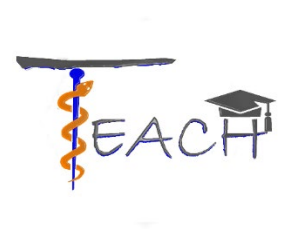


Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



FUNDAMENTOS DE LA BIOMECÁNICA Unidad didáctica B: Fuerzas y Presiones

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0. It is allowed to download this work and share it with others, but you must give credit, and you can't change it in any way or use it commercially.



Index

1. OBJETIVOS	2
2. CAUSAS QUE PRODUCEN EL MOVIMIENTO: CINÉTICA RI! MARCADOR NO DEFINIDO.	¡ERRO
3. CONCEPTOS DE INTERÉS RELACIONADOS CON LA CINÉTICA: FUERZAS, PRESIONES, TORSIÓN, POTENCIA, TRABAJO Y ENERGÍA.	4
3.1. Fuerzas4	
3.3.1 Fuerzas que actúan sobre un cuerpo humano5	
3.2 Presión6	
3.3 Energía.....7	
3.4 Trabajo8	
3.5 Potencia9	
3.6 Torsión10	
4. CENTRO DE GRAVEDAD Y CENTRO DE PRESIONES	11
5. IDEAS CLAVE	12
6. REFERENCIAS	13

1. Objetivos

- Conocer las causas que producen los movimientos: cinética.
- Describir conceptos importantes para comprender la cinética: fuerzas, presión, torsión, potencia, trabajo y energía.
- Definir otros conceptos de interés en el campo de la biomecánica: centro de gravedad y centro de presión.

2. Causas que producen el movimiento: cinética

La parte de la mecánica que estudia las causas del movimiento de los cuerpos (fuerzas) se llama **cinética***. La cinética describe las **fuerzas** que actúan sobre un cuerpo para producir movimiento.

Ejemplos de variables cinéticas relacionadas con el movimiento son cualquier tipo de fuerza (fricción, reacción del suelo, gravitacional, etc.), trabajo, momento, torsión, energía, potencia y resistencia.

En resumen:

La cinética responde a las preguntas sobre por qué se mueve un cuerpo.

Este concepto ha sido introducido en notas anteriores pero vale la pena recordarlo porque es el punto de partida de este módulo.

Si aún existen dudas sobre las diferencias entre cinemática y cinética, revise el contenido de este video. Puede acceder a algunos videos de ejemplo a través de los siguientes enlaces:

<https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-classical-mechanics-fall-2016/week-1-kinematics/week-1-introduction/>

El material al que conducen los hipervínculos es público y está disponible para su visualización en línea. Ha sido seleccionado por su adecuación a la asignatura que se trata en esta unidad didáctica (movimientos), tras realizar una búsqueda utilizando los términos "Mecánica Clásica", en la web indicada anteriormente. Como estos, puede encontrar y revisar otros videos didácticos públicos interesantes utilizando los mismos términos de búsqueda.

**Aunque no son exactamente iguales, la cinética y la dinámica a menudo se usan indistintamente*

3. Conceptos de interés relacionados con la cinética: fuerzas, presiones, torsión, potencia, trabajo y energía.

3.1. Fuerzas [1]

La **fuerza** es la magnitud física que se utiliza para cuantificar las causas de los cambios en el movimiento de los cuerpos.

Ejemplo: un cuerpo está descansando. Continuará descansando a menos que algo o alguien lo haga cambiar su velocidad (por ejemplo, ejerciendo una fuerza). Entonces, su velocidad cambiará de 0 a un valor y aparecerá una aceleración (porque ha habido un cambio en la velocidad) siendo el concepto de aceleración y fuerza siempre asociados (como se explicará).

Por tanto, la fuerza también puede entenderse como la magnitud física que produce un cambio en el estado de movimiento de un cuerpo y / o cambia su forma.

La relación entre un cuerpo y las fuerzas que actúan sobre él y su movimiento en respuesta a estas fuerzas se describe en las leyes de Newton en 1686:

Primera ley de Newton: establece que un objeto permanecerá en reposo o en movimiento uniforme en línea recta a menos que actúe sobre él una fuerza externa. Puede verse como una afirmación sobre la inercia, que los objetos permanecerán en su estado de movimiento a menos que actúe una fuerza para cambiar el movimiento [2].

Segunda ley de Newton: establece que las fuerzas totales sobre un cuerpo son proporcionales a la aceleración y su masa (se supone que es constante). Están relacionados por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = m\vec{a} = \text{masa} * \text{aceleración}$$

Las unidades de fuerza del Sistema Internacional (SI) son Newtons= $\left[kg \frac{m}{s^2} \right]$.

Recuerde que la presencia de aceleración implica un cambio en la velocidad del cuerpo; significa que hay fuerzas externas que producen cambios en la velocidad de ese cuerpo.

Tercera ley de Newton: Todas las fuerzas en el universo ocurren en pares iguales pero dirigidos de manera opuesta. No hay fuerzas aisladas; por cada fuerza externa que actúa sobre un objeto, hay una fuerza de igual magnitud pero en dirección opuesta que actúa sobre el objeto que ejerció esa fuerza externa [2].

Significa que cuando un cuerpo (A) ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo (B), el segundo cuerpo (A) ejerce simultáneamente una fuerza igual en magnitud y opuesta en dirección sobre el primer cuerpo (A) (Figura 1):

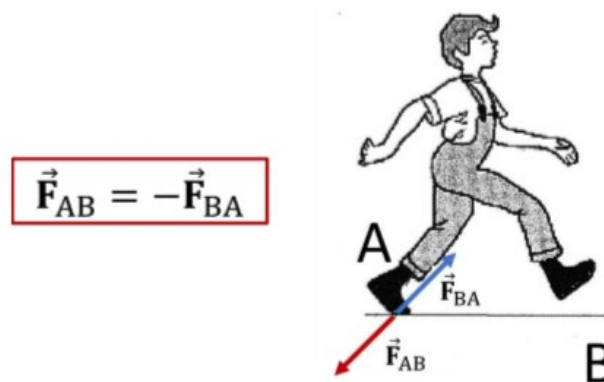


Figura 1: Tercera ley de Newton. Extraído de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Walking_reaction_forces.png. Modificado por IBV

3.3.1 Fuerzas que actúan al rededor del cuerpo humano [1]

Existen diferentes tipos de fuerzas: electromagnéticas, gravitacionales, etc. pero están fuera del alcance de estos contenidos. Solo se describen aquellas fuerzas (que son fuerzas mecánicas) relacionadas con el cuerpo humano:

Peso

Es la fuerza de la gravedad sobre el cuerpo. Se calcula:

$$\vec{W} = masa * \vec{g}$$

El peso de los segmentos corporales es una fuerza muy importante porque para mantener posturas estáticas o para realizar movimientos lentos, los músculos y ligamentos deben contrarrestar este peso.

Cargas externas

Las actividades diarias implican realizar cualquier tipo de carga, empujando, tirando o sujetando un objeto. El efecto de estas cargas externas sobre las articulaciones y los músculos puede ser muy elevado.

Fuerzas normales y de fricción

Aparecen cuando un cuerpo se apoya en cualquier tipo de superficie. En el caso de que la superficie sea el suelo, ejercerá una fuerza igual pero de diferente signo sobre nuestros pies. Esta fuerza se denomina "fuerza de reacción del suelo" (la superficie también puede ser un asiento, por ejemplo). Estas fuerzas de reacción están compuestas por dos fuerzas diferentes: Fuerza normal (\vec{N}), perpendicular a la superficie de apoyo y fuerza de fricción (\vec{R}), paralela a ella (Figura 2):



Figura 2: Componentes de la fuerza de reacción del suelo [1].

Fuerzas internas

Son producidos por tendones, músculos, ligamentos y componentes internos de las articulaciones.

3.2 Presión

Cuando se aplican fuerzas a un material, crean cargas/tensiones sobre el material. Estas cargas/tensiones intentan cambiar la forma del material ejerciendo compresión, tensión, cizallamiento, torsión o flexión. En el campo biomecánico, la presión puede entenderse como cargas de compresión ejercidas sobre un cuerpo. Por lo tanto, el concepto de presión en biomecánica es similar al estrés (simbolizado por σ) siempre que se refiera al esfuerzo de compresión. Por tanto, la presión y la tensión (compresión) se definen como la fuerza por unidad de área [3]:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

Las unidades de presión/estrés del Sistema Internacional (SI) son *Pascales* = $\left[\frac{\text{Newtons}}{\text{metros}^2} \right]$.

3.3 Energía

La energía es una medida de la capacidad de alguien o algo para trabajar. No es una sustancia material. La energía se puede almacenar y medir de muchas formas. Aunque la gente suele hablar del consumo de energía, la energía nunca se destruye realmente. Simplemente se transfiere de una forma a otra, haciendo trabajo en el proceso [4].

La transformación de la energía es un concepto poderoso que está involucrado en un gran número de procesos [5]. La energía relacionada con el movimiento se llama energía cinética.

Energía cinética (E_K): Energía que posee un objeto debido a su movimiento. La energía cinética de una masa puntual m viene dada por:

$$\text{Energía cinética: } \frac{1}{2}mv^2$$

$m = \text{masa}$

$v = \text{velocidad}$

$m = \text{metros}$

Las unidades de energía cinética del Sistema Internacional (SI) son *Julios = Newton * m*.

La energía cinética es una expresión del hecho de que un objeto en movimiento puede trabajar sobre cualquier cosa que golpee; cuantifica la cantidad de trabajo que el objeto podría realizar como resultado de su movimiento.

La **energía potencial** (E_p) es la energía que resulta de la posición o configuración [6].

$$\text{Energía Potencial} = mgh$$

$m = \text{masa}$

$g = \text{aceleración gravitacional (9,8 m/s}^2\text{)}$

$h = \text{altura}$

Las unidades de energía potencial en el Sistema Internacional (SI) son *Julios = Newton * m*.

Ejemplo: un objeto puede tener la capacidad de realizar trabajo como resultado de su posición en un campo gravitacional (energía potencial gravitacional).

Solo las fuerzas conservadoras como la gravedad y la fuerza del resorte tienen energía potencial asociada.

Según el principio de conservación de la energía mecánica, la energía mecánica total de un objeto es la suma de su energía cinética y energía potencial:

$$E_M = E_C + E_p$$

La conservación de la energía mecánica solo se aplica cuando todas las fuerzas son conservadoras [7]. Es importante considerar esto cuando se requiere calcular la energía de un objeto que cae desde cierta altura, por ejemplo.

3.4 Trabajo

Trabajo: Una fuerza está haciendo trabajo si, al actuar, hay un movimiento del punto de aplicación en la dirección de la fuerza (la misma dirección o la fuerza tiene un componente en la dirección del movimiento). El trabajo realizado por una fuerza constante que actúa sobre el cuerpo es el producto de la componente de la fuerza, la distancia / desplazamiento y el coseno del ángulo entre ellos [8]:

$$\text{Trabajo} = F \Delta d \cos \phi$$

$F = \text{Fuerza}$

$\Delta d = \text{desplazamiento}$

$\cos \phi = \text{coseno del ángulo formado por la fuerza y la dirección del desplazamiento}$

Las unidades del Sistema Internacional (SI) para el trabajo son *Julios = Newton * m*

El trabajo es una cantidad escalar.

Ejemplo (Figura 3): una persona usa una cuerda para tirar de esta caja. El punto es que el componente horizontal es el único componente de la fuerza aplicada que está trabajando en la caja, ya que la caja se desplaza horizontalmente [9].

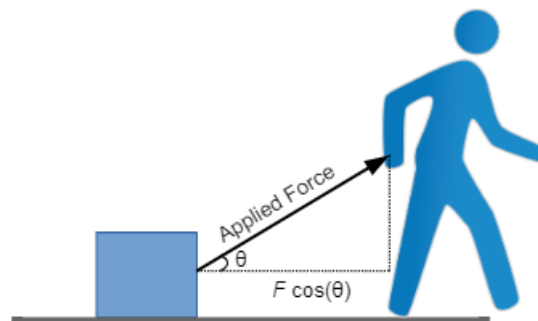


Figura 3: Ejemplo del trabajo realizado por una fuerza.
Extraído de [9]

Como parte de su formación teórica se recomienda ver un vídeo sobre la relación entre energía y trabajo. Puede acceder a algunos videos de ejemplo a través de los siguientes enlaces:

<https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/v/work-and-the-work-energy-principle?modal=1>

<https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/v/work-as-the-transfer-of-energy?modal=1>

El material al que conducen los hipervínculos es público y está disponible para su visualización en línea. Ha sido seleccionado por su adecuación a la materia que se trata en esta unidad didáctica (Fuerzas y Presión), tras realizar una búsqueda utilizando los términos “Mecánica Clásica” o “Energía y Trabajo”, en la web indicada anteriormente. Como estos, puede encontrar y revisar otros videos didácticos públicos interesantes utilizando los mismos términos de búsqueda.

3.5 Potencia

La **potencia** se define como la tasa de trabajo o la tasa de uso de energía. [10]:

$$Potencia = \frac{Trabajo}{tiempo} = \frac{Fuerza * distancia *}{tiempo} = Fuerza * velocidad$$

Las unidades del Sistema Internacional (SI) para la potencia son *Vatios*

The international system (SI) units for power are *Watts*

La potencia es una cantidad escalar.

* En este caso, la fuerza y el desplazamiento/distancia se consideran paralelos, por lo que el coseno no es necesario en la fórmula porque $\cos(0) = 1$.

Como parte de su formación teórica se recomienda ver un vídeo sobre potencia. Puede acceder a algunos videos de ejemplo a través de los siguientes enlaces:

<https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/v/power?modal=1>

El material al que conducen los hipervínculos es público y está disponible para su visualización en línea. Ha sido seleccionado por su adecuación a la asignatura que se trata en esta unidad didáctica (Fuerzas y Presión), tras realizar una búsqueda utilizando los términos "Mecánica Clásica" o "Potencia", en la web indicada anteriormente. Como estos, puede encontrar y revisar otros videos didácticos públicos interesantes utilizando los mismos términos de búsqueda.

3.6 Torsión

La torsión se define por la medición de la acción de rotación causada por una fuerza que puede hacer que un objeto gire alrededor de un eje.

$$\text{Torsión}(\tau) = F * r * \sin\theta$$

F = Fuerza

r = distancia desde el eje de rotación hasta el lugar donde se ejerce la fuerza

$\sin\theta$ = seno del ángulo formado por la fuerza y el radio/distancia.

Las unidades del Sistema Internacional (SI) para la torsión son *Newton * metros*

La torsión es una cantidad vectorial.

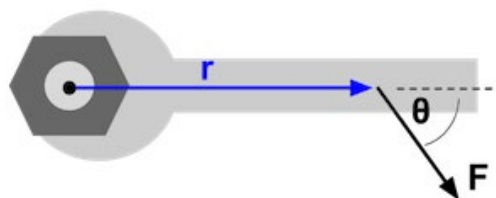


Figura 4: Ejemplo de la aplicación de la torsión. Extraído de [11]

4. Centro de gravedad y centro de presiones [12]

En muchos estudios que cuantifican la postura y el movimiento humano, estas dos variables son muy importantes: el centro de gravedad (CG) del cuerpo y el centro de presión (CP) de las fuerzas de reacción del suelo.

Centro de gravedad (CG):

CG es el punto en el que se puede suponer que la masa corporal total está concentrada sin alterar las propiedades de inercia traslacional del cuerpo. La posición del CG caracteriza la posición de todo el cuerpo y está sujeta al control de la postura corporal. La cuantificación del movimiento del CG permite una evaluación comparativa del rendimiento del movimiento.

Centro de presiones (CP):

CP es la proyección en el plano de tierra del centroide de la distribución de fuerza vertical. La posición de CP se puede obtener directamente de los datos de la placa de fuerza durante las pruebas de postura o marcha. La determinación de la posición del centro de gravedad de todo el cuerpo requiere conocer la posición y masa de los segmentos corporales.

En el enfoque más elemental, se supone que la proyección vertical del CG en el suelo coincide con el CP. En la práctica, esta suposición es cierta solo cuando el cuerpo está estático (es decir, no hay movimiento de ningún segmento), y dado que el cuerpo se balancea incluso durante la bipedestación estable, la suposición es generalmente incorrecta.

5. Ideas clave

Por favor, consulte los siguientes esquemas para revisar sus conocimientos sobre cinética.

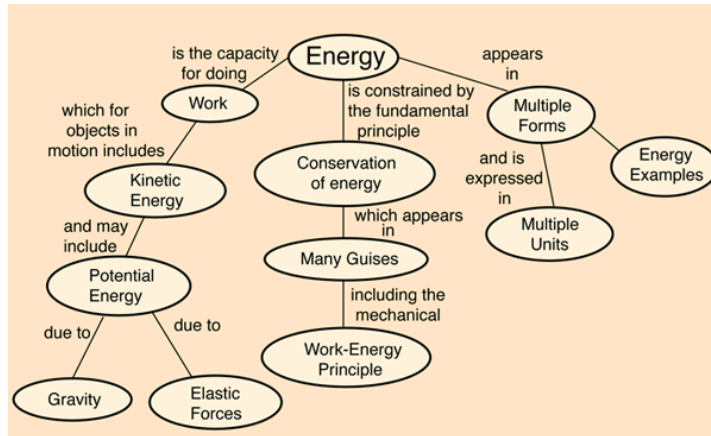


Figura 5: Esquema sobre Energía [13]

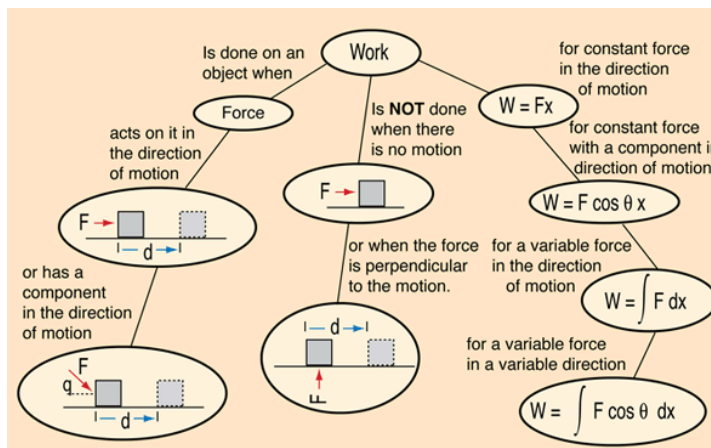


Figura 6: Esquema sobre trabajo [14]

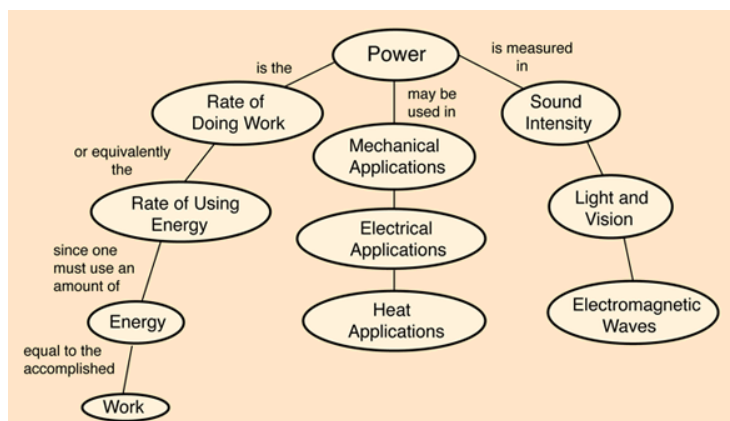


Figura 7: Esquema sobre potencia [15]

6. Referencias

[1] Máster de Biomecánica clínica. Título propio de la Universidad Politécnica de Valencia. Impartido y desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).

[2] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Newt.html#ntcon>

[3] D.Knudson, fundamentals of Biomechanics. Cambrigde, 2007

[4] <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-work?modal=14>

[5] https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-classical-mechanics-fall-2016/readings/MIT8_01F16_chapter13.1.pdf

[6] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/ke.html#ke>

[7] <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-conservation-of-energy>

[8] https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-classical-mechanics-fall-2016/readings/MIT8_01F16_chapter13.4_13.5.pdf

[9] <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-work?modal=1>

[10] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/pow.html#pw>

[11] <https://www.khanacademy.org/science/ap-physics-1/ap-torque-angular-momentum/torque-and-equilibrium-ap/a/torque-and-equilibrium?modal=1>

[12] B.J. Benda, P. O. Riley D.E. Krebs. Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. April 1994. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering 2(1):3 – 10. DOI: 10.1109/86.296348. Source IEEE Xplore.

[13] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/enecon.html>

[14] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/wcon.html>

[15] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/pow.html#pwc>



El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.