



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR

APUNTES DE CATEDRA

FISICA BIOLÓGICA

PROGRAMA DE LA MATERIA

Unidad N° 1: Conceptos introductorios y Materia

Introducción a la Física Biológica. Descripción y categorización de conceptos básicos en física. Materia y energía. Concepto y propiedades. Tipos de energía. Estructura atómica. Modelos atómicos. Descripción y diferencias. Nomenclatura atómica. Estructura electrónica. Átomo de Bohr.

Unidad N° 2: Mecánica

Fuerzas, concepto y sistemas. Momento de una fuerza. Palancas y máquinas simples: aparejos y plano inclinado. Primera y Segunda condición de equilibrio. Leyes de Newton. Concepto de masa y peso. Trabajo. Potencia. Energía Mecánica, Potencial, y Cinética.

Unidad N° 3: Fluidos

Presión en sólidos y líquidos. Presión atmosférica, absoluta, y manométrica. Densidad y peso específico. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Teorema fundamental de la hidrostática. Caudal. Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli.

Unidad N° 4: Termodinámica

Calor y temperatura. Calor específico. Capacidad calorífica. Propagación del calor. Dilatación lineal, superficial y volumétrica. Calorimetría. Intercambio de energía calórica. Equilibrio térmico. Termodinámica Cambios de fase. Primera y Segunda ley de la termodinámica. Producción y disipación del calor por el organismo. El hombre como sistema termodinámico. Aplicaciones biomédicas.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

UNIDAD I: CONCEPTOS INTRODUCTORIOS Y MATERIA

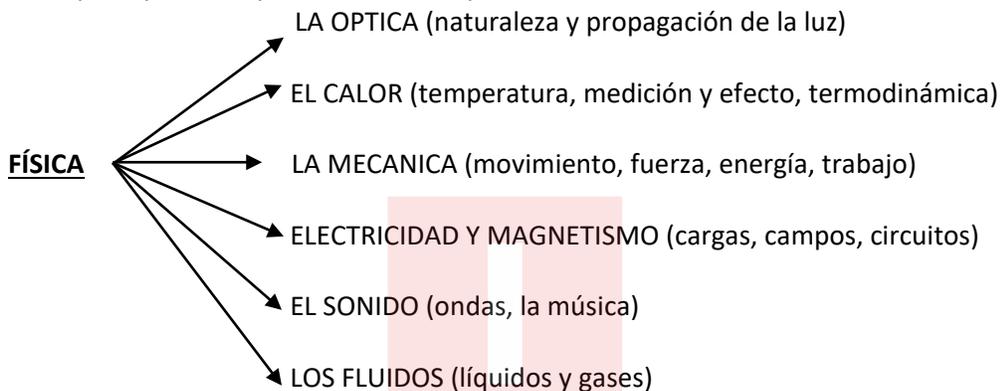
Introducción a la Física Biológica – Conceptos básicos para el estudio de la Física

La Física es la ciencia que observa la Naturaleza, y trata de describir las leyes que la gobiernan mediante expresiones matemáticas.

Hasta mediados del siglo XIX había textos y cursos en lo que se venía llamando Filosofía natural o experimental. Con este nombre se reconocía el contraste existente entre materias que dependían de experimentos y otras, tales como Literatura o Religión, que no. A medida que se acumulaban los resultados y las conclusiones de la Filosofía experimental, empezó a ser difícil para una sola persona trabajar en todo el campo, entonces aparecieron las subdivisiones. Bastante antes de 1850, la Química, la Astronomía, la Geología y otras disciplinas similares se separaron como ciencias independientes. El núcleo que fue quedando a medida que esto sucedía se denominó *Física*. Debido a su carácter central respecto a otras ciencias, la comprensión de la Física se requiere en muchas otras disciplinas.

La Física es una ciencia cuantitativa que incluye mecánica, fenómenos térmicos, electricidad y magnetismo, óptica y sonido. Estas materias son parte de la Física clásica. Si en la resolución de un problema físico deben

considerarse velocidades cercanas a la de la luz o tamaños comparables a los de un átomo, entonces se deben tener en cuenta los principios o leyes de la Física moderna, esto es, los descubrimientos del siglo XX. Estos principios incluyen la relatividad y la mecánica cuántica.



El progreso en el estudio de la naturaleza permitió al hombre ir descubriendo nuevos fenómenos y los logros obtenidos fueron la base sobre la que se asentaron la evolución y el desarrollo tecnológico. No es difícil reconocer que vivimos en un mundo científico y tecnológico; la física es una parte fundamental de nuestro mundo que influye en nuestra sociedad a cualquier escala, pues abarca desde lo infinitamente grande, la astrofísica, a lo infinitamente pequeño, la física de las partículas elementales. Por ello no debe extrañar la presencia de la física en todo lo que ha representado progreso científico y técnico.

No se puede anticipar cuál será el futuro de la física, pero estoy convencido que seguirá siendo una búsqueda emocionante, ya que aún quedan por descubrir maravillas del universo que hasta ahora son desconocidas.

LOS MÉTODOS DE LA FÍSICA

No solo el raciocinio y el sentido común son importantes para el estudio de la Física, de ahí que una vez observado un fenómeno natural se propone una teoría y a continuación se llevan a cabo experiencias a efectos de verificar si las predicciones de la teoría se cumplen; si resultan los experimentos la teoría se acepta y se da por válida y se convierte en ley.

Podemos definir el **método científico** como el proceso que sigue la comunidad científica para dar respuesta a sus interrogantes, la secuencia de procedimientos que usa para confirmar como regla o conocimiento lo que en origen es una mera hipótesis. El **método científico** consta fundamentalmente de cinco pasos:

1. Observación

Análisis sensorial sobre algo -una cosa, un hecho, un fenómeno,...- que despierta curiosidad. Conviene que la observación sea detenida, concisa y numerosa, no en vano es el punto de partida del método y de ella depende en buena medida el éxito del proceso.

2. Hipótesis

Es la explicación que se le da al hecho o fenómeno observado con anterioridad. Puede haber varias hipótesis para una misma cosa o acontecimiento y éstas no han de ser tomadas nunca como verdaderas, sino que serán sometidos a experimentos posteriores para confirmar su veracidad.

3. Experimentación

Esta fase del método científico consiste en probar -experimentar- para verificar la validez de las hipótesis planteadas o descartarlas, parcialmente o en su totalidad.

4. Teoría

Se hacen teorías de aquellas hipótesis con más probabilidad de confirmarse como ciertas.

5. Ley

Una hipótesis se convierte en ley cuando queda demostrada mediante la experimentación.

Materia ¿Qué es la materia?

Para entender cómo está formada la materia, tuvieron que pasar más de 20 siglos y esa pregunta no está resuelta del todo. En un principio existieron dos teorías. Una de ellas proponía a la materia como divisible hasta el infinito y que cada una de las partes conservaba las características de la totalidad de la cual surgió. La otra teoría propone que la división infinita de la materia es posible hasta cierto punto y que existe una cantidad mínima de la cual parte todo. A este modelo se le llamó modelo discontinuo de la materia. Y es ahí, en la misma Grecia, que surge la idea de una partícula básica, mínima, indivisible y en constante movimiento denominada átomo. Y aunque esta idea nació hace tantísimo tiempo, no fue retomada sino más de 2000 años después. Cuando se empiezan a estudiar con más detalle el estado gaseoso, los científicos son capaces de explicar el comportamiento de los gases imaginando que están formados por partículas y espacio vacío, de esta manera es posible comprender propiedades como la expansión y la compresión.

Así es como surgió el modelo cinético de partículas, que más tarde se adapta a los demás estados de la materia con muy buenos resultados. Bajo esta perspectiva, debemos considerar que en la época de Newton, por ejemplo, átomo y partícula eran tratados como sinónimos, la realidad es que no lo son. En la actualidad se concibe una partícula como porción mínima de materia que conserva las características y propiedades de la totalidad de la materia que forma parte. A partir de estos estudios nace un modelo basado en la existencia de las partículas, el cual es llamado “modelo cinético de partículas”, entre sus postulados básicos están los siguientes:

Toda la materia está formada por partículas.

Las partículas se encuentran siempre en movimiento.

Las partículas interactúan entre sí con fuerzas de mayor o menor intensidad

La distancia que existe entre partícula y partícula es muy grande en comparación con su tamaño

Los choques entre partícula-partícula y entre la partícula y la pared del recipiente en donde se encuentran ocurren sin pérdida de energía.

La energía cinética promedio de las partículas es proporcional a su temperatura.

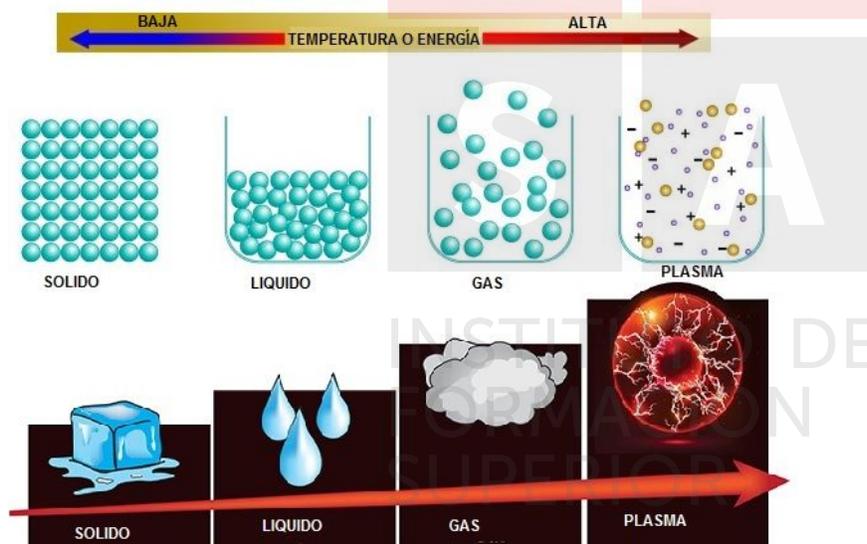
En la actualidad se conoce como materia a todo aquello que tiene una masa y ocupa un lugar en el espacio, entendiendo por masa a la cantidad de materia que contiene un cuerpo.

Básicamente podemos encontrarla en tres estados de agregación o estados físicos que son: **sólido, líquido y gaseoso**; pero en la actualidad se aceptan cinco estados de la materia.

El cuarto estado corresponde al **plasma** que es considerado un fluido semejante a un gas en el cual, una parte de las partículas están ionizadas. Este estado es muy común en el universo, las estrellas, los bordes de los relámpagos y la ionósfera de la Tierra están en este estado. No es considerado un gas porque presenta características que el estado gaseoso no presenta, el aporte de energía a un gas trajo como consecuencia que el mismo se haya energizado hasta llegar al punto de que algunos electrones se liberan de los átomos que forman el gas pero siguen conviviendo juntos, los electrones liberados y los átomos ahora convertidos en iones, en estas condiciones se presentan por ejemplo, efectos colectivos bajo la influencia de campos magnéticos y se conduce la corriente eléctrica.

El quinto estado de la materia fue predicho por Satyendra Nath Bose y Albert Einstein en 1924. Para ellos, resultaba imposible poder comprobarlo de manera experimental, pero en la actualidad se ha conseguido ver el condensado y comprobar su existencia. Se le nombra así como **condensado de Bose-Einstein**, es el estado de agregación de la materia que se da en ciertos materiales a temperaturas muy cercanas al cero absoluto (-273 °C). La Propiedad que lo caracteriza, es que una gran cantidad de partículas del material pasan a estar en el nivel de energía mínima llamado estado fundamental de la materia y posee dos características únicas denominadas superfluidez y superconductividad. La superfluidez significa que la materia deja de tener fricción y la superconductividad indica resistencia eléctrica nula, debido a estas características, el estado condensado de Bose-Einstein tiene propiedades que pueden contribuir en la transmisión de energía por luz, por ejemplo, si la tecnología permite alcanzar temperaturas extremas.

ESTADOS DE LA MATERIA



Cambios físicos y químicos de la materia

La materia es susceptible de sufrir cambios, tanto físicos como químicos.

En la naturaleza se producen continuamente cambios o transformaciones. Vamos a clasificar estos cambios en dos tipos: químicos y físicos.

Cambios químicos: Son aquellos en los que unas sustancias se transforman en otras sustancias diferentes, con naturaleza y propiedades distintas.

Por ejemplo se producen cambios químicos cuando una sustancia arde, se oxida o se descompone.

Cambios físicos: Son todos aquellos en los que ninguna sustancia se transforma en otra diferente.

Por ejemplo se producen cambios físicos cuando una sustancia se mueve, se le aplica una fuerza o se deforma.

Propiedades de la Materia

Propiedades generales

Las presentan los sistemas materiales sin distinción y por tal motivo no permiten diferenciar una sustancia de otra. A algunas de las propiedades generales se les da el nombre de extensivas, pues su valor depende de la cantidad de materia, tal es el caso de la masa, el peso, volumen. Otras, las que no dependen de la cantidad de materia sino de la sustancia de que se trate, se llaman intensivas, y es su paradigma la densidad.

Propiedades extensivas

Son las cualidades de la materia dependientes de la cantidad que se trate. Son aditivas y de uso más restringido para caracterizar a las clases de materia debido a que dependen de la masa. Si se tienen 6 ml de lejía en un recipiente y se añaden 4 ml el volumen de lejía es ahora de 10 ml; la propiedad física llamada volumen varió directamente al variar la cantidad de materia.

Propiedades intensivas

Son las cualidades de la materia independientes de la cantidad que se trate, es decir no dependen de la masa, no son aditivas y por lo general resultan de la composición de dos propiedades extensivas. El ejemplo perfecto lo proporciona la densidad, que relaciona la masa con el volumen, el punto de fusión, el punto de ebullición, el coeficiente de solubilidad, el índice de refracción, el módulo de Young, etc.

Propiedades químicas

Son propiedades distintivas de las sustancias que se observan cuando se combinan con otras, es decir, que les pasa en procesos por los que, por otra parte, las sustancias originales dejan generalmente de existir, formándose con la misma materia otras nuevas. Las propiedades químicas se manifiestan en los procesos químicos (reacciones químicas), mientras que las propiedades propiamente llamadas propiedades físicas, se manifiestan en los procesos físicos, como el cambio de estado, la deformación, el desplazamiento, etc.

Ejemplos de propiedades químicas:

- corrosividad de ácidos
- poder calorífico
- acidez
- reactividad

Otras propiedades físicas de los materiales

Las propiedades físicas de los materiales dependen de la materia con la que están formados. En física se las diferencia en propiedades extensivas (peso, área, volumen) cuando dependen de la cantidad de materia o intensivas las que no están relacionadas con la cantidad de materia existente (densidad, punto de fusión, resistividad eléctrica, etc).

Propiedades Ópticas

Este tipo de propiedades están relacionadas con la posibilidad de un material de absorber la energía de las radiaciones electromagnéticas. Dentro de éstas adquieren particular importancia las que tienen longitud de onda entre 400 y 700 nanómetros ya que son las que el ojo humano detecta y constituyen lo que se conoce como luz o radiación luminosa y por eso se habla de propiedades ópticas (relativas a la visión).

Propiedades eléctricas

La posibilidad de permitir la circulación de la energía eléctrica está relacionada con la estructura electrónica de la materia. Sólo en los materiales metálicos existen electrones relativamente libres (nube electrónica) y se comportan como conductores y su comportamiento es diferente del de los materiales orgánicos y cerámicos que se pueden utilizar como aislantes eléctricos.

Propiedades térmicas

Para analizar el comportamiento de un material al recibir energía térmica se debe tener en cuenta si conduce esa energía, y también, cuánta energía absorbe; esto está relacionado con su calor específico. Cuando se tienen en cuenta ambas propiedades (conducción y absorción) se analiza la denominada difusibilidad térmica propiedad que da una idea de la capacidad aislante de un material. Los materiales cerámicos y los orgánicos no conducen la energía térmica con facilidad, pero los orgánicos son los que más la absorben (sus moléculas, debido a su tamaño, requieren más energía para adquirir movilidad). La acción aislante obtenida con materia orgánica es superior a la lograda con la cerámica. Otro aspecto relacionado con la energía térmica absorbida por un material se refiere a los cambios dimensionales que ello determina. Si a un cuerpo, por ejemplo una varilla, cambia su temperatura, es decir que se lo calienta o se lo enfría, experimenta un cambio en sus dimensiones.

Propiedades magnéticas

Las propiedades de un material que actúa como imán atrayendo o rechazando a otro de acuerdo con los polos que se enfrenten, está determinada por la naturaleza de los átomos (específicamente algunos de sus electrones) presentes en la estructura.

Propiedades Mecánicas de los Materiales Biológicos

Las propiedades mecánicas de los materiales permiten diferenciar un material de otro ya sea por su composición, estructura o comportamiento ante algún efecto físico o químico. En el caso particular de los huesos la relación entre las propiedades estructurales, las propiedades mecánicas y el comportamiento mecánico es complicada y supone todo un desafío. La comprensión de esta relación es de gran importancia ya que ayuda a entender el comportamiento del hueso sometido a constantes cargas fisiológicas, identifica

las áreas más susceptibles a la fractura y permite predecir los efectos de distintas patologías y de los tratamientos de las mismas en la resistencia del hueso.

La Elasticidad

Un cuerpo elástico se define como aquel que puede recuperar su forma y tamaño original cuando la fuerza que lo deformó deja de actuar sobre él. Las banditas elásticas, pelotas de golf, trampolines, pelotas de fútbol y resortes son ejemplos comunes de cuerpos elásticos. La plastilina y la arcilla de moldear son ejemplos de cuerpos inelásticos (plásticos) ya que una vez desaparecida la fuerza que lo deformó no recuperan su tamaño y forma original. .

Se dice que un material cuya deformación cesa con la desaparición de las cargas (fuerzas), se comporta de manera elástica. Todos los materiales estructurales son elásticos en cierto grado. Si no lo fueran y quedara en la estructura una deformación residual una vez retiradas las cargas, nuevas cargas incrementarían dicha deformación y la estructura quedaría inutilizada. Ningún material estructural es perfectamente elástico: según el tipo de estructura y el tipo de cargas, las deformaciones permanentes son inevitables cuando las cargas sobrepasan ciertos valores.

Por lo tanto, las cargas deben limitarse a valores que no produzcan deformaciones permanentes apreciables.

ESFUERZOS

Todos los materiales cambian su forma volumen o ambos bajo la influencia de un esfuerzo. Se define como la razón de una fuerza aplicada $[F]$ y el área $[A]$ sobre la que actúa.

Tipos de Esfuerzos

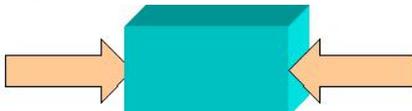
Las cargas aplicadas originan en los elementos estructurales uno o varios tipos de fuerzas:

Las Fuerzas Axiales: originan esfuerzos que se clasifican en dos tipos:

1. **Esfuerzos de Tracción:** originados por Fuerzas que tienen la tendencia a estirar los elementos.

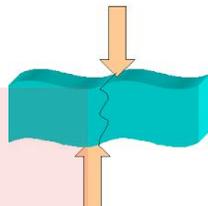


2. **Esfuerzos de Compresión:** Originados por Fuerzas que tienden a comprimir los elementos.

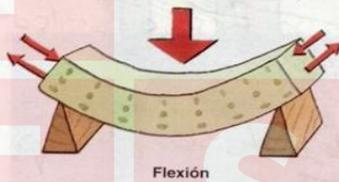


Las fuerzas No Axiales originan los siguientes esfuerzos:

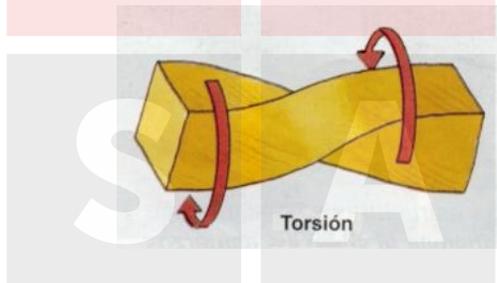
1. **Esfuerzo de Corte:** Producidos por Fuerzas que tienden a cortar o desplazar secciones adyacentes de los elementos.



2. **Momento de Flexión:** Originado por fuerzas que tienen tendencia a flexionar o doblar los elementos.

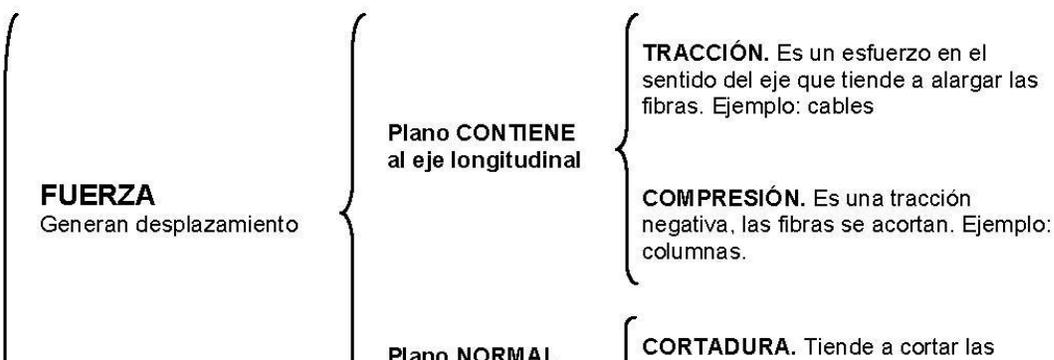


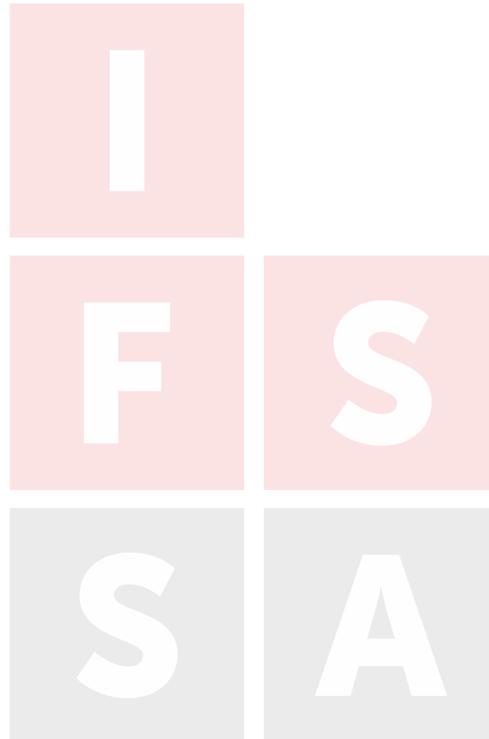
3. **Momento de torsión:** Producido por fuerzas que a los elementos tienen la tendencia a torsionar o torcerlos



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR

RESUMEN





Energía ¿Qué es la energía?

Se conoce como energía la capacidad de los sistemas materiales o cuerpos, de transferir calor o realizar un trabajo. Así siendo, a medida que un cuerpo trasfiere calor o realiza un trabajo, pierde energía.

Los cambios físicos y químicos de la materia, son producidos por la energía.

Existen varios tipos de energía.

Energía potencial: Energía que posee una sustancia o materia por su composición química o posición en el espacio. Es la capacidad de realizar un trabajo por medio de la posición.

Una hoja de guillotina sujeta en lo alto por una cuerda y una polea es un ejemplo de un objeto que posee energía potencial. Si la cuerda se corta, la hoja descenderá y realizará su tarea. Se necesita realizar un trabajo para llevar la hoja de la guillotina a su posición elevada y, por este motivo, se dice que la hoja tiene una energía potencial. Otros ejemplos de objetos que poseen energía potencial incluyen una montaña rusa en lo alto de la pendiente y el muelle extendido de una puerta abierta.

Energía cinética: Energía que posee una sustancia o materia gracias a su movimiento dentro del espacio.

Toda la materia en movimiento posee energía cinética: un automóvil moviéndose, un molino de viento girando, una hoja de guillotina cayendo. Estos sistemas pueden hacer todo su trabajo debido a su movimiento.

Energía química: es la energía liberada por una reacción química.

Un ejemplo importante de este tipo de energía es la que se proporciona a nuestros cuerpos mediante reacciones químicas que afectan a los alimentos que comemos. En el nivel molecular, esta área de la ciencia se denomina bioquímica. La energía liberada cuando explota dinamita es el ejemplo más espectacular de energía química.

Energía eléctrica: representa el trabajo que puede hacerse cuando un electrón se mueve a través de una diferencia de potencial eléctrico (voltaje).

La forma más familiar de energía eléctrica es la electricidad doméstica normal, que conlleva el movimiento de electrones a través de un hilo de cobre por una diferencia de potencial eléctrico de 110 voltios (V). Todos los aparatos eléctricos, como los motores, calentadores y ventiladores, funcionan mediante el uso de energía eléctrica.

Energía térmica (calor): es la energía del movimiento en el nivel atómico y molecular.

Es la energía cinética de las moléculas y está estrechamente relacionada con la temperatura. Cuanto más rápido vibran las moléculas de una sustancia, mayor energía térmica contiene la sustancia y mayor es su temperatura.

Energía nuclear: es la energía contenida en el núcleo de un átomo.

Podemos controlar la liberación y la utilización de este tipo de energía en centrales nucleares de energía eléctrica. Un ejemplo de liberación no controlada de energía nuclear es la bomba atómica.

Energía electromagnética: es quizá la forma menos familiar de energía. Sin embargo, es la más importante para nuestro objetivo, ya que es el tipo de energía que se utiliza en los rayos X. Además de los rayos X, la energía electromagnética incluye las ondas de radio, las microondas y la luz ultravioleta, infrarroja y visible. Así como la materia puede transformarse de un tamaño, estado y forma a otros, también la energía puede transformarse de un tipo a otro. Por ejemplo, en radiología la energía eléctrica en un sistema de imagen de rayos X se utiliza para producir energía electromagnética (el rayo X), que se convierte en energía química en la película radiográfica.

Reconsidere ahora el hecho de que todas las cosas pueden clasificarse como materia o energía. Mire a su alrededor y piense en alguna cosa y debería convencerse de este hecho. Debería ser capaz de clasificar cualquier cosa como materia, energía o ambas.

Con frecuencia, materia y energía existen juntas: un automóvil en movimiento tiene masa y energía cinética, el agua hirviendo tiene masa y energía térmica, la Torre inclinada de Pisa tiene masa y energía potencial.

Quizá la propiedad más extraña asociada con la materia y la energía es que son intercambiables, una característica descrita por primera vez por Albert Einstein en su famosa teoría de la relatividad. La ecuación de equivalencia masa energía de Einstein es una piedra angular de esta teoría. Esta equivalencia masa-

energía es la base de la bomba atómica, las centrales de energía nuclear y ciertas técnicas de imagen de medicina nuclear. La energía emitida y transferida en el espacio se denomina radiación. Cuando la cuerda de un piano vibra se dice que irradia sonido; el sonido es una forma de radiación. Las ondas irradian desde el punto donde cae una piedra en un charco tranquilo.

La luz visible, una forma de energía electromagnética, es irradiada por el sol y con frecuencia se denomina radiación electromagnética. De hecho, la energía electromagnética viajando a través del espacio normalmente se denomina radiación electromagnética o simplemente radiación.

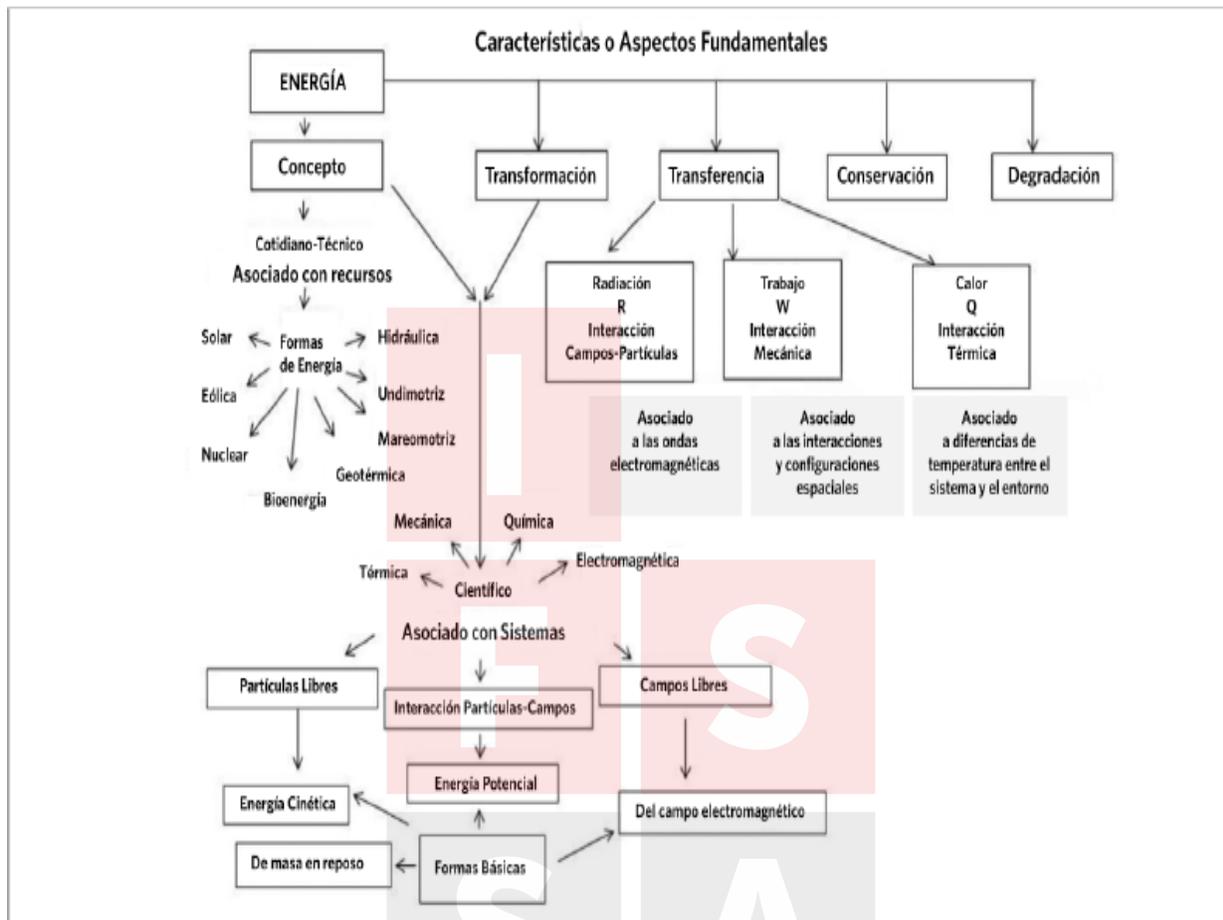
En los procesos químicos, es frecuente el intercambio de calor. Muchas reacciones químicas desprenden calor (cualquier combustión), son exotérmicas, sin embargo, otros procesos que absorben calor del entorno, son endotérmicos. El proceso de vaporización del agua líquida es endotérmico ya que requiere un aporte de calor. Energía que posee una sustancia o materia por su composición química o posición en el espacio.

Características básicas del concepto científico de energía

Para ir sentando las bases científicas del concepto de energía que utilizaremos desarrollaremos cuatro características o aspectos que debería tener asociados el concepto científico de energía: **la transformación, la transferencia o transmisión, la conservación y la degradación.**

Globalmente, lo anterior nos conduce a aceptar que cada vez que nombramos la palabra “energía” (o un sinónimo de ella), en el contexto de las ciencias, pensamos en las formas básicas en que la podemos imaginar; en las diversas maneras de transferirla entre un sistema que elijamos para analizar y su entorno; en el principio (en el cual creemos porque, dentro de la incertidumbre experimental, nadie ha demostrado lo contrario) que si sumamos bien todas las contribuciones asociadas a las diferentes formas de energía tanto del sistema como de sus alrededores y los modos de transmitirla, siempre obtendremos la misma cantidad y, finalmente, en un segundo principio que sostiene que aunque la cantidad que llamamos energía permanezca constante, no significa que podamos seguir realizando procesos para “rehabilitar” las formas de energía que contabilizábamos al inicio; es decir, tenemos la misma cantidad de energía pero sin la misma disponibilidad (o “calidad”) para transformarla a favor nuestro.

Presentamos a continuación un esquema con el propósito de formarnos una idea integral de las diversas características y significados que incluye el concepto de energía, así como de algunas de las formas existentes, este cuadro representa *una versión particular* de concebir el concepto de energía y debemos considerarlo como “una” representación posible y no “la única”.



La energía ha sido definida como la capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. La radiación electromagnética posee energía que depende de su frecuencia y, por tanto, de su longitud de onda. Esta energía se comunica a la materia cuando absorbe radiación y se recibe de la materia cuando emite radiación.

La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición es la energía potencial. Por ejemplo, un péndulo que oscila tiene una energía potencial máxima en los extremos de su recorrido; en todas las posiciones intermedias tiene energía cinética y potencial en proporciones diversas. La energía se manifiesta en varias formas, entre ellas la energía mecánica, térmica, química, eléctrica, radiante o atómica. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados. En el proceso de transformación puede perderse o ganarse una forma de energía, pero la suma total permanece constante.

No deben utilizarse los términos de transformación y transferencia de energía indistintamente, como tampoco los de degradación y disipación. Transformación es un concepto que implica que la energía pasa de una forma a otra. Por consiguiente, la utilización de este vocablo dependerá de qué concepto se tenga de

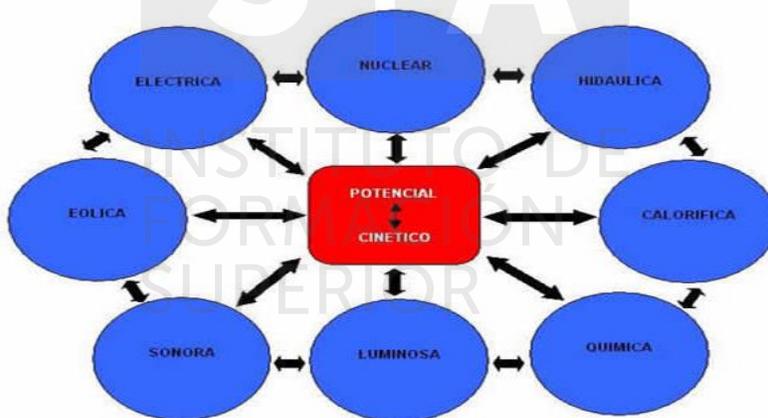
formas de energía. En relación con la transferencia de energía, este proceso se refiere al paso de energía desde un sistema a otro, sin tomar en consideración si esa energía se transforma o no.

Cuando se habla de degradación, se quiere indicar que la energía se transforma en una forma menos útil o aprovechable para producir determinados cambios. Cuando la energía cinética asociada al movimiento de un martillo se transforma en energía interna del martillo y del clavo, esa energía se va disipando al aire que los rodea, lo que equivale a extenderse o repartirse entre mayor número de partículas cada vez.

Un peso suspendido de una cuerda tiene energía potencial, debido a su posición, puesto que puede realizar trabajo al caer. Una batería eléctrica tiene energía potencial en forma química. Un trozo de magnesio también tiene energía potencial en forma química, que se transforma en calor y luz si se inflama. Al disparar un fusil, la energía potencial de la pólvora se transforma en la energía cinética del proyectil. La energía cinética del rotor de una dinamo o alternador se convierte en energía eléctrica mediante la inducción electromagnética. Esta energía eléctrica puede, a su vez, almacenarse como energía potencial de las cargas eléctricas en un condensador o una batería, disiparse en forma de calor o emplearse para realizar trabajo en un dispositivo eléctrico.

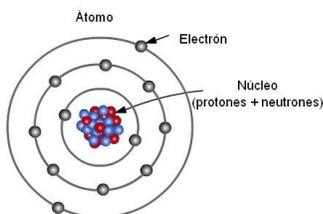
Todas las formas de energía tienden a transformarse en calor, que es la forma más degradada de la energía.

TRANSFORMACIONES DE LA ENERGÍA



Las distintas formas de manifestarse la energía se pueden transformar de una en otra.

El átomo y su estructura



En el átomo distinguimos dos partes: el núcleo y la corteza.

El núcleo es la parte central del átomo y contiene partículas con carga positiva, los protones y partículas que no poseen carga eléctrica, es decir son neutras, los neutrones. La masa de un protón es aproximadamente igual a la de un neutrón. Todos los átomos de un elemento químico tienen en el núcleo el mismo número de protones. Este número, que caracteriza a cada elemento y lo distinguen de los demás es el número atómico y se lo representa con letra Z.

La corteza es la parte exterior del átomo. En ella se encuentran los electrones, con carga negativa. Estos ordenados en distintos niveles giran alrededor del núcleo. La masa de un electrón es una 2000 veces menor que la de un protón.

Los átomos son eléctricamente neutros, debido a que tienen igual número de protones que de electrones. Así, el número atómico también coincide con el número de electrones.

Modelos atómicos:

El átomo en el tiempo

500 años AC Demócrito y Leucipo

2400 años después evidencias experimentales y el desarrollo natural del conocimiento

Michael Faraday al realizar experiencias con **ELECTRICIDAD** propone la naturaleza eléctrica de la materia

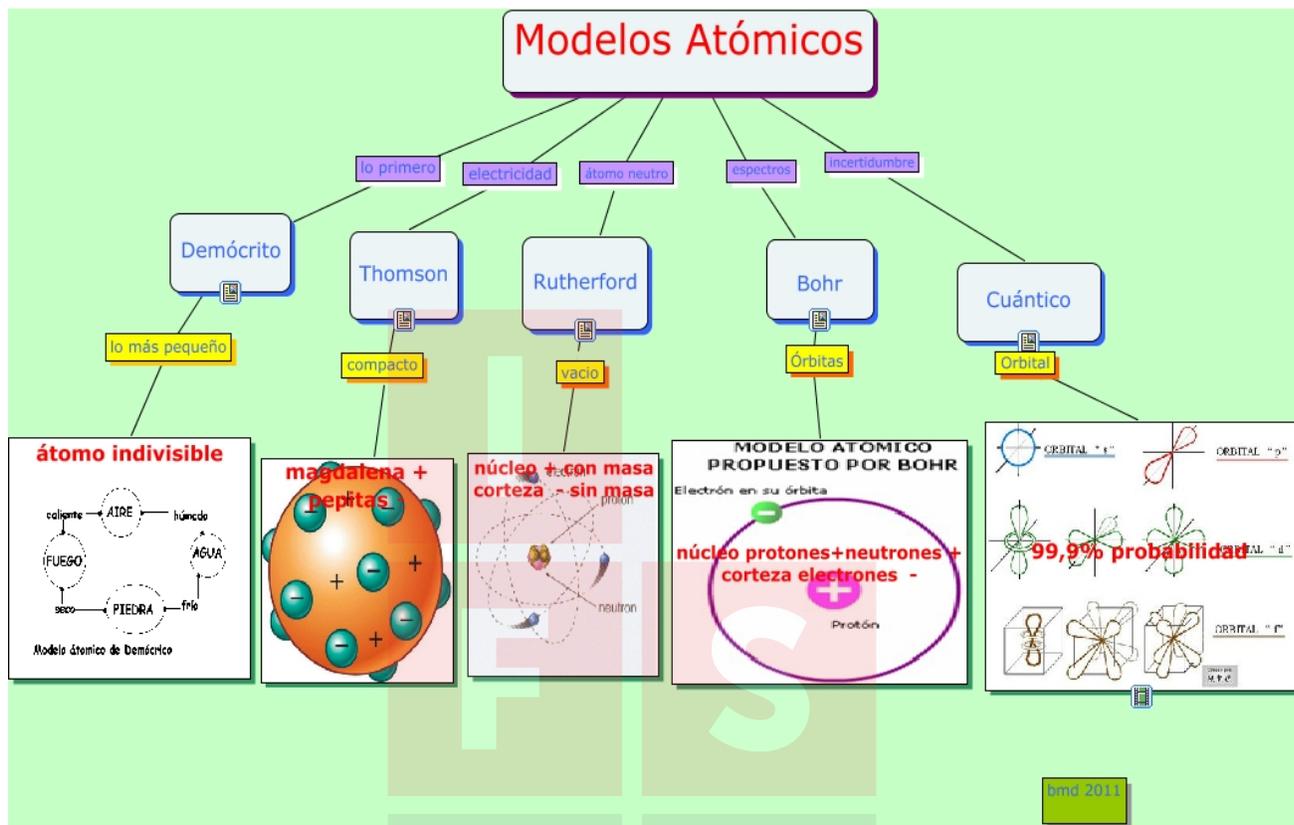
1808 John Dalton propone la primera **Teoría Atómica**, representando al átomo como una esfera compacta indivisible e indestructible. El modelo se sustenta en 4 postulados.

1850 William Crookes al trabajar con tubos de descarga descubre los **rayos catódicos**

1896 Henri Becquerel al estudiar la fluorescencia que emite un mineral de Uranio (plechblenda) descubre casualmente la **RADIATIVIDAD**, propiedad de los átomos de ciertos elementos a desintegrar su núcleo espontáneamente generando partículas y/o radiaciones. A estos elementos se les llamó **Elementos Radiactivos** y a esas emisiones se les llamó **Emissiones Radiactivas** (partículas alfa, partículas beta y rayos gamma). Dicha propiedad siguió siendo estudiada por Marie y Pierre Curie quienes aportaron nuevos elementos radiactivos el Ra y Po.

1895 Wilhelm Röntgen al trabajar con los **rayos catódicos** descubre los **rayos X**

1897 Joseph Thomson al trabajar con los rayos catódicos, concluyó que estos rayos al ser afectados por un campo eléctrico-magnético y dirigirse hacia el ánodo debían ser partículas con carga negativa, las que posteriormente se llamaron **ELECTRONES**. Gracias a estas observaciones Thomson postula su modelo atómico de la materia conocido como el modelo del **Badén de pasas**.



Los científicos griegos de esa época pensaban que toda materia estaba formada por cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Según ellos, toda materia se podía describir como una combinación de estos cuatro elementos básicos en varias proporciones, modificadas por cuatro esencias básicas: húmedo, seco, caliente y frío. Los griegos utilizaron el término átomo, que significa «indivisible» para describir la parte más pequeña de las cuatro sustancias de la materia. Ahora sabemos que el átomo es la partícula más pequeña de materia que conserva las propiedades de un elemento.

La descripción griega de la estructura de la materia persistió durante cientos de años. Fue la base teórica de la teoría atómica moderna. En 1808, John Dalton, mostraba que los elementos se pueden clasificar de acuerdo a valores íntegros de masa atómica. es decir, un elemento estaría compuesto por átomos idénticos que reaccionan químicamente de la misma manera.

Unos 50 años después Mendeleiev, mostró que si los elementos se disponían por orden creciente de su masa atómica se observaba una repetición periódica de similares propiedades químicas. En aquel tiempo se habían identificado alrededor de 65 elementos resultando de este descubrimiento la primera tabla periódica de los elementos. A pesar de que había muchos huecos vacíos en la tabla de Mendeleiev, se demostraba que todos los elementos por entonces conocidos podían ser colocados en uno de estos ocho grupos, la única diferencia entre los átomos de un elemento y los de otro era su masa.

Paulatinamente se hizo evidente que existía una naturaleza eléctrica en la estructura de un átomo. A finales de la década de 1890, Thompson llegó a la conclusión de que los electrones eran parte integrante de todos los átomos. El número de electrones estaba pensado de manera que igualase la cantidad de electricidad positiva, ya que se sabía que el átomo debía ser eléctricamente neutro.

Rutherford refutó el modelo propuesto por Thompson, e introdujo el modelo nuclear, que describe el átomo con un centro pequeño, denso, cargado positivamente y rodeado de una nube negativa de electrones. Llamó al centro del átomo el núcleo.

En 1913, Niels Bohr mejoró el átomo de Rutherford. El modelo de Bohr era un sistema solar en miniatura en el que los electrones giraban alrededor del núcleo en determinadas órbitas o niveles de energía, para nuestros propósitos, este modelo representa la mejor forma de visualizarlo. Básicamente, el átomo de Bohr contiene un núcleo pequeño, denso, cargado positivamente y rodeado por electrones cargados negativamente que giran alrededor de este núcleo en órbitas fijas bien determinadas. En un átomo normal el número de electrones es igual al número de cargas positivas del núcleo.

Nomenclatura del átomo:

Para identificar a los diferentes átomos necesitamos conocer su número atómico y número másico

- Número atómico: Número de protones que tiene en el núcleo. Representado por la letra Z
- Número másico: Número de protones y neutrones que tiene en el núcleo. Representado por la letra A

Estructura electrónica:

Las propiedades de los elementos dependen sobre todo, de cómo se distribuyen sus electrones en la corteza. La configuración electrónica en la corteza de un átomo es la distribución de sus electrones en los distintos niveles y orbitales. Los electrones se van situando en los diferentes niveles y subniveles por orden de energía creciente hasta completarlos. Es importante saber cuántos electrones existen en el nivel más externo de un átomo pues son los que intervienen en los enlaces con otros átomos para formar compuestos.

Las ideas básicas son:

1. Existen 7 niveles de energía o capas, donde pueden situarse los electrones, enumerados desde el 1 más interno, al 7 más externo.
2. A su vez cada nivel, tiene sus electrones repartidos en distintos subniveles, que pueden ser s, p, d, f.
3. En cada subnivel hay un número determinado de orbitales, que pueden contener como máximo 2 electrones en el s, 6 electrones en el p, 10 electrones en el d, y 14 electrones en el f.

	s	p	d	f
n = 1	1s			
n = 2	2s	2p		
n = 3	3s	3p	3d	
n = 4	4s	4p	4d	4f
n = 5	5s	5p	5d	5f
n = 6	6s	6p	6d	
n = 7	7s	7p		

UNIDAD N° 2: MECANICA

Estática - Definición

Es la parte de la mecánica física que se ocupa de las fuerzas, los sistemas de fuerzas y de las condiciones para el equilibrio de los sistemas de fuerzas.

FUERZA

Es toda acción capaz de producir o modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo o su aspecto físico. Es una magnitud vectorial, es decir debemos representarla con un vector.

UNIDADES DE FUERZA

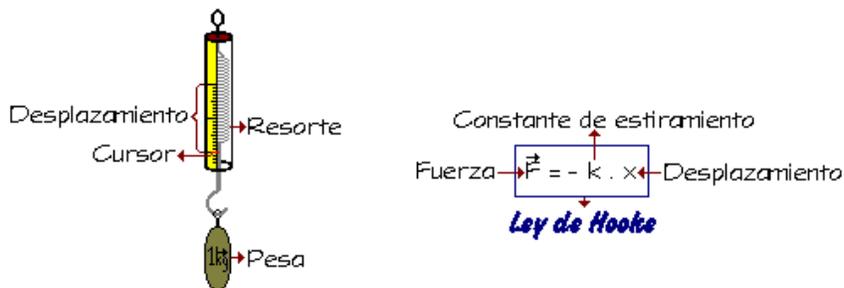
El Sistema Internacional (SI) adopta como unidad de medida de fuerza al NEWTON (Nw), el Kilogramo Fuerza (Kg o Kgf) es la unidad que corresponde al Sistema Técnico y la Dina (dy) es la unidad del Sistema CGS.

Las equivalencias entre las diferentes unidades se observa en la siguiente tabla de conversión:

1 Kgf	9,8 Nw
1 Kgf	980000 dy
1 Nw	0,102 Kgf
1 Nw	100000 dy

Dinamómetros

Son instrumentos utilizados para la medición de fuerzas, basados en las propiedades elásticas de los cuerpos. Los cuerpos elásticos son aquellos que una vez que ha cesado la fuerza que los deformó, recuperan su forma primitiva. Estos cuerpos verifican la ley de Hooke que relaciona la fuerza de restitución con el estiramiento. Estos instrumentos se calibran con pesos conocidos.

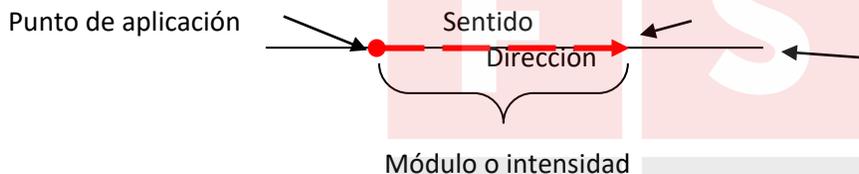


Si calculamos la constante de desplazamiento (k), podemos determinar la magnitud de la fuerza en función del desplazamiento (x). El signo negativo indica que la fuerza de restitución es contraria al desplazamiento del resorte.

Estos instrumentos permiten medir intensidades de fuerzas. Pueden ser de muelle, de varilla flexible, etc.

Representación gráfica de una fuerza

Las fuerzas se representan por medio de vectores. Un vector es un segmento orientado caracterizado por: punto de aplicación, dirección, sentido, módulo o intensidad.



Para representar una fuerza, primero hay que elegir la escala adecuada, en función del espacio disponible para representarla. Por ejemplo, en la representación de arriba se ha representado una fuerza de 40 Kgf tomando como escala 10 Kg = 1 cm, por ende el vector tendrá un largo total de 4 cm.

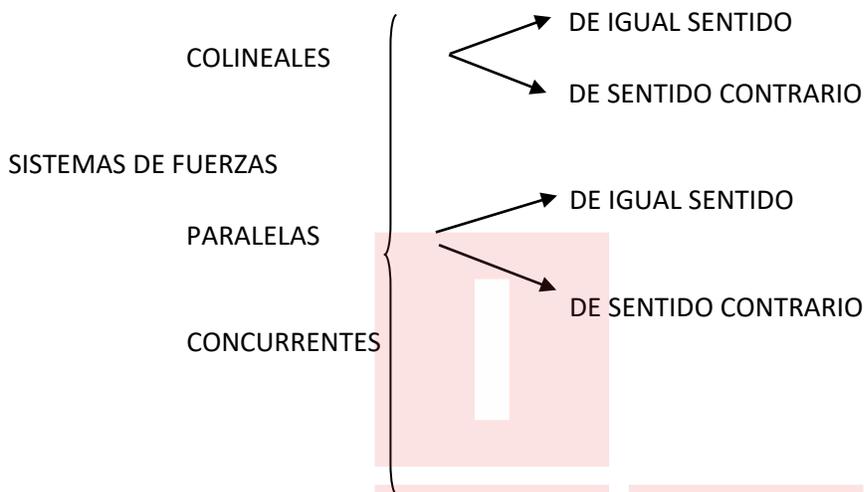
EQUILIBRIO DE FUERZAS

Dos fuerzas aplicadas a un mismo punto se equilibran cuando son de igual intensidad, misma dirección y sentidos contrarios.



SISTEMAS DE FUERZAS

Un sistema de fuerzas es un conjunto de fuerzas que actúan simultáneamente sobre un mismo cuerpo. De acuerdo a la dirección de las fuerzas, podemos encontrar distintos tipos de sistemas:



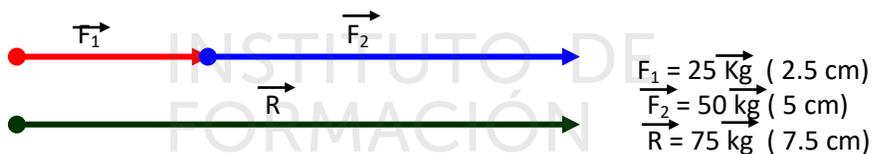
RESULTANTE Y EQUILIBRANTE: La resultante de un sistema de fuerzas, cualquiera sea su tipo, es una fuerza que reemplaza a todo el sistema y produce el mismo efecto. La forma de calcularla varía de acuerdo al sistema que se trate, pero siempre podemos decir que es el resultado de la suma vectorial de los vectores componentes del sistema.

La equilibrante es una fuerza igual en módulo y dirección que la resultante pero con sentido contrario, es decir al aplicarla el sistema quedará en equilibrio.

SISTEMAS DE FUERZAS COLINEALES

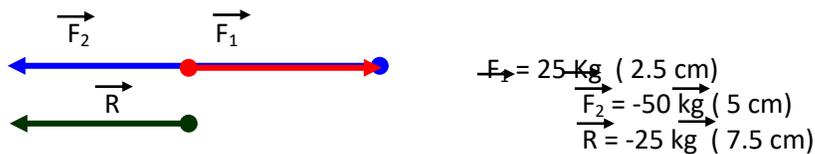
Son fuerzas colineales aquellas cuyas rectas de acción son las mismas. Estas pueden ser de igual sentido o de sentido opuesto.

De igual sentido:



Un ejemplo de este tipo de sistema es el caso de una persona empujando un carro que es tirado de adelante por otra persona.

De sentido contrario:



También puede interpretarse la resta de fuerzas colineales como la suma de dos fuerzas de sentido contrario.

Un ejemplo de este tipo de sistema es el caso de dos o más personas tirando de una misma soga pero en sentidos contrarios.

SISTEMAS DE FUERZAS PARALELAS

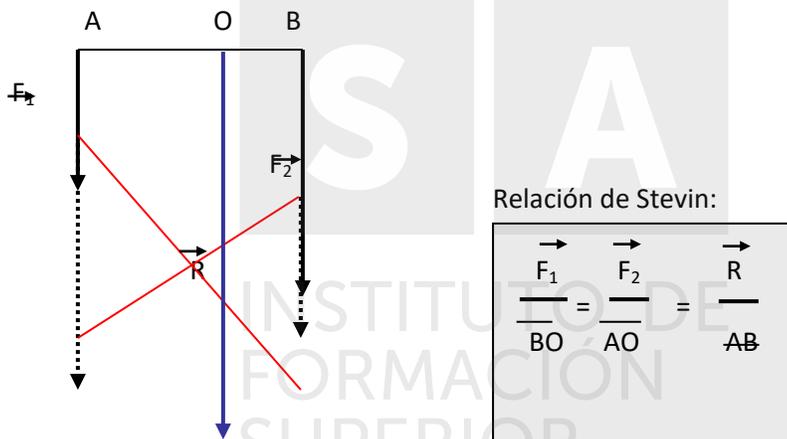
Se denominan así a aquellas fuerzas cuyas rectas de acción son paralelas entre sí. Pueden ser de igual o distinto sentido.

Fuerzas paralelas de igual sentido

La resultante de un sistema de dos fuerzas paralelas de igual sentido cumple con las siguientes condiciones:

- a) Es paralela y del mismo sentido que las componentes.
- b) Su intensidad es igual a la suma de las intensidades de las componentes.
- c) Su punto de aplicación divide al segmento que une los puntos de aplicación de ambas fuerzas en dos partes inversamente proporcionales a las intensidades de las fuerzas adyacentes (Relación de Stevin).

Método Gráfico: para obtener gráficamente la resultante de un sistema de fuerzas paralelas de igual sentido, se representa F_1 a continuación y sobre la recta de acción de F_2 (F'_1) y F_2 a continuación y sobre la recta de acción de F_1 (F'_2). La resultante del sistema pasará por el punto intersección de las rectas que unen el extremo de F'_1 con el punto aplicación de F'_2 y viceversa.



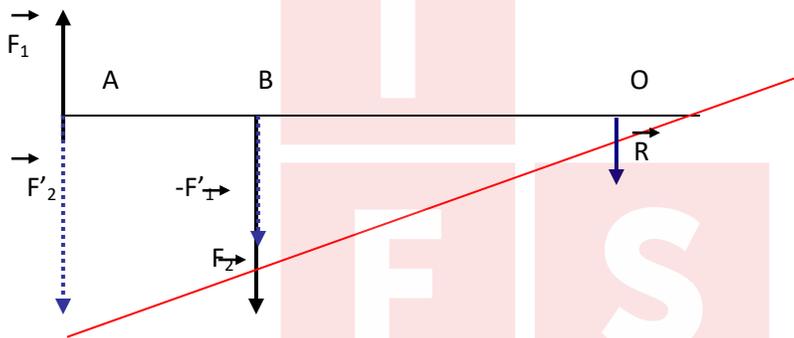
Un ejemplo de este tipo de sistema es el caso de dos caballos que arrastran una misma carreta.

Fuerzas paralelas de sentido contrario

La resultante de un sistema de dos fuerzas paralelas de sentido contrario cumple con las siguientes condiciones:

- a) Es paralela a ambas fuerzas y del mismo sentido de la mayor.
- b) Su intensidad es igual a la diferencia de las intensidades de las componentes.
- c) Su punto de aplicación es exterior al segmento que une los puntos de aplicación de ambas fuerzas, situado siempre del lado de la mayor y determina dos segmentos que cumplen con la relación de Stevin.

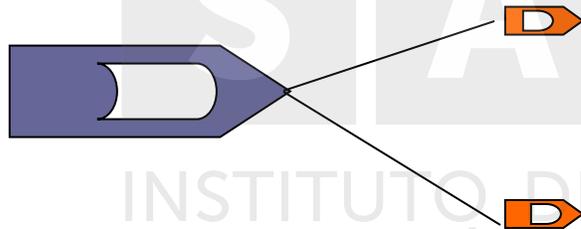
Método Gráfico: para obtener gráficamente la resultante de un sistema de fuerzas paralelas de sentido contrario ($F_1 < F_2$), se representa F_1 sobre el punto de aplicación de F_2 (F'_1), con sentido contrario a F_1 , y F_2 sobre el punto de aplicación de F_1 (F'_2) con igual sentido que F_2 . La resultante del sistema pasará por el punto intersección de las rectas que unen los puntos de aplicación de F'_1 y F'_2 y los extremos de ambas.



Un ejemplo de este tipo de sistema es el caso de la fuerza ejercida sobre una llave cruz.

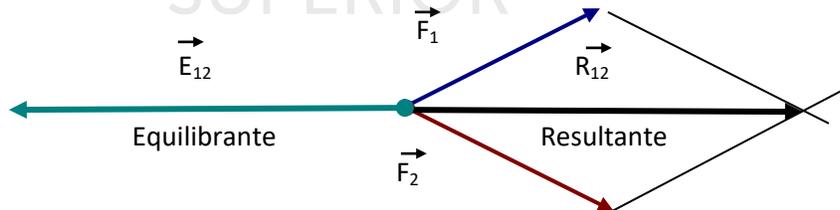
SISTEMAS DE FUERZAS CONCURRENTE

Son fuerzas concurrentes aquellas cuyas rectas de acción pasan por un mismo punto. Por ejemplo, dos barcazas arrastrando un barco:



CALCULO DE LA RESULTANTE DE UN SISTEMA DE FUERZAS CONCURRENTE

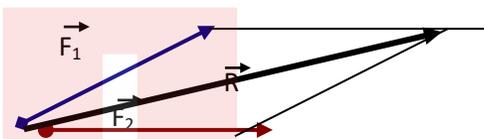
La resultante se calcula mediante métodos gráficos de acuerdo a la cantidad de componentes que tenga el sistema.



Un sistema está en *equilibrio* cuando se halla en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme (moviéndose con velocidad constante). A la obtención de la resultante de un sistema de fuerzas se lo denomina *composición de fuerzas*.

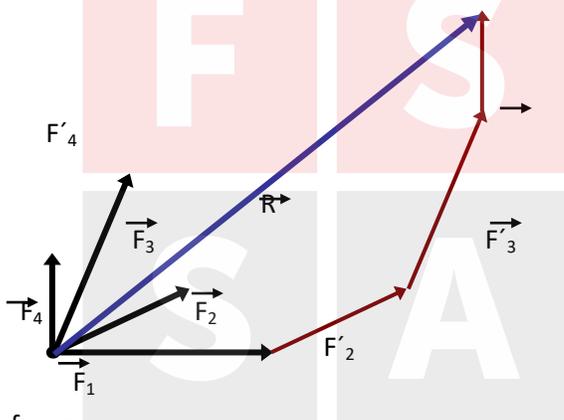
Regla del Paralelogramo

Dadas dos fuerzas concurrentes, su resultante es igual a la diagonal del paralelogramo que resulta de trazar las paralelas a cada fuerza, por el extremo de cada vector, tal como se muestra en la siguiente figura:

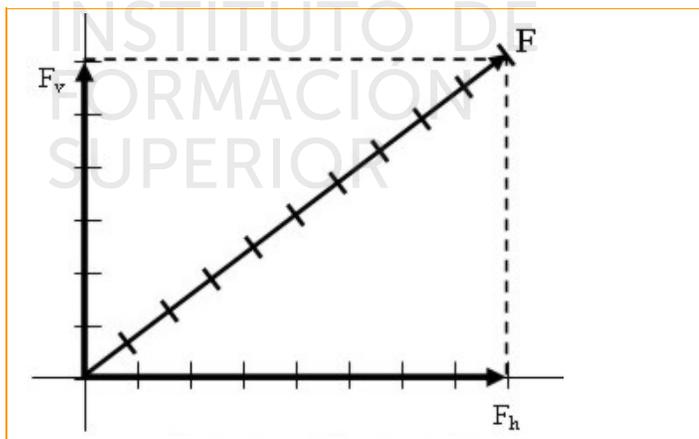


Regla de la Poligonal

Este método consiste en trasladar la fuerza F_2 a continuación de F_1 . con la misma dirección y sentido, y así sucesivamente con el resto de las fuerzas. La resultante del sistema se obtiene trazando el vector que une el punto de aplicación de F_1 con el extremo del vector correspondiente a la última fuerza trasladada:



Descomposición de una fuerza



Descomposición gráfica de una fuerza en componentes perpendiculares: F_h , sobre el eje horizontal (eje de la abscisas) y F_v , sobre el eje vertical (eje de las ordenadas).

Para resolver muchos problemas sobre fuerzas, tanto gráfica como analíticamente, hay que saber descomponer una fuerza en otras dos direcciones orientadas según los ejes coordenados, cuyos efectos sumados sean iguales a la fuerza que estamos descomponiendo.

En los sistemas de fuerzas estudiados anteriormente conocíamos las componentes (F_1 y F_2) y calculábamos la resultante (R).

En la descomposición de fuerzas, conocemos la resultante (R) y nos interesa conocer sus componentes (F_1 y F_2 sobre los ejes coordenados).

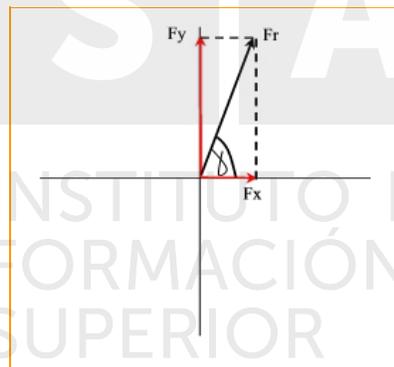
La descomposición de una fuerza en sus componentes se puede hacer sobre cualquier dirección. Sin embargo, lo más frecuente es descomponer una fuerza en direcciones perpendiculares (horizontal y vertical, según los ejes coordenados).

Para ello, la fuerza dada se coloca en el origen de un sistema de ejes coordenados y desde el extremo (indicación de sentido de la fuerza) se trazan líneas perpendiculares a los ejes, como se indica en la figura a la derecha.

Las distancias desde el origen hasta esas perpendiculares nos dan la medida de las componentes horizontal y vertical de la fuerza dada.

Entonces: Las proyecciones sobre los ejes son sus componentes.

Hasta aquí tenemos la solución o representación gráfica de fuerzas.



Solución analítica o matemática

Enseguida abordaremos la solución o cálculo del valor (módulo) de una fuerza y sus componentes (solución analítica o matemática).

Para resolver este tipo de problemas, lo que hay que hacer es proyectar sobre los ejes la fuerza dada (figura a la izquierda) y calcular, por medio de relaciones trigonométricas simples, tales como seno, coseno y tangente, el valor de sus componentes y el valor del ángulo de aplicación.

Una vez que tenemos cada componente proyectada y hechos los cálculos, hacemos las sumas y restas sobre

cada eje para luego volver a componer todo en una nueva resultante.

Para hallar la resultante total nueva hay que realizar el procedimiento inverso; es decir, componer las dos fuerzas.

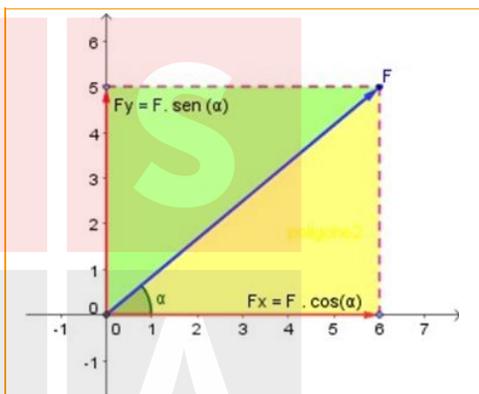
El módulo de la nueva resultante se calcula como la raíz cuadrada de la suma de cada componente elevado al cuadrado:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

El ángulo se puede calcular con la tangente:

$$\text{tg } \gamma = \frac{F_y}{F_x}$$

Veamos:



Teniendo en cuenta que las relaciones trigonométricas que utilizaremos son nuevas en este curso, solo nos limitaremos a explicar cómo se usan sin entrar en más detalles.

Seno = cat. Opuesto / hipotenusa

Coseno = cat. Adyacente / hipotenusa

Tangente = cat. Opuesto / cat. adyacente

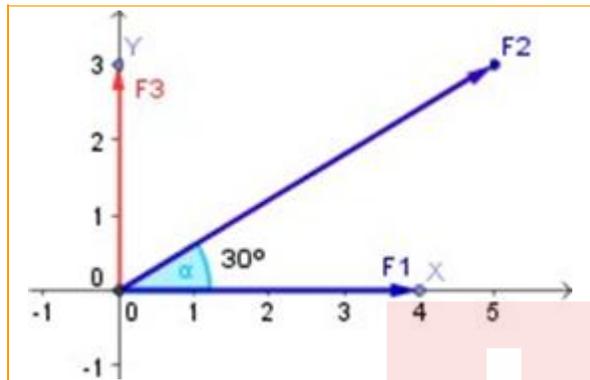
Aplicando la definición de seno al ángulo α , en nuestro dibujo ilustrativo, que forman el vector con el eje x, y de coseno, podemos calcular las componentes (el valor que toma la fuerza en su proyección hacia los ejes x e y):

$F_x = F \cdot \cos \alpha$ se lee: la componente F_x de la fuerza original (F) es igual al producto entre esta fuerza y el coseno del ángulo (α) que forma con su propia proyección en x.

$F_y = F \cdot \sin \alpha$ se lee: la componente F_y de la fuerza original (F) es igual al producto entre esta fuerza y el seno del ángulo (α) que forma con su propia proyección en y.

Las componentes F_x (proyección color amarillo) y F_y (proyección color verde) son las proyecciones de F sobre los ejes de coordenadas y son también vectores.

Entonces, cuando conocemos las componentes de F sobre los ejes, no sólo conocemos la orientación (el ángulo con el eje x define su dirección), sino que podemos hallar su módulo usando las relaciones trigonométricas descritas. Veamos un ejemplo:



Tenemos tres fuerzas en distintas direcciones, como se indica en el gráfico:

F1 sobre el eje X,
F2 a 30° del eje X y
F3 sobre el eje Y.

Dónde:

F1 = 40 N F2 = 70 N
F3 = 30 N α = 30°

Lo que debemos hacer primero es descomponer las fuerzas para luego calcular la sumatoria de las fuerzas en X y luego la sumatoria en Y.

Para las fuerzas en X vemos que F1 ya está sobre el eje X y mira a la derecha es decir, es positiva.

La F2 es más complicada porque no está sobre ningún eje, sin embargo, se la puede descomponer proyectándola en cada uno de los ejes.

Con el coseno se obtiene su componente (su valor) proyectado sobre X

$$\cos \alpha = \frac{\text{cateto adyacente a } \alpha}{\text{hipotenusa}} = \frac{AB}{AC} \text{ (coseno de } \alpha \text{)}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{F_2 x}{70}$$

$$F_2 x = 70 \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_2 x = 60,6 \text{ N}$$

Nota: el valor del $\cos 30^\circ$ lo obtenemos en la calculadora: apretamos la tecla cos, luego anotamos 30 y apretamos el signo igual; el resultado lo multiplicamos por 70 para obtener los 60,6 N.

La F3 no tiene proyección sobre el eje de las X ya que el coseno de 90° vale cero.

Entonces, la suma de fuerzas en x (Fx) será 40 N (F1, que ya está en x) más 60,6 N (valor de la componente de F2 proyectada en la x):

$$F_x = F_1 + F_2 x$$

$$F_x = 40 \text{ N} + 60,6 \text{ N} = 100,6 \text{ N}$$

Ahora, con el seno se obtiene la componente (el valor de la F2) proyectado sobre Y.

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cateto opuesto a } \alpha}{\text{hipotenusa}} = \frac{BC}{AC} \text{ (seno de } \alpha)$$

$$\text{sen}30^\circ = \frac{F_{2y}}{70}$$

$$F_{2y} = 70 \cdot \text{sen}30^\circ$$

$$F_{2y} = 35 \text{ N}$$

Nota: el valor del $\text{sen}30^\circ$ lo obtenemos en la calculadora: apretamos la tecla sin, luego anotamos 30 y apretamos el signo igual; el resultado lo multiplicamos por 70 para obtener los 35 N.

La fuerza F1, no tiene proyección sobre el eje de las Y, ya que el seno de 0° vale cero.

$$F_y = F_3 + F_{2y}$$

$$F_y = 30 \text{ N} + 35 \text{ N} = 65 \text{ N}$$

Tenemos ahora solo dos fuerzas la F_x (100,6 N) y la F_y (65 N). Entonces podemos usar la fórmula de Pitágoras para hallar la resultante, que sería la hipotenusa en el teorema de Pitágoras.

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$R = \sqrt{(100,26 \text{ N})^2 + (65 \text{ N})^2}$$

$$R = 119,5 \text{ N}$$

Este es el valor de la resultante. Es su módulo, pero no sabemos el valor de su ángulo con respecto al eje x. Lo podemos hallar con la tangente.

Sabemos, sin hacer cálculos, que al ser F_x y F_y positivas la R debe caer en el primer cuadrante de los ejes.

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{cateto opuesto a } \alpha}{\text{cateto adyacente a } \alpha} = \frac{BC}{AB} \text{ (tangente de } \alpha)$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{F_y}{F_x}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{65 \text{ N}}{100,62 \text{ N}} = 0,646$$

Este es el valor de la función tangente (0,646) pero no el valor del ángulo. Para el valor del ángulo hacemos la inversa y arroja el valor de: $\alpha = 32,86^\circ$

Nota: Para obtener la inversa de la función tangente, es decir el valor del ángulo que forma la resultante con la horizontal, en la calculadora científica: apretamos Shift, luego apretamos tan, introducimos el valor (0,646 en este caso) y apretamos el signo = (igual)

Tendremos el resultado en grados (valor del ángulo formado por la fuerza resultante y la ordenada x

Torque o Momento de una fuerza

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. Ahora bien, la propiedad de la fuerza aplicada para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos **torque o momento** de la fuerza.

Entonces, se llama **torque o momento** de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto. Para explicar gráficamente el concepto de **torque**, cuando se gira algo, tal como una puerta, se está aplicando una fuerza rotacional. Esa fuerza rotacional es la que se denomina **torque o momento**.

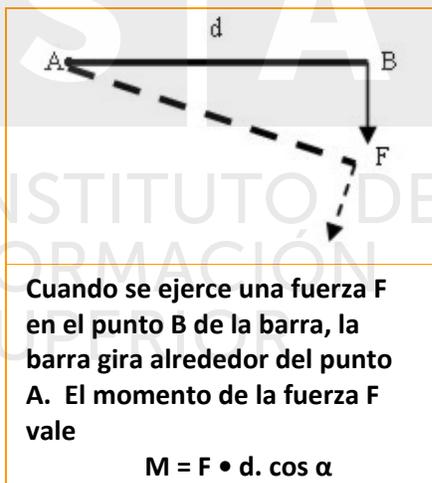
Cuando empujas una puerta, ésta gira alrededor de las bisagras. Pero en el giro de la puerta vemos que intervienen tanto la **intensidad de la fuerza** como su distancia de aplicación respecto a la línea de las bisagras.



La puerta gira cuando se aplica una fuerza sobre ella; es una fuerza de torque o momento.

Entonces, considerando estos dos elementos, intensidad de la fuerza y distancia de aplicación desde su eje, el **momento de una fuerza** es, matemáticamente, igual al producto de la intensidad de la fuerza (módulo) por la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el eje de giro, medida en forma perpendicular a la dirección de la fuerza.

Expresada como ecuación, la fórmula es: **Momento (M) = Fuerza • distancia**



donde

M es momento o torque

F = fuerza aplicada

d = distancia al eje de giro, perpendicular a la dirección de la fuerza

α = ángulo entre el desplazamiento y la fuerza

MÁQUINAS SIMPLES

PALANCA

La palanca es una máquina simple que se emplea en una gran variedad de aplicaciones.

Probablemente, incluso, las palancas sean uno de los primeros mecanismos ingenieros para multiplicar fuerzas. Es cosa de imaginarse el colocar una gran roca como puerta a una caverna o al revés, sacar grandes rocas para habilitar una caverna.

Con una buena palanca es posible mover los más grandes pesos y también aquellos que por ser tan pequeños también representan dificultad para tratarlos.

Se cuenta que el propio Arquímedes, en sus estudios sobre las palancas, habría dicho: "Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo". En realidad, obtenido ese punto de apoyo y usando una palanca suficientemente larga, eso es posible.

En nuestro diario vivir son muchas las veces que "estamos haciendo palanca". Desde mover un dedo o un brazo o un pie hasta tomar la cuchara para beber la sopa involucra el hacer palanca de una u otra forma.

Ni hablar de cosas más evidentes como jugar al balancín, hacer funcionar una balanza, usar un cortaúñas, una tijera, sacar un clavo, etc.

Casi siempre que se pregunta respecto a la utilidad de una palanca, la respuesta va por el lado de que "sirve para multiplicar una fuerza", y eso es cierto pero prevalece el sentido que multiplicar es aumentar, y no es así siempre, a veces el multiplicar es disminuir (piénsese en multiplicar por un número decimal, por ejemplo).

¿Qué es una palanca?



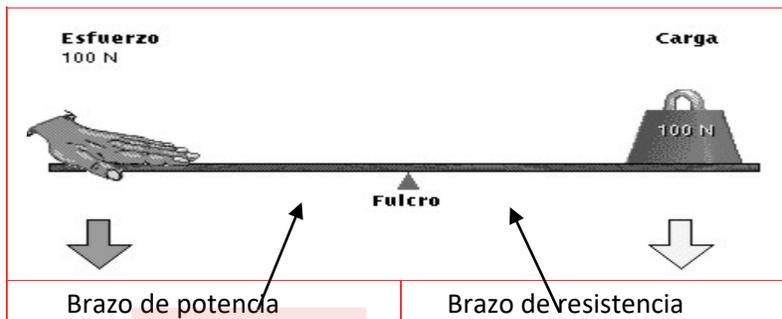
Básicamente está constituida por una barra rígida, un punto de apoyo (se le puede llamar "fulcro") y dos fuerzas (como mínimo) presentes: una fuerza (o resistencia) a la que hay que vencer (normalmente es un peso a sostener o a levantar o a mover) y la fuerza (o potencia) que se aplica para realizar la acción que se menciona. La distancia que hay entre el punto de apoyo y el lugar donde está aplicada cada fuerza, en la barra rígida, se denomina brazo. Así, a cada fuerza le corresponde un cierto brazo. Como en casi todos los casos de máquinas simples, con la palanca se trata de vencer una resistencia, situada en un extremo de la barra, aplicando una fuerza casi siempre de valor más pequeño que se denomina potencia, en el otro extremo de la barra.

En una palanca podemos distinguir entonces los siguientes elementos:

El punto de apoyo o fulcro: lugar donde la barra se apoya y experimenta el giro.

Potencia: la fuerza (en la figura siguiente: esfuerzo) que se ha de aplicar.

Resistencia: el peso (en la figura siguiente: carga) que se ha de mover.



El brazo de potencia (bp) : es la distancia entre el fulcro y el punto de la barra donde se aplica la potencia.
El brazo de resistencia (bq): es la distancia entre el fulcro y el punto de la barra donde se encuentra la resistencia o carga.

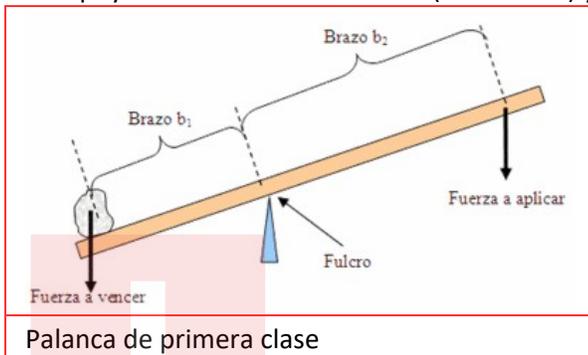
¿Cuántos tipos de palanca hay?

Observando la figura y comprendiendo lo que dice el cuadro definiremos tres tipos o tres géneros de palancas:

**LA UBICACIÓN DEL FULCRO RESPECTO A LA CARGA Y A LA POTENCIA O ESUERZO
DEFINEN EL TIPO DE PALANCA**

Palanca de primer tipo o primera clase o primer grupo o primer género:

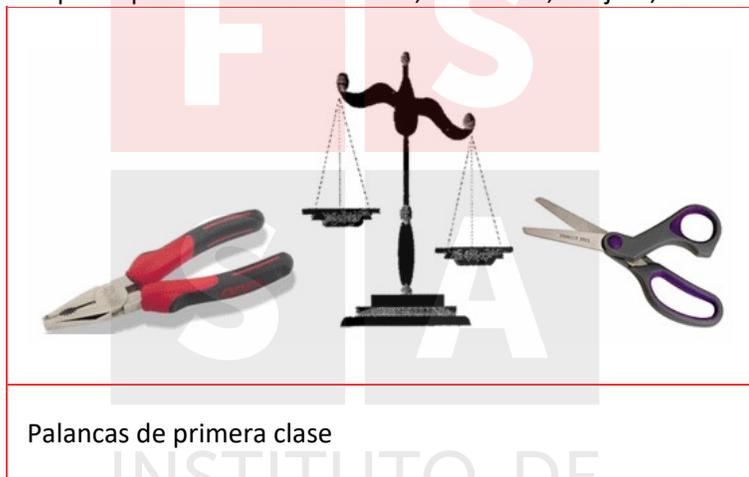
Se caracteriza por tener el fulcro o apoyo entre la fuerza a vencer (resistencia) y la fuerza a aplicar (potencia).



Esta palanca amplifica la fuerza que se aplica; es decir, consigue fuerzas más grandes a partir de otras más pequeñas.

Por ello, con este tipo de palancas pueden moverse grandes pesos, alcanza con que el brazo b_q (brazo de resistencia) sea más pequeño que el brazo b_p (brazo de potencia).

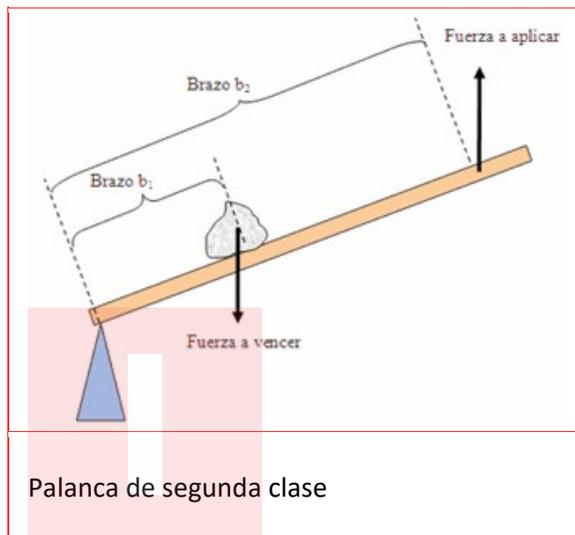
Algunos ejemplos de este tipo de palanca son: los alicates, la balanza, la tijera, las tenazas y el balancín.



Algo que desde ya debe destacarse es que al accionar una palanca se producirá un movimiento rotatorio respecto al apoyo o fulcro, que en ese caso sería el eje de rotación.

Palanca de segundo tipo o segunda clase o segundo grupo o segundo género:

Se caracteriza porque la fuerza a vencer (resistencia) se encuentra entre el fulcro o apoyo y la fuerza a aplicar (potencia).



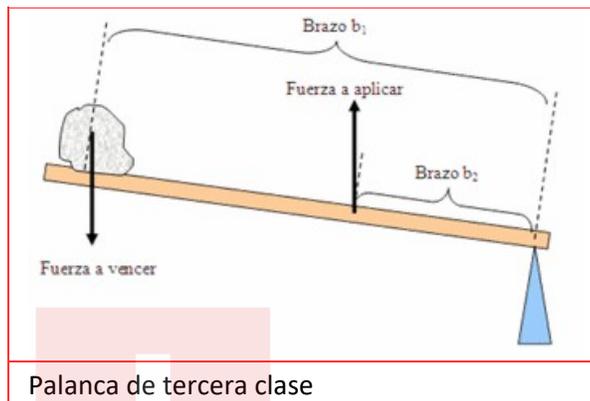
En este tipo de palancas pueden moverse grandes pesos, ya que el brazo b_q (brazo de resistencia) siempre es más pequeño que el brazo b_p (brazo de potencia).
Algunos ejemplos de este tipo de palanca son: la carretilla, el destapador de botellas, el rompenueces.



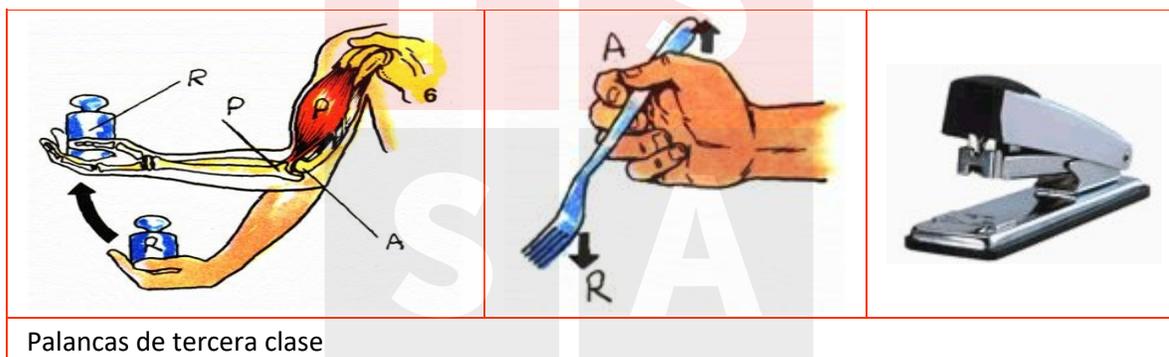
También se observa, como en el caso anterior, que el uso de esta palanca involucra un movimiento rotatorio respecto al fulcro o apoyo que nuevamente pasa a llamarse eje de rotación.

Palanca de tercer tipo o tercera clase o tercer grupo:

Se caracteriza por ejercerse la fuerza a aplicar (potencia) entre el fulcro o apoyo y la fuerza a vencer (resistencia).



Este tipo de palanca parece difícil de encontrar como ejemplo concreto, sin embargo... el brazo humano es un buen ejemplo de este caso, y cualquier articulación es de este tipo, también otro ejemplo lo tenemos al levantar una cuchara con sopa o el tenedor con los tallarines, una abrochadora funciona también aplicando una palanca de este tipo.



Este tipo de palanca es ideal para situaciones de precisión, donde la fuerza aplicada suele ser mayor que la fuerza a vencer.

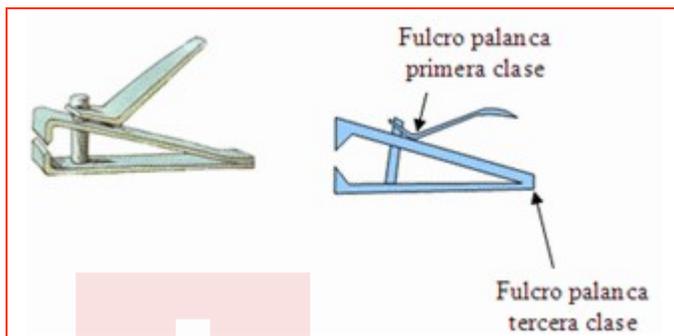
Y, nuevamente, su uso involucra un movimiento rotatorio.

Hemos visto los tres tipos de palancas, unos se usan más que otros, pero los empleamos muy a menudo, a veces sin siquiera darnos cuenta, y sin pensar en el tipo de palanca que son cuando queremos aplicar su funcionamiento en algo específico.

En algunas ocasiones, ciertos artefactos usan palancas de más de un tipo en su funcionamiento, son las palancas múltiples.

Palancas múltiples: Varias palancas combinadas.

Por ejemplo: el cortaúñas es una combinación de dos palancas, el mango es una combinación de 2º género que presiona las hojas de corte hasta unir las. Las hojas de corte no son otra cosa que las bocas o extremos de una pinza y, constituyen, por tanto, una palanca de tercer género.



Otro tipo de palancas múltiples se tiene en el caso de una máquina retroexcavadora, que tiene movimientos giratorios (un tipo de palanca), de ascenso y descenso (otra palanca) y de avanzar o retroceder (otra palanca).

Ley de las palancas

Desde el punto de vista matemático hay una ley muy importante, que antiguamente era conocida como la “ley de oro”, nos referimos a la Ley de las Palancas:

El producto de la potencia por su brazo B_p es igual al producto de la resistencia por su brazo B_q

lo cual se escribe así:

$$F_1 \cdot B_p = F_2 \cdot B_q$$

Llamando F_1 a la fuerza a vencer y F_2 a la fuerza a aplicar y recordando que b_1 es la distancia entre el fulcro y la fuerza a vencer y b_2 la distancia entre el fulcro y el lugar donde se ha de aplicar la fuerza F_2 . En este caso se está considerando que las fuerzas son perpendiculares a los brazos. Y es válida para todo tipo de palancas. Ahora bien, ¿en qué se sostiene la Ley de las Palancas?

Básicamente lo que sostiene es que para que la palanca este en equilibrio el producto entre la potencia por el brazo de potencia debe ser igual al producto entre la resistencia por el brazo de resistencia.

FACTOR DE MULTIPLICACION

Denominaremos así al cociente entre el brazo de potencia y el brazo de resistencia. Es decir, el factor de multiplicación indica, dependiendo de su valor, si en la palanca se debe invertir menos potencia que el valor de la resistencia, si se debe invertir más potencia que el valor de la resistencia o si se debe realizar el mismo esfuerzo.

$$F.M. = \frac{\text{BRAZO POTENCIA}}{\text{BRAZO DE RESISTENCIA}}$$

Los valores del FM para verificar cual es la condición de la palanca son:

Factor de multiplicación menor que uno, el esfuerzo es menor que la resistencia.

Factor de multiplicación mayor que uno, el esfuerzo es mayor que la resistencia.

Factor de multiplicación igual a uno, el esfuerzo y la resistencia tienen el mismo valor.

PALANCA PESADA

Cuando debemos tener en cuenta, además de las fuerzas que representan la potencia y la resistencia, el peso de la barra se presentará un momento que será producto del peso de la barra por la distancia al centro de la misma (centro de gravedad).

$$MP + MR + MG = 0$$

POLEAS: DEFINICIÓN Y TIPOS

Una polea es una rueda acanalada en todo su perímetro. Mediante un sistema formado por poleas y correas de transmisión se transmite movimiento entre diferentes ejes. Dependiendo de la diferencia de diámetros entre la polea conductora y la polea conducida o de la forma de agruparlas, se pueden generar mecanismos de reducción o de aumento de velocidad. La polea también se utiliza como máquina simple que facilita el trabajo y permite levantar objetos pesados realizando menos esfuerzo.

Polea simple fija al techo

Es lo que se conoce por máquina de Atwood. La polea fija cuelga de un punto fijo facilitando muchos trabajos aunque empleamos la misma fuerza, es decir la fuerza a realizar (potencia) es igual al peso a levantar (resistencia). Esto se debe a que como el punto de giro se encuentra en el centro de la polea, el brazo de potencia y el de resistencia tienen el mismo valor (radio de la polea), por lo que, para que se cumpla la Ley de las Palancas la potencia y la resistencia deben ser de igual valor. Únicamente se modifica la dirección de la fuerza a emplear y eso nos hace ganar comodidad, ya que es más fácil hacer fuerza hacia abajo para izar algo que lanzarlo hacia arriba.

CONDICION DE EQUILIBRIO: POTENCIA = RESISTENCIA

Polea móvil

Una polea es móvil cuando al deslizarse la soga por ella, además de girar, el eje de la misma se desplaza hacia arriba o abajo. Por razones de comodidad, se suele utilizar, junto con la polea móvil, una polea fija. La carga está unida al eje de la polea móvil y puede moverse verticalmente a lo largo de la cuerda.

CONDICION DE EQUILIBRIO: POTENCIA = RESISTENCIA

2

APAREJOS

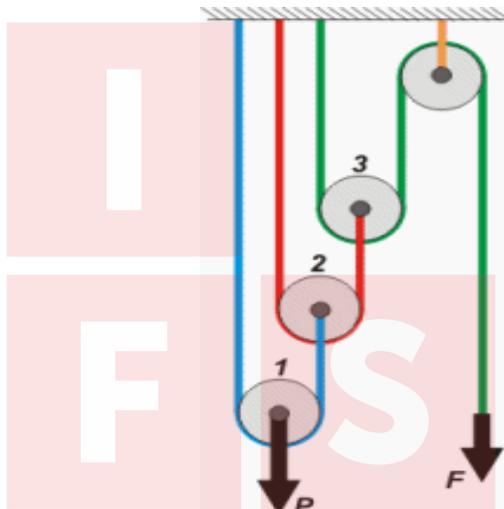
Son elementos que se construyen combinando poleas fijas y poleas móviles. De acuerdo a la combinación de las mismas obtendremos tres tipos:

Aparejo Potencial

Es la combinación de dos o más poleas móviles y una polea fija. La condición de equilibrio esta dada cuando la potencia es igual a al resistencia dividida por 2 elevado al número de poleas móviles.

$$P = R / 2^n$$

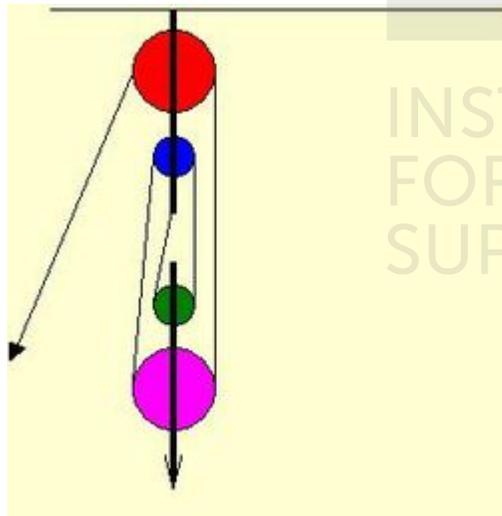
El factor de multiplicación es igual a 2^n por lo que siempre se gana fuerza, se necesita mucha menos fuerza para vencer la resistencia.



Aparejo Factorial

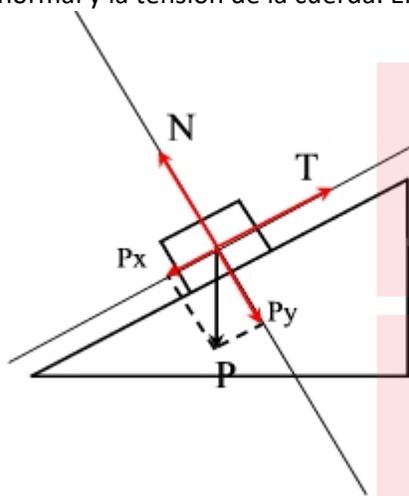
Es un sistema formado por dos o mas poleas moviles reunidas en una sola armadura y un número igual de poleas fijas también reunidas en una sola armadura. La condición de equilibrio está dada cuando la potencia es igual a la resistencia dividida por el duplo de poleas móviles. $P = R / 2 \cdot n$

El factor de multiplicación es igual a $2 \cdot n$, también se gana fuerza pero en menor grado que en el aparejo anterior.



PLANO INCLINADO

El plano inclinado es una máquina simple que permite subir objetos realizando menos fuerza. Para calcular la tensión de la cuerda que equilibra el plano, descomponemos las fuerzas y hacemos la sumatoria sobre cada eje. Es recomendable girar el sistema de ejes de tal forma que uno de ellos quede paralelo al plano. Con esto se simplifican las cuentas ya que la sumatoria de fuerzas en X tiene el mismo ángulo que la tensión que lo equilibra. Para resolverlo dibujamos los ejes y las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo. Tenemos el peso, la normal y la tensión de la cuerda. En este caso no consideramos el rozamiento.



Comparando los triángulos semejantes obtendremos la fórmula que nos permite resolver el plano inclinado. Obtendremos: $\frac{\text{fuerza} \cdot \text{longitud del plano}}{\text{Peso} \cdot \text{altura plano}}$ que es la condición de equilibrio

Condiciones de Equilibrio

Las condiciones de equilibrio son las leyes que rigen la estática. La estática es la ciencia que estudia las fuerzas que se aplican a un cuerpo para describir un sistema en equilibrio. Diremos que un sistema está en equilibrio cuando los cuerpos que lo forman están en reposo, es decir, sin movimiento.

Primera condición de equilibrio:

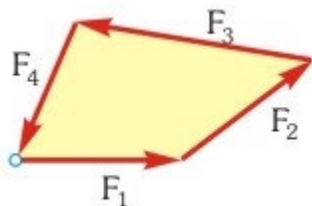
Diremos que un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación cuando la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula: $\sum F = 0$.

Desde el punto de vista matemático, en el caso de fuerzas coplanares, se tiene que cumplir que la suma aritmética de las fuerzas o de sus componentes que están en la dirección positiva del eje X sea igual a las componentes de las que están en la dirección negativa. De forma análoga, la suma aritmética de las componentes que están en la dirección positiva del eje Y tiene que ser igual a las componentes que se encuentran en la dirección negativa:

$$\sum F_{x^+} = \sum F_{x^-}$$

$$\sum F_{y^+} = \sum F_{y^-}$$

Por otro lado, desde el punto de vista geométrico, se tiene que cumplir que las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio tienen un gráfico con forma de polígono cerrado; ya que en el gráfico de las fuerzas, el origen de cada fuerza se representa a partir del extremo de la fuerza anterior, tal y como podemos observar en la siguiente imagen.



El hecho de que su gráfico corresponda a un polígono cerrado verifica que la fuerza resultante sea nula, ya que el origen de la primera fuerza (F1) coincide con el extremo de la última (F4).

Segunda condición de equilibrio:

Por otro lado, diremos que un cuerpo está en equilibrio de rotación cuando la suma de todas las fuerzas que se ejercen en él respecto a cualquier punto es nula. O dicho de otro modo, cuando la suma de los momentos de torsión es cero.

$$\sum M_o^F \curvearrowright = \sum M_o^F \curvearrowleft$$

En este caso, desde el punto de vista matemático, y en el caso anterior en el que las fuerzas son coplanarias; se tiene que cumplir que la suma de los momentos o fuerzas asociados a las rotaciones antihorarias (en el sentido contrario de las agujas del reloj), tiene que ser igual a la suma aritmética de los momentos o fuerzas que están asociados a las rotaciones horarias (en el sentido de las agujas del reloj):

Un cuerpo se encuentra en equilibrio traslacional y rotacional cuando se verifican de forma simultánea las dos condiciones de equilibrio. Estas condiciones de equilibrio se convierten, gracias al álgebra vectorial, en un sistema de ecuaciones cuya solución será la solución de la condición del equilibrio.

CINEMATICA

Es el estudio de los cuerpos en movimiento sin importar las causas que lo producen o lo modifican.

DEFINICIONES

MOVIMIENTO: es todo cambio de posición de un cuerpo respecto de un punto considerado fijo a medida que transcurre el tiempo. Un cuerpo está en movimiento con respecto a un sistema de coordenadas, elegido como fijo, cuando varían sus coordenadas con respecto del tiempo transcurrido.

DESPLAZAMIENTO: es la diferencia entre la posición final o donde se termina el movimiento y el lugar donde comienza el mismo.

TRAYECTORIA: es la figura formada por los distintos puntos que va ocupando a medida que transcurre el tiempo.

ESPACIO o DISTANCIA RECORRIDA: es la longitud de la trayectoria recorrida medida entre dos puntos de la misma.

VELOCIDAD: se llama así al cociente entre el espacio recorrido en cierto sentido y el tiempo empleado en recorrerlo.

RAPIDEZ: cuando hablamos de distancia recorrida con respecto al tiempo sin importar el sentido del recorrido estamos hablando de Rapidez que si bien tiene la misma unidad que la velocidad es una magnitud escalar y responde a un concepto distinto.

ACELERACION: es la razón entre la variación de la velocidad y el tiempo.

PARÁMETROS: este será un glosario de los términos que se utilizaran y que serán los datos o las incógnitas de nuestras experiencias

Espacio \rightarrow x_0 posición inicial
 \rightarrow x posición en el instante de estudio
 $\Delta x = x - x_0$ desplazamiento o variación de espacio

Tiempo \rightarrow t_0 instante inicial
 \rightarrow t instante de estudio
 $\Delta t = t - t_0$ intervalo de tiempo

Velocidad \rightarrow v_f velocidad final
 \rightarrow v_0 velocidad inicial
 \rightarrow v velocidad en un instante
 $\Delta v = v_f - v_0$ variación de velocidad

MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORME

Un móvil estará dotado de movimiento rectilíneo uniforme cuando se mueva en una trayectoria recta, su velocidad sea constante y recorra espacios iguales en tiempos iguales.

1ª LEY: en el movimiento rectilíneo uniforme la velocidad es constante

2ª LEY: en el movimiento rectilíneo uniforme el espacio recorrido es proporcional al tiempo.

Por lo tanto podemos afirmar que en el MRU el espacio recorrido es directamente proporcional a la velocidad del móvil y al tiempo que dura el movimiento

ESPACIO = VELOCIDAD X TIEMPO

UNIDADES Y CONVERSIONES

Espacio: utiliza las unidades de longitud del SIMELA y se reducen según la ubicación de las mismas en la escala.

Tiempo: utiliza las unidades de tiempo del SIMELA y se reducen según la equivalencia de las mismas.

1 hora 60 minutos 3600 segundos

Velocidad: al ser un cociente entre espacio y tiempo las unidades son una combinación de las dos magnitudes, por lo tanto la velocidad la podemos medir en m/s o en km/h o en cm/s. Para reducir las unidades se efectúan las siguientes operaciones.

de km/h a m/s se divide por 3,6

de m/s a km/h se multiplica por 3,6

de m/s a cm/s se multiplica por 100

de cm/s a m/s se divide por 100

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Un móvil estará dotado de movimiento rectilíneo uniformemente variado cuando se mueva en una trayectoria recta, con una aceleración constante y cuya velocidad aumenta o disminuye cantidades iguales en tiempos iguales. La denominación depende del signo de la aceleración, es decir si es positiva el movimiento será M.R.U.A (acelerado) y si es negativa M.R.U.D (desacelerado).

ACELERACION

Es el aumento o la disminución de la velocidad por unidad de tiempo. Podemos definirla además como el cociente entre la variación de la velocidad y el tiempo en que se produce esa variación.

$$a = \frac{\Delta V}{t} = \frac{v_f - v_0}{t}$$

Si la diferencia entre v_f y v_i es positiva entonces la aceleración es positiva, es decir el movimiento es acelerado y el móvil aumenta su velocidad con el paso del tiempo, por el contrario si la diferencia es negativa, la aceleración es negativa, el movimiento es desacelerado y el móvil disminuye la velocidad con el paso del tiempo, el móvil está frenando.

La unidad de la aceleración será en consecuencia una combinación de la unidad de la velocidad y de la unidad del tiempo, la aceleración se mide en m / s^2 .

Resumen

MRUA $v = v_0 + a \cdot t$ con velocidad inicial

$v = a \cdot t$ sin velocidad inicial

MRUD $v = v_0 - a \cdot t$ con velocidad inicial

En general también puedo calcular la velocidad en función del espacio utilizando la siguiente fórmula:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

El espacio recorrido por un móvil dotado de MRUV será:

$$e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

LEYES DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

1ª LEY: en un movimiento uniformemente acelerado, la aceleración es constante

2ª LEY: en el movimiento uniformemente acelerado la velocidad es proporcional al tiempo.

3ª LEY: en el movimiento uniformemente acelerado el espacio es proporcional al cuadrado del tiempo.

LA CAIDA DE LOS CUERPOS:

La observación diaria nos indica que todo cuerpo librado a la acción de la su peso cae debido a que sobre él actúa la fuerza de atracción de la gravedad, dicha fuerza le imprime una aceleración constante cuyo valor de referencia será igual a $9,8 \text{ m} / \text{s}^2$.

La LEY DE LA CAIDA LIBRE EN EL VACIO la podemos enunciar como: todos los cuerpos que caen desde la misma altura adquieren en el vacío la misma velocidad. Esto cumple con las leyes del MRUA ya que la única aceleración que interviene es la de la gravedad. Todos los cuerpos caen en el vacío con movimiento uniformemente acelerado. Entonces, si todos los cuerpos caen desde la misma altura con igual velocidad y llegan simultáneamente al suelo, quiere decir que tienen la misma aceleración. Prescindiendo del rozamiento del aire (vacío), en un mismo lugar, todos los cuerpos caen con la misma aceleración.

Esa aceleración la provoca una fuerza constante que se llama FUERZA DE GRAVEDAD. La aceleración adquirida por los cuerpos en su caída se denomina ACELERACION DE LA GRAVEDAD, se simboliza con la letra "g", y se la define como: la aceleración provocada por la fuerza de la gravedad.

El valor de la aceleración de la gravedad no es el mismo para todos los lugares de la Tierra, depende de la latitud del lugar y de su altura con respecto al nivel del mar. En los polos alcanza su máximo valor ($9,83 \text{ m/s}^2$) y disminuye hacia el ecuador donde su valor es mínimo ($9,78 \text{ m/s}^2$).

Se toma como valor normal de gravedad al correspondiente a 45° de latitud y a nivel del mar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

CAÍDA LIBRE	CAÍDA LIBRE
$v = v_0 + g t$ con velocidad inicial	$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ con veloc. inicial
$v = g t$ sin velocidad inicial	$h = \frac{1}{2} g t^2$ sin veloc. inicial

En los distintos problemas que plantearemos podemos identificar si la caída tiene velocidad inicial o no según lo siguiente:

SE DEJA CAER – UN CUERPO CAE

(sin velocidad inicial)

SE ARROJA UN CUERPO

(con velocidad inicial)

TIRO VERTICAL HACIA ARRIBA

Es el caso de cuerpos lanzados verticalmente hacia arriba. Si la trayectoria de ese cuerpo es una recta vertical respecto del suelo, decimos que el cuerpo ha sido lanzado verticalmente hacia arriba. Este movimiento se conoce con el nombre de TIRO VERTICAL. En este caso al lanzar un cuerpo hacia arriba, la fuerza de la gravedad actúa sobre él procurando su retorno a la tierra. Es decir, la fuerza gravitatoria actúa negativamente, tratando de impedir su alejamiento. En consecuencia, si la fuerza de gravedad actúa negativamente, también la aceleración de la gravedad es negativa, por lo que podemos afirmar que: todo cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba esta dotado de movimiento uniformemente desacelerado.

En función de lo expuesto, las fórmulas en el Tiro Vertical son las correspondientes a un MRUD

TIRO VERTICAL	TIRO VERTICAL
---------------	---------------

$$v = v_0 - g t$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

Como el movimiento es uniformemente desacelerado es fácil deducir que la velocidad final del proyectil se logrará cuando no ascienda más, es decir en el momento en que su velocidad sea cero, instante en el cual habrá alcanzado su altura máxima.

La altura máxima es el espacio recorrido por el proyectil desde el lugar de lanzamiento hasta el momento en que no asciende más, o sea cuando su velocidad final es igual a cero.

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

DINAMICA

Las fuerzas y los movimientos

¿Se requiere una fuerza para que exista movimiento? Ésta y muchas otras preguntas, que durante años se hizo el hombre, fueron contestadas correctamente por Sir. Isaac Newton (1643 – 1727) hacia el año 1700. Este científico inglés pudo establecer que todo movimiento se encuentra regido por tres sencillas leyes, formuladas en términos matemáticos, que permitieron mostrar una visión global del Universo.

Leyes de Newton

Primera ley de Newton: "Ley de Inercia"

La ley de la inercia se puede enunciar como

"Todo cuerpo permanece en su estado actual de movimiento con velocidad uniforme o de reposo a menos que sobre él actúe una fuerza externa neta, o no equilibrada"

La fuerza neta que se menciona es la fuerza resultante, definida como la suma vectorial de todas las fuerzas que puedan actuar separadamente sobre el cuerpo.

La inercia expresa la tendencia de un cuerpo a mantenerse en el estado en que está.

Esta es la razón por la cual es tan peligroso para los astronautas en el espacio separarse de la nave sin un cordón que los una a ella, ya que si chocan con algo, reciben la acción de una fuerza y salen impulsados por ella, como no actúa ninguna fuerza sobre ellos, seguirán desplazándose uniformemente y separándose de la nave sin posibilidad de volver a ella.

Cuando un cuerpo está en reposo y no actúan fuerzas sobre él, continúa en reposo.

Segunda ley de Newton: "Ley de Masa"

Esta ley es la más importante porque nos permite establecer una relación numérica entre las magnitudes "fuerza" y "aceleración". Se puede enunciar como:

"La aceleración que toma un cuerpo es proporcional a la fuerza neta externa que se le aplica"

La aceleración es directamente proporcional a la fuerza resultante e inversamente proporcional a la masa del cuerpo. La aceleración que adquiere el cuerpo es la responsable de las variaciones en la velocidad del mismo.

Aceleración = fuerza / masa

De cinemática

sabíamos que $a = \Delta V / t$

Esta ley también se expresa:

$$\Sigma F = m \cdot a$$

La fuerza resultante es directamente proporcional a la aceleración y la constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo.

El efecto que producen un conjunto de fuerzas sobre un cuerpo es que dicho cuerpo adquiera una aceleración.

Un cuerpo experimenta una aceleración mientras está siendo sometido a una fuerza resultante no nula. La aceleración tiene la misma dirección y sentido que la resultante de las fuerzas aplicadas

Si dicha fuerza desaparece el cuerpo adquiere un movimiento rectilíneo uniforme MRU o se queda quieto.

Conclusiones:

La fuerza resultante y la aceleración son vectores que tienen la misma dirección y sentido.

Si la suma de las fuerzas aplicadas es cero, entonces la aceleración es cero. (Lo que significa que el cuerpo está en reposo, o que se mueve con velocidad constante. La ley masa lleva implícita a la de Inercia)

Si la fuerza aplicada aumenta, la aceleración aumenta proporcionalmente.

Si se aplica la misma fuerza a dos cuerpos, uno de gran masa y otro de masa menor, el primero adquirirá una pequeña aceleración y el segundo, una aceleración mayor. (la aceleración es inversamente proporcional a la masa).

Calculo de fuerzas, masas y aceleraciones

Para el cálculo de fuerzas, masas y aceleraciones se debe conocer la situación del cuerpo, y reconocer las fuerzas que sobre él actúan.

Para ello se realiza un diagrama del cuerpo libre (DCL), en el cual se reemplazan todas las acciones que los demás cuerpos realizan sobre el cuerpo de estudio, por las fuerzas que interactúan.

Ejemplo: en la Figura N° 26 se muestran dos cuerpos A, B en equilibrio.

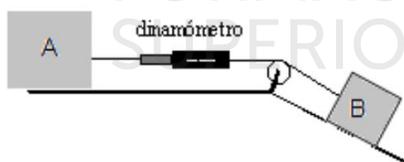


Figura N° 26

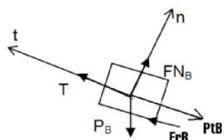


Figura N° 28

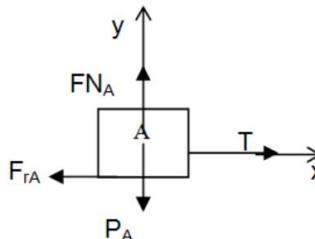


Figura N° 27

En las Figuras N° 27 y N°28 se han realizado los diagramas de cuerpo libre de cada bloque

En estos diagramas de cuerpo libre se han graficado:

FN= fuerzas normales ejercidas por las superficies de apoyo

= tensión de la soga. Es la misma para ambos cuerpos. Fr= fuerza de rozamiento

PA y PB= Peso

Tercera ley de Newton: “Ley de Acción y Reacción”

La tercera ley de Newton expresa una interesante propiedad de las fuerzas: éstas siempre se van a presentar en parejas. Se puede enunciar como:

“Si un cuerpo A ejerce, por la causa que sea, una fuerza F sobre otro B, este otro cuerpo B ejercerá sobre A una fuerza igual en módulo y dirección, pero de sentido contrario”

Entonces, si a toda fuerza que se ejerce se opone otra de sentido contrario:

¿no deberían anularse las fuerzas y nada se podría mover? No, porque las fuerzas se ejercen en cuerpos diferentes.

Diferencias entre PESO y MASA

Masa	Peso
Magnitud Escalar	Magnitud Vectorial
Propiedad de un Cuerpo	Fuerza: Interacción entre dos cuerpos
Invariable con respecto a su posición	Varia con respecto a la posición relativa con otro cuerpo

Para resolver problemas de Dinámica lo primero que debemos aprender es a realizar diagramas de cuerpo libre que nos permitirán plantear las ecuaciones necesarias.

A continuación se presentan tres ejemplos desarrollados que servirán como base para la resolución:

1) Calcula la aceleración que tendrá un cuerpo de 8 kgs de masa si se le aplicó una F de 120 N (Newton).

Como $a = F/m$

$a = 120 \text{ N} / 8 \text{ kgs}$

$a = 15 \text{ m/seg}^2$

Recordemos que la unidad de aceleración es longitud sobre tiempo al cuadrado. Como N (Newton) es Kg x m/seg² los kgs se cancelan y queda m/seg².

2) Calcula la fuerza que se le aplico a un cuerpo de 60 kgs de masa si obtuvo una a de 5 m/seg²

$F = 60 \text{ kgs} \times 5 \text{ m/seg}^2$

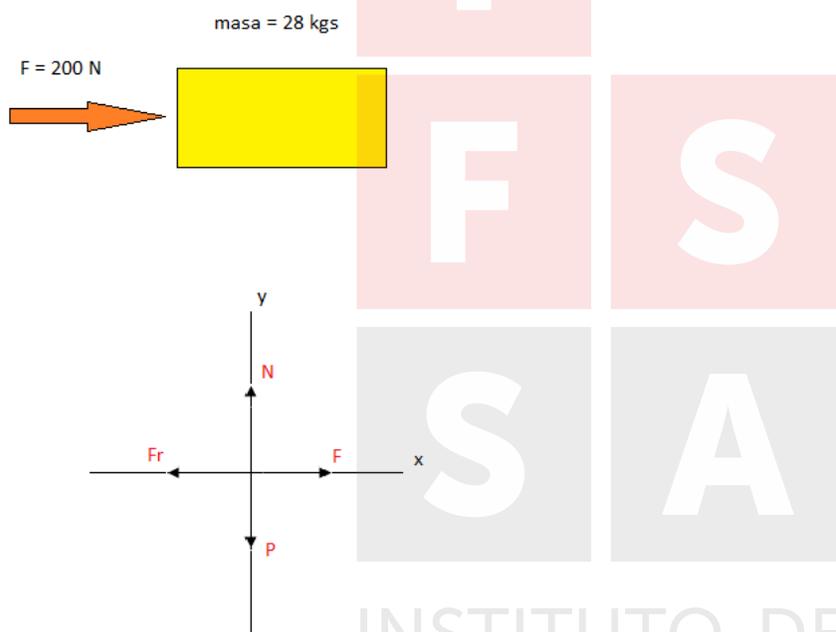
$F = 300 \text{ N.}$

Otra variable que suele presentarse en estos problemas es la existencia de las fuerzas de rozamiento. Estas se oponen al movimiento. Veremos ahora como se trabaja en ejercicios en los que se nos presenta este tipo de fuerzas.

3) A un bloque de 28 kgs de masa en reposo se le aplica una F de 200 N y logra ser desplazado sobre una superficie de μ (coeficiente de rozamiento) de 0,2. Calcula su aceleración.

Primero construimos como se ve en la imagen el diagrama de cuerpo libre, para ver bien todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Como se ve actúan 4. La normal (N), el peso (P), la F aplicada y la fuerza de rozamiento (Fr).

Como observamos, la F que mueve al cuerpo va hacia la derecha y la fuerza de rozamiento (Fr) va en sentido contrario ya que se opone al movimiento. En este caso la fuerza neta, es la diferencia entre ambas, y es la responsable del movimiento. Ya que si serían iguales la diferencia sería nula y el cuerpo no se movería. Sería un caso de estática y no de dinámica.



Aplicamos la segunda ley de Newton

$$F = m \cdot a$$

Donde F será esta vez la fuerza neta, que es la diferencia entre ambas. Pero antes debemos calcular el valor de la Fr .

$$Fr = \mu \cdot N$$

La N es igual al peso en este caso, al no ser un plano inclinado.

$$P = m \cdot g$$

$$P = 28 \text{ kgs} \cdot 9,8 \text{ m/seg}^2$$

$$P = 274,4 \text{ M}$$

$$N = 274,4 \text{ N}$$

$$Fr = 0,2 \cdot 274,4$$

$$Fr = 54,88 \text{ N}$$

$$F \text{ neta} = 200 \text{ N} - 54.88 \text{ N}$$

$$F \text{ neta} = 145.12 \text{ N}$$

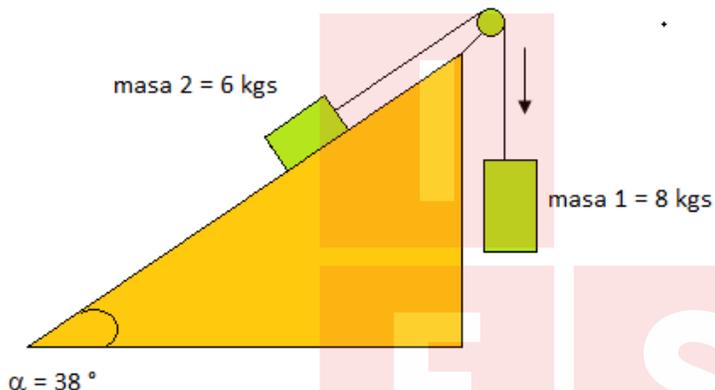
La aceleración será:

$$a = F/m$$

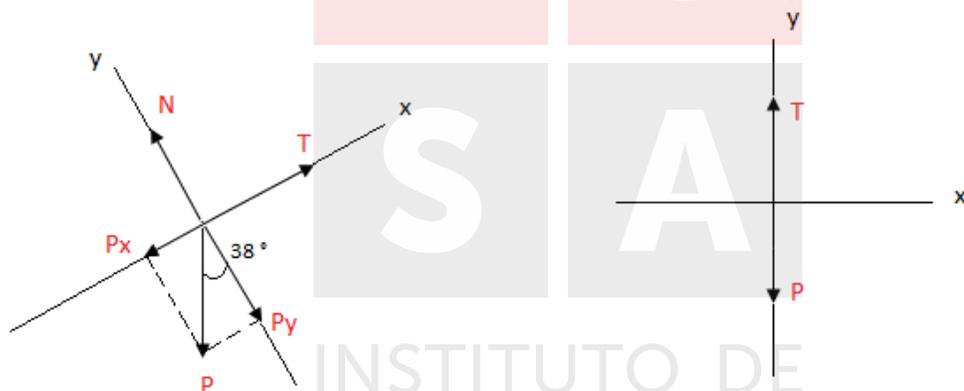
$$a = 145.12 \text{ N} / 28 \text{ kgs}$$

$$a = 5.18 \text{ m/seg}^2$$

4) Calcula la aceleración del sistema que se indica en la figura.



Hacemos el diagrama de cuerpo libre para las dos figuras:



Observamos que el ángulo de inclinación que presenta el plano inclinado se transporta al eje y. La fuerza que hace mover al cuerpo 2 es la tensión a través de la cuerda. Es la misma tensión que se presenta en el diagrama del cuerpo 1 por ser la misma cuerda. Esto será una clave en la resolución del ejercicio.

Ahora plantearemos las ecuaciones de movimiento para cada cuerpo. La segunda ley de Newton de nuevo se aplicará.

Cuerpo 1:

Solo se presentan dos fuerzas. La T y el peso de este cuerpo (P1).

$$P1 - T = m1 \cdot a$$

$$m1 \cdot g - T = m1 \cdot a$$

Cuerpo 2:

Aquí la diferencia entre la T y la Px (componente horizontal del peso), hará que el cuerpo se mueva.

$$T - P2 \cdot x = m2 \cdot a$$

$$T - m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha = m_2 \cdot a$$

Ahora sabiendo que la T es la misma para ambos cuerpos, despejaremos a la T.

Cuerpo 1:

$$T = m_1 \cdot g - m_1 \cdot a$$

Cuerpo 2:

$$T = m_2 \cdot a + m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Iguualamos las ecuaciones:

$$m_1 \cdot g - m_1 \cdot a = m_2 \cdot a + m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Acomodamos los términos que incluyan a la aceleración del mismo lado:

$$m_1 \cdot g - m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha = m_2 \cdot a + m_1 \cdot a$$

La a es factor común:

$$a \cdot (m_1 + m_2) = m_1 \cdot g - m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$a = (m_1 \cdot g - m_2 \cdot g \cdot \sin \alpha) / (m_1 + m_2)$$

$$a = (8 \text{ kgs} \cdot 9,8 \text{ m/seg}^2 - 6 \text{ kgs} \cdot 9,8 \text{ m/seg}^2 \cdot \sin 38^\circ) / (8 \text{ kgs} + 6 \text{ kgs})$$

$$a = 78,4 \text{ N} - 58,8 \text{ N} \cdot \sin 38^\circ / 14 \text{ Kgs}$$

$$a = 78,4 \text{ N} - 58,8 \cdot 0,616 / 14$$

$$a = 78,4 \text{ N} - 36,22 / 14$$

$$a = 42,18 \text{ N} / 14$$

$$a = 3 \text{ m/seg}^2$$

Trabajo y Energía

¿Qué es la energía?

La noción de energía se introduce en la física para facilitar el estudio de los sistemas materiales. La naturaleza es esencialmente dinámica; es decir, está sujeta a cambios: cambios de posición, cambios de velocidad, cambios de composición o cambios de estado físico, por ejemplo.

Existe algo que subyace a los cambios materiales y que indefectiblemente los acompaña; ese algo constituye lo que se entiende por energía.

Los conceptos de trabajo y energía son de gran importancia en física, y también son muy utilizados en la vida cotidiana. No obstante el uso habitual de estos conceptos en la vida diaria no siempre coincide con su idea física, por lo que habrá que tratar la intuición con cierto cuidado cuando resolvamos o analicemos situaciones en las que intervienen el trabajo y la energía.

Energía es la capacidad de un cuerpo o sistema de cambiar o producir cambios. Sin energía ningún proceso físico, químico o biológico sería posible.

La energía se:

Transfiere: pasa de un cuerpo o sistema a otro cuerpo o sistema.

Transforma: cambia de forma. Algunas formas de energía son: potencial, cinética y radiante.

El trabajo es una transferencia de energía.

Trabajo mecánico (L) :

El trabajo es una transferencia de energía en la cual está involucrada una fuerza que desplaza su punto de aplicación.

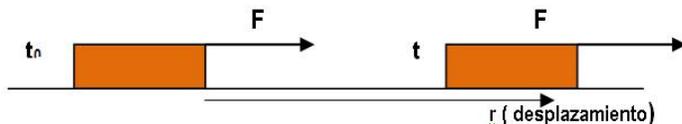
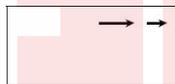


Figura N° 33

La Mecánica lo define como el producto entre la fuerza (F) aplicada a un cuerpo y el desplazamiento(r) de dicho cuerpo.

Si la fuerza aplicada es constante, entonces se puede decir que

$$L = F \cdot r$$



La unidad del trabajo es el J (Joule). 1 J= 1 N.m

Como la fuerza [F] y el desplazamiento [r] son vectores, este producto se puede escribir aplicando álgebra vectorial:

$$L = F \cdot r \cdot \cos\alpha$$

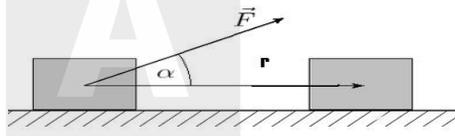


Figura N° 34

El ángulo α el ángulo que forman las direcciones de la fuerza (F) y el desplazamiento (r)

NOTA: En otras bibliografías se suele indicar al trabajo con la letra W (work) y al desplazamiento la letra d o Δx .

Algunas consideraciones para tener en cuenta:

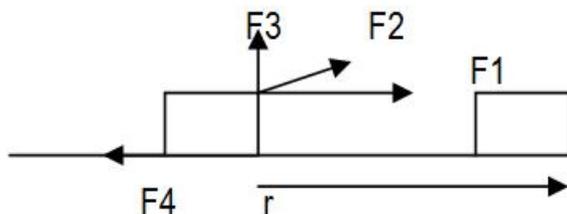
La fuerza es un vector. De manera que daría la impresión de que el producto $F \cdot r$ también lo fuera, sin embargo el trabajo no es un vector.

El trabajo de una fuerza no apunta para ningún lado. Es un escalar.

L no tiene ni dirección, ni sentido, ni módulo ni nada de eso.

Ejemplo:

Figura N° 35



Los ángulos que las fuerzas de la Figura N° 35 forman con el eje horizontal son

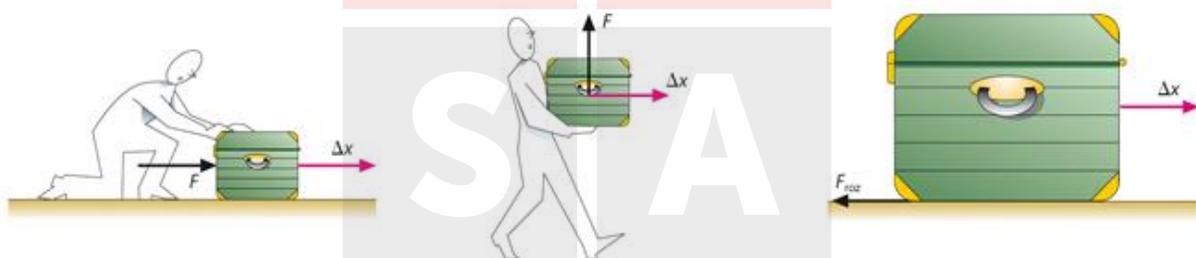
$\alpha_1 = 0^\circ$; $\alpha_2 = 30^\circ$; $\alpha_3 = 90^\circ$; $\alpha_4 = 180^\circ$

El trabajo (L) puede:

tener signo positivo: el cuerpo, sobre el cual se aplica la fuerza, recibe energía del medio. (LF1 ; LF2)

tener signo negativo: el cuerpo, sobre el cual se aplica la fuerza, cede energía al medio. (LF4)

ser nulo. Cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento. $\alpha = 90^\circ$, $\cos 90^\circ = 0$, LF3 = 0



$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta x$$

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 90^\circ = 0$$

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 180^\circ = -F \cdot \Delta x$$

El trabajo es nulo por ejemplo, cuando el hombre avanza horizontalmente mientras sujeta una caja. No se realiza un trabajo, porque como la fuerza aplicada es vertical y el desplazamiento es horizontal sus direcciones son perpendicular ($\cos 90^\circ = 0$)

Realmente se asocia la palabra trabajo con "cansancio" y, por tanto, parece que llevar una pesada caja debería producir trabajo físico, porque cansa. Para entender esta situación podemos pensar que realmente no es necesario sujetar personalmente la caja a cierta distancia del suelo, puesto que esta misma acción puede realizarla un soporte con ruedas, por lo que el trabajo auténtico consiste en desplazar el objeto paralelamente a las fuerzas que se oponen a él, como podría ser en este caso el rozamiento del soporte con el suelo.

Trabajo conservativo y no conservativo

Las fuerzas actuantes sobre un cuerpo pueden ser conservativas o no-conservativas, pero ¿en qué se basa esta clasificación?

Cuando el trabajo (transferencia de energía) realizado por una fuerza no depende del camino recorrido por el cuerpo, sino sólo de los puntos inicial y final, se llama *Trabajo conservativo*, y dicha fuerza recibe el nombre de *Fuerza Conservativa*.

Si el cuerpo de la Figura N° 37 se desplaza desde un punto A hasta otro B bajo la acción de una fuerza conservativa, esto hará que el trabajo realizado por dicha fuerza será el mismo, independientemente del itinerario del cuerpo.

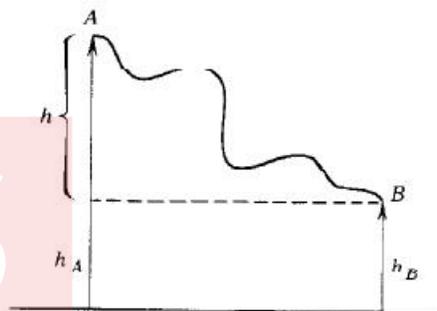


Figura N° 37

Existen dos formas de distinguir las fuerzas conservativas.

Cuando el trabajo total realizado por la fuerza en un recorrido cerrado (la posición de partida coincide con la posición de llegada) es *nulo*. $W_{ab} + W_{ba} = 0$

Cuando el trabajo realizado por la fuerza entre dos posiciones (posición de partida diferente a la posición de llegada) es el mismo calculado por diferentes recorridos.

Son fuerzas conservativas: la fuerza elástica de restitución (fuerza del resorte), la fuerza de la gravedad llamada también Peso, las fuerzas electromagnéticas, etc.

Son fuerzas no conservativas: la fuerza de rozamiento (fricción), fuerzas exteriores, etc.

El trabajo de una fuerza conservativa:

Es independiente de la trayectoria.

Es recuperable en su totalidad.

Es dependiente de la trayectoria; a mayor trayectoria entre dos puntos dados, mayor es el trabajo.

Generalizando:

En la mayoría de los problemas, salvo el rozamiento y alguna fuerza F exterior, todas las demás fuerzas terminan siendo conservativas. Es decir, o son conservativas o a la larga no realizan trabajo. Saber esto es muy útil al momento de resolver los problemas.

Hay más fuerzas conservativas y hay más fuerzas no-conservativas, pero para este nivel de física con estos conocimientos es suficiente.

Energía

De todas las transformaciones o cambios que sufre la materia, los que interesan a la mecánica son los asociados a la posición y/o a la velocidad. Ambas magnitudes definen, en el marco de la dinámica de Newton, el estado mecánico de un cuerpo, de modo que éste puede cambiar porque cambie su posición o porque cambie su velocidad. La forma de energía asociada a los cambios en el estado mecánico de un cuerpo o de una partícula material recibe el nombre de energía mecánica.

Energía cinética

Quando un cuerpo está en movimiento tiene velocidad, por lo tanto posee energía cinética. Ésta energía está relacionada con el movimiento. A medida que aumenta la velocidad del cuerpo su energía cinética se incrementa en relación de su cuadrado.

Si un cuerpo con energía cinética choca contra otro y lo mueve, esto se debe a la acción de una fuerza, que le ha transferido energía en forma de trabajo. Hubo un intercambio de energía en forma de trabajo mecánico. Para que un cuerpo detenido adquiera energía cinética o de movimiento, es decir, para ponerlo en movimiento, es necesario aplicarle una fuerza. Cuanto mayor sea el tiempo que esté actuando dicha fuerza, mayor será la velocidad alcanzada por el cuerpo y, por lo tanto, su energía cinética será también mayor.

Para una misma velocidad la energía cinética de un cuerpo depende de la masa del cuerpo.

La fórmula que representa la Energía Cinética, cuyo símbolo es E_c , es la siguiente:

$$E_c = 1/2 \cdot m \cdot V^2$$

m = masa – unidad SI = Kg

V = velocidad – unidad SI = m/s

Por lo tanto la unidad de E_c será $\text{Kg} \cdot (\text{m/s})^2 = \text{Kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$. $m = \text{Nw} \cdot m = \text{Joule}$

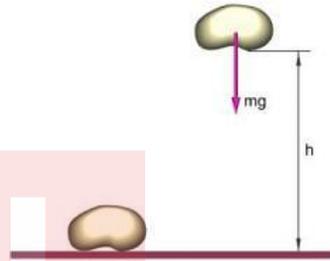
Ejemplo: Si una bolita de vidrio de 5 gramos de masa avanza hacia una persona a una velocidad de 2 km/h nadie haría ningún esfuerzo por esquivarla. Sin embargo, si con esa misma velocidad avanzara un camión, todos se apartarían de su camino para evitar la colisión. En cada caso las masas son muy diferentes por lo tanto las Energías Cinéticas también lo serán. En el choque se transfiere la energía del cuerpo, en estos casos E_c de un cuerpo al otro.

La variación de la energía cinética $\Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_i}$ está relacionada con las variaciones del movimiento del cuerpo (su velocidad), y éstas variaciones están vinculadas con el trabajo realizado por las fuerzas actuantes sobre él. Si la velocidad del cuerpo cambia, es porque hay una aceleración originada por una fuerza o un sistema de fuerzas no equilibrado.

Energía Potencial

La energía potencial representada por el símbolo E_p , es la energía de configuración de un cuerpo o sistema (energía de la posición).

Es la energía almacenada en un cuerpo o sistema a causa de la posición relativa .



Por lo tanto se dice:

“Todo cuerpo que se ubica a cierta altura del suelo posee energía potencial gravitatoria.”

Esta afirmación se comprueba cuando un objeto cae al suelo, siendo capaz de mover o deformar objetos que se encuentren a su paso. El movimiento o deformación será tanto mayor cuanto mayor sea la altura desde la cual cae el objeto.

Para una misma altura, la energía potencial gravitatoria del cuerpo dependerá de su masa. Esta energía puede ser transferida de un cuerpo a otro y transformarse en energía cinética o de deformación.

¿Cómo calcular la Energía Potencial Gravitatoria?

Si un cuerpo de masa m se sitúa a una altura h arriba de un nivel de referencia, este cuerpo posee una energía potencial gravitatoria con respecto a este nivel, la cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

m = masa g = constante de la fuerza de gravedad h = altura

$E_p = m \cdot g \cdot h$



De acuerdo a la fórmula, la energía potencial gravitatoria está relacionada con la masa del cuerpo y con la posición que ocupa; cuanto más grande sea la masa del cuerpo, y cuanto mayor sea la altura a la que se encuentre, tanto mayor será su Energía potencial gravitacional.

La variación de la energía potencial ΔE_p corresponde a un cambio particular en la configuración del sistema originado por fuerzas conservativas:

$\Delta E_p = - L F \text{ conservativas.}$

Otra forma de energía potencial es la que está almacenada en los alimentos, bajo la forma de energía química. Cuando estos alimentos son procesados por nuestro organismo, liberan la energía que tenían almacenada.

Energía Potencial Elástica:

Cuando un resorte se estira o se contrae va acumulando una energía que llamamos energía potencial elástica, que es la que utilizará para volver a su posición inicial.

Consideremos un resorte apoyado sobre una mesa en posición horizontal sobre el cual se aplica una fuerza también horizontal de tracción (lo estira) que lo aparta de su posición de equilibrio unos centímetros. Inmediatamente de producirse el más ligero alargamiento, se origina dentro del resorte una fuerza F opuesta a la fuerza exterior, llamada fuerza elástica. Si desaparece a fuerza externa esta fuerza elástica hace que el resorte recupere su posición original. Esta fuerza elástica (también llamada recuperadora) ha realizado un trabajo que es equivalente a la energía almacenada en el resorte durante el estiramiento, y que se denomina Energía potencial elástica.

La energía acumulada en un cuerpo elástico como un resorte se calcula como:

$$EP \text{ elástica} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \Delta x^2$$

Δx = desplazamiento desde la posición de equilibrio

K : se llaman constante elástica del resorte su unidad es Nw / m

La energía potencial elástica es cero cuando el resorte no está deformado, es máxima cuando alcanza su deformación máxima y es siempre positiva ya que es proporcional a Δx^2 .

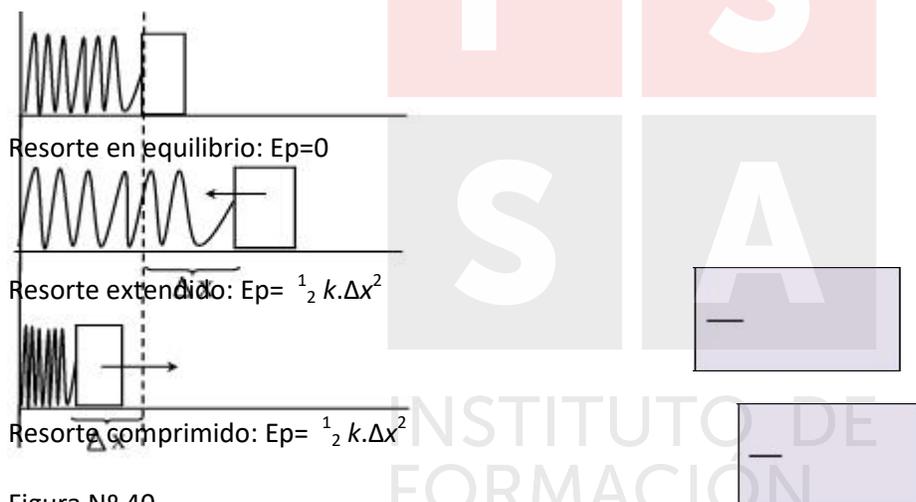


Figura Nº 40

Cuando se salta en una cama elástica, también se pone de manifiesto esta forma de energía; la persona que cae desde cierta altura sobre la cama tiene inicialmente una energía potencial que irá disminuyendo progresivamente durante la caída, mientras que su energía cinética (de movimiento) irá aumentando. Al chocar contra la superficie de la cama se perderá energía cinética; los resortes de la cama se colocarán tensos.

La energía cinética se ha transferido a los resortes, almacenándose en forma de energía potencial elástica. Ésta se pondrá de manifiesto rápidamente. Los resortes se descomprimirán y le comunicarán movimiento al

cuerpo hacia arriba, adquiriendo cierta velocidad, es decir, energía cinética. Ésta irá disminuyendo con la altura mientras que la energía potencial irá aumentando ya que aumentará la altura del cuerpo.

Energía mecánica:

La energía mecánica es la que tienen los cuerpos en razón de:

su movimiento: energía cinética
su situación respecto de otro cuerpo (en general, la Tierra): energía potencial gravitatoria
su estado de deformación (en el caso de los cuerpos elásticos): energía potencial elástica.

La suma de la energía cinética y la energía potencial (elástica o gravitatoria), se denomina energía mecánica

$E_{\text{mecánica}} = EC + EP$

El valor que se asigna a la energía es relativo. En el caso de la energía cinética depende del sistema de referencia.

En el caso de la energía potencial solo tiene sentido como diferencia, es decir, depende del nivel de altura considerado

Relaciones entre el trabajo realizado y las variaciones de energía
Conservación o no de la Energía mecánica.

Quando todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son conservativas la energía mecánica del cuerpo se conserva.

“Principio de conservación de la Energía Mecánica”

Sean A y B dos posiciones cualesquiera en la trayectoria de una partícula sobre la cual actúan solamente fuerzas conservativas.

Se define:

$E_p(A)$ y $E_p(B)$ como las energías potenciales que tiene el

cuerpo en los puntos A y B.

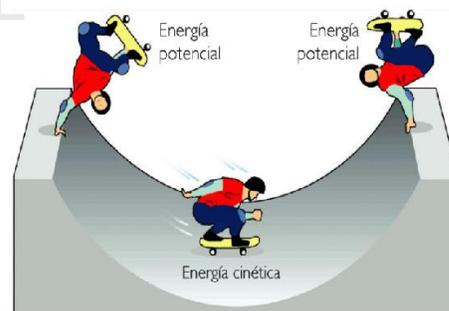
$E_c(A)$ y $E_c(B)$ son las energías cinéticas en dichos momentos.

Como la E_m se conserva, la

$E_m(A) = E_m(B)$

$E_p(A) + E_c(A) = E_p(B) + E_c(B)$

Según sea la situación analizada, aplicando esta igualdad, se pueden conocer alturas, y velocidades en distintos momentos de la trayectoria de la partícula.



Ejemplo:

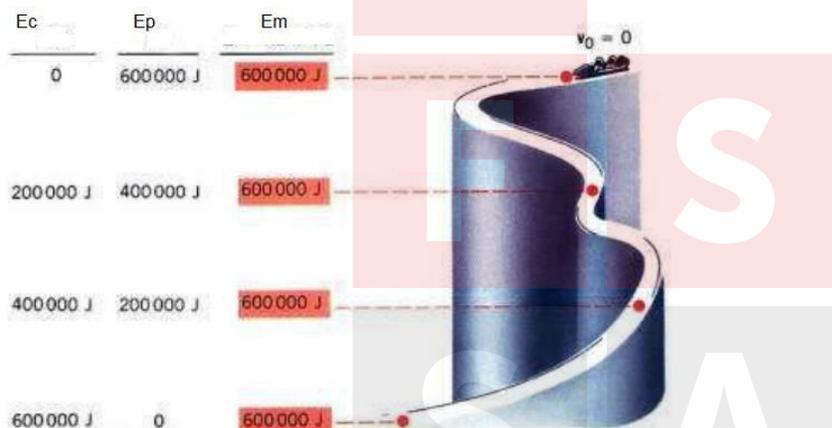
Analizando el movimiento del joven con el skate de la Figura N° 41, si se desprecia el rozamiento, las fuerzas actuantes son conservativas y la energía mecánica permanece constante.

E_m (posiciones elevadas) = E_m (posición inferior)

En la posición elevada, el joven se detiene, la $E_c=0$ y la $E_m= E_p$.

En la posición inferior como la altura es nula (nivel de referencia) la $E_p=0$, y la $E_m=E_c$

Entonces: E_p (posiciones elevadas) = E_c (posición inferior)



Otro ejemplo:

La Figura N° 42, muestra la energía cinética, potencial y mecánica en distintas posiciones de la trayectoria de un auto. Como se ha despreciado la fuerza de rozamiento, al igual que el ejemplo del joven con el skate, y aplicando el "Principio de conservación de la Energía Mecánica" la energía mecánica permanece constante en 600.000J.

Figura N° 42

Quando algunas de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo no son conservativas la energía mecánica del cuerpo no se conserva, disminuye.

Se tiene entonces que $E_{inicial} > E_{final}$, aparece una ΔE_m (variación de energía mecánica.)

Esta ΔE_m es consecuencia del trabajo realizado por esas fuerzas no conservativas.

L fuerzas no conservativas = $\Delta E_m = E_{mf} - E_{m0}$

“En presencia de fuerzas no conservativas, la energía mecánica de una partícula cambia”

Teorema de las Fuerzas Vivas :

El sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo tiene una fuerza resultante que es la sumatoria de las fuerzas conservativas F_c y no conservativas F_{nc} .

$F_{\text{resultante}} = F_{\text{conservativas}} + F_{\text{no conservativas}}$

El trabajo de esa fuerza resultante, está relacionado con la variación de la energía cinética de la partícula.

El Teorema de las fuerzas Vivas se expresa como

$$L F_{\text{resultante}} = \Delta E_c = E_{cf} - E_{c0}$$

El trabajo realizado por la fuerza resultante puede tener signo positivo o negativo. Si la partícula se ve frenada, su energía cinética disminuye y el trabajo de la $F_{\text{resultante}}$ es negativo.

POTENCIA MECANICA

La potencia mecánica se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W) y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo: $1 \text{ W} = \text{J}/\text{seg}$.

Por ejemplo, mientras una persona sube por una escalera un bulto de cemento de 50 kg a un departamento que se encuentra en reparación en el cuarto piso de un edificio, otra persona utilizando una polea, sube otro bulto de 50 kg hasta el mismo piso en un menor tiempo, ¿quién realiza mayor trabajo? puesto que cada quien elevó un bulto de 50 kg a la misma altura el trabajo realizado es el mismo, sólo que uno lo efectuó en menor tiempo.

El hombre siempre ha buscado realizar su trabajo en el menor tiempo posible, de ahí la necesidad de introducir un nuevo concepto que señale claramente con qué rapidez se hace un trabajo, este concepto recibe el nombre de potencia. Por definición: Potencia mecánica es la rapidez con que se realiza un trabajo.

Su expresión matemática es: $P = T / \text{tiempo}$

donde:

P = potencia en Joules/seg = watts (W).

T = trabajo realizado en Joules (J).

t = tiempo en que se realiza en trabajo en segundos (seg)

Como se observa, la unidad usada en el Sistema Internacional para medir potencia es el watt y significa trabajo de un joule realizado en un segundo. (En honor al escocés James Watt, 1736-1819, famoso por la

construcción de una máquina de vapor). Sin embargo, todavía se emplean las siguientes unidades prácticas: el caballo de fuerza (H.P.) y el caballo de vapor (C.V.)

1 H.P. = 746 Watts 1 C. V. = 736 Watts.

Como el trabajo es igual a $T = Fd$ y como la potencia es $P = T/d = Fd/t$, pero $d/t = v$ (velocidad) entonces la potencia es igual a: $P = Fv$.

P = Potencia mecánica en Watts.

F = Fuerza en en Newtons.

v = velocidad en metros por segundo (m/seg).

Esta expresión permite calcular la potencia si se conoce la velocidad que adquiere el cuerpo, misma que tendrá una dirección y un sentido igual a la de la fuerza que recibe .

Para conocer la eficiencia (η) o rendimiento de una máquina que produce trabajo, tenemos la expresión:

$\eta = \text{Trabajo producido por la máquina} \times 100$.

UNIDAD N° 3 FLUIDOS

La HIDROSTÁTICA es la rama de la física que se ocupa del estudio de los líquidos en reposo. El término es en si mismo elocuente, al referirse a la materia de estudio, expresando "HIDRO" (agua) y "STATICA" reposo o equilibrio.

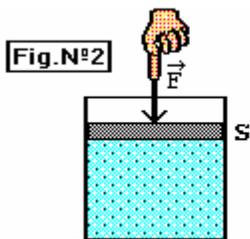
CONCEPTO DE PRESION:

Los líquidos, a diferencia de los sólidos, no transmiten fuerzas, sino presiones. Si pretendo aplicar una fuerza a un sólido, simplemente la aplico, empujándolo o tirando de él o ejerciendo cualquier contacto mecánico con ese cuerpo, ya sea en forma directa o indirecta.

En cambio, si tengo líquido en un recipiente (agua en un vaso), y deseo comunicarle alguna fuerza al agua, en forma directa, simplemente me mojo el dedo, sin conseguir otra cosa que eso o tal vez provocar algunas salpicaduras. En la fig. N°1 vemos la acción de una fuerza sobre un bloque sólido y a su derecha, un dedo mojándose y salpicando agua al pretender hacer lo mismo con un líquido.



En virtud de ello, advertimos que para poder comunicar alguna acción a un líquido, éste deberá estar encerrado en un recipiente cilíndrico, similar a una jeringa, en el cual podamos desplazar una de las superficies que hacen de tapa. Esto se denomina émbolo o pistón (Sí!, como el del motor de un auto).



$$\text{Presión} = P = \frac{F}{S} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}}$$

La presión es, por lo visto, el cociente entre la fuerza ejercida sobre el émbolo (normalmente o perpendicularmente) y la superficie de dicho émbolo.

La presión es una magnitud escalar, ya que como veremos más adelante (Principio de Pascal), cuando se ejerce presión, ella se detecta en todas las direcciones.

UNIDADES DE PRESION:

La unidad que corresponde a la presión tanto en sólidos como en líquidos depende de cuales sean las unidades en las que se miden los parámetros involucrados en el concepto.

Teniendo en cuenta este concepto observaremos en la siguiente tabla las unidades más utilizadas y sus equivalencias:

La presión atmosférica media es de 101 325 pascuales (101,3 kPa), a nivel del mar, donde:

1 atm = 1,01325 bar = 101325 Pa = 1,033 kgf/cm² y 760 mm de Hg.

Unidades de presión y sus factores de conversión								
	Pascal	bar	N/mm ²	kp/m ²	kp/cm ²	atm	Torr	PSI
1 Pa (N/m ²) =	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	0,102	0,102×10 ⁻⁴	0,987×10 ⁻⁵	0,0075	0,000145
1 bar (10N/cm ²) =	105	1	0,1	10200	1,02	0,987	750	14,5036
1 N/mm ² =	106	10	1	1,02×10 ⁵	10,2	9,87	7500	145,0536
1 kp/m ² =	9,81	9,81×10 ⁻⁵	9,81×10 ⁻⁶	1	10 ⁻⁴	0,968×10 ⁻⁴	0,0736	0,001422
1 kp/cm ² =	9,81×10 ⁴	0,981	0,0981	10000	1	0,968	736	14,22094
1 atm (760 Torr) =	101325	1,01325	0,1013	10330	1,033	1	760	14,6948
1 Torr (mmHg) =	133,32	0,001333	1,3332×10 ⁻⁴	13,6	1,36×10 ⁻³	1,32×10 ⁻³	1	0,019336
1 PSI (libra / pulgada cuadrada) =	6894,7573	0,068948	0,006894	703,188	0,070319	0,068046	51,715	1

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Debido a que el aire pesa y como rodeando al planeta Tierra existe una capa de aire (mezcla de gases), cuyo espesor es de aproximadamente 500 km, conocida como atmósfera, ese aire ejerce una fuerza sobre la superficie de la Tierra o sobre los cuerpos en él ubicados. Recordando que Presión = F/S, podemos afirmar entonces que la atmósfera ejerce una presión sobre el planeta. A esa presión se la conoce como Presión Atmosférica.

La densidad del aire en la atmósfera varía, de hecho en las zonas inferiores la densidad del aire es mayor, es decir que hay mayor número de molécula por unidad de volumen. A medida que la altura aumenta la densidad se hace menor hasta tornarse enrarecido a muy grandes alturas. Podemos señalar además que el aire está compuesto, aproximadamente, por:

Nitrógeno: 78%, * Oxígeno: 21%, * Gases Nobles (argón, helio, neón, criptón y xenón): 1%, * Anhídrido carbónico: 0.03%, * Agua en estado de vapor: proporción variable y vestigios de numerosas sustancias.

Se estableció que el Peso Específico del aire (se lo obtuvo dividiendo el peso del aire por el volumen que ocupó), en condiciones normales (0°C y 760 mm de mercurio de presión), es de 1,293 g/l.

Algunas aplicaciones de la existencia de la presión atmosférica son:

Una ventosa queda adherida sobre un vidrio o una pared, porque al presionarlas sobre la superficie se desaloja todo el aire, actuando solamente la presión atmosférica exterior. Otra aplicación es que al introducir un gotero en un vaso que contenga algún líquido, éste no entra; al apretar la perilla de goma estamos eliminando el aire que ella contiene y permitiendo que el líquido entre.

Unidades y valores de la Presión atmosférica normal.

La presión atmosférica se puede expresar en distintas unidades. Decimos que una atmósfera de presión es igual a 760 mm de mercurio, que equivale a 1033 g/cm^2 , o bien $1,033 \text{ kg/cm}^2$

En la práctica meteorológica, se empleaba el milibar la que, para 1 atmósfera de presión, equivale a 1.013,3 milibares. Actualmente se utiliza el HectoPascal

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1,033 \text{ kgf/cm}^2 = 1033 \text{ gf/cm}^2 = 1013,3 \text{ mb} = 101325 \text{ Pa}$$

Variación de la presión con la altura

A medida que nos alejamos de la superficie terrestre, se verifica que la presión que se soporta es menor, calculándose que la columna mercurial sufre variaciones de aproximadamente 1 mm por cada 10,5 m de altura, lo que equivale decir que la presión atmosférica disminuye en $1,293 \text{ g/cm}^2$

La presión atmosférica y nuestro cuerpo.

Teniendo en cuenta que el valor de la presión atmosférica establecido es de $1,033 \text{ kg/cm}^2$, y que la superficie corporal del hombre es de aproximadamente 15.000 cm^2 , nuestro cuerpo está soportando una fuerza de 15.495 kgf, aproximadamente. Nuestro cuerpo puede soportar esta fuerza debido a que el sistema circulatorio es quien logra equilibrar esta situación; de hecho muchas personas al ascender una montaña o elevarse en un avión o trasladarse a zonas de gran altura, como por ejemplo al antiplano boliviano, sufren hemorragias por rotura de vasos, mareos, etc provocados por el desequilibrio que origina la disminución de la presión exterior.

La presión atmosférica y el estado del tiempo

Se puede observar que cuando la columna mercurial es mayor a los 76 cm, o con tendencia a subir, el estado del tiempo es bueno y seco, por el contrario cuando ese valor desciende, el tiempo en general es húmedo y lluvioso.

Para terminar de comprender el concepto podemos decir que sobre nuestro cuerpo actúa una fuerza de una masa de aire y que afecta también a todo nuestro alrededor; esa presión se la denomina presión atmosférica, y corresponde al peso de la atmósfera que actúa sobre toda superficie.

La unidad de medida de la presión atmosférica es la "Atmosfera" y equivale al peso de una columna de aire de 10 metros de altura. El instrumento que se utiliza para medir esta presión es el barómetro.

¿Cuáles son las diferentes presiones que podemos medir sobre la tierra?

Se llama presión manométrica a la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Se aplica tan solo en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica; cuando esta cantidad es negativa se llama presión de vacío.

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la **presión atmosférica** como nivel de referencia y miden la **diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica**, llamándose a este valor **presión manométrica**.

Los aparatos utilizados para medir la presión manométrica reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides.

La presión manométrica se expresa bien sea por encima o por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman manómetros de vacío o vacuómetros.

Cuando la presión se mide en relación a un vacío perfecto, se llama presión absoluta; cuando se mide con respecto a la presión atmosférica, se llama presión manométrica.

Cuando la presión que mide el manómetro es igual a la de la atmósfera, la presión manométrica es igual a cero, de forma que no hay una diferencia de presión entre el sistema analizado y el entorno atmosférico. Cuando se conecta un manómetro al sistema o recinto cuya presión se desea medir, miden el exceso de presión respecto a la presión atmosférica. Si la presión en dicho recinto es menor o igual a la atmosférica, señala cero.

Un vacío perfecto correspondería a la presión absoluta cero. Todos los valores de la presión absoluta son positivos, porque un valor negativo indicaría una tensión de tracción, fenómeno que se considera imposible en cualquier fluido.

Las presiones por debajo de la atmosférica reciben el nombre de presiones de vacío y se miden con medidores de vacío (o vacuómetros) que indican la diferencia entre la presión atmosférica y la presión absoluta. Las presiones absoluta, manométrica y de vacío son cantidades positivas y se relacionan entre sí por medio de:

Presión manométrica = Presión Absoluta – Presión Atmosférica , (para presiones superiores a la p_{atm})

Presión de Vacío = Presión Atmosférica – Presión Absoluta , (para presiones inferiores a la p_{atm})

PRINCIPIO DE PASCAL

Este principio, expresa que “Toda presión ejercida sobre un líquido contenido en un recipiente, se transmite con igual intensidad a todos los puntos de dicho recipiente”.

La figura siguiente, muestra la verificación experimental de este principio:

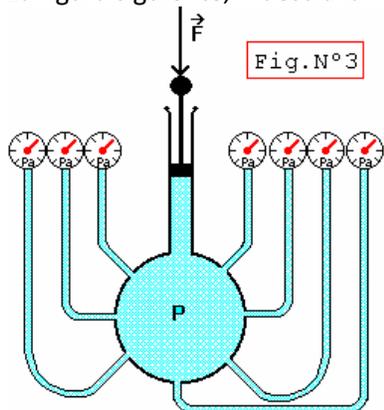


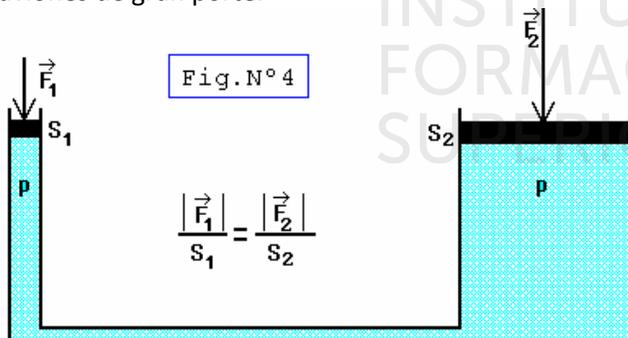
Fig. N°3

APLICACIONES DEL PRINCIPIO DE PASCAL: PRENSA HIDRAULICA

La prensa hidráulica, es un dispositivo que permite, mediante el concurso de la presión, multiplicar la fuerza que se requiere en diversas operaciones industriales y técnicas.

Las vemos instaladas en las estaciones de servicios, para elevar los autos a los fines del lavado de chasis y el engrase.

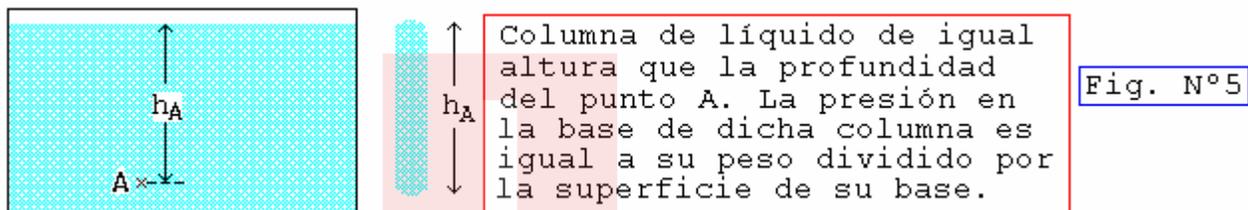
Las prensas hidráulicas, forman parte de los dispositivos extrusores que se emplean en la fabricación de caños de plomo, perfiles de aluminio (para ventanas, etc.), son los comandos oleodinámicos instalados en máquinas topadoras, camiones volqueteros, palas mecánicas y los encargados de mover los alerones en los aviones de gran porte.



$$\frac{|\vec{F}_1|}{S_1} = \frac{|\vec{F}_2|}{S_2}$$

PRESION HIDROSTÁTICA

La presión hidrostática, es la que se manifiesta en el interior de toda masa líquida, provocada por el peso de la columna de líquido que debe soportar un cuerpo sumergido.



Para calcular la presión hidrostática a una profundidad h_A , efectuamos el cociente entre su peso y la superficie de su base:

$$p_h(A) = \rho L.V/S_{base} = \rho L.S_{base}.h_A/S_{base} = \rho L.h_A$$

Por lo que hemos desarrollado anteriormente, concluimos que: “La presión hidrostática en el interior de una masa líquida a una profundidad h_A es igual al peso específico del líquido multiplicado por dicha profundidad”.

DIFERENCIA DE PRESION ENTRE DOS PUNTOS

Aplicando el resultado obtenido antes, podemos enunciar que: “La diferencia de presión entre dos puntos de una masa líquida es igual al peso específico del líquido multiplicado por la diferencia entre las profundidades de dichos puntos”.



Expresado matemáticamente, queda:

$$\Delta p_{AB} = p_A - p_B = \rho L . (h_A - h_B)$$

La ecuación fundamental de la hidrostática

Todos los líquidos pesan, por ello cuando están contenidas en un recipiente las capas superiores oprimen a las inferiores, generándose una presión debida al peso. La presión en un punto determinado del líquido deberá depender entonces de la altura de la columna de líquido que tenga por encima de él.

$$Pr = Pe . h$$

Esta ecuación indica que para un líquido dado y para una presión exterior constante la presión en el interior depende únicamente de la altura. Por tanto, todos los puntos del líquido que se encuentren al mismo nivel soportan igual presión. Ello implica que ni la forma de un recipiente ni la cantidad de líquido que contiene influyen en la presión que se ejerce sobre su fondo, tan sólo la altura de líquido. Esto es lo que se conoce como paradoja hidrostática, cuya explicación se deduce a modo de consecuencia de la ecuación fundamental.

FLOTACIÓN - PESO Y EMPUJE

El peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra lo atrae. Si digo que el peso de un cuerpo es de 2 kg, quiere decir que si lo pongo en un dinamómetro, el mismo va a marcar 2 Kgf.

Ahora, ocurre un fenómeno extraño: Si uno sumerge un cuerpo en agua, da la impresión pesar menos. Las cosas parecen ser más livianas si están abajo del agua. Y si el objeto es muy liviano, flota. (Telgopor, corcho) Veamos por qué pasa esto.

La cosa es así: Los tipos descubrieron que “no es que los cuerpos sumergidos pesen menos”. El peso de un cuerpo es siempre el mismo. Lo que pasa es que al ponerlo en el agua, el cuerpo recibe una fuerza hacia arriba llamada EMPUJE. Como esta fuerza empuja para arriba, el cuerpo da la impresión de pesar menos.

Pregunta: ¿De dónde sale la fuerza de empuje? ¿Qué es lo que la genera?

Rta: Bueno, esto es un poco largo para explicar. A grandes rasgos te puedo decir así:

Si vos ponés un cuerpo a flotar, el objeto siempre se sumerge un poco. Fijate:



TODO CUERPO QUE FLOTA SE SUMERGE ALGUNOS CENTIMETROS

Esta presión empuja sobre el fondo de la botella. La presión a 10 cm de profundidad multiplicada por la superficie del fondo de la botella genera la fuerza de empuje. Esta fuerza va hacia arriba porque la presión empuja para arriba. Un cuerpo recibe empuje cuando está flotando pero también cuando está sumergido.

Veamos los 2 casos:

a) CUERPO FLOTANDO

El empuje se ejerce sobre la base del cuerpo. El peso se compensa con el empuje.

b) CUERPO SUMERGIDO

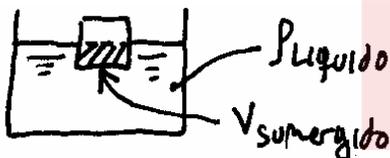
Al estar ahora el cuerpo sumergido, la cara de abajo está más hondo que la cara de arriba. Quiere decir que hay más presión en la cara de abajo que en la cara de arriba. Esa diferencia de presión genera el empuje.

¿CÓMO SE CALCULA EL EMPUJE ?

Cuando un cuerpo se sumerge en el agua, desaloja una cierta cantidad de líquido. La fuerza de empuje es el peso de ese volumen de líquido desalojado. Esto es lo que se conoce como principio de Arquímedes que dice: "Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del volumen del líquido desalojado"

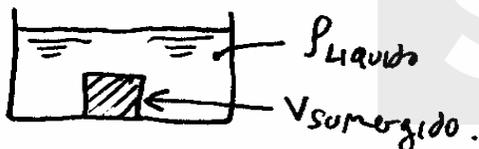
ECUACIÓN A PLANTEAR.

Si un cuerpo flota en el agua, está en equilibrio. No se mueve. En ese caso, la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo vale CERO. Quiere decir que se tiene que cumplir que el peso debe ser igual al empuje.

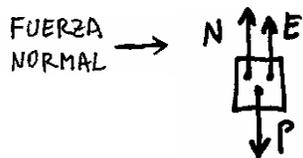


ECUACIÓN A PLANTEAR → $P = E$

Ahora vamos al caso de algo que está hundido en el fondo. En esta situación el objeto está en equilibrio porque no se mueve. Hagamos un dibujito:



Ahora dibujo las fuerzas que están aplicadas sobre el cuerpo:



Mirando el diagrama de fuerzas veo que para mantener el equilibrio se tiene que cumplir que el peso es igual al empuje + la reacción normal. Es decir que :

ECUACION A PLANTEAR → $P = N + E$

Tanto si el cuerpo está flotando como si está totalmente sumergido, el empuje se calcula como el peso del volumen de líquido desalojado. Si lo pensás un poquito, vas a ver que el peso del volumen desalojado es el peso específico del líquido por el volumen de líquido desalojado. Entonces el empuje siempre se calcula como:

VER

→ $E = \rho_{LQ} \cdot V_{SUM}$

← ECUACION PARA CALCULAR EL EMPUJE

HIDRODINÁMICA

Modelización del sistema circulatorio y analogía con un circuito eléctrico

El sistema circulatorio está formado por un sistema de conductos cerrados que comienza y acaba en el corazón.

Esto lo vemos representado en la Figura N° 1

El movimiento de la sangre es generado por la capacidad del corazón para actuar como bomba que establece un gradiente de presión entre los lados arterial y venoso del sistema circulatorio.

La circulación está formada por dos circuitos conectados en serie: circulación sistémica y circulación pulmonar. La Figura N° 2 muestra un esquema del sistema circulatorio

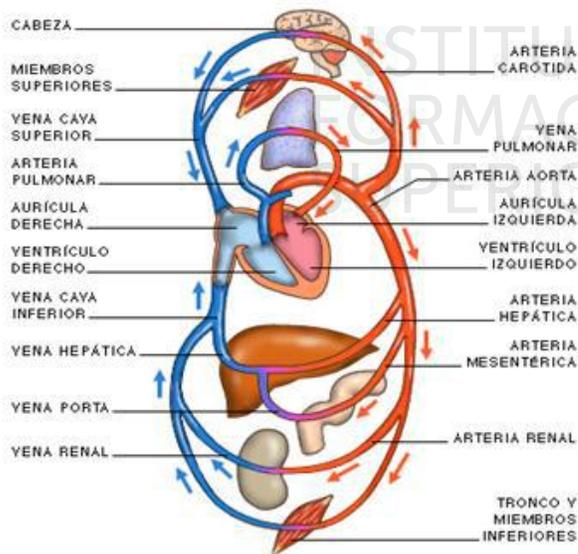


Figura N° 1

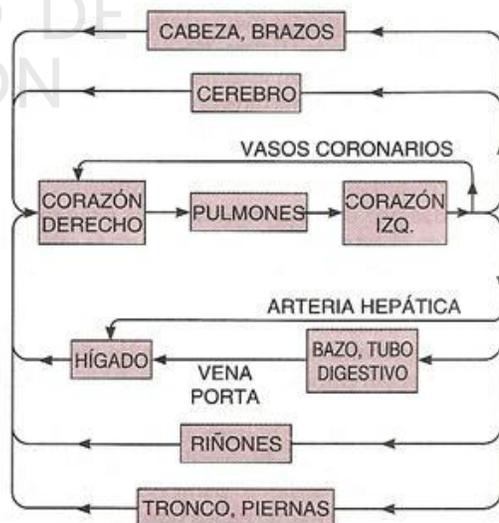


Figura N° 2

Lo primero que se debe hacer para aplicar las leyes de la hidrodinámica es simplificar, el sistema circulatorio y construir un modelo sencillo haciendo una analogía con un circuito eléctrico.

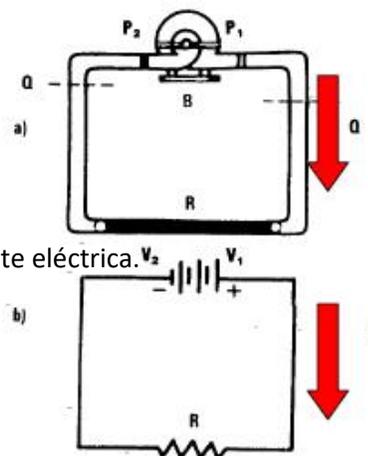
En la Figura N°3 a) se esquematiza una bomba (el corazón) que crea una diferencia de presión: $p_1 - p_2$ para impulsar un caudal Q (de sangre) a través de la resistencia R (resistencia hidrodinámica).

Este esquema se asemeja mucho al de un circuito eléctrico:
Ver Figura N°3 b)

la bomba se reemplaza por una fuente de corriente continua: pila o batería
la sangre se transforma en corriente de electrones, o corriente eléctrica
las arterias, venas, capilares se reemplazan por los cables conductores de la corriente eléctrica.

la resistencia hidrodinámica se convierte en resistencia eléctrica.

Figura N° 3



Caudal o Flujo

Caudal (Q) o flujo: Es la cantidad de un fluido (agua, sangre, etc) que circula por un conducto (caño, tubo, arteria, vena, etc.) en un intervalo de tiempo.

$$Q = V : t$$

donde V representa el volumen de fluido que circula por una sección.

Ejemplo N°1: Si por un conducto han circulado 54 litros de agua en 24s, el caudal es:

$$Q = V . t = 54 \text{ l} : 24 \text{ s} = 2,25 \text{ l/s}$$

El caudal es el volumen que circula dividido el tiempo que transcurre.

El flujo sanguíneo se define como la cantidad de fluido que pasa por una determinada sección del sistema circulatorio en la unidad de tiempo. El volumen total ocupado por la sangre recibe el nombre de **volemia** y es el volumen de agua, los sólidos del plasma y los sólidos de las células sanguíneas. La volemia es de unos 70 a 80 ml de sangre por kilogramo de peso corporal. Para una persona de 70 kg, son unos 4900 a 5600 mililitros de sangre. Para un adulto sano se toma como 5000 mL (5 L)

Otra fórmula para el caudal

El líquido al moverse dentro del caño recorre una cierta distancia “d” ver Figura N°4. Entonces al volumen que circula se puede escribir como:

Volumen = Sección x distancia.

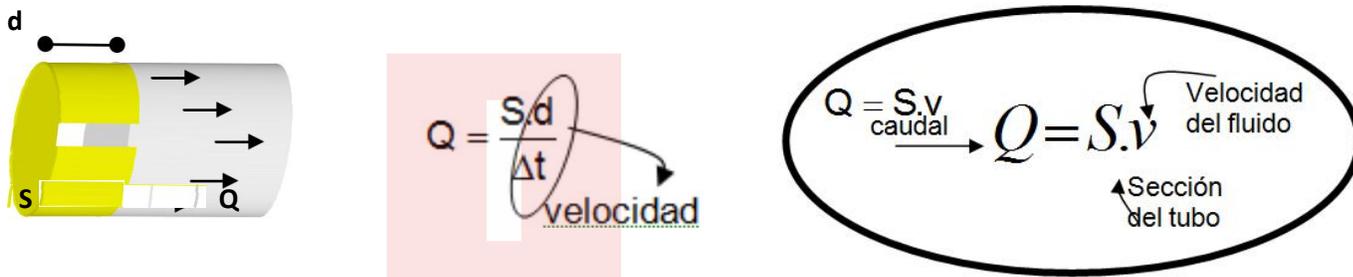


Figura N°4

S es la sección interna del caño o tubo, también se la llama área A y la fórmula de caudal queda

$Q = S \cdot v$	$Q = A \cdot v$
-----------------	-----------------

Volumen minuto cardíaco (VMC)

El corazón, actuando como una bomba mecánica, impulsa la sangre por la aorta. El volumen de sangre que pasa por unidad de tiempo por la aorta es el flujo o caudal (Q). Se lo llama Gasto cardíaco y cuando la unidad es el minuto se llama Volumen minuto cardíaco .El caudal o Gasto cardíaco es :

$$VMC = \frac{5 \text{ l}}{\text{min}} = 0,083 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Fluido: características

La materia se presenta en los estados de agregación: líquido, gaseoso o sólido. Un sólido tiene forma y volumen definidos, un líquido mantiene su volumen pero adopta la forma del recipiente que lo contiene mostrando una superficie libre y un gas no tiene ni forma ni volumen propio. **Los líquidos y los gases son fluidos.**

Las fuerzas de atracción entre las moléculas de un sólido son tan grandes que éste tiende a mantener su forma, pero éste no es el caso de los **fluidos (líquidos y gases)**, donde las fuerzas de atracción entre las moléculas son más pequeñas. Otra diferencia entre sólidos y fluidos es su respuesta frente a la acción de un esfuerzo. Los sólidos se deformarán mientras persista un esfuerzo suficiente, ya que oponen una fuerza igual y de sentido contrario a la aplicada, y tienden a recuperar su forma primitiva total o parcialmente cuando cesa el esfuerzo.

Los fluidos fluyen por pequeño que sea el esfuerzo, es decir, cambian continuamente de forma, mientras persista dicho esfuerzo, ya que no presentan una fuerza que se oponga a la aplicada, lo que indica que no hay tendencia a recuperar la forma primitiva al cesar el esfuerzo aplicado.

Ciertos materiales (parafina, gelatina, alquitrán, etc.) no son fáciles de clasificar en uno de estos dos estados de la materia, ya que se comportan como sólidos si el esfuerzo aplicado es menor que un cierto valor crítico, mientras que su comportamiento es como el de los fluidos cuando dicho valor crítico del esfuerzo es superado. A estos materiales se les denomina fluidos complejos y su estudio pertenece a una ciencia específica denominada Reología.

Tipos de fluidos:

Fluido ideal

El comportamiento de un fluido ideal tiene las siguientes características:

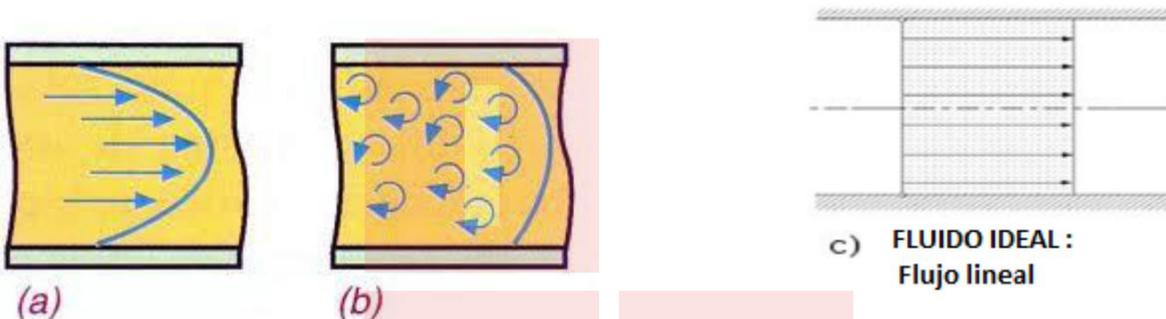
- 1.-Fluido **no viscoso**: se desprecia la fricción interna entre las distintas partes del fluido.
- 2.-Flujo **estacionario**: la velocidad del fluido en un punto es constante con el tiempo.
- 3.-Fluido **incompresible**: la densidad del fluido permanece constante con el tiempo.
- 4.-Flujo **irrotacional**: no presenta torbellinos, es decir, no hay momento angular del fluido respecto de cualquier punto.



Si un **fluido ideal** se mueve sin rozamiento y la velocidad del flujo es la misma en todas las partes del conducto, se dice que es un **flujo lineal**.

Fluido real

En la práctica el fluido ideal con flujo lineal no existe porque cualquier fluido al moverse roza con la superficie de contacto, es decir tiene viscosidad. Lo que se mueve por el sistema circulatorio humano es SANGRE, compuesta por agua y sustancias disueltas que forman soluciones verdaderas (glucosa, urea, ácido úrico, bicarbonato, sodio, potasio, etc.), soluciones coloidales (proteínas plasmáticas) y suspensiones (eritrocitos). Todo ello forma un líquido que presenta **viscosidad**.



Fluidos reales: a) Flujo laminar b) Flujo turbulento

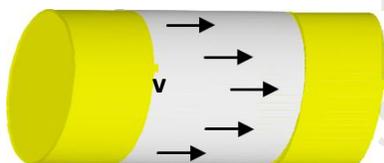
Ecuación de continuidad (conservación de la masa)

Si por un conducto que tiene un diámetro de 10 cm están entrando 5 litros por minuto de fluido. Pregunta: ¿qué cantidad de líquido está saliendo por el otro extremo del conducto?

No hay que pensarlo mucho: “todo lo que entra, tiene que salir”. Figura N° 5.

Qentra Qsale

Si entran 5 litros por minuto, tiene que estar saliendo 5 litros por minuto.



Dicho de otra manera: **el caudal que entra es igual al caudal que sale**. Por lo tanto:

Q entra = Q sale

Qe = Qs

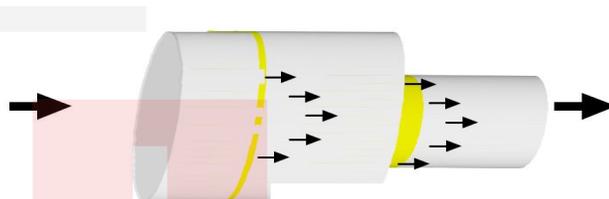
Figura N° 5

Como el caudal se calcula como A (área de la sección transversal) x velocidad (v) Figura N°6, la fórmula es :

A entrada . V entrada = A salida . V salida
PROFESOR/A: SERGIO ARRIOLA

Esta fórmula es la llamada **Ecuación de continuidad**.

En esta fórmula **Ve** es la velocidad del líquido a la entrada y **Ae** es la superficie o área del conducto a la entrada y los **Vs** y **As** son los valores para la salida.



El nombre "**continuidad**" significa que el **caudal** siempre es **continuo**, no se interrumpe. Aunque el conducto cambie su sección, siempre se cumple que todo lo que entra tiene salir.

La ecuación $A_{entrada} \cdot v_{entrada} = A_{salida} \cdot v_{salida}$

- Se usa para todo tipo de conducto , aunque sea de ancho constante o cambie su sección (Fig.Nº6)
- Se aplica en fluidos ideales o reales.

Esta fórmula no se podría usar únicamente si el caño tuviera una pérdida en el medio o si el líquido pudiera comprimirse, (como si fuera un gas).

Como el caudal es constante, para mantener constante el producto $A \cdot v$ o $S \cdot v$

Si la sección(A) disminuye la velocidad del fluido aumenta.

Cuando el área de sección transversal de todos los vasos aumenta, como en los capilares, la velocidad disminuye y cuando el área de sección transversal disminuye, como en las venas, la velocidad aumenta. Esta relación inversa entre la sección y la velocidad sólo es válida si el caudal es el mismo.

Fluidos ideales en movimiento: Ecuación de Bernoulli

El teorema de Bernoulli afirma que la energía mecánica total de un fluido **incompresible y no viscoso** (sin rozamiento) es constante a lo largo de una línea de corriente (trayectoria seguida por una partícula de líquido en movimiento)

El teorema de Bernoulli relaciona los efectos de la presión, la velocidad y la gravedad.

$$P_e + \frac{1}{2} \rho v_e^2 + \rho g h_e = P_s + \frac{1}{2} \rho v_s^2 + \rho g h_s \quad \leftarrow \text{ECCACION DE BERNOULLI}$$

Esta fórmula es la **ecuación de la conservación de la energía para un líquido ideal**.

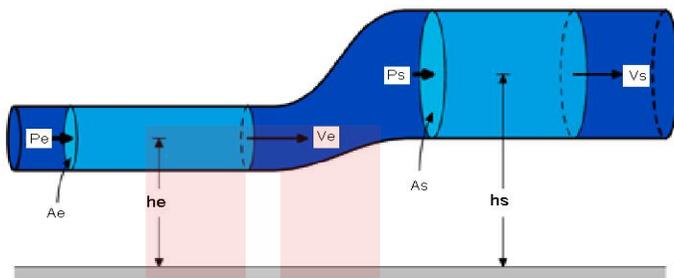


Figura N°7

Considerando:

P_e = Presión en la entrada. ($Pa = N / m^2$)

δ = densidad del líquido. (Kg/m^3)

V_e = Velocidad del líquido en la entrada. (m/s)

h_e = Altura del líquido en la entrada. (m)

P_s = Presión en la salida. ($Pa = N / m^2$)

g : Aceleración de la gravedad ($g = 9,8m/s^2$)

V_s = Velocidad del líquido en la salida. (m/s)

h_s = Altura del líquido en la salida. (m)

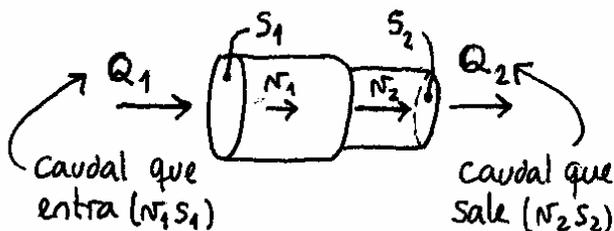
Considerando la conservación de la energía mecánica la Ecuación de Bernoulli queda:

$$p + \delta g h + \frac{1}{2} \delta v^2 = cte$$

CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA HIDRODINÁMICA

UNO: A MAYOR SECCIÓN, MENOR VELOCIDAD

De la ecuación de continuidad hago una deducción importante: si el valor $V \times S$ siempre se tiene que mantener constante, entonces donde el tubo sea más angosto LA VELOCIDAD SERÁ MAYOR



← DONDE EL TUBO ES MAS ANGOSTO, LA VELOCIDAD ES MAS GRANDE ($N_2 > N_1$)

Esto pasa porque el caudal que circula es constante. Entonces si el tubo se hace más angosto, para que pueda circular el mismo caudal, la velocidad de líquido tiene que aumentar. Exactamente lo contrario pasa si el caño se hace más ancho. La velocidad del líquido tiene que disminuir para que pueda seguir pasando el mismo caudal.

DOS: A MAYOR VELOCIDAD, MENOR PRESIÓN

Algo importante que se puede deducir de la ecuación de Bernoulli es que en el lugar donde la velocidad del líquido que circula sea mayor, la presión será menor. Aclaración importante: Esto pasa solo si el tubo es horizontal. (Ojo). Recordá la fórmula para tubos horizontales:

$$P_e + \frac{1}{2} \rho N_e^2 = P_s + \frac{1}{2} \rho N_s^2$$

← ECUACION DE BERNOULLI PARA TUBOS HORIZONTALES

Es un poquito complicado explicar como se deduce que a mayor velocidad del líquido, menor presión. A ver si me seguís: Fijate que la ecuación tiene 2 términos del lado izquierdo y 2 términos del lado derecho.

En realidad el término $P_e + \frac{1}{2} \rho v^2$ vale lo mismo que el término $P_s + \frac{1}{2} \rho v^2$

Quiero decir si el lado izquierdo de la ecuación vale 5, el lado derecho también tiene que valer 5. Entonces, fijate esto. Supongamos que vos estás regando con una manguera y apretás la punta. El diámetro de la manguera se achica y ahora el agua sale con mayor velocidad.

Lo que hago es aumentar la velocidad de salida. Al aumentar la velocidad de salida, la Presión de salida tendrá que disminuir. ¿Por qué?

Rta: Bueno, v aumenta, pero el término $P_s + \frac{1}{2} \rho v^2$ tiene que seguir valiendo lo mismo que antes. Entonces P_s tiene que hacerse más chica para que se siga cumpliendo la igualdad.

Es decir que si la velocidad a la salida aumenta, la presión a la salida va a disminuir.

Este concepto de que " a mayor velocidad, menor presión " es bastante anti-intuitivo. Lo que termina pasando es al revés de lo que uno diría que tiene que pasar. Lo razonable sería decir que " a mayor

velocidad, mayor presión ". Pero no es así. Lo que ocurre en la realidad es lo contrario. Es decir, repito, a **mayor** velocidad, **menor** presión.

El concepto de " mayor velocidad, menor presión " tenés que saberlo porque se usa un montón en los problemas. También es común que tomen preguntas teóricas que finalmente se terminan resolviendo aplicando la idea de que " a mayor velocidad, menor presión ".

CONCLUSIÓN:

RECORDAR MAYOR VELOCIDAD MENOR PRESIÓN

TRES: A MAYOR SECCION, MAYOR PRESION

Hasta ahora relacioné el concepto de sección con el de velocidad y el concepto de velocidad con el de presión. Ahora voy a relacionar el concepto de sección con el de presión. Fijate:

Por un lado te dije que a menor sección, mayor velocidad. (Continuidad). Por otro lado te dije que a mayor velocidad, menor presión. (Bernoulli en tubos horizontales). Uniendo estas 2 ideas en una sola, puedo decir que a menor sección, menor presión. O lo que es lo mismo, **a mayor sección, mayor presión.**

Esta conclusión significa que donde mayor sea el diámetro del tubo, mayor va a ser la presión en el líquido que circula. (Esto vale sólo para tubos horizontales). Si pensás un poco te vas a dar cuenta que esta conclusión también es bastante anti-intuitiva. Pero bueno, Así son las cosas.

Hagamos un esquema y resumamos las 3 frases célebres de la hidrodinámica :



Mayor velocidad, menor presión \Rightarrow $P_3 < P_2 < P_1$

Mayor sección, mayor presión $\Rightarrow S_1 > S_2 > S_3 \Rightarrow P_1 > P_2 > P_3$

Mayor sección, menor velocidad $\Rightarrow N_1 < N_2 < N_3$

UNA ULTIMA COSA: A veces en los problemas piden calcular la **DIFERENCIA DE PRESIÓN**. Diferencia significa resta. Esto quiere decir que te están pidiendo que hagas la cuenta $P_{\text{salida}} - P_{\text{entrada}}$

Entonces:

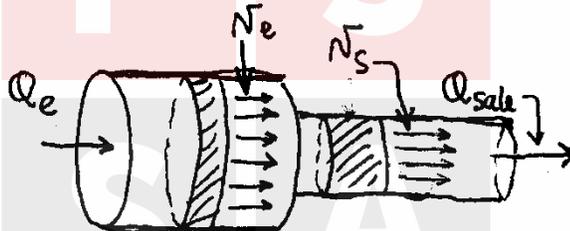
$$P = P_s - P_e \quad \text{DIFERENCIA DE PRESIÓN}$$

Ejemplo de cómo se usan las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad.

Por un caño horizontal circula un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$. de agua.

- a) - calcular la velocidad del agua en una parte donde al caño tiene una sección de 2 m^2 y en otra parte donde el caño tiene una sección de 1 m^2
- b) - calcular la diferencia de presión que existe entre estas 2 secciones
- c) - donde es mayor la presión, ¿ en la sección de 2 m^2 o en la de 1 m^2 ?

Hago un dibujito de lo que plantea el problema. Tengo un caño horizontal por donde circula un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ de agua. Sección entrada = 2 m^2 Sección salida = 1 m^2



- a) - Para calcular las velocidades a la entrada y a la salida planteo continuidad: $Q = V \times S$
El caudal me lo dan y es de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$. Entonces calculo las velocidades:

$$Q = v \times S$$

$$v_e \times 2 \text{ m}^2 = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \Rightarrow v_e = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \leftarrow \text{VELOCIDAD A LA ENTRADA}$$

$$v_s \times 1 \text{ m}^2 = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \Rightarrow v_s = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \leftarrow \text{VELOCIDAD A LA SALIDA.}$$

- b) - Para calcular la diferencia de presión planteo Bernoulli para tubos horizontales:

$$P_e + \frac{1}{2} \rho N_e^2 = P_s + \frac{1}{2} \rho N_s^2$$

Como me piden la diferencia de presión, voy a pasar las 2 presiones para el mismo lado. Me queda:

$$P_e - P_s = \frac{1}{2} \rho (N_s^2 - N_e^2)$$

Conviene recordar la expresión de Bernoulli escrita así. A alguna gente le resulta mas fácil trabajar con la ecuación puesta en función de la diferencia de presiones. Reemplazando por los datos me queda el siguiente choclazo:

$$\Rightarrow \Delta P = \frac{1}{2} \cdot 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \left[\left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right]$$

$$\Rightarrow \Delta P = 37.500 \text{ Pa} \quad \leftarrow \text{ DIFERENCIA DE PRESIÓN}$$

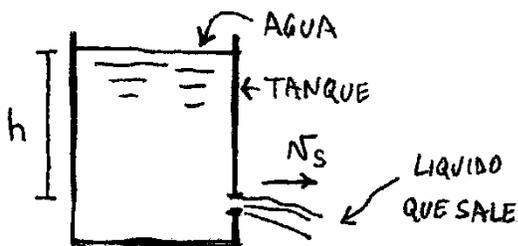
c) – La presión a la entrada es mayor que a la salida. Me doy cuenta de eso porque a la entrada la velocidad es menor (La sección a la entrada es más grande). Y como la velocidad es menor, la presión será mayor. Para deducir esto apliqué el principio de mayor velocidad, menor presión.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL TEOREMA DE BERNOULLI

Hay algunas situaciones que suelen tomar en los parciales. Pueden ser preguntas teóricas o pueden ser problemas en donde haya que aplicar Bernoulli. Fijate:

1-TEOREMA DE TORRICELLI

Imaginate un tanque con agua. Le hacés un agujero a una profundidad h por debajo de la superficie. El agua va a empezar a salir con cierta velocidad.



El teorema de Torricelli te da la manera de calcular la velocidad con la que sale el agua por el agujero. La fórmula de Torricelli es :

$$v_s = \sqrt{2gh}$$

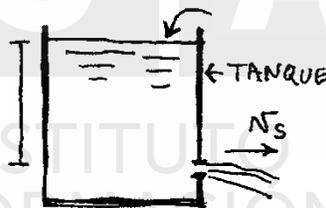
← TEOREMA DE TORRICELLI

En esta fórmula g es la aceleración de la gravedad. v_s es la velocidad con la que sale el agua en m/s. h es la profundidad del agujero. h va en metros y se mide desde la superficie del agua.

Atención: El agujero puede estar en las paredes o en el fondo del tanque.

Ejemplo:

Un tanque contiene alcohol (densidad $0,8 \text{ g/cm}^3$) Se le hace un agujerito de 1 mm de radio en el costado a una distancia de 20 cm por debajo de la superficie del líquido. Calcular con que velocidad sale el alcohol por el orificio.



Solución: Aplico el teorema de Torricelli. La velocidad de salida es raíz de $2gh$.

Entonces:

$$v_s = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 0,2 m}$$

VELOCIDAD DE SALIDA

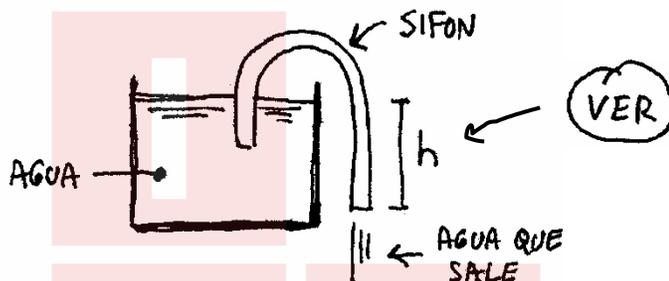
$$v_s = 2 \text{ m/s}$$



NOTA: La velocidad con que la que sale el agua no depende de la densidad del líquido ni del tamaño del agujerito.

2 - SIFON

Para la física, un sifón es un cañito que se usa para pasar líquidos de un lado a otro . Vendría a ser una cosa así:



Lo que uno puede calcular aplicando Bernoulli es la velocidad con que va a salir el agua. Al igual que pasa en el teorema de Torricelli, acá también la velocidad de salida es raíz de 2 ge hache:

$$v_s = \sqrt{2gh}$$

← SIFON

Atención: Acá **h** es la distancia que va desde la parte de abajo del tubo hasta la superficie del agua. (Ver dibujo)

EJEMPLO:

Calcular con que velocidad sale el aceite de densidad $0,8 \text{ g/cm}^3$ por un sifón de radio igual a 1 cm y una altura $h = 0,2 \text{ m}$



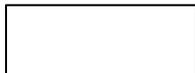
Solución: Aplico la fórmula para el sifón. La velocidad de salida es raíz de 2 ge hache.

Entonces :

$$v_s = \sqrt{2gh}$$

$$v_s = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}$$

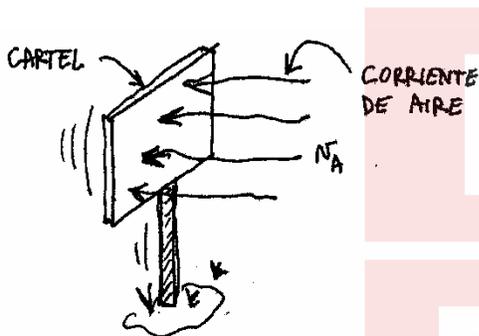
$V_s = 2 \text{ m/s}$



NOTA: La velocidad de salida no depende de la densidad del líquido ni del tamaño o forma del tubo.

VIENTO SOBRE UN CARTEL

Imaginate que tenés un cartel o alguna superficie plana en donde pega el viento.



El viento ejerce una fuerza al pegar sobre el cartel. Esa fuerza se puede calcular por Bernoulli. La fórmula es :

$$F = \frac{1}{2} \rho_{\text{AIRE}} N_A^2 \cdot \text{Sup}_{\text{cartel}}$$

FUERZA QUE EJERCE
EL VIENTO SOBRE
EL CARTEL

En esta ecuación ρ_{AIRE} es la densidad del aire = $1,3 \text{ kg/m}^3$, N_A es la velocidad del aire en m/seg, Sup_{C} es la superficie del cartel en m^2 .

EJEMPLO

Calcular que fuerza ejerce un viento de 36 Km/h sobre un cartel de 1 m^2 de superficie

Solución: La fuerza del aire sobre el cartel es:

$$F = 0,5 \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot (v_{\text{aire}})^2 \cdot \text{Sup}$$

$$F = \frac{1}{2} \rho_{\text{AIRE}} N_A^2 \cdot \text{Sup}_{\text{cartel}}$$

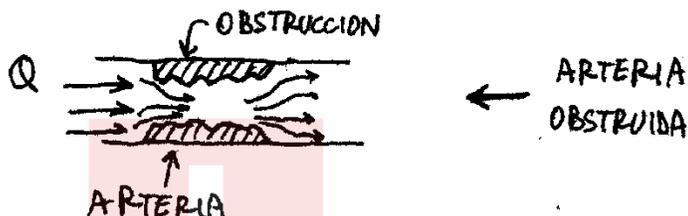
$$F = 0,5 \times 1,3 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/seg})^2 \times 1 \text{ m}^2$$

$$F = 65 \text{ N} = 6,5 \text{ Kgf}$$

FUERZA QUE EJERCE EL VIENTO SOBRE EL CARTEL

4 – ARTERIA O VENA CON UNA OBSTRUCCION

Parece que en la medicina es bastante común que las arterias o las venas se taponen con cosas tipo colesterol y demás. Concretamente la situación es esta:



Si se le pregunta a una persona que cree que va a ocurrir con la arteria cuando se obstruye, la respuesta mas común es esta: Y bueno, al chocar con la obstrucción, la sangre se va a frenar y va a empezar a presionar hacia fuera porque quiere pasar. Por lo tanto la arteria se va a dilatar y se va a formar como un globo.

Este razonamiento es muy lindo y muy intuitivo pero está **MAL**. Lo que pasa es **justo al revés**. Fijate. El caudal que manda el corazón es constante. Este caudal no se frena por ningún motivo.

Para poder pasar por la obstrucción lo que hace la sangre es aumentar su velocidad. La velocidad aumenta porque el diámetro de la arteria disminuye. Entonces,...¿ qué es lo que pasa ?

Y bueno, razonemos con la frase salvadora de la hidrodinámica. Esta frase es:

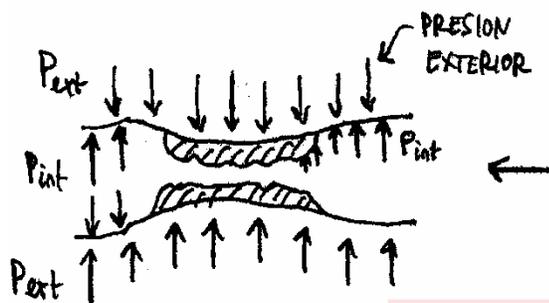
MAYOR VELOCIDAD,
MENOR PRESION

Conclusión: al aumentar la velocidad dentro de la arteria, la presión adentro tiene que disminuir. Pero afuera de la arteria la presión sigue siendo la misma. Entonces la presión de afuera le gana a la presión de adentro y la arteria se comprime.

¿ Y qué pasa al comprimirse la arteria ?

Rta: La obstrucción se cierra más. Esto provoca un aumento de la velocidad dentro de la obstrucción, lo que a su vez obliga a la arteria a cerrarse más todavía.

De esta manera, la arteria se va cerrando más y más hasta que sobreviene el **COLAPSO**. Esto significa que la arteria tiende a cerrarse del todo e impide el pasaje de sangre.



SITUACIÓN FINAL DE
LA ARTERIA OBSTRUIDA

Esto es lo que ocurre cuando una persona tiene un ataque cardíaco. Creo que también pasa en el cerebro y en otros lados. Me parece que a este asunto los médicos lo llaman trombosis o algo así. Esta es una de las pocas aplicaciones verdaderas – verdaderas que tiene la biofísica a la medicina.

UNIDAD N° 4: TERMODINAMICA

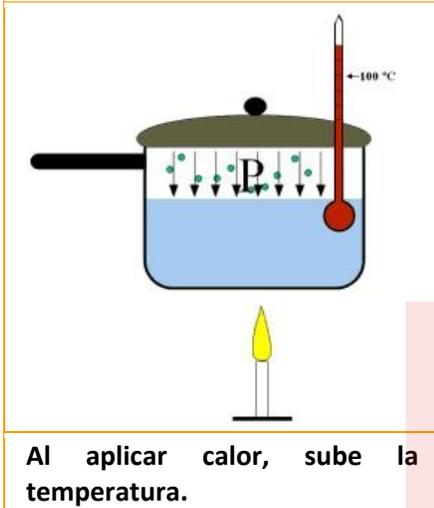
Calor y Temperatura

Cuando decimos que algo está caliente o que está frío, lo que queremos decir realmente es que su **temperatura** es alta o baja. La sensación de calor o frío que nuestro cuerpo tiene nos orienta acerca de la temperatura, pero el tacto no es un buen instrumento de medida.

Prueba a realizar la siguiente experiencia:
Introduce tu mano izquierda en un recipiente con agua fría, y tu mano derecha en un recipiente con agua caliente.

Después, introduce las dos manos en un recipiente con agua templada. Comprobarás que tu mano izquierda tiene sensación de calor y tu mano derecha, de frío.

Efectivamente, el tacto puede no ser un buen instrumento de medida.



El calor es una cantidad de energía y es una expresión del movimiento de las moléculas que componen un cuerpo.

Cuando el calor entra en un cuerpo se produce calentamiento y cuando sale, enfriamiento. Incluso los objetos más fríos poseen algo de calor porque sus átomos se están moviendo.

Temperatura

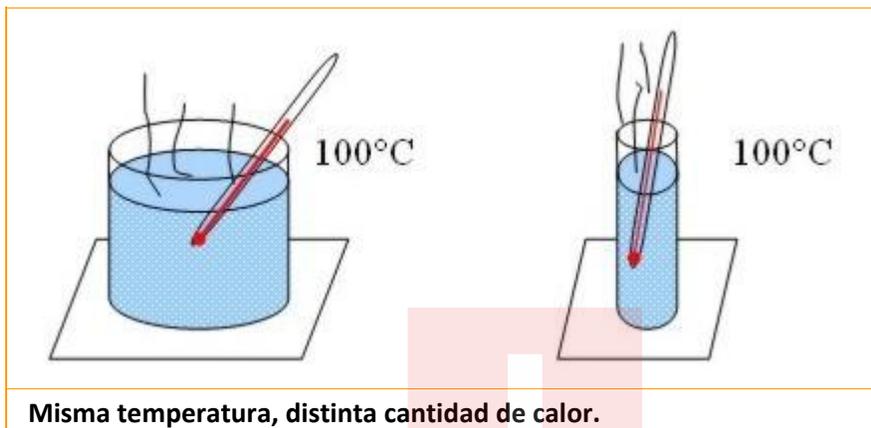
La temperatura es la medida del calor de un cuerpo (y no la **cantidad de calor** que este contiene).

Diferencias entre calor y temperatura

Todos sabemos que cuando calentamos un objeto su temperatura aumenta. A menudo pensamos que calor y temperatura son lo mismo. Sin embargo, esto no es así. El calor y la temperatura están relacionadas entre sí, pero son conceptos diferentes.

Como ya dijimos, el calor es la energía total del movimiento molecular en un cuerpo, mientras que la temperatura es la medida de dicha energía. El calor depende de la velocidad de las partículas, de su número, de su tamaño y de su tipo. La temperatura no depende del tamaño, ni del número ni del tipo.

Por ejemplo, si hacemos hervir agua en dos recipientes de diferente tamaño, la temperatura alcanzada es la misma para los dos, 100° C, pero el que tiene más agua posee mayor cantidad de calor.



Misma temperatura, distinta cantidad de calor.

El calor es lo que hace que la temperatura aumente o disminuya. Si añadimos calor, la temperatura aumenta. Si quitamos calor, la temperatura disminuye.

La temperatura no es energía sino una medida de ella; sin embargo, el calor sí es energía.

Escalas termométricas

Existen varias **escalas termométricas** para medir temperaturas, relativas y absolutas.

A partir de la sensación fisiológica, es posible hacerse una idea aproximada de la temperatura a la que se encuentra un objeto. Pero esa apreciación directa está limitada por diferentes factores; así el intervalo de temperaturas a lo largo del cual esto es posible es pequeño; además, para una misma temperatura la sensación correspondiente puede variar según se haya estado previamente en contacto con otros cuerpos más calientes o más fríos y, por si fuera poco, no es posible expresar con precisión en forma de cantidad los resultados de este tipo de apreciaciones subjetivas. Por ello para medir temperaturas se recurre a los termómetros.

En todo cuerpo material la variación de la temperatura va acompañada de la correspondiente variación de otras propiedades medibles, de modo que a cada valor de aquella le corresponde un solo valor de ésta. Tal es el caso de la longitud de una varilla metálica, de la resistencia eléctrica de un metal, de la presión de un gas, del volumen de un líquido, etc. Estas magnitudes cuya variación está ligada a la de la temperatura se denominan propiedades termométricas, porque pueden ser empleadas en la construcción de termómetros.

Para definir una escala de temperaturas es necesario elegir una propiedad termométrica que reúna las siguientes condiciones:

La expresión matemática de la relación entre la propiedad y la temperatura debe ser conocida.

La propiedad termométrica debe ser lo bastante sensible a las variaciones de temperatura como para poder detectar, con una precisión aceptable, pequeños cambios térmicos.

El rango de temperatura accesible debe ser suficientemente grande.

Una vez que la propiedad termométrica ha sido elegida, la elaboración de una escala termométrica o de temperaturas lleva consigo, al menos, dos operaciones; por una parte, la determinación de los puntos fijos o temperaturas de referencia que permanecen constantes en la naturaleza y, por otra, la división del intervalo de temperaturas correspondiente a tales puntos fijos en unidades o grados.

Lo que se necesita para construir un termómetro, son puntos fijos, es decir procesos en los cuales la temperatura permanece constante. Ejemplos de procesos de este tipo son el proceso de ebullición y el proceso de fusión.

Existen varias escalas para medir temperaturas, las más importantes son la escala Celsius, la escala Kelvin y la escala Fahrenheit.

Escala Celsius o centígrada

La escala Celsius o centígrada asigna el valor cero al punto de congelación o solidificación del agua y el valor 100 al punto de ebullición de la misma a la presión de una atmósfera. Cada unidad, debido a la variación lineal con la temperatura, será 1/100 del intervalo y se llama grado Celsius o centígrado (°C).

Escala Fahrenheit

Otra escala de temperaturas, muy utilizada en Norteamérica fuera de los ambientes científicos es la escala Fahrenheit. En esta escala se efectúan 180 divisiones en el intervalo definido por los puntos fijos, asignando a estos puntos los valores 32 y 212, respectivamente.

La relación entre la temperatura expresada en grados centígrados y la correspondiente en grados Fahrenheit.

$$t (^{\circ}\text{F}) = 1,8 t (^{\circ}\text{C}) + 32$$

Escala Kelvin o absoluta

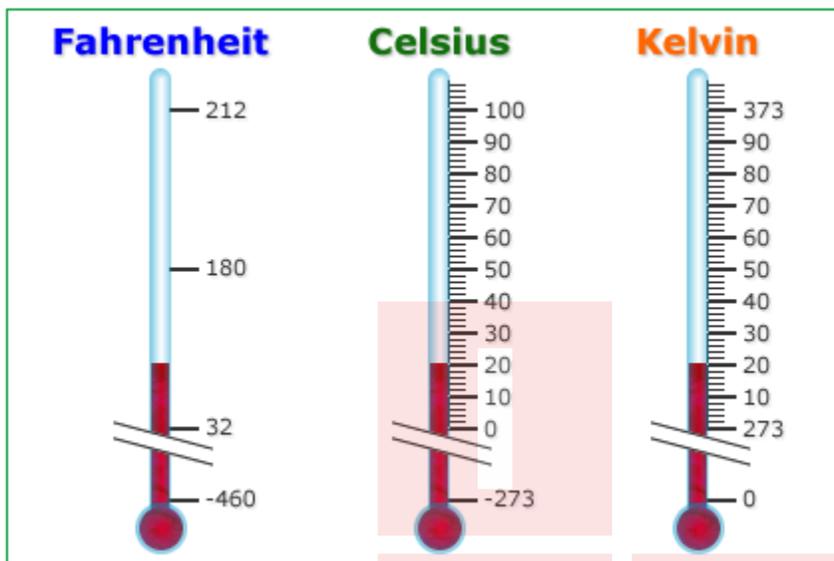
La escala absoluta o termodinámica utiliza como unidad de medida de temperatura el kelvin (K), cuyo valor coincide exactamente con el de 1 °C, ya que el intervalo entre los puntos fijos también se divide en 100 unidades. Sin embargo, se asigna el valor 273 al punto de fusión del hielo y, por tanto, el valor 373 al punto de ebullición del agua.

En consecuencia, la relación entre la temperatura medida en Kelvin y la medida en grados centígrados es la siguiente:

$$T (\text{K}) = t (^{\circ}\text{C}) + 273$$

es decir, se trata de la misma escala que la centígrada pero desplazada hacia abajo en 273 unidades.

La importancia de la escala absoluta radica en que es posible demostrar que el cero absoluto de temperatura se corresponde con la ausencia total de energía cinética interna del cuerpo considerado, es decir, con la inmovilidad total de sus partículas.



TRANSFERENCIA O PROPAGACION DEL CALOR

Cuando se produce una transferencia de Calor, se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura.

El calor se puede transferir mediante **convección, radiación o conducción**.

Aunque estos tres procesos pueden ocurrir al mismo tiempo, puede suceder que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se trasmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

Calor del sol llega por radiación.

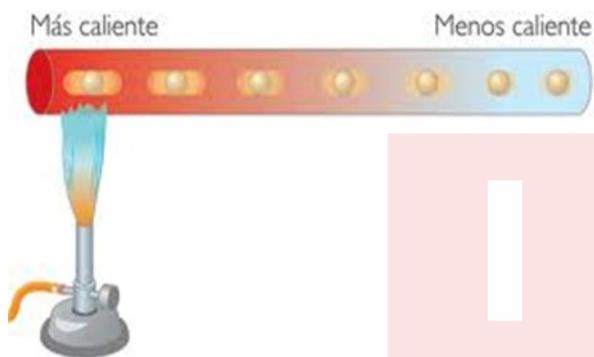
CONDUCCIÓN TÉRMICA

La conducción es una transferencia de calor entre los cuerpos sólidos. Si una persona sostiene uno de los extremos de una barra metálica, y pone en contacto el otro extremo con la llama de una vela, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmitirá hasta el extremo más frío por conducción.

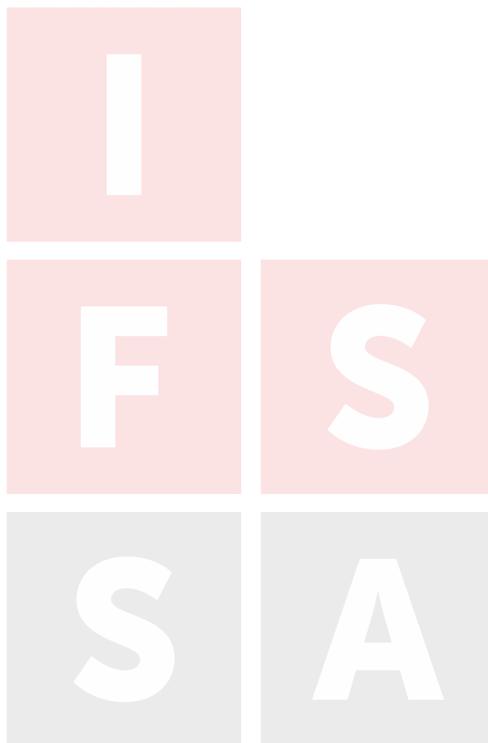
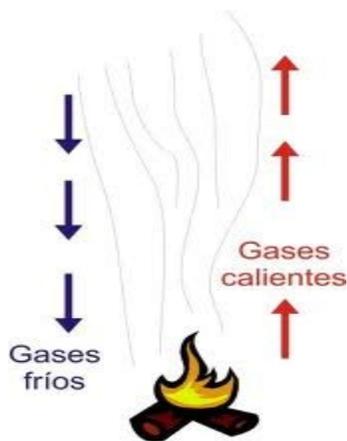
Los átomos o moléculas del extremo calentado por la llama, adquieren una mayor energía de agitación, la cual se trasmite de un átomo a otro, sin que estas partículas sufran ningún cambio de posición, aumentando entonces, la temperatura de esta región.

Este proceso continúa a lo largo de la barra y después de cierto tiempo, la persona que sostiene el otro extremo percibirá una elevación de temperatura en ese lugar.

Existen conductores térmicos, como los metales, que son buenos conductores del calor, mientras que existen sustancias, como plumavit, corcho, aire, madera, hielo, lana, papel, etc., que son malos conductores térmicos (aislantes).



CONVECCIÓN TÉRMICA



Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección.

Cuando un recipiente con agua se calienta, la capa de agua que está en el fondo recibe mayor calor (por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola); esto provoca que el volumen aumente y, por lo tanto, disminuya su densidad, provocando que esta capa de agua caliente se desplace hacia la parte superior del recipiente y parte del agua más fría baje hacia el fondo.

El proceso prosigue, con una circulación continua de masas de agua más caliente hacia arriba, y de masas de agua más fría hacia abajo, movimientos que se denominan corrientes de convección. Así, el calor que se transmite por conducción a las capas inferiores, se va distribuyendo por convección a toda la masa del líquido. La transferencia de calor en los gases y líquidos puede efectuarse por conducción. El proceso de convección es el responsable de la mayor parte del calor que se transmite a través de los fluidos.

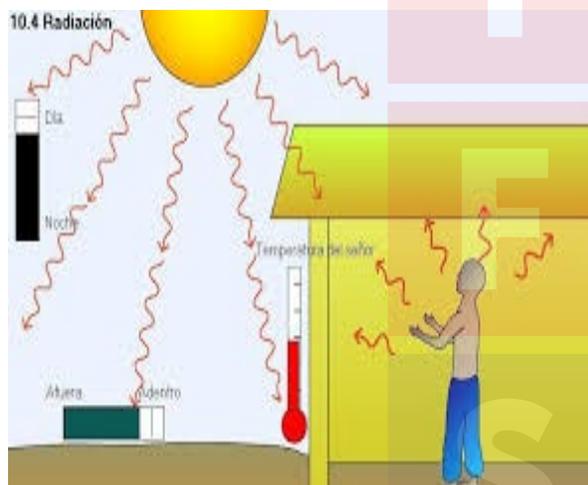
El calentamiento de una habitación mediante una estufa no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia la estufa.

Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, las estufas deben colocarse cerca del suelo (y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo) para que la eficiencia sea máxima.

De la misma forma, la convección natural es responsable de la ascensión del agua caliente y el vapor en las calderas de convección natural, y del tiro de las chimeneas.

La convección también determina el movimiento de las grandes masas de aire sobre la superficie terrestre, la acción de los vientos, la formación de nubes, las corrientes oceánicas y la transferencia de calor desde el interior del Sol hasta su superficie.

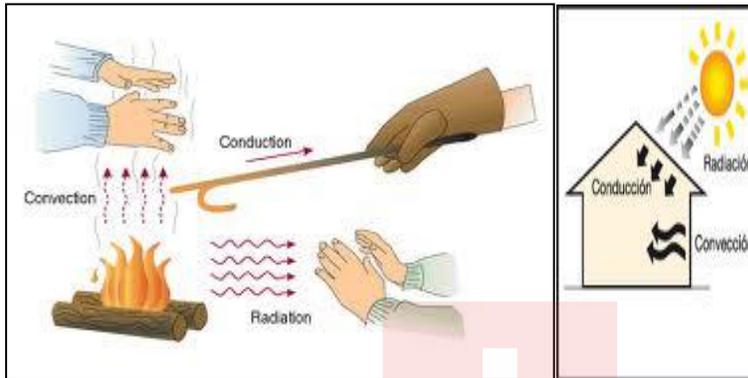
RADIACIÓN TÉRMICA



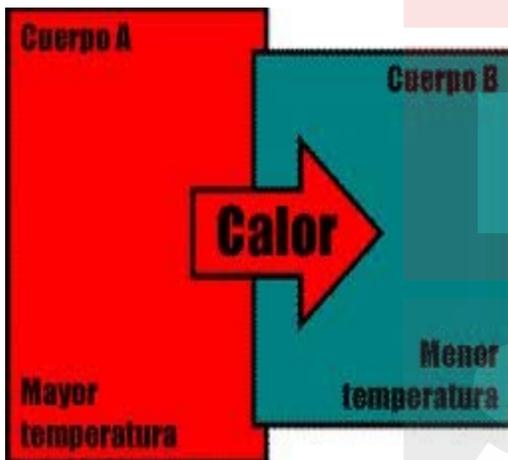
La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío.

Los procesos de convección y de conducción sólo pueden ocurrir cuando hay un medio material a través del cual se pueda transferir el calor, mientras que la radiación puede ocurrir en el vacío.

Si se tiene un cuerpo caliente en el interior de una campana de vidrio sin aire, y se coloca un termómetro en el exterior de la campana, se observará una elevación de la temperatura, lo cual indica que existe una transmisión de calor a través del vacío que hay entre el cuerpo caliente y el exterior.



Equilibrio térmico



Al poner en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, el de mayor temperatura cede parte de su energía al de menor temperatura hasta que sus temperaturas se igualan. Se alcanza así lo que llamamos "equilibrio térmico".

La energía calorífica (calor) no pasa del cuerpo que tiene más energía al que tiene menos sino del que tiene mayor temperatura al que la tiene menor.

Con el siguiente ejemplo aclaramos la anterior afirmación:

Los mares (los océanos están intercomunicados) pueden ceder mucha más energía calorífica que mi cuerpo. El mar es capaz de fundir un iceberg y sus aguas apenas se enfrían unos grados.

Yo, con el calor que puedo desprender en todos los días de mi vida (parte de las 2.100.000 calorías que consumo al día) fundiría muy pocas toneladas de iceberg.

Puede ceder mucho más calor el mar que mi cuerpo.

Pero si me sumerjo en el agua de mar el calor pasa de mi cuerpo al mar.

El calor fluye desde los cuerpos que están a más temperatura a los que están a temperatura menor.

Pensá un ratito: De un horno se sacan al mismo tiempo, un alfiler y un tornillo, ambos de acero, y se dejan caer dentro de recipientes idénticos con la misma cantidad de agua a la misma temperatura. ¿Cuál aumenta más la temperatura del agua?

Capacidad calorífica o calor específico

Quizás hayas notado que hay algunos alimentos permanecen calientes mucho más tiempo que otros. Una tostada se enfría mucho más rápido que un plato de sopa, aunque los dos se pongan sobre la mesa a la misma temperatura. El asado se enfría más rápido que el puré de papas. Las sustancias distintas tienen diferentes capacidades de almacenamiento de energía interna. Éstos necesitan distintas cantidades de calor para aumentar su temperatura. Se necesita una caloría para elevar la temperatura de un gramo de agua en 1°C, mientras que para que un gramo de hierro aumente esta cantidad, se necesita sólo 0,125 calorías. La capacidad calorífica de una sustancia se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de dicha sustancia para que su temperatura se eleve en 1 °C.

Pensá un ratito: ¿Qué tiene mayor calor específico, el agua o la arena?

La **cantidad de calor (Q)** que gana o pierde un cuerpo de **masa (m)** se encuentra con la fórmula

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta t$$

Donde:

Q es la cantidad de calor (que se gana o se pierde), expresada en calorías

m es la masa del cuerpo en estudio. Se expresa en gramos

C_e es el calor específico del cuerpo. Su valor se encuentra en tablas conocidas. Se expresa en cal / gr °C

Δt es la variación de temperatura = **T_f – T_i**. Léase Temperatura final (**T_f**) menos Temperatura inicial (**T_i**), y su fórmula es

$$\Delta t = t_f - t_0$$

Principios de la Calorimetría

1^{er} Principio:

Cuando 2 o más cuerpos con temperaturas diferentes son puestos en contacto, ellos intercambian calor entre sí hasta alcanzar el equilibrio térmico.

2^{do} Principio: "La cantidad de calor recibida por un sistema durante una transformación es igual a la cantidad de calor cedida por él en la transformación inversa".

CALOR LATENTE

El calor latente es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura; por tanto al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía.

Cuando se aplica calor al hielo, va ascendiendo su temperatura hasta que llega a 0 °C (temperatura de cambio de fase), a partir de entonces, aun cuando se le siga aplicando calor, la temperatura no cambia hasta que se haya fundido del todo. Esto se debe a que el calor se emplea en la fusión del hielo.

Una vez fundido el hielo la temperatura volverá a subir hasta llegar a 100 °C; desde ese momento se mantendrá estable hasta que se evapore toda el agua.

Cambios de estado

Normalmente, una sustancia experimenta un cambio de temperatura cuando absorbe o cede calor al ambiente que le rodea. Sin embargo, cuando una sustancia cambia de fase absorbe o cede calor sin que se produzca un cambio de su temperatura. El calor Q que es necesario aportar para que una masa m de cierta sustancia cambie de fase es igual a

$$Q = M \cdot L$$

donde L se denomina calor latente de la sustancia y depende del tipo de cambio de fase.

Por ejemplo, para que el agua cambie de sólido (hielo) a líquido, a 0°C se necesitan $334 \cdot 10^3$ J/kg. Para que cambie de líquido a vapor a 100 °C se precisan $2260 \cdot 10^3$ J/kg.

En la siguiente tabla, se proporcionan los datos referentes a los cambios de estado de algunas sustancias.

Sustancia	T fusión °C	$L_f \cdot 10^3$ (J/kg)	T ebullición °C	$L_v \cdot 10^3$ (J/kg)
Hielo (agua)	0	334	100	2260
Alcohol etílico	-114	105	78.3	846
Acetona	-94.3	96	56.2	524
Benceno	5.5	127	80.2	396
Aluminio	658.7	322-394	2300	9220
Estaño	231.9	59	2270	3020
Hierro	1530	293	3050	6300
Cobre	1083	214	2360	5410
Mercurio	-38.9	11.73	356.7	285
Plomo	327.3	22.5	1750	880
Potasio	64	60.8	760	2080
Sodio	98	113	883	4220

Los cambios de estado se pueden explicar de forma cualitativa del siguiente modo:

En un sólido los átomos y moléculas ocupan las posiciones fijas de los nudos de una red cristalina. Un sólido tiene en ausencia de fuerzas externas un volumen fijo y una forma determinada.

Los átomos y moléculas vibran, alrededor de sus posiciones de equilibrio estable, cada vez con mayor amplitud a medida que se incrementa la temperatura. Llega un momento en el que vencen a las fuerzas de atracción que mantienen a los átomos en sus posiciones fijas y el sólido se convierte en líquido. Los átomos y moléculas siguen unidos por las fuerzas de atracción, pero pueden moverse unos respecto de los otros, lo que hace que los líquidos se adapten al recipiente que los contiene pero mantengan un volumen constante.

Cuando se incrementa aún más la temperatura, se vencen las fuerzas de atracción que mantienen unidos a los átomos y moléculas en el líquido. Las moléculas están alejadas unas de las otras, se pueden mover por todo el recipiente que las contiene y solamente interaccionan cuando están muy próximas entre sí, en el momento en el que chocan. Un gas adopta la forma del recipiente que lo contiene y tiende a ocupar todo el volumen disponible.

Un ejemplo clásico en el que se utilizan los conceptos de calor específico y calor latente es el siguiente:

Determinar el calor que hay que suministrar para convertir 1g de hielo a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en vapor a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los datos son los siguientes:

Calor específico del hielo $c_h=2090\text{ J}/(\text{kg K})$

Calor de fusión del hielo $L_f=334\cdot 10^3\text{ J}/\text{kg}$

Calor específico del agua $c=4180\text{ J}/(\text{kg K})$

Calor de vaporización del agua $L_v=2260\cdot 10^3\text{ J}/\text{kg}$

Etapas:

Se eleva la temperatura de 1g de hielo de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (253 K) a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (273 K)

$$Q_1=0.001\cdot 2090\cdot (273-253)=41.8\text{ J}$$

Se funde el hielo

$$Q_2=0.001\cdot 334\cdot 10^3=334\text{ J}$$

Se eleva la temperatura del agua de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (273 K) a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (373 K)

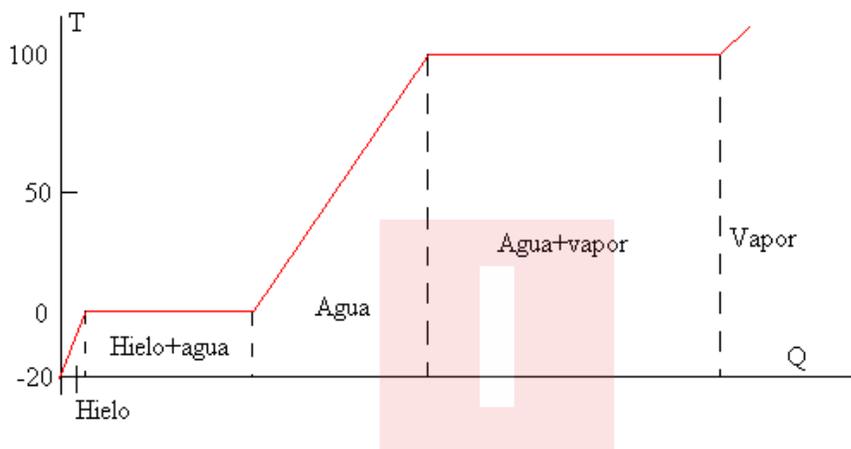
$$Q_3=0.001\cdot 4180\cdot (373-273)=418\text{ J}$$

Se convierte 1 g de agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ en vapor a la misma temperatura

$$Q_4=0.001\cdot 2260\cdot 10^3=2260\text{ J}$$

El calor total $Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=3053.8\text{ J}$.

Si disponemos de una fuente de calor que suministra una energía a razón constante de q J/s podemos calcular la duración de cada una de las etapas



En la figura, que no se ha hecho a escala, se muestra cómo se va incrementando la temperatura a medida que se aporta calor al sistema. La vaporización del agua requiere de gran cantidad de calor como podemos observar en la gráfica y en los cálculos realizados en el ejemplo.

Dilatación

De una forma general, cuando aumentamos la temperatura de un cuerpo (sólido o líquido), aumentamos la agitación de las partículas que forman ese cuerpo. Esto causa un alejamiento entre las partículas, resultando en un aumento en las dimensiones del cuerpo (dilatación térmica). Por otra parte, una disminución en la temperatura de un cuerpo, acarrea una reducción en sus dimensiones (contracción térmica)

En la construcción civil, por ejemplo, podemos ver que los puentes largos de acero son fijos en un extremo, y descansa sobre pivotes. Las carreteras y aceras están atravesadas por huecos, que a veces se rellenan con asfalto, para permitir que el concreto se dilate y contraiga libremente.

Tipos de Dilatación

Dilatación Lineal

Más allá que la dilatación de un sólido suceda en todas las dimensiones, puede predominar la dilatación de apenas una de sus dimensiones sobre las demás. O aún, podemos estar interesados en una única dimensión del sólido. En este caso, tenemos la dilatación lineal.

$$L_f = L_i \cdot (1 + \lambda \cdot \Delta t)$$

Dilatación Superficial

La dilatación superficial corresponde a la variación del área de una placa, cuando sometida a una variación de temperatura.

$$S_f = S_i \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t) \quad \beta = 2\lambda$$

Dilatación Volumétrica

En este tipo de dilatación, vamos a considerar la variación del volumen, esto es, la dilatación en las tres dimensiones del sólido

$$V_f = V_i \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta t) \quad \gamma = 3 \lambda$$

En las carreteras de hormigón o en los empedrados de gran tamaño se ven, a intervalos regulares líneas de material asfáltico destinadas a absorber las dilataciones producidas por el calor; de otro modo la construcción saltaría en pedazos en los días de mucho sol.

- El vidrio común es un mal conductor del calor y se dilata apreciablemente; si echamos agua hirviendo en un vaso grueso, la parte interior se calienta y expande, mientras la parte exterior queda fría y encogida, de modo que el recipiente se rompe. Si previamente, colocamos una cucharilla capaz de absorber el calor, neutralizaremos en parte la brusquedad del ataque y, posiblemente, salvaremos el vaso.

Lenguaje coloquial	Lenguaje científico
El abrigo calienta.	El abrigo impide que mi cuerpo ceda calor al ambiente.
Está enfermo, porque tiene mucho calor.	La temperatura de su cuerpo es superior a la normal (37 °C).
Cierra la ventana que entra frío.	
Esta heladera da mucho frío.	La heladera recibe el calor que le ceden los alimentos introducidos en ella.
Ponle hielo al refresco para que se enfríe.	
Este suelo de baldosa es muy frío.	
Esta alfombra de lana da mucho calor.	
No toques la estufa, que está muy caliente y te quemas.	
El café con leche está muy caliente.	
	La temperatura del café con leche es alta.
	Las temperaturas de este verano están siendo muy elevadas.
	Voy a esperar para que la sopa ceda calor al ambiente.
	En Dinamarca, las temperaturas suelen ser más bajas que en Italia.
	El agua, cuando cede el suficiente calor al medio, se solidifica.

- El vidrio pirex se usa para cambios bruscos de temperatura, simplemente porque su coeficiente (le dilatación es muy bajo y se libra así del peligro de ruptura.
- Los líquidos se dilatan más que los sólidos; el mercurio sube en el termómetro porque se dilata más que el recipiente de vidrio que lo contiene.
- Los gases, cuyas moléculas son más libres, tienden a dilatarse más que los líquidos.

Completa la tabla

Para pensar:

Cuando tocas una superficie fría, ¿el frío pasa de la superficie a tu mano, o pasa energía de tu mano a la superficie?

Una sustancia que se calienta con rapidez, ¿tiene un calor específico alto o bajo?

¿Un témpano de hielo puede ceder mayor cantidad de calor que una taza de café?

¿Se puede agregar la misma cantidad de calor a dos objetos del mismo material, y que uno de ellos aumente más su temperatura?

Se retira de la heladera un recipiente de un kilogramo de metal que contiene 1 kilogramo de agua. ¿Qué absorbe más calor de la habitación, el recipiente o el agua?

¿Es cierto que el termómetro mide su propia temperatura? ¿Por qué?

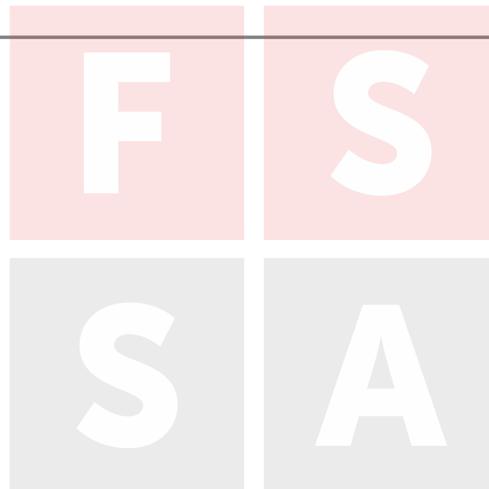
¿Por qué si introducimos la mano dentro de un horno encendido, el aire dentro no nos quema la mano, mientras que si tocamos las paredes metálicas, no sucede lo mismo?

En un día frío, ¿por qué el picaporte de metal se siente más frío que la madera de una puerta?

¿Por qué es incorrecto decir que, cuando un objeto caliente, calienta un objeto frío, la temperatura fluye entre ellos?

¿Por qué es incorrecto decir que, cuando un objeto caliente, calienta un objeto frío, el incremento de la temperatura en el objeto frío, es igual al decremento de temperatura del objeto caliente? ¿Cuándo es correcta esta afirmación?

Algunos ventiladores de techo son reversibles, de manera que pueden mover el aire hacia arriba o abajo ¿En qué dirección debería moverlo en invierno? ¿En qué dirección en verano?



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR