **Q** en donde el ángulo que forma el Peso con la dirección de movimiento es $\boldsymbol{\theta'' = 180°}$. Por lo tanto ambos trabajos deben sumarse y calculando se tiene:

$$W_{PQ(2)} = W_{PR(2)} + W_{RQ(2)} = 0 + W_{RQ(2)} = W_{RQ(2)}$$

$$\boldsymbol{W_{PQ(2)}} = (P\cos\theta'').h = (mg.\cos 180°).h = mg.(-1).h = \boldsymbol{-mgh}\ (\boldsymbol{J})$$

que también es negativo, por lo mismo que explicamos anteriormente.

Como por trigonometría, se tiene que:

SON IGUALES INDEPENDIENTEMENTE DE LA TRAYECTORIA!!!

$$sen\alpha = \frac{C.OP}{HIP} = \frac{h}{l}$$

entonces despejando "h" se obtiene:

$$h = l.sen\alpha$$

y llevando esta última expresión a la fórmula de $\boldsymbol{W_{PQ(2)}}$, se observa:

$$\boldsymbol{W_{PQ(2)}} = \boldsymbol{-mgh} = \boldsymbol{-mglsena}\ (\boldsymbol{J})$$

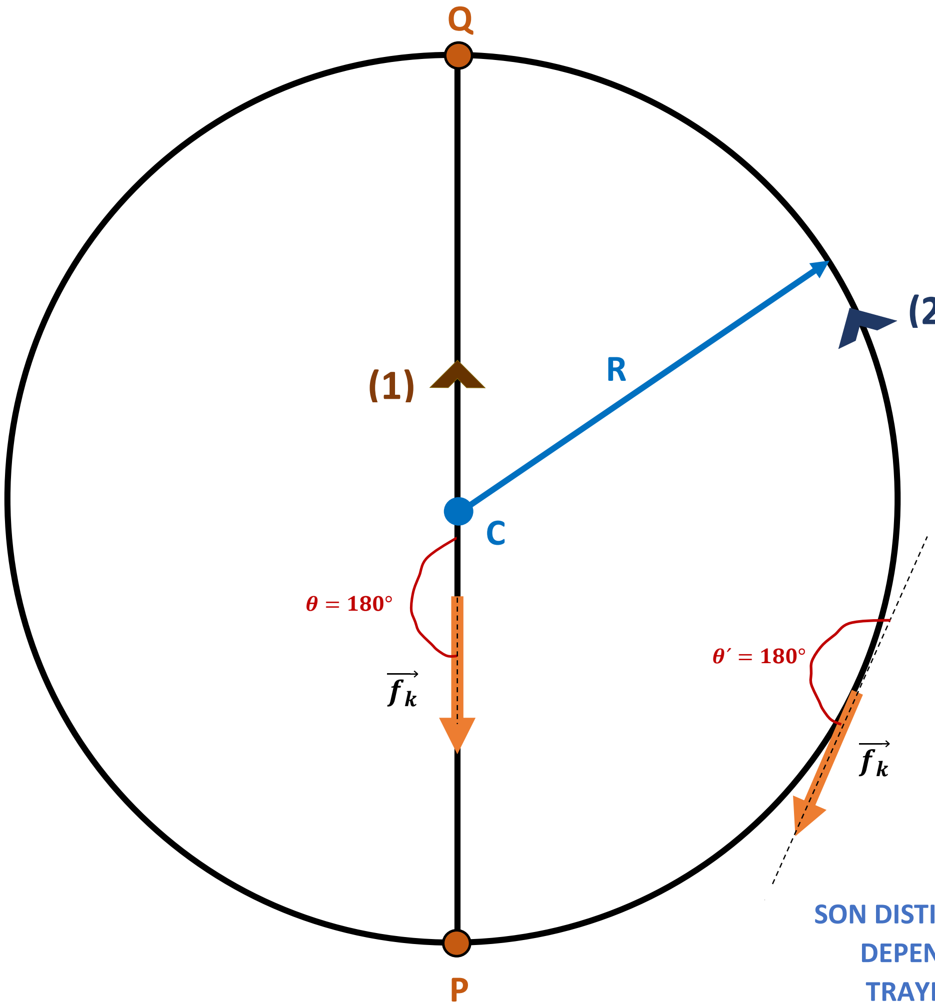
Entonces se demuestra que el Peso es una Fuerza Conservativa!!!

EJEMPLO 6:

Se pide **demostrar que la Fuerza de Fricción es una fuerza no conservativa**. Veamos el siguiente caso:

Se dispone de un cajón de masa **"m"** que se lo quiere llevar desde un (Punto **P**) hasta un (Punto **Q**) diametralmente opuesto, como muestra la figura. El piso fricciona con el cajón y se genera una fuerza de rozamiento por deslizamiento que, para cada instante se opone al desplazamiento. La vista del dibujo es en planta, es decir, desde arriba. Para cumplir con el objetivo, se supone que se pueden realizar dos trayectorias diferentes:

- Trayectoria **(1)**: a lo largo del diámetro de la circunferencia, desde **P** hacia **Q** en línea recta, con una distancia total recorrida: $\boldsymbol{2.R}$
- Trayectoria **(2)**: a lo largo de un segmento de la circunferencia, desde **P** hasta **Q** copiando la mitad de su perímetro, recorriendo una distancia que se calcula como: $\frac{2\pi R}{2} = \boldsymbol{\pi R = 3,1416.R}$



SON DISTINTOS PORQUE DEPENDEN DE LA TRAYECTORIA!!!

Para la Trayectoria **(1):**

La fuerza de fricción $\overrightarrow{f_k}$ se opone al movimiento, entonces el ángulo que forma con respecto a la dirección de movimiento es $\boldsymbol{\theta = 180°}$ y el trabajo se calcula como:

$$W_{PQ(1)} = (f_k cos\theta).2R = (f_k.\cos 180°).2R = f_k(-1).2R = \boldsymbol{-2.f_k.R\ (J)}$$

es negativo porque, como se explicó en párrafos anteriores, disipa energía al medio.

Para la Trayectoria **(2):**

La fuerza de fricción $\overrightarrow{f_k}$ se opone nuevamente al movimiento y se manifiesta como una fuerza tangente a la circunferencia punto a punto, entonces el ángulo que forma con respecto a la dirección de movimiento es $\boldsymbol{\theta´ = 180°}$ y el trabajo se calcula como:

$$W_{PQ(2)} = (f_k cos\theta´).\pi.R = (f_k.\cos 180°).\pi.R = f_k(-1).\pi.R = \boldsymbol{-3,14.f_k.R\ (J)}$$

que también es negativo, por lo mismo que explicamos anteriormente.

Entonces se demuestra que la Fuerza de Fricción es una Fuerza no Conservativa!!!

Conclusión:

Se observa que, mientras más larga es la trayectoria - como es el caso de la **(2)** respecto de la **(1)** - , mayor es la energía liberada por fricción!

No obstante, de manera equivalente esto también ocurre con una fuerza motriz. En este caso, mientras mayor sea la distancia recorrida, mayor es la energía que se debe inyectar y también es mayor el combustible o energía biológica que se tiene que disponer!

Es todo por ahora y nos vemos la próxima en donde seguiremos avanzando para llegar finalmente al modelo físico-matemático de la Conservación de la Energía Mecánica.

Me despido con un hasta pronto!!!

Atte.

Ing. Juan Lancioni.

Nota: todas las ilustraciones y esquemas fueron realizados por el profesor.