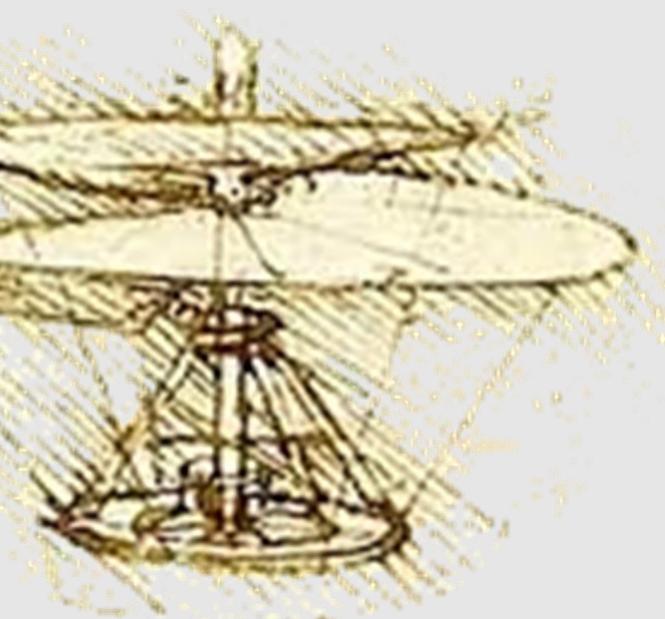


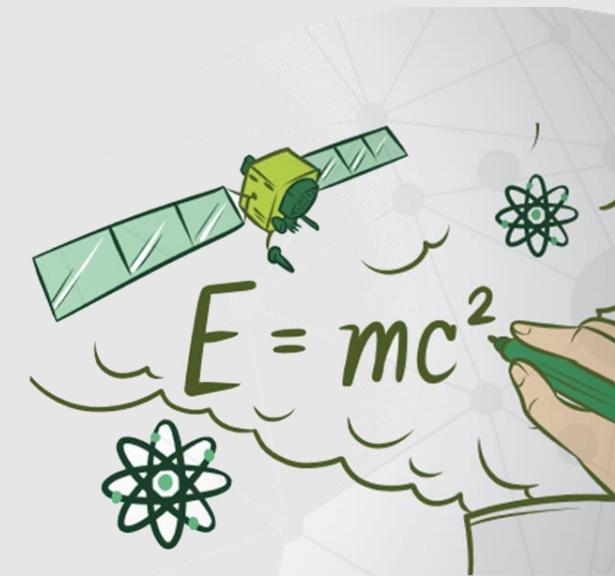
Física I



Unidad 4: Dinámica

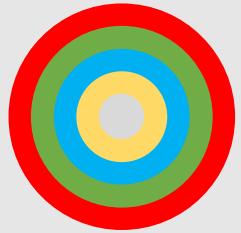


Ing. Javier Martín - 2024



@ Javier Martín. 2024

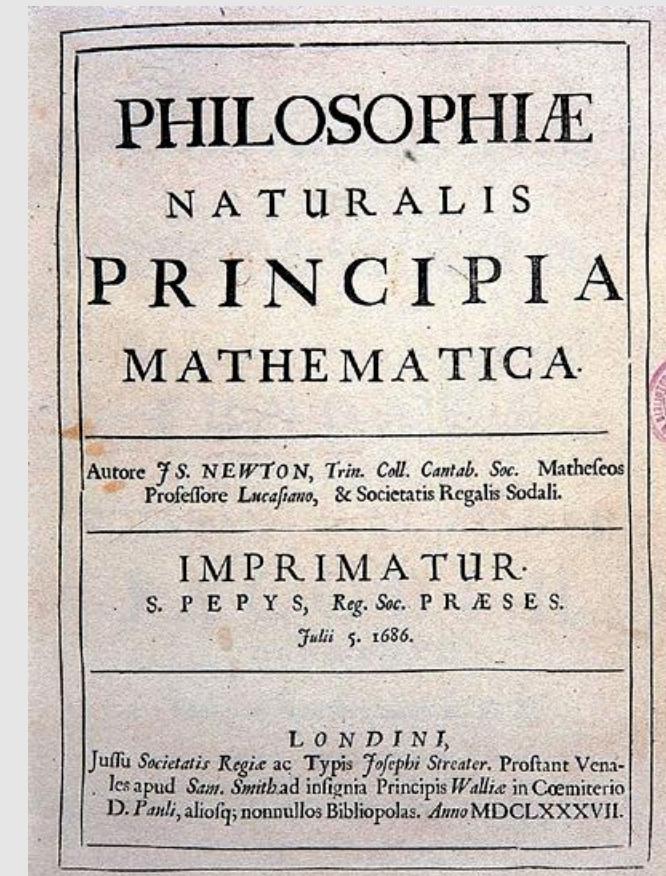
[Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

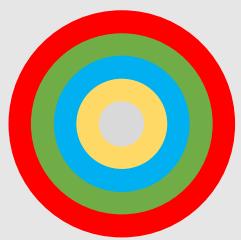


Los Principios de Newton

El tratado titulado **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica**, en castellano, **Principios Matemáticos de la Filosofía Natural** -es obra de **Isaac Newton**, entonces profesor de Matemáticas en el Trinity College de Cambridge, y el texto más influyente de la ciencia moderna. Marcó un punto de inflexión en la historia de la ciencia y es considerada, por muchos, como la obra científica más importante jamás publicada.

- [Newton's Principia, first edition \(1687, en Latin\)](#)
- [Copia personal de Newton de la primera edición con notas personales](#)
- [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica – Proyecto Gutemberg \(en Latin\)](#)
- [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica \(castelleno\)](#)





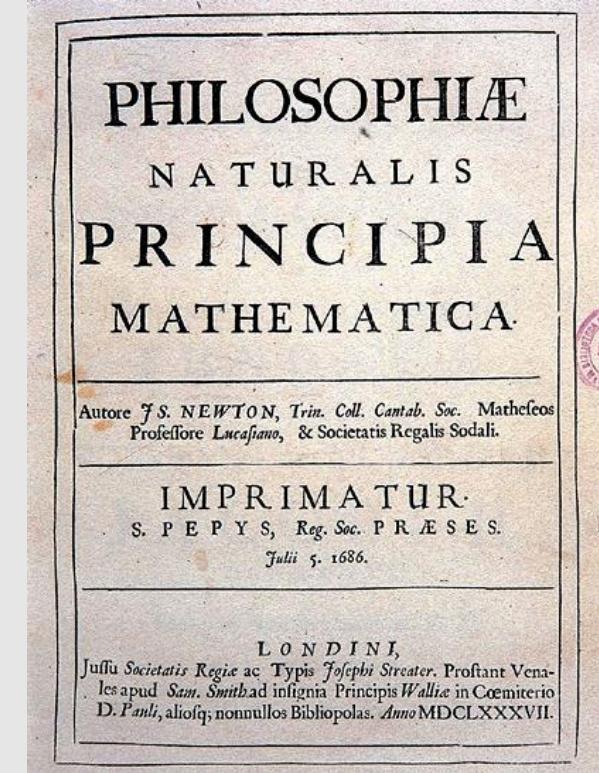
Los Principios de Newton

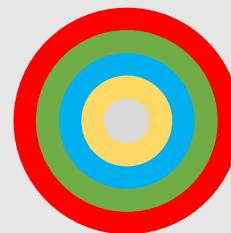
*He aquí la Ley del Universo, las divinas medidas de la masa,
He aquí el cálculo del Cielo; leyes que, mientras establecía
Los principios de las cosas, el Creador de todo no quiso violar
Y así establecer los fundamentos de las obras.*

.....

*Celebrad conmigo a quien tales cosas nos muestra,
A Newton que abre el cerrado cofre de la verdad,
A Newton, amado de las musas, en cuyo limpio pecho
Habita Febo, de cuya mente se apoderó con todo su Numen;
Pues no está permitido a un mortal tocar más de cerca a los dioses.*

Edmud Halley (1686)

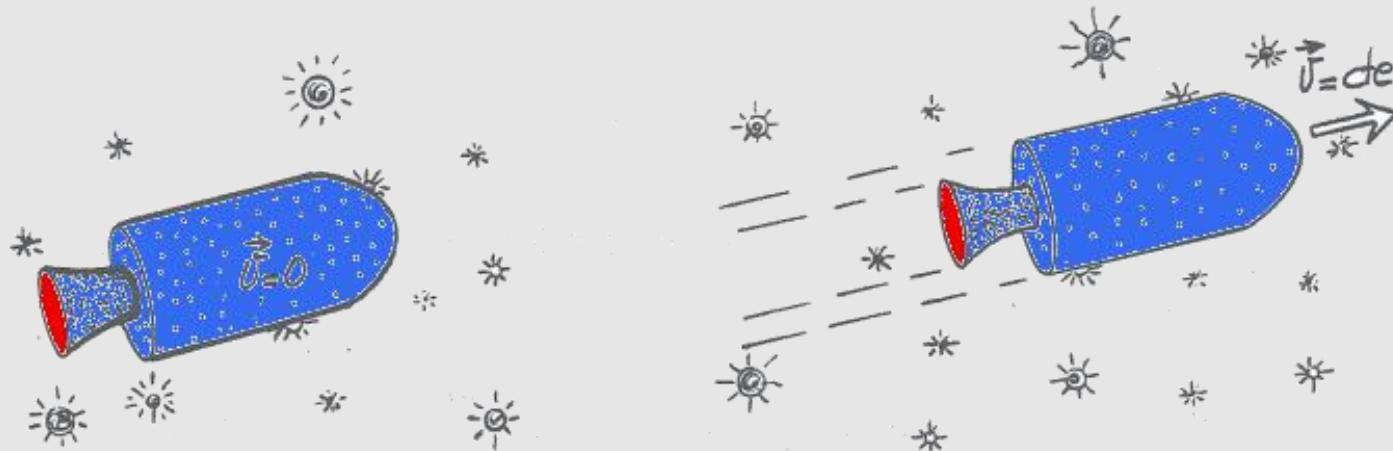




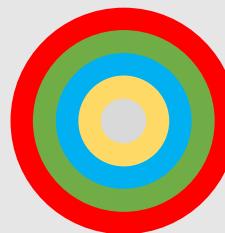
Primer principio de Newton

Lex. I.

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.



"Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme cuando sobre el mismo no actúan fuerzas o la suma de las fuerzas que actúan es igual a cero"



Segundo principio de Newton

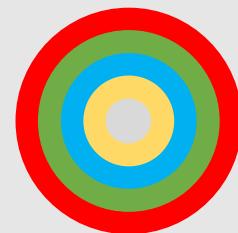
Lex. II.

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

"Todo cuerpo sobre el que actúa un sistema de fuerzas de resultante \mathbf{R} no nula, experimenta una aceleración directamente proporcional a \mathbf{R} y con su misma dirección y sentido, e inversamente proporcional a Su masa"

$$\ddot{\mathbf{a}} = \frac{\sum \vec{F}}{m} = \frac{\vec{R}}{m} \quad \sum \vec{F} = \vec{R} = m\ddot{\mathbf{a}}$$

Esta ley permite definir una unidad para la magnitud fuerza en el **Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA)**: el **newton [N]**. Una fuerza tiene el valor de un Newton ($1N$), cuando aplicada sobre una masa de un kilogramo ($1kg$) le imprime una aceleración de $1m/s^2$.

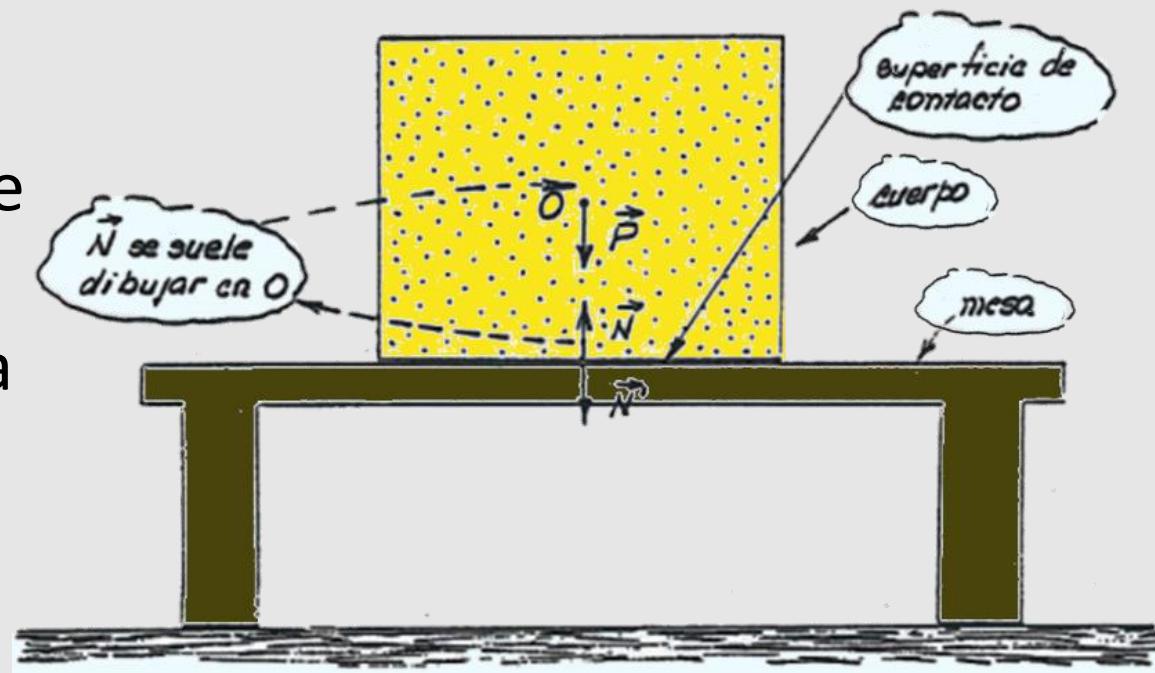


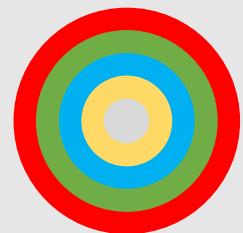
Tercer principio de Newton

Lex. III.

Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi.

"Las fuerzas se presentan siempre de a pares. Es decir, que si un cuerpo a ejerce una acción F_a sobre un cuerpo b, este ejercerá una reacción F_b igual y opuesta a F_a que actúa sobre el cuerpo a"





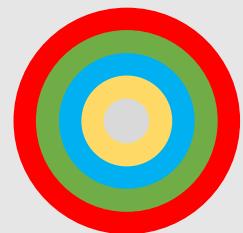
Ley de gravitación universal

Prop. VII. Theor. VII

Gravitatem in corpora universa fieri, eamque proportionalem esse quantitati materiae in singulis.

PROPOSICIÓN VII. TEOREMA VII

La gravedad ocurre en todos los cuerpos y es proporcional a la cantidad de materia existente en cada uno.



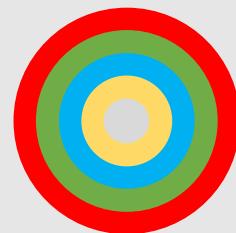
Ley de gravitación universal

Prop. VIII. Theor. VIII.

Si Globorum duorum in se mutuò gravitantium materia undique, in regionibus quæ à centris æqualiter distant, homogenea fit: erit pondus Globi alterutrius in alterum reciprocè ut quadratum distantiæ inter centra.

PROPOSICIÓN VIII. TEOREMA VIII

Si la materia de dos globos que gravitan entre sí es homogénea en todos los lugares que equidistan de los centros por todos los lados, el peso de cada uno de ellos hacia el otro será inversamente como el cuadrado de la distancia entre los centros.



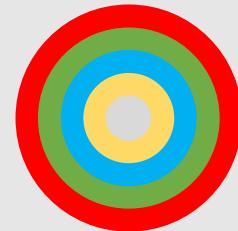
Ley de Gravitación Universal

"dos cuerpos cualesquiera se atraen con una fuerza proporcional al producto de sus masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre ellos"



$$F = GmM/r^2$$

De la expresión $F=GmM/r^2$, y teniendo en cuenta que la tierra atrae a todos los cuerpos con la fuerza peso, que es igual a $F=P=mg$, se puede escribir que $mg=GmM/r^2$. De la expresión anterior se deduce para la aceleración de la gravedad $g=GM/r^2$, donde M es la masa de la tierra y r la distancia en la cual se quiere calcular g



Leyes de Kepler

Primera ley de Kepler (ley de las órbitas):

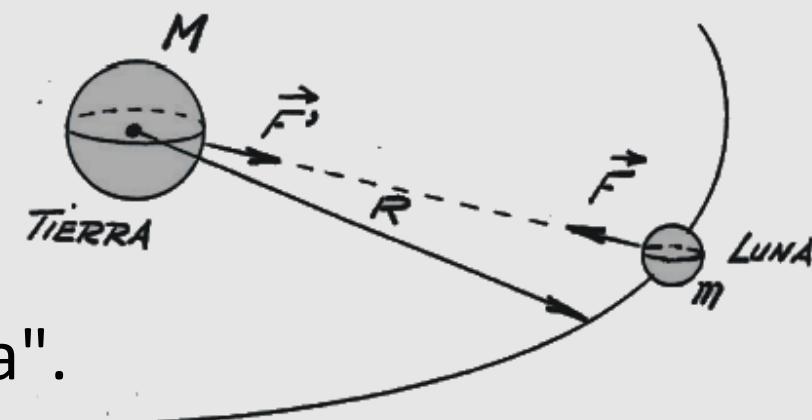
"Todos los planetas se mueven en órbitas elípticas que tienen al sol en uno de sus focos".

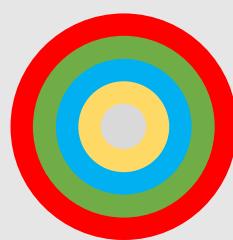
Segunda ley de Kepler (ley de las áreas):

"Una línea que une a cualquiera de los planetas con el sol, barre áreas iguales en tiempos iguales".

Tercera ley de Kepler (ley de los períodos)

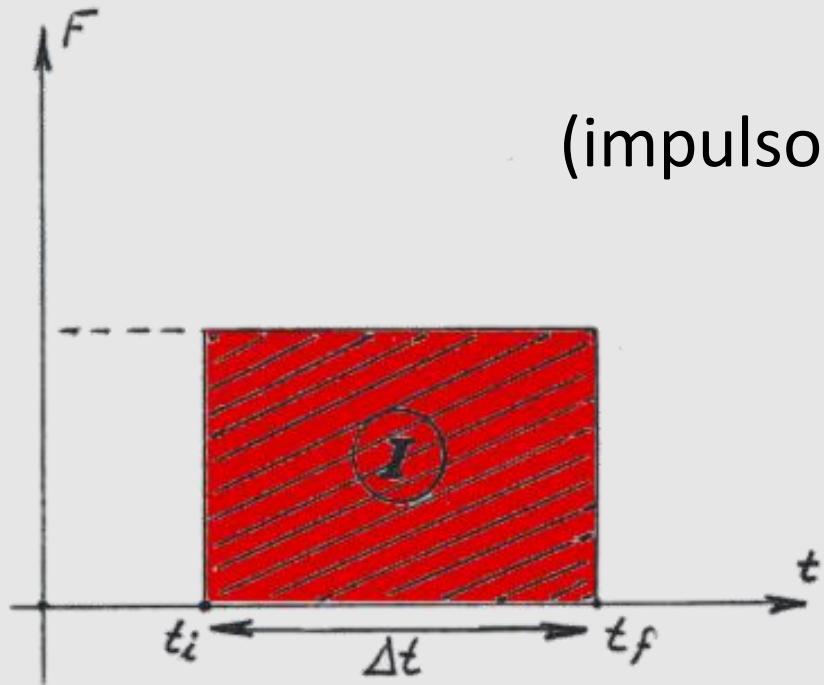
"El cuadrado del período de cualquier planeta, es proporcional al cubo del semieje mayor de su órbita".





Impulso y cantidad de movimiento

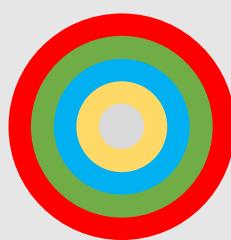
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{F} = m \cdot \frac{d^2 \vec{x}}{dt^2} \rightarrow \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \rightarrow \vec{F} \cdot dt = m \cdot d\vec{v}$$



(impulso) $\vec{F} \cdot dt = m \cdot d\vec{v}$ (cantidad de movimiento)

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$$\vec{F} \cdot (t_f - t_0) = m \cdot \vec{v}_f - m \cdot \vec{v}_0$$



Impulso y cantidad de movimiento

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

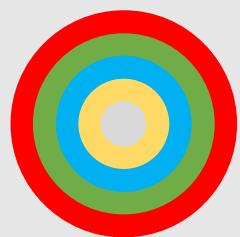
$$\sum \vec{F} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} \therefore \vec{p} = m \cdot \vec{v} \rightarrow \sum \vec{F} = \dot{\vec{p}}$$

$$\dot{\vec{p}} = \sum \vec{F}$$

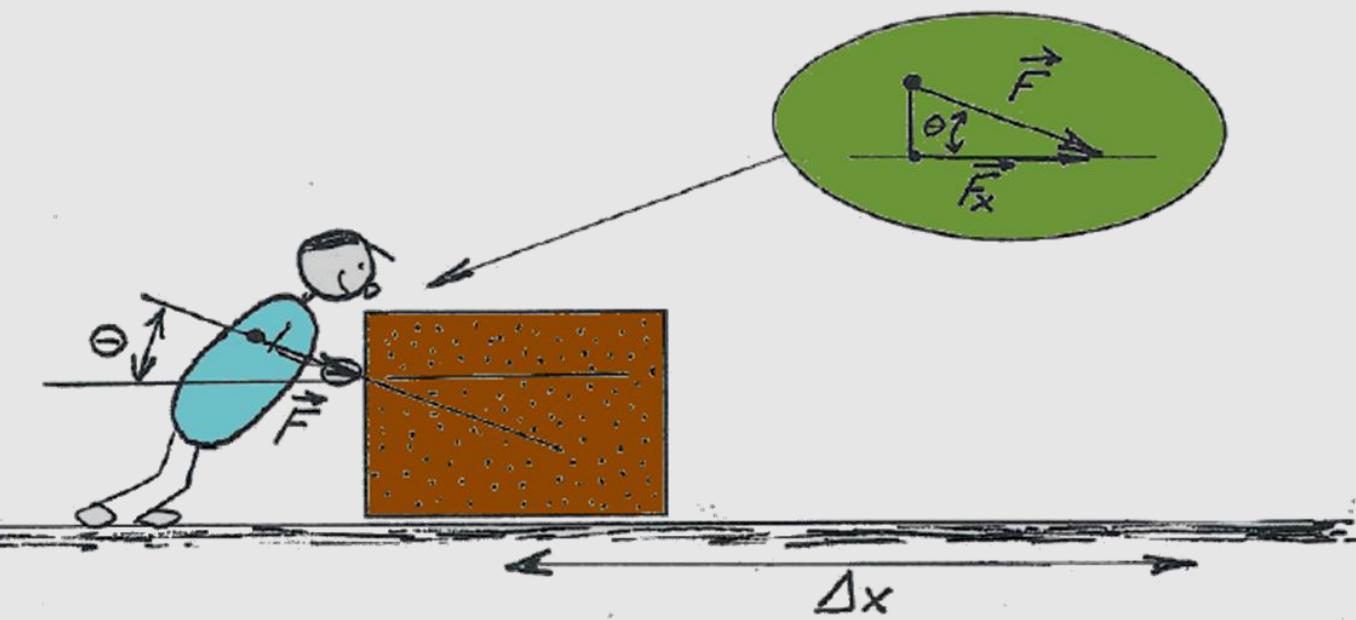
$$\vec{M} = I \cdot \frac{d^2 \vec{\theta}}{dt^2} \quad o \quad \vec{M} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$\sum \vec{M} = \frac{d(I \cdot \vec{\omega})}{dt} \therefore \dot{\vec{l}} = I \cdot \vec{\omega} \rightarrow \sum \vec{M} = \dot{\vec{l}}$$

$$\dot{\vec{l}} = \sum \vec{M}$$



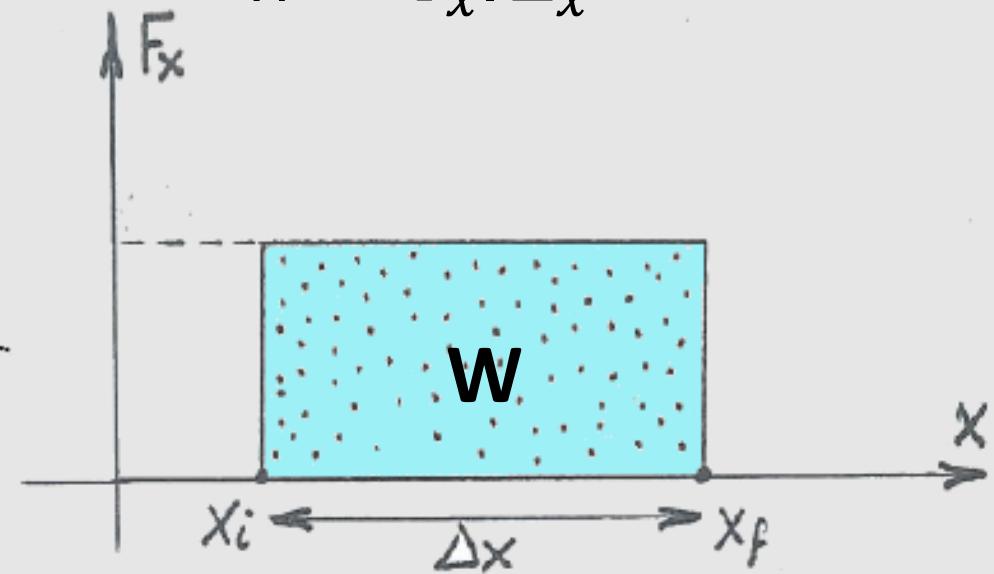
Trabajo Mecánico

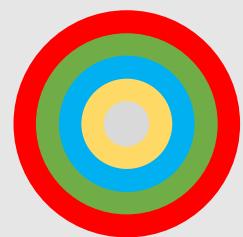


$$W = \vec{F} \cdot \vec{r} \rightarrow N \cdot m = J$$

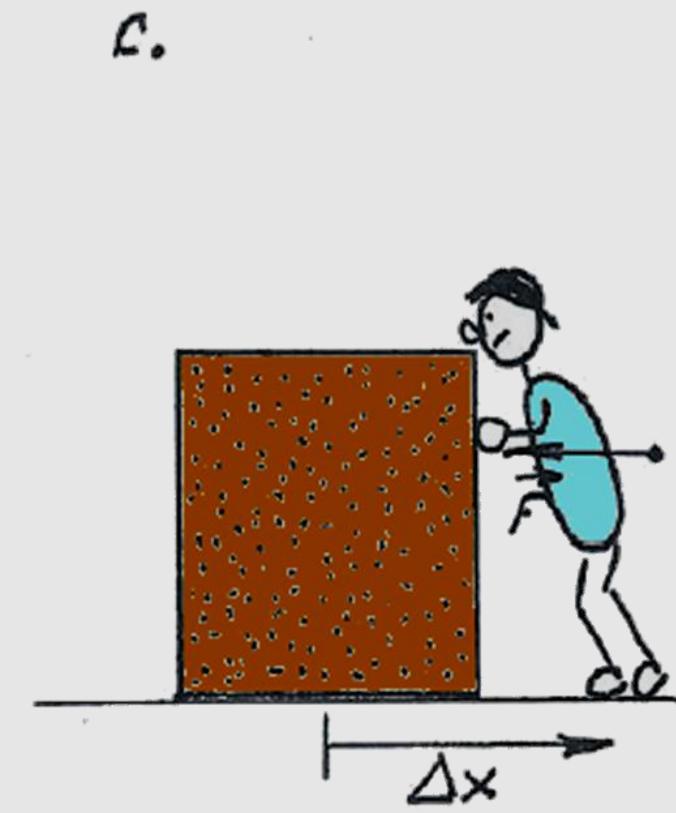
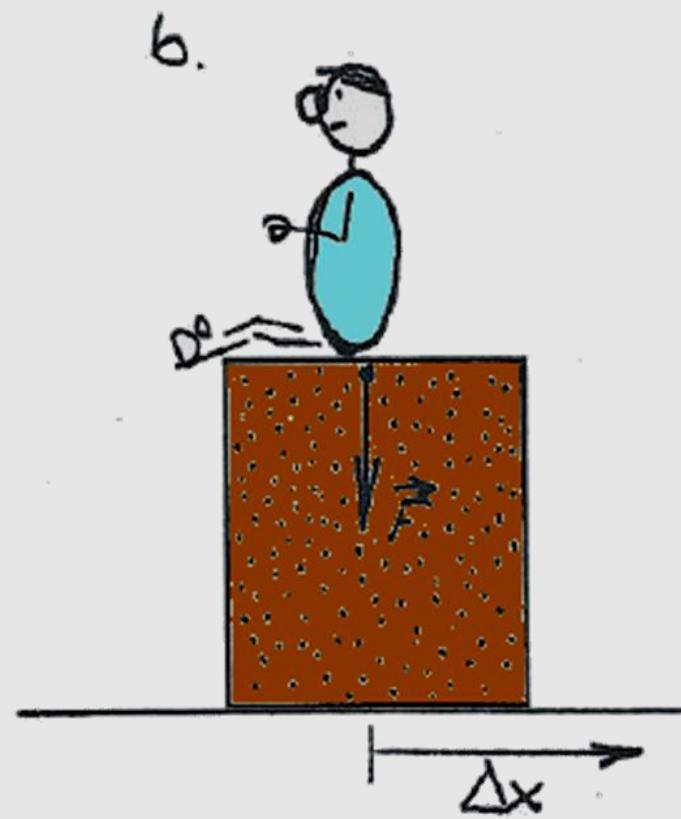
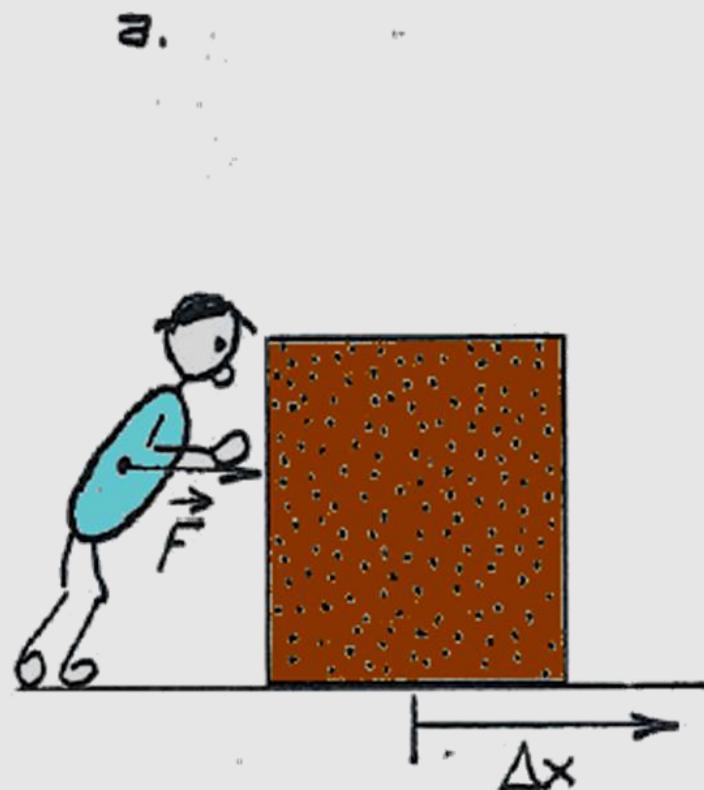
$$W = |\vec{F}| \cdot |\vec{r}| \cdot \cos(\theta)$$

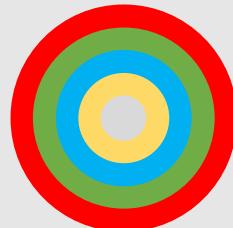
$$W = F_x \cdot \Delta x$$





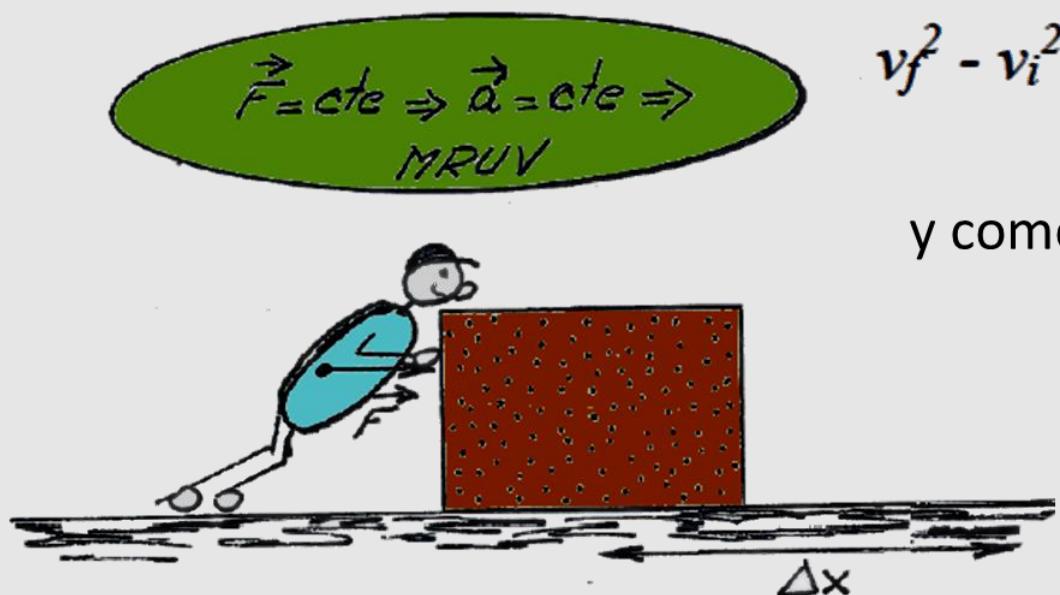
Trabajo Mecánico





Energía Cinética

Teorema del trabajo y la energía: "El trabajo total realizado sobre un cuerpo por todas las fuerzas que actúan sobre él, es igual al cambio de energía cinética del objeto".



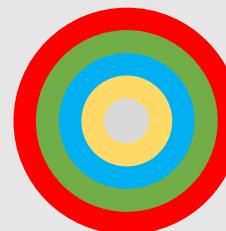
$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x, \quad a\Delta x = v_f^2/2 - v_i^2/2$$

y como $\vec{a} = \vec{F}/m$ $\Delta x F/m = v_f^2/2 - v_i^2/2$

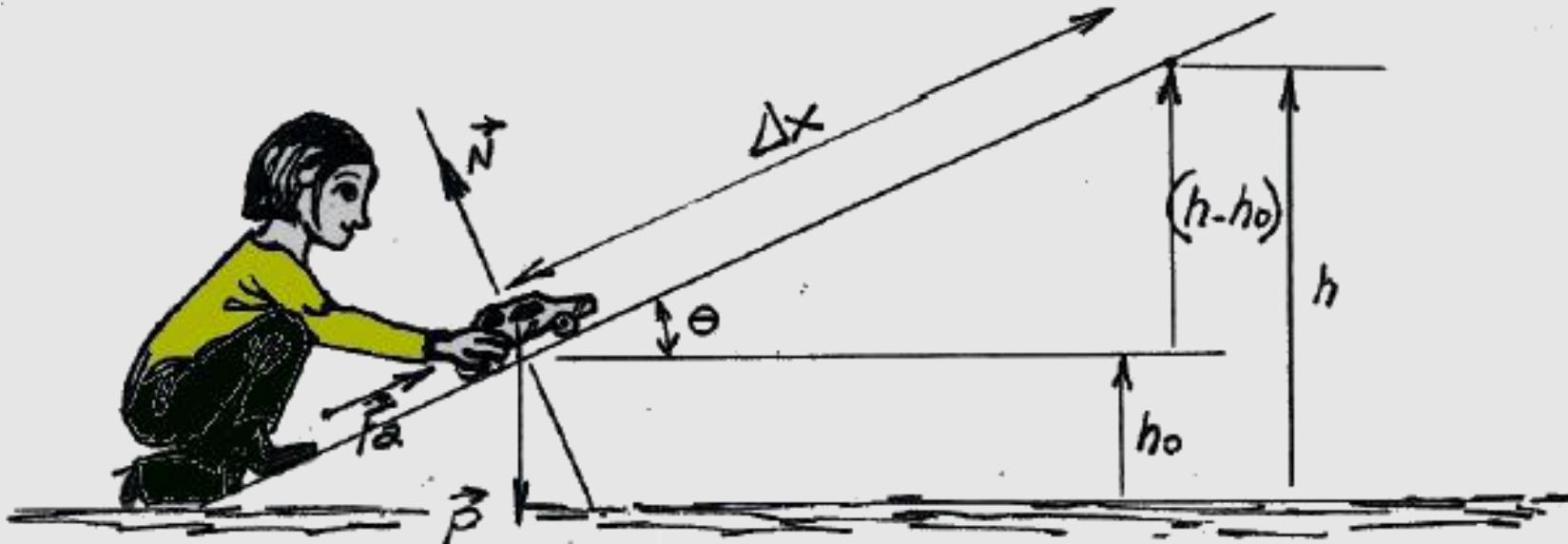
$$W = m \left[\frac{(v_f)^2}{2} - \frac{(v_i)^2}{2} \right] = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$E_{cf} = \frac{1}{2} m v_f^2 \quad y \quad E_{ci} = \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$W = E_{cf} - E_{ci} = \Delta E_c$$



Energía Potencial Gravitatoria



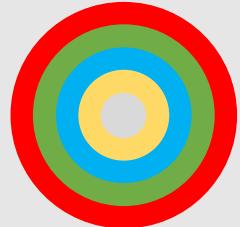
$$F_a \cdot \Delta x - m g \Delta x \sin \theta = E_c - E_{c_0}$$

$$F_a \cdot \Delta x - m g (h - h_0) = E_c - E_{c_0}$$

$$E_{p_0} = mgh_0 \quad \text{y} \quad E_p = mgh$$

$$W_a = (E_c - E_{c_0}) + (E_p - E_{p_0})$$

$$E_c + E_p = E_{c_0} + E_{p_0}$$

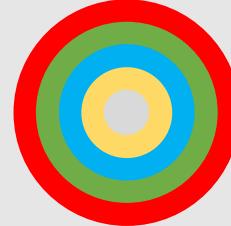


Trabajo Mecánico

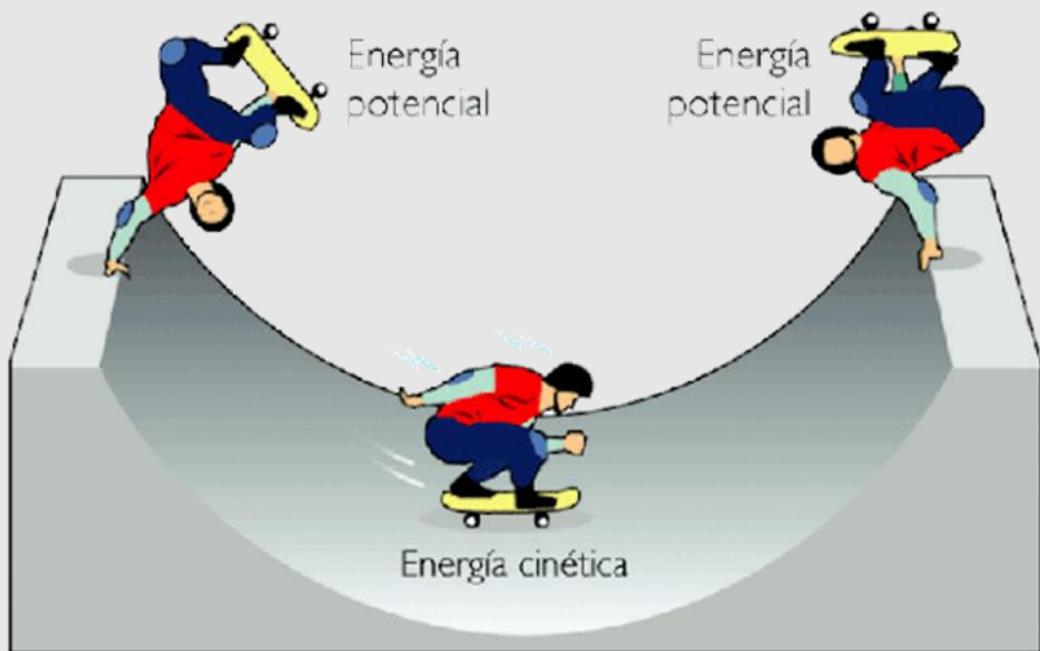
Fuerzas conservativas: La fuerza gravitatoria tiene la propiedad que cuando un objeto se mueve de un punto a otro, el trabajo realizado por esta fuerza no depende del camino recorrido. Las fuerzas que tienen la propiedad que el trabajo que realizan es el mismo para todos los caminos posibles entre dos puntos dados, se llaman fuerzas conservativas.

Fuerzas disipativas: las fuerzas de rozamiento, pueden disipar energía mecánica. Por este motivo el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento depende del camino realizado, el rozamiento no es una fuerza conservativa. Además, el rozamiento siempre se opone al movimiento y por lo tanto realiza siempre un trabajo negativo. El trabajo de las fuerzas de rozamiento se convierte en calor y, por lo tanto, se pierde como energía mecánica.

$$W_a = (E_c - E_{c_0}) + E_p - E_{p_0} + Q$$



Principio de conservación de la energía



$$W = \Delta E_c + \Delta E_p + Q$$

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p$$

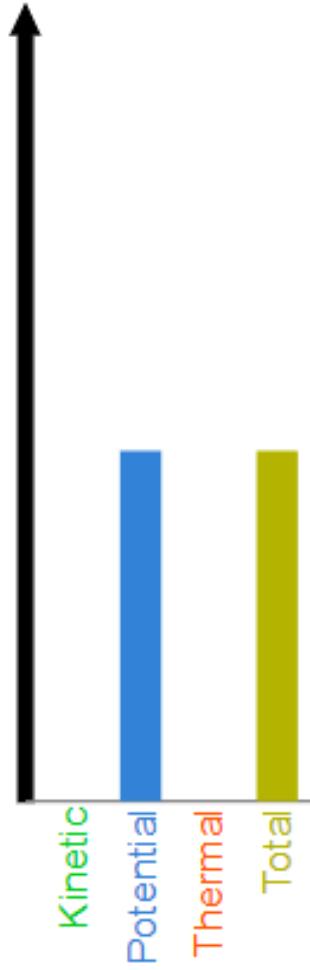
$$W = \Delta E_m + Q$$

$$\text{Si } W = 0 \text{ y } Q=0$$



$$\Delta E_m = 0 \rightarrow \Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

Energy



0 meters

Energy

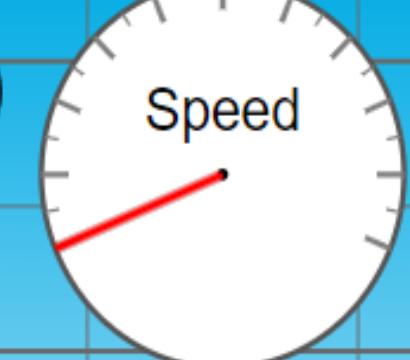
- Kinetic
- Potential
- Thermal

6

4

2

Speed



Slow Motion
Normal

Restart Skater



Pie Chart



Bar Graph



Grid

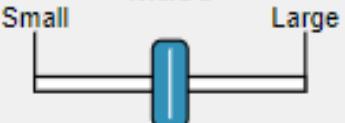


Speed

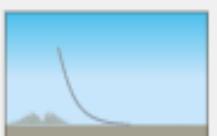
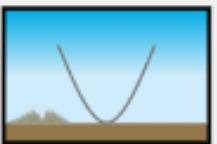


Mass

Small

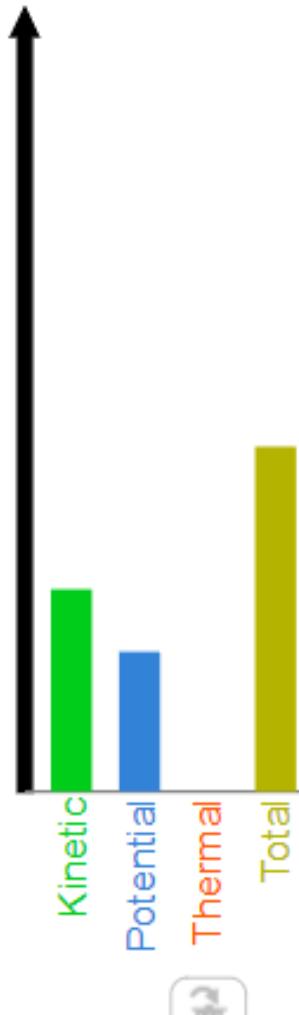


Large



<https://phet.colorado.edu/>

Energy



Energy

Kinetic

Potential

Thermal



Speed

6

4

2

0 meters



Pie Chart



Bar Graph



Grid



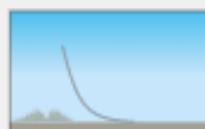
Speed



Mass

Small

Large



<https://phet.colorado.edu/>



- Slow Motion
- Normal

Restart Skater



Energy



0 meters

Energy

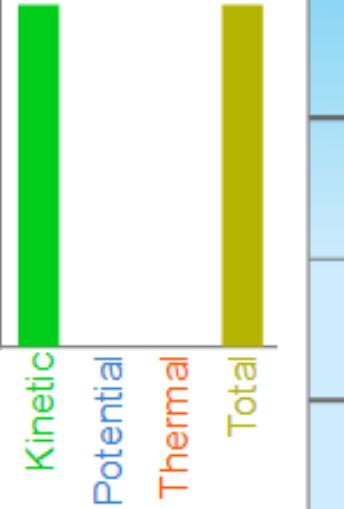
Kinetic

Potential

Thermal



Speed



6

4

2



Slow Motion
Normal

Restart Skater



Pie Chart



Bar Graph



Grid



Speed

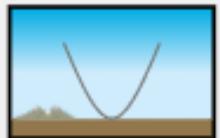


Mass

Small

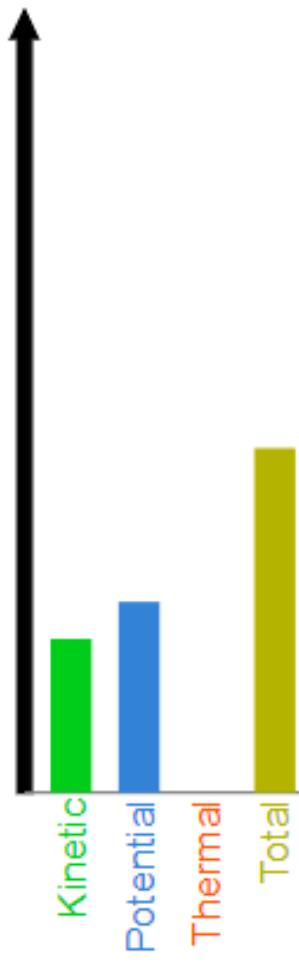


Large



<https://phet.colorado.edu/>

Energy



Energy

- Kinetic
- Potential
- Thermal



Speed



6

4

2

0 meters



Pie Chart



Bar Graph



Grid

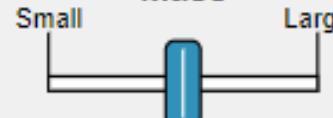


Speed



Mass

Small



Large



<https://phet.colorado.edu/>

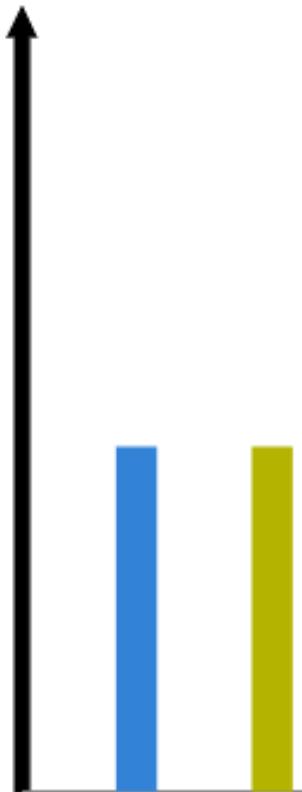


- Slow Motion
- Normal

Restart Skater



Energy



Energy

- Kinetic
- Potential
- Thermal



Speed



Slow Motion
Normal

Restart Skater



6

4

2

0 meters



Pie Chart



Bar Graph



Grid



Speed



Mass

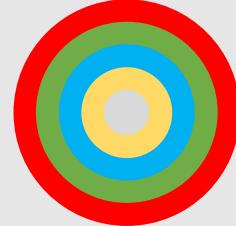
Small



Large



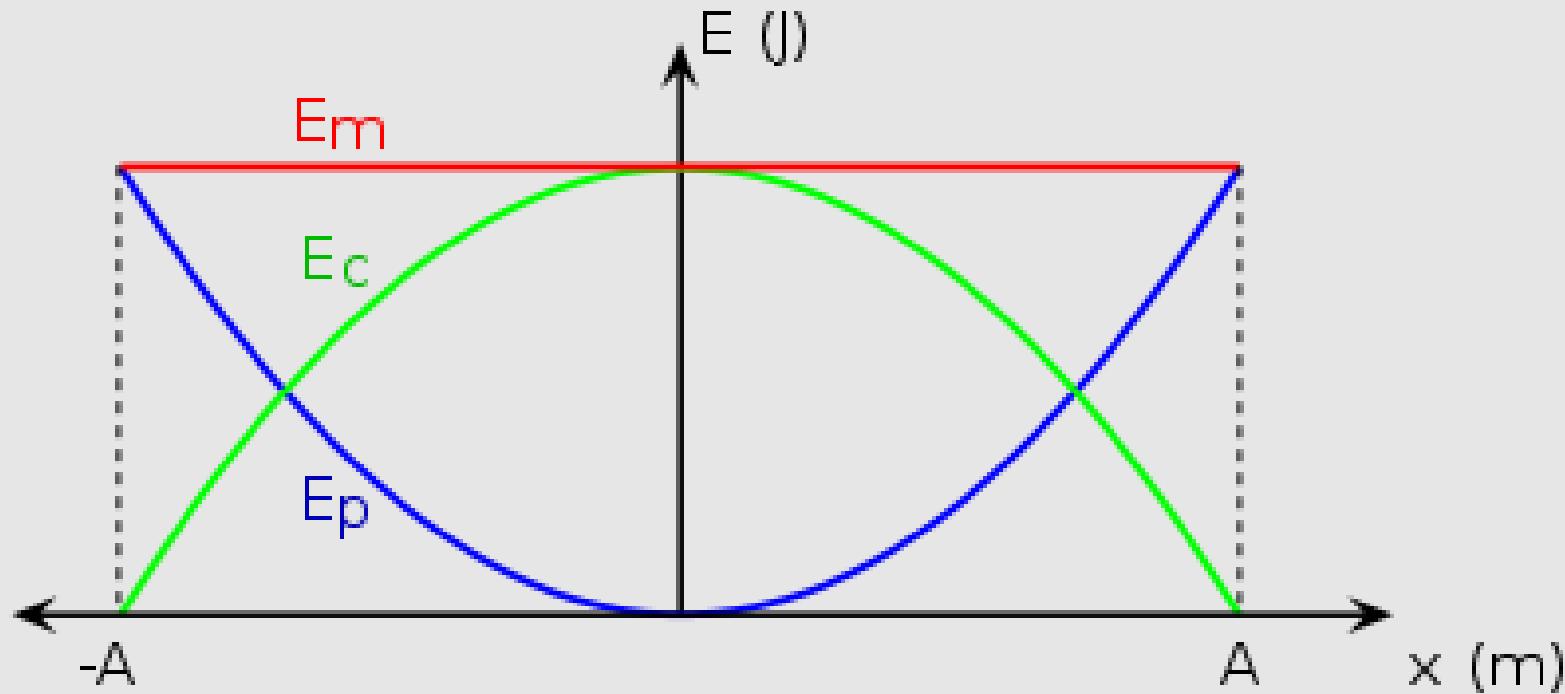
<https://phet.colorado.edu/>

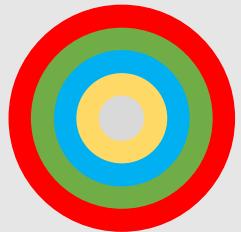


Principio de conservación de la energía

Si $W = 0$ y $Q = 0$

$$E_m = C \rightarrow E_c + E_p = C \quad (C \rightarrow \text{costante})$$



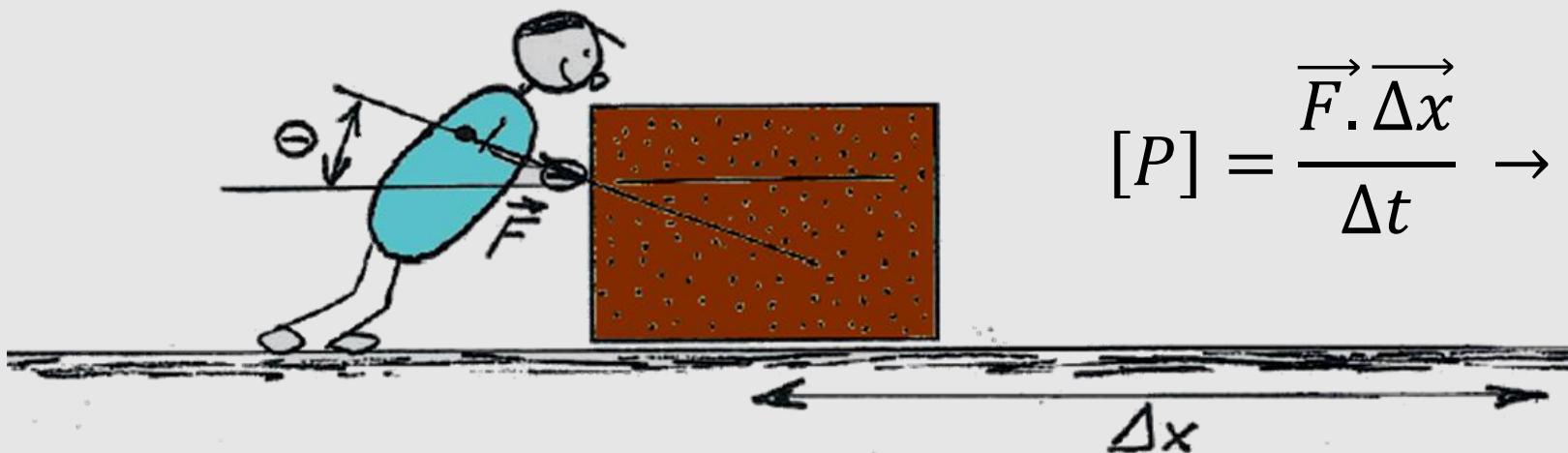


Potencia

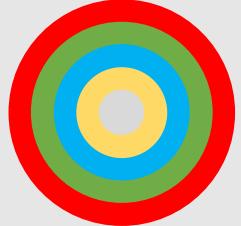


$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad \therefore \quad P = \frac{dW}{dt}$$

$$P = \frac{\overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t}$$



$$[P] = \frac{\overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} \rightarrow \frac{Nm}{s} \rightarrow \frac{J}{s} \rightarrow W$$



Resumen dinámica de traslación

posición → \vec{r}

velocidad → $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

tiempo → t

masa → m

aceleración → $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

fuerza → $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

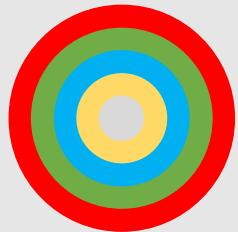
impulso = cantidad de movimiento
 $\vec{F} \cdot dt = m \cdot d\vec{v} = d\vec{p}$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \rightarrow \sum \vec{F} = \dot{\vec{p}}$$

trabajo → $W = \vec{F} \cdot \vec{r}$

principio de la conservación
del trabajo y la energía
 $W = \Delta E$

principio de la conservación
de la energía
 $\Delta E = 0$



Bibliografía

- Capuano V. (2020) Apuntes de clases teóricas. Catrera de Física I para ciencias Biológicas de la FCEFyN de la UNC. https://fcefn.aulavirtual.unc.edu.ar/pluginfile.php/865192/mod_resource/content/2/libro%20de%20F%C3%ADsica%20I%20Vicente%20Capuano.pdf
- Hyperphysics (© C. R. Nave, 2010). Carl R. (Rod) Nave. Department of Physics and Astronomy. Georgia State University. Atlanta, Georgia 30302-4106. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/>
- Ortuño, M. (2019). Física para las ciencias de la vida. Editorial Tébar Flores. <https://elibro.net/es/ereader/bmayorunc/124788>
- Pérez Montiel, H. (2016). Física General. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bmayorunc/40438>
- Wikipedia. Enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/>
- Ling S. J. (2022) Física universitaria. Vol. 1. OpenStax. ISBN-13: 978-1-711494-63-0. CC BY. <https://openstax.org/details/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1>



@ Javier Martín. 2024

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional