



Universidad
de Concepción

DIRECCIÓN
DE DOCENCIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO HUMANO

**GUÍA TEÓRICO PRÁCTICO PARA
EL ESTUDIO BIOFÍSICO DEL
MOVIMIENTO DEL CUERPO
HUMANO**

Recurso de apoyo a la docencia

Docente responsable del proyecto:
Rubén D. Muñoz López

Docente Colaborador:
Oscar Herrera Gacitúa

2022 BIOMECANICA DEL MOVIMIENTO HUMANO

Registro de Propiedad Intelectual N° 2022-A-5139 año 2022
I.S.B.N. 978-956-227-529-3

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra
©UNIVERSIDAD DE CONCEPCION



Universidad de Concepción

Este proyecto de apoyo a la docencia cuenta con un especial propósito cual es la intención de facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de Biomecánica del Movimiento Humano de la carrera de Educación Física y/u otras carreras relacionadas con la dinámica del cuerpo humano.

La necesidad de crear este documento nace por la escasa disponibilidad de la literatura que abarca esta área de estudio y englobar en un documento la mayor cantidad de contenidos que involucra el estudio de la biomecánica es decir con un enfoque integrativo.

Estudiantes de Pedagogía en Educación Física y también de Kinesiología conseguirán potenciar la curiosidad y el compromiso con el conocer, comprender, y aplicar los conocimientos de la biomecánica en la dinámica de los diferentes fenómenos mecánicos involucrados en el movimiento humano cotidiano, deportivo y ergonómico.

El texto se preocupa de recopilar información de múltiples áreas de las ciencias de la dinámica del cuerpo humano, lo que lo hace original y novedoso, involucrándose en la mecánica, la anatomía funcional, la fisiología, etc.; permitiendo, al estudiante desarrollar las bases de su razonamiento al análisis del movimiento del aparato locomotor del hombre.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	5
BASES MECÁNICA	16
POTENCIA	32
ENERGIA	34
EL MOVIMIENTO COMO FENOMENO FÍSICO DEL CUERPO HUMANO.....	35
SISTEMA DE ORIENTACIÓN CORPORAL EJES Y PLANOS DEL CUERPO HUMANO	54
Fuerza	60
Ventajas de los ejercicios de fuerza.....	67
Fuerza Elástica.....	85
Ejemplos de elasticidad.....	86
Materiales Elásticos.....	87
EFFECTOS COMPUESTOS DE DOS O MAS FUERZAS	89
FUERZAS PARALELAS DE SENTIDO CONTRARIO.....	99
LAS LEYES DE NEWTON. CONCEPTO DE FUERZA.....	105
PRIMERA LEY O PRINCIPIO DE INERCIA:.....	105
SEGUNDA LEY:	111
TERCERA LEY O PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN:.....	116
Ejemplos de la Tercera Ley de Newton (en la vida cotidiana)	117
MOVIMIENTO DEL CUERPO HUMANO EN CAÍDA LIBRE	120
Trabajo	125
Ejemplos de trabajo mecánico	126
<i>Trabajo como Producto Escalar.....</i>	127
<i>Unidad de Medida de Trabajo</i>	129
<i>Signo del Trabajo</i>	129
<i>Ejemplos de trabajo mecánico</i>	131
Ejemplos de trabajo mecánico	133
Trabajo Muscular	135
Potencia.....	137
<i>Ejemplos:</i>	138
Energía.....	146
<i>Principio de conservación de la energía.....</i>	154
La energía potencial cerca de la superficie de la Tierra.....	156
MOMENTO DE INERCIA:.....	160

LEYES O PRINCIPIOS DE LAS PALANCAS	165
PALANCA DE PRIMER GÉNERO	169
PALANCA DE SEGUNDO GÉNERO	170
PALANCA DE TERCER GÉNERO	171
PALANCAS BIOMECANICAS:	175
POLEAS	193
APLICACIÓN DE LAS POLEAS A LA DINÁMICA MÚSCULO ARTICULAR	203
EFFECTO DE TORNO Y SU EJE	210
Bibliografía.....	221

INTRODUCCIÓN

BIOMECÁNICA

“Es la ciencia que estudia los efectos de la fuerza internas y externas que se ejercen sobre el organismo en los ejercicios físicos”. En el caso del deporte, sus estudios y análisis tienden a buscar la economía en el gesto técnico, reducir el costo energético y el logro de mayor eficacia en los resultados.

“Es la ciencia basada en los principios y las leyes de la física, que puede ayudar a la comprensión de los mecanismos biológicos”. Ciencia de carácter multidisciplinario en la que interviene la fisiología y la anatomía, la mecánica, las matemáticas, la ingeniería, etc., que pretende explicar el comportamiento de los sistemas vivos, así como resolver los problemas generados por las distintas situaciones a las que se ven sometidos. Se preocupa del estudio de todas las interacciones entre los tejidos y órganos del cuerpo y sus esfuerzos mecánicos, es la ciencia de las leyes del movimiento aplicadas a los seres vivos.

El Consejo Internacional para el Deporte y la Educación Física (1971), la define como “la mecánica de los sistemas vivos que comprende el conocimiento del papel que juegan las fuerzas mecánicas que producen los movimientos, su soporte autonómico, iniciación neurológica, control integrado y percepción, así como su diseño central”.

De acuerdo a la Escuela Soviética de Biomecánica, 1971 “Es la ciencia de la coordinación de los movimientos del hombre”.

La Sociedad Americana de Ingeniería Mecánica. ASME (1972) la define como el “Estudio del cuerpo humano como un sistema bajo dos conjuntos de leyes: la de la mecánica Newtoniana y las leyes biológicas de la vida.

Para la Escuela Belga de Biomecánica (1976), “es el análisis del movimiento del cuerpo humano.

Biomecánica, “es el estudio de las fuerzas actuantes y / o generadas por el cuerpo humano y sobre los efectos de estas fuerzas en los tejidos o materiales implantados en el organismo”. (Sociedad Ibérica de Biomecánica, 1978)

La Biomecánica estudia los sistemas biológicos aplicando los principios y métodos de la mecánica (parte de la Física que estudia el movimiento y las fuerzas que lo determinan).



La Biomecánica es una disciplina entre las ciencias derivadas de la Ciencia Naturales, que se ocupa del análisis físico del cuerpo humano. Estos movimientos son estudiados a través de leyes y patrones mecánicos en función de las características específicas del sistema biológico humano, incluyendo conocimientos anatómicos y fisiológicos. La investigación biomecánica se basa en los métodos de medición de la cineantropometría, dinamometría y electromiografía.

La relación especial existente entre la práctica del deporte y la biomecánica, consiste en la necesidad de perfeccionar la técnica deportiva, tanto por medio del entrenamiento, como de la enseñanza.

Aplicaciones de la Biomecánica:

Sus principales ámbitos de aplicación son:

- Médico,
- Industrial,
- Ocupacional
- Veterinario
- Deportivo
- Legal

La medicina ha sido una de las impulsoras fundamentales de la biomecánica como ciencia, al aplicarla en áreas distintas, como el diagnóstico, la evaluación y la rehabilitación, en el diseño y fabricación de órtesis y prótesis, etc.

La Biomecánica ocupacional o en el campo de la ergonomía, tiene mucho que decir en el estudio de la fatiga, el bajo rendimiento y las lesiones que puede sufrir un trabajador. Si los movimientos requeridos por el medio externo (herramientas, útiles, máquinas), no son compatibles con los movimientos posibles en el medio interno biológico, surge en principio la fatiga, después el bajo rendimiento y por último la lesión.

En la industria los conocimientos de la biomecánica se aplican en el diseño y fabricación de materiales, mobiliario, calzados, instrumental para discapacitados, mobiliario adaptado, sistemas de seguridad, etc.

En la práctica legal empieza a utilizarse en la valoración objetiva de discapacidades. En el ámbito judicial se utilizan reconstrucciones obtenidas a partir de estudios biomecánicos, como pruebas de accidentes.

En veterinaria, se ha utilizado desde sus inicios de igual forma que en los seres humanos

La biomecánica deportiva tiene como objetivo el desarrollo de principios aplicables a la práctica del deporte, a partir de diferentes fenómenos, leyes y modelos que pueden asemejarse a los movimientos deportivos. Se basa en la aplicación de las leyes de la mecánica a los movimientos deportivos. Es una ciencia que ayuda a crear máquinas que permiten mejorar las formas de entrenamiento de la técnica, la táctica, las cualidades físicas, etc. Los datos recogidos en los estudios sirven para reconfigurar el entrenamiento, con el fin de dirigirlo hacia el objetivo deseado.



Para entender cabalmente que es la biomecánica hay que partir de una correcta definición de la física “La física se ocupa de los fenómenos físicos; es decir, de aquellos que modifican la estructura íntima de la materia”, como lo hacen los químicos, que sí lo modifican.

A medida que fue evolucionando, la ciencia física se dividió en distintas ramas: mecánica, calor sonido, electricidad, magnetismo óptica y física nuclear. La que incumbe específicamente a la biomecánica es la primera que estudia el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que en ellos actúan.

El sistema locomotor está constituido principalmente por una estructura ósea y otra muscular encargada de mover esos segmentos óseos

El campo de la mecánica puede subdividirse en la estática, la cual considera la estructura y cuerpos rígidos en un estado inmóvil, y la dinámica que estudia el cuerpo (o sus segmentos) y los implementos en un estado móvil. La dinámica se subdivide en cinemática y en cinética

La biomecánica estudia los movimientos del hombre y del animal desde el punto de vista de las leyes mecánicas. Sin embargo el desarrollo de la biomecánica no abarca solo los senderos de la mecánica, sino también, como ciencia colindante, los de otras disciplinas científicas como la anatomía, fisiología, metodología deportiva, etc.

Se sabe que el gran artista y científico italiano, Leonardo Da Vinci (1452 – 1519), se interesaba entre otras cosas, por el movimiento del cuerpo humano del punto de vista de las leyes de la mecánica.

El título de padre de la biomecánica suele dársele a Aristóteles (384 – 322 A. de C) cuyos tratados: “Partes de los Animales”, “Movimiento de los Animales” y “Progresión de los Animales”, describieron por primera vez la acción de los músculos y las sometieron a análisis geométricos. Aristóteles fue el primero que analizó el complejo proceso de la marcha, en la cual el movimiento de rotación de las extremidades, se transforma en movimiento de traslación. Su exposición sobre los problemas de la propulsión de una nave en diversas condiciones fue, en esencia, precursoras de las tres leyes Newtoniana del movimiento. Para su época, Aristóteles reveló un notable conocimiento del papel del centro de gravedad, las leyes del movimiento y las leyes de las palancas.

Aristóteles



Alfonso Borelli (1608 – 1679) conocido médico y matemático italiano fue el primero en determinar experimentalmente la posición del centro de gravedad del cuerpo humano. Se propuso aplicar las fórmulas matemáticas a los problemas del movimiento muscular; en su tratado “De Motu Animalium”, publicado en 1630 o 1631, trató de demostrar que los animales son máquinas, la cantidad de fuerza desarrollado por diversos músculos y la pérdida de fuerza debido a la acción mecánica desfavorable, a la resistencia del aire y a la resistencia del agua, figuran entre los aspectos del movimiento muscular investigado por él



Alfonso Borelli

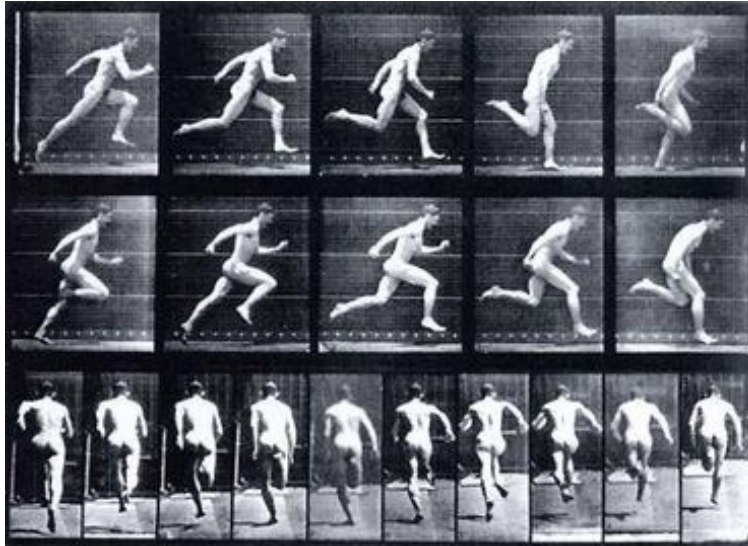
Galeno, fue encargado por el gobernador de Pergamo (ciudad del Asia menor), el cuidado de los gladiadores, considerándose por ello como el primer médico de equipo en la historia. Poseía un avanzado conocimiento del cuerpo humano. En su ensayo, “De Motu Muscularum”, estableció la diferencia entre los nervios motores y sensitivos, entre los músculos agonistas y antagonistas, describió el tono muscular e introdujo términos como diartrosis y sinartrosis aún en uso.

Galeno

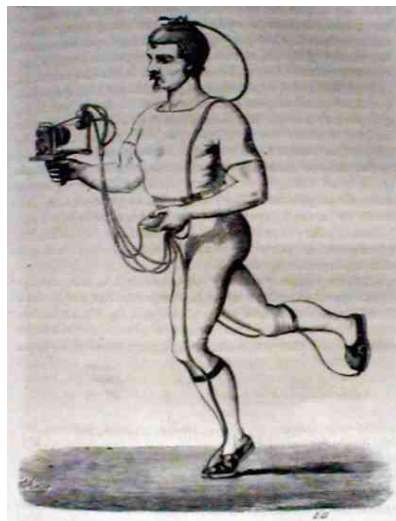


Resulta difícil separar la historia de la biomecánica deportiva y de la biomecánica médica. Los orígenes podrían establecerse en los primeros estudios sobre la locomoción, si consideramos la carrera como un movimiento deportivo. Eadweard Muybridge (1830-1894) no puede ser considerado como un investigador en biomecánica, pero sus fotografías seriadas pueden ser consideradas como pioneras en el estudio de gestos deportivos.

Secuencia de movimientos de la carrera humana



Etienne Jules Marey (1830-1904) es uno de los pioneros de la biomecánica, y sobre todo de la instrumentación biomecánica. Marey realiza estudios de la carrera utilizando primitivos acelerómetros, sensores neumáticos dentro del calzado y cronofotografía estroboscópica. (la siguiente imagen es interactiva: explórala)



Según el profesor Marcos Gutiérrez (Gutiérrez 1998) la primera publicación orientada al estudio del movimiento deportivo fue el libro *The Special Kinesiology of Educational Gimnásticas* escrito por Posse a finales del siglo XIX. Aunque fue

Skarstrom quien en 1909 dio un carácter más científico al estudio del movimiento en su libro *Gymnastic Kinesiology*.

El profesor Gutiérrez destaca el libro *The Action of Muscles in Bodily Movement and Posture*, escrito por Bowen en 1912, y revisado por Rasch y Burke en 1959 con el título *Kinesiology and Applied Anatomy: The Science of Human Movement*. Este libro ha influido en todos los profesionales de la actividad física y se ha reeditado numerosas veces, en España con el título ***Kinesiología y Anatomía Aplicada***.

1. Según Cavanagh (Cavanagh 1990) también hay que incluir en los inicios de la biomecánica deportiva los estudios sobre modelos mecánicos del músculo y gasto energético durante la carrera, realizados por A.V. Hill y Walter Fenn durante los años 20. La **Biomecánica** es una **ciencia interdisciplinar**.
2. Las ramas de la biomecánica se clasifican por su campo de aplicación:
 - Biomecánica Médica
 - Biomecánica Deportiva
 - Biomecánica Ocupacional
3. La Ergonomía engloba a la Biomecánica Ocupacional.
4. El desarrollo de la **Biomecánica Deportiva** se inicia con el interés por mejorar el rendimiento y marcas de los deportistas, y está estrechamente ligado al movimiento olímpico.
5. La historia de la Biomecánica Deportiva, explica Hochmuth en la introducción de uno de sus libros, se halla ligada a la restauración de los Juegos Olímpicos modernos, cuando se experimentó un lógico interés por optimizar el rendimiento deportivo. No obstante, bajo un planteamiento empírico, basado en la autoexperimentación de la técnica deportiva y ya que los deportistas de distintos países competían entre sí en pocas ocasiones, cuando lo hacían se copiaban unos a otros en la medida en que la técnica empleada por algunos de ellos condujera a mejores marcas.

Con el transcurrir del tiempo las técnicas o patrones de movimientos fueron unificándose y, en consecuencia, las marcas se igualaron. A partir de esta situación, se buscaron nuevos enfoques metodológicos objetivos que permitiesen analizar la secuencia de movimientos y gestos con ánimo de optimizar el rendimiento del deportista, aunque esta inquietud sólo se tradujera en esfuerzos singulares y casi anecdóticos.

En 1931, en el Instituto de Educación Física de Leningrado, Kotikova organizó el Primer Ciclo de Conferencias sobre la Biomecánica de los Ejercicios Corporales.

En la década de 1940 se constituye en Estados Unidos la Research Council of the American Association for Helath, Physical Education and Recreation (AAHPER), dando un gran impulso a la metodología de la investigación en el análisis de movimientos. Varios miembros coordinados por Scott y Cureton publican en 1949 el libro *Research Methods Applied to Helath , Physical Education and Recreation*, dondMarey: Instrumentación biomecánica para el estudio de la carrera, en algunos capítulos se dedican a la fotografía y cinematografía aplicadas al análisis de movimientos.

Sin embargo, con el final de la Segunda Guerra Mundial y el inicio de la denominada Guerra Fría, el deporte adquirió una nueva dimensión: la de estandarte nacional y, como producto de esta nueva situación, comenzó a disponerse de recursos y a favorecerse esfuerzos con el propósito de mejorar el rendimiento físico de los deportistas.

En los años 1950 empiezan a aparecer trabajos aplicados al equipamiento deportivo. En 1955 Bunn publica *Scientific Principles of Coaching* donde desarrolla aspectos de ingeniería y educación física. Marey: Instrumentación biomecánica para el estudio de la carrera.

Las exigencias de las distintas especialidades deportivas promovieron el desarrollo de la biomecánica. La biomecánica deportiva empezó a formar parte de

la metodología general deportiva y se desarrolla conjuntamente con el estudio general del movimiento (kinesiología en terminología inglesa). En 1960, como fruto de la ventaja que el denominado bloque del Este de Europa tomó al denominado Mundo Occidental, se celebró en Leipzig, en la antigua República Democrática Alemana, el Primer Congreso Internacional de Biomecánica Deportiva.

La respuesta occidental no se hizo esperar y por mediación de un organismo supuestamente neutral, el Comité Olímpico Internacional, se propugnó, desde su Comisión Médica, la búsqueda de alternativas al doping, como la Biomecánica, capaces de mejorar el rendimiento deportivo, lo que constituyó el pistoletazo de salida para movilizar recursos en Europa Occidental y sobre todo en Estados Unidos.

A finales de los 60 aparecen las primeras revistas científicas de hábito deportivo: *Journal of Health, Physical Education, Recreation*.

Pero como ya ha sido explicado, la historia de la Biomecánica Deportiva no se puede referir tan sólo al deporte de élite. En España, por ejemplo, desde que Jordi Llopart consiguiera en 1980 la primera medalla olímpica en la prueba de 50 km marcha, surgió una generación de grandes atletas que movilizó el interés popular por la práctica del deporte o por la realización de ejercicio físico. La difusión por televisión de acontecimientos deportivos, unida al efecto saludable asociado a la práctica de ejercicio físico, ha propiciado que el deporte sea un fenómeno de masas y que, como algo que necesita de complementos e instrumentos para su práctica, se haya visto rápidamente apoyado por un interés industrial.

Si son conocidas las variaciones e innovaciones introducidas en el diseño de, por ejemplo, bicicletas, raquetas, etc, el interés industrial se ha encaminado fundamentalmente al sector del calzado deportivo. Así, en 1972, Stacoff y Nigg inician en Zurich las investigaciones en calzado deportivo bajo la perspectiva de la Biomecánica. Antes de los años 70 las zapatillas deportivas no incorporaban aspectos “técnicos” relativos al rendimiento deportivo o prevención de lesiones.

Las grandes multinacionales del deporte como ADIDAS o NIKE desarrollan junto a importantes investigadores de biomecánica deportiva diferentes sistemas de amortiguación o control del movimiento para prevenir lesiones y aumentar el rendimiento deportivo. Sistemas de amortiguación como el NIKE AIR, o el sistema ADIDAS TORSION para facilitar el movimiento de torsión del antepié respecto al retropié, han significado hitos en la aplicación práctica de los conceptos biomecánicos. Hoy en día resulta muy difícil encontrar información sobre las novedades en equipamiento y material deportivo en el que la Biomecánica no se halle presente. Y muchos de los conceptos desarrollados para el equipamiento deportivo se están trasladando a otros productos.

La primera conferencia de la Sociedad Internacional de Biomecánica Deportiva (**ISBS**) se celebra en Junio de 1982.

En las 22 Olimpiadas de Moscú se da un paso cualitativo hacia delante al crearse dentro de la comisión médica del Comité Olímpico Internacional una subcomisión de biomecánica y fisiología del deporte.

En España la biomecánica deportiva se inicia en el INEF de Madrid, donde en 1968 se imparte como asignatura por primera vez.

En todo caso merece la pena insistir en que la Biomecánica Deportiva no ha merecido una atención importante hasta entrada la década de los 80 y, en este sentido, constituye la más joven de las Biomecánicas hoy conocidas.

BASES MECÁNICA

La segunda parte de la Ciencia de la Biomecánica se preocupa de las leyes físicas que pueden ser aplicadas al cuerpo humano, las consideraciones mecánicas. A diferencia de la porción Bio que está afectada por el desarrollo y actividades biológicas, anatómicas, fisiológicas, genéticas y nutrición; la porción mecánica está gobernada por las leyes mecánicas que son principios universales para toda la tierra.

La ciencia de la mecánica comenzó con los escolares de la antigua Grecia, quienes intentaron entender el universo. Uno de los primeros fenómenos que despertó la curiosidad de los griegos fue el Movimiento, y éste es el que tratamos de explicar en la ciencia de la biomecánica.

La interacción entre el hombre y el medio es posible solo a través del movimiento, sin embargo, el movimiento no requiere vida. Podemos tener una pelota de tenis, o un dardo lanzado por un hombre, cada uno de ellos moviéndose por sí solo. El primer griego que puso en una forma sofisticada el principio del Movimiento fue Aristóteles (384 – 322 A.C.). Indica que cada elemento en la tierra tiene sus propias características y, por consiguiente, se comporta de acuerdo a esas características. Esta visión Aristotélica del movimiento fue aceptada por largo tiempo, pero más tarde fue rechazada. Una de las razones por las cuales fue incorrecta ya que no tomó en cuenta la gravedad. De acuerdo a los descubrimientos anteriores, si una pelota de tenis era lanzada al aire, el aire por si solo lo mantenía en movimiento, con ausencia de aire, no habría movimiento.

Además, de acuerdo con Aristóteles, masas diferentes tendrían diferentes influencias gravitacionales, lo que también más tarde fue rechazado. Fue acreditado al científico Italiano Galileo Galilei (1564 – 1642), demostrar experimentalmente que la visión de Aristóteles era incorrecta. Galileo formuló las Bases de la caída libre de los cuerpos, al hacer rodar esferas de diferentes masas sobre un plano inclinado, encontró que las esferas de distinto peso rodaban a la misma velocidad. Si el plano era más agudo las esferas rodarían más rápidamente, pero cada una de ellas incrementaría su proporción de movimiento similar, y al final, todas recorrerían la misma distancia en el mismo tiempo.

Esto nos demuestra que los cuerpos en caída libre recorren igual distancia en igual tiempo, independientemente de su peso. En otras palabras, un cuerpo pesado no caerá más rápido que uno liviano. La importancia del experimento de caída de masas nos introduce a entender la aceleración.

Como fue descubierto por Galileo la distancia atravesada por un cuerpo que roda hacia abajo en un plano inclinado aumenta más y más en iguales tiempos sucesivos de intervalo. Esto indica que la proporción de velocidad está cambiando.

En el ejemplo de caída libre, cada segundo de la velocidad de la masa se incrementa por la misma cantidad para este particular tiempo de intervalo. Tal cambio en velocidad en relación al tiempo es llamado aceleración. En la tierra la aceleración de los cuerpos en caída libre es una constante de 32 pies por seg^2 (9.8 mtrs Seg^2)

Fue absolutamente necesario entender aceleración, para el científico Inglés Sir Isaac Newton (1642 – 1727), para formular las leyes del movimiento. Estas directamente relacionadas con aceleración, como dijo Newton, la aceleración producida por una fuerza particular que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

La importancia de la discusión entre Aceleración y fuerza radica en que el movimiento tiene que iniciarse con una fuerza. Es imposible iniciar movimiento sin aplicar fuerza. Ya sea fuerza externa como es la gravedad, o interna como es la muscular.

Por ejemplo, la fuerza aplicada, en el hockey sobre hielo, al disco crea una aceleración y este se mueve más y más rápido de acuerdo a la fuerza que se aplicó. La longitud de tiempo en que la fuerza es aplicada en el disco es importante.

En mecánica, el producto de la fuerza y el tiempo es llamado Impulso. Para una masa dada, a un impulso dado, será el resultado a una velocidad particular. El peso del objeto, mientras mayor sea este necesitará un impulso mayor para obtener la misma velocidad. De esto se deduce que Velocidad y Masa están relacionados

el uno con el otro, y por consiguiente el producto de ambos está referido en física como Momento.

La ley del momento es más importante en los deportes de contacto donde diferentes masas chocan a diferentes velocidades. Esta ley es la que permite que un pequeño jugador de Rugby con gran velocidad bloquee a uno pesado con menor velocidad.

En el caso del disco del hockey, el disco que posee una cierta masa y adquiere una velocidad determinada a través del hielo tiene un momento igual a su masa por su velocidad. Si a lo largo de su viaje otro disco de la misma masa se mueve a la misma velocidad, pero en sentido contrario, y choca con el otro tendrán una detención instantánea. Un momento fue anulado por el otro. Este principio de la conservación del momento es más visible en el juego de billar, donde bolas sólidas chocan a otras a distintas velocidades aplicando esta ley en cada instante.

Hemos estado discutiendo movimientos lineales donde los objetos desplazan sus dimensiones a la misma velocidad. Sin embargo, en el cuerpo humano todas sus partes se están moviendo en rotación. Un ejemplo de este tipo de movimiento es una rueda, el centro permanece estacionario mientras todo el resto se mueve.

El movimiento de rotación, nos da a entender un torque, una fuerza que aumenta con el movimiento rotatorio. El valor del torque o movimiento como también es llamado, depende de la fuerza y de la distancia del centro del objeto rotatorio. El producto de la fuerza por la distancia es igual al torque.

El principio del momento que se aplica al movimiento lineal también se aplica al movimiento rotatorio, y la conservación del momento angular es uno de los más importantes principios en la realización atlética. El momento angular es función de la masa y la aceleración de rotación, así como el cuadrado de la distancia del centro de la rotación. En el movimiento rotatorio, la cantidad de masa por el cuadrado de

la distancia del centro de la rotación es análogo a la masa sola en movimiento lineal o de traslación.

El producto del momento de inercia de un cuerpo girando y su velocidad angular es llamado momento angular. De acuerdo a la ley de la conservación para el momento angular, un cuerpo que gira aisladamente de fuerzas externas tendrá un momento angular constante, esto es, el producto del momento de inercia y velocidad angular sobre el eje de la rotación, es constante.

Si por ejemplo un hombre se para en una mesa giratoria sin fricción, él incrementará su resistencia tres veces abriendo sus brazos a ambos lados; en cambio si deja sus brazos abajo, la velocidad de rotación se incrementará al triple. Un patinador de hielo para hacer sus figuras debe usar estas leyes. Al principio girar lo más rápido posible con los brazos extendidos y después bajarlos para que el cuerpo vaya dejando de girar de a poco.

Estas leyes del movimiento son críticas cuando son aplicadas a los músculos y huesos. Los músculos y los huesos constituyen las herramientas básicas, las palancas. Para comprender la aplicación del movimiento, debemos comprender primeramente el uso de las palancas.

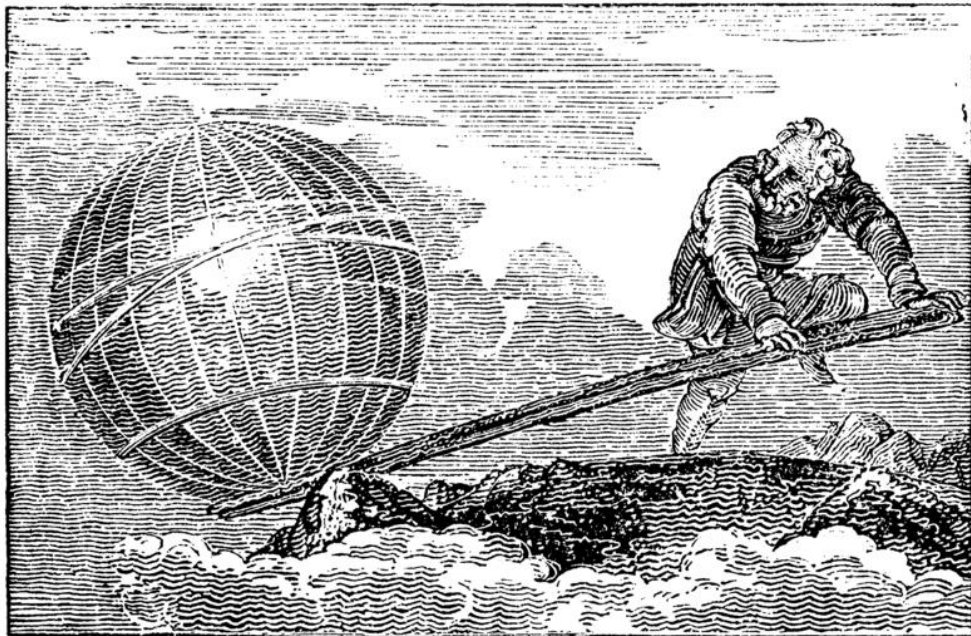
La física divide a las palancas en tres clases: (ver además página 137)

La primera, la fuerza es aplicada en un extremo de la palanca, y la resistencia o trabajo que ha de aplicarse estará en el otro extremo. El eje se encuentra entre la fuerza y la resistencia. El eje se encuentra entre la fuerza y la resistencia. El balancín de los niños que están en los parques nos dan el clásico ejemplo de una palanca de primer género.

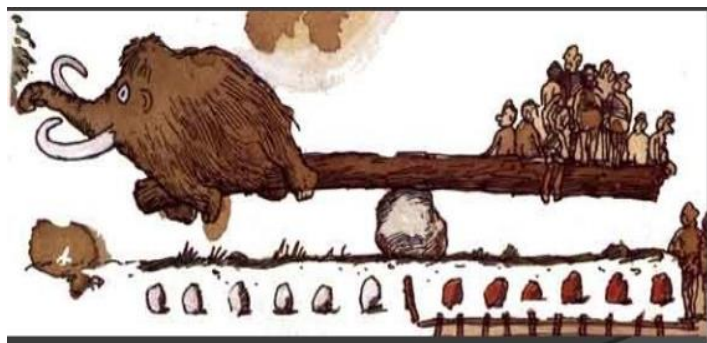
La segunda clase, la fuerza es aplicada en un extremo, pero la resistencia se ubica en el centro y el eje en el otro extremo.

El tercer tipo tiene la fuerza entre el eje y la resistencia, está en la palanca que más tenemos en nuestro cuerpo. Cuando usted levanta un peso con su brazo, el eje es la articulación del codo, la fuerza es ejercida entre el codo y la mano por el músculo bíceps, y el peso en la mano es la resistencia.

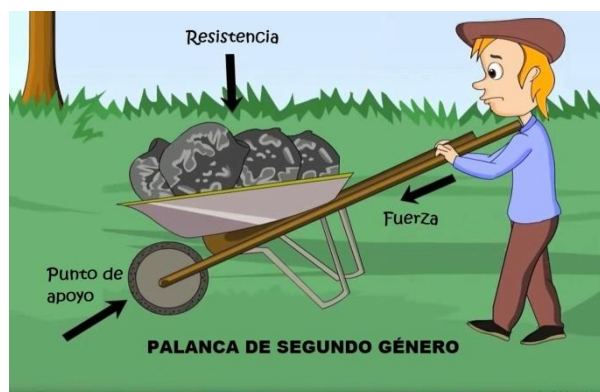
Una palanca también puede incrementar una cantidad de trabajo que puede ser por una cantidad de fuerza dada, o puede causar el trabajo para ser realizado a una mayor velocidad que la aplicación de la fuerza. Arquímedes una vez dijo que el podría mover el mundo si tuviese una palanca lo suficientemente grande.



Para realizar su hazaña, Arquímedes debería haber usado una palanca de segundo género, con su punto de apoyo muy cerca de la tierra, mientras él por su parte se cuelga en su larga palanca en algún lugar del espacio.



El principio aquí es que uno gana una ventaja mecánica con el uso de las palancas; se multiplica la cantidad de fuerza aplicada tantas veces para producir mucho más fuerza en el otro extremo; fenómeno mecánico difícil de descubrir en la dinámica del aparato locomotor



Esto es verdad si el punto de apoyo está situado cercano a donde se está efectuando la fuerza. Si este reverso es verdadero, el punto de apoyo está más cerca de donde la fuerza es aplicada. (Palanca de tercer género), entonces el resultado es una desventaja mecánica.(ver más en página 169)



En los seres humanos la fuerza motora se ubica muy cerca del punto de apoyo o eje. El bíceps se fija al radio muy cerca del codo; por consiguiente para levantar el peso de un kilo sobre la mano, el biceps opera con una desventaja mecánica de aproximadamente siete es a uno y debe hacer una fuerza de 7 kilos de fuerza.

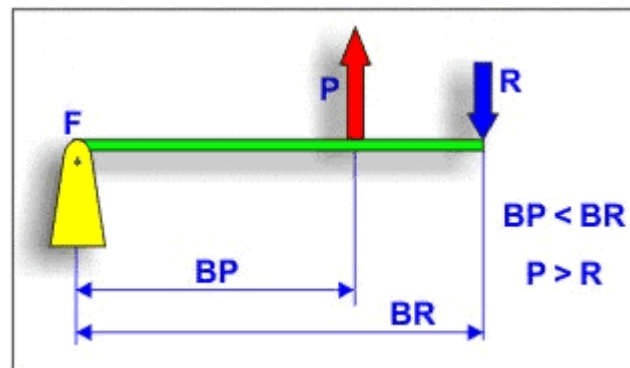
De cualquier modo, el mismo principio que gobierna la ventaja y desventaja mecánica tiene sus compensaciones. La mano, en el extremo de la palanca del brazo se moverá siete veces más rápido que el punto donde el bíceps se fija al radio. Esto se puede ver claramente con un movimiento ligero hacia arriba del antebrazo, cerca del codo. Está en marcado contraste con los centímetros que la mano se ha movido durante el mismo intervalo de tiempo. Obviamente ha viajado considerablemente más rápido.

Por supuesto, usted no sentirá que ha estado trabajando con una desventaja mecánica, que su energía excede la cantidad de fuerza efectuada, cuando usted levanta un peso en su mano activando el bíceps. La operación del sistema podría ser mostrado en el acto de abrir una puerta.

Ocasionalmente, por razones estéticas, un diseñador coloca la manilla de la puerta en el centro, cerca del cerrojo; porque si la manilla que usted debe tirar o empujar está cerca del punto de apoyo – la articulación de la bisagra de la puerta donde pivotea –encontrará que cuesta más moverla. Usted está operando con una mínima ventaja mecánica que si aplicara la fuerza en el extremo de la palanca, donde está el cerrojo.

Por otro lado, se puede ver qué con la manilla ubicada en el centro de la puerta, solo se necesita mover unos pocos centímetros y la puerta se moverá una pulgada o más. La pérdida de la ventaja mecánica ha sido equivalente con una ventaja en velocidad.

El ejemplo de la manilla de la puerta involucra una palanca del segundo género, mientras el sistema humano está basado en palancas de tercer género, los principios de desventaja mecánica y ventaja en velocidad se mantienen. Para muchas acciones mecánicas la disposición es beneficiosa.



Las manos y dedos pueden teclear sobre el piano con gran velocidad, incluso la fuerza que se origina más arriba de la mano y en los músculos posteriores es mayor que la resistencia encontrada por las teclas. Un pitcher de baseball, su brazo se moverá 25 metros por hora, pero su mano podrá golpear a una velocidad de 185 metros por hora, impartándole velocidad a la pelota.

Basado en lo anterior, actualmente un simio sería probablemente un lanzador más fuerte que un pitcher humano. Los simios tienen un antebrazo más largo que el brazo, lo que en el ser humano la relación es contraria. La desventaja mecánica para el simio sería innegable pero la velocidad de su mano sería fenomenal.

Los mismos brazos de palancas afectan a nuestras piernas. Sacrificamos algunas ventajas mecánicas para obtener la habilidad de mover las piernas y pies velozmente. Esto nos permite correr, una cualidad que probablemente contribuye a nuestra natural selección de vida.

Además, en el caso de los humanos la longitud de las palancas no produce una ventaja mecánica, hay más aun, potencia para producir mayor velocidad mientras más largas sean las palancas.

Las rodillas son particularmente vulnerables a lesiones no solo por su limitado rango de movimiento, sino porque, en algunos casos el cuerpo completo se transforma en una larga palanca aplicando su fuerza sobre éstas articulaciones. Arquímedes se dio cuenta que necesitaba una palanca muy larga para mover una gran pelota (la tierra), mientras Hannibal, operando con una catapulta, observó que necesitaba un tipo opuesto de palancas para lanzar grandes proyectiles. A los jugadores interesados, con pelotas más pequeñas, tales como las usadas en el juego de golf o baseball, se les puede aplicar más fuerza al objetivo de sus intenciones con una palanca más larga. Los golfistas deberían jugar con el palo más largo que puedan manejar confortablemente, así también los bateadores en beisball. Sin embargo, mientras más larga la palanca, hay menos control; muchos buenos jugadores reducen su margen potencial por error, acortando el putter, tomándolo bajo el mango.

Un simio, por virtud de su ventaja mecánica, podría estar capacitado para ser el mejor pitcher en baseball, pero no sería mejor como dibujante o pintor. Su mano

se movería muy a prisa con un solo pequeño desvío al otro lado en el extremo de la palanca, cerca del codo, y su control sería menor que el de un humano.

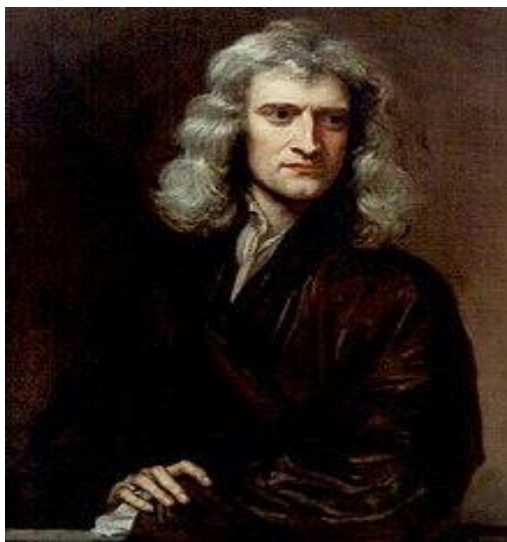


Por tal razón, una persona nacida con un antebrazo corto tendría una ventaja para trabajos precisos. Pareciera que nadie dedicado a pianista o a cirugía se beneficiaría con un antebrazo proporcionalmente mayor que el brazo.

Como científico Biomecánico, es posible concluir que las leyes básicas de la física se aplican a todos los objetos y a todas las acciones, incluyendo la de los humanos. No importa si uno está lanzando una pelota, haciendo rodar piedras, manejando una pala o corriendo por la pista. Las leyes de la física lo están controlando todo, y debemos agradecerle al señor Isaac Newton por ella.

Antes de Newton, Johann Kepler, el astrónomo alemán del siglo XVI formuló una descripción de las órbitas planetarias. Kepler observó que los planetas se movían en Elipse con el sol como un foco. Pero Kepler no pudo explicar porque los planetas seguían este patrón sin desviaciones. Un siglo o más después de Newton siguió a Kepler con su inexplicable relación gravitacional. Newton publicó su "Principio" en 1687. Es, tal vez, el libro más grande en la historia de la ciencia. En él están descritas las leyes de la dinámica, la ciencia que trata con los efectos de las fuerzas en los cuerpos móviles.

Newton explicó como las fuerzas gravitacionales de los cuerpos o masas interactúan. No interesa si uno está hablando en términos de sol o planetas, luna o tierra o manzana y tierra. La acción reciproca es la misma.



1642 – 1727 (84 años)

Newton rápidamente resumió las leyes del movimiento en tres principios. El **primero** de estos es el que dice que un objeto permanece en reposo hasta que algunas fuerzas actúen sobre él; o si el objeto está en movimiento, este continúa a una velocidad constante a no ser que una fuerza externa la obligue a cambiar. En otras palabras, hasta que las palancas del pie y de la pierna no estén aplicadas a la pelota de fútbol, esta permanece en reposo en el suelo. Una vez que ha sido pateada, continuará su viaje a una constante velocidad hasta que actúe sobre ella una fuerza externa de fricción, del piso o del aire, o algún contacto de otro sistema de palancas en la forma de un jugador opositor.

Cuando dos o más fuerzas actúan sobre un objeto, la fuerza subsecuente es conocida por los físicos como la fuerza resultante. Si el jugador A le pega a la pelota para el norte simultáneamente con el jugador B que golpea la misma pelota para el poniente, la pelota viajará por el noroeste a lo largo del camino y que estará determinado por el atleta que proyectó más fuerza. La ruta tomada por la pelota y su velocidad es el resultado de las fuerzas aplicadas por los jugadores A y B.

Los cálculos de Newton fueron útiles para determinar la cantidad de fuerza aplicada a la pelota por la aceleración del pie y de la pierna que primero la impulsó hacia el aire. Los cálculos nuevamente nos permiten apreciar las fuerzas involucradas cuando otra persona cabecea la pelota en otra dirección.

Puesto de otra manera, Newton explicaba, porque se debía colocar el cinturón de seguridad. Los frenos aplicados a las ruedas de un auto que va a 40 kilómetros por hora son una fuerza que detienen el movimiento del vehículo; pero como pasajero dentro del vehículo, usted también va viajando a 40 kilómetros por hora, pero no hay frenos para detenerlo a usted. Sin el cinturón de seguridad para detener su movimiento, usted continuaría hacia delante hasta que el tablero de instrumentos, parabrisas o volante entregue resistencia al movimiento.

De acuerdo a Newton, la principal tarea de la mecánica era el estudio acerca de las fuerzas de variados movimientos. Es así como puede calcularse las fuerzas que están actuando en cualquier segmento dado del cuerpo a cualquier tiempo en particular. El análisis de la fuerza requiere el conocimiento de la masa y aceleración. Momento es un concepto que consiste en la velocidad multiplicada por la masa del objeto en movimiento. Momento, en términos físicos, es diferenciada de la fuerza, la que está definida como masa multiplicada por la aceleración, o el rango de cambio en velocidad. La alteración del momento, o un cambio en el movimiento, declara Newton, es regida por la fuerza que actúa sobre el objeto, el que después continúa en línea recta según la fuerza que se aplicó.

Considere el problema de saltar sobre un charco pequeño. Usted se aproxima a la acequia con fuerza horizontal, a lo mejor con un pequeño trote. A medida que se acerca al agua su sistema nervioso central, el que coordina sus movimientos, ordena a los músculos en sus pies y piernas crear una fuerza que le permita levantarse del suelo. La altura del salto depende de su habilidad para generar la fuerza necesaria para que al menos temporalmente desafíe la gravedad. Si usted pesa 70 kilos y solo produce 60 kilos de fuerza, usted no despegará los pies del suelo. Una vez en el aire, ya no le podrá sumar ninguna fuerza al salto.

Concluye entonces que la fuerza del momento, la velocidad en el momento del salto multiplicada por su peso es suficiente para cubrir la demanda de la gravedad.

La fuerza vertical que usted introduce se combina con la fuerza horizontal. Su cuerpo, por lo tanto, no solamente viaja en dirección vertical o solamente horizontal sino el cambio de trayecto viene a ser una combinación de fuerzas horizontales y verticales, una dirección que los físicos llaman resultante.

La tercera ley de Newton es aquella en que toda fuerza que actúe sobre un objeto, crea otra igual, pero en sentido contrario llamada fuerza de reacción. El disparo de un rifle es una expresión de fuerza igual y opuesta.

Un viejo chiste usa esta línea: "Todos deben estar en algún lugar", y Einstein dijo que la energía no puede ser creada ni destruida. En otras palabras, la energía o una visible manifestación de ella en la forma de fuerza debe estar siempre "en algún lugar".

Esto significa que cuando uno genera fuerza, por ejemplo, girando el tronco, y de repente trata de detenerlo, la fuerza desarrollada en el cuerpo no simplemente desaparece, debe estar en algún otro lado. El secreto para el uso eficiente del cuerpo para el trabajo o deporte, para la salud o en las lesiones, depende en gran medida en donde estas fuerzas van, o como son explotadas.

En el cuerpo humano, todos los huesos que crean palancas, se mueven en forma rotatoria. Este movimiento angular puede crear un movimiento lineal para todo el cuerpo. Las mismas leyes que gobiernan el movimiento lineal también lo hacen en el movimiento angular también lo hacen en el movimiento angular. La única diferencia es que la longitud de la palanca también juega parte importante. Si usted rota su cuerpo, continuará girando en su eje hasta que usted altere el movimiento ya sea por un cambio en su posición o por la aplicación de otra fuerza. Por ejemplo, un patinador de hielo comienza a girar con los brazos en abducción construyendo un momento angular de la maniobra. En un momento el patinador baja sus brazos

a los lados. La velocidad del giro se incrementa porque el momento que fue generado inicialmente es mantenido constante alrededor del eje. El cambio en la distancia de los brazos del centro del cuerpo transfiere el momento angular al cuerpo por sí solo.

El momento angular puede ser redistribuido a través de todo el cuerpo cuando un saltador de alto se despegas del piso, él o ella es propulsada a través de un momento angular que ha sido desarrollado. No obstante, ese momento puede ser nuevamente dirigido, sin embargo, el saltador aterrizará extendido en la colchoneta. Un desastre es prevenido a través de la transferencia del momento angular, parte de él, a los brazos, el que explica el batido de los brazos y piernas mostrados en los saltadores de alto.

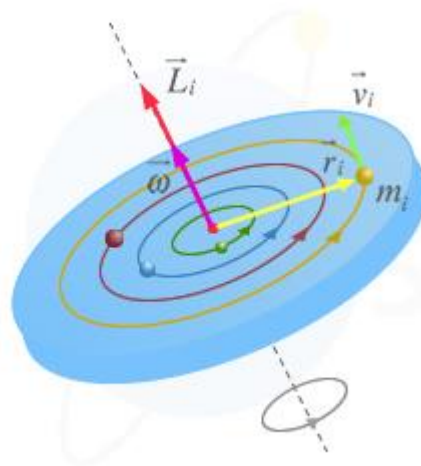
Casi todas las acciones son un resultado de las velocidades angulares en las articulaciones, segmentos o miembros del cuerpo. La velocidad de un segmento tiene efecto sobre la unión de segmentos, pero este efecto es difícil de determinar usando la mecánica convencional.

El momento angular puede ser expresado en términos de otros dos importantes parámetros de rotación, velocidad angular y momento de la inercia. **La velocidad angular** está representada por la velocidad rotacional y direccional del cuerpo. Por ejemplo, un individuo que hace saltos ordenadamente hace un doble salto mortal en un segundo, la magnitud de su promedio de la velocidad angular es de dos revoluciones por segundo.

El momento de la inercia de un cuerpo casi en el eje, es la tendencia del cuerpo a resistir cambios en la velocidad angular. Es obvio que los cuerpos grandes y extendidos tienen un momento de inercia mayor que los más pequeños y livianos. En efecto, la contribución de cada partícula o segmento en un cuerpo para el total momento de inercia cerca del eje es igual a la **masa** del segmento por el cuadrado de su distancia del eje de la rotación.

Por ejemplo, un típico saltador ornamental, con su cuerpo derecho y sus brazos a ambos lados tienen un momento de inercia de 14 kilos por los metros cuadrados del eje de su salto mortal, pero un momento de inercia de solo 1 kilogramo por los metros cuadrados de su eje de torsión.

El momento angular: es el producto entre la velocidad angular y el momento de inercia en un eje específico. En el caso del saltador, será la suma de la velocidad angular a lo largo de los dos ejes y el momento de inercia alrededor de estos ejes.



La analogía entre el momento angular (momento de la inercia por la velocidad angular) y el momento lineal (masa por velocidad lineal) no es perfecta. La razón es que el cuerpo puede cambiar la longitud de sus segmentos mientras ejecuta movimiento angular, así como el saltador cambia a una posición ovillada de una posición extendida. Esto varía el momento de inercia en el eje de su salto mortal. En el momento lineal esto no ocurre.

POTENCIA

Si dos fuerzas distintas realizan el mismo trabajo, será más eficaz aquella que realiza el trabajo en el menor tiempo. Para medir la rapidez o eficacia con que una determinada fuerza realiza un trabajo se introduce la magnitud llamada potencia

Definimos potencia media :

$$P_m = \frac{W_m}{t}$$

Hay algunas limitaciones para cualquier analogía entre la **potencia** creada por los músculos y la producida por un motor. Un motor será evaluado por tener cierta cantidad de caballos de fuerza, significando esto que producirá una específica cantidad de trabajo en cada segundo que está en operación. Levantará o empujará una cantidad de kilos a una cierta distancia. Es posible medir esfuerzos sostenidos por un ser humano de la misma manera que un individuo pedaleando una bicicleta pueden ser considerado los caballos de fuerza que produce en transportar su peso sobre la bicicleta, en una cierta distancia, en una cierta cantidad de tiempo. Este tipo de potencia producido es válido para una rítmica y sostenida cantidad de fuerza, pero no sirve como una descripción útil para un tipo de acción impulsiva.

Desde el aspecto funcional todos los movimientos en los cuales debe vencerse una resistencia a la mayor velocidad posible pueden ser considerados movimientos de potencia (saltos, lanzamientos). Con el mismo criterio muchos ejercicios de fuerza pueden ser transformados en ejercicios de potencia a través del simple expediente de solicitar que en un corto espacio de tiempo se trate de realizar el máximo número de repeticiones posibles.

La potencia sólo se identifica a través de sus efectos. Cuanto mayor sea la aceleración que una persona pueda imprimir a su masa corporal en un tiempo determinado mayor será la potencia de que disponga.

Para que un movimiento pueda ser calificado de potente deben darse dos condiciones primordiales:

El movimiento debe vencer relativamente grandes resistencias que lo dificulten.

Deben alcanzarse relativamente grandes aceleraciones.

Potencia Muscular: Es la realización de fuerza con una exigencia asociada de tiempo mínimo. Es el caso de los saltos, donde para lograr un máximo resultado la fuerza deberá ser aplicada velozmente. Depende de la fuerza pura, la coordinación, la velocidad de contracción de la musculatura y el respeto de los principios biomecánicos que rigen el movimiento. Para el entrenamiento de la potencia existen las siguientes posibilidades: aumento de la fuerza pura y perfeccionamiento de la coordinación. La potencia en relación con la velocidad. Cuando hablamos de la velocidad señalamos la capacidad condicional de realizar acciones motoras en el menor tiempo posible en las condiciones dadas. La potencia es la capacidad de un deportista para vencer una resistencia mediante una alta velocidad de contracción, es hablar de fuerza en velocidad. Esta capacidad es decisiva en las disciplinas de sprint. Además, son importantes para la mayoría de los deportes-juego, fases de arranque y aceleración en remo, canotaje y esquí de velocidad, carreras ciclísticas en pista. En la velocidad como en la potencia hay prerequisites esenciales, como la movilidad de los procesos nerviosos, el rendimiento en fuerza rápida, la flexibilidad, la elasticidad y la capacidad de relajación de los músculos, la calidad de la técnica deportiva, la fuerza de voluntad y los mecanismos bioquímicos.

ENERGIA

Para entender el movimiento, es de ayuda recordar la clasificación de la energía mecánica, que está definida como la capacidad para efectuar trabajo. La energía Motriz es la que el cuerpo posee por virtud de su movimiento. Cuando usted balancea sus brazos o corre, los miembros del cuerpo, durante el movimiento, contienen energía motriz. (Energía Cinética)

La energía Potencial consiste en lo que se le debe a su existencia en la posición del cuerpo. Un saltador en el extremo de la plataforma posee una cierta cantidad de energía potencial a través de la inminente aplicación de gravedad. *La energía de Tensión o energía potencial elástica*, se refiere a la creada por la deformación o cambio de figura de algo. Un ejemplo de energía de tensión es el arco dibujado por el arquero.



Muchos de nuestros movimientos, tales como correr, entran en juego las tres formas de energía – el movimiento de la pierna es energía motriz, la parte del cuerpo llevada por el aire es dotada con energía potencial; y hay más aún energía de tensión en la natural deformación que ocurre a medida que el pie (o zapatilla) toma otra forma bajo la fuerza del golpe en el suelo.

Algunas veces los tipos de energía pueden estar totalmente separados de los aspectos de un movimiento. Por ejemplo, el momento que una persona comienza a elevarse desde una cama elástica, la energía motriz comienza a disminuir mientras que la energía potencial comienza a aumentar. En el punto más alto de la maniobra, el instante de velocidad cero, cuando el gimnasta no está ascendiendo ni descendiendo, la energía motriz es cero, y la energía potencial está en su máximo. Durante el descenso, la energía potencial comienza a transformarse nuevamente en energía motriz. En el momento del descenso y choque con la cama elástica, la energía de tensión llega hasta su máximo.

Los conceptos son útiles en el análisis del movimiento humano porque nos permiten examinar las formas de energía que se utilizan en una actividad y determinan el uso más eficiente del esfuerzo. En otras palabras, es la manera óptima de hacer algo.

EL MOVIMIENTO COMO FENOMENO FÍSICO DEL CUERPO HUMANO

La ciencia de la mecánica, comenzó con los escolares de la antigua Grecia, quienes intentaron estudiar y comprender el universo. Uno de los primeros fenómenos que despertó la curiosidad de los griegos fue el movimiento, y este fenómeno es el que se pretende estudiar y explicar en la ciencia de la biomecánica. La interacción entre los hombres formando comunidades y estos con respecto al medio, es posible solo a través del movimiento. Sin embargo el movimiento no siempre requiere vida; podemos tener una pelota de tenis o una jabalina lanzada, cada uno de ellos moviéndose por sí solo, así también como el m los planetas moviéndose alrededor del sol.

El primer griego que expuso de una forma sofisticada el principio del movimiento, fue ARISTOTELES, (384 – 322 A. C.). El indicaba que cada elemento en la tierra tiene sus propias características y por consiguiente, se comporta de acuerdo a esas

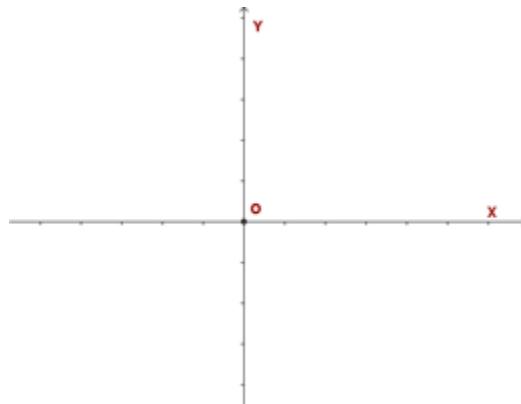
características. La visión aristotélica del movimiento fue aceptada por largo tiempo, pero más tarde fue rechazada. Una de las razones por la cual se le consideró incorrecta fue que no tomó en cuenta la gravedad. De acuerdo a los principios anteriores, si una pelota de tenis era lanzada al aire, el aire por si solo la mantenía en movimiento; con ausencia de aire, no habría movimiento.

Fue acreditado al italiano GALILEO GALILEI (1564 – 1642), demostrar experimentalmente que la visión de ARISTOTELES, era incorrecta, así entonces GALILEO formuló las bases de la caída libre de los cuerpos.

Definir el MOVIMIENTO parece en principio, cosa fácil pero no lo es. Un ejemplo

“Un cuerpo está en movimiento con respecto a un sistema de coordenadas, elegido como fijo, cuando varían sus coordenadas a medida que transcurre el tiempo” (aumenta o disminuye su distancia respecto a ese punto)

Los ejes de coordenadas lo forman dos ejes perpendiculares entre sí, que se cortan en el origen.



El eje horizontal en el plano de coordenadas se llama eje-x. El eje vertical se llama eje-y. El punto en el que los dos ejes se intersectan se llama origen. El origen está en el 0 del eje-x y del eje-y.

“Es el fenómeno por el cual los objetos cambian de lugar en el espacio a medida que pasa el tiempo”, ¿pero que son el espacio y el tiempo? En esta pregunta están

contenidos, probablemente, los problemas más profundos que puedan plantearse hoy la física y la filosofía. Cada paso que se avance en el conocimiento ha de suponer adelantos decisivos en la comprensión del mundo exterior y de nuestra propia vida. Toda la obra de EINSTEIN, por ejemplo, y toda su teoría de la relatividad no ha sido más que unos ligeros arañazos en la corteza de estos grandes misterios. Pero si no podemos entender que son el espacio y el tiempo podemos por lo menos observarlos y, lo que es todavía menos complicado, medirlos. Utilizando metros y relojes podemos describir el movimiento.

El hombre no fue hecho para el reposo, sus músculos y huesos, sus pulmones y su corazón están proporcionados para el ejercicio y una vida activa. Así lo entienden los profesionales cuya labor se relaciona con el organismo en general y con el aparato locomotor en particular. El buen médico y el kinesiólogo tienen esto presente y su preocupación por su paciente se continúa hasta que lo ha visto funcionando como una máquina en conjunto, y realizando trabajo.

Cuando el cuerpo humano entra en actividad, es decir, cuando los requerimientos de energía aumentan, prácticamente no existen células, órganos ni sistemas que quedan ausentes o indiferentes a dicho fenómeno: el de producción de energía.

“Podemos afirmar con seguridad que prácticamente toda nuestra conformación biológica está hecha para producir movimiento, desde el parpadeo, hasta los movimientos intestinales, los del corazón, piernas o brazos y durante el ejercicio, prácticamente nada queda o permanece ausente”

Dr. Héctor Croxatto R. Premio Nacional de Ciencias

De lo anteriormente expuesto, podemos decir que en el momento que efectuamos una contracción muscular se secretan a partir del impulso nervioso una serie de neurotransmisores que reclutarán un específico tipo y cantidad de fibras musculares. Estas consumirán los depósitos energéticos que el músculo posee para posteriormente incorporar glucosa sanguínea a sus procesos de

combustión. Simultáneamente los pulmones son estimulados a elevar sus niveles de ventilación y el corazón deberá impulsar más sangre por latido y por minuto ya que deberá encargarse del transporte del oxígeno necesario al músculo que los está requiriendo.

Uno de los aspectos más trascendente durante el ejercicio es el fenómeno de regulación neuro hormonal. La secreción de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina por parte de las terminaciones nerviosas y glándulas suprarrenales, promueven numerosos fenómenos fisiológicos que van desde la liberación de ácidos grasos desde las células adiposas, regulan la fuerza de contracción y la frecuencia cardiaca y se coordinan con las hormonas pancreáticas (insulina y glucagón) para no dejar al sistema nervioso sin glucosa. Dicho mecanismo adrenérgico activa también glándulas sudoríparas para efectos de termorregulación y es responsable de la redistribución de los flujos sanguíneos, el riñón se adecua y retiene sodio y disminuye drásticamente la producción de orina evitando la pérdida de agua, mediante la acción de la aldosterona y hormona antidiurética respectivamente.

El conocimiento de la fisiología y la biomecánica permite juzgar el grado de desventaja que representa la enfermedad o discapacidad y dar las indicaciones concernientes a las actividades que puede permitirse su paciente convaleciente y sobre el trabajo que será capaz de llevar a cabo después de su recuperación. La medicina moderna puede utilizar el ejercicio físico como un eficiente método para aumentar la capacidad funcional de órganos y sistemas, por ende resulta un excelente método preventivo de enfermedades, promueve la salud y mejora la calidad de vida del ser humano.

Todas las partes del cuerpo que tienen una función, si son usadas con moderación y ejercitadas en trabajo, se hacen por este medio saludables y bien desarrolladas y envejecen lentamente, pero si no se usan y se dejan ociosas, se tornan propensas a las enfermedades...

Hipócrates 460 – 375 A. C.

Difícilmente existe un solo órgano o función fisiológica que no esté involucrado en la práctica del ejercicio físico. El ejercicio produce considerables trastornos del medio interno; numerosas acciones reguladoras están implicadas en la labor de contrarrestar los trastornos y restaurar la homeostasis. Estas funciones reguladoras comprenden las adaptaciones circulares y respiratorias, así como modificaciones hormonales y físico – químicas. Si estas son adecuadas, puede quedar establecido un nuevo estado de estabilidad y el cuerpo funciona satisfactoriamente, aunque a un nivel diferente del que tiene durante el reposo. Existen muchos de tales niveles de ejercicios, cada uno de ellos caracterizado por la intensidad de trabajo ejecutado y por los cambios de adaptación que siguen a él. Pero dentro de ciertos límites, pueden ser considerados, estados estables, de la misma manera que el estado de reposo.

Existe, naturalmente un límite superior más allá del cual el cuerpo no es capaz de ajustarse al ejercicio. Puede variar de una persona a otra y en el mismo sujeto, de situación a situación. En enfermos, lo mismo que en personas sanas, en el trabajo y en el deporte, la tarea del médico y del kinesiólogo, puede ser descubrir cuál es este factor limitante, si el corazón, la circulación periférica, los pulmones, los músculos, las articulaciones, etc.



El objetivo es restaurar o mantener un nivel de lo que suele llamarse aptitud o “forma” física, de manera que las actividades diarias puedan practicarse con un amplio margen de seguridad.

Los huesos, tendones, ligamentos y otros tejidos conjuntivos fueron primitivamente considerados como elementos pasivos. Sin embargo, son metabólicamente activos y sus componentes químicos están continuamente siendo destruidos y reemplazados. Se sabe que la actividad física juega un importante papel en esta renovación. El proceso en cama, por ejemplo, va rápidamente seguido de una descalcificación de los huesos. La inactividad debilita también el tejido conectivo de los músculos, mientras que la tensión mecánica como el ejercicio y los deportes inducen a la mayor producción de material de mucoides intercelular y sustancias colágenas. Los músculos bien entrenados se caracterizan por la abundancia del tejido colágeno extramuscular, y los tendones de las ratas salvajes son mucho más fuertes que los de los animales de laboratorio. Los huesos y articulaciones deben soportar tremendas tensiones mecánicas, la mayor parte de ellas debidas a la tracción de los músculos.

La fisiología del ejercicio y la biomecánica son la base de la teoría de la rama de la medicina llamada Medicina Física y Rehabilitación.

La cinemática se refiere a la descripción de los movimientos tales como el desplazamiento, velocidad y aceleración, independiente de las fuerzas que actúan

sobre el organismo humano o de los implementos que se emplean para los deportes.



La cinemática no formula teorías sobre el origen del movimiento, solo los describe; por su parte la cinética estudia las causas que provocan el movimiento del cuerpo/objetos, incluyendo los conceptos de mas, fuerza y energía

Si relacionamos los tres reinos de la naturaleza, encontramos que el reino animal, se caracteriza por presentar un fenómeno que le es propio y que no lo posee el reino mineral ni el vegetal; este se refiere al MOVIMIENTO.

“Se entiende por movimiento, la acción o proceso de cambio de lugar o posición con respecto a algún objeto de referencia”

Si consideramos al hombre como parte importante de este reino veremos que su capacidad para moverse, puede adquirir diferentes intenciones de carácter consciente: huir frente al peligro, luchar por la sobre vivencia, trabajar, expresarse corporalmente, hacer deportes etc. En el campo de la educación física y el deporte, esta capacidad de moverse puede cumplir diferentes objetivos, tales como: educar, formar, recrear y en el área de la kinesiología y la educación Física: educar reeducar, facilitar, estimular, etc., el movimiento humano.

Al revisar las teorías de la evolución del hombre, descubrimos que tanto la estructura como la función de los elementos que permiten el movimiento (sistema

esquelético, articulaciones, sistema neuromuscular), se han modificado y perfeccionado a través de los siglos en favor de la postura corporal y la habilidad de los movimientos más finos, más precisos, más coordinados. Por tal motivo quien se interese por el estudio de este fenómeno en el cuerpo humano debe considerar las siguientes interrogantes:

1. ¿Cómo se produce?
2. ¿Qué elementos participan en él?
3. ¿Cuáles son los factores biomecánicos que inciden en su correcta ejecución?
4. ¿Cuál es el propósito a cumplir con la ejecución del movimiento?

Para ello es necesario poseer un sólido conocimiento acerca de la anatomía, fisiología, biomecánica, antropometría y bioquímica.

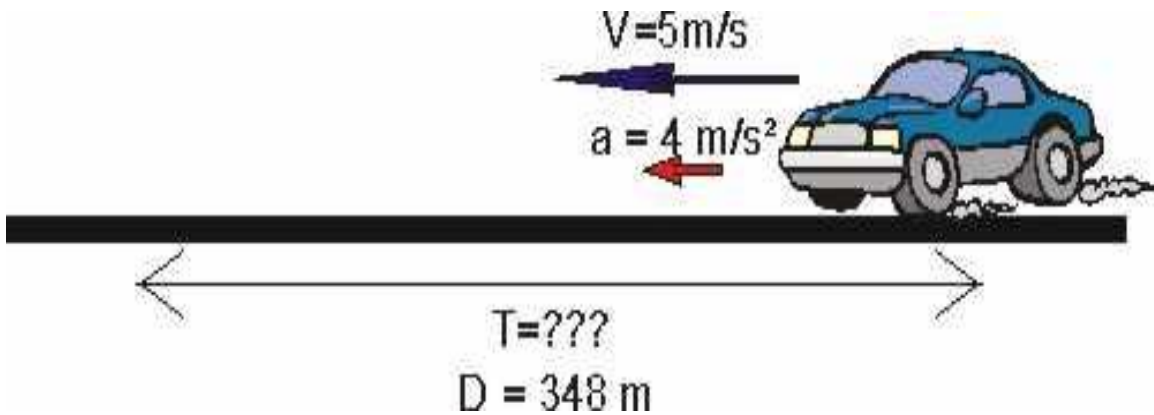
Tipos de Movimiento: Desde el punto de vista de la cinemática los movimientos se dividen en dos tipos:

1. Según su curso geométrico
2. En función del tiempo.

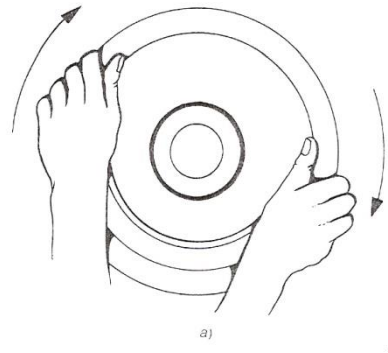
Según su curso geométrico, tenemos:

1. Movimiento de avance o traslación, que tienen lugar cuando un cuerpo se mueve de manera que todos sus puntos recorren paralelamente la misma distancia y permanecen constante. Cada partícula de un cuerpo se desplaza igual distancia que las demás; todas sobre líneas rectas paralelas entre sí. Se puede determinar cuando el movimiento de un cuerpo es de traslación, considerando el movimiento de una línea arbitraria que se traza en el cuerpo en movimiento. Si todos los puntos de esta línea recorren la misma longitud y se mantienen paralelas, tenemos un movimiento de traslación. Se da muy

raramente en los movimientos deportivos y el movimiento de la totalidad del cuerpo, rara vez cumple estas condiciones.



2. Movimiento circular o rotación: También se trata de una traslación en el plano; el cuerpo se mueve en forma circular y efectúa una rotación en torno a un eje fijo. Cada partícula de un cuerpo se mueve en círculo, o siguiendo un arco de círculo.



Este es el típico movimiento de las palancas, de las ruedas y de los ejes. El movimiento rotatorio o angular ocurre cuando cualquier objeto actúa como un radio que se mueve en sentido circular alrededor de un punto fijo. La distancia descrita puede ser un arco pequeño o un círculo completo. La mayoría de los movimientos de las partes del cuerpo es de tipo angular en que las partes del cuerpo describen un arco alrededor de un punto fijo. El brazo implicado en el movimiento rotatorio se mueve como un molino de viento alrededor de un punto fijo o de un eje. Ejemplos

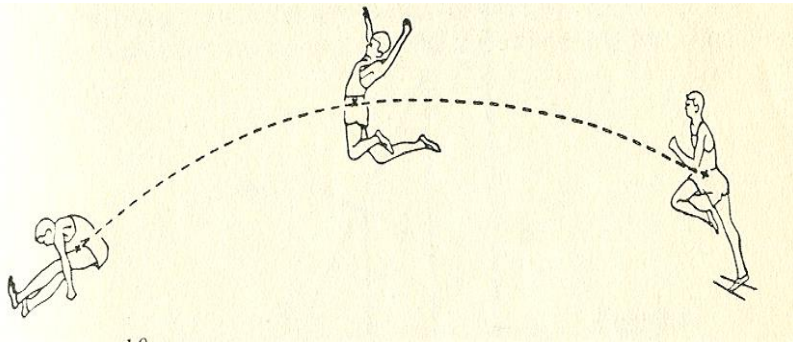
de movimientos rotatorios son: cuando decimos “no” con movimientos de la cabeza, el pateo de la pelota con la extremidad inferior o cuando giramos la manilla de la puerta.

Un cuerpo tiene un movimiento de rotación cuando:

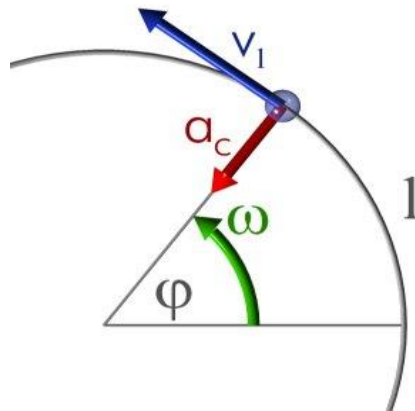
1. Sus puntos describen circunferencias
2. Las circunferencias tienen su centro sobre una misma recta
3. Esta recta llamada eje de rotación es perpendicular a los planos de la circunferencia.

También podemos definir un movimiento de rotación cuando todas las partes del cuerpo se mueven con un mismo ángulo, en la misma dirección y en el mismo tiempo.

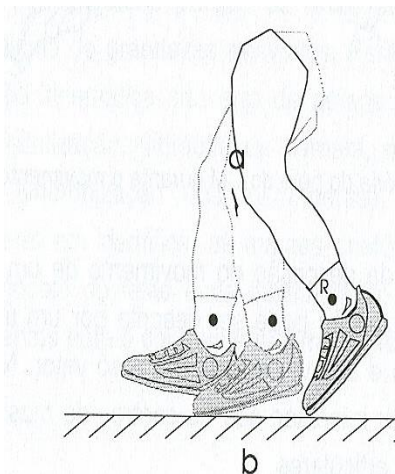
4. Movimiento curvilíneo: las partículas del cuerpo describen una curva distinta de una circunferencia. Según las circunstancias, esta curva puede ser variable e irregular, o bien tomar la forma de alguna curva definida, tal como una parábola. Normalmente un cuerpo lanzado, descartando algunas fuerzas como la resistencia el aire, describe una parábola, ejemplo: una zambullida, en el salto alto, salto largo, saltos acrobáticos.



Las articulaciones del cuerpo, salvo algunas excepciones, solo permiten movimientos angulares o curvilíneos, durante estos movimientos así como en la rotación existe un punto, dentro o fuera del cuerpo, el llamado eje de rotación, que se mantiene invariable en relación al sistema de referencia.

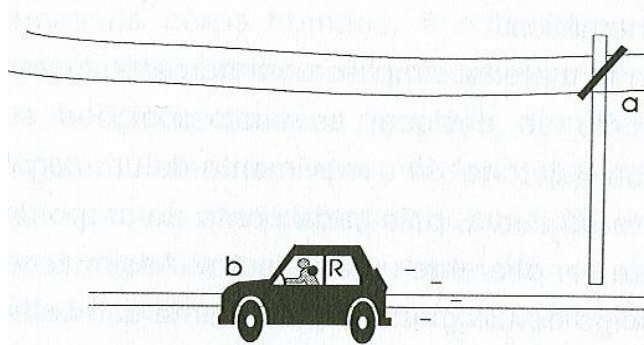


La traslación como la rotación pura se dan muy raras veces en los movimientos deportivos. El movimiento generalmente puede reducirse siempre a un conjunto de rotaciones y traslación, es decir que el cuerpo gira alrededor del eje, mientras este eje se desplaza a su vez en una dirección determinada, ejemplo: el desplazamiento del centro de gravedad en el espacio de un gimnasta que realiza un salto mortal adelante, el pedal de una bicicleta en movimiento, etc., sin embargo el movimiento articular, en el aparato locomotor, se realiza en torno a ejes fijos como la flexo-extensión de la rodilla, lo que determina un movimiento de rotación.



Todo movimiento es siempre relativo a un punto de referencia o sistema de referencia: Un movimiento sucede solo cuando ocurre cambios de posición a alguna cosa. Un mismo cuerpo o punto material puede estar en reposo o en movimiento al mismo tiempo según el sistema de referencia, pudiendo poseer incluso dos trayectorias distintas. Por ejemplo, un conductor de automóvil, dirigiendo por la calle,

está en movimiento con relación al poste del tendido eléctrico, pero está en reposo de acuerdo al auto que conduce.



Al caminar una persona, el tobillo describe aproximadamente una trayectoria pendular en relación a la rodilla, pero en relación al suelo hay una combinación de este movimiento pendular con la traslación del sujeto como un todo.

Trayectoria: Es la figura formada por los distintos puntos que va ocupando a medida que transcurre el tiempo. Si la trayectoria es recta el movimiento es rectilíneo, si la trayectoria es curva, el movimiento es curvilíneo, si la trayectoria es circunferencial el movimiento es circular, si es una parábola, el movimiento es parabólico.

En función del tiempo o velocidad, el movimiento se puede distinguir en:

1. Movimiento uniforme, en que a determinadas unidades de tiempo les corresponde iguales distancias o recorridos. La distancia recorrida es directamente proporcional al tiempo empleado en recorrerla, la velocidad es constante cuando a determinadas unidades de tiempo le corresponden distancias iguales Este se subdivide a su vez en:
 - A) Uniformemente acelerado
 - B) Uniformemente retardado. En que la velocidad aumenta o disminuye, según el caso, en una cantidad constante, en las mismas unidades de tiempo.

La diferencia es que en el movimiento uniformemente acelerado la velocidad aumenta o disminuye en lapsos de tiempo iguales, mientras que, en el movimiento variablemente acelerado o retardado, la velocidad en unidades de tiempo aumenta o disminuye en distinta cantidad

3. Movimientos variables o no uniforme, en el cual se cubren diferentes distancias en las mismas unidades de tiempo. Es aquel cuya velocidad no es constante, es decir, cuando se cubren distintas distancias en la misma unidad de tiempo.

La diferencia es que, en el movimiento uniformemente acelerado o retardado, la velocidad aumenta o disminuye en lapsos de tiempo iguales, mientras que en el movimiento variablemente acelerado o retardado, la velocidad en unidades de tiempo aumenta o disminuye en distinta cantidad

El movimiento variable se subdivide a su vez, de la siguiente forma:

- A) Movimiento variablemente acelerado
- B) Movimiento variablemente retardado, en que la velocidad en unidades de tiempo determinado, aumenta o disminuye en distinta cuantía.

Esquema. (Clasificación del movimiento según velocidad)

A) Uniforme:	B) Variable:
Acelerado	Acelerado
Retardado	Retardado

¿Que determina el tipo de movimiento resultante cuando hacemos que un objeto se mueva? Los movimientos de tipo lineal son el producto de una fuerza cuya dirección pasa por el centro de gravedad del cuerpo, sin embargo, si queremos que el movimiento tenga un efecto rotatorio, debemos darle una fuerza de impulso alejado de su centro de gravedad, o proporcionarle resistencia fuera del centro de gravedad interfiriendo con el movimiento el objeto como por ejemplo, un balón que rueda por el piso.

Los factores más comunes que modifican el movimiento son:

1. La fricción del agua
2. La fricción del piso
3. La resistencia del aire.
4. La fricción articular

En el estudio del movimiento humano podemos analizar este fenómeno, desde tres perspectivas:

- 1- De la naturaleza del movimiento, es decir, de los factores neurofisiológicos y psicológicos involucrados en el movimiento (Sensoriomotriz)
- 2- De las estructuras de los cuerpos movidos y en movimiento, por ejemplo, del cuerpo humano como sistema (aparato) plurifuncional, compuesto de huesos, articulaciones músculos, tendones, etc.: morfología o anatomía de los cuerpos movidos y su dinámica,
 1. De las fuerzas comprometidas: aquellas que producen determinadas formas de movimientos (fuerzas internas y externas).

TIPOS DE MOVIMIENTO EN EL CUERPO HUMANO

1. Movimiento activo: Es realizado por la actividad muscular del sujeto, este frecuentemente se ejecuta con un carácter voluntario, pero puede ser una respuesta refleja a un estímulo interno o externo. Este movimiento puede ser rápido o lento. En los movimientos lentos la tensión muscular se mantiene durante toda la amplitud del movimiento. Por ejemplo, empujar un mueble pesado en la habitación.

2. Para que los movimientos rápidos sean eficaces deben ser realizados balísticamente. El término de balístico se utilizó para movimientos que se iniciaban con una contracción muscular potente y se determinaban por el impulso. Ejemplo lanzar, golpear o patear un objeto.
3. Movimiento forzado sostenido: estos tipos de movimiento pueden ser rápidos o lento, potentes o débiles. La fuerza sostenida se aplica contra una resistencia, contrayendo los músculos motores o agonistas, mientras se relajan los antagonistas. Si se levanta un peso, por ejemplo, los agonistas se contraen concéntricamente y logran vencer la resistencia. Cuando el peso aumenta a tal punto que vence la fuerza de los agonistas estos se contraen excéntricamente. El sostén estático de un peso requiere que la fuerza sostenida sea igual a la resistencia.
4. Movimiento pasivo: cualquier movimiento del cuerpo, que tiene lugar sin una contracción muscular, puede clasificarse como pasivo. Un movimiento pasivo no necesita esfuerzo o participación por parte de la persona implicada en el movimiento. Este lo realiza otra persona como por ejemplo un terapeuta o un compañero que intenta estiramientos de fascias, ligamentos o músculos. En algunos casos este es un movimiento que ha sido comenzado por el esfuerzo del propio sujeto y que se continúa por un impulso. Este puede ser causado también por la fuerza de gravedad, si el sujeto queda relajado y no utiliza la fuerza muscular para ayudar, impedir o guiar la zona en movimiento.

En este movimiento pasivo pueden identificarse tres subdivisiones principales:

- A) Manipulación, El origen de la fuerza es otra persona, o una fuerza exterior distinta de la fuerza de gravedad. Ejemplo; la elevación o la oscilación durante la relajación por un compañero en la danza de ballet o en el patinaje
- B) Movimiento de inercia; Es la continuación de un movimiento preestablecido sin una contracción muscular concurrente o un frenado
- C) Movimiento de gravitación o de caída; Es el resultado de una fuerza de aceleración de magnitud y dirección constante y conocida e igual para todos los casos prácticos.

D) Movimiento balístico: Es un movimiento compuesto; la primera fase es un movimiento de fuerza sostenida con las partes del cuerpo, aceleradas por la contracción concéntrica de los agonistas y la relajación secundaria de los antagonistas. La segunda fase es un movimiento de inercia con una acción de desaceleración resultante de la contracción excéntrica de los antagonistas y de la resistencia pasiva ofrecida por los ligamentos y los grupos musculares antagónicos. Ejemplo: El golpe de la pelota de béisbol o de una pelota en el saque de tenis.

5. Movimiento guiado o de rastreo; Cuando se requiere de una gran exactitud, pero sin necesidad de fuerza o velocidad, son activos para lograr el movimiento los músculos antagonistas así como los motores principales. Cuando aparecen trastornos de equilibrio en el trabajo de ambos grupos musculares, suele presentarse un temblor. Ejemplo de movimiento guiado: La escritura, enhebrar una aguja, dibujar, pintar, etc.
6. Movimiento equilibrado dinámico: Los husos musculares detectan las desviaciones de la posición deseada de equilibrio e inician un sistema de autocontrol para realizar las correcciones.
7. Movimiento oscilatorio: El movimiento se invierte rápidamente al final de cada excursión corta, con una co contracción de los grupos musculares antagonistas que alternan en dominancia. La máxima rapidez posible de este movimiento alterno está particularmente sometida al aprendizaje motor y depende también del peso o inercia de las partes en movimiento y de la potencia de los músculos activos.

El cuerpo humano cuando desarrolla movimiento o actividad física, o sea, cuando los requerimientos en la producción de energía aumentan, prácticamente no existen células, órganos ni sistemas que queden ausentes o indiferentes a dicho fenómeno: el de producción de energía en pos del movimiento.

En las formas más simples de vida animal, como las amebas, todas las funciones esenciales (metabolismo, respuesta a los estímulos, movimiento y reproducción) se desarrollan en una única célula. A causa del minúsculo tamaño de la célula, las sustancias alimenticias, los productos de desecho, los electrolitos y los gases

disueltos se pueden distribuir en su interior y entre la célula y su entorno por difusión y osmosis.

Los animales superiores están básicamente proyectados estructurados, diseñados para la movilidad. Este concepto se aplica igualmente a los seres humanos. En consecuencia, nuestro aparato locomotor y nuestros órganos, constituyen la parte principal de la masa corporal. El tamaño y las dimensiones del esqueleto y de la musculatura en el hombre, son tales que el cuerpo humano no puede competir con una gacela en velocidad, ni con un elefante en robustez, pero en cuanto a la diversidad de acciones o movimiento, los seres humanos sobresalen sin lugar a dudas.



El movimiento humano con toda su infinita variedad, obedece a las leyes propias de todo movimiento y en el deporte o en el trabajo físico, en sus diferentes expresiones, no hace más que aplicar siempre esos principios para conseguir el máximo rendimiento.



En el caso de los educadores físicos, los conocimientos de mecánica aplicada al aparato locomotor, constituyen un instrumento esencial para saber distinguir entre lo importante y lo que no es, entre lo correcto y lo incorrecto, entre causa y efecto, entre posible e imposible; por tal motivo, un conocimiento profundo del tema, les permitirá hacer observaciones, deducciones y modificaciones que permitan un mayor rendimiento de la técnica deportiva, de la educación del movimiento, de la postura, de las técnicas kinésicas de tratamiento o de la reeducación motora.

La biomecánica es una disciplina, entre las ciencias derivadas de las ciencias naturales, que se ocupa del análisis físico de los sistemas biológicos, es decir el análisis físico del movimiento del cuerpo humano, incluyendo los conocimientos de anatomía, fisiología, histología, etc. Para la descripción del movimiento humano, se basa en la mecánica clásica, ésta es la rama de la física que estudia la acción de las fuerzas sobre los cuerpos materiales.

El movimiento en el hombre, quien puede ser considerado como una máquina, con toda su infinita variedad de expresión, como en el deporte, el ejercicio físico, la recreación, y en el trabajo, obedece a las leyes propias de la dinámica y pretende conseguir siempre el máximo rendimiento. En el caso de los preparadores físicos, como también los kinesiólogos, los conocimientos de la mecánica aplicada al aparato locomotor constituyen el conocimiento básico esencial para saber distinguir entre lo importante y lo que no lo es, entre lo correcto y lo incorrecto, entre causa y efecto, entre lo posible y lo imposible; por tal motivo, un amplio conocimiento de los

aspectos biomecánicos, les permitirá hacer observaciones, deducciones y modificaciones que permitan un mayor rendimiento deportivo, un trabajo muscular más eficiente y un mayor rendimiento en el trabajo.

La Mecánica es la rama de la física que estudia la acción de las fuerzas sobre los cuerpos materiales. Se puede dividir en dos categorías:

1. La Estática, que corresponde al estudio de los factores asociados con cuerpos u objetos (sistemas), que no se mueven, se refiere al estudio de las fuerzas en equilibrio, considera las partículas y los cuerpos rígidos en equilibrio estático. En la posición bípeda del hombre, es imposible que el cuerpo humano permanezca sin ningún movimiento, incluso en la posición de pie, el cuerpo oscila levemente de adelante hacia atrás y lateralmente con el fin de mantener el equilibrio corporal

2. La Dinámica es la parte de la mecánica dirigida al estudio de los factores asociados con cuerpos u objetos en movimiento, se refiere al estudio de las fuerzas como causa del movimiento de los cuerpos; está cimentada en las tres leyes o principios de Newton. La dinámica se subdivide en:
 1. Cinemática: estudio de los factores tiempo-espacio del movimiento de un sistema. (concepto de desplazamiento, velocidad y aceleración), independiente de las fuerzas que actúan.
 2. Cinética: estudio de las fuerzas que causan el movimiento del sistema (concepto de masa, fuerza y energía). Parte de la mecánica que describe las fuerzas que causan movimientos, tales como las fuerzas de:
 - ✓ Gravedad
 - ✓ Muscular
 - ✓ Fricción
 - ✓ Resistencia externa

La mecánica describe y procura explicar el movimiento de los objetos, cuerpos, partículas, etc. En su evolución surgieron los conceptos de punto material y de trayectoria, en los cuales se desarrolla la descripción matemática del movimiento, que se llama cinemática.

El concepto de punto material, simplifica el tratamiento matemático del movimiento. Cuando este punto se mueve, sus sucesivas posiciones determinan una curva, en el espacio que es su trayectoria. El movimiento del cuerpo entero, no puede ser descrito por una sola curva, pues cada punto del cuerpo describe su propia trayectoria, que puede ser diferente una de otra. Así sucede por ejemplo con los pies y las caderas de un gimnasta que realiza un mortal en el aire. Aunque el cuerpo se presente rígido, diferentes puntos dibujan trayectorias diferentes.

La simplicidad de la descripción del movimiento de un punto material reside en el hecho de que su posición puede ser descrita por un único vector, su trayectoria es una única curva y su velocidad es un único vector. En biomecánica los puntos materiales de mayor interés son los **entro de masa** (centro de gravedad) del cuerpo o de los segmentos y los centros articulares.

SISTEMA DE ORIENTACIÓN CORPORAL EJES Y PLANOS DEL CUERPO HUMANO

Así como definir un punto Geográfico en el globo terráqueo requiere de un sistema de orientación referidos a puntos cardinales, grados, paralelos y meridianos, también en el cuerpo humano existe un sistema especial referidos a ejes y planos, que nos permiten identificar puntos anatómicos y definir la gran variedad de movimientos segmentarios del aparato locomotor.

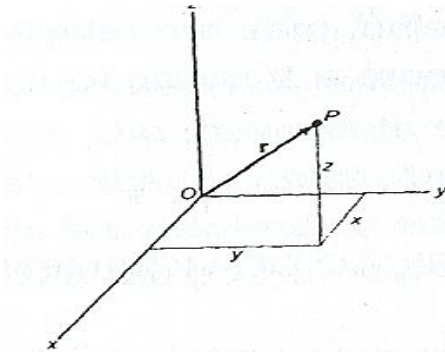
La posición de un punto material en el espacio es definida por sus coordenadas. Si esas coordenadas son cartesianas, se trata de tres números que indican la distancia del punto según los tres ejes de las coordenadas Ox, Oy y Oz. Este es el sistema más comúnmente usado en biomecánica.

La Sociedad Internacional de Biomecánica (ISB) sugirió las siguientes normalizaciones para el sistema de referencia para las medidas en biomecánica (WU & CAVANGH; 1995):

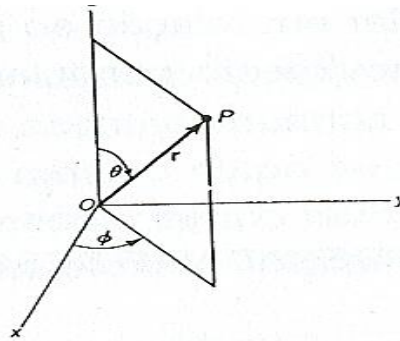
Análisis tridimensional (3D):

1. Eje X horizontal en la dirección del movimiento
2. Eje Y vertical paralelo a la dirección de la fuerza de gravedad
3. Eje Z horizontal en la dirección perpendicular a la dirección del movimiento

Coordenadas Cartesianas



Coordenadas Esféricas



Análisis bidimensional (2D):

1. Eje X horizontal es la dirección del movimiento
2. Eje Y, vertical paralelo a la dirección de la fuerza de gravedad.

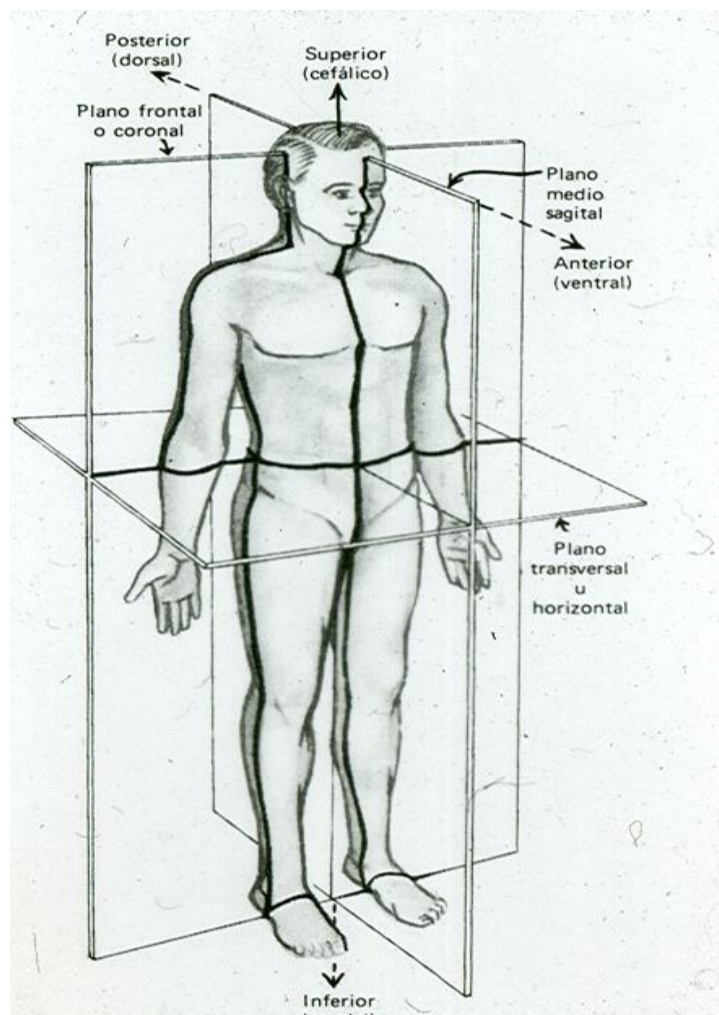
El cuerpo humano es una unidad activa, pero muchas descripciones se hacen en términos de planos imaginarios que pasan a través de él. El estudio y análisis del movimiento del sistema músculo-esquelético-articular, utiliza los tres planos cardinales que se cortan entre si a la altura del centro de gravedad, formando

ángulos rectos. Al mismo tiempo el movimiento articular utiliza los ejes de rotación que le son propios para cada plano. El eje de un cuerpo en rotación es una línea recta que en estado de reposo se halla dentro del cuerpo. Los ejes de movimiento representan aquellas líneas imaginarias alrededor de la cual se realiza el movimiento articular de un segmento corporal.

El eje frontal (horizontal- lateral) pasa horizontalmente de lado a lado. Se encuentra dispuesto en ángulo recto (perpendicular) con el eje sagital (horizontal)

El eje sagital (anteroposterior) Se dirige horizontalmente desde el frente hacia atrás.

El eje longitudinal (vertical) se ubica perpendicular al suelo. Se encuentra situado paralelo a la línea de gravedad.



El plano que divide el cuerpo en una mitad frontal y una dorsal corresponde al plano frontal o coronal y su eje corresponde al anteroposterior; dirige los movimientos de abducción y aducción.

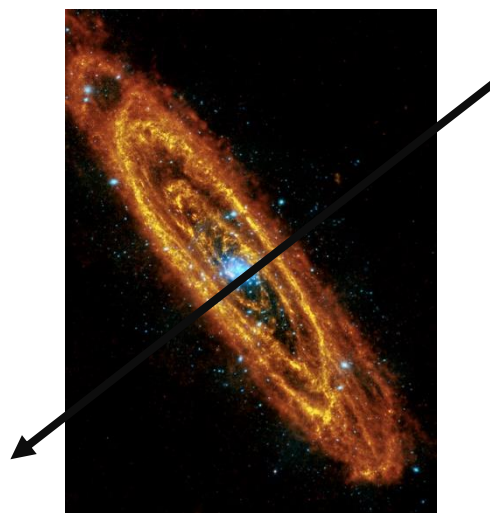
El plano que divide el cuerpo en dos mitades, una derecha y otra izquierda, es el plano sagital y su eje es el transversal o perlatelal.; en el se realizan los movimientos de flexión y extensión.

El plano que divide el cuerpo en una mitad superior y una inferior, es el plano horizontal y su eje correspondiente, es el cefalopodálico o vertical, ellos permiten los movimientos de rotación derecha, izquierda.

Podemos mencionar varios principios que se derivan al describir el movimiento a base de planos y ejes correspondiente:

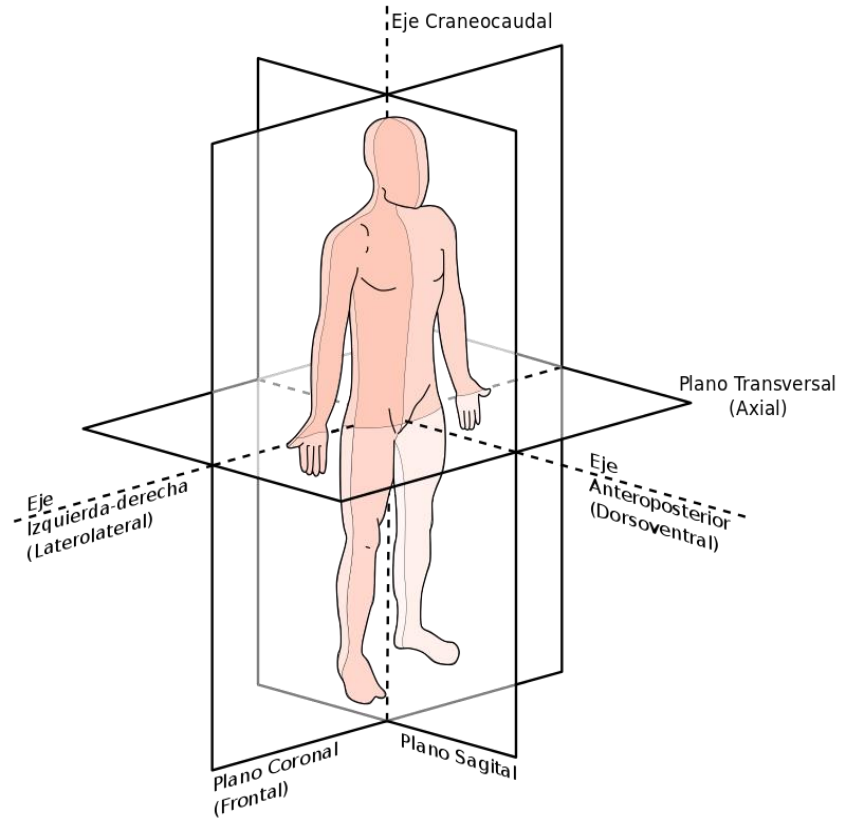
Un movimiento rotatorio de un segmento del cuerpo se lleva a cabo en un plano y alrededor de un eje. Los movimientos del cuerpo se producen en las articulaciones. Los ejes pasan por tanto a través de las articulaciones y el miembro o segmento correspondiente se mueve alrededor del eje.

Cada eje es perpendicular al plano en el cual ocurre el movimiento. Esto implica que el eje alrededor del cual toma lugar el movimiento es siempre en ángulo recto al plano en el cual ocurre.



Definición de los diferentes movimientos capaces de realizar los segmentos corporales:

1. Flexión: es doblar una parte sobre otra, por lo general en dirección hacia delante.
2. Extensión: Es el movimiento de una parte del cuerpo, alejándose de otra, hacia la superficie posterior.
3. Abducción: es separar o alejar un segmento corporal de la línea media del cuerpo.
4. Aducción: es acercar una extremidad hacia la línea media corporal
5. Rotación: es el movimiento de una parte del cuerpo alrededor de su propio eje longitudinal, o del eje de movimiento de la articulación.
6. Circunducción: es la combinación sucesiva de flexión, abducción, extensión y aducción. Es un movimiento en el cual una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base se encuentra en el extremo distal del segmento.



Fuerza



La definición de fuerza de acuerdo al diccionario de la Real Lengua Española es:

“Capacidad para mover algo o una cosa que tenga peso y que produzca resistencia”.

Por otro lado, tenemos la definición de La Gran Enciclopedia del Mundo: “Nombre genérico que se le aplica a todos aquellos agentes que producen una variación de forma de los cuerpos o a modificar su estado de reposo o movimiento”. Sabemos que la fuerza es un fenómeno que puede sentirse, pero no verse; sí es posible en cambio ver y medir sus efectos que pueden describirse y definirse en términos de magnitud, dirección y punto de aplicación.



La fuerza la podemos definir bajo dos puntos de vista:

1. Definición física: “Cualquier causa capaz de modificar el estado de reposos o de movimiento uniforme de un cuerpo”. Podemos considerarla también como la causa e los movimientos de los cuerpos y de las variaciones del movimiento (aceleración, frenado, o cambios de dirección. Es también la causa de las deformaciones y ruptura de los cuerpos.
De acuerdo a la dinámica, la fuerza es el producto de la masa por la aceleración. La clásica y conocida fórmula $F = M * A$

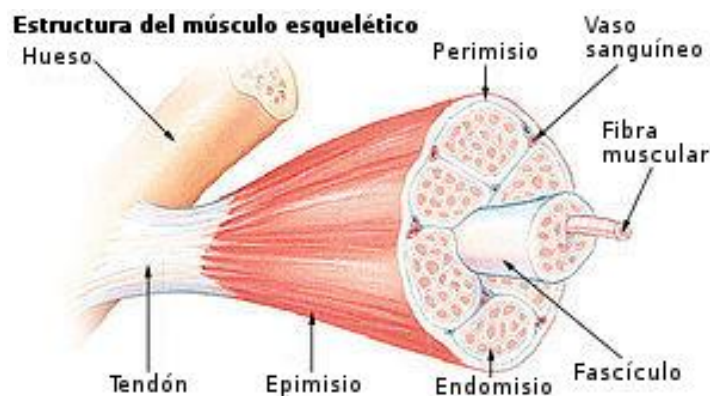
2. Concepto en fisiología: Máxima tensión que puede desarrollar un músculo cuando desde el estado de reposo es excitado por un estímulo de variada intensidad.

Los seres vivos cuentan con estructuras especializadas para producir movimientos o ejercer fuerza; estamos hablando entonces del Sistema Muscular; el que tiene la propiedad de transformar la energía química en movimiento, a través del desarrollo de fuerza.

Dicho de otro modo, la fuerza que se origina en el hombre, al momento de utilizar su musculatura, por lo tanto, la existencia de un elemento corpóreo o de un tejido especializado, le permite enfrentar una lucha constante con las fuerzas que lo

rodean y que, para vencerlas, éste debe ser capaz de contrarrestarlas o sobrepasarlas ejerciendo fuerzas mayores. Un ejemplo claro de esto, es haber vencido la fuerza de gravedad para ejecutar movimientos corporales o mantener la postura en el espacio.

En el desarrollo de la fuerza humana, influyen una serie de factores tanto físicos como fisiológicos. Entre los físicos debemos considerar, la disposición y acción de las palancas biomecánicas, que pueden ser favorables o desfavorables. Por otra parte, fisiológicamente la fuerza se asocia al tejido muscular, el que se puede presentar en mejor o peor condición física, dependiendo de algunos factores como: la nutrición, el volumen muscular, la ejercitación etc.



La postura y el movimiento de los animales están controlados por fuerzas producidas por los músculos. Un músculo consta de un gran número de fibras cuyas células son capaces de contraerse al ser estimuladas por impulsos que llegan a ellas procedentes de los nervios eferentes, está generalmente unido en sus extremos a dos huesos diferentes por medio de los tendones. Los dos huesos están enlazados por una conexión flexible llamado articulación. La contracción del músculo produce dos pares de fuerzas que actúan sobre los dos huesos y los músculos donde están ligados los tendones. Estas son las fuerzas de acción y reacción entre cada hueso y el músculo.

Las fuerzas que determinan los movimientos humanos pueden ser de origen interno o externo. De las fuerzas internas, solo las originadas por la contracción muscular tienen importancia para el análisis de los movimientos macroscópicos; de las fuerzas externas la más importante es la fuerza de gravedad, porque es permanente, tiene una sola dirección y sentido y actúa sobre cada una de las partículas de un cuerpo. Sin embargo, existen además las fuerzas de roce, las que pueden presentarse como de carácter interno o externo, y que pueden intervenir también en el normal desarrollo del movimiento.

Las fuerzas se miden por los efectos que consiguen, es decir a partir de las deformaciones o cambios de movimiento que producen sobre los objetos. En el sistema internacional de unidades, la fuerza se mide en newton: 1 newton (N)
El Newton: Se define como la fuerza necesaria para acelerar un objeto de 1 Kg. de masa a 1 m/s^2 .

Una masa de un kilogramo en la superficie de la Tierra tiene un peso de unos 9.81 newtons

Kilopondio que es la fuerza con que la Tierra atrae al kilogramo patrón situado al nivel del mar y a 45° de latitud; es la fuerza que proporciona a un objeto de 1 kg. de masa una aceleración de 1 m/s^2 .

Otra forma de medir la fuerza es a través de la cantidad de trabajo que puede resultar de su utilización como, por ejemplo, la cantidad de masa desplazada y la distancia recorrida.

En física existen magnitudes (todo aquello susceptible de ser medido: medir es comparar magnitudes de la misma especie una de las cuales se ha tomado como unidad o patrón), que quedan perfectamente determinadas dándole un valor a la magnitud expresada en una unidad conveniente. Estas son las magnitudes

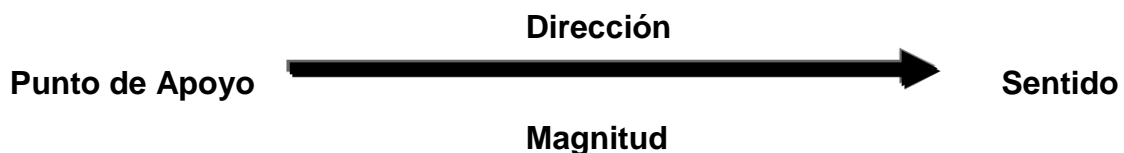
escalares, así el trabajo que se realiza al traccionar una caja, la temperatura, la presión, etc, son magnitudes escalares.

Sin embargo, existen otras magnitudes que necesitan, además del valor asignado, una dirección y un sentido para quedar perfectamente determinadas. Nos referimos a las magnitudes vectoriales. Si queremos situar (saber su posición) de un alumno en la sala de clases respecto de la puerta, no nos bastaría con medir la distancia que existe entre el alumno y la puerta, sino que además habría que especificar la dirección. La posición de un objeto con respecto a otro es una magnitud vectorial como lo son también la velocidad y la aceleración.

En mecánica existen los dos tipos de mediciones cuantitativas:

1. Cantidades Escalares: Solo poseen magnitud y pueden sumarse aritméticamente; ejemplo: masa, superficie, volumen, tiempo, longitud.

2 Cantidades vectoriales: Poseen magnitud, dirección, sentido y punto de apoyo. Una cantidad vectorial puede expresarse gráficamente por una flecha, cuya longitud indica su magnitud en relación a una escala conveniente y cuya punta indica su sentido. La fuerza es una, magnitud vectorial, como también lo es el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.



Magnitud o Intensidad: Se refiere al tamaño de la fuerza (módulo), es la medida de ésta en comparación con otra fuerza tomada como unidad. En el deporte y en el trabajo la magnitud de la fuerza muscular depende de:

1. La sección transversal del músculo
2. La fatiga
3. La temperatura de las fibras en relación a la temperatura corporal.
4. Los depósitos de elementos energéticos
5. La composición corporal
6. la capacidad de recuperación
7. La ventaja mecánica.

Dentro de las unidades de medida para la fuerza tenemos:

MKS: $\text{kg} \cdot \text{mtr.}/\text{seg}^2 = \text{Newton}$

CGS: $\text{gm} \cdot \text{cent.}/\text{seg}^2 = \text{Dina}$

Unidad Básica del Sistema Internacional: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$

El newton es una unidad derivada del SI que se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto de 1 kg de masa.

El Sentido: Se refiere hacia dónde va dirigida la fuerza; se indica por medio de la punta de la flecha. Generalmente se confunde la dirección con el sentido. Por ejemplo, la horizontal es una dirección con infinitos sentidos: hacia el norte, hacia la derecha, hacia la esquina, etc. La vertical también es una dirección, pero solo con dos sentidos, hacia arriba y hacia abajo.

Dirección: Es la recta a lo largo de la cual dicha fuerza tiende a desplazar el punto material sobre el que ésta actúa (línea de acción). Cuando en atletismo se logra una eficacia máxima, es que la fuerza, ha sido dirigida debidamente tanto interna como externamente. La dirección de la fuerza desarrollada por un músculo determinado, depende de la relación del eje longitudinal del hueso en movimiento con la dirección del músculo (tendón). El ángulo formado por la línea de tracción del músculo y el eje longitudinal del hueso se llama ángulo de tracción. En el análisis biomecánico es conveniente considerar la dirección de la fuerza total o resultante del cuerpo del atleta contra la resistencia del suelo o del aparato. En la carrera de corta distancia

por ejemplo la salida de tacos debe ser tal que produzca un movimiento predominantemente horizontal; en la batida de un salto de altura la fuerza de la pierna de rechazo deberá ir dirigida hacia el piso, para que el atleta salga lanzado lo más verticalmente posible y así conseguir el máximo rendimiento en altura, y en los lanzamientos, la dirección de la fuerza total de la extremidad impulsora, determinará el ángulo de lanzamiento del proyectil.

El Punto de Aplicación: El efecto ejercido por una fuerza, sobre un cuerpo, varía según sea el punto en que la misma se aplique. En el interior del cuerpo, la fuerza se aplica al hueso en el punto de inserción del músculo agonista. En el caso de una fuerza de impulso de la carrera o del salto, se aplica en el punto en que el pie está en contacto con el suelo, y en los lanzamientos, en el punto de contacto entre la mano y el proyectil. Punto de aplicación y dirección de una fuerza puede resumirse en un solo concepto, “línea de acción o aplicación de la fuerza”, ejemplo la línea de gravedad.

En el caso de los seres vivos, éstos cuentan con estructuras especializadas para producir movimientos o ejercer fuerza; estamos hablando entonces del sistema muscular, que tiene la capacidad de transformar la energía química en energía mecánica de movimiento para producir movimiento. Dicho de otro modo, la fuerza que nace en el hombre (fuerzas internas), al momento de utilizar su musculatura le permite mantener su actitud postural en el espacio, moverse en diferentes direcciones y a la vez vencer el efecto de las cargas o resistencia.

Los **ejercicios de fuerza física** hacen que el trabajo de los músculos sea más arduo, mediante la adición de peso o la resistencia al movimiento. Tienen la constante de utilizar la carga física como elemento de potencial, por lo que el ejercicio no será siempre igual para el realizador. Por ejemplo: *sentadillas, press de banca, peso muerto*.

Habitualmente se utiliza una **rutina en el tiempo**, por medio de cual el número de series y de repeticiones va creciendo hasta tanto el volumen de fuerza

es controlado con facilidad, y entonces el cuerpo está preparado para una rutina de mayor exigencia en cuanto a peso.

La mayoría de las personas que realizan ejercicios de fuerza, habitualmente lo hacen por medio de dos tipos diferentes: las pesas y las máquinas de musculación. Las primeras suelen permitir trabajar un grupo de músculos al mismo tiempo, mientras que las segundas ayudan a trabajar aisladamente un músculo específico.

Ventajas de los ejercicios de fuerza

Todos **los deportistas** necesitan desarrollar su fuerza física, incluso cuando se trata de deportes en los que no existe el contacto físico, como el atletismo de velocidad: en ese caso, es importante potenciar la fuerza física de las piernas.

Los ejercicios de fuerza son necesarios tanto para los deportistas como las personas que quieren mantener su nivel de salud, o bien mejorarlo en el caso de sufrir alguna falencia: la obesidad, por ejemplo, se previene y se trata con esta clase de ejercicios, junto con ejercicios cardiovasculares.

A las personas que están convalecientes, luego de haber atravesado alguna clase de operación o de enfermedad, habitualmente se les recomienda que ganen fuerza por medio de los ejercicios de este tipo, los cuales deben empezar desde una carga muy baja, incluso mínima o nula.

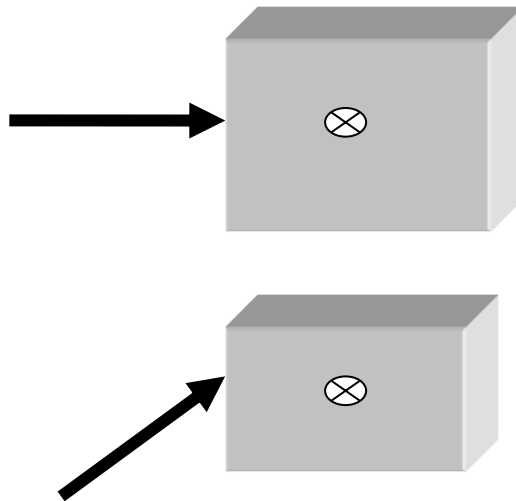
Cuando se trata de niños o de jóvenes, que todavía están desarrollando sus músculos, es muy importante que la carga del ejercicio no sea lo suficientemente grande como para que el cuerpo se sobrecargue y se modifique el normal desarrollo del cuerpo.

El desarrollo de la flexibilidad articular, el desarrollo de la fuerza de los tendones y del tronco, el desarrollo de los músculos estabilizadores, y el desarrollo

multiarticulares son las búsquedas que se hacen por medio de los ejercicios de fuerza y de resistencia.

Fuente: <https://www.ejemplos.co/10-ejemplos-de-ejercicios-de-fuerza/#ixzz6wCARDu7e>

El efecto que las fuerza ejercen sobre un objeto dependen de la magnitud, dirección y punto de aplicación de cada fuerza. Cuando la fuerza se aplica en línea con el centro de gravedad del objeto que se mueve libremente, tiene como resultado el movimiento lineal; pero cuando esta no está en línea lo que ocurre es una combinación de movimiento rotatorio y traslación (fuerza excéntrica)



El efecto de giro de una fuerza se llama impulso de rotación o momento de la fuerza.

El momento de la fuerza alrededor de cualquier punto es igual al producto de la magnitud de la fuerza y su distancia perpendicular desde la dirección de la fuerza al punto o eje de rotación.

El efecto rotatorio o impulso rotatorio producido sobre un objeto, para que este rote, depende de dos factores:

- 1- La magnitud de la fuerza aplicada y
- 2- De su brazo

Los momentos son cantidades vectoriales; en la suma se debe considerar la magnitud y la dirección. La dirección de la rotación se expresa en la dirección de las manecillas del reloj (o momento negativo), o en la dirección contraria a ésta (momento positivo).

Ejemplo:

$$\begin{aligned}(-5 * 1.5) + (+3 * 10) &= 37,5 \text{ N} \\(7.5) + (+30) & \\= + 22,5 \text{ N} &\end{aligned}$$

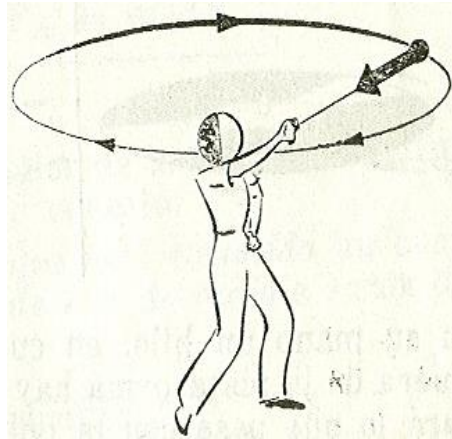
TIPOS DE FUERZA:

Dentro del campo de la física podemos encontrar una gran variedad de fuerzas, las que explican el sin número de fenómenos que ocurren en la naturaleza y que afectan en forma directa al hombre y su desarrollo, por lo que ha sido necesario su clasificación y definición. Entre las más comunes y por lo tanto, las más conocidas tenemos:

1. Fuerza centrípeta
2. Fuerza centrífuga
3. Fuerza de gravedad
4. Fuerza de roce
5. Fuerza elástica

La fuerza centrípeta: Es una fuerza con dirección hacia el centro, en la cual se observan empujes y tracciones ejercidas por las varillas o cuerdas hasta nuestro propio cuerpo.

Cuando se revolotea una piedra sujeta por un hilo, es necesaria una fuerza para obligarla a describir una trayectoria circular. Si se rompe o se suelta el hilo, la piedra sigue en línea recta (prescindiendo de la gravedad), en la dirección de la tangente. Cumple así con el principio de la inercia: como nada la obliga a cambiar, se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme. Precisamente para cambiar este movimiento en uno circular, es necesaria la utilización de una fuerza que, por estar dirigida hacia el centro de la circunferencia, se llama fuerza centrípeta.



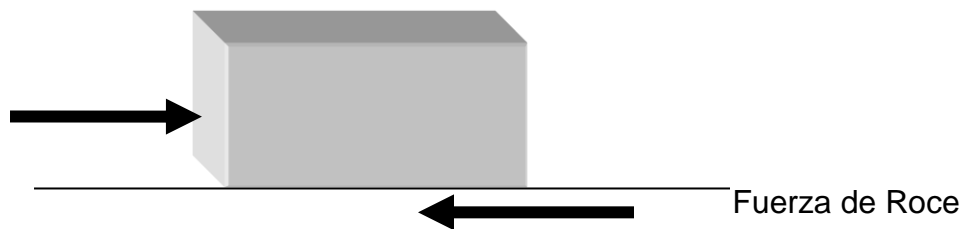
Cualquiera que haya atado un objeto a una cuerda y lo haya hecho girar, habrá comprobado la necesidad de ejercer esta fuerza centrípeta para estabilizar el objeto. Existe una infinidad de deportes que utilizan esta fuerza como principio básico: Lanzamiento del martillo, lanzamiento del disco, la bala, etc.

Cuando se aplica una fuerza (acción), el cuerpo reacciona aplicando sobre quien ejerce la fuerza centrípeta una fuerza (reacción), igual y opuesta, es decir dirigida desde el centro hacia fuera, tangencialmente a su trayectoria, es la fuerza centrífuga. Un ejemplo de este tipo del uso de este tipo de fuerza son algunos elementos mecánicos de uso habitual en los hogares modernos como es la máquina de lavar ropa o la centrifugadora., cuando el cilindro entra en rotación, la ropa mojada es despedida contra las paredes, y el agua se va por los agujeros.

La fuerza de gravedad, es la que mejor conocimos en nuestra vida diaria, es la fuerza de atracción gravitatoria, ejercida sobre todo los cuerpos en la tierra y que denominamos, peso el cuerpo. La fuerza gravitatoria es una de las pocas que puede actuar a través del vacío, sin tener contacto directo, con el cuerpo con el cual se está aplicando. La unidad patrón con la que se mide, más comúnmente es el kilogramo y que se hace exacta a nivel del mar y a 45 grados de latitud.

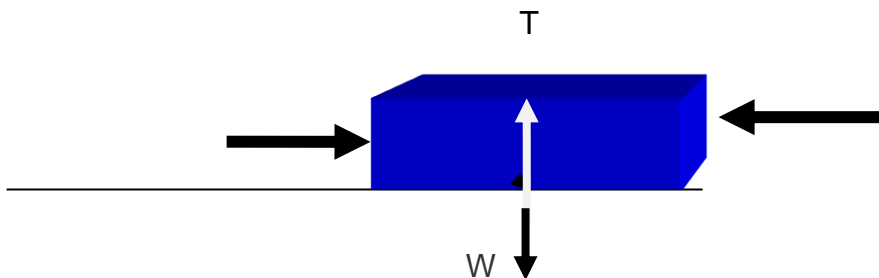
Fuerza de Roce:

Es la fuerza que se activa paralelamente a la superficie de contacto de los cuerpos, oponiéndose al deslizamiento de uno con respecto al otro (en sentido contrario)



“Si la superficie de un cuerpo resbala sobre otro, cada cuerpo ejerce sobre el otro una fuerza de rozamiento. Esta fuerza aplicada a cada cuerpo es paralela a las superficies y de sentido contrario al desplazamiento. Sabemos que para desplazar un cuerpo en reposo sobre una superficie hay que aplicar la potencia suficiente para vencer las fuerzas de rozamiento.

La cantidad de fricción entre dos superficies depende de la naturaleza de las superficies y las fuerzas que ejercen presiones sobre ellas. La fricción o roce es proporcional a la fuerza que presiona entre las dos superficies de contacto

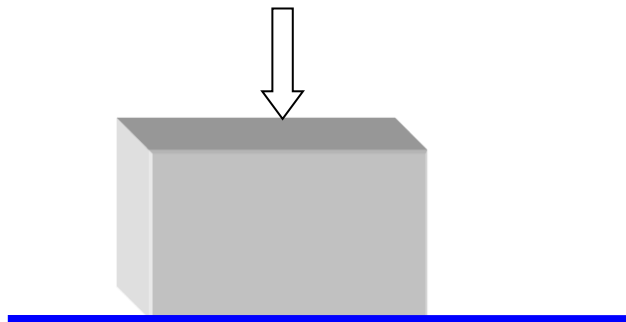


Según la figura, la caja presiona hacia abajo en la mesa con la fuerza “w” igual a su peso y la fuerza reactiva de la mesa “T”, empuja hacia arriba en dirección

contraria al libro. La fuerza necesaria para que el libro entre en movimiento es “P”. La fuerza que se resiste al movimiento, “F”, es la fuerza de fricción. La fuerza “F” es igual en magnitud a la fuerza “P” que intenta mover el libro. La proporción de la fuerza necesaria para vencer la fricción “P” de la fuerza que mantiene unida las dos superficies, “W”, se llama coeficiente de fricción. A mayor coeficiente mayor cohesión entre las dos superficies y a menor coeficiente, mayor facilidad para que las dos superficies se deslicen entre sí. Los cuerpos que menos presentan fuerza de roce, son los cilíndricos.

Cuando algo en un objeto se opone en el intento de moverse a través de su superficie, este tipo de resistencia es llamada fricción o roce y es una importante consideración en la aplicación de la biomecánica, en los temas del movimiento, y en la ejecución de trabajo. Clásicamente la fricción es definida como la fuerza que impide o se opone al movimiento cuando un cuerpo se mueve, o tiende a moverse, a lo largo de una superficie de otro objeto y actúa también en una dirección opuesta a la que existe, impidiendo el movimiento.

Una caja situada en un piso no genera fricción. Las fuerzas que actúan sobre la caja son su peso (creado por la gravedad) y la fuerza soportada por el piso nos entrega de vuelta el complemento otorgado por la gravedad en la forma del peso de la caja o, una reacción igual y opuesta, como Sir Isaac lo hubiese dicho. En el piso se mantiene el nivel, por esto, la gravedad que empuja se mantiene vertical, y si nadie empuja la caja, no habrá fuerzas empujando la caja a través del piso o amenazas de empujarlo. En esta situación, no hay fricción.



De cualquier modo, si usted decide mover esa caja tocándola ligeramente con el pie, la caja tendrá la tendencia a resbalar. Si la caja continúa estacionaria, entonces la fuerza que usted aplicó no fue suficiente para producir fricción. En este caso usted está frente a una fricción estática. La fricción que ocurre en el instante antes que el objeto se mueva es conocida como fricción limitante.

Finalmente, la caja se desliza algunos centímetros. La fuerza de fricción que lo resiste a usted, pero que no es suficiente para parar el movimiento, es conocida como fricción motriz. La caja en el piso describe una fricción deslizante, la cantidad de fricción deslizante, ya sea estática, limitante o motriz, depende de una serie de factores.

Por ejemplo, un piso de linóleo pulido ofrece menos fricción que una cancha de arcilla en el tenis. Toda sustancia posee su propia propiedad de fricción, conocida como coeficiente de fricción. Usted puede cambiar el coeficiente de fricción introduciendo algún elemento que altere la superficie. Por ejemplo, agua en un piso de madera reduce el coeficiente de fricción. El piso se vuelve más resbaladizo y usted se desplaza a través de él más rápidamente.

- Coeficientes de rozamiento estático y cinético

Superficies en contacto	m_s	m_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Fuente: Serway R. A. *Física*. Editorial McGraw-Hill. (1992)

Es evidente el bajo módulo de rozamiento en las articulaciones sinoviales, siendo el más bajo de todos los materiales expuestos

En algunos eventos atléticos, tales como el lanzamiento del disco, la fricción del arrastre reduce la fuerza generada. Agregándole un poco de agua a la superficie y cambiando además el coeficiente de fricción, el roce en algunos círculos puede ser reducido y puede mejorar el lanzamiento. En el caso del lanzamiento del disco la fricción es rotatoria más que lineal. Es importante en el disco reducir la fricción de rotación articular al mínimo e incrementar la fricción lineal del pie con el suelo al máximo, para que el atleta pueda rotar libremente, y al mismo tiempo, propulsarse a lo largo del círculo.



En baseball, los pegadores aplican resina al bate para incrementar el coeficiente de fricción y prevenir el deslizamiento del palo en las manos y además, limitando cualquier pérdida de potencia o control. Muchas suelas de zapatos deben su creación para la necesidad de mayor o menor fricción.



La fricción de deslizamiento es también dependiente de la cantidad de fuerza aplicada en los ángulos correctos de los objetos o en efecto lo que los mantienen juntos. Mientras usted más presiona una caja contra el piso, mayor será la resistencia para empujarla contra éste.

Si en cambio, en vez de empujar la caja hacia abajo usted aplica más fuerza en forma paralela con el piso, menor será la resistencia y más fácil el trabajo. De cualquier modo, el coeficiente de fricción se mantiene, porque representa el ratio entre las fuerzas que tiran y que empujan. La fricción deslizante actualmente declina una vez que usted pone el objeto en movimiento con una cierta velocidad. Entonces las propiedades de una superficie para la fricción – su coeficiente de fricción – disminuyen con la fricción motriz.

Los coeficientes de fricción varían de acuerdo con el contacto de las superficies, es importante medir siempre en la misma superficie. Una pelota de tenis será sujeta a distintas cantidades de fricción. En una cancha de arcilla, que en una de vinil o de asfalto.

Por las condiciones económicas, muchos estadios atléticos reemplazan el piso de césped con cubiertos artificiales. El coeficiente de fricción difiere de acuerdo a la superficie de deslizamiento. De acuerdo a un estudio, la mayor resistencia de fricción se encontró en césped de varias clases, seguido en orden por Astroturf, Tartanurf y finalmente el pasto viejo.

En los deslizamientos, las caídas son más suaves en el pasto que en las superficies artificiales y son una amenaza para las lesiones en las articulaciones. Los tobillos y rodillas generalmente se lesionan cuando, en vez de un pie que resbala, el zapato se fija al piso, maximizando la fuerza en la articulación con una rotura de ligamentos en su pie, si no desliza.



Los atletas profesionales para tener su propia experiencia necesitarán una lesión riesgosa para ganar. Los niños o jóvenes que practiquen un deporte como un amateur, no deberían usar zapatos que le signifiquen daño en las articulaciones, ligamentos o músculos.

Recuerde que uno de los factores responsables de la cantidad de fricción es el peso o fuerza vertical desarrollada por los objetos en contacto con otros. Fricción Rodante, el segundo tipo, resulta de ambos, el objeto y la superficie sobre la cual roda, siendo levemente deformado durante la acción. La deformación será indetectable a simple vista, ya sea con una bola de acero que roda a lo largo de un plato de acero, no obstante, sigue existiendo algo de resistencia. La fricción rodante es más obvia en el caso de las ruedas de una bicicleta, en donde a simple vista se puede ver la deformación. La fricción rodante en una bicicleta incrementa alrededor del 30% cuando la presión del neumático es reducida a la mitad y el 50% si es reducida a un tercio. Mientras mayor es la presión del neumático, menor la fricción, además, obviamente mientras más inflado es más vulnerable a pincharse.

La dinámica de la fricción rodante explica la técnica de dejar salir aire de los neumáticos en los automóviles cuando uno está detenido en un terreno helado. La fricción rodante aumenta, entonces las posibilidades de agarrarse o deslizarse son mejoradas por la suma de fricción. La arena hace la superficie áspera y es otra forma de obtener fricción rodante. Al neumático de nieve le suma a la fricción rodante como lo hacen los de mayor tamaño por su mayor superficie de contacto.

La fricción por rodadura es mucho más pequeña que la fricción por deslizamiento y por eso en los mecanismos siempre se procura sustituir un

deslizamiento por una rodadura. Los egipcios ya se habían percatado de esto hace 3000 años y movían los grandes bloques de piedra que empleaban en las construcciones de sus pirámides sobre rodillos o cilindros de madera que rodaban por el suelo.



Así como hay un coeficiente de fricción de los objetos, hay también un coeficiente de restitución. Una técnica para determinar coeficiente de restitución es comparando la altura con que un objeto es dejado caer y la altura con que rebota. La fórmula matemática en este método da un promedio de 198 (rango de coeficiente 0 a 1)

Una pelota de soccer tiene un coeficiente de restitución de .78, una pelota de tenis nueva .67 y un terrón de arcilla es cero porque sencillamente no rebota.

Uno de los principales factores que afectan el coeficiente de restitución es la temperatura. Una pelota de baseball en el frío da .5 pero a temperatura ambiente llega a .53. puesta a 225 (f) funciona a .55. En días calurosos, las pelotas de baseball tenderán a viajar más lejos.

Una pelota de golf tiene un coeficiente restitución de .67 mientras que en el frío se eleva a .84 si está sujeta a 225 grados 15 minutos. Usted puede aumentar

la distancia al 15% si pudiese dibujar una pequeña ruta de calor a lo largo de la cancha de golf.

Los estudios de las canchas sintéticas en términos de coeficiente de restitución revelan que es menor que hospitalario para el jugador. El nuevo Astroturf no iguala al pasto en la absorción de impactos (el coeficiente de restitución es un poquito mejor que el sintético). Una cancha de éste material muestra un significativo incremento en su coeficiente de restitución después de cinco años. Lo que significa que es más duro caer. Mirado de otra manera el jugador rebotará más alto.

Otra importante característica de los materiales es la elasticidad, la innata propiedad de un objeto de recuperar su forma original después de ser deformado. Esta elasticidad es a veces referida a docilidad. Por ejemplo, cuando se diseñan pistas atléticas artificiales, la docilidad es un importante factor.

Trotar en un piso dócil, tal como pasto, contribuye a disminuir las lesiones por fuerza en las palancas, que trotar en piso duro tal como asfalto. Un piso más dócil contribuirá a un mayor confort.

1. La ejecución no será buena puesto que el rebote sobre la superficie perderá tiempo, por lo tanto, se correrá más tiempo. Una pista sintética que es muy dura y desventajosa, el golpe que es transmitido al cuerpo es maximizado.

2. Esto sugiere que un óptimo material para pista debe poseer un grado de elasticidad y docilidad. Una pista óptima, que complace le permitirá al corredor almacenar energía elástica en su superficie en forma similar a la garrocha que almacena energía elástica en la fibra de vidrio que ésta posee. Ambas situaciones vuelven la energía almacenada al atleta más tarde en la ejecución.

Existen tres tipos de fricción o rozamiento:

1. Rozamiento estático: Se presenta cuando la fuerza que se resiste al movimiento es igual a la fuerza necesaria para mover el cuerpo.
2. Rozamiento cinético: Es la fuerza que se opone a que el movimiento continúe. La fricción inicial del movimiento es la que se opone a que este comience y es mayor que la fricción de deslizamiento o rozamiento cinético.
3. Rozamiento por rodamiento: Así como la fricción de deslizamiento es menor que la fricción inicial, la de rodamiento es menor que la de deslizamiento. De ahí que el movimiento de los objetos pesados sea más fácil cuando estos se ubican sobre ruedas. El desplazamiento sobre superficies duras y lisas o suaves, es más fácil que por superficies blandas e irregulares como arena o pasto.

Los cuerpos que menos presentan fuerza de roce, son los cilíndricos como por ejemplo las articulaciones de tipo enartrosis.

No siempre la fricción o roce es un factor que interfiere negativamente en una técnica deportiva o en el trabajo, comportándose por el contrario como un efecto favorecedor de la actividad, ejemplo:

1. El uso de estoperoles en zapatos de fútbol
2. Neumáticos especiales en corredores e motocros
3. Magnesio en las manos de los gimnastas
4. Grip en mangos de raquetas de tenis
5. Uso de guantes en trabajadores que manipulan herramientas
6. Pelusa o lanilla en las pelotas de tenis
7. Ruedas más anchas en el automovilismo, etc.

Por el contrario, existen actividades en que el éxito del deporte o trabajo depende de una reducción de la fricción, ejemplo:

1. Uso de vaselina en el rostro de los boxeadores
2. Zapatillas más suave y blandas para trotadores o caminantes
3. Engrasado de piñones y cadenas de transmisión de las bicicletas
4. Ceras especiales para tablas de surf, ski, water- surfing, etc.
5. Ruedas completamente lisas de los patines en línea, etc.

Cada zona de nuestro cuerpo que es sometido a fuertes y diferentes presiones, es protegida por distintos tejidos de tipo conjuntivo, el cual recibe distintos nombres dependiendo de la zona en que se encuentre. La cápsula articular está revestida en su interior por una fina membrana sinovial muy vascularizada que secreta un líquido lubricante llamado líquido sinovial el que brinda protección a las superficies articulares. Por otro lado, las vainas sinoviales, que son diferenciaciones del desarrollo mesodérmico que rodean las zonas críticas de los tendones, las lubrican, evitan o reducen la fricción y facilitan el movimiento; ni siquiera los tendones soportan la fricción constante de un hueso sin protección adicional.



Durante el movimiento, los coeficientes de fricción en las articulaciones se estiman del orden de centésimas, a causa de la lubricación ejercida por el líquido sinovial. Conforme envejece el ser humano, es probable que los tejidos óseos, cartílago y líquido sinovial se degeneren.

Con frecuencia, los tendones están rodeados por un saco cilíndrico que consta de dos capas de tejido conjuntivo, la interior está firmemente unida al tendón y la exterior se inserta en el tejido circundante. La cavidad de esta vaina tendinosa está revestida con membrana sinovial, que secreta una pequeña cantidad de líquido lubricante en el interior de la cavidad y evita así que los tejidos sólidos rocen directamente unos con otros.

La habilidad de las articulaciones de permitir movimientos a través de todo su rango de movilidad, bajo carga y velocidad, sin perder estabilidad, es debido entre otras cosas a la capacidad del cartílago articular de mantenerse lubricado y con un bajo coeficiente de fricción



El cartílago resiste cargas compresivas mediante tensión en su fase sólida y por la presión generada por la exudación del fluido, siendo esta última de inicio rápido, generando una deformación progresiva del cartílago que provoca el aumento inmediato en la presión del fluido, tendiendo a exprimir el líquido del cartílago

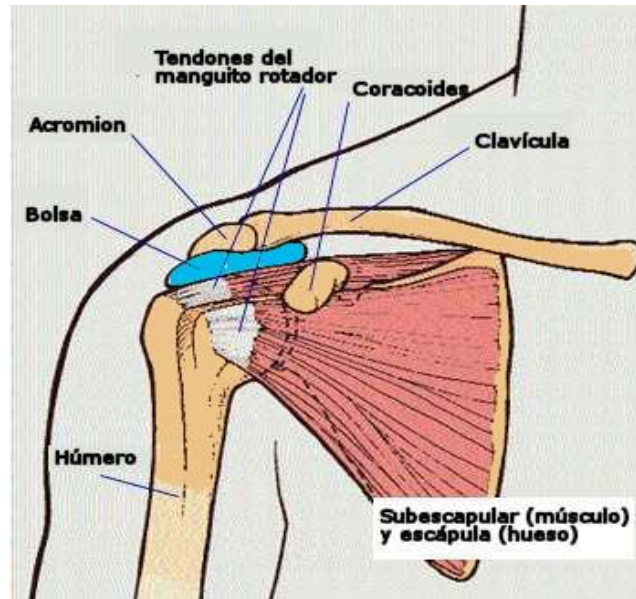
El cartílago articular es un tejido conectivo especializado que se divide en tres tipos: fibroso, elástico y hialino. Este último es el más abundante en el cuerpo humano, situándose en las articulaciones móviles. Estructuralmente, tiene un alto contenido de matriz extracelular (MEC) compuesta por colágeno tipo II,

proteoglicanos y ácido hialurónico. Una de las particularidades del cartílago hialino es la ausencia de irrigación e inervación, pero con la presencia de una alta lubricación producto de los sinoviocitos ubicados en la membrana sinovial. Estas características permiten la amortiguación de cargas mecánicas (ej. compresión y cizallamiento) y la disminución del coeficiente de fricción entre las superficies óseas, sin la presencia de dolor.

Hay estructuras encargadas de eliminar el coeficiente de rozamiento, donde existe un músculo y un tendón, al efectuar sus movimientos sobre otro músculo (tendón o hueso), dichas estructuras se llaman bolsas serosas ya que se asemejan a un saco colapsado con paredes delgadas como celofán, cuya superficie interior es extremadamente lisa, húmeda y resbaladiza.

El ácido hialurónico es un mucopolisacárido que se sintetiza y se utiliza como lubricante en las articulaciones. Se encuentra en cantidades importantes en todo el organismo, especialmente en la juventud, pero estas cantidades se reducen significativamente durante el proceso de envejecimiento.

La fricción inicial del movimiento es la que se opone a que este comience y es mayor que la fricción de deslizamiento, la cual se opone al deslizamiento, es decir, se opone a que el movimiento continúe. Es por eso que se afirma que “Se necesita menos fuerza para mantener cierto deslizamiento que para comenzarlo”



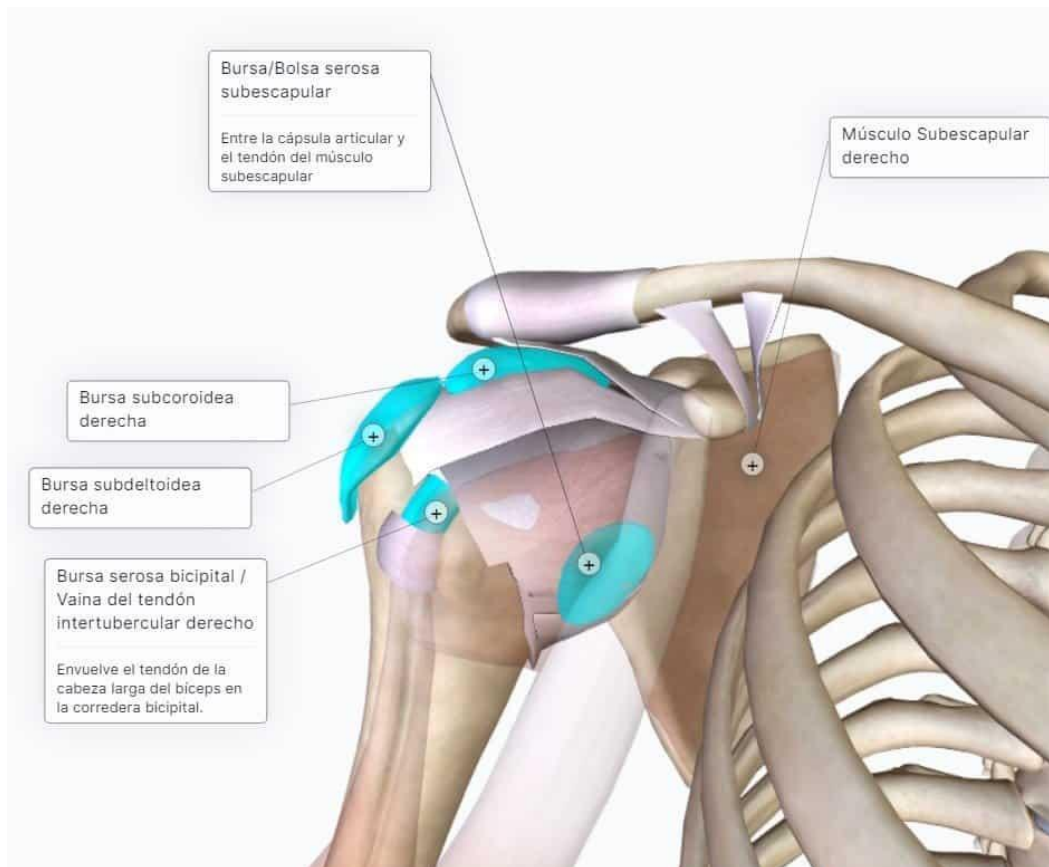
Con el fin de disminuir más, el coeficiente de rozamiento, estas bolsas serosas segregan un líquido lubricante llamado líquido sinovial, el suficiente para la lubricación adecuada.

Cuando el tejido pasa por cualquier cavidad que está sujeta a fricción por todos lados, como en la mano o en el pie, la bolsa rodea al tejido, por ejemplo, el tendón llamándose en este caso vaina sinovial.

Las estructuras blandas no tendinosas están protegidas de manera similar. Así la aponeurosis y la piel del dorso del codo, están separados de la apófisis olecraneana por un saco sinovial simple denominado bursa o bolsa serosa. Estas están ampliamente distribuidas en el aparato músculo- esquelético -articular (hombro, muñeca, cadera, rodilla, etc.).

Una bolsa sinovial o bursa (del latín bursa, «bolsa») es un saco lleno de fluido forrado por membrana sinovial con una capa capilar interior de fluido viscoso (similar a la clara de un huevo). Proporciona un cojín entre los huesos, tendones y/o músculos alrededor de una articulación.¹ Esto ayuda a reducir cualquier fricción entre los huesos permitiendo libre movilidad. Las bursas están llenas con fluido

sinovial y se encuentran alrededor de casi todas las principales articulaciones del cuerpo; cuando estas se inflaman, la afección se denomina bursitis. Las bursas pueden ser extirpadas debido a una bursitis crónica o a una infección, a este proceso se le denomina bursectomía.

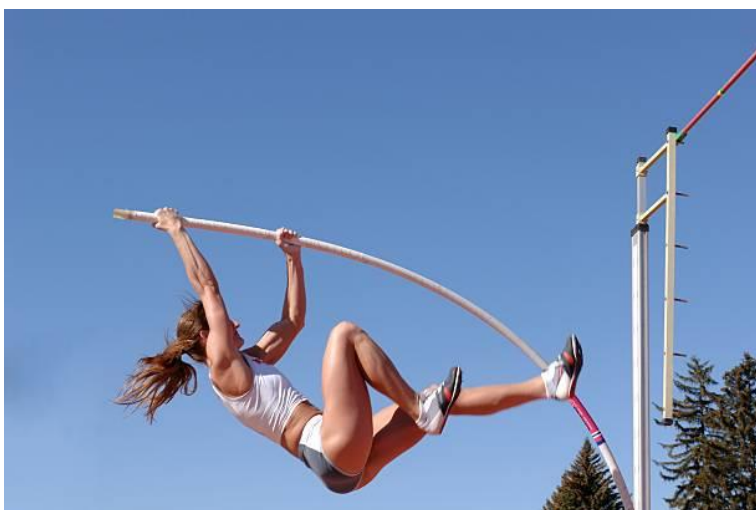


El número de bursas en el cuerpo humano puede sobrepasar las mil; sin embargo, la mayoría de éstas no son constantes. Algunas bursas, las principales o constantes, suelen recibir su nombre de acuerdo a su situación, por ejemplo; subacromial, rotuliana, olecraniana, etc.

Fuerza Elástica

La elasticidad es una propiedad física de la que gozan ciertos cuerpos, que les permite cambiar su forma en el caso de que estén bajo un estiramiento, volviendo naturalmente a su posición de reposo cuando deja de estarlo. Por ejemplo: *resortes, chicles, cañas de pescar*. En los hechos, se trata de una deformación de los cuerpos al presentarse una fuerza exterior que una vez retirada y carente de potencia, deja que el cuerpo vuelva a la forma original.

Salto con garrocha de vidrio



La elasticidad es una propiedad que se le puede adjudicar únicamente a un **cuerpo sólido**, pues los que se encuentran en los otros estados tienen leyes del movimiento que no permiten una manifestación de este tipo.

Muchos de los objetos sólidos que aparecen en la vida cotidiana de las personas carecen completamente de elasticidad: es imposible imaginar a un papel, un vidrio o un cartón siendo modificado en su forma provisoriamente y volviendo a su estado natural, pues mucho antes de llegar a eso los objetos se romperían. Sin embargo, muchas disciplinas que son importantes para las personas se valen de los objetos elásticos para optimizar sus condiciones y sus aplicaciones: la ingeniería constituye un ejemplo de esto, siendo la disciplina que se ocupa de la construcción y de los lineamientos seguidos para ella. La Ley de Hooke es un aporte

en este sentido, que afirma que el alargamiento unitario que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza que se ejerce sobre el mismo.

De acuerdo al concepto físico de la elasticidad, aquí se verán algunos ejemplos de situaciones que la incluyen.

Ejemplos de elasticidad

1. Los resortes.
2. La base de un trampolín.
3. El arco para lanzar flechas.
4. Las cañas de pescar.
5. Los colchones.
6. Las pulseras de goma.
7. La ropa.
8. El chicle, al ser masticado.
9. La cuerda de una guitarra, en estado de tensión.
10. Los cables etc.

Elasticidad en el cuerpo humano

Un caso particular de la elasticidad es la que se produce en el seno del propio cuerpo humano. Muchos órganos, tejidos y músculos tienen la propiedad de poder estirarse volviendo a su estado natural según diferentes situaciones: el estómago, por ejemplo, necesita de la elasticidad durante el proceso de alimentación.



La elasticidad de los músculos es fundamental para que el cuerpo se pueda mantener relajado y no tenga la rigidez que agobia y cansa, y para mejorar esa elasticidad es que existen una serie de ejercicios de elongación, basados fundamentalmente en estirar diferentes partes del cuerpo. Tal vez el ejemplo máximo de la elasticidad del cuerpo humano esté en los hombres y mujeres que logran apoyar realizar el ejercicio el puente Fuente: <https://www.ejemplos.co/10-ejemplos-de-elasticidad/#ixzz6wCE7DIPr>

Materiales Elásticos

Se conoce como materiales elásticos a aquellos dotados de la capacidad de recuperar sus dimensiones originales, una vez que cesa la fuerza mecánica sostenida que los obliga a adquirir una forma distinta. Por ejemplo: *nylon*, *látex*, *goma*, *poliéster*. Este comportamiento es regido por la Ley de Hooke, que entiende la relación entre esfuerzo y deformación bajo un Módulo de Elasticidad.

Los materiales elásticos pueden ser naturales, semi sintéticos o sintéticos, dependiendo de su grado de elaboración a través de la mano del hombre.

Ejemplos de materiales elásticos

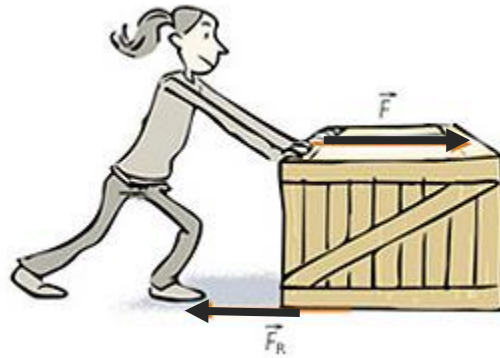
1. Elastina. Es una proteína que le brinda elasticidad y resistencia al tejido conjuntivo animal, lo cual le permite expandirse y recuperar su forma.
2. Hule. Es un polímero de origen natural que se obtiene a partir de la savia de ciertos árboles específicos, es repelente al agua, resistente a la electricidad, y sumamente elástico. Se emplea para numerosas aplicaciones comerciales, desde juguetes hasta bandas elásticas.
3. Nylon. Es un polímero artificial, derivado del petróleo, perteneciente al grupo de las poliamidas. Su elasticidad es mediana, dependiendo de los añadidos durante su manufactura.
4. Lycra. Conocido como elastano o *spandex*, es una fibra sintética dotada de enorme resistencia y elasticidad, lo cual la hace ideal para aplicaciones textiles e industriales.
5. Látex. Es el material más elástico, distinto en su composición química al caucho y otras gomas vegetales de origen similar. El látex se compone de grasas, ceras y resinas gomosas, extraídas y procesadas a partir de ciertas plantas angiospermas y ciertos hongos. Se le utiliza mucho para guantes y preservativos.
6. Goma. Es una sustancia resinosa de altísimo peso molecular, cuyo carácter ácido y sólido no le impide tener una elasticidad enorme. Es uno de los mejores aislantes eléctricos conocidos,
7. Banda elástica. Conocida como liga o gomilla, se trata de una banda de caucho y hule, manufacturada en una banda circular y provista de hidrocarburos que reducen su elasticidad a cambio de dureza y adherencia. Es un buen aislante, pero muy poco resistente al calor..

8. Cartílago presente en el cuerpo humano y de otros vertebrados, ocupa el espacio entre los huesos y forma los pabellones auditivos y la nariz. En algunas especies constituye su esqueleto completo o casi completo. Es elástico y carente de vasos sanguíneos, de allí que pueda cumplir su labor de reductor del impacto óseo y preventor del desgaste por rozamiento.
9. Gomaespuma. La espuma de poliuretano (espuma PU) es una forma de plástico poroso que no existe en la naturaleza, pero entraña enormes aplicaciones industriales y comerciales para el hombre. Tiene un origen semejante al del poliéster.
10. Vendaje neuromuscular. Conocido como *kinesiotaping*, es un material consistente en diversas cintas de algodón dotadas de un adhesivo acrílico, capaz de estirarse más del 100 % de su tamaño original y empleado en el vendaje de heridas y lesiones.
11. Plástico. Es un conjunto enorme de materiales sintéticos obtenidos mediante la polimerización del carbono derivado de distintos hidrocarburos, como el petróleo. Está dotado de cierta elasticidad y flexibilidad de cara al calor, por lo que es posible moldearlo en diversas formas. Una vez frío el margen de elasticidad disminuye.

Fuente: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-materiales-elasticos/#ixzz6wCHIRNfk>

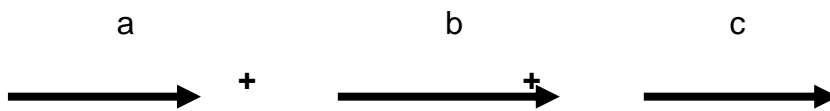
EFFECTOS COMPUESTOS DE DOS O MAS FUERZAS

Corrientemente dos o más fuerzas se aplican al mismo objeto. El efecto que las fuerzas compuestas tienen sobre un objeto, o en el cuerpo, para producir o modificar un movimiento, se puede clasificar de acuerdo a su dirección o punto de aplicación.



Con el fin de tener un sistema estándar para los diferentes tipos de fuerza se propone utilizar el sistema que postula Williams y Lissner (1967)

1. Lineal
 2. Concurrente
 3. Paralelas
 4. Generales
- Las fuerzas lineales son aquellas que se aplican en la misma dirección y a lo largo de la misma línea de acción, son colineales. Si al empujar un mueble utilizamos 2 o 3 fuerzas que estén en la misma línea y dirección que la primera, la resultante de las fuerzas tienen un valor igual a la suma de las dos o tres fuerzas comprometidas



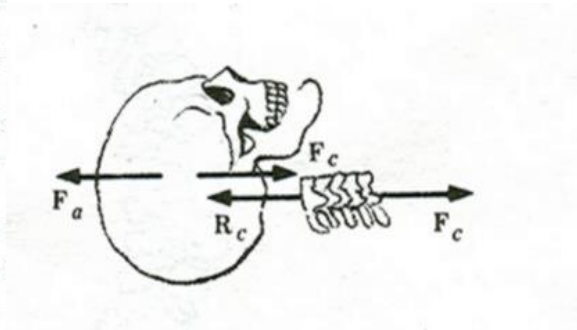
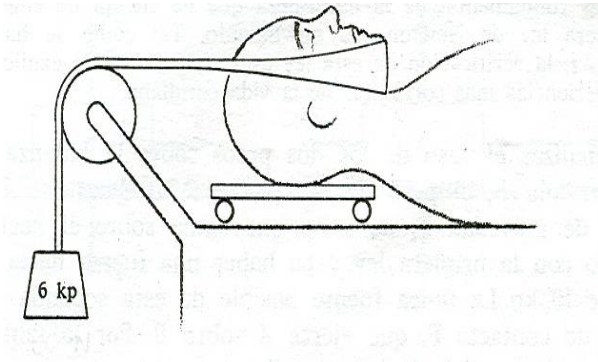
Si las fuerzas actúan en dirección opuesta, la resultante será igual a la suma algebraica de las dos fuerzas $(a) + (-b)$



Los ejemplos de más de una fuerza aplicada en el mismo punto y en la misma dirección, son bastante raro en el cuerpo humano. Algunos ejemplos, aunque con algunas consideraciones, el psoas y el iliaco cuando actúan en la articulación de la cadera (tendones comunes)

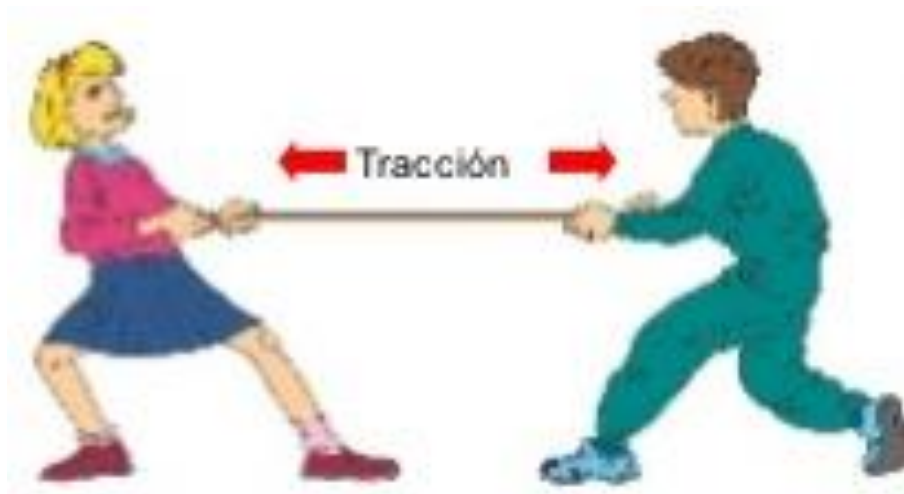
Ejemplo:

Cuánto vale la tensión T , ejercida sobre las vértebras del cuello de un paciente en el dispositivo de tracción. El dispositivo consiste en una fina correa conectada a una cuerda que tiene en su extremo un peso de 6 kp. La finalidad de este dispositivo es aplicar una tensión sobre las vértebras cervicales



Llegamos a la conclusión de que existe una fuerza de módulo de 6 kp que tira del cuello hacia la izquierda y puesto que el cuello está en equilibrio, hay una fuerza de 6 kp hacia la derecha ejercida sobre el cuello a través de las vértebras cervicales.

Ejemplo de Fuerzas de la misma dirección y sentido contrario

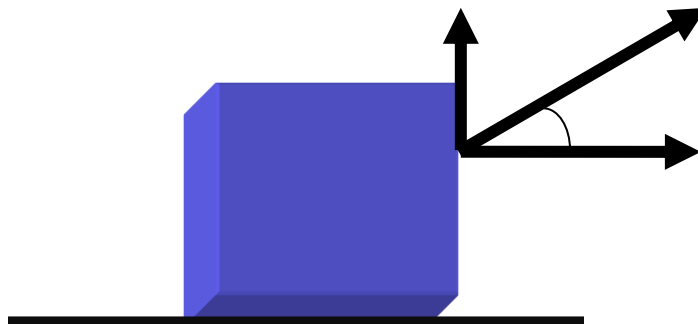


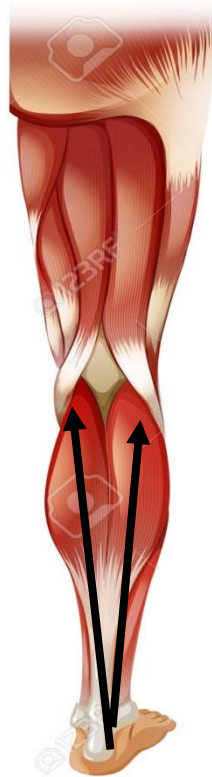


- Fuerzas Concurrente, son aquellas que actúan en un mismo punto, en un mismo plano, pero en ángulos diferentes. El concepto que más debemos recordar es que la magnitud resultante de dos o más fuerzas concurrentes, no es una suma aritmética y que la dirección resultante, no es un punto equidistante o medio entre éstas, a menos que las dos fuerzas sean de a misma magnitud.



La resultante de dos o más fuerzas concurrentes depende tanto de la magnitud de cada una, como del ángulo de aplicación, es decir de la dirección de cada fuerza. Siempre es posible hallar una fuerza que aplicada al cuerpo produzca exactamente el mismo efecto que la acción de todo el sistema.





➤ Fuerzas paralelas: Estas fuerzas actúan en un mismo plano, pero no tienen lugar a lo largo de la misma línea de acción, ni actúan en diferentes ángulos, ni se aplican en el mismo punto, sino que son paralelas, una con respecto a la otra y actúan en diferentes puntos del cuerpo. El efecto de un sistema de fuerzas paralelas sobre un objeto en que actúan, depende de la magnitud, la dirección y del punto de apoyo de cada fuerza. Estas fuerzas paralelas pueden actuar en el mismo sentido o en forma opuesta, pueden estar equilibradas y no causar movimiento, o ser las causantes de un movimiento lineal o rotatorio.

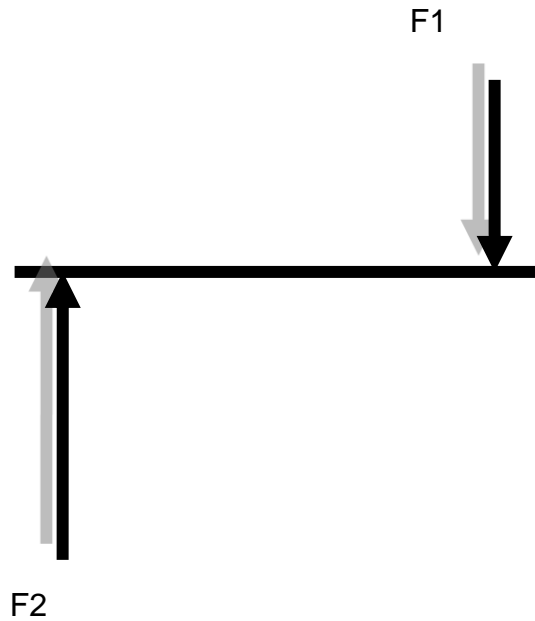
Fuerzas paralelas en la misma dirección y sentido



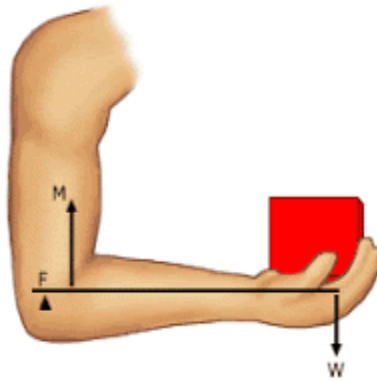
Ejemplo



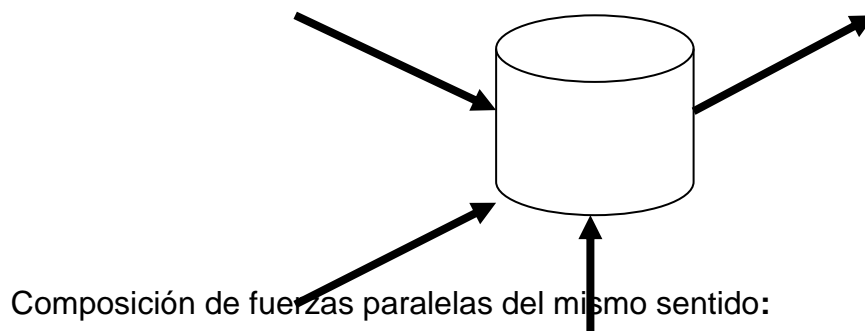
Fuerzas paralelas en la misma dirección y sentido contrario



Ejemplo



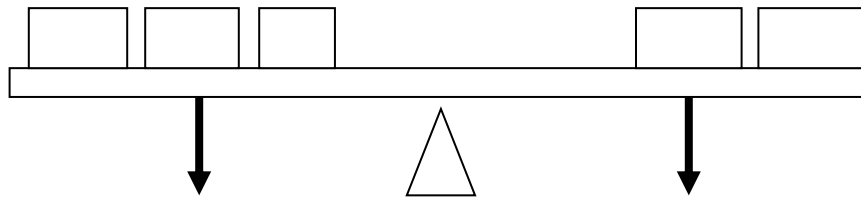
- Fuerzas generales, son fuerzas que se desarrollan en un plano que no son colineales, ni se aplican en un mismo punto.



Composición de fuerzas paralelas del mismo sentido:

Existe una manera sencilla de conseguir fuerzas paralelas para hacer experiencias: los pesos de los cuerpos en el mismo lugar:

Consideremos una barra rígida apoyada en su punto medio; en un lado le colgamos 3 pesos de 50 kg. cada una, y la barra por lo tanto se inclina. Intentamos conseguir el equilibrio con la aplicación de solo 2 pesos, en el brazo contrario, y lo conseguimos gracias a dos pesos de 75 kg. cada uno. La barra ahora está ahora en equilibrio y sometida a un sistema de dos fuerzas paralelas y el mismo sentido.



Para medir la resultante, quitamos el apoyo y colgamos de su centro de un dinamómetro; esta resulta ser de 250 kg. Por lo tanto:

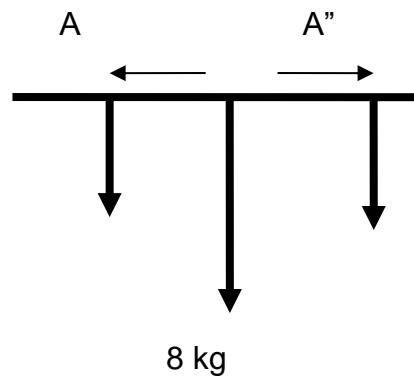
La resultante de dos fuerzas paralelas y del mismo sentido tiene las siguientes características:

1. Medida: la suma de las medidas de las componentes
2. Dirección: la misma que las componentes
3. Sentido: el mismo que las componentes
4. La resultante está entre las dos componentes
5. Está más cerca de la mayor

Ejemplo:

Un cuerpo está sometido a dos fuerzas paralelas y del mismo sentido, $F_1 = 3 \text{ kg.}$, y $F_2 = 5 \text{ kg.}$ aplicadas en A y A", tales que $AA'' = 1 \text{ m.}$ Determinar la resultante.

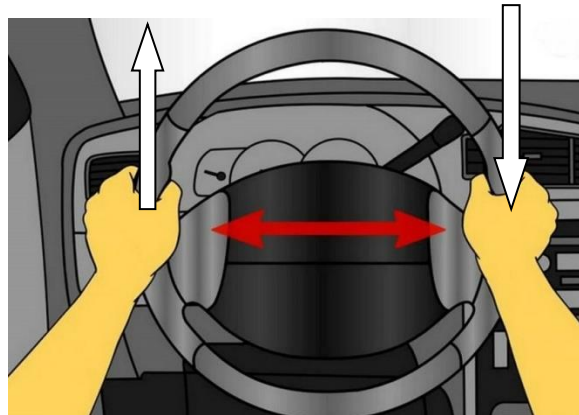
La intensidad es la suma de las intensidades de las componentes:



La intensidad es la suma de las magnitudes de las componentes:

$$R = F + F'' = 3 \text{ kg.} + 5 \text{ kg.} = 8 \text{ kg}$$

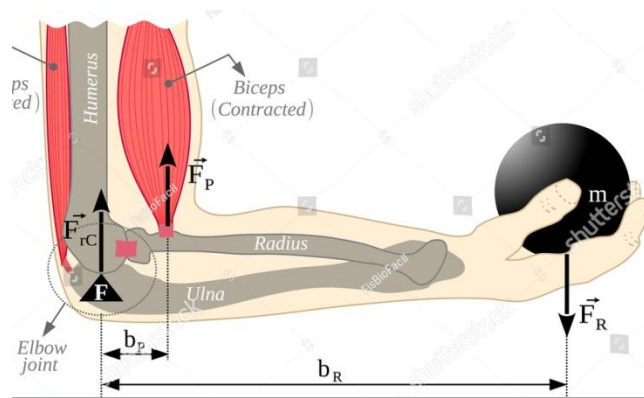
FUERZAS PARALELAS DE SENTIDO CONTRARIO



Que significa decir que "un sistema está en equilibrio"? Puede responderse de varias maneras, pero todas describiendo un mismo hecho físico:

1. Que la resultante del sistema es nulo $= 0$
2. Que cada una de las fuerzas compensa o equilibra al sistema formado por todas las demás; o
3. Que cada una de las fuerzas es igual y opuesta a la resultante del sistema formado por las demás.

Las características de la resultante R , de un sistema de dos fuerzas paralelas y de sentido opuesto, F_1 y F_2 son:



1. Medida o magnitud: La diferencia de las medidas de las componentes.
2. Dirección: La de las componentes
3. Sentido: El de la componente mayor
4. Punto de aplicación: Diferente para cada fuerza en acción

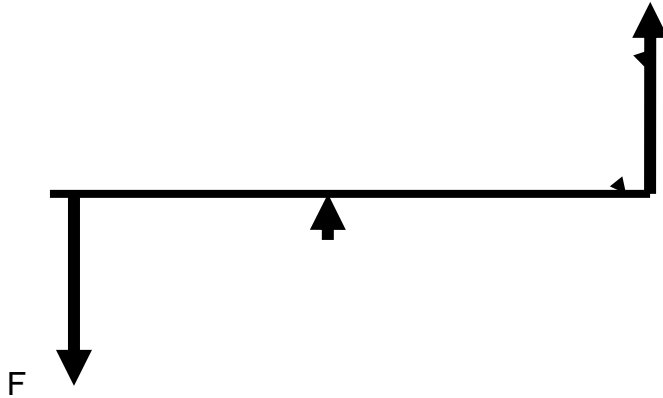
Ejemplo:

Hallar la resultante de dos fuerzas paralelas, $F = 30 \text{ kg.}$ y $F'' = 50 \text{ kg.}$, de sentidos contrarios, aplicados en los puntos A y A'' , separados por 66 cent.

La intensidad de la resultante es:

$$R = F_2 - F = 50 \text{ kg.} - 30 = 20 \text{ kg.}$$

F''



Una manera de medir las fuerzas aplicadas, es a través de los efectos que ellas producen, y este efecto se puede manifestar de muchas maneras. Para el caso de una balanza de resortes se hace evidente la deformación del resorte debido a la acción de una fuerza. Esa deformación que puede ser graduada es la que se toma como unidad de medida, así tenemos que diferentes fuerzas producen diferentes deformaciones, la que nos entrega diferentes graduaciones.

Otra forma de medir la fuerza es a través de la cantidad de trabajo que puede resultar de su utilización, como por ejemplo la cantidad de masa desplazada y la distancia recorrida

Unidades De Fuerza:

- Sistema MKS: $\text{Kilogramo} / \text{fuerza} = \text{K}$
- Kilogramo: es la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa de un kilogramo a nivel del mar.
- Newton: Es la fuerza que aplicada a un kilogramo masa le imprime una aceleración de $1 \text{ m.} / \text{seg}^2$
-

Equivalencia entre Newton y kilogramo /fuerza:

- $1 \text{ kg.} = 9.8 \text{ N}$

Cuantos Newton son 70 kg ?

$$= 70 * 9.8 = 686 \text{ N}$$

Sistema cgs = DINA

DINA: Es la fuerza que aplicada a un gramo de masa, le imprime una aceleración de 1 cent./ seg²

Kg.	Newton	Dyn
1kg.	9.8	980.000
1 Newton	1	100.000
1 Dyn	1,02 * 10	10

Kilopondio (o kilogramo fuerza) es la fuerza con que la tierra atrae al kilogramo patrón situado al nivel del mar y a 45° de latitud (kp)

El aparato para medir la fuerza se llama dinamómetro (Dynamys = metrón). El efecto que las fuerzas ejercen sobre un objeto, sobre un segmento corporal o sobre el cuerpo entero, depende de la magnitud, dirección y punto de aplicación de cada fuerza. Cuando la fuerza se aplica en línea recta con el centro de gravedad el objeto que se mueve libremente, tiene como resultado el movimiento lineal; pero cuando ésta no está en línea lo que ocurre es una combinación de movimientos rotatorio y trasnacional (fuerza excéntrica).

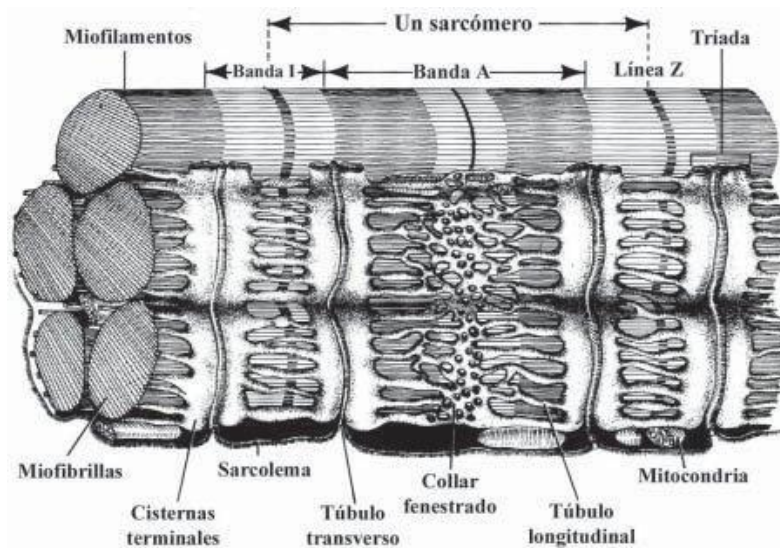
Desde el punto de vista deportivo se puede definir la fuerza como “La capacidad para oponerse a una resistencia”. En esta capacidad de oponerse a una resistencia, se pueden dar tre situaciones diferentes:

1. Al oponerse a esta resistencia se vence esta resistencia. (Fuerza isotónica concéntrica)
2. Al oponerse a una resistencia se es vencido por esta resistencia, (Fuerza isotónica excéntrica)
3. Al oponerse a una resistencia, ésta se equilibra (fuerza isométrica)

¿De qué depende la fuerza muscular?



La fuerza depende de la sección transversal del músculo (número y tamaño de las fibras), o sea que mientras mayor sea esta sección, mayor será la posibilidad de desarrollar más fuerza.



Sin embargo, hay otros elementos que están condicionando la fuerza y que en Fisiología de Ejercicio, indica Morehouse:

1. La fatiga
2. La temperatura de las fibras en relación a la temperatura corporal
3. Los depósitos de elementos energéticos.
4. La composición corporal conveniente al deporte elegido.
5. La capacidad de recuperación después del ejercicio.
6. Sumado a lo anterior, la edad y el sexo

Los cálculos de la fuerza del músculo por cent.² de fibras de sección transversal, varían desde 3.6 kg. hasta 10 kg. o de 3 a 4 Kp / cent.². Esto es, para producir una fuerza F_m de 60 Kp, se necesita un músculo con una sección transversal de 15 o 20 cent²

La fuerza muscular aumenta con el tamaño ya que los grandes músculos tienen más fibras musculares o más gruesas. Los varones son más fuertes que las damas, haciéndose evidente la diferencia a partir de la edad de la pubertad, en que los chicos sufren un aumento de la fuerza. En adultos de la misma edad, las mujeres tienen solamente alrededor del 65 % de la fuerza de los hombres; cuando se eliminan las diferencias de tamaño, la razón es de alrededor del 80 %. La fuerza máxima se alcanza a edades de 25 a 30 años, en que empieza un lento y continuado declive. Algunas personas parecen ser inherentemente más fuertes que otras, siendo el estándar de desviación de los promedios normales de + - 15 a 20 %, y el entrenamiento sistemático por contracciones musculares casi máximas repetidas con frecuencia puede aumentar lentamente la fuerza en un 2 a 3 % por semana.

LAS LEYES DE NEWTON. CONCEPTO DE FUERZA



SIR ISAAC NEWTON

Matemático, físico y astrónomo inglés, descubridor de las leyes de la gravitación universal y uno de los padres de la mecánica

Adentrémonos ahora en un ámbito de la física distinto de la cinemática o pura descripción de los movimientos, e intentemos remontarnos a las causas que los producen, lo cual se estudia en la dinámica (las leyes de la dinámica funcionan igual para los seres inanimados como para seres vivos).

Las leyes básicas de la dinámica fueron establecidas por Newton en tres postulados o leyes:

PRIMERA LEY O PRINCIPIO DE INERCIA:

“Todo cuerpo se mantiene en estado de reposos o en movimiento uniforme, en línea recta, a menos que sea obligado a cambiarlo por acción de fuerzas externas aplicadas sobre él”



Los objetos siempre se mantienen en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que “algo” cambie su estado de movimiento. A la tendencia que tienen los objetos de mantener su estado de movimiento o de reposo se la llama inercia.

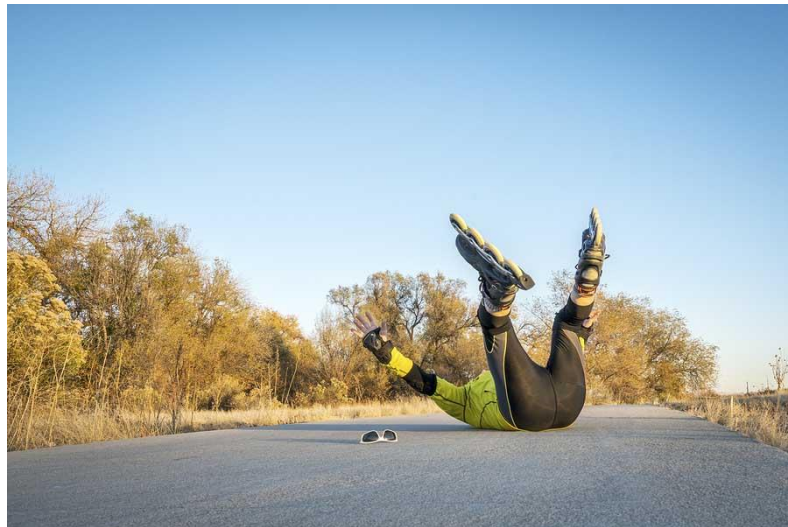
Fuerza necesaria para intentar detener un cuerpo en movimiento



Es sabido por nuestra experiencia diaria que para mover un cuerpo que está en reposo, es necesario aplicarle una fuerza; asimismo es necesario que intervenga una fuerza para detenerlo, si está en movimiento. Aplicaciones del principio:

1. Los pintores sacuden el pincel o la brocha para hacer salir el exceso de pintura de ella
2. En el termómetro clínico, se baja el mercurio al depósito, sacudiendo bruscamente el termómetro.
3. Los perros al salir del agua, también aplican este principio al sacudirse fuertemente y eliminar el agua que los moja.
4. En el caso, por ejemplo, de una pelota rodando sobre una superficie, sabemos que cuanto más rugosa es la superficie, menor será la distancia recorrida. La fuerza externa aplicada a la pelota y que va frenando su movimiento, es la fuerza de fricción o roce, además de la fuerza de resistencia del aire, la que es mayor o más influyente en la medida que la velocidad de desplazamiento sea mayor.

La tendencia de un cuerpo de mantener su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme se llama inercia. En términos del movimiento humano, la inercia se refiere a la resistencia a la aceleración o a la desaceleración.



Los músculos producen la fuerza necesaria para comenzar el movimiento, detenerlo, acelerarlo, desacelerarlo o cambiar de dirección. Puesto que se requiere de fuerza para cambiar la inercia, es obvio que cualquier actividad que se leve a

cabo en una velocidad uniforme y en una dirección constante, conservará energía. Esto explica en parte porque en algunas actividades como el básquetbol producen más fatiga que el trote o el baile.

La cantidad de movimiento o, en palabras más científicas, el momentum, (que es igual a la velocidad temporal de la masa), es importante en actividades de habilidad. Cuanto más grande sea el momentum, mayor será la resistencia a cambiar la inercia o el estado de movimiento.

Si una camioneta compitiera en una carrera con un auto deportivo, sabemos que la camioneta perdería. Y aunque los motores de los vehículos fueran intercambiados, la camioneta perdería de todas maneras.

Una vez que los vehículos viajaran por la carretera a una velocidad máxima, también sabemos que la camioneta necesitará una distancia mayor para detenerse. La camioneta debe partir y detenerse lentamente debido a su gran inercia.

La inercia es la resistencia de un cuerpo para cambiar de movimiento. Tal como se mencionó anteriormente, es la masa la que impide un aumento de movimiento lineal y esa misma masa la que impide la disminución de velocidad al final de una carrera. Esta resistencia es la inercia.



En el movimiento rotatorio (alrededor de un eje) La resistencia para cambiar de movimiento no solo depende del volumen de la masa, sino también de la distribución alrededor del eje. Mientras más cerca del eje esté la masa, menor es la resistencia a aumentar o disminuir la velocidad y, mientras más lejos del eje, mayor es la resistencia.



Esta resistencia para cambiar, en el movimiento rotatorio se llama inercia rotatoria y se obtiene multiplicando la masa rotatoria por el radio de rotación al cuadrado ($m \times r^2 = I R$). En la fórmula, la masa es todo el peso que se haya fuera del eje de rotación y el radio (r) es la distancia desde el eje hasta el centro de ese peso rotatorio.



La inercia rotatoria es muy importante en el lanzamiento del disco o martillo. El tamaño, la forma y el peso están determinados por el reglamento, pero no así la distribución de este peso. Es por esto que algunos lanzadores de disco tienen decidida ventajas sobre otras. Ellas usan discos que tienen el peso distribuido alrededor del borde exterior y en el medio tienen muy poco peso. Al lanzar el disco, el lanzador le aplica al disco tanta energía cinética de traslación como de rotación. Un disco hueco con su peso distribuido en su parte exterior tiene mayor inercia rotatoria que un disco sólido. Al soltarlo se necesita aplicar un esfuerzo extra para hacerlo girar; pero una vez que el disco está girando en el aire, mantiene su efecto giroscópico y permanece nivelado en el aire durante más tiempo, agregando hasta 2.3 mts. a un tiro de 45 mts.

Inercia de Movimiento



SEGUNDA LEY:

Si sobre un cuerpo actúan fuerzas externas y las resultantes de todas ellas es distinto de cero, entonces el cuerpo adquiere una aceleración que es proporcional a la fuerza y tiene su misma dirección y sentido. La relación entre la fuerza que actúa sobre un cuerpo y la aceleración que se produce en él mismo, es un coeficiente característico de cada cuerpo, que se denomina masa inerte. La masa de un cuerpo es una medida de su inercia, por eso esta masa se llama masa inercial.

El cambio en el estado de movimiento de un cuerpo se debe a la acción de una fuerza la cual es directamente proporcional a la aceleración (la medida del cambio en su estado de movimiento) del cuerpo. La constante de proporcionalidad entre ambas magnitudes se conoce como masa del cuerpo y es una medida de su inercia es decir de su “resistencia” a la aceleración.



La aceleración puede ser definida como el ritmo de cambio de velocidad. Para conseguir velocidad al mover el cuerpo, por lo general se necesita una gran fuerza muscular. El peso o más técnicamente la masa (gravedad), afecta la velocidad y la aceleración en los movimientos físicos. Se precisa más fuerza muscular para acelerar a un hombre de aproximadamente 100 kilos que para un hombre de 60 kilos que esté corriendo. La fuerza requerida para correr a media velocidad es menor que la que se precisa para correr a gran velocidad.

Todo cuerpo en movimiento, sea un corredor, nadador o una pelota de tenis, tiene una determinada masa y velocidad y con ella una determinada cantidad de movimiento. La cantidad de movimiento es el producto de la masa y el vector velocidad.

$$\text{Cantidad de Movimiento} = \text{Masa} \times \text{Velocidad}$$

Una pelota de fútbol con una masa de 400 grs. y una velocidad de 80 km./ h. tiene una cantidad de movimiento de 8,88 kg./ seg.

La cantidad de movimiento puede transmitirse de un cuerpo a otro. Cuando una pelota quieta, es golpeada por un jugador con el pie, el jugador transmite a la pelota una cantidad de movimiento determinada, moviéndose ésta en la dirección del golpe. Se ha debido entonces ejercer una fuerza sobre la pelota, puesto que un

movimiento solo puede ser originado por una fuerza. Esta fuerza provoca un cambio de la cantidad de movimiento para la pelota que inicialmente estaba quieta.

Newton expresó esta relación en su segunda ley (el llamado principio de acción):

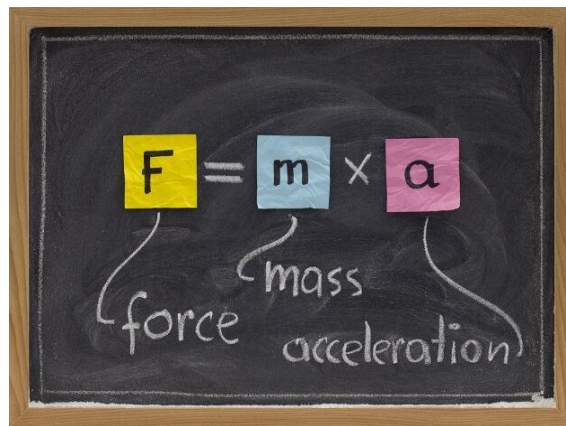
“La variación de la cantidad de movimiento relativa a una unidad de tiempo es proporcional al efecto de la fuerza motora y tiene igual dirección que la misma”.

La fuerza que actúa sobre un objeto de masa m , es igual a la variación del momento lineal (cantidad de movimiento) de dicho objeto respecto del tiempo. Si se considera la masa constante, para una fuerza también constante aplicada a un objeto, su masa y aceleración producida por la fuerza son inversamente proporcionales. Por lo tanto, si una fuerza igual actúa sobre dos objetos de diferentes masas, el objeto con mayor masa resultará menos acelerado.

La cantidad de movimiento de un cuerpo cobra importancia en el deporte sobre todo cuando dicho cuerpo entra en contacto con otro. Esta colisión generalmente muy breve de los cuerpos en movimiento relativo entre sí se llama choque (por ejemplo, en los deportes de contacto es posible observar choques entre los competidores con diferentes efectos dependiendo su magnitud). En esta ocasión se modifica la cantidad de movimiento y con ello la velocidad de los cuerpos chocantes en cuanto a magnitud y dirección.



Las aceleraciones obtenidas por los cuerpos, son proporcionales a las fuerzas aplicadas e inversamente proporcional a la masa de los cuerpos:



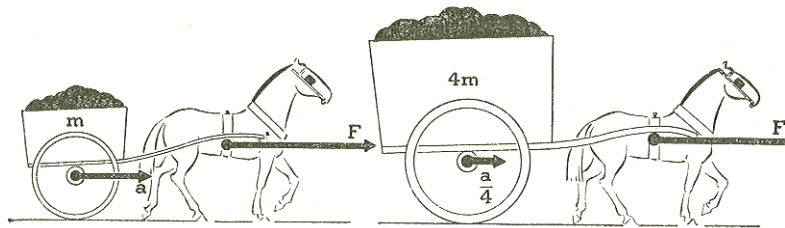
Es la formula fundamental de la fuerza, siendo **M**, la masa del cuerpo, **A**, la aceleración que se obtiene con la fuerza F. Podemos escribir algebraicamente este principio en la forma siguiente:

$$A = F / M$$

“La tasa de variación de cantidad de movimiento lineal es proporcional a la fuerza aplicada, y en la dirección en que la fuerza actúa”

La segunda ley de Newton utiliza el concepto de masa. Se puede decir que masa es la medida de la inercia de un cuerpo.

Mientras mayor sea la masa, más difícil será moverlo desde el reposo o detenerlo cuando se encuentra en movimiento.



Con una misma fuerza: a cuádruple masa, cuarto de aceleración

Para cuantificar el concepto de masa, debe definirse un patrón de medida. La unidad de la masa es el kilogramo.

Ejemplo de aplicaciones:

1. ¿Qué fuerza debe aplicarse a una masa de 5 kg. para que adquiera una aceleración de 6 m/ seg²?

$$m = 5 \text{ kg.}$$

$$a = 6 \text{ m/seg}^2$$

Usaremos el sistema MKS: $F = M * A$

$$F = 5 \text{ kg} \cdot 6 \text{ m / seg}^2 = 30 \text{ kg} \cdot \text{ m / seg}^2 = 30 \text{ Newton}$$

2. Cuál es la masa de un cuerpo si al aplicarle la fuerza de 400 dinas adquiere la aceleración de 8 cent. / seg²? Usaremos el sistema cgs.

$$M = F / A$$

$$F = 400 \text{ dinas}; A = 8 \text{ cent. / seg}^2.$$

$$400 \text{ gr.} \cdot 8 \text{ cent. / seg}^2 = 50 \text{ gm.}$$

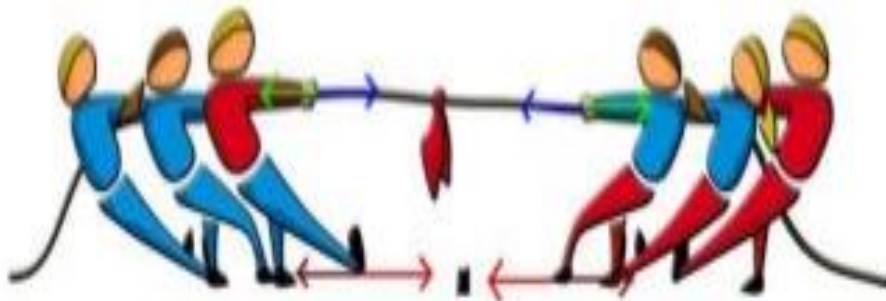
3. A una masa de 4 kg. se le aplica una fuerza de 80 kg. ¿Qué aceleración adquirió?

$$M = 4 \text{ kg.}$$

$$F = 80 \text{ kg.} = 784 \text{ N}$$

$$\text{Sistema MKS: } A = F / M = 784 / 4 = 196 \text{ m / seg}^2$$

TERCERA LEY O PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN:



“Cuando un cuerpo produce una fuerza sobre un segundo, éste produce otra igual y contraria sobre el primero”.



“Para cada acción, existe una reacción igual y en sentido opuesto”
“Las fuerzas que dos cuerpos ejercen entre sí son iguales pero, con direcciones opuestas (acción y Reacción). Aplicaciones del principio:

Ejemplos de la Tercera Ley de Newton (en la vida cotidiana)

1. Si saltamos desde una balsa al agua, la balsa retrocede, mientras nuestro cuerpo se desplaza hacia adelante. Esto es un ejemplo de la tercera ley de Newton puesto que hay acción (el salto) y reacción (el retroceso de la balsa).
2. Cuando intentamos empujar a alguien estando dentro de una pileta. Lo que nos sucederá, aún sin la intención del otro, nosotros retrocederemos.
3. Al estar nadando en una pileta, buscamos una pared y nos empujamos para obtener impulso. En este caso también se detecta una acción y una reacción.
4. Al martillar un clavo, este se introduce cada vez más en la madera cuando se lo martilla, el martillo hace un movimiento hacia atrás, lo que se identifica como la reacción de su propio golpe.

5. Cuando un individuo empuja a otro que tenga un cuerpo semejante, no solo se irá para atrás la persona empujada, sino también la que lo empujó.
6. Al remar en un bote, mientras nosotros desplazamos el agua hacia atrás con el remo, el agua reacciona empujando a la embarcación en su sentido opuesto.
7. Cuando dos personas jalan de los sentidos opuestos de una misma soga y esta permanece en el mismo punto, también se observa que hay una acción y una reacción.
8. Cuando caminamos, por ejemplo, en la playa, mientras que con nuestros pies ejercemos fuerza hacia adelante con cada paso, empujamos la arena hacia atrás.
9. El funcionamiento de un avión hace que avance hacia adelante como consecuencia de que las turbinas hacen fuerza hacia el lado opuesto, es decir, hacia atrás.
10. Un cohete se desplaza gracias a la propulsión que le da la pólvora quemada. Así, mientras esta sale hacia atrás por la acción de una fuerza, el cohete se mueve hacia adelante por la acción de la misma fuerza pero con sentido opuesto.

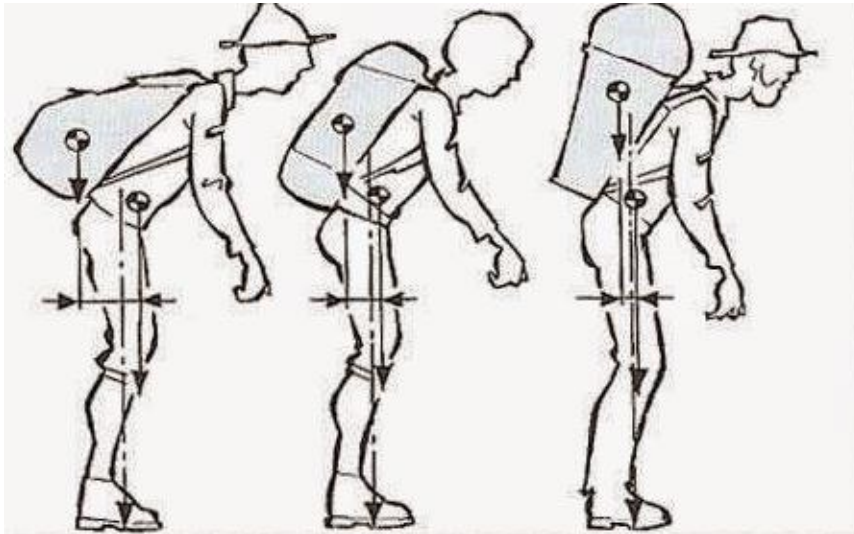
Fuente: <https://www.ejemplos.co/12-ejemplos-de-la-tercera-ley-de-newton/#ixzz6wC40bGn6>

Un corredor se apoya con los pies en el suelo y empuja contra éste, es decir, ejerce una fuerza contra él. El resultado de este esfuerzo es un movimiento hacia delante. Según la primera ley de Newton, un movimiento solo puede ser el efecto de una fuerza efectuada sobre el atleta. No es solo el atleta el que realiza con su empuje una fuerza contra el suelo, sino que este también ejerce, en el mismo momento, una fuerza sobre el atleta. Esta interacción entre ambos cuerpos es el argumento fundamental de la tercera ley de Newton; el llamado principio de reacción.

En el hombre, el hecho que la línea de gravedad caiga en la base de sustentación, los centros de gravedad de cada segmento, caiga en la línea de gravedad, el sistema puede ser mantenido en equilibrio; solo entonces todas las componentes traslacionales de la fuerza gravitacional son neutralizadas y solo entonces todas las componentes rotatorias de la fuerza gravitacional son cero, porque todas ellas pasan a través de los centros de movimiento. Tal sería por ejemplo, la hazaña de un malabarista que coloca un número de objetos uno sobre otro, sobre una pequeña superficie de contacto.



Una rápida mirada a la construcción del cuerpo, muestra que tal condición es imposible. Ni todos los centros de gravedad de los diferentes segmentos, ni todos los centros de movimientos entre las diferentes partes coinciden con una línea común de gravedad. La mayoría de los centros articulares están en realidad a una distancia considerable de la línea de peso. De aquí que en una posición vertical la fuerza de gravedad desarrolla una componente rotatoria activa en muchas articulaciones.



Cualquier fuerza que no pase por el centro de gravedad del cuerpo produce en él una aceleración rotatoria y una de traslación, siendo el momento rotatorio el producto de esta fuerza por la distancia perpendicular al centro o línea de gravedad.

MOVIMIENTO DEL CUERPO HUMANO EN CAÍDA LIBRE

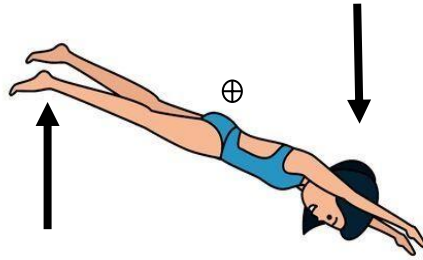
Según el principio de acción y reacción, el movimiento del centro de gravedad común de un sistema de masas no puede ser variado por medio de fuerzas internas, mientras se encuentre en una fase de vuelo.

Las fuerzas internas son iguales y contrarias entre sí, por lo que no tienen influencias sobre el centro de gravedad común. Si un cuerpo vuela libremente en el espacio llevando a cabo movimientos, el cuerpo se mueve en un pequeño ámbito alrededor de la vía de gravedad fija. Si en la caída se lleva a cabo un movimiento rotatorio, el cuerpo rota en torno al eje formado por el centro de gravedad. Por medio de movimientos propios puede producirse:

- Una variación de la velocidad de rotación
- Un desplazamiento del eje de rotación
- Una variación de la posición de aterrizaje o sumergimiento.

La transformación de una rotación hacia delante en una hacia atrás, no es posible.

Cuando un cuerpo está en el aire, o en fase de vuelo, el movimiento de una parte del cuerpo produce una reacción de otra parte; esto sucede porque no existe una superficie de apoyo que supla una fuerza de reacción.

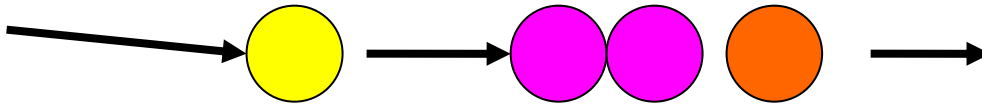


LA LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO DICE EN GENERAL:

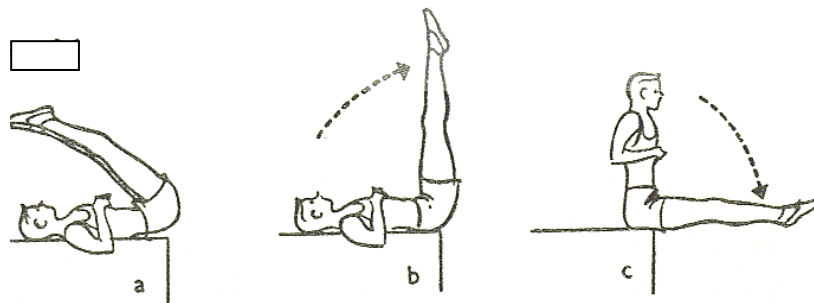
Si entre dos o más cuerpos solo existen fuerzas internas, la cantidad de movimiento total (suma vectorial de todas las cantidades de movimiento) permanece constante”

La condición de que solo deben existir fuerzas internas significa que, en el momento de producirse el efecto entre los cuerpos, no interfiera ninguna fuerza externa aceleratoria y que no se pierdan fuerzas hacia el exterior. Ejemplos de la aplicación práctica de la ley de la conservación de la cantidad de movimiento:

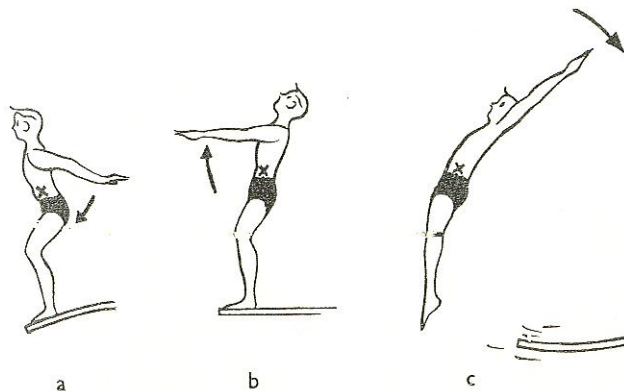
Un jugador golpea una bola en dirección a otras dos que están juntas. Las tres bolas tienen el mismo tamaño y la misma masa. A causa de la ley de la conservación de movimiento, la cantidad de movimiento de la bola que choca se transmite completamente a la segunda bola y de ésta a la tercera. La consecuencia es que la bola golpeada y la tocada quedan quietas, mientras la tercera sale con la misma velocidad que tenía la primera inicialmente. (pag. 114)



La suma de todas las cantidades de movimiento se mantienen iguales, solo cuando influyan fuerzas internas, es decir, sin considerar las fuerzas de roce por ejemplo.



Al realizar la Kippe desde apoyo de hombros en las paralelas, la cantidad de movimiento desarrollada por la velocidad de las piernas es traspasada al tronco. Como consecuencia el tronco se levanta o se aparta de las paralelas. (Esto es una transferencia de la cantidad de movimiento y no de una transferencia de fuerza)



Analicemos el contenido de cada una de las Leyes de Newton:

La Primera Ley ya introduce el concepto de fuerza, asignando a esta magnitud el carácter de causa o agente productor del movimiento. Para conocer si esta ley es verdadera o no, hay que saber cuándo hay fuerza, y para ello es preciso saber que es la fuerza. Por ahora la definiremos como “Todo aquello que sea capaz de alterar el estado de reposo o de movimiento uniforme de un cuerpo”. En estas condiciones es evidente que la primera ley de Newton tiene que cumplirse siempre.

La Segunda Ley, nos indica que los cuerpos poseen en sí una propiedad que limita su aceleración, o la determina para una fuerza específica. Esta propiedad de los cuerpos es la que denominamos masa inerte. El hecho que se mantenga la relación de proporcionalidad entre las aceleraciones de los distintos cuerpos cuando los atacamos con distintas fuerzas, indica que la masa se conserva, que no depende de la fuerza que apliquemos.

La Tercera Ley o de Acción y Reacción la podemos referir al fenómeno que presenta la fuerza que ejerce el sol sobre la tierra y que es de la misma magnitud con que la tierra atrae al sol.

Si Yo deseo levantar del suelo una maleta ejerciendo sobre ella una fuerza, la maleta hace la misma fuerza, pero en dirección opuesta al levantamiento.

Problemas:

1. ¿Porque el movimiento de los planetas alrededor del sol no viola la primera ley de Newton?
2. ¿La segunda ley de Newton se basa en experimento o en teoría?
3. ¿Para un cohete que cambia su masa a medida que usa su combustible, ¿se cumple la segunda ley de Newton?
4. Una joven lanza una jabalina de 350 gramos, de tal forma que logra un alcance máximo de 12 metros. Aceptando que la aceleración de los músculos constante a lo largo de 0,5 seg, encuentre la fuerza muscular ejercida?

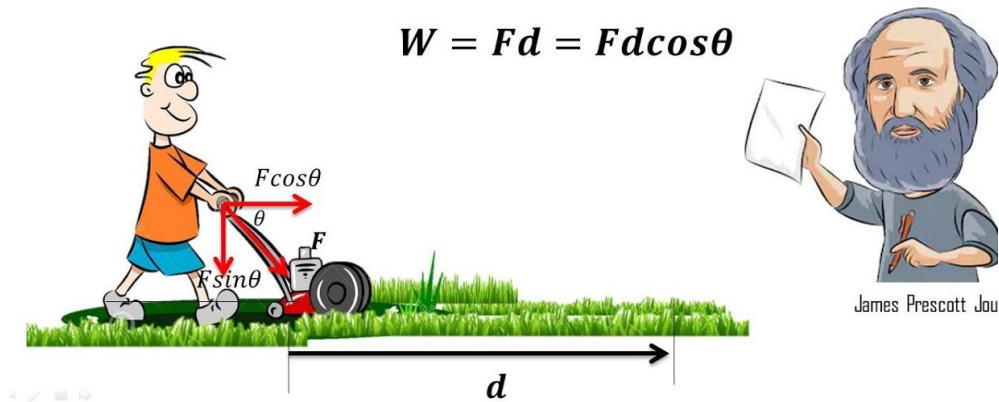
5. A qué ley de Newton responde el efecto de rechazo de un atleta de salto alto, Explique.

Durante los últimos años, desde que se han llevado estadísticas de las lesiones relacionadas con los deportes, ha ido en aumento el número de lesiones musculoesqueléticas y graves. Ningún cirujano ortopedista ignora estas estadísticas; la evidencia de esta “epidemia” la encuentra casi diariamente en su consultorio. Los ejemplos más dramáticos son las graves lesiones de la columna cervical, que se presentan principalmente en deportes como el rugby, hockey, gimnasia artística, etc.

Los elementos musculo esqueléticos se desgarran o se rompen a consecuencia de una fuerza grande.

Desde un punto de vista mecánico, el deporte implica el empleo hábil y coordinado del cuerpo y de los segmentos corporales, para alcanzar un objetivo bien definido, tal como correr más rápido, saltar más alto o alcanzar una pelota. En todas estas actividades, o se mueve la persona o se mueve un objeto, y se debe tener en consideración la velocidad del desplazamiento o rapidez con que mueve un segmento corporal.

Trabajo



Concepto de Trabajo

El trabajo mecánico es una magnitud escalar y su unidad en el SI (sistema internacional) el Joule (J). Un joule equivale al trabajo que produce una única fuerza de 1 N que se desplaza 1 m en el mismo sentido de la fuerza

Se llama trabajo mecánico a aquel desarrollado por una fuerza cuando ésta logra modificar el estado de movimiento que tiene el objeto. El trabajo mecánico equivale, por lo tanto, a la energía que se necesita para mover el objeto en cuestión. En este contexto, el trabajo mecánico puede entenderse como una magnitud física de tipo escalar, que se expresa mediante la unidad de energía conocida como julio. Siempre que una fuerza se aplica sobre un cuerpo y lo desplaza realiza un trabajo mecánico que puede medirse en julios.

Cuando el trabajo mecánico (que se simboliza con una letra W , por el término inglés "Work") es expresado a través de una ecuación, se menciona que W es igual a la fuerza que se aplica por la distancia que se recorre. Esto se debe a que el trabajo mecánico supone que la fuerza se aplica en una determinada trayectoria.

Ejemplos de trabajo mecánico

1. Se empuja una mesa de un extremo de la sala hasta otro.
2. Tiran de un arado los bueyes en el campo tradicional.
3. Se abre un ventanal corredizo con fuerza constante hasta el límite de su riel.
4. Se empuja un automóvil que se ha quedado sin gasolina.
5. Se lleva una bicicleta a mano sin treparse en ella a pedalear.
6. Se hala una puerta para entrar a un local.
7. Se remolca un vehículo con otro o con una grúa que tire de él y lo ponga en movimiento.
8. Se arrastra a alguien de los brazos o los pies.
9. Se eleva por los aires un piano con un sistema de cuerdas y poleas.
10. Se sube una cubeta llena de agua desde el fondo de un pozo.
11. Se recoge del suelo una caja llena de libros.
12. Se tira del cargamento del tren, por parte de la locomotora que tira hacia adelante.
13. Se derriba una pared con una camioneta o camión de mucha potencia.
14. Se tira de una cuerda y del otro extremo hay otras personas halándola (cinchada).
15. Se gana una pulsada venciendo la fuerza que el contrincante ejerce en sentido opuesto.
16. Se levanta una pesa del suelo, como hacen los atletas olímpicos.
17. Se tira de un carruaje por caballos, como los que se usaban antiguamente.
18. Se tira de una lancha por un motor fuera de borda, que la hace avanzar sobre el agua.

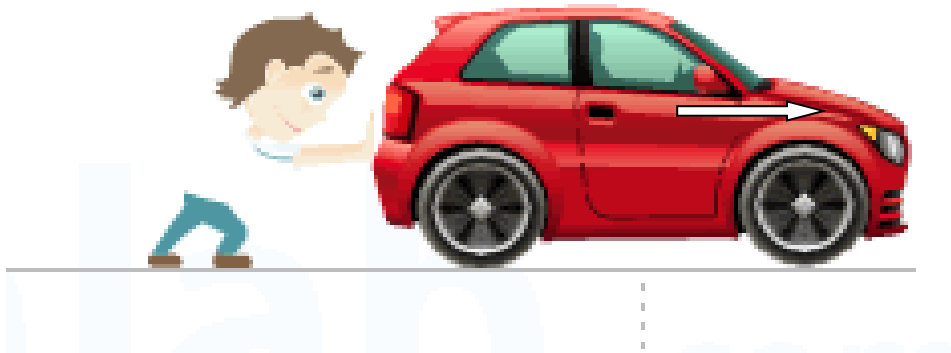
Fuente: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-trabajo-mecanico/#ixzz6wC5YsqQp>

Otro ejemplo simple de trabajo mecánico lo encontramos cuando un trabajador empuja una carretilla cargada con ladrillos desde un sector de la obra hacia otro. La persona aplica una fuerza para mover la carretilla, por lo tanto, efectúa

trabajo mecánico. La aplicación de dicha fuerza se mantiene hasta que el hombre deja de empujar la carretilla; la carretilla se detiene y desaparece el trabajo mecánico



En apartados anteriores introdujimos el concepto de fuerza y el de desplazamiento. En este apartado supondremos un *punto material* que se desplaza en línea recta sobre el que actúa una fuerza constante.

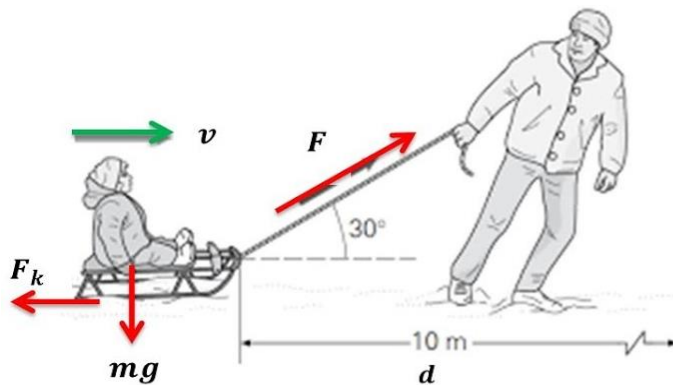


Trabajo como Producto Escalar

La fuerza y el desplazamiento son magnitudes vectoriales. Sin embargo, en el trabajo sólo se tiene en cuenta la componente de la fuerza que actúa en la dirección

de desplazamiento del cuerpo, por lo que el trabajo es una magnitud escalar. (un número) de la operación de dos vectores

Definimos el trabajo realizado por una *fuerza constante* que actúa sobre un cuerpo que se mueve con *movimiento rectilíneo* como el producto escalar de la fuerza por el desplazamiento:



$$W = Fd = Fd\cos\theta$$

Donde:

- W es el trabajo realizado por la fuerza. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Julio (J).
- F es una fuerza constante. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Newton (N)..
- D , es el espacio recorrido por el cuerpo. Dado que el movimiento es rectilíneo, coincide con el módulo del vector desplazamiento Δr . Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro.
- ϕ es el ángulo que forman la fuerza y el desplazamiento experimentado por el cuerpo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el radián (rad).

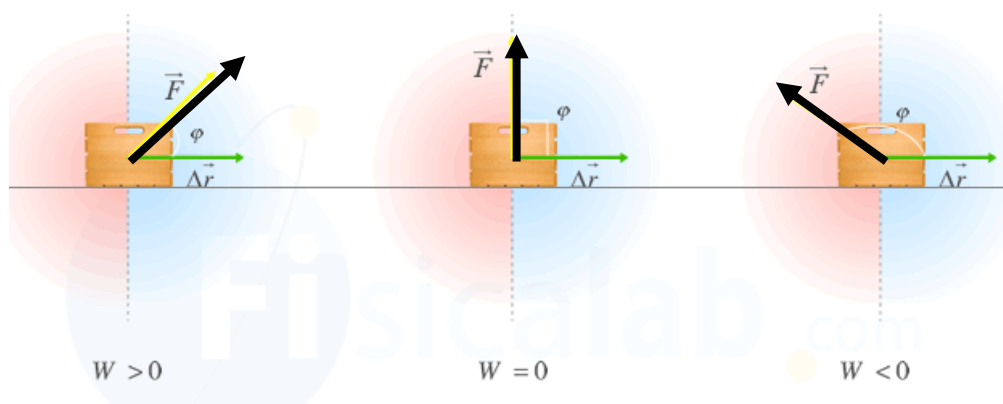
Unidad de Medida de Trabajo

La unidad de medida del trabajo en el Sistema Internacional es el **Julio (J)**. Un Julio es el trabajo que realiza una *fuerza constante* de 1 Newton sobre un cuerpo que se desplaza 1 metro *en la misma dirección y sentido que la fuerza*.

Signo del Trabajo

Según el ángulo que forman la *fuerza* y el *desplazamiento* podemos distinguir los siguientes casos:

- $\phi < 90^\circ$: Trabajo positivo o trabajo motor ($W > 0$). **Por ejemplo, el trabajo** realizado por un caballo que tira de un carruaje
- $\phi > 90^\circ$: Trabajo negativo o trabajo resistente ($W < 0$). Por ejemplo la fuerza de rozamiento
- $\phi = 90^\circ$: Trabajo nulo ($W = 0$). **Por ejemplo, el trabajo realizado por tu** fuerza peso cuando te desplazas en coche.



En física se llama trabajo mecánico al que desarrolla una fuerza sobre un objeto, pudiendo incidir en su posición o su cantidad de movimiento. Es decir, que el trabajo mecánico es la cantidad de energía necesaria para poner en movimiento un objeto, variar las características de dicho desplazamiento o incluso detenerlo.

Si bien la fuerza y el desplazamiento son magnitudes vectoriales, necesitadas de sentido y dirección, se considera el trabajo una magnitud escalar,

dado que no introduce variaciones en el sentido y dirección de la fuerza que lo produce.

Concepto de Trabajo

El trabajo de una única fuerza que actúa sobre un cuerpo puede ser negativo o positivo.

El trabajo es positivo si el desplazamiento se produce en el mismo sentido de la fuerza. En este caso se indica que se produce una entrega de energía al sistema.

Y es negativo cuando la fuerza es ejercida en sentido contrario al desplazamiento. En este caso se indica que se le quita energía al sistema.

El trabajo es nulo cuando la fuerza es ejercida perpendicularmente al desplazamiento.





En la figura hay un ejemplo de fuerza externa inclinada actuando sobre un bloque (el sistema), la cual produce un desplazamiento horizontal

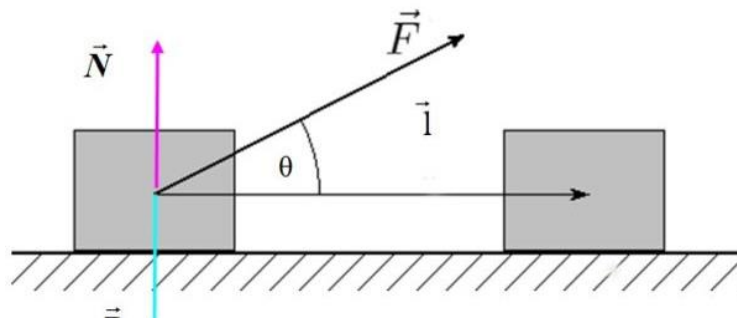


Diagrama de cuerpo libre de un bloque que se mueve sobre una superficie plana.

Ejemplos de trabajo mecánico

- Siempre que se requiera poner un objeto en movimiento partiendo del reposo, es necesario hacer trabajo mecánico. Por ejemplo, empujar un refrigerador o un pesado baúl sobre una superficie horizontal.

- Otro ejemplo de situación en la que es necesario hacer trabajo mecánico es cambiar la rapidez de un balón en movimiento.

- Se precisa hacer trabajo para elevar un objeto a cierta altura sobre el piso.

Ahora bien, existen situaciones igualmente comunes en las que **no** se hace trabajo, aunque las apariencias indiquen lo contrario. Hemos dicho que para elevar un objeto a cierta altura hay que hacer trabajo, así que cargamos el objeto, lo elevamos por encima de nuestra cabeza y lo mantenemos ahí. ¿Estamos haciendo trabajo?

Aparentemente sí, porque si el objeto es pesado los brazos se cansarán al poco tiempo, sin embargo, por más fuerza que se haga, no se está haciendo trabajo desde el punto de vista de la Física. ¿Por qué no? Pues porque el objeto no se está desplazando. Otro caso en el cual, a pesar de haber una fuerza externa, esta no realiza trabajo mecánico es cuando la partícula tiene un movimiento circular uniforme.

Por ejemplo, un niño que hace girar una piedra atada a un cordel. la tensión del cordel es la fuerza centrípeta que permite la rotación de la piedra. Pero en todo momento esta fuerza es perpendicular al desplazamiento. Luego no realiza trabajo mecánico, pese a que favorece al movimiento.

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Newton} \cdot 1 \text{ metro} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$$

$$4,18 \text{ Joule} = 1 \text{ Cal}$$

Ejemplos de trabajo mecánico

1. Empujar una mesa de un extremo de la sala hasta otro.
2. Tirar de un arado como lo hacen los bueyes en el campo tradicional.
3. Abrir un ventanal corredizo con fuerza constante hasta el límite de su riel.
4. Empujar un automóvil que se ha quedado sin gasolina.
5. Llevar una bicicleta a mano sin treparse en ella a pedalear.
6. Halar una puerta para entrar a un local.
7. Remolcar un vehículo con otro o con una grúa que tire de él y lo ponga en movimiento.
8. Arrastrar a alguien de los brazos o los pies.
9. Elevar por los aires un piano con un sistema de cuerdas y poleas.
10. Subir una cubeta llena de agua desde el fondo de un pozo.
11. Recoger del suelo una caja llena de libros.
12. Tirar del cargamento del tren, por parte de la locomotora que tira hacia adelante.
13. Derribar una pared tirando de ella con una camioneta o camión de mucha potencia.
14. Tirar de una cuerda en cuyo otro extremo hay otras personas halándola (cinchada).

Ejercicios de Trabajo Mecánico

1. Se hace descender un cuerpo de 198 Kg por una pendiente, recorriendo 10 metros. ¿Cuál es el trabajo realizado por el cuerpo?

Resolución: Dado que el peso actúa como fuerza, se aplica la fórmula del trabajo mecánico y se obtiene que: $W = 198 \text{ Kg}, 10 \text{ m} = 1980 \text{ J}$

2. ¿Cuánta fuerza requerirá un cuerpo X para recorrer 3 metros realizando un trabajo de 24 julios?

Resolución: Como $W = F \cdot d$, tenemos que: $24 \text{ J} = F \cdot 3\text{m}$

por lo tanto: $24\text{J} / 3\text{m} = F$

y: $F = 8\text{N}$

3. ¿Cuánto trabajo costará a una persona empujar una caja de hierro por 2 metros, aplicando una fuerza de 50 N?

Resolución: $W = 50 \text{ N} \cdot 2\text{m}$, entonces: $W = 100 \text{ J}$

4. Se hace descender un cuerpo de 198 kg por una pendiente, recorriendo 10 metros. ¿Cuál es el trabajo realizado por el cuerpo?

Resolución: Dado que el peso es una fuerza, se aplica la fórmula del trabajo mecánico y se obtiene que: $W = 198 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m} = 1980 \text{ J}$

5. Cuánta fuerza requerirá un cuerpo X para recorrer 3 metros realizando un trabajo de 24 julios?

Resolución: Como $W = F \cdot d$, tenemos que: $24 \text{ J} = F \cdot 3\text{m}$

por lo tanto: $24\text{J} / 3\text{m} = F$

y: $F = 8\text{N}$

6. ¿Cuánto trabajo costará a una persona empujar una caja de hierro por 2 metros, aplicando una fuerza de 50 N

Resolución: $W = 50 \text{ N} \cdot 2\text{m}$, entonces: $W = 100 \text{ J}$

Fuente: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-trabajo-mecanico/#ixzz6wC7Pojlc>

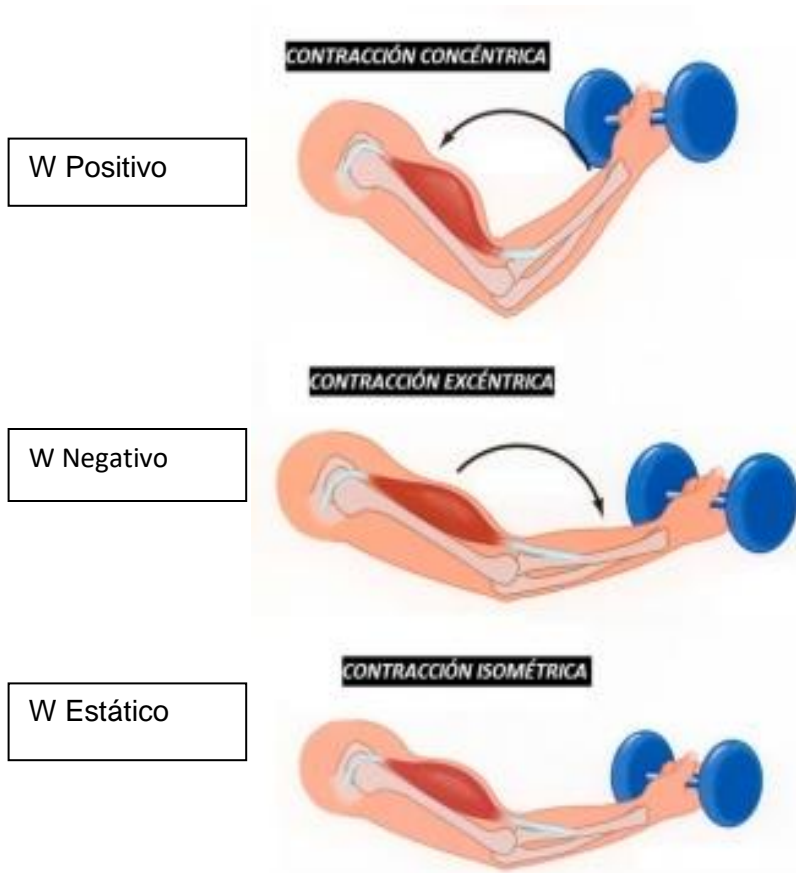
Trabajo Muscular

El trabajo de un músculo que genera un movimiento, se define como el producto del momento de fuerza y el desplazamiento angular del segmento (seno del ángulo en la dirección del movimiento generado)



De acuerdo al tipo de contracción muscular el trabajo se clasifica en:

- 1- Trabajo positivo
- 2- Trabajo negativo
- 3- Trabajo estático



Trabajo Muscular estático:

Se caracteriza por el gasto de energía al realizar la contracción isométrica; se mantiene una tensión muscular alta. Es evidente en los mecanismos de control de la postura. Altamente liberador de ácido láctico por el metabolismo anaeróbico demandante.

Trabajo muscular concéntrico – positivo

Se produce una aproximación de los tendones de origen e inserción hacia la región central produciendo un acortamiento de longitud del músculo, es la forma que más se utiliza en las actividades cotidianas, como la marcha, o en los deportes. La principal fuerza oponente es la gravedad.

Trabajo muscular excéntrico – negativo

Las fibras musculares se estiran frenando el movimiento u oponiéndose a la caída de un cuerpo producto de la acción de la fuerza de gravedad

Potencia



En física, potencia (símbolo P) es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.

Definición en biomecánica: La potencia es la capacidad de la musculatura de contraerse venciendo una resistencia que se opone al acercamiento de sus puntos de inserción.

Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Potencia} = \text{Trabajo} / \text{tiempo}$$

La potencia en la fuerza motora

La unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades es el julio por segundo (J / s), conocido como vatio (W). También es bastante común en

determinados contextos la utilización de otras unidades como kilovatio (kW), caballo de vapor (CV), entre otras.

Como es lógico, el kilovatio equivale a 1000 vatios. Por su parte, la equivalencia entre el caballo de vapor y el vatio es la siguiente:

$$1 \text{ CV} = 745,35 \text{ W}$$

Otra unidad de potencia, si bien su uso es mucho menos habitual, es el ergio por segundo (erg/s), que equivale a 10^{-7} W.

Ejemplos:

Se desea subir con una grúa un piano de 100 kg hasta un séptimo piso que se encuentra a una altura de 20 metros. La grúa tarda 4 segundos en subir el piano. Calcule la potencia de la grúa.

Solución

Para calcular la potencia se utiliza la siguiente expresión:

$$P = W / t$$

Sin embargo, en primer lugar, se requiere calcular el trabajo realizado por la grúa.

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 100 \cdot 9,8 \cdot 20 \cdot 1 = 19.600 \text{ N}$$

Por tanto, la potencia de la grúa será:

$$P = 19.600 / 4 = 4900 \text{ W}$$

Fuerza y potencia Muscular

La fuerza muscular es una de las capacidades físicas y representa la capacidad neuromuscular de superar una resistencia externa o interna gracias a la contracción muscular de forma estática (fuerza isométrica) o dinámica (fuerza isotónica)

Es la expresión de la tensión muscular transmitida al hueso a través del tendón. Se puede medir por la resistencia máxima (RM) que se opone a una contracción muscular.

Tipos de contracción:

Una contracción concéntrica ocurre cuando un músculo desarrolla una tensión suficiente para superar una resistencia en forma tal que este se acorta y moviliza una parte del cuerpo venciendo dicha resistencia

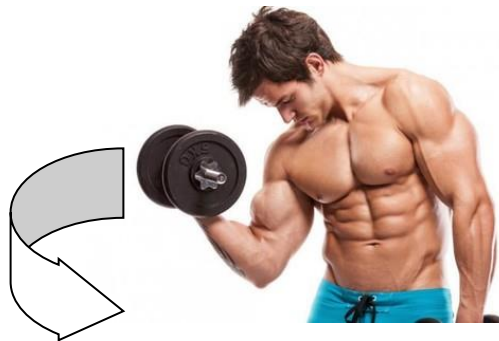
Un claro ejemplo es cuando llevamos un vaso de agua a la boca para beber, existe acortamiento muscular concéntrico ya que los puntos de inserción de los músculos se acercan.

Concéntrico



Una contracción muscular excéntrica se produce cuando una resistencia dada, es mayor que la tensión ejercida por un músculo, de forma que éste se alarga. Se dice que dicho músculo ejerce una contracción excéntrica, cuando el músculo desarrolla una tensión alargándose, es decir extendiendo su longitud.

Excéntrico



Es una contracción isométrica el músculo permanece estático sin acortarse ni alargarse, pero aunque permanece estático, genera tensión.



Manifestación activa

Indica la tensión capaz de generar un músculo por acción de una contracción voluntaria. Contiene fundamentalmente tres grupos:

Contracción máxima, que es la capacidad máxima o límite de generar fuerza de un modo voluntario y depende del diámetro de sección transversal, el volumen de las fibras musculares entre otros.



La fuerza en velocidad, que puede ser definida genéricamente como la capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia a la mayor

velocidad posible. Dentro de esta manifestación encontramos dos manifestaciones configuradas por el tercer principio de la Biomecánica (Hochtmutch):



Esta Fuerza en velocidad o Fuerza explosiva: se explica con la curva fuerza – tiempo (se necesita un tiempo óptimo para alcanzar la fuerza máxima, así como una carga intermedia-alta). En esta manifestación tiene mayor relevancia el tiempo de aplicación de la fuerza. Se manifiesta con una gran velocidad inicial y de trabajo y se demuestra con la curva fuerza velocidad.

La fuerza resistencia es definida como la capacidad de mantener una manifestación de fuerza durante un tiempo determinado. Depende de la adaptación muscular y del metabolismo energético, así como de la capacidad del sistema neuromuscular de resistir a la fatiga nerviosa.



La diferencia entre la fuerza y la potencia: Desde el aspecto funcional, todos los movimientos en los cuales debe vencerse una resistencia a la mayor velocidad posible pueden ser considerados como movimientos de potencia (saltos, lanzamientos). Con el mismo criterio, muchos ejercicios de fuerza pueden ser transformados en ejercicios de potencia a través del simple expediente de solicitar que en un corto espacio de tiempo se trate de realizar el máximo número de repeticiones posibles o levantar el máximo de carga.



La potencia solo se identifica a través de sus efectos. Cuanto mayor sea la aceleración que una persona pueda imprimir a su masa corporal en un tiempo determinado mayor será la potencia de que disponga
Para que un movimiento pueda ser calificado de potente debe darse dos condiciones primordiales:

4- El movimiento debe vencer relativamente grandes resistencias que lo dificulten

5- Debe alcanzar relativamente grandes aceleraciones.

Potencia muscular: Es la relación de fuerza con una exigencia asociada de tiempo mínimo. Es el caso de los saltos, donde para lograr un máximo resultado, la fuerza deberá ser aplicada velozmente.

Depende de la fuerza pura, la coordinación, la velocidad de contracción de la musculatura y el respeto de los principios biomecánicos que rigen el movimiento.

Para el entrenamiento de la potencia existen las siguientes posibilidades: Aumento de la fuerza pura y el perfeccionamiento de la coordinación.

La potencia en relación con la velocidad

Cuando hablamos de la velocidad señalamos la capacidad condicional de realizar acciones motoras en el menor tiempo posibles en las condiciones dadas. La potencia es la capacidad de un deportista para vencer una resistencia mediante una alta velocidad de contracción, es hablar de fuerza en velocidad. Esta capacidad es decisiva en las disciplinas de sprint. Además, son importantes para la mayoría de los deportes – juegos, fases de arranque y aceleración en remo, canotaje y esquí de velocidad, carreras ciclísticas en pista. En la velocidad como en la potencia hay requisitos esenciales a considerar, como la movilidad de los procesos nerviosos, el rendimiento en fuerza rápida, la flexibilidad, la elasticidad y la capacidad de relajación de los músculos, la calidad de la técnica deportiva, la fuerza de voluntad y los mecanismos bioquímicos

Capacidad por fuerza rápida o potencia

La potencia que es efectiva durante los movimientos cíclicos, debe medirse bajo condiciones cíclicas dando como ejemplo, en serie de saltos, impulsiones y levantamiento, con una cantidad limitada de repeticiones y con amplitud constante de movimiento

La frecuencia de movimiento resultante de una serie en tiempo y un número de repeticiones prefijados permite extraer conclusiones sobre el nivel de desarrollo de la fuerza rápida. Además, se emplean partidas y esprints sobre distancias cortas para medir la fuerza rápida en los movimientos cíclicos. es posible medir la potencia en investigación científica con remeros, ciclistas y canoistas, utilizando ergómetro especiales y con corredores en la cinta rodante



Se puede considerar la potencia bajo dos aspectos:

1- Cuantitativo

En este caso se relaciona la cantidad de trabajo Producido en la unidad de tiempo o en un tiempo determinado. Aplicando este concepto en el campo de las cualidades físicas orgánicas y teniendo en cuenta sobre qué tipo de sistema metabólico se sustenta la realización del trabajo podemos clasificar la la potencia cuantitativa en

A) Aeróbico

B) Anaeróbico

2 -Cualitativa

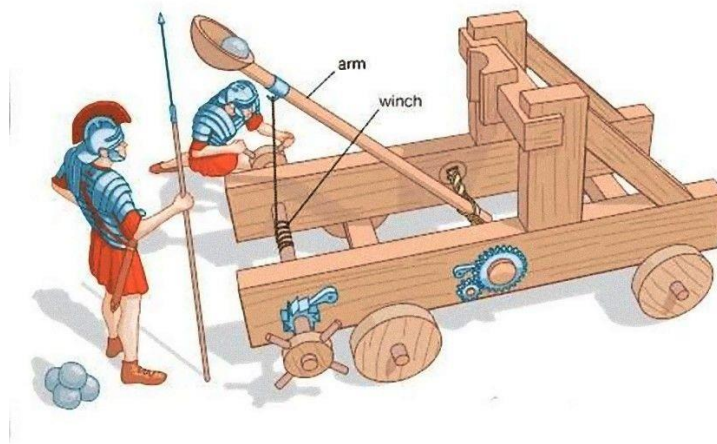
Está referida al accionar de un grupo muscular en un esfuerzo físico determinado, como en el caso de la movilización de una carga ajustándola a la

variable tiempo o fuerza (conocida como potencia muscular) o a la producción de un gesto o práctica deportiva, como en el caso de un remate en vóley o el lanzamiento de una jabalina, entre otros, en los que interactúan la fuerza y la velocidad. Este concepto de potencia está más referido dentro de la fórmula física, a fuerza \times velocidad. esto quiere decir, a la adecuada armonización de la velocidad y la fuerza (como cualidades físicas orgánicas) que se le debe imprimir a un gesto deportivo, o a cualquier conducta motriz, en este caso para que resulte ser más potente (calidad de trabajo). Por tal razón se considera como “potencia cualitativa”

Energía

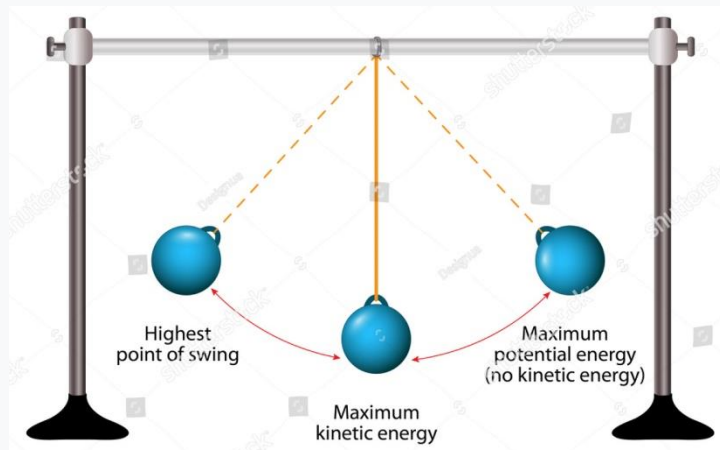


La humanidad ha sabido aprovechar la energía mecánica desde tiempos muy tempranos y en muy diversas aplicaciones, comenzando por los inventos de los griegos con las poleas y engranajes o con las máquinas de guerra fenicias y romanas. En el caso de las catapultas romanas, el trabajo de compresión del brazo de la catapulta permite almacenar en la máquina una energía en forma de energía potencial.



La mayor parte de esta energía se transmite luego al proyectil que sale disparado con una energía debida al movimiento, la energía cinética. Pero también parte de la energía se transmite al movimiento del brazo de la palanca y al desplazamiento de la honda (ambas en forma de energía cinética) y la otra parte se utiliza en la fricción de las cuerdas y en los engranajes que se calientan.

Un péndulo simple demostrando la conservación de la energía mecánica entre la energía potencial gravitacional y la energía cinética





En física, la energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento. Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta la velocidad indicada. Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que cambie su velocidad. Para que el cuerpo regrese a su estado de reposo se requiere un trabajo negativo de la misma magnitud que su energía cinética. Suele ser simbolizada con letra E_c o E_k .

En la mecánica clásica, la energía cinética de una masa puntual depende de su masa y sus componentes del movimiento. Se expresa en Joule (J).

$J = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$. Estos son descritos por la velocidad de la masa puntual, así:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

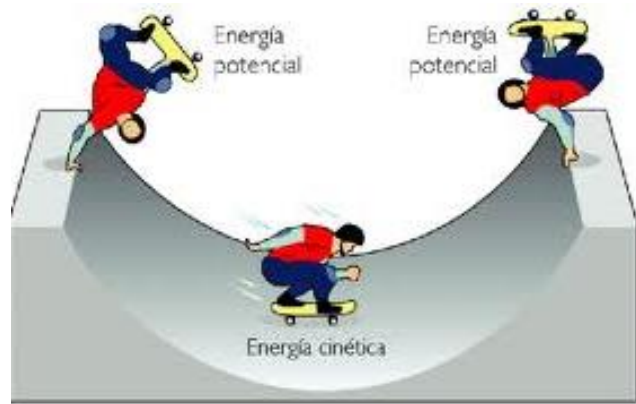
Ejemplos de energía cinética

Un automóvil de 860kg se desplaza a 50 km/h. ¿Cuál será su energía cinética?

Primero transformamos los 50 km/h a m/s = 13,9 m/s y aplicamos la fórmula de cálculo:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 860 \text{ kg} \cdot (13,9 \text{ m/s})^2 = 83.000 \text{ J.}$$

□ Un niño en patineta en la U de concreto experimenta tanto la energía potencial (cuando se detiene en sus extremos un instante) y la energía cinética (cuando reemprende el movimiento descendente y ascendente). Un patinetero con mayor masa corporal adquirirá una mayor energía cinética, pero también uno cuya patineta le permita ir a mayores velocidades.



□ Un jarrón de porcelana que cae. A medida que la gravedad actúa sobre el jarrón de porcelana tropezado sin querer, la energía cinética se acumula en su cuerpo a medida que desciende y se libera en cuanto se hace añicos contra el suelo. El trabajo inicial producido por el tropezón acelera el cuerpo rompiendo su estado de equilibrio y el resto lo hace la gravedad de la Tierra.

□ Una pelota arrojada. Al imprimir nuestra fuerza sobre una pelota en reposo, la aceleramos lo suficiente para que recorra el trecho entre nosotros y un compañero de juegos, imprimiéndole así una energía cinética que luego, al atajarla, nuestro compañero deberá contrarrestar con un trabajo de igual o superior magnitud y así detener el movimiento. Si la bola es más grande requerirá más trabajo detenerla que si es chica.



□ Una piedra en una ladera. Supongamos que empujamos una piedra cuesta arriba en una ladera. El trabajo que realizamos al empujarla debe ser mayor que la energía potencial de la piedra y la atracción de la gravedad sobre su masa, caso contrario no lograremos moverla hacia arriba o, peor aún, nos aplastará. Si, como a Sísifo, se nos va la piedra por la ladera contraria hacia el otro lado, ésta liberará su energía potencial en energía cinética a medida que se desplome cuesta abajo. Dicha energía cinética dependerá de la masa de la piedra y de la velocidad que adquiera en su caída.

La energía es una magnitud escalar que representa una integral primera del movimiento y como tal, más fácil de utilizar que la propia fuerza que actúa sobre un móvil. Es un concepto que aparece en todos los campos de la física (Mecánica, Electromagnetismo, Ondas, etc.) y de la tecnología, sin embargo se expresa de manera diferente en cada uno de ellos según su aplicación concreta. El concepto de energía en la física está directamente relacionado con otras dos magnitudes físicas el trabajo y el calor que intercambian energía con el sistema físico.

La energía satisface un principio de conservación importante de modo que en cualquier proceso físico se conserva. Por ello, el balance de energía antes de realizar un proceso es el mismo que una vez finalizado este (Principio de conservación de la energía en su sentido más general, incluyendo las fuerzas de rozamiento).

La energía mecánica tiene dos contribuciones básicas, la relacionada con el movimiento y con las fuerzas de origen mecánico. La energía asociada al movimiento de un cuerpo es la energía cinética, que depende de su masa y de su velocidad. Además de la energía cinética, la otra manifestación de la energía mecánica es la energía potencial mecánica relacionada con la naturaleza de las interacciones puestas en juego en el proceso físico que se esté desarrollando. En el caso concreto de la Energía Mecánica se tratará de las fuerzas gravitatorias o de las fuerzas elásticas. En ambos casos, la energía potencial es función de la masa del cuerpo que interviene y de su posición. Un ejemplo básico de energía potencial es la debida al peso de un cuerpo de masa m cerca de la superficie de la Tierra.

La suma de las energías, cinética y potencial de un objeto en una posición determinada del espacio y en un instante dado, es lo que se define como la energía mecánica del objeto material.



En el artículo se consideran estas nociones así como las diferentes formas de expresar la energía según la fuerza presente o la aplicación que se realice, a fluidos o sólidos. Otro aspecto a considerar es la fricción entre los cuerpos que

interaccionan. En este caso interviene el intercambio de energía en forma de calor, que afecta a la propia formulación del principio de la conservación de la energía.

Además de la energía, el trabajo o el calor, otra magnitud básica es la potencia mecánica para numerosas aplicaciones prácticas en el hogar y en la industria, en las que intervengan la producción y el consumo de energía. Para utilizar y conocer la energía mecánica de un cuerpo, se necesitan conocer las expresiones de la energía cinética en los movimientos de traslación y de rotación, así como la energía potencial en el caso gravitatorio o la energía potencial elástica de un resorte. Se pasa a considerar la expresión sencilla de la energía potencial gravitatoria en las proximidades de la superficie terrestre.

Al tratar de la energía mecánica, como se ha explicado, hay que tener en cuenta su origen cinético o potencial, el tipo de movimiento implicado ya sea de rotación o traslación y las principales fuerzas que dan origen a esa energía mecánica. El estudio no estaría completo si no se considera el papel jugado por la energía mecánica cuando intervienen las fuerzas de fricción y la pérdida de energía mecánica producida por éstas. Por un lado, con la generación de calor y por otro, generando un cambio en la estructura de los cuerpos que rozan. En tales circunstancias, se vuelve a considerar la aplicación del principio de conservación de la energía. Para ello es preciso introducir la noción de energía interna. Para considerar mejor estos procesos se introduce la noción de fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas.

Otras formulaciones físicas de la energía mecánica y del principio de conservación de la energía son, por un lado, la aplicación a los fluidos en movimiento (Ecuación de Bernouilli). Representa otra forma del principio de conservación de la energía.

Algunos dispositivos transforman la energía mecánica en otro tipo de energía. Los grandes generadores eléctricos de las centrales productoras, por ejemplo, transforman la energía mecánica en energía eléctrica. Los motores eléctricos o las turbinas de vapor transforman la energía eléctrica o el calor, respectivamente, en energía mecánica. Y no puede faltar la conversión de la energía eólica que generan los aerogeneradores en energía mecánica de la hélice y ésta última en energía eléctrica.

Energía aeróbica y anaeróbica

Los conceptos aeróbico y anaeróbico hacen referencia a la manera que tiene el organismo de obtener la energía: con necesidad de oxígeno (aeróbico) y sin necesidad de oxígeno (anaeróbico). ... Son ejemplos de ejercicios anaeróbicos: hacer pesas, carreras de velocidad y ejercicios que requieran gran esfuerzo en poco tiempo

El sistema aeróbico es el sistema de **energía** primaria en los deportes de resistencia que duran varias horas y en eventos de corta duración con ejercicios de baja o moderada intensidad. El metabolismo anaeróbico es la segunda forma importante de la producción de **energía**. El ejercicio **aeróbico** requiere una gran toma de oxígeno para satisfacer la demanda energética; en el **anaeróbico** no necesita tanta cantidad de oxígeno extra

El ejercicio aeróbico ayuda a mejorar el sistema cardíaco y a mejorar la resistencia del cuerpo; el anaeróbico se centra en la masa muscular para mejorar la fuerza de los músculos y huesos.

¿Qué es la resistencia aeróbica?

La resistencia aeróbica se produce cuando se ejecutan ejercicios de intensidad moderada pero por períodos de tiempo prolongados. Un ejemplo para

entender la forma de producir este tipo de resistencia se puede lograr con el uso de una cinta de correr en casa, aunque también se genera con otras disciplinas como nadar o ir en bicicleta. Son los ejercicios que se practican para cumplir con el objetivo de bajar de peso y quemar grasa.

La fuente de energía para hacer uso de este tipo de resistencia son los hidratos y las grasas. Son ejercicios donde se necesita mucho oxígeno.

Los beneficios del ejercicio aeróbico

Obviamente cualquier tipo de actividad física trae consigo una infinidad de beneficios para la salud y el bienestar integral de cualquier persona. Pero, de manera específica, al hacer ejercicio aeróbico mejoran las funciones cardiovasculares. Quien ha tenido problemas del corazón debe mantener en sus hábitos regulares hacer ejercicios de este tipo.

Además, logran minimizar los niveles de colesterol negativo y aumentar los HDL (colesterol bueno), así como los triglicéridos. Disminuye la presión sanguínea en un corto plazo de tiempo y reduce la glucemia, por lo que es un tipo de actividad que se recomienda ampliamente para diabéticos.

Asimismo, mejora tu estado de ánimo y te hace dormir mucho mejor, provocando una sensación de bienestar integral

Principio de conservación de la energía

La conservación de la energía es una ley que permite realizar un balance de la energía de un sistema físico cuando interacciona con su entorno antes y después de la interacción. El balance de la energía del sistema en todas sus manifestaciones, de origen eléctrico, gravitatorio, químico .. no varía, permanece constante. Si bien puede convertirse de una forma de energía en otra. Constituye una ley o principio de conservación que se cumple en la naturaleza y que impone restricciones en la

evolución de los sistemas físicos al igual que sucede con otros principios de conservación de la física. Para que esta ley sea aplicable hay que tener en cuenta tanto la energía que entra como la que sale del sistema. Por ejemplo, si un bloque está cayendo por una rampa y hay rozamiento, la energía mecánica inicial del bloque no será igual a la final ya que parte de esa energía mecánica inicial se habrá disipado en forma de calor en la rampa y en el propio bloque, debido al rozamiento del bloque con la rampa. La energía disipada será la diferencia de la energía mecánica inicial menos la energía mecánica final del bloque. Si se incluyen las fuerzas no conservativas de fricción, el principio de conservación de la energía expresa que la suma de la energía mecánica disponible por el bloque antes de su recorrido por la rampa, es igual a la energía mecánica del bloque después de su recorrido más la energía que pierde debido a la fricción. Es decir, el principio de conservación de la energía en su sentido más general, incluye toda la energía disponible del sistema (el bloque), en un instante y una posición dados incluida la energía intercambiada por el sistema al exterior o con otros cuerpos del entorno.

La energía tiene diferentes formas de manifestarse y cada una de ellas presenta una expresión matemática diferente. En primer lugar está la energía mecánica en su expresión de movimiento o energía cinética o bien de origen potencial como la energía gravitacional debida a la fuerza gravitatoria, o la energía elástica debido a las fuerzas de origen elástico de los fluidos y sólidos, pasando por otras formas de energía como la energía eléctrica, energía química, energía radiante, energía nuclear, energía de masa, etc. A su vez la energía puede transformarse en calor o en trabajo y, viceversa, el calor y el trabajo pueden aumentar o disminuir la energía de un sistema

La energía mecánica de un cuerpo o de un sistema físico es la suma de su energía cinética y la energía potencial. Se trata de una magnitud escalar relacionada con el movimiento de los cuerpos y con las fuerzas de origen mecánico, como son la fuerza gravitatoria y la de origen elástico, cuyo principal

exponente es la Ley de Hooke. Ambas son fuerzas conservativas. La energía mecánica asociada al movimiento de un cuerpo es la energía cinética, que depende de su masa y de su velocidad. En cambio, la energía mecánica de origen potencial o energía potencial, tiene su origen en las fuerzas conservativas, proviene del trabajo realizado por éstas y depende de su masa y de su posición. El principio de conservación de la energía relaciona ambas energías y expresa que la suma de ambas energías, la energía potencial y la energía cinética de un cuerpo o un sistema físico, permanece constante. Dicha suma se conoce como la energía mecánica del cuerpo o del sistema físico

La energía potencial es la energía mecánica asociada a la localización de un cuerpo dentro de un campo de fuerza o a la existencia de un campo de fuerza en el interior de un cuerpo (energía elástica). La energía potencial de un cuerpo es una consecuencia de que el sistema de fuerzas que actúa sobre el mismo sea conservativo.

Independientemente de la fuerza que la origine, la energía potencial que posee el sistema físico representa la energía "almacenada" en virtud de su posición y/o configuración, por contraposición con la energía cinética que tiene y que representa su energía debido al movimiento. Para un sistema conservativo, la suma de energía cinética y potencial es constante, eso justifica el nombre de fuerzas conservativas, es decir, aquellas que hacen que la energía "se conserve". El concepto de energía potencial también puede usarse para sistemas físicos en los que intervienen fuerzas disipativas, y que por tanto no conservan la energía, sólo que en ese caso la energía mecánica total no será constante, y para aplicar el principio de conservación de la energía es necesario contabilizar la disipación de energía

La energía potencial cerca de la superficie de la Tierra

La energía potencial que posee una masa situada a una altura sobre la superficie terrestre vale:

$$E_p = m \cdot p \cdot h$$

La energía potencial gravitatoria es la energía asociada con la fuerza gravitatoria. Esta dependerá de la altura relativa de un objeto a algún punto de referencia, la masa, y la fuerza de la gravedad.



Por ejemplo, si un libro en una mesa es elevado, una fuerza externa estará actuando en contra de la fuerza gravitacional. Si el libro cae, el mismo trabajo que es empleado para levantarlo, será efectuado por la fuerza gravitacional.

Por esto, un libro a un metro del piso tiene menos energía potencial que otro a dos metros, o un libro de mayor masa a la misma altura.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

donde m: masa

g: gravedad

h: altura

g:

EJEMPLO:

Un libro de 2 Kg reposa sobre una mesa de 80 cm, medidos desde el piso. Calcule la energía potencial que posee el libro en relación

a) con el piso

b) con el asiento de una silla, situado a 40 cm del suelo

Desarrollo:

Primero, anotemos los datos que poseemos:

$m = 2 \text{ Kg}$ (masa del libro)

$h = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$ (altura a la cual se halla el libro y desde donde “puede caer”)

$g = 10 \text{ m/s}^2$ (constante de gravedad) (en realidad es 9,8)

Respecto a la silla:

$h = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ (la diferencia entre la altura de la mesa y aquella de la silla)

Conocemos la fórmula para calcular la energía potencial (E_p):

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Entonces, resolvemos:

Caso a)

$$E_p = 2 \text{ Kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ m}$$

$$E_p = 16 \text{ J}$$

Respuesta: Respecto al piso (suelo), el libro tiene una energía potencial (E_p) de 16 Joules.

Caso b)

$$E_p = 2 \text{ Kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,4 \text{ m}$$

$$E_p = 8 \text{ J}$$

Respuesta: Respecto a la silla, el libro tiene una energía potencial (E_p) de 8 Joules.

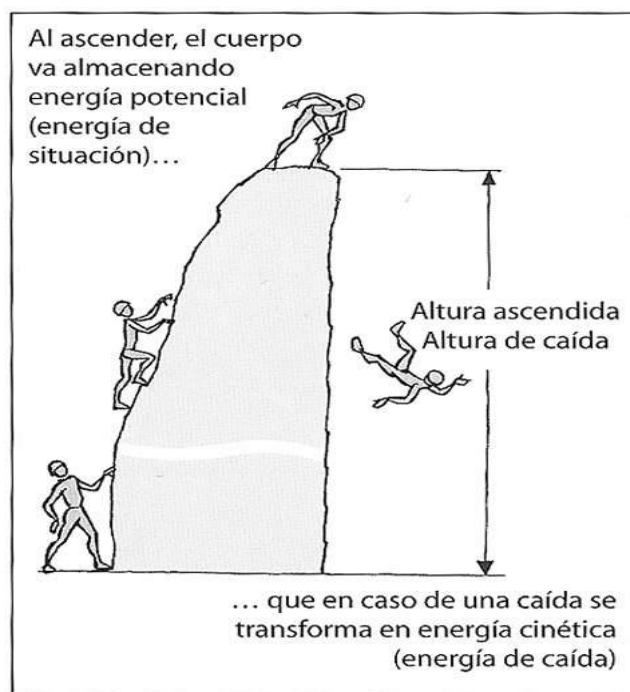
Ejemplo:

Estando en la máxima altura en reposo una pelota solo posee energía potencial gravitatoria. Su energía cinética es igual a 0 J, esto debido a que en este punto la pelota esta quieta.

Una vez que comienza a rodar su velocidad aumenta por lo que su energía cinética aumenta, pero pierde altura por lo que su energía potencial gravitatoria disminuye.

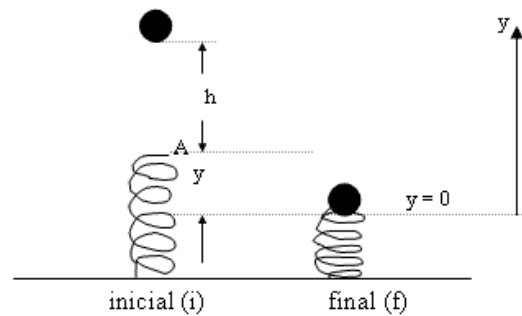
Finalmente, al llegar a la base de la pendiente su velocidad es máxima por lo que su energía cinética es máxima, pero se encuentra a una altura igual a 0 m. por lo que su energía potencial gravitatoria es igual a 0 J.

Otra forma de entender la dinámica de la energía potencial



En la figura siguiente observamos que en la posición inicial el balón posee una altura (h) por lo cual tendrá una energía potencial gravitatoria máxima. Al caer irá perdiendo altura por lo tanto perderá energía potencial gravitatoria y se irá transformando en energía cinética, debido a que la pelota va a ir ganando velocidad.

Cuando toque en el suelo el toda la velocidad que lleva la pelota hará que comprima el resorte entonces se transformara toda la energía cinética en energía potencial elástica observándose como se transforma de una energía gravitatoria a una energía cinética y por último en una energía elástica.



MOMENTO DE INERCIA:

La inercia de un cuerpo es la resistencia del mismo a cambiar de estado y en el movimiento lineal la masa es la única medida de esa inercia: a mayor masa, más grande es la resistencia y viceversa. Pero en el movimiento angular la resistencia ofrecida a la aceleración depende no solo de la masa, sino también de la distribución de ésta en torno al eje, es decir, del momento de inercia: mientras más cercana esté la masa del eje, más fácil resulta hacerla girar. Este principio de gran aplicación práctica para muchos problemas de la locomoción humana, explica porque tenemos menos dificultad para girar un miembro en torno a su eje longitudinal que en torno a su eje transversal de la articulación. Si un cuerpo realiza una rotación alrededor de un eje, opone una resistencia frente al origen o la variación de este movimiento giratorio.

Para medir la inercia en los movimientos de traslación, solo interesa la masa; en las rotaciones interesa la masa y también la distancia al centro o eje de rotación.

Esto nos recuerda que en las rotaciones no solo interesa la fuerza, sino también su momento.

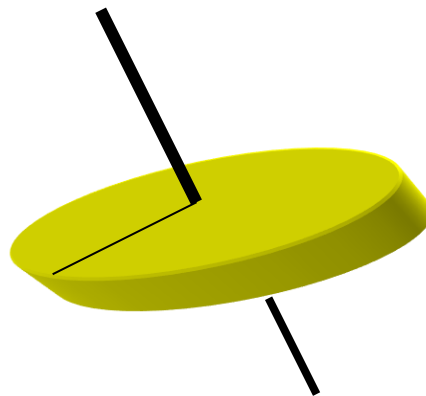
Al hablar de las fuerzas en las rotaciones, llamamos momento de la fuerza a la responsable de la rotación; a la responsable de la resistencia opuesta a la rotación, llamaremos momento de inercia

El momento de inercia es proporcional a la masa m , teniendo además en cuenta la distancia r de la masa del eje de giro (o bien del punto de giro, cuando lo miramos de una perspectiva bidimensional).

$$\text{Momento de Inercia} = m * r^2$$

La aceleración angular de un cuerpo de inercia I , con respecto al eje de rotación es directamente proporcional al momento M de la cupla aplicada, e inversamente proporcional al momento de inercia:

$$Y = M / I$$



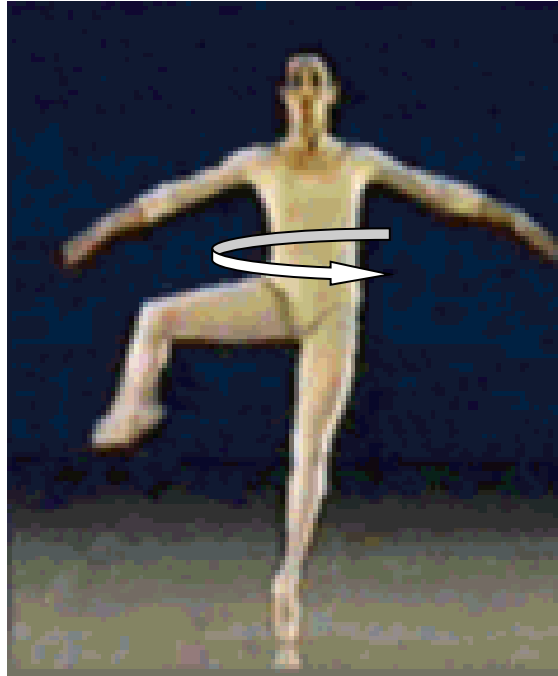
Esto tiene también importancia para el análisis de los movimientos corporales, principalmente en el deporte. El momento de inercia no solo se modifica por las diferentes posturas del cuerpo, sino también por el desplazamiento del eje de giro. Luego el momento de inercia del cuerpo humano depende de la postura corporal y de la disposición del eje rotatorio.

https://es.wikipedia.org/wiki/Momento_de_inercia#/media/Archivo:CF46618267_109996904033.gif

En atletismo la distribución de la masa puede variar lógicamente al cambiar la posición o la forma de los miembros en torno a los diferentes ejes. Por ejemplo, la masa del brazo tanto en flexión como en extensión es la misma, sin embargo, es más fácil moverlo en flexión porque entonces la masa del mismo se halla más cerca del eje del hombro. Su momento de inercia ha quedado reducido. De la misma manera los flexores que tiran de la pierna hacia delante y arriba durante la carrera, realizan una labor más fácil cuando la rodilla está flexionada que cuando se halla extendida, con un mayor ángulo en la rodilla.

Una persona de pie y rígida sobre una mesa giratoria en que no halla fricción con los brazos extendidos en la horizontal tiene, sobre su eje vertical, un momento de inercia que representa aproximadamente 3 veces el que se da en esa misma posición, pero con los brazos caídos a los costados. En la primera posición es tres veces más difícil girar o, lo que es lo mismo, que para producir una aceleración angular igual y aplicando la fuerza de giro en el mismo punto en ambas posiciones, el impulso ha de ser tres veces mayor en la primera.

En la técnica de patinaje y danza llamada arabesque allongué, la resistencia al giro es unas seis veces mayor que si la persona se encuentra de pie con los brazos a los costados.



En los giros del patinaje artístico sobre hielo se obtiene un momento de inercia mínimo cuando el eje pasa verticalmente por el centro de gravedad.

Para una masa puntual el momento de **inercia** es exactamente el producto de la masa por el cuadrado de la distancia perpendicular al eje de rotación, $I = mr^2$.

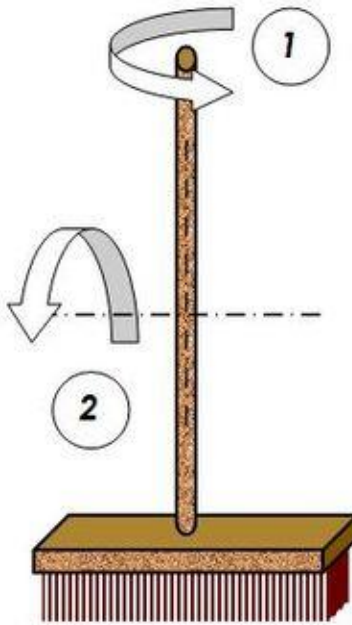
La masa y el momento de inercia (I), reflejan la resistencia de un cuerpo frente a una variación de su movimiento, una en caso de traslación y la otra en caso de rotación. La masa m es (para los cuerpos rígidos), una característica corporal no

modificable, mientras que el momento de inercia (I) es modificable, manipulable en relación a “ r ”, por ejemplo cambiando la postura, forma, posición del eje corporal.

La cantidad de inercia angular, llamada momento de inercia depende tanto de la magnitud de la masa que rota como de su distribución alrededor del eje de rotación.



El momento de inercia de un cuerpo es un parámetro físico que da idea de cómo está repartida la masa. Así, cuanto más alejada esté la masa del centro de gravedad, mayor será su momento de inercia y, según la ecuación fundamental de la dinámica de rotación, mayor será la inercia a la rotación del cuerpo al girar sobre cierto eje.



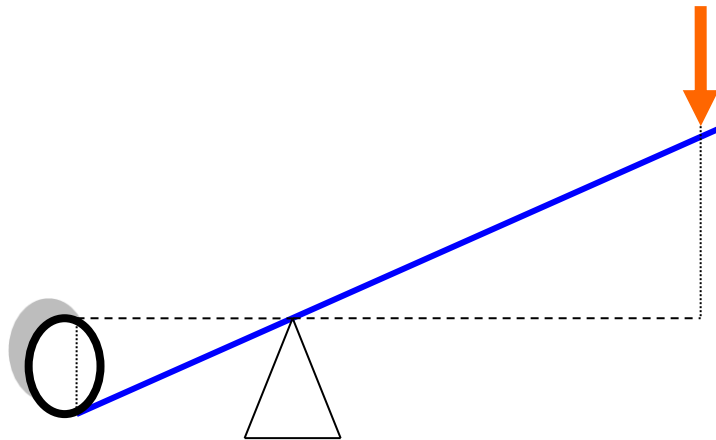
Por la propia definición del momento de inercia, éste tiene carácter aditivo, es decir, que el momento de inercia de un sólido respecto a un eje es igual a la suma de los momentos de inercia respecto al eje de cada una de las partes en que este puede dividirse. Dicha propiedad también se cumple con la sustracción. .

LEYES O PRINCIPIOS DE LAS PALANCAS

COMPOSICIÓN DE MOMENTOS: Como sobre un cuerpo con un eje pueden actuar varias fuerzas al mismo tiempo, se demuestra experimentalmente que:

1- El cuerpo queda en equilibrio cuando la suma de los momentos positivo es igual a la suma de los momentos negativos o bien un cuerpo provisto de un eje y sometido a la acción de varias fuerzas permanecerá en equilibrio cuando la suma algebraica de los torques es cero. De aquí se desprende los principios o leyes de las palancas:

2- Cuanto mayor sea el brazo de a potencia con relación al de resistencia, tanto más ventajosa resulta el empleo de a palanca. Si el brazo de fuerza o potencia es doble, triple, cuádruple, del de resistencia, con una potencia como uno podemos equilibrar una resistencia como, dos, tres, cuatro, respectivamente; o bien en toda palanca en equilibrio el producto de la potencia por su brazo, es igual al producto de la resistencia por su brazo.



- 3- En toda palanca en equilibrio el producto de la potencia por su brazo es igual al producto de la resistencia por su brazo. Esta relación se denomina ley de las palancas o principio dorado de la mecánica:

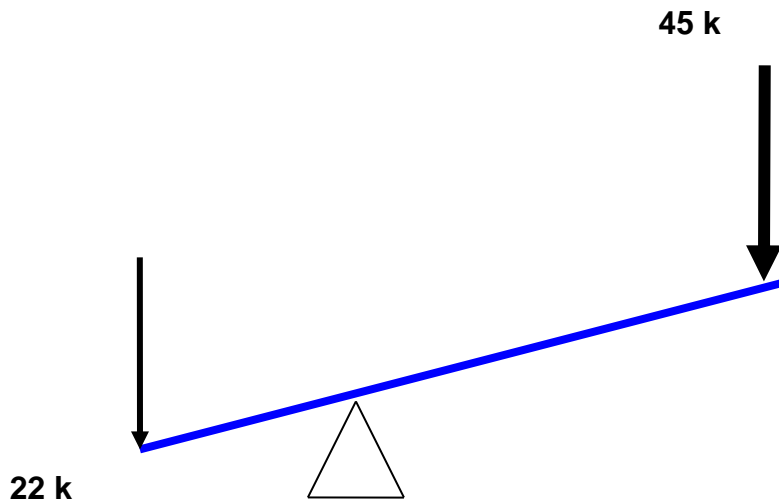
$$\text{Carga} \times \text{Brazo de carga} = \text{Fuerza} \times \text{Brazo de fuerza}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Resistencia} \times \text{su brazo} / \text{brazo de fuerza}$$

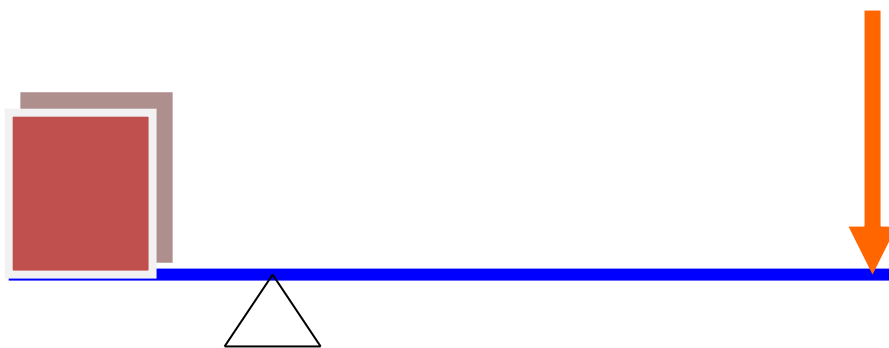
¿Qué significa decir que “un sistema está en equilibrio”? Puede responderse de varias maneras:

- A) Que el resultado del sistema es cero
- B) Que cada una de las fuerzas compensa o equilibra al sistema formado por todas las demás
- C) Que cada una de las fuerzas es igual y opuesta a la resultante del sistema formado por las demás.

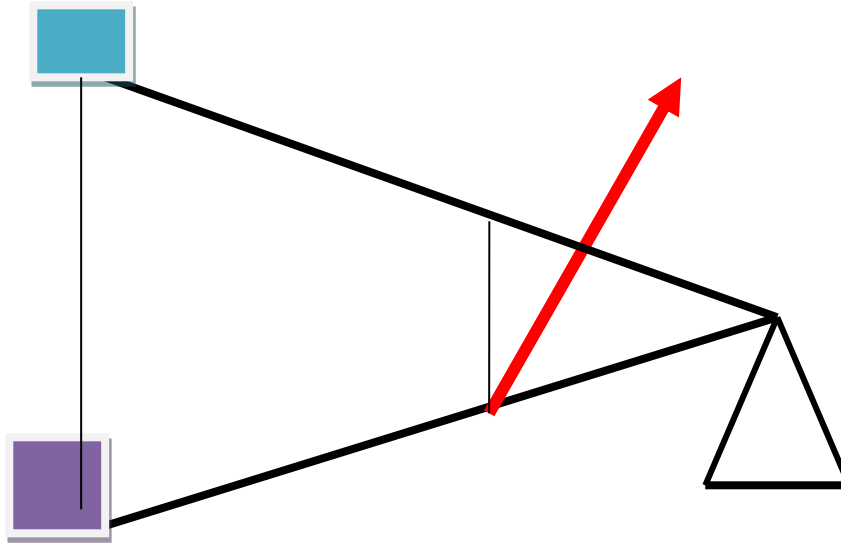
Cuando ambos momentos son iguales no se produce rotación; nos encontramos en el caso de equilibrio, si por el contrario uno de los momentos es mayor que el otro, el mayor producirá un movimiento de rotación.



La fuerza necesaria para mover una carga mediante una palanca disminuye en la medida en que se incremente el cociente entre fuerza y brazo de carga. La multiplicación de fuerza de una palanca, se encuentra calculando las veces en que el brazo de resistencia (Q) está contenido en el brazo de la potencia de la fuerza motora (P), es decir, la multiplicación de la fuerza = P / Q . La palanca multiplica a la fuerza motriz por el factor $R = F \text{ br1} / \text{br2}$, donde F, es la fuerza motora, br 1 = brazo de fuerza y br2, brazo de resistencia. La efectividad mecánica de una palanca depende de la relación entre la longitud del brazo de fuerza y el brazo de resistencia. Así el brazo de la fuerza motriz es 4 veces mayor que el de resistencia; cualquier fuerza que se aplique en br 1, aparecerá multiplicada por 4 en br 2



En los casos en que el brazo de potencia es comparativamente menor que el brazo de resistencia, entonces la palanca está adaptada para ganar velocidad y distancia de desplazamiento.



Mientras la fuerza motriz recorre por ejemplo 20 cent. la semejanza de triángulos, nos permite comprobar que en el mismo tiempo la resistencia a recorrido una distancia 4 veces mayor, si al mismo tiempo consideramos que la resistencia ganada se ha conseguido en la misma unidad de tiempo, para ambos extremos de la palanca; entonces podemos concluir que además hemos ganado en velocidad ya que: $V = D / T$

Las palancas se clasifican en tres géneros según la disposición relativa de la Potencia, Punto de apoyo y la resistencia; supondremos que la barra es de material uniforme, es decir que su centro de gravedad G, está en el centro de la barra donde actúa su peso P:

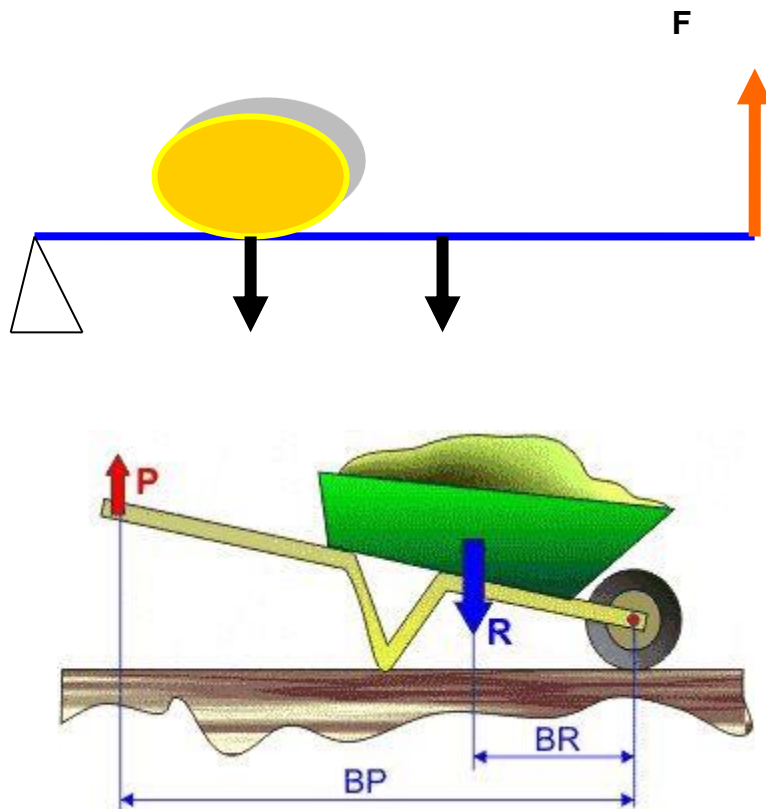
PALANCA DE PRIMER GÉNERO



La resistencia Q produce un momento positivo $= Q \times q$, que es equilibrado por los momentos negativos de la fuerza motora F y del peso mg . Es decir:

$$F \times p + mg \times r = Q \times q$$

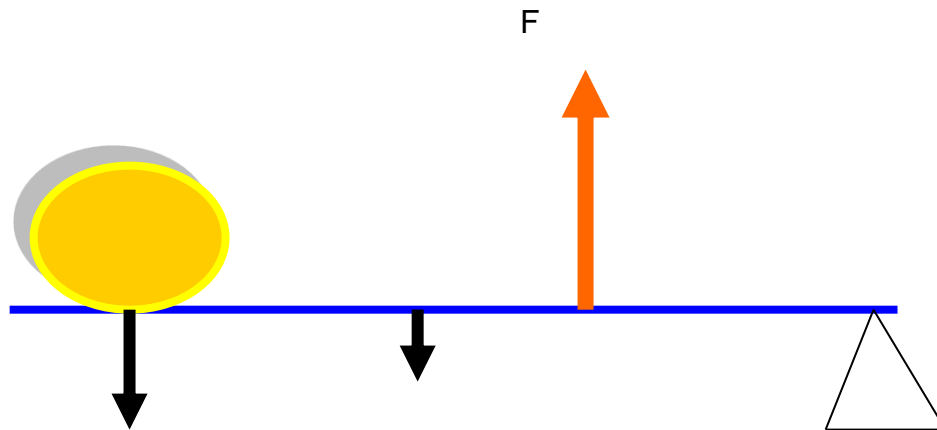
PALANCA DE SEGUNDO GÉNERO



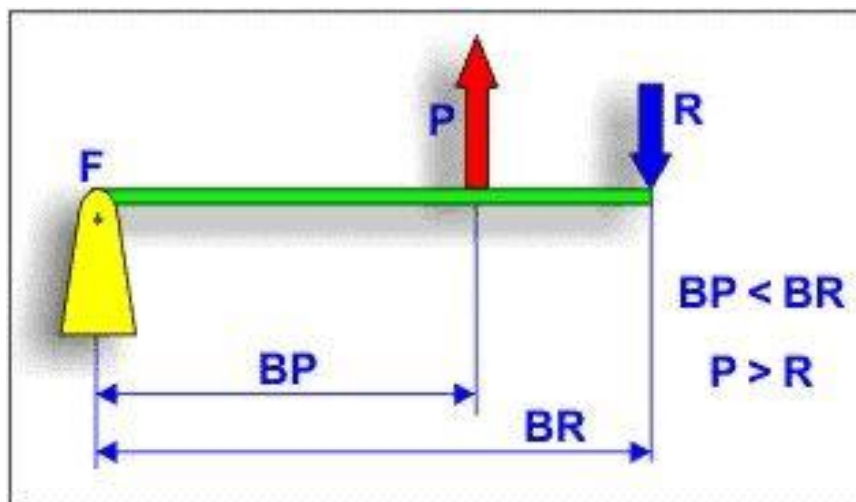
En la palanca de primer género el peso de la barra está a nuestro favor, mientras que en la de segundo género está en contra nuestra.

Cuando el brazo de resistencia está en el brazo de potencia, el efecto positivo es tanto mayor, es tanto más eficaz (ventaja mecánica), por su efecto multiplicador.

PALANCA DE TERCER GÉNERO



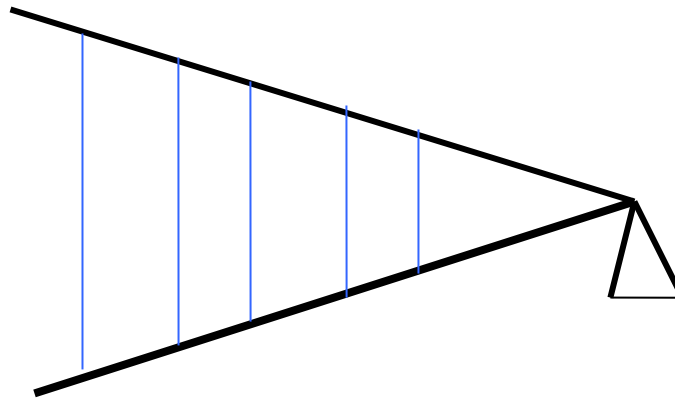
En este tipo de palanca el peso de la barra está también en contra de nuestra fuerza motriz. Las palancas de tercer género se caracterizan por aumentar apreciablemente en un extremo la velocidad de movimiento aplicado en el otro.



Cuando una palanca gira, todos los puntos de la misma, recorren un arco de circunferencia y la distancia recorrida por cada punto es proporcional a su distancia

del eje. Como estas distintas distancias son recorridas en un mismo tiempo, se deduce que los puntos más alejados del eje se mueven más rápido que los demás.

Tanto en los tiempos del hombre primitivo, como en los modernos, se ha demostrado que la rapidez y la amplitud del movimiento son mucho más útiles que la potencia.



La velocidad angular: es el cociente entre el ángulo descrito y el tiempo empleado en describirlo. Es representado por la letra ω (omega) $\omega = \text{Angulo} / T$
Las unidades para medir velocidades angulares corresponden a la unidad para medir ángulos y a la unidad de tiempo:

<u>Unidad de ángulo</u>	=	<u>Grados</u>	=	<u>revoluciones</u>
Unidad de tiempo		Segundos		min

De otra forma podemos clasificar las palancas en:

1. Según su descripción geométrica:

- A) De primer género = Punto de apoyo entre la potencia y la resistencia
- B) De segundo género = Resistencia entre el punto de apoyo y la potencia
- C) De tercer género = Potencia entre el punto de apoyo y la resistencia

2 Según su función:

A) De velocidad, el momento de fuerza generado por la resistencia, es mayor que el generado por la potencia

B) De equilibrio, tanto el momento de fuerza generado por la potencia y la resistencia son iguales

C) De fuerza, en que el momento de la fuerza generado por la potencia, es mayor que el generado por la resistencia.

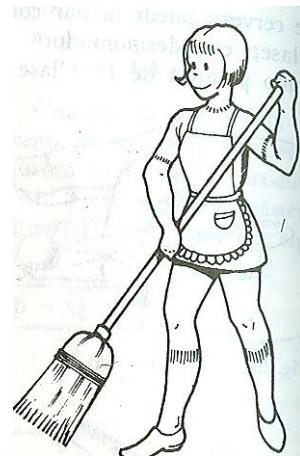
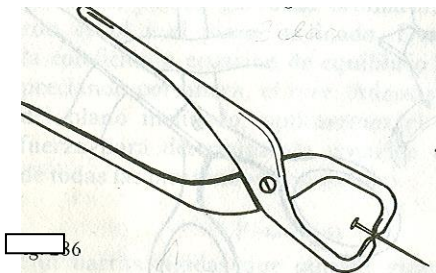
Fig. Ejemplo de cada tipo de palanca: Mencione una de cada una, no indicada en el texto

1 ¿.....

2 ¿.....

3 ¿.....

Ejemplos de palancas;





Las palancas mecánicas están representadas en el aparato locomotor de la siguiente manera:

- La barra rígida corresponde a los huesos
- Los puntos de apoyo o fulcro, a las articulaciones
- La fuerza o la potencia por la acción muscular de los agonistas
- La resistencia por el peso del miembro y / o peso adicional (resistencia externa), y por la elasticidad de los músculos antagonistas, el roce articular, acción ligamentosa y capsular (resistencia interna)

Dibuja e indica el tipo de palanca funcionar:

1- Pinza

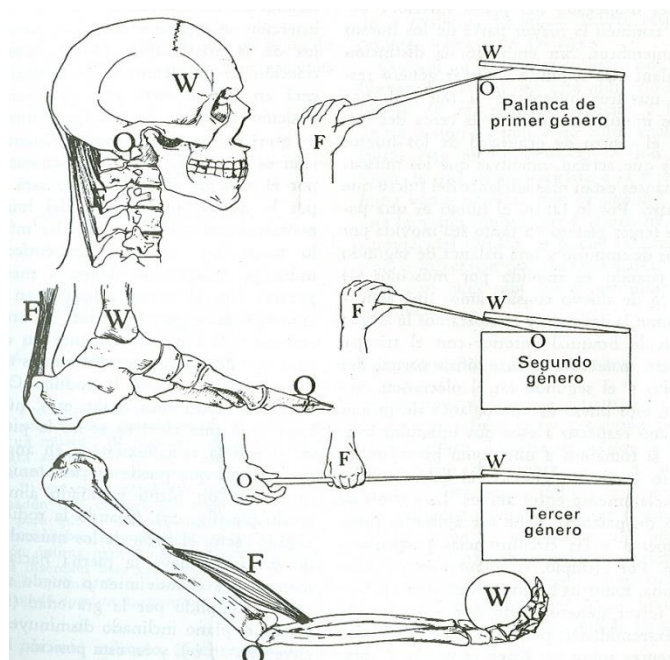
2-Pala

3-Tijeras

4-Caña de pescar

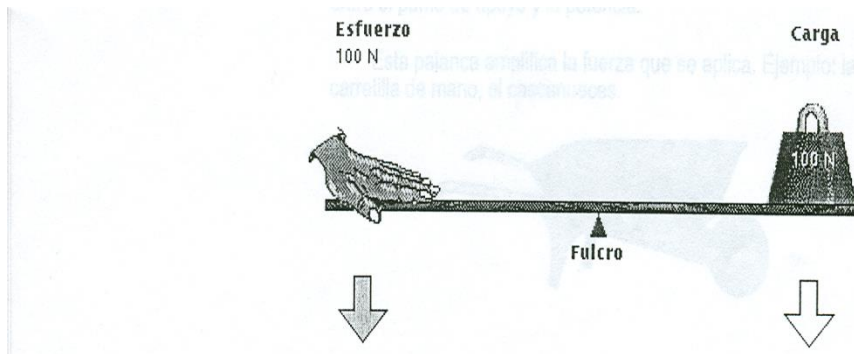
5-Sacaclavos

PALANCAS BIOMECAICAS:

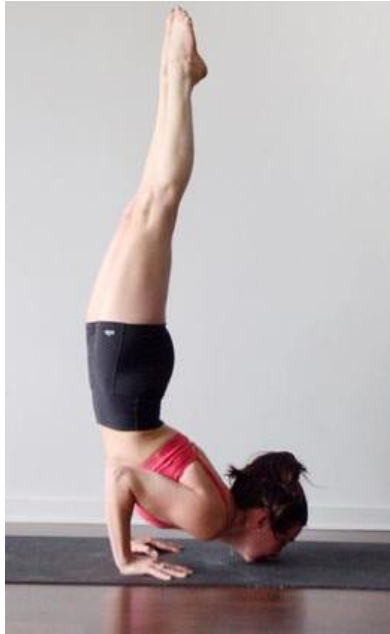


A) De primer género o de interapoyo, este tipo de palanca tiene el punto de apoyo situado entre la potencia y la resistencia. En consecuencia, ambos brazos de palanca se mueven en dirección opuesta, como sucede con un par de tijeras. Ejemplo: Articulación oxipitoatloidea, cubito humeral (en la extensión). Otro ejemplo de este tipo de palanca podemos encontrarlo en el cuerpo cuando los grupos musculares agonistas y antagonistas sobre cada lado de un eje articular

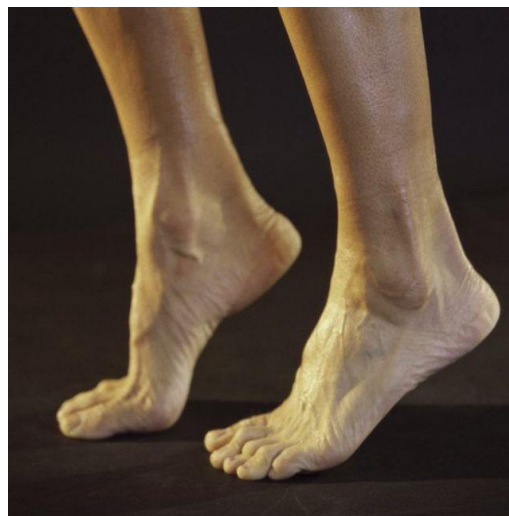
se contraen simultáneamente, con el agonista realizando fuerza mientras el antagonista aplica resistencia.



El tipo de palanca puede cambiar de acuerdo a una articulación y músculos dados, dependiendo si el extremo distal del segmento está en contacto con una superficie como puede ser el suelo o una pared. Por ejemplo, se ha considerado que la acción del tríceps como extensor de codo es una palanca de primer género, cuando las manos están libres. Colocando las manos en contacto con el suelo o en un aparato de gimnasia, la misma acción muscular en esta articulación cambia y se transforma en una palanca de segundo género. De la misma forma sucede con la extensión del tobillo en cadena cinética cerrada.

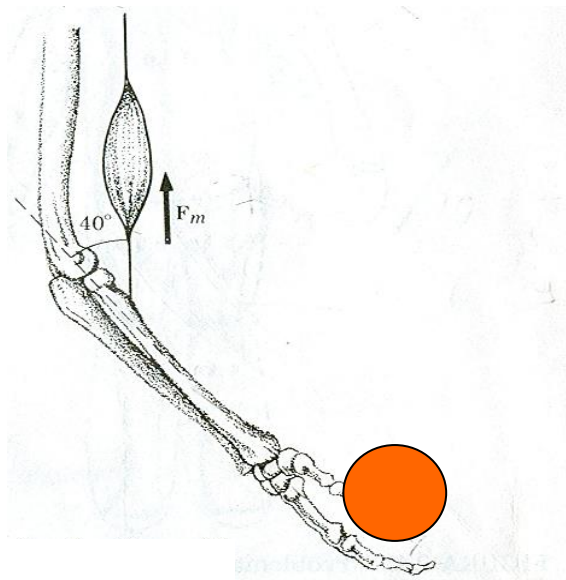
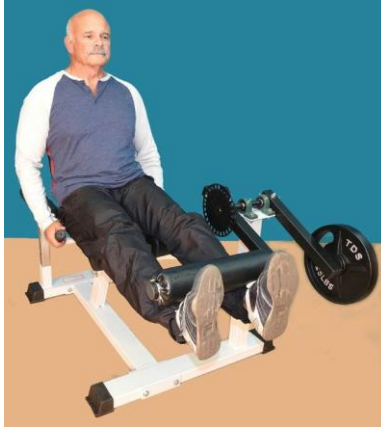


B) Palancas de segundo género; en esta palanca la resistencia se encuentra entre la potencia y el punto de apoyo, es un género bastante raro en la economía humana. Es apropiada o está capacitada para desarrollar trabajos que demanden gran esfuerzo o trabajo muscular ya que el brazo de la potencia es mayor que el de resistencia. Ejemplo: elevación en la punta de los pies



Dibuje e identifique los elementos de esta palanca:

C) Palancas de tercer género, de velocidad o de interpotencia, en esta palanca descubrimos la potencia aplicada entre el punto de apoyo y la resistencia, son las más comunes en el sistema músculo-esquelético –articular. Ejemplo: Extensión de rodilla flexión del codo, etc.



En este tipo de palanca existe un evidente sacrificio de la fuerza con el propósito de obtener:

- A) Una mayor amplitud de movimiento del arco de la mano (extremo distal de la extremidad), con un acortamiento relativamente pequeño del músculo motor.
- B) Una mayor velocidad de recorrido del arco descrito por el extremo distal del segmento (mano, pie).
- C) Mantener una conformación armónica del organismo manteniendo los músculos pegados a las estructuras ósea.

En cualquier análisis de la posición más favorable, si se quiere ejercer una fuerza máxima contra una resistencia exterior, se debe tener en cuenta los siguientes hechos.

1. La tensión máxima que puede desarrollar cualquier fibra depende de la longitud relativa de ésta en el momento de la contracción. La tensión presenta un máximo a una longitud relativa de 1,2: 1, y disminuye a longitudes mayores y menores
2. Los brazos de palanca en el cuerpo, a través de los cuales las tensiones musculares se transforman en tracción, empuje etc. Se modifican con el cambio en las posiciones de las articulaciones.

Con respecto a la terminología, no puede existir confusión acerca de la expresión, contracción isométrica. Sin embargo, como el brazo de palanca se puede modificar durante un movimiento en una articulación, muy raras veces una contracción muscular resulta puramente isotónica (a tensión constante). Aún si se mantiene constante la carga externa, la fuerza desarrollada por el músculo varía a medida que los brazos de palanca se acortan o se alargan. Por tanto, es más correcto emplear la expresión ejercicio dinámico que ejercicio isotónico cuando se trata de movimiento en las articulaciones. En las actividades musculares funcionales colaboran diversos músculos anatómicamente diferentes. Las partes del grupo muscular que actúan en el sinergismo pueden cambiar con las posiciones de los segmentos. Por consiguiente, resulta muy

difícil predecir, sobre la base de consideraciones teóricas, la posición más eficiente de trabajo que producirá la mayor fuerza.

Palancas Múltiples: Varias palancas combinadas. Por ejemplo; el cortaúñas es una combinación de dos palancas, el mango es una combinación de segundo género que presiona la hoja de corte hasta unirlos. Las hojas de corte no son otra cosa que las bocas o extremos de una pinza, constituyen por lo tanto, una palanca de tercer género.



EFFECTO DEL MÚSCULO SOBRE LAS PALANCAS

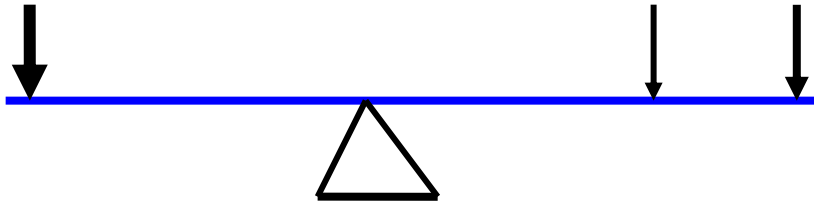
La clásica formula $F = \frac{R \times Br}{Bp}$ nos demuestra que el efecto multiplicador de las palancas

La eficiencia de las palancas depende la relación de sus brazos: Br / Bp ; si designamos a esta relación por la constante K, tendremos:

- A) Efecto estático o isométrico: **$P = KR$**
- B) Efecto dinámico concéntrico o efecto motor: **$P > KR$**
- C) Efecto dinámico excéntrico, moderador o frenador: **$P < KR$**

Problemas aplicación de un sistema de palancas

- Un niño puede ejercer una fuerza de 16 kilos hacia abajo, pero desea levantar un peso de 123 kilos, con una palanca de primer género. Si el punto de apoyo se encuentra a 30,5 cent. ¿a que distancia del punto de apoyo debe aplicar la fuerza?
- ¿Cuál es la máxima carga que puede levantar un hombre con una carretilla, si puede ejercer una fuerza de 135 kilos hacia arriba sobre sus mangos situados a 1,5 mts? ¿Del eje y si la carga se encuentra a 60 cent. del eje?
- Calcule la cantidad de fuerza necesaria para levantar una caja de 20 kilos con una palanca de primer género de 2 metros de longitud, cuyo soporte esta situado a 35 cent. del punto donde se ha situado el peso y a 85 cent. de la fuerza aplicada.
- Donde debe estar localizado el fulcro en una palanca de primera clase de 1,5 mts., si hay 25 kilos de esfuerzo disponible para equilibrar el peso de 134 kilos?
- Cual es la carga posible de levantar al usar una palanca de segundo género de 1,80 mts. De largo y a 20 cent del apoyo, si se realiza una fuerza de 97 kilos.
- Si en un balancín de 2.40 mts. Juegan tres niños, uno ubicado en el extremo izquierdo a 120 cent. del eje y en el otro extremo a 120 cent. del eje se encuentra un niño de 56 kilos de peso, y el segundo a 86 cent. del mismo; ¿ingresa los datos y descubre cuál es el peso del segundo?
-

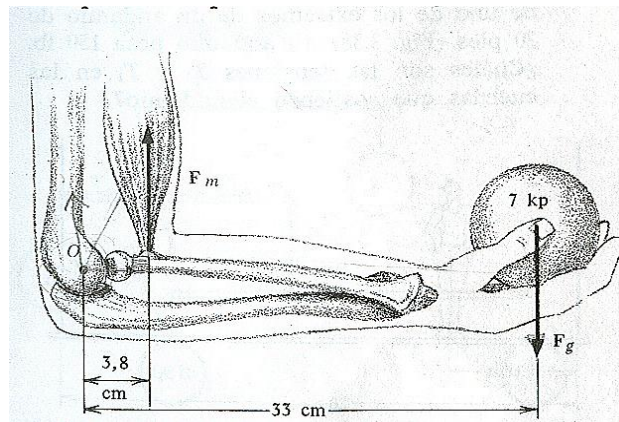


$$(56 \times 120) + (X \times 86) = 80 \times 120$$

$$6720 = \frac{9600 - 6720}{86}$$

$$86$$

$$X = 33.48$$



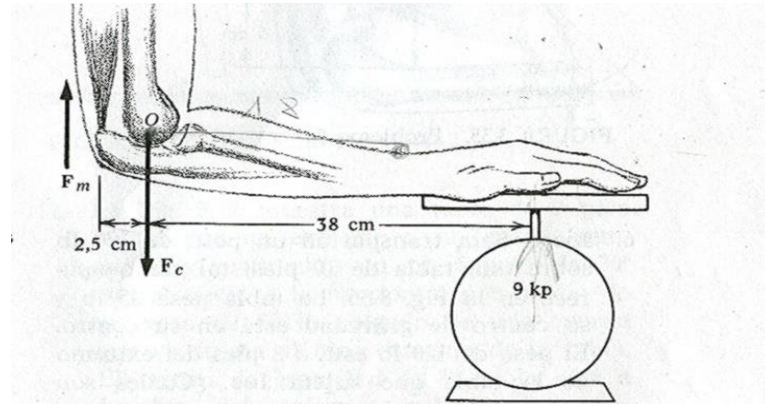
➤ El antebrazo de la figura se encuentra a 90° y sostiene en la mano un peso de 7 Kp alrededor de la articulación del codo (punto O):

A) ¿Cuál es el momento producido por el peso de 7 Kp alrededor de la articulación del codo?

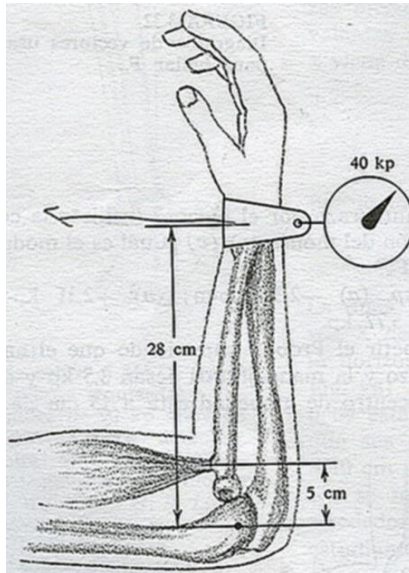
B) ¿Cuál es el momento alrededor de O producido por la fuerza F_m ejercida sobre el antebrazo por el bíceps? (utilizar la condición de momento)

C) ¿Cuál es el módulo de F_m ?

Resp: A = - 2.31Kp-m; B = + 2,31 Kp-m C) 5,77 Kp.

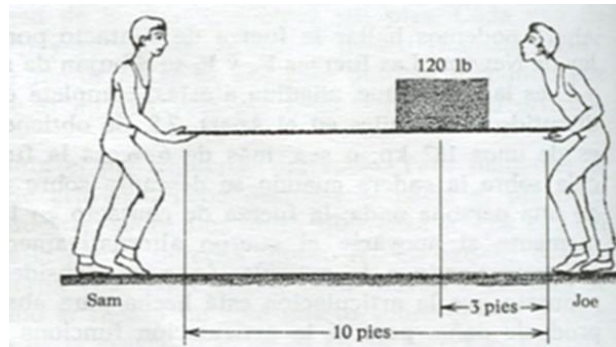


- Repetir el problema anterior, suponiendo que el antebrazo y la mano juntos, pesan 3,5 Kp y que su centro de gravedad está a 15 cent de 0.
- Con el antebrazo en posición horizontal, tal como aparece en la figura, la mano ejerce una fuerza de 9 Kp sobre la balanza. Hallar los módulos de las fuerzas F_m y F_c que ejercen sobre el antebrazo el tríceps (despreciar el peso del antebrazo)
Resp. 120 y 129 Kp.
- Repetir el problema anterior suponiendo que el antebrazo y la mano juntos pesan 2,5 Kp y que su centro de gravedad está a 18 cent de 0

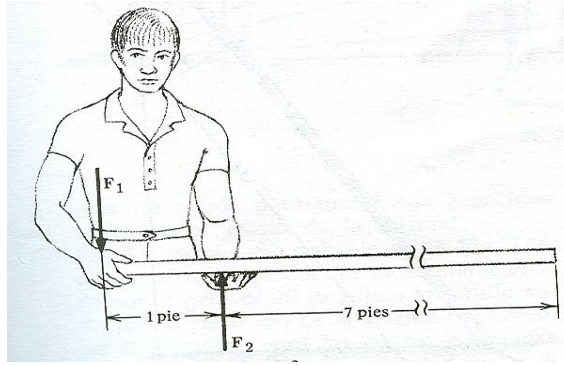


Los adultos jóvenes pueden ejercer una fuerza máxima de 40 Kp sobre dicho aparato. Si la aplicación de la fuerza está a 28 cent. del codo y el bíceps está ubicado a 5 cent del codo, ¿Cuáles son los módulos de las fuerzas ejercida por A) el bíceps y B) el húmero?

Resp. A) 224 Kp; B) 184 Kp.



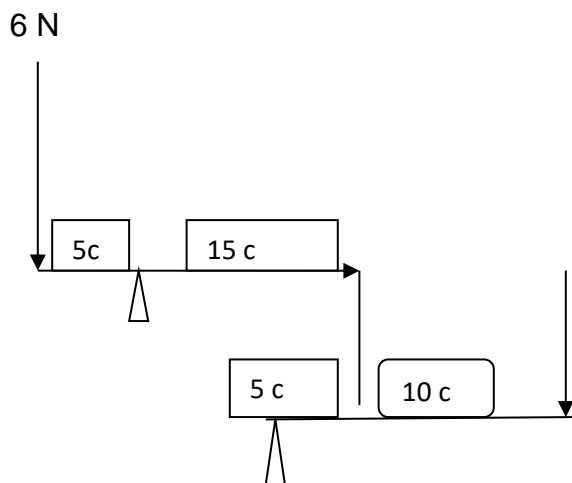
Dos jóvenes transportan un peso de 120 libras, según la figura. La tabla pesa 25 libras y su centro de gravedad coincide con la mitad de su longitud. Las 120 libras están a 3 pies del extremo de la tabla respecto al joven de la derecha. ¿Cuáles son los módulos de las fuerzas que deben ejercer cada muchacho para sostener el peso?



1 pie = 30.48 cm.

- Un hombre lleva una tabla de 8 pies. Con una mano empuja hacia abajo sobre uno de los extremos con una fuerza F_1 y con la otra mano, que está a un pie de este extremo empuja hacia arriba con una fuerza F_2 . La tabla pesa 12 Kp y su centro de gravedad está en el centro de ella. Hallar F_1 y F_2
 Resp. 38 y 50 Kp.

Sobre un sistema combinado de palancas se ejerce una fuerza de 6 N. Calcular la fuerza de salida e indicar como se mueven las palancas dibujando la nueva posición. Calcular el rendimiento mecánico



De la ilustración se deduce que el sistema está formado por una palanca de primer grado acoplado a una de tercer grado. En la primera se cumple:

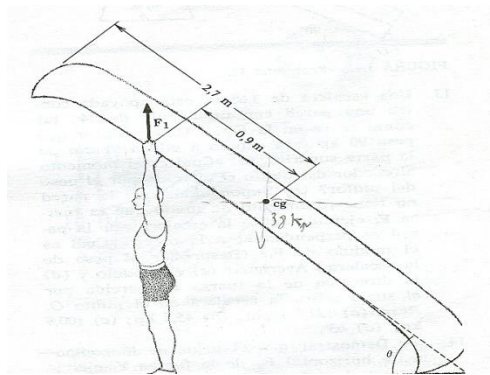
$$2 \times 5 = R \times 5 = R'' = \frac{2 \times 5}{15} = 2 \text{ N}$$

El rendimiento mecánico es el cociente entre la carga y la fuerza ejercida para moverla, en nuestro caso será:

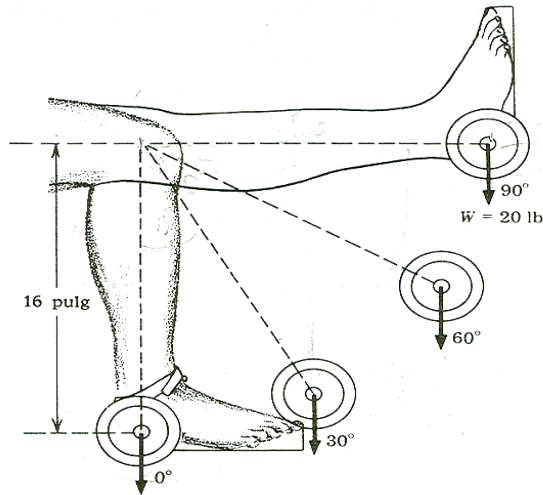
$$\text{Rendimiento Mecánico} = \frac{\text{Carga}}{\text{Esfuerzo}} = \frac{2/3}{6} = \frac{1}{9}$$

Expresado en tanto por ciento será:

$$\frac{1}{9} \times 100 = 11,11 \%$$



El hombre que soporta una canoa que mide 5,4 metros de longitud y pesa 38 kilos; su centro de gravedad está en su centro. ¿Cuál es el módulo de la fuerza F , que aplica el hombre a la canoa mientras mantiene la posición de la figura? Un compañero intenta ayudarlo elevando la canoa en el punto A. ¿Por qué esto no ayuda significativamente al deportista?, ¿En qué punto debería levantarla para se realmente sea una ayuda? ¿Y si suponemos que el ángulo es de 30° ¿Resp. 28.5 kl.



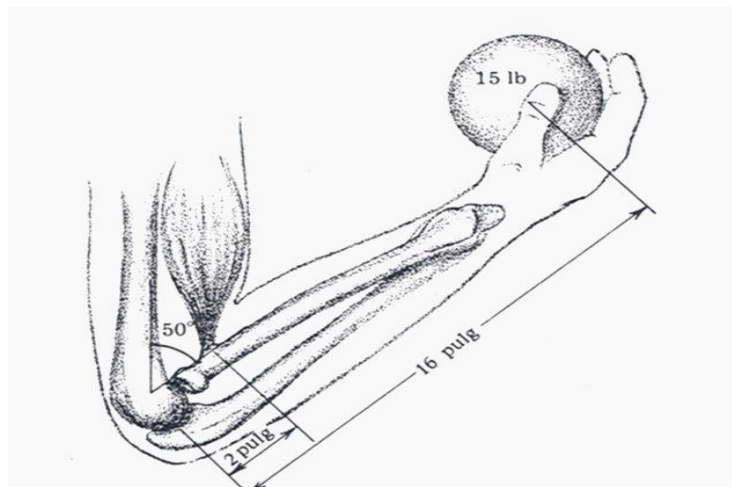
1bra = 450 gramos

Según el ejercicio de la figura, el momento alrededor de la rodilla ejercido por el peso de 20 libras sujeto al tobillo varia con la elevación de la pierna:

- A) Calcular el momento para las cuatro posiciones
- B) Deducir la ecuación general para el momento alrededor de la rodilla para cualquier ángulo entre la pierna y la vertical.

Resp: A) 0, - 160, -277, -320 libras pulg;

B) $W (16 \text{ pul.}) \text{ sen } \theta$



- Según muestra la figura el antebrazo está a 50° con respecto al brazo y sujeta en la mano un peso de 15 libras.

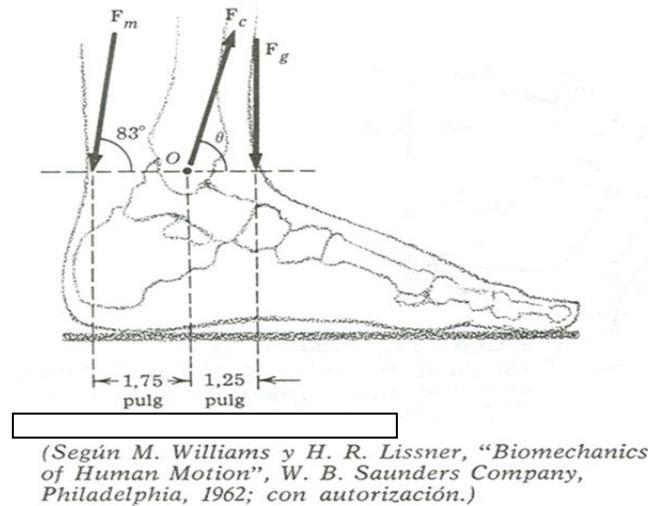
¿Cuál es el módulo de la fuerza ejercida sobre el antebrazo por el bíceps? (Despreciar el peso del antebrazo).

B) Hallar el módulo de fuerza ejercida por el codo sobre el antebrazo.

Resp. A) 120 libras B) 105 libras

Repetir el problema anterior suponiendo que el antebrazo y la mano juntos pesan 6 libras y que su centro de gravedad está a 8 pul. Del codo.

Resp A) 144 libras; B) 123 libras.

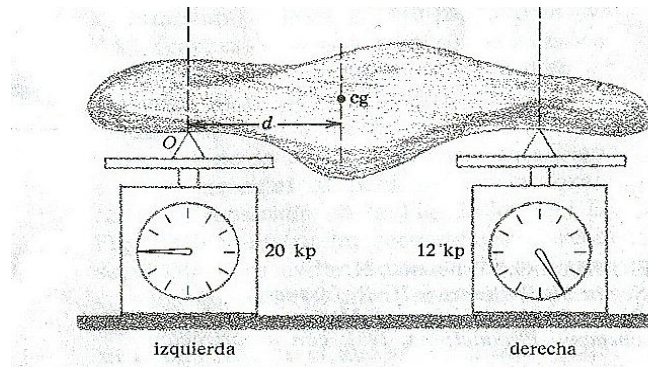


Estando en postura erecta, el centro de gravedad del cuerpo está sobre una línea que cae a 1.5 pulg. por delante de la articulación del tobillo. El músculo de la pantorrilla se une al tobillo a 1.75 pulg. por detrás de la articulación y sube en un ángulo de 83° .

A) Hallar la fuerza F_m en este músculo para un hombre de 150 libras de peso que esté de pie (Cada pierna recibe la mitad de F).

B) θ es la fuerza de contacto F_c ejercida por la articulación del tobillo?

Resp. A) 54.0 lb; B) $F_c = 129$ lb; $\theta = 87^\circ$

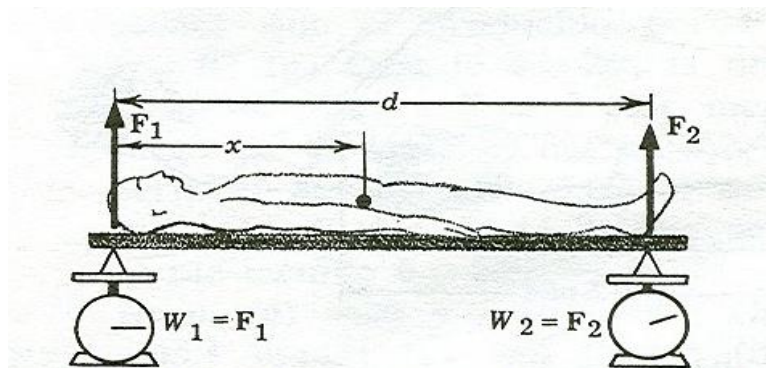


Un objeto está apoyado sobre 2 balanzas, separada una de otra por 2 metros. La balanza de la izquierda señala 20 Kp y la de a derecha. 12 Kp.

A) Cual es el peso del objeto

B) ¿Cuál es la distancia perpendicular desde O a la línea vertical que pasa por el centro de gravedad (cg) del objeto?

Res. A (32 kp; B) 0.75 mtr.

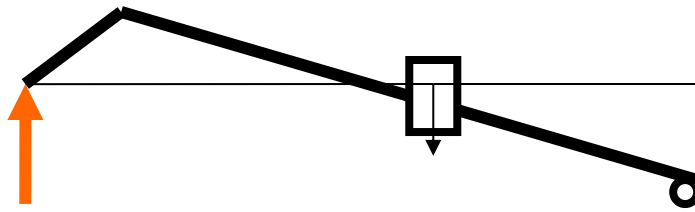


El centro de gravedad de una persona se mide pesando al individuo sobre una plataforma apoyada en dos balanzas. Las balanzas se ajustan para marcar 0 cuando solo soportan la plataforma y la persona se ubica con la cabeza y los pies

justo sobre la balanza. Deducir la fórmula de la distancia x del centro de gravedad y la cabeza en función de los valores W_1 y W_2 que marcan las balanzas y de la talla d de la persona.

PROBLEMAS

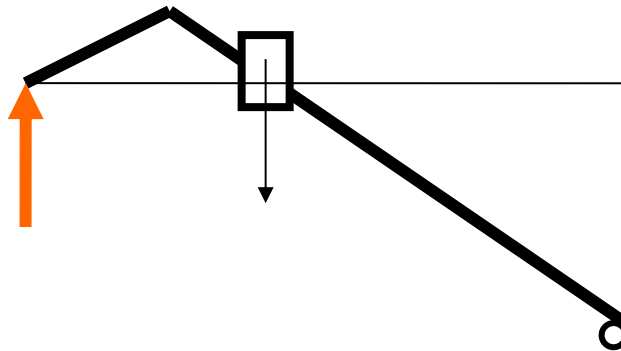
- Un músculo se inserta en un ángulo de 10° , ¿es más adecuado para mover el hueso en que se inserta o para fijar la articulación que cruza? ¿y si el ángulo fuera de 30° o de 80° ?
- Si el bíceps desarrolla una fuerza de 120 kilos para levantar una carga de 10 Kilos movida a una distancia de 50 cent. ¿Qué trabajo desarrolla?
- ¿Cuál es la carga posible de levantar al usar una palanca e segundo género de 2 metros de largo a 20 cent, del apoyo si se realiza una fuerza de 100 kilos?
- A que distancia de la piedra que pesa 96 kilos debe aplicarse el apoyo para realizar una fuerza de 220 kilos con un brazo de 3 metros, y conseguir que ésta sea removida.
- Un músculo se inserta con un ángulo de 10 grados ¿Es más adecuado para mover el hueso en que se inserta o para fijar la articulación que cruza? ¿Y si el ángulo fuera de 30° o de 80° ?
- Se sostiene un peso de 4,5 kilos sobre la mano con el codo flectado a 35° . Si el peso se encuentra a 34.5 cent. de la articulación del codo y el bíceps se inserta a 3 cent. de la misma. ¿Cuál debe ser el esfuerzo realizado por el músculo? Dibuje el paralelogramo de la fuerza y del peso.



Br R = 91 cent.

Longitud de la barra = 2,10 m.

Carga 24 k.



Br R = 101 cent.

Carga 24 k.

BrP = 1.90 m

¿En qué magnitud varía el valor de la carga?

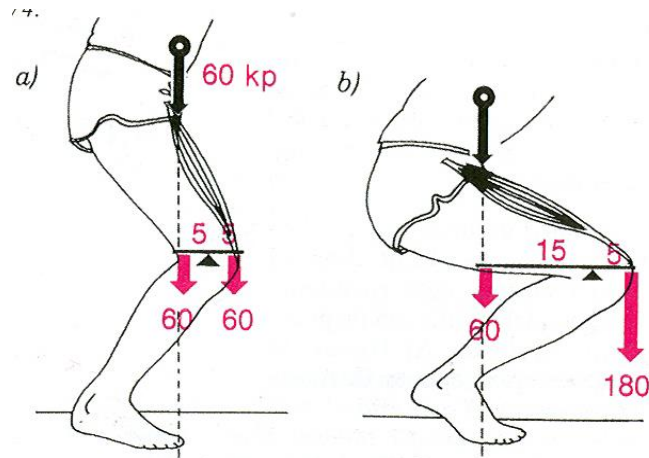
Resp.

Para equilibrar una carga de 9 kilos en la mano, el bíceps debe realizar un trabajo de 136 kilos con una línea de acción de 35° de tracción. ¿Cuánto es su componente rotatoria y estabilizadora?

Dibuje el sistema de palanca y calcule las interrogantes.

Resp.

Análisis de rodilla en flexión



Cuando se está de pie sobre una pierna (con la rodilla ligeramente flexionada y el centro de gravedad 5 cent. detrás del eje de movimiento de la rodilla), los extensores de la rodilla deben ser tensado de modo que la persona no se hunda o caiga al suelo. De acuerdo a las palancas de primer género, la fuerza muscular debe concordar exactamente con la fuerza de gravedad cuando el brazo de palanca del músculo hacia el eje de movimiento también tiene una longitud de 5 cent.

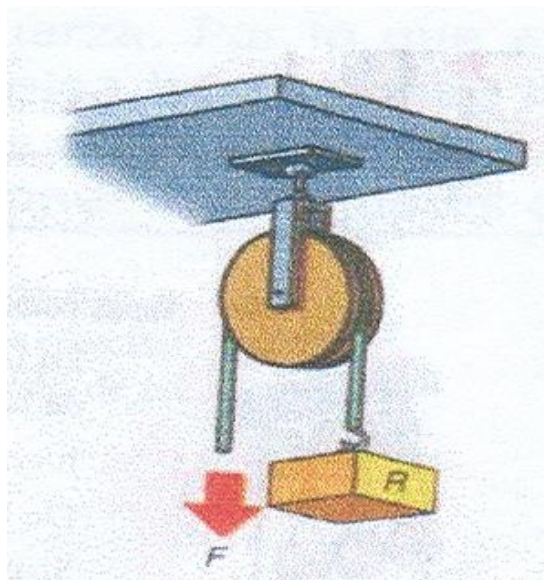
Si se flexionan las rodillas en un mayor grado (sentadillas), éstas se ubican más adelante, sin embargo, el músculo sigue teniendo un brazo de palanca de 5 cent. En la figura anterior (b) la fuerza muscular debe ser 3×60 kp, ya que el brazo de palanca es tres veces más largo que el del músculo. Si la flexión de la rodilla es muy profunda la fuerza muscular puede llegar a ser 4 o 5 veces mayor que el peso corporal. La fuerza que tira de la rótula en dirección a la tróclea femoral puede llegar a ser al muslo puede llegar a ser de 300 kp. El riesgo de desgaste del cartílago es muy alto cuando se repiten regularmente ejercicios de este tipo.

POLEAS

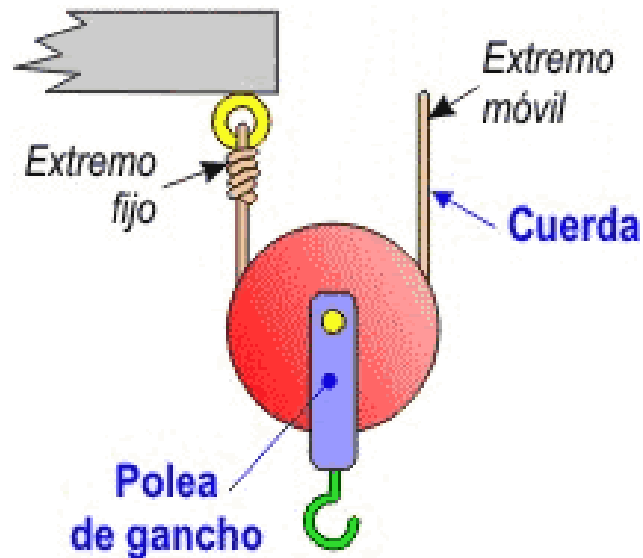
Son discos o ruedas de bordes acanalados por el cual pasa un cordel o cadena que la hace girar en torno a su eje.

Es una máquina simple que consiste en un disco que gira en torno a un eje que se encuentra sostenido con una horqueta llamada armadura, mediante el cual se suspende la polea de un soporte fijo; la máquina así constituida se llama polea fija. Esa misma polea fija se puede utilizar como polea móvil si de la armadura se cuelga un peso y entonces es la cuerda el que se fija el soporte. Por lo tanto, es claro apreciar, que existen dos tipos de poleas:

A) Poleas Fijas



B) Poleas Móviles



Poleas Fijas: Consiste en una rueda que puede girar alrededor de un eje fijo, que pasa por su centro, poseen solo un movimiento, de rotación, en torno a su eje. En uno de sus extremos cuelga el objeto o carga que se desea movilizar, en el otro extremo se encuentra el lado de la cuerda de la que se tracciona con las manos; un ejemplo es la conocida roldana.

Si deseamos sostener un peso R , debemos aplicar una fuerza F . Para que la polea no gire, la suma de los momentos debe ser nula:

$$M(F) + M(R) = 0$$

$$-F + R = 0$$

$$F \times Br - R \times Rb = 0 \text{ de donde } F = R$$

Lo cual indica que la fuerza motriz es igual a la resistencia (en ausencia de roce, ya que con ella la fuerza F sería un poco mayor)

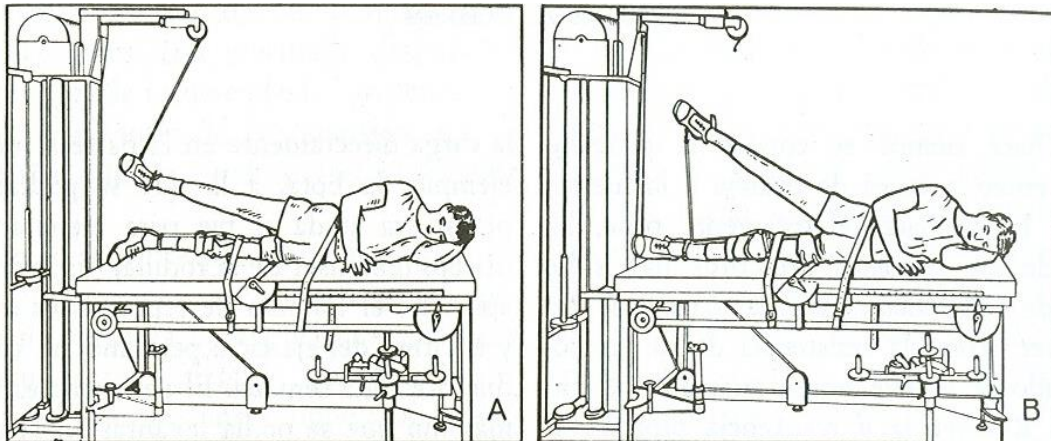
Entonces se deduce que con el uso de una polea fija no se obtiene ahorro de fuerza, pero proporciona seguridad y comodidad al trabajar con ella.

La condición de equilibrio de una polea fija es que la fuerza motriz sea igual a la resistencia.

Se la puede considerar como una palanca de primer género de brazos iguales.

Si vemos sus aplicaciones podemos encontrarla más beneficios: por ejemplo cuando se utiliza como roldana para subir agua de un pozo, o un balde en un edificio en construcción, un ascensor, etc. Con esto se concluye que la polea fija cambia únicamente la dirección de la fuerza.

Ejemplo de poleas fija:



Problema:

Se construye un ascensor a escala, el cual es sometido a una fuerza de $F = 21.17 \text{ N}$, determine la masa de la carga expresada en kg. y la resistencia.

$$F = 21.17 \text{ N}$$

$$M = \text{¿?}$$

$$R = \text{¿?}$$

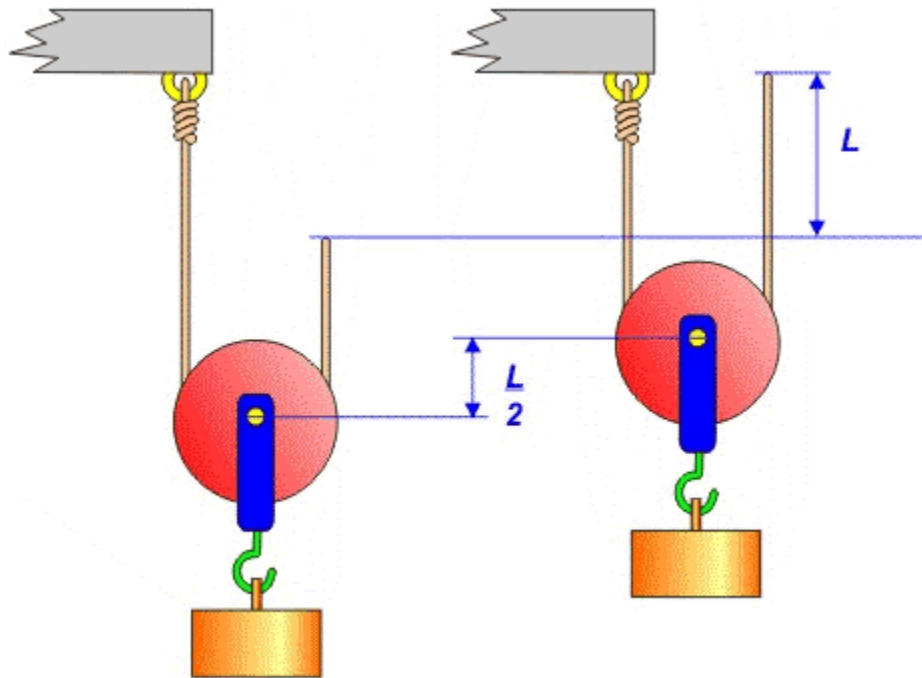
La fuerza debemos dividirla por 9.8, ya que la unidad Newton indica la aceleración en un segundo de un cuerpo de masa "m" . Por lo cual la masa es igual a 2.16 kg. Finalmente, la resistencia tiene un valor igual al de la fuerza. $R = 21.17$ N.

En el aparato locomotor también podemos encontrar el mecanismo de las poleas en aquellas situaciones en que los tendones cambian de dirección para ejercer su función.

Ejemplo de poleas fijas en acciones biomecánicas:

- Porción larga de bíceps, en el hombro
- Tendones flexores de los dedos de la mano
- Tendones peroneos
- Tendones de los músculos extensores de los dedos de la mano y del pie,
- etc.

Polea Móvil: A diferencia de la polea fija, la polea móvil se apoya sobre la cuerda, Este tipo de polea, junto al movimiento de rotación posee otro de traslación. El peso total R (peso de la polea más la carga) se descompone entre las dos ramas del cordel; luego el operador al aplicar su fuerza, hará solo la mitad de la resistencia.



Si se pone a trabajar una polea móvil veremos que la rotación se produce alrededor del punto 0. Para que esté en equilibrio, la suma de los torques producidos por la fuerza motriz y la resistencia debe ser 0.

Esto corresponde a:

La resistencia que actúa con brazo " r " y la fuerza F con 2 r.

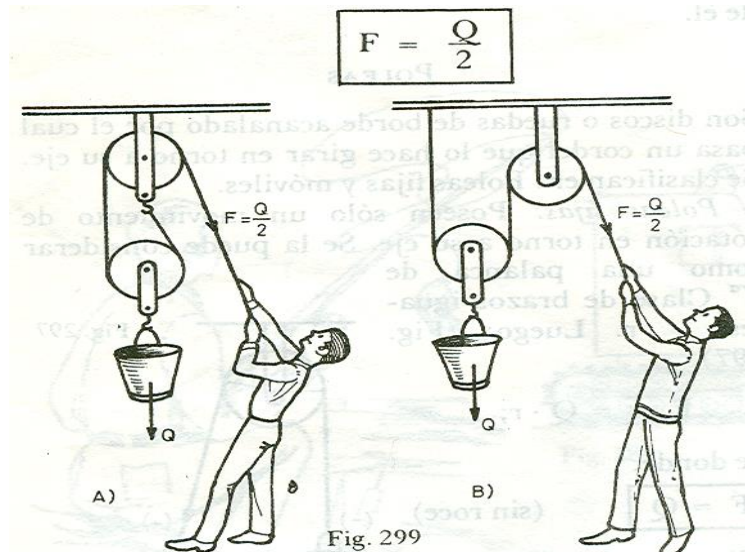
Luego:

$$F \times 2r = R \times r$$

De donde $F = \frac{R}{2}$

$$o \quad -R \times r + F \times 2r = 0$$

En la polea móvil se produce equilibrio cuando la fuerza motora es igual a la mitad de la resistencia. Esto quiere decir que la polea móvil economiza el 50 % de la fuerza (ventaja mecánica), pero es incómoda y peligrosa para trabajar; por este motivo se la usa combinada con una polea fija obteniéndose las ventajas de ambas; economía de fuerza y mayor comodidad para trabajar.



La figura muestra que para equilibrar, por ejemplo, 10 kg de carga., debe aplicar 5 kg. de fuerza. Como una de las ramas de la cuerda, se encuentra atada a un soporte, la fuerza motriz aplicada es de 5 kg. es decir, tendremos siempre que $R = F / 2$

Si observamos una polea móvil en acción, veremos que la rotación se produce alrededor del punto A. Para que esté en equilibrio, la suma de los momentos de la fuerza motriz debe ser nula.

$$M(F) + M = 0$$

$$M(F) = F \times 2r$$

Cuando se usa una polea móvil, la posición más favorable es aquella en que la fuerza motriz y la resistencia son paralelas.

Ejemplo:

Determine la fuerza aplicada sobre la cuerda, si la masa del objeto es de 6.78 kg, y si el desplazamiento de la carga fue de 205 mm.

Para obtener la fuerza motora debemos hacer el siguiente cálculo:

El valor de R es la masa de la carga más el de la polea por la gravedad que en este caso es de 9.8 por lo que = $66.44 \text{ kg m/seg}^2 \rightarrow 66.44 \text{ N}$

Reemplazamos en la fórmula y obtenemos que la fuerza debe tener valor 33.22 N, con esto también podemos ver la ventaja mecánica de este tipo de polea móvil es “disminuir la fuerza a la mitad”

Una carga de 20 kg. se coloca a 60 cent. de un extremo de un tablón que pesa 10 kilos y mide 1.6 m. El otro extremo se sujeta por medio de una polea móvil de 3.25 kg. que está unida a una fija. ¿Qué fuerza debe aplicarse en el extremo libre del cordel para mantener el equilibrio?

Como desconocemos el valor de la resistencia, debemos desarrollar primero la palanca física de 2°, que está sujeta a la polea.

$Q = 200 \text{ kg} \rightarrow 200 \text{ N}$. Es la resistencia de la palanca

$r = 60 \text{ cent.} \rightarrow 0.6 \text{ m}$. Brazo de la resistencia

$mg = 10 \text{ kg.} \rightarrow 100 \text{ N}$ fuerza de la palanca hacia la tierra

$v = 0.8 \text{ cent.}$ la mitad de la palanca

$d = 1.6 \text{ m}$. brazo de la fuerza motora (que la hace la polea móvil)

$P = ?$? Fuerza motora

De la siguiente fórmula

$$P \times d = \frac{mg \times v + Q \times r}{d}$$

Resolvemos

$$P = \frac{80 + 120}{1.6} = \frac{200}{1.6} = 125 \text{ N}$$

Esta fuerza P sumada al peso de la polea móvil, vendría siendo la resistencia, por lo tanto:

$$P + 32.5 \text{ N} = 157.5 \text{ N}$$

Y como la fórmula de las poleas móviles es de $F R / 2$ nos queda

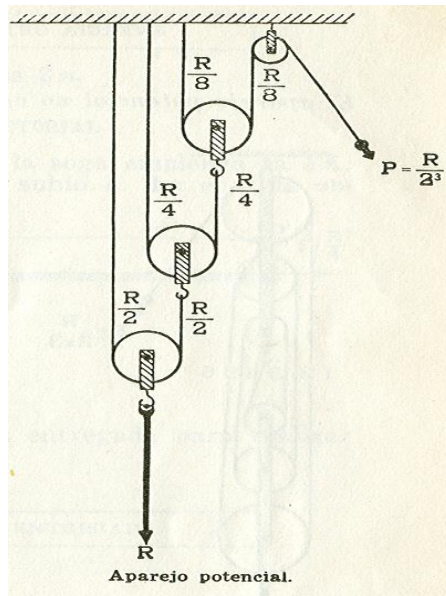
$$F = \frac{157.5}{2} = 78.75 \text{ N}$$

2

APAREJO POTENCIAL: Cada polea que entra en función, divide por dos el esfuerzo necesario. En general para un aparato con n poleas móviles, la condición de equilibrio es:

$$\mathbf{F = \frac{R}{2^n}}$$

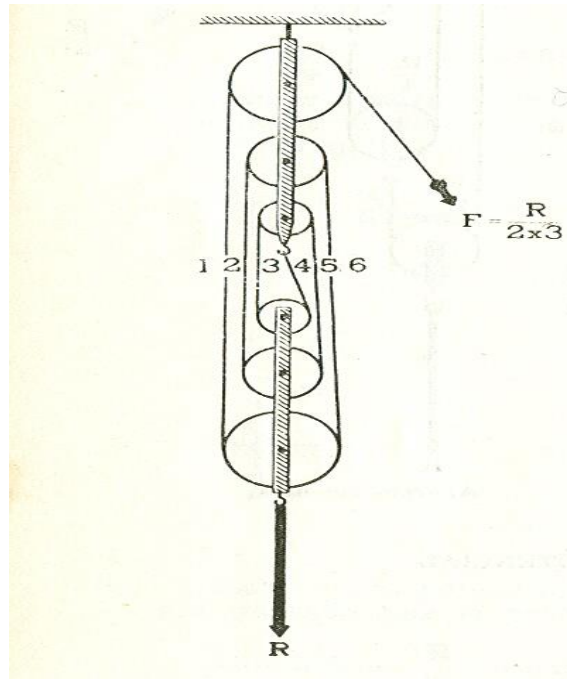
El número n de poleas móviles aparece como exponente de 2 y las potencias de 2 figuran como divisores de la resistencia. De ahí que este sistema de poleas se llama aparejo potencial.



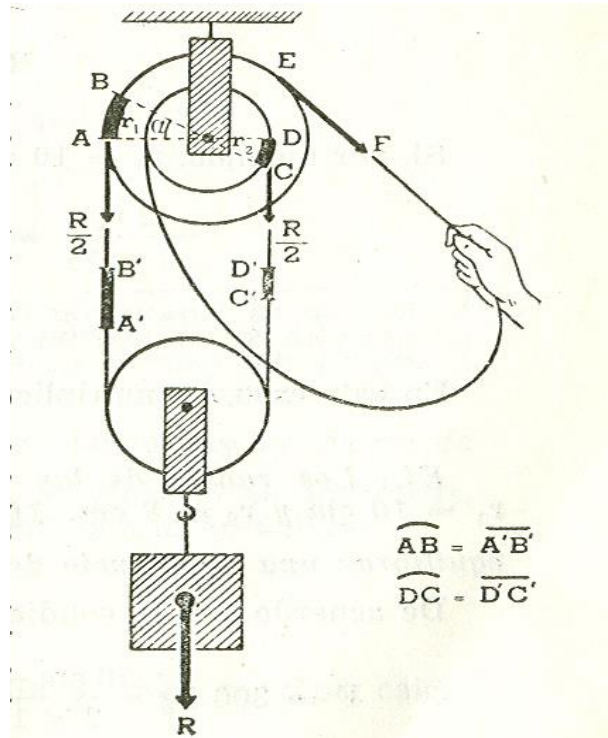
APAREJO FACTORIAL: Un determinado número de poleas fijas sujeta a la misma armadura. La resistencia está sostenida por 6 ramas de la soga, la fuerza motriz solo se ocupa de sostener una sola de esas 6 ramas:

$$\mathbf{F = \frac{R}{6} = \frac{R}{2} * 3}$$

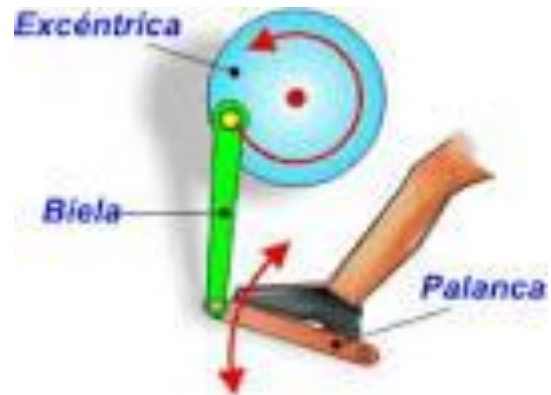
El número n de poleas móviles aparece como factor de 2 y de esto deriva el nombre de factorial:



APAREJO DIFERENCIAL: Son dos poleas fijas, de radios diferentes, rígidamente adosadas entre sí.



Poleas excéntricas

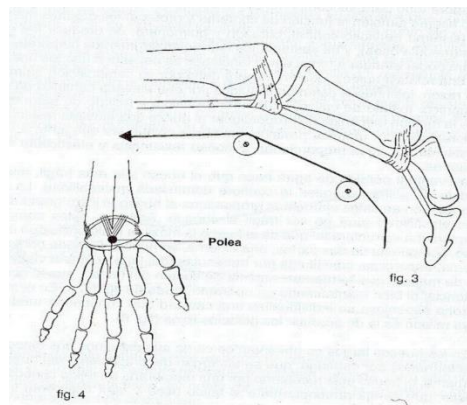




APLICACIÓN DE LAS POLEAS A LA DINÁMICA MÚSCULO ARTICULAR

Existen algunas estructuras óseas que pueden colocar al músculo en una situación análoga a las de las poleas. Efectivamente vemos que por ejemplo el maléolo interno, origina una modificación en la dirección de los tendones musculares, que movilizan el pie. Otro ejemplo es el tendón de inserción del peroneo lateral largo; este tendón se dirige directamente hacia abajo por a cara externa de la pierna, rodea el maléolo externo y se orienta hacia e cuboides, pasa a la rara inferior del pie y se inserta por último en la cuña interna y primer metatarsiano. El resultado es que la contracción de este músculo produce extensión del pie.

El efecto causado por una estructura ósea es remitir o modificar la dirección del tendón, sin alterar la intensidad de la fuerza muscular, salvo en lo que se refiere al roce hueso-tendón.



Otro ejemplo sería el músculo deltoides, el cual al pasar sobre la estructura ósea que forma el techo de la articulación del hombro, verá modificada su trayectoria del mismo modo que una cuerda al pasar por una polea fija.

Al modificar la dirección en que se aplica una fuerza, una polea puede brindar un mayor ángulo de inserción de lo que sería de otra forma posible. La rótula constituye un ejemplo; al pasar sobre este hueso, el tendón rotuliano aumenta su ángulo e inserción, con lo que se incrementa el componente rotatorio de la fuerza en desmedro del componente estabilizador. En flexión completa el tendón del tríceps braquial se refleja en la cara superior del olécranon como sobre una polea, ello contribuye a compensar su pérdida de eficacia al aumentar la flexión del codo.

El aparato extensor de la articulación de la rodilla se desliza sobre el extremo distal del fémur como una cuerda sobre una polea. En efecto, la tróclea femoral y la escotadura intercondílea forman un canal en cuyo seno se desliza la rótula. La rótula es un hueso plano y redondeado que se encuentra incluido en el tendón terminal del músculo cuádriceps; está recubierto, al igual que las superficies articulares por una capa de 3 a 4 mm. de cartílago hialino sobre su parte posterior que, al margen de colaborar, como es sabido a disminuir el coeficiente de rozamiento articular y absorber las fuerzas de compresión, tiene otra función mecánica, aumentando la ventaja mecánica del cuádriceps. Si consideramos estos tres o cuatro mm de cartílago hialino situado en la cara posterior de la rótula, más los tres o cuatro mm.

, situados en la cara anterior del conducto intercondíleo, podemos suponer que su estructura puede aumentar de 6 a 8 mm. Lo cual aumenta el ángulo de tiro del cuádriceps sobre la tibia.

Podemos decir que la rótula cumple dos funciones mecánicas importantes:

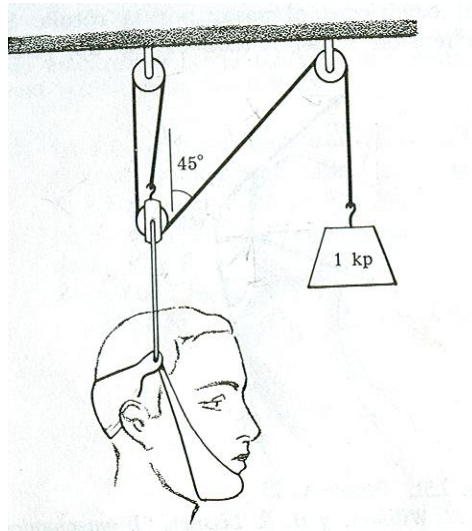
- Es una pieza imprescindible en la polea de tracción del cuádriceps
- Añade ventaja mecánica al cuádriceps durante la extensión de la rodilla o durante la actividad excéntrica del cuádriceps

Estos pocos ejemplos, seleccionados de un sinnúmero de casos nos demuestran como un elemento mecánico, como las poleas, están también representadas en la dinámica del aparato locomotor.

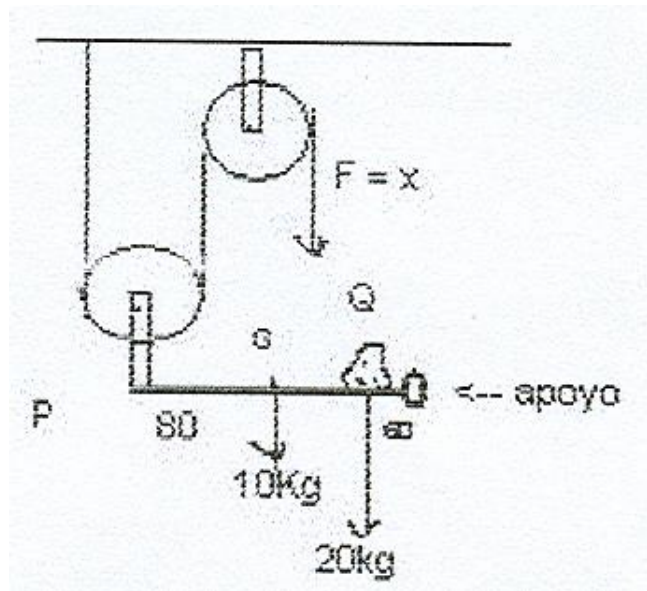
Problemas:

Hallar la fuerza total aplicada a la cabeza del paciente por el dispositivo de tracción

Resp. 2.5 kp.



Una carga de 20 kg. se coloca a 60 cent. de un extremo de un tablón que pesa 10 kg. que está unida a una fija. ¿Qué fuerza debe aplicarse en el extremo libre del cordel para mantener el equilibrio?



Desarrollo:

Como desconocemos el valor de la Resistencia (en este caso llamado P), debemos desarrollar primero la palanca física de segundo género, que está sujeta a la polea:

$Q = 20 \text{ fg.} = 200 \text{ N}$ Es la resistencia de la palanca

$R = 60 \text{ cent.} = 0.6 \text{ m.}$ Brazo de resistencia

$Mg = 10 \text{ kg.} = 100 \text{ N.}$ Fuerza de la palanca hacia la tierra

$V = 0.8 \text{ cent.}$ la mitad de la rueda (palanca)

$D = 1.6 \text{ m.}$ Brazo de la fuerza motora (que lo hace la polea móvil)

P ¿¿ ¿?

De la fórmula:

$$P \cdot d = mg \cdot v + Q \cdot r$$

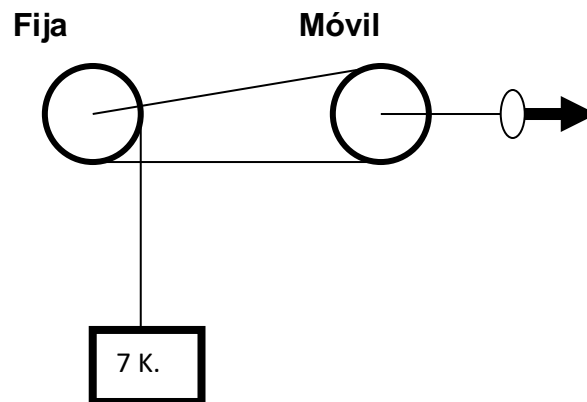
$$P = \frac{mg \cdot v + Q \cdot r}{D} = \frac{80 + 120}{1.6} = \frac{200}{1.6} = 125 \text{ N}$$

Esta fuerza P sumada al peso de la polea móvil. Vendría siendo la resistencia, por lo tanto:

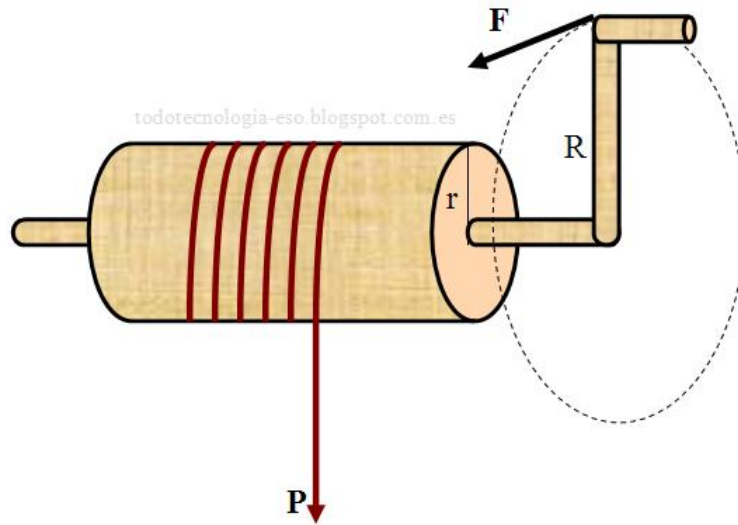
$$P + 32.5 \text{ N} = 157.5 \text{ N}$$

Y como la fórmula de las poleas móviles es $F = R / 2$, nos queda $F = \frac{157.5}{2} = 78.75 \text{ N}$

Calcular el valor de la fuerza desarrollada para levantar la carga

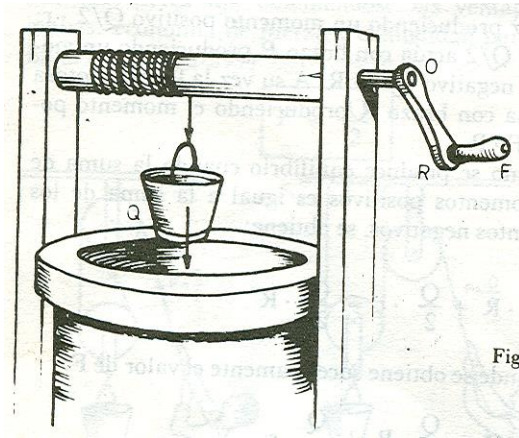


TORNO



Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado. El torno es una de las primeras máquinas inventadas remontándose su uso quizá al año 1000 y con certeza al 850 a. C. La imagen más antigua que se conserva de los primitivos tornos es un relieve hallado en la tumba de Petosiris, un sumo sacerdote egipcio que murió a fines del s. I. En 1250 nació el torno de pedal y pértiga flexible, que representó un gran avance sobre el accionado por arquillo, puesto que permitía dejar las manos del operario libres para manejar la herramienta. A comienzos del siglo XV se introdujo un sistema de transmisión por correa, que permitía usar el torno en rotación continua. A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci trazó en su Códice Atlántico el boceto de varios tornos que no pudieron ser construidos entonces por falta de medios pero que sirvieron de orientación para futuros desarrollos

El torno no es sino una palanca con forma apropiada para que de muchas vueltas y pueda enrollar una cuerda. Lo constituye un cilindro que, por medio de una manivela, gira alrededor de su eje que permanece fijo.



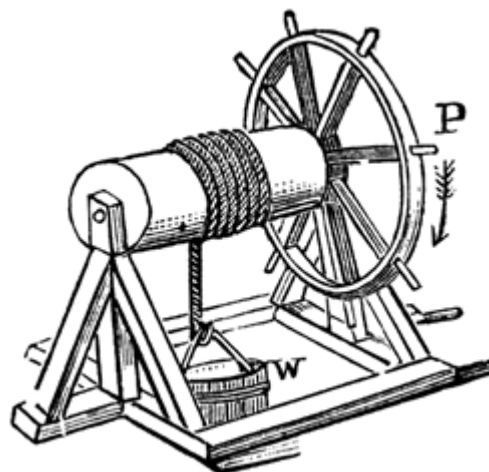
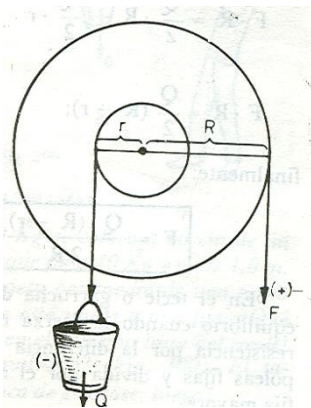
La condición de equilibrio del torno es la misma que la de las palancas: que la suma de la fuerza aplicada sea nula.

$$+ M (- F) + M (- R) = 0$$

$$F \times R = Q \times R$$

MULTIPLICACIÓN DEL TORNO

De la condición de equilibrio $F \times \frac{Q \times R}{R}$



El factor R / r es la multiplicación del torno.

Si por ejemplo la manilla tiene 40 cent. de largo y el radio del cilindro mide 10 cent., la multiplicación vale $40 / 10 = 4$

Cualquier fuerza que se aplique a la manilla, aparece en la periferia del cilindro multiplicada por cuatro.

El torno también se usa para multiplicar la velocidad, Si la manilla es de longitud menor que el radio, hay que hacer mayor fuerza que la resistencia, pero la periferia del cilindro se mueve con mayor velocidad que la mano.

EFEECTO DE TORNO Y SU EJE

Una modificación de la palanca, se halla en el principio del torno y su eje, utilizado por el cuerpo para determinar o impedir la rotación de un segmento. En los ejercicios con rotación de tronco, por ejemplo, los músculos oblicuos del abdomen traccionan el tronco como del borde de un torno y el tronco gira en dirección a esta tracción.

Esto constituye realmente una palanca de segundo género.

Normalmente la rotación es el resultado de la acción sinérgica de muchos músculos, cuya tracción es más oblicua que directa.

Con frecuencia un músculo se inserta sobre una tuberosidad o apófisis; esto aumenta la fuerza de tracción, prolongando el brazo de palanca. Es el caso de aquellos que se insertan en el troquín, troquiter, trocanter mayor, trocanter menor, tuberosidad bicipital, etc.

Ejemplo de algunos músculos que actúan en acción de torno:

Bíceps braquial

Músculos del manguito rotador

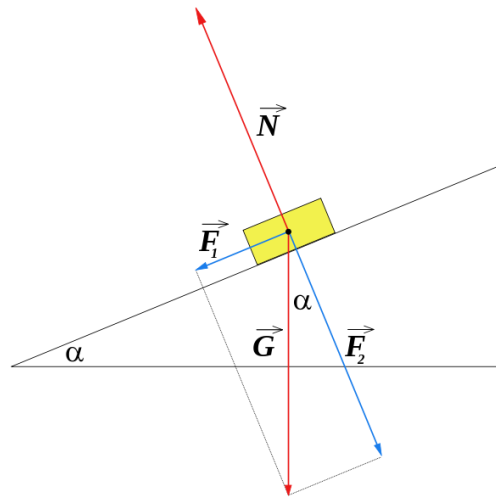
Pronador redondo

Supinador corto

Esternocleidomastoideo Etc.

PLANO INCLINADO

El plano inclinado es una máquina simple que consiste en una superficie plana que forma un ángulo agudo con el suelo y se utiliza para elevar cuerpos a cierta altura.

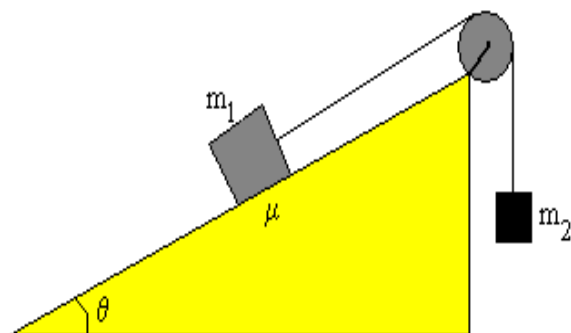


Tiene la ventaja de necesitarse una fuerza menor que la que se emplea si levantamos dicho cuerpo verticalmente, aunque a costa de aumentar la distancia recorrida y vencer la fuerza de rozamiento.



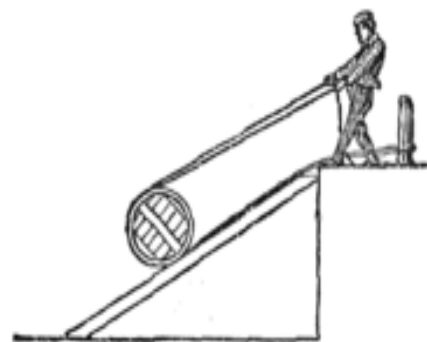
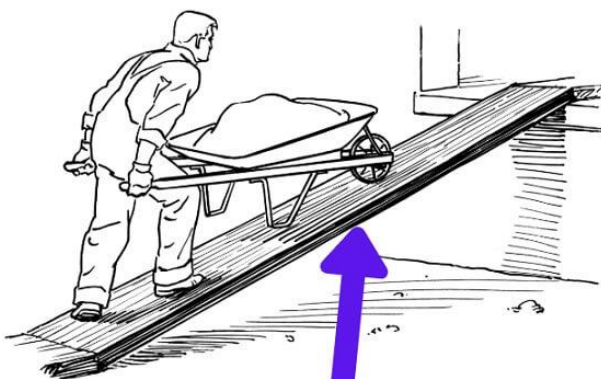
Las leyes que rigen el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado fueron enunciadas por primera vez por el matemático Simon Stevin, en la segunda mitad del siglo XVI.

Un bloque de masa m_1 se sitúa sobre un plano inclinado de ángulo θ . El bloque está conectado a otro bloque de masa m_2 que cuelga de su otro extremo mediante una cuerda inextensible que pasa por una polea ideal (de rozamiento y momento de inercia despreciables). Sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el bloque de masa m_1 y el plano inclinado es μ , estudiar el movimiento del sistema.



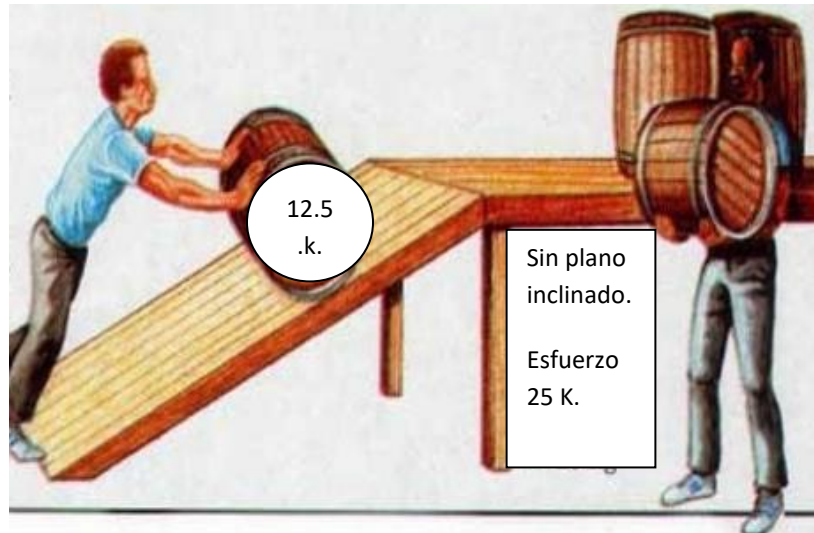
Por razón de simplicidad, supondremos que los coeficientes de rozamiento estático y cinético tienen el mismo valor μ .

Por ejemplo, la rampa o plano inclinado es una máquina simple que disminuye la fuerza aplicada al subir o bajar objetos pesados. Ejemplos de rampas son las que se construyen en lugares públicos para el desplazamiento de sillas de ruedas.



El **plano inclinado** es una máquina simple que consiste en una superficie plana que forma un ángulo agudo con el suelo y **se utiliza** para elevar cuerpos a

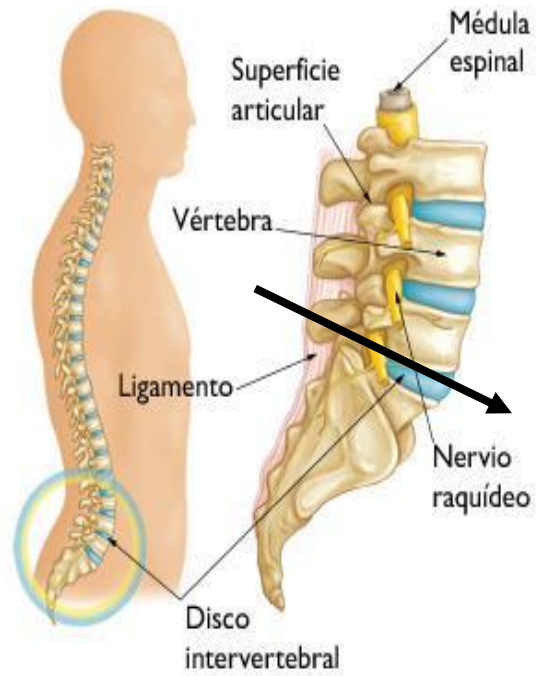
cierta altura. ... Un tobogán, una rampa, un camino empinado y un sendero en una colina son **planos** inclinados.



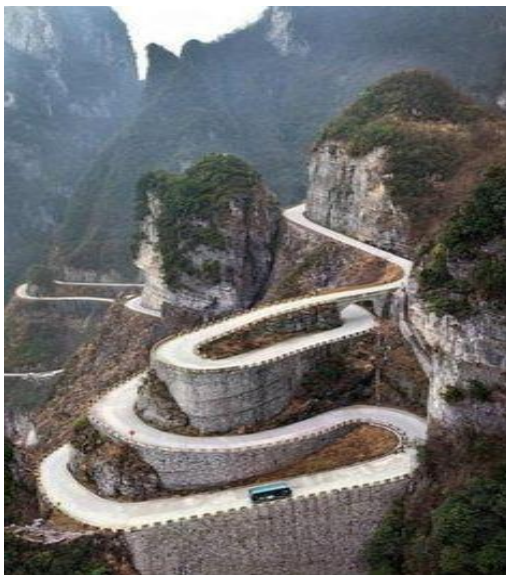
Plano inclinado de uso común y en el aparato locomotor



Tacos altos



PLANO INCLINADO PARA FACILITAR EL ASCENSO A LUGARES MUY ESCARPADOS O MAS ALTO



PLANO INCLINADO EN EL DEPORTE

En el deporte, el plano inclinado se transforma en el principal mecanismo con el cual se trabaja, ya sea favoreciendo la velocidad de desplazamiento en un movimiento de descenso o venciendo la resistencia que los movimientos de ascenso oponen al desplazamiento hacia arriba, logrando incrementos la fuerza y la resistencia



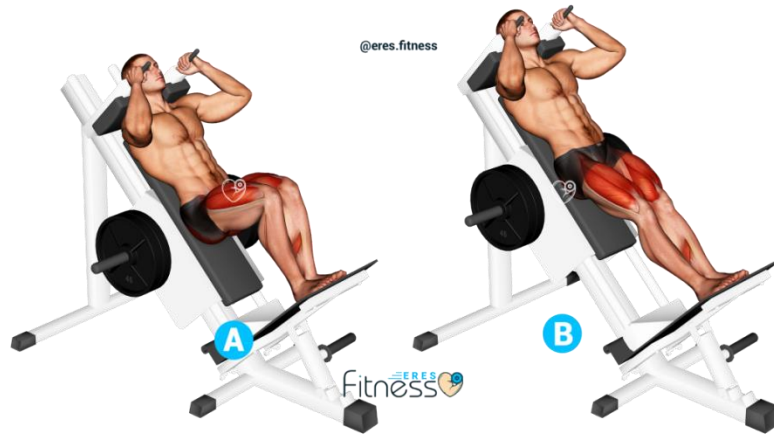
USO DEL PLANO INCLINADO EN EL GIMNASIO



Bancos con planos inclinados para favorecer el trabajo de ciertas fibras musculares de acuerdo a su dirección o disposición anatómica

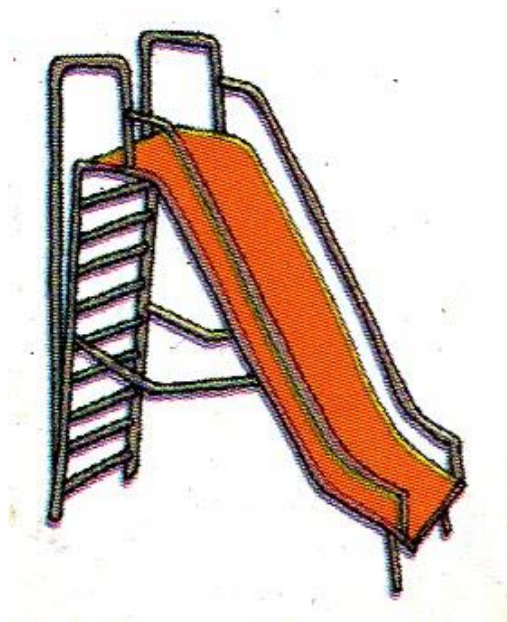


Máquinas de plano inclinado para el trabajo de piernas (modelos y sistemas de trabajo diferentes)





Plano inclinado en aparato de recreación infantil



Bibliografía

1. Alan H Cromer, Física Para Las Ciencias de La Vida, Edit. REVERTÉ S. A. 1996
2. Astrand Rodahl, Fisiología del Trabajo Físico, Edit Panamericana, 1985
3. Bombelli, Reantao, Artrosis de la Cadera, Edit Barcelona Salvat 1985
4. G. K. Strother, Física Aplicada A La Ciencias De La Salud Edit. Mc GraW- Hill 1977
5. Frumento Antonio, Biofísica, Edit Mexico: Centro de Ayuda técnica – 1995
6. Fundamentos Biomecánicos para el Análisis del Movimiento – Escuela de Educación Física – Universidad de Sao Paulo, 1996
7. Gonzalez Ibeas J. Introducción a la Física y Biofísica, Edit Madrid: Alhanbra - 1974
8. Gutierrez D. De La Cruz Marquez. Estructura Biomecánica de la Motricidad. INEF Granada 1988
9. Jarmo Ahonen, Kinesiología y Anatomía Aplicada a la Actividad Física, Edit Paidotribo, 1996
10. Jou David, Física para la Ciencia de la Vida, Edit: Madrid, Mc Graw - Hill
11. Maiztegui A. P. – Sabato J. A. Introducción a la Física. Edt. Kapelusz.
12. Mercado Schuler C. Curso de Física – Mecánica- 1964
13. Jarmo Ahonen, Tiina Latineen, Kinesilogía y Anatomía Aplicada a la Actividad Física Edit. Paidotribo 1996
14. Kapandji A. I. Fisiología articular Extremidad superior e inferior Edit Panamericana – 2002
15. Katryn Luttgens, Katharine F. Wells, Kinesiología Bases Científicas del Movimiento Humano – 1982
16. Rasch – Burke, Kinesiología y Anatomía Aplicada. Edit: El Ateneo - 1961
17. Rojo Alonso, Física, Edit Addison- Wesley Iberoamericana- 1979
18. Roger M. Enoka, Neuromechanics of Human Movement, Edit Human Kinetics, 2001
19. S. Fucci, M. Brnigni, V Formasari, Biomecánica del Aparato Locomotor Aplicada Al Acondicionamiento Muscular. Edit. ELSEVIER, 2003

20. Vladimir M Zatsiorsky, Kinetics of Human Motion, Edit Human Kinetics, 2002
21. Acero J. 2002 *Bases Biomecánicas para la actividad física y Deportiva*. Faid Ed. Pgs. 199 2ª Ed. Universidad De Pamplona. ISBN 98-958-97105-2-2
22. Acero J. (2009). Aplicabilidad de la Variabilidad en los Análisis Biomecánicos del Gesto y el Entrenamiento Deportivo. Biomecánica Deportiva y Control del Entrenamiento. EXPOMOTRICIDAD 2009: VII Seminario Internacional de Entrenamiento Deportivo. Control Biológico, técnico y táctico del rendimiento deportivo y biomecánico. Universidad de Antioquia. 27 al 30 de Octubre /2009. ISBN 978-958-714-306-5. Funámbulos editores. Pg. 45 a 88. Medellín Colombia