
TEMARIO N° 03

LIBRO DE FISICA GENERAL

OCTUBRE 2008





CONTENIDO


Capítulo 1 Física General

1. Unidades de medida SI y Sistema Inglés.
2. Ecuaciones Dimensionales
3. Cantidades Escalares y Vectoriales

Capítulo 2 Mecánica del Cuerpo Rígido

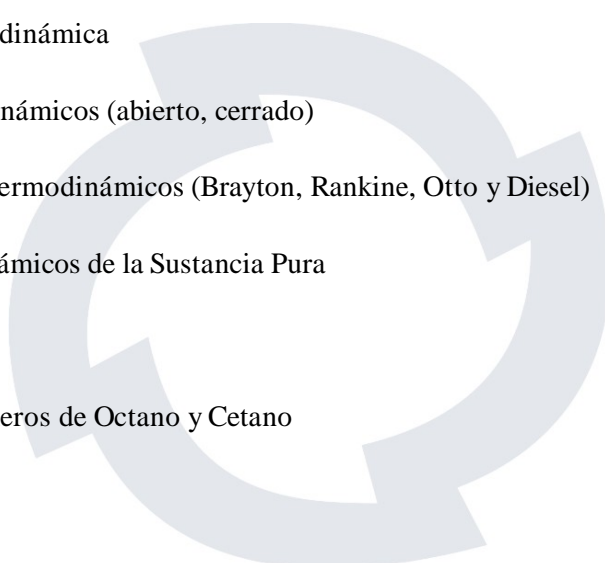
1. Cinemática, Estática, Dinámica
2. Tipos de movimientos
3. Condiciones de equilibrio
4. Leyes de Newton y Dinámica circular.

Capítulo 3 Energía y cantidad de movimiento

1. Energía, tipos de energía
 2. Trabajo, Potencia
- 

3. Teoremas de conservación de la energía

Capítulo 4 Termodinámica

1. Magnitudes Termodinámicas
 2. Leyes de la Termodinámica
 3. Sistemas Termodinámicos (abierto, cerrado)
 4. Procesos y ciclos termodinámicos (Brayton, Rankine, Otto y Diesel)
 5. Estados termodinámicos de la Sustancia Pura
 6. Calorimetría
 7. Combustión, números de Octano y Cetano
- 

Capítulo 5 Electrostática y electrodinámica

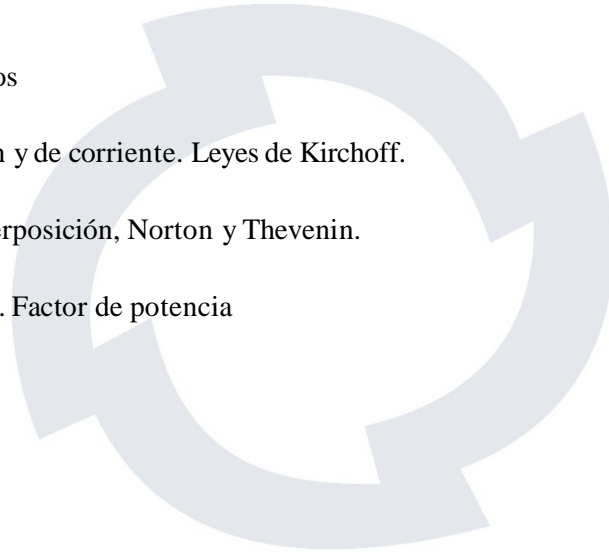
1. Carga eléctrica. Ley de Coulomb
2. Campo eléctrico. Teorema de Gauss
3. Potencial y corriente eléctrica
4. Circuitos eléctricos RCL

Capítulo 6 Electromagnetismo

1. Campos magnéticos, Ley de Biot-Savart.
2. Ley de Ampere. Ley de Faraday.
3. Circuitos Magnéticos. Histéresis (pérdidas en núcleos magnéticos).

Capítulo 7 Análisis de Circuitos

1. Sistemas Trifásicos
2. Divisor de tensión y de corriente. Leyes de Kirchoff.
3. Teoremas de superposición, Norton y Thevenin.
4. Potencia eléctrica. Factor de potencia



CAPÍTULO 1

Física General



1. Unidades de medida SI y Sistema Ingles

A. Sistema Internacional de Unidades

El **Sistema Internacional de Unidades**, abreviado **SI**, también denominado **Sistema Internacional de Medidas**, es la forma actual del *sistema métrico decimal*. El SI también es conocido como *sistema métrico*.

Una de las principales características, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está definida como la masa del prototipo internacional del kilogramo.

Las unidades del SI son la referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medida y a las que están referidas a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones.

Unidades básicas

- Unidades básicas del SI

El Sistema Internacional de Unidades consta de siete unidades básicas, también denominadas unidades fundamentales.

Magnitud física fundamental	Unidad básica o fundamental	Símbolo	Observaciones
<u>Longitud</u>	<u>metro</u>	m	Se define en función de la <u>velocidad de la luz</u>
<u>Tiempo</u>	<u>segundo</u>	s	Se define en función del <u>tiempo atómico</u>
<u>Masa</u>	<u>kilogramo</u>	kg	Es la masa del "cilindro patrón" custodiado en <u>Sevres, Francia</u> .
<u>Intensidad de corriente eléctrica</u>	<u>amperio o ampere</u>	A	Se define a partir del <u>campo eléctrico</u>
<u>Temperatura</u>	<u>kelvin</u>	K	Se define a partir de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
<u>Cantidad de sustancia</u>	<u>mol</u>	mol	Véase también <u>Número de Avogadro</u>
<u>Intensidad luminosa</u>	<u>candela</u>	cd	Véase también conceptos relacionados: <u>Lumen</u> , <u>Lux</u> e <u>Iluminación física</u>

Las unidades básicas tienen múltiplos y submúltiplos, que se expresan mediante prefijos. Así, por ejemplo, la expresión kilo indica "mil" y, por lo tanto, 1 km son 1000 m, del mismo modo que mili indica "milésima" y, por ejemplo, 1 mA es 0,001 A.

– Definiciones de las unidades básicas

Kelvin (K). Unidad de Temperatura Termodinámica

Un kelvin es la temperatura termodinámica correspondiente a la fracción 1/273,16 de la temperatura termodinámica del [punto triple](#) del agua.

Segundo(s). *Unidad de tiempo.*

El segundo es la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de [cesio](#) 133.

Metro(m). *Unidad de longitud.*

Un metro es la longitud de trayecto recorrido en el vacío por la [luz](#) durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.

Kilogramo(kg). *Unidad de masa.*

Un kilogramo es una masa igual a la almacenada en un prototipo.

Amperio(A). *Unidad de intensidad de corriente eléctrica.*

Un amperio es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos [conductores](#) paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el [vacío](#), produciría una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newton por metro de longitud.

Mol(mol). *Unidad de cantidad de sustancia.*

Un mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12.

Candela(cd). *Unidad de intensidad luminosa.*

Definición: Una candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección es $1/683$ vatios por estereorradián.

Unidades derivadas del SI

Con esta denominación se hace referencia a las unidades utilizadas para expresar magnitudes físicas que son resultado de combinar magnitudes físicas tomadas como fundamentales.

Ejemplos de unidades derivadas

- Unidad de volumen o metro cúbico, resultado de combinar tres veces la longitud, una de las magnitudes fundamentales.
- Unidad de densidad o cantidad de masa por unidad de volumen, resultado de combinar la masa (magnitud fundamental) con el volumen (magnitud derivada). Se expresa en kilogramos por metro cúbico y no tiene nombre especial.

- Unidad de fuerza, magnitud que se define a partir de la segunda ley de Newton (fuerza = masa \times aceleración). La masa es una de las magnitudes fundamentales pero la aceleración es derivada. Por tanto, la unidad resultante ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) es derivada. Esta unidad derivada tiene nombre especial, newton.
- Unidad de energía, que por definición es la fuerza necesaria para mover un objeto en una distancia de un metro, es decir fuerza por distancia. Su nombre es el julio (unidad) y su símbolo es J. Por tanto, $J = \text{N} \cdot \text{m}$.

En cualquier caso, siempre es posible establecer una relación entre las unidades derivadas y las básicas o fundamentales mediante las correspondientes ecuaciones dimensionales.

– Definiciones de las Unidades derivadas

- Hertzio (Hz). Unidad de frecuencia

$$\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$

Un hertzio es un ciclo por cada segundo.

- Newton (N). Unidad de fuerza.

$$\text{N} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}$$

Un newton es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto cuya masa es de 1 kg

- Pascal (Pa). Unidad de presión.

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Un pascal es la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma

- Julio (J). Unidad de energía, trabajo y calor.

$$J = \text{N} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Un joule es el trabajo producido por una fuerza de 1 newton , cuyo punto de aplicación se desplaza 1 metro en la dirección de la fuerza. En términos eléctricos, un joule es el trabajo realizado por una diferencia de potencial de 1 voltio y con una intensidad de 1 amperio durante un tiempo de 1 segundo .

- Vatio (W). Unidad de potencia.

$$W = \frac{J}{s} = V \cdot A = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3}$$

Un vatio es la potencia que da lugar a una producción de energía igual a 1 julio por segundo. En términos eléctricos, un vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio.

- Culombio (C). Unidad de carga eléctrica.

$$C = A \cdot s = F \cdot V$$

Un Culombio es la cantidad de electricidad transportada en un segundo por una corriente de un amperio de intensidad.

- Voltio (V). Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz.

$$V = \frac{J}{C} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A}$$

La diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente con una intensidad de un amperio utiliza un vatio de potencia.

- Ohmio (Ω). Unidad de resistencia eléctrica.

$$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A^2}$$

Un ohmio es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad 1 amperio, cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor.

- Siemens (S). Unidad de conductancia eléctrica.

$$S = \frac{1}{\Omega}$$

Un siemens es la conductancia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor que tiene un ohmio de resistencia.

- Faradio (F). Unidad de capacidad eléctrica.

$$F = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{C}{V} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N \cdot m} = \frac{s^2 \cdot C^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Un faradio es la capacidad de un conductor con una diferencia de potencial de un voltio tiene como resultado una carga estática de un culombio.

- Tesla (T). Unidad de densidad de flujo magnético y intensidad de campo magnético.

$$T = \frac{Wb}{m^2} = \frac{V \cdot s}{m^2} = \frac{kg}{s^2 \cdot A}$$

Un tesla es una inducción magnética uniforme que, repartida normalmente sobre una superficie de un metro cuadrado, produce a través de esta superficie un flujo magnético total de un weber.

- Weber (Wb). Unidad de flujo magnético.

$$Wb = V \cdot s = T \cdot m^2 = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A}$$

Un weber es el flujo magnético que al atravesar un circuito de una sola espira produce en la misma una fuerza electromotriz de 1 voltio si se anula dicho flujo en 1 segundo por decrecimiento uniforme.

- Henrio (H). Unidad de inductancia.

$$H = \frac{V \cdot s}{A} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A^2}$$

Un henrio es la inductancia de un circuito en el que una corriente que varía a razón de un amperio por segundo da como resultado una fuerza electromotriz autoinducida de un voltio.

- Radián (rad). Unidad de ángulo plano.

$$rad = \frac{m}{m} = 1$$

Un radián es el ángulo que limita un arco de circunferencia cuya longitud es igual al radio de la circunferencia.

- Estereorradián (sr). Unidad de ángulo sólido.

$$sr = rad^2 = \frac{m^2}{m^2} = 1$$

Un estereorradián es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, intercepta sobre la superficie de dicha esfera un área igual a la de un cuadrado que tenga por lado el radio de la esfera

- Lumen (lm). Unidad de flujo luminoso

$$lm = cd \cdot sr$$

Un lumen es el flujo luminoso producido por una candela de intensidad luminosa, repartida uniformemente en un estereorradián.

- Lux (lx). Unidad de Iluminancia

$$lx = \frac{cd \cdot sr}{m^2}$$

Un lux es la iluminancia producida por un lumen de flujo luminoso, en una superficie equivalente a la de un cuadrado de un metro de lado.

- Becquerel (Bq). Unidad de actividad radiactiva

$$Bq = \frac{1}{s}$$

Un Becquerel es una desintegración nuclear por segundo.

- Gray (Gy). Unidad de Dosis de radiación absorbida.

$$Gy = \frac{J}{kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Un gray es la absorción de un joule de energía ionizante por un kilogramo de material irradiado.

- Sievert (Sv). Unidad de Dosis de radiación absorbida equivalente

$$Sv = \frac{J}{kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Un sievert es la absorción de un joule de energía ionizante por un kilogramo de tejido vivo irradiado.

- Katal (kat). Unidad de actividad catalítica

$$kat = \frac{mol}{s}$$

Un katal es la actividad catalítica responsable de la transformación de un mol de compuesto por segundo

- Celsius (°C). Unidad de temperatura termodinámica

$$t/^{\circ}C = T/K - 273,15$$

B. Sistema Ingles

El Sistema Inglés, o Sistema Imperial de Unidades es el conjunto de las unidades no métricas que se utilizan actualmente en el Reino Unido y en muchos territorios de habla inglesa (como en Estados Unidos de América),.

Unidades de longitud

El sistema para medir longitudes en los Estados Unidos se basa en la pulgada, el pie (medida), la yarda y la milla..

Una pulgada de medida internacional es exactamente 25,4 mm

- 1 Pulgada (in) = 2,54 cm
- 1 Pie (ft) = 12 in = 30,48 cm
- 1 Yarda (yd) = 3 ft = 91,44 cm
- 1 Milla (mi) = 1760 yd = 1.609,344 m
- 1 Legua = 5280 yd = 4.828,032 m
- 1 Rod (rd) = 16,5 ft = 198 in = 5,0292 m
- 1 Furlong (fur) = 40 rd = 110 yd = 660 ft = 201,168 m
- 1 Milla = 8 fur = 5280 ft = 1,609347 km (agricultura)

Para medir profundidades del mar, se utilizan los fathoms (braza)

- 1 Braza = 6 ft = 72 in = 1,8288 m

Unidades de área

Las unidades de área en los EEUU se basan en la pulgada cuadrada (sq in).

- 1 pulgada cuadrada (sq in) = 645,16 mm²
- 1 pie cuadrado (sq ft) = 144 sq in = 929,03 cm²
- 1 rod cuadrado (sq rd) = 272,25 sq ft = 25,316 m²
- 1 acre = 10 sq ch = 1 fur * 1 ch = 160 sq rd = 43.560 sq ft = 4046,9 m²
- 1 milla cuadrada (sq mi) = 640 acres = 2,59 km²

Unidades de capacidad y volumen

La pulgada cúbica, pie cúbico y yarda cúbicos se utilizan comúnmente para medir el volumen. Además existe un grupo de unidades para medir volúmenes de líquidos y otro para medir materiales secos.

Volumen en general (EE.UU)

- 1 Pulgada cúbica (in³ o cu in) = 16,387065 cm³
- 1 Pie cúbico (ft³ o cu ft) = 1728 pulgadas cúbicas = 28,317 L
- 1 Yarda cúbica (yd³ o cu yd) = 27 pies cúbicos = 7,646 hL
- 1 Acre-pie = 43,560 cu ft = 325,851 galones = 13,277.088 m³

Volumen en seco (EE.UU.)

- 1 Pinta(pt) = 550,610 mL
- 1 Cuarto (qt) = 2 pintas = 1,101 L
- 1 Galón (gal) = 4 cuartos = 4,404 L
- 1 Peck (pk) = 8 cuartos = 2 galones = 8,809 L
- 1 Bushel (bu) = 2150,42 pulgadas cúbicas = 4 pk = 35,239 L

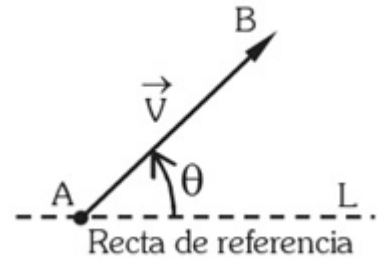
Hay muchas unidades con el mismo nombre y con la misma equivalencia, según el lugar, pero son principalmente utilizados en países de habla inglesa.

3. Cantidades Escalares y Vectoriales

A. Calculo vectorial

Es verdaderamente importante reconocer que algunos fenómenos físicos requieren, para quedar plenamente explicados el uso del Vector, las magnitudes físicas que lo necesitan se llaman magnitudes vectoriales.

VECTOR: Es un segmento de recta orientado (flecha), que nos permite representar gráficamente a una magnitud vectorial. Los elementos de un vector son:



a) **Origen.** Es el punto (A) donde se aplica el vector, también se le llama punto de partida.

b) **Dirección** Es la recta que contiene al vector. Se define por el ángulo θ medido en sentido antihorario, también es llamada línea de acción. (L = recta de referencia o θ = Ángulo o dirección).

c) **Sentido.** Es la característica del vector que nos indica hacia dónde se dirige. Se le representa por una saeta o sagita. (En el gráfico esta representado por el punto (B), llamado también punto de llegada).

d) **Módulo.** Llamado también intensidad, medida, norma, viene a ser el valor de la magnitud vectorial representada. (En la figura esta representado por el segmento (AB)). El módulo es el tamaño del segmento).

Notación

$$\vec{AB} = \vec{V} = |\vec{V}| \angle \theta$$

Vectorial: ... (θ = Angulo Direccional).

Clasificación de Vectores

1) **Vectores Coplanares:** Son aquellos que se encuentran en un mismo plano

2) **Vectores Concurrentes:** Estos se caracterizan porque sus rectas de acción se cortan en un mismo punto.

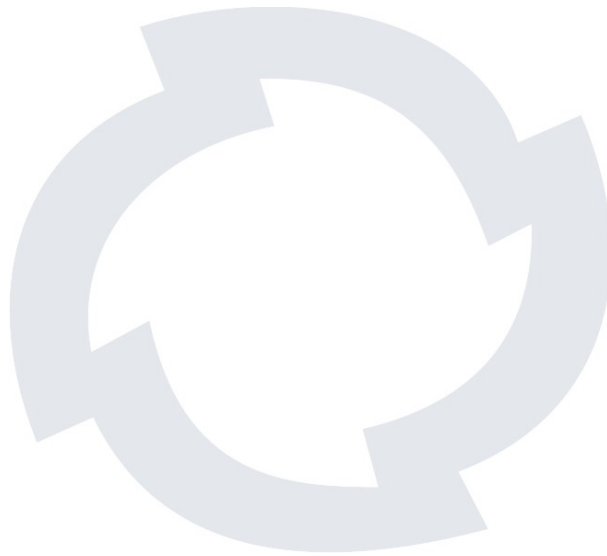
3) **Vectores Colineales:** Llamamos así a todos aquellos vectores que son paralelos a una misma recta.

4) **Vectores Codirigidos:** Son aquellos que siendo paralelos presentan el mismo sentido

5) Vectores Contrariamente Dirigidos: Estos vectores además de ser paralelos tienen sentidos opuestos.

6) Vectores Iguales: Dos vectores son iguales si además de tener el mismo módulo son codirigidos.

7) Opuesto de un Vector: Un vector tal como \vec{T} es el opuesto del vector \vec{Q} si: $\vec{T} = -\vec{Q}$



Operaciones con Vectores

A) Adición De Vectores: (Método gráfico del Paralelogramo)

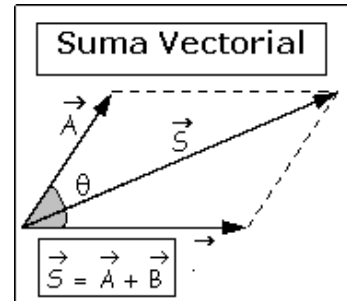
Es la operación vectorial que consiste en encontrar un único vector llamado vector suma o **resultante (R)** capaz de sustituir un grupo de vectores de una misma especie, llamados sumandos.

Donde: $\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$: **Suma Vectorial**.

Por la ley o fórmula del Paralelogramo, obtenemos que:

$$S^2 = A^2 + B^2 + 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos \theta$$

NOTA: "θ" es el menor ángulo comprendido entre los vectores A y B; "S" es el módulo del vector suma.

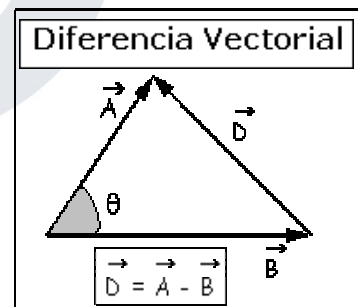


B) Sustracción De Vectores: (Método gráfico del Triángulo)

Donde: $\vec{D} = \vec{A} - \vec{B}$: **Diferencia Vectorial**.

Por la ley o fórmula del Paralelogramo, obtenemos que:

$$D^2 = A^2 + B^2 - 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos \theta$$



Nota: "D" es el módulo del vector diferencia.

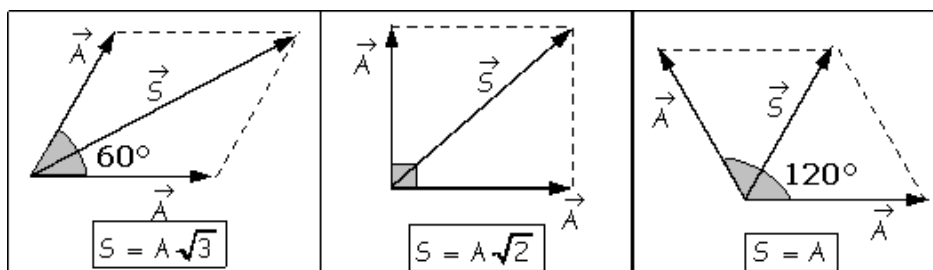
Conclusión: Para sumar o restar dos vectores, usaremos la "Ley del Paralelogramo"; y sólo cambiaremos el signo de acuerdo a la operación que deseemos realizar.

$$X^2 = A^2 + B^2 \pm 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos \theta$$

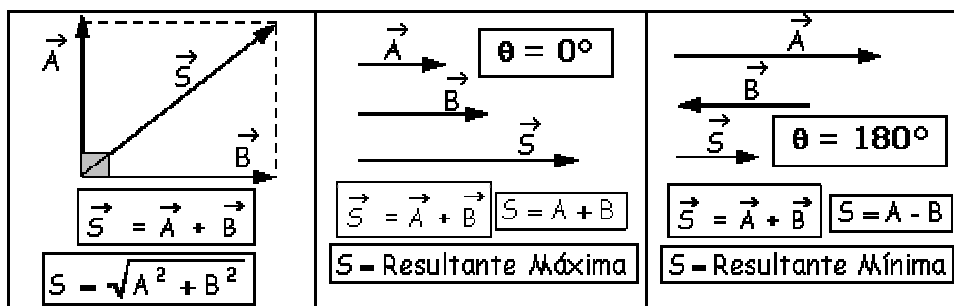
Donde: "X"; representa a la suma o diferencia, de acuerdo a la operación realizada.

(+): Para la Suma y **(-):** Para la resta o diferencia.

Casos Especiales de la Suma Vectorial

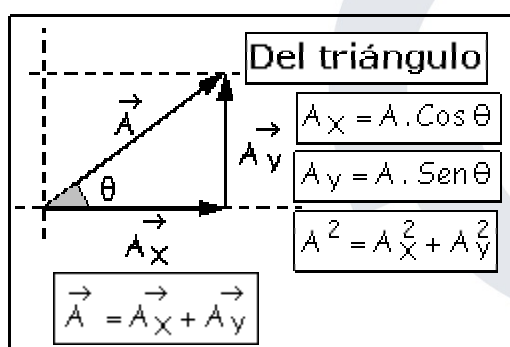


NOTA: En estos tres primeros casos, los vectores sumados tienen el mismo tamaño.



Componentes de un Vector

Componentes Rectangulares de un Vector

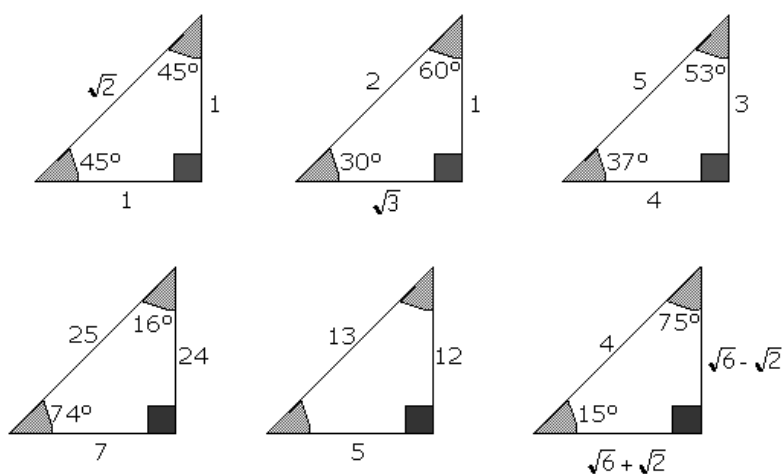


En este caso las componentes son dos, las cuales son perpendiculares entre sí.

Además: donde: θ = ángulo o Dirección del Vector A.

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$$

Algunos Triángulos Notables



Ejercicios de Aplicación

1. Identifica las magnitudes escalares:

- A) Velocidad
- B) Potencia
- C) Presión
- D) Densidad
- E) Trabajo
- F) Fricción
- G) Desplazamiento.

A ABDF

B BDE

C AFG

D ACFG

2. Convertir

$$3300 g \frac{cm^2}{s^2} \longrightarrow a \longrightarrow kg \frac{m^2}{s^2}$$

$$= 33 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3} kg \frac{(10^{-2} m)^2}{s^2}$$

$$= 33 \cdot 10^{-5} kg \frac{m^2}{s^2}$$

3. Hallar la dimensión de la magnitud, si $v = d/t$, siendo “d” distancia y “t” tiempo

La ecuación $v = dt^{-1}$

$$[v] = [dt^{-1}] = [d][t^{-1}] = [d][t]^{-1}$$

Teniendo en cuenta que $[d] = L, [t] = T$

$$[v] = LT^{-1}$$

4. Demostrar el teorema del coseno en un triángulo por consideraciones vectoriales.

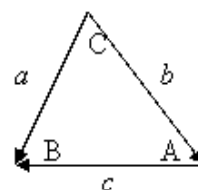
Desarrollo

El enunciado del teorema del coseno dice que en todo triángulo se verifica que la longitud de uno de sus lados es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los otros dos lados más (o menos) dos veces el producto de dichos lados por el coseno del ángulo que forman. Matemáticamente este enunciado se expresa:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 \pm 2bc \cdot \cos \hat{A}}$$

por lo que la razón del problema es demostrar la anterior expresión. considerando el triángulo de la figura adjunta, podemos orientar sus lados de tal manera que se cumpla

$$\vec{b} + \vec{c} = \vec{a}$$



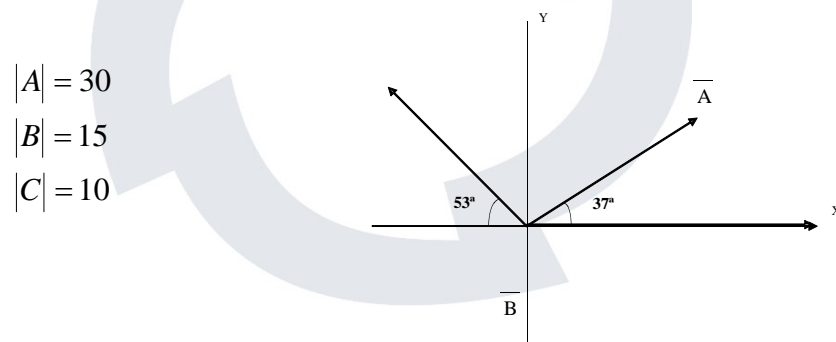
De acuerdo con la definición de suma de vectores. Si desarrollamos el producto escalar del vector \vec{a} por si mismo considerando los dos miembros, tenemos :

$$\begin{aligned}a^2 &= b^2 + c^2 + 2bc \cdot \cos(b,c) \\ \vec{a} \cdot \vec{a} &= a^2 \\ (\vec{b} + \vec{c}) \cdot (\vec{b} + \vec{c}) &= b^2 + c^2 + 2 \cdot \vec{b} \cdot \vec{c} = b^2 + c^2 + 2bc \cdot \cos(b,c)\end{aligned}$$

Observando la figura vemos que el ángulo formado por los lados b y c es el denotado por A. Además, el signo positivo o negativo se refiere a un ángulo agudo u obtuso.

$$\begin{aligned}a^2 &= b^2 + c^2 \pm 2bc \cdot \cos \hat{A} \\ a &= \sqrt{b^2 + c^2 \pm 2bc \cdot \cos \hat{A}}\end{aligned}$$

5. En el sistema de vectores. Hallar el vector resultante y su modulo:



Desarrollo

$$R_x = 15\cos 37^\circ - 30\cos 53^\circ = 15\left(\frac{4}{5}\right) - 30\left(\frac{3}{5}\right) = 12 - 18$$

$$R_x = -6$$

$$R_y = 30\sin 53^\circ - 15\sin 37^\circ - 10 = 30\left(\frac{4}{5}\right) - 15\left(\frac{3}{5}\right) - 10$$

$$R_y = 24 + 9 - 10 = 23$$

$$\vec{R} = 6i + 23j$$

Ahora

$$R = \sqrt{6^2 + 23^2} = 23.77$$

CAPÍTULO 2

Mecánica del cuerpo rígido



1. Cinemática Estática y dinámica

La Cinemática

La cinemática trata del estudio del [movimiento](#) de los cuerpos en general, y en particular, el caso simplificado del movimiento de un punto material.

Desde el punto de vista matemático, la cinemática expresa como varían las coordenadas de posición de la partícula (o partículas) en función del tiempo. La función que describe la trayectoria recorrida por el cuerpo (o partícula) depende de la velocidad (la rapidez con la que cambia de posición un móvil) y de la aceleración (variación de la velocidad respecto del tiempo).

El movimiento de una partícula (o cuerpo rígido) se puede describir según los valores de velocidad y aceleración, que son magnitudes vectoriales.

- Si la aceleración es nula, da lugar a un movimiento rectilíneo uniforme y la velocidad permanece constante a lo largo del tiempo.
- Si la aceleración es constante con igual dirección que la velocidad, da lugar al movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y la velocidad variará a lo largo del tiempo.
- Si la aceleración es constante con dirección perpendicular a la velocidad, da lugar al movimiento circular uniforme, donde el módulo de la velocidad es constante, cambiando su dirección con el tiempo.
- Cuando la aceleración es constante y está en el mismo plano que la velocidad y la trayectoria, tenemos el caso del movimiento parabólico, donde la componente de la velocidad en la dirección de la aceleración se comporta como un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, y la componente perpendicular se comporta como un movimiento rectilíneo uniforme, generándose una trayectoria parabólica al componer ambas.
- Cuando la aceleración es constante pero no está en el mismo plano que la velocidad y la trayectoria, se observa el efecto de Coriolis.

Sistemas de coordenadas

En el estudio del movimiento, los sistemas de coordenadas más útiles se encuentran viendo los límites de la trayectoria a recorrer, o analizando el efecto geométrico de la aceleración que afecta al movimiento.

El estudio cinemático se hace sobre un sistema de coordenadas cartesianas, usando una, dos o tres dimensiones según la trayectoria seguida por el cuerpo.

Estática

Si vemos un cuerpo en reposo y otro desplazándose con movimiento rectilíneo uniforme, estamos frente a fenómenos aparentemente distintos, pero que en el fondo obedecen a las mismas leyes, pues ocurre que en Física ambas situaciones corresponden a un mismo estado, llamado equilibrio mecánico.

Fuerza

Toda vez que dos cuerpos interactúan entre sí surge entre ellos una magnitud, que además de valor tiene dirección, sentido y punto de aplicación, llamada fuerza.

Fuerzas Especiales

A) Peso (P): Llamamos así a la fuerza con que la Tierra atrae a todo cuerpo que se encuentre en su cercanía. Es directamente proporcional con la masa de los cuerpos y con la gravedad local. Se le representa por un vector vertical y dirigido hacia el centro de la Tierra.

El peso de un cuerpo de masa m en un lugar donde la gravedad es g , viene dada por:

$$P = m \cdot g$$

B) Normal (N): Se le llama también fuerza de contacto, la línea de acción de la normal es siempre perpendicular a las superficies en contacto.

C) Tensión (T): Esta fuerza se genera en el interior de una cuerda o alambre, y que surge para oponerse a los efectos de estiramiento por parte de fuerzas externas que actúan en los extremos de aquellos.

Momento de una Fuerza

El momento de una fuerza tiene:

- a) **Dirección:** Es la recta perpendicular al plano de rotación. es la recta EE' a la que en adelante se le llamará eje de rotación.
- b) **Sentido:** El vector que representa al momento de la fuerza tiene una orientación que viene dada por la regla de la mano derecha.
- c) **Módulo:** El efecto de rotación es más intenso cuando mayores son la fuerza aplicada y el brazo de palanca. Luego, el módulo del momento está dado por: en esta $M = F \cdot b$ relación se deberá indicar además el sentido del momento de la fuerza adicionando un signo, el mismo que deberá satisfacer la regla establecida.

Cupla o Par de Fuerzas:

Cuando dos fuerza de igual magnitud pero de direcciones paralelas y opuestas provocan la rotación sobre el cuerpo, lo que nos demuestra que este par de fuerzas tiene capacidad de rotación, es decir poseen un momento de fuerza (C), y que puede probarse que su valor viene dado por la siguiente relación: $C = F \cdot d$

Donde d es la distancia que existe entre las rectas de acción de las fuerzas.

Dinámica

Estudia el movimiento de los objetos y de su respuesta a las fuerzas. Las descripciones del movimiento comienzan con una definición cuidadosa de magnitudes como el desplazamiento, el tiempo, la velocidad, la aceleración, la masa y la fuerza.

Las leyes del movimiento de Newton

Con la formulación de las tres leyes del movimiento, Isaac Newton estableció las bases de la dinámica.

– Primera ley de Newton (equilibrio)

Un cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U. = velocidad constante) si la fuerza resultante es nula (ver condición de equilibrio).

El que la fuerza ejercida sobre un objeto sea cero no significa necesariamente que su velocidad sea cero. Si no está sometido a ninguna fuerza (incluido el rozamiento), un objeto en movimiento seguirá desplazándose a velocidad constante.

Para que haya equilibrio, las componentes horizontales de las fuerzas que actúan sobre un objeto deben cancelarse mutuamente, y lo mismo debe ocurrir con las componentes verticales. Esta condición es necesaria para el equilibrio, pero no es suficiente.

Por ejemplo, si una persona coloca un libro de pie sobre una mesa y lo empuja igual de fuerte con una mano en un sentido y con la otra en el sentido opuesto, el libro permanecerá en reposo si las manos están una frente a otra.

Para que haya equilibrio también es necesario que la suma de los momentos en torno a cualquier eje sea cero.

a) Condición de equilibrio en el plano: la sumatoria de todas las fuerzas aplicadas y no aplicadas debe ser nula y, la sumatoria de los momentos de todas las fuerzas con respecto a cualquier punto debe ser nula.

a) Condición de equilibrio en el espacio: la sumatoria de todas las fuerzas aplicadas y no aplicadas debe ser nula y, la sumatoria de los momentos de todas las fuerzas con respecto a los tres ejes de referencia debe ser nula.

– **Segunda ley de Newton (masa)**

Para entender cómo y por qué se aceleran los objetos, hay que definir la fuerza y la masa.

Una fuerza neta ejercida sobre un objeto lo acelerará, es decir, cambiará su velocidad.

La aceleración será proporcional a la magnitud de la fuerza total y tendrá la misma dirección y sentido que ésta.

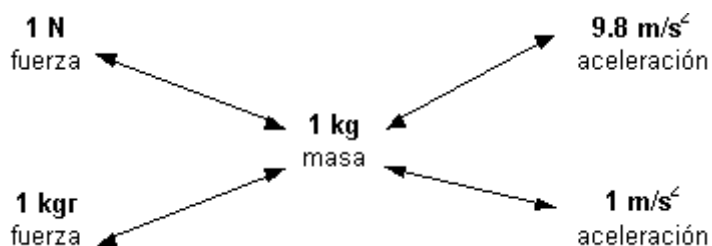
La constante de proporcionalidad es la masa m del objeto.

La masa es la medida de la cantidad de sustancia de un cuerpo y es universal.

Cuando a un cuerpo de masa m se le aplica una fuerza F se produce una aceleración a .

$$F = m.a$$

Unidades: En el Sistema Internacional de unidades (SI), la aceleración a se mide en metros por segundo cuadrado, la masa m se mide en kilogramos, y la fuerza F en newtons.



Un objeto con más masa requerirá una fuerza mayor para una aceleración dada que uno con menos masa.

Se deduce que:

$$1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$$

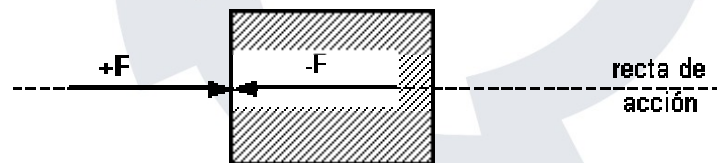
En particular para la fuerza peso:

$$P = m \cdot g$$

– Tercera ley de Newton (acción y reacción)

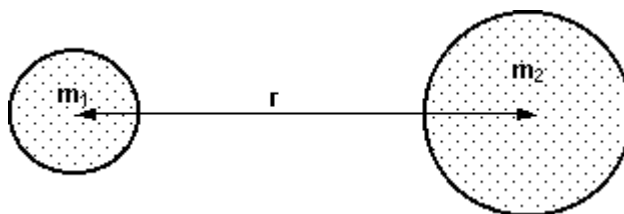
Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza (acción o reacción), este devuelve una fuerza de igual magnitud, igual dirección y de sentido contrario (reacción o acción).

Por ejemplo, si un adulto empuja suavemente a un niño, no sólo existe la fuerza que el adulto ejerce sobre el niño, sino que el niño ejerce una fuerza igual pero de sentido opuesto sobre el adulto. Sin embargo, como la masa del adulto es mayor, su aceleración será menor.



– Cuarta ley de Newton (gravitación)

$$F_g = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$$



La fuerza entre dos partículas de masas **m1** y **m2** y, que están separadas por una distancia **r**, es una atracción que actúa a lo largo de la línea que une las partículas, en donde **G** es la constante universal que tiene el mismo valor para todos los pares de partículas.

Fuerza elástica:

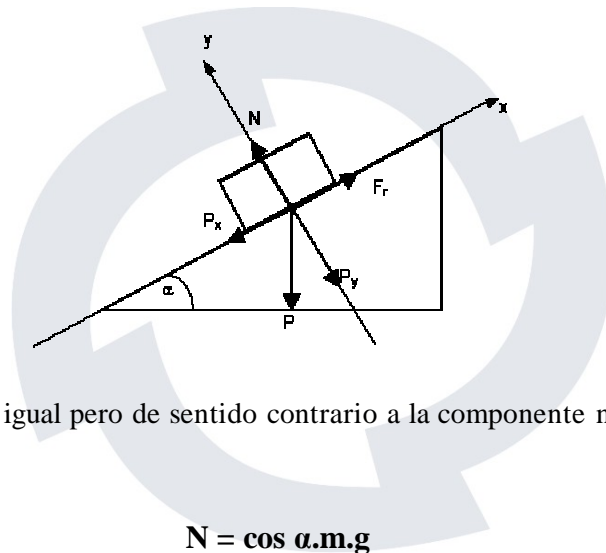
Una fuerza puede deformar un resorte, como alargarlo o acortarlo. Cuanto mayor sea la fuerza, mayor será la deformación del resorte (Δx), en muchos resortes, y dentro de un rango de fuerzas limitado, es proporcional a la fuerza:

$$F_e = -k \cdot \Delta x$$

k: Constante que depende del material y dimensiones del resorte.

Δx : Variación del resorte con respecto a su longitud normal.

Fuerza normal:



Fuerza normal al plano e igual pero de sentido contrario a la componente normal al plano, de la fuerza peso.

$$N = \cos \alpha \cdot m \cdot g$$

Fuerza de rozamiento:

Fuerza aplicada y contraria al movimiento y que depende de la calidad de la superficie del cuerpo y de la superficie sobre la cual se desliza.

$$F_r = \mu \cdot N$$

μ : Coeficiente de rozamiento .

Fuerza de rozamiento estática: fuerza mínima a vencer para poner en movimiento un cuerpo.

Fuerza de rozamiento cinética: fuerza retardadora que comienza junto con el movimiento de un cuerpo.

Centro de gravedad

En cuanto al tamaño o peso del objeto en movimiento, no se presentan problemas matemáticos si el objeto es muy pequeño en relación con las distancias consideradas. Si el objeto es grande, se emplea un punto llamado centro de masas, cuyo movimiento puede considerarse característico de todo el objeto. Si el objeto gira, muchas veces conviene describir su rotación en torno a un eje que pasa por el centro de masas.

El centro de gravedad o baricentro o centro de masas, es un punto donde puede suponerse encontrada todo el área, peso o masa de un cuerpo y tener ante un sistema externo de fuerzas un comportamiento equivalente al cuerpo real.

2. Tipos de Movimiento

A) Movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U)

Un movimiento es rectilíneo cuando describe una trayectoria recta y uniforme cuando su velocidad es constante en el tiempo, es decir, su aceleración es nula. Esto implica que la velocidad media entre dos instantes cualesquiera siempre tendrá el mismo valor. Además la velocidad instantánea y media de este movimiento coincidirán.

De acuerdo a la 1ª Ley de Newton toda partícula permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme cuando no hay una fuerza neta que actúe sobre el cuerpo.

Ya que en realidad no podemos afirmar que algún objeto se encuentre en reposo total.

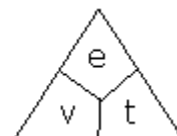
El MRU se caracteriza por:

- a) Movimiento que se realiza en una sola dirección en el eje horizontal.
- b) Velocidad constante; implica magnitud y dirección inalterables.
- c) La magnitud de la velocidad recibe el nombre de rapidez. Este movimiento no presenta aceleración (aceleración=0).

El M.R.U. es un movimiento con velocidad constante, puesto que se realiza en línea recta y con rapidez constante. Una velocidad constante tiene un módulo que se calcula así:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Tiempo empleado}}$$

$$v = \frac{e}{t}$$



Donde:

v = velocidad

e = Espacio o distancia

t = Tiempo

B) Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

El Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) o también Movimiento Unidimensional con Aceleración Constante es aquél en el que un móvil se desplaza sobre una trayectoria recta y con aceleración constante. Esto implica que para cualquier intervalo de tiempo, la aceleración del móvil tendrá siempre el mismo valor. Un ejemplo de este tipo de movimiento es el de caída libre, en el cual la aceleración considerada constante es la correspondiente a la gravedad.

Tipos de movimiento variado

Movimiento Acelerado: Es aquel en donde la aceleración actúa a favor de la velocidad, de modo que el módulo de la velocidad aumenta a través del tiempo.

Movimiento Desacelerado: Se le llama también movimiento retardado, y es aquel en donde la aceleración actúa en contra de la velocidad provocando que ésta disminuya su valor a medida que transcurre el tiempo

Ecuaciones Escalares del M.R.U.V.

(I) $V_f = V_0 \pm a \cdot t$	(II) $e = \left(\frac{V_f + V_0}{2} \right) t$
(III) $V_f^2 = V_0^2 \pm 2 \cdot a \cdot e$	(IV) $e = V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a \cdot t^2$

(+) = Movimiento Acelerado. (-) = Movimiento Desacelerado.

V_f = Velocidad final

V_0 = Velocidad inicial

a = aceleración (+ / -)

t = tiempo

e = distancia o espacio

Movimiento Caída Libre Vertical

Se dice que un cuerpo está en caída libre cuando al moverse sólo se ve afectado de su propio peso. Esto ocurrirá únicamente en el vacío.

Aceleración de la Gravedad

La atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre todos los cuerpos que le rodean hace que éstos se aceleren cuando son dejados en libertad. E

$$g=9,8\text{m/s}^2.$$

Ecuaciones escalares de la Caída Libre

(I) $V_f = V_0 \pm g \cdot t$	(II) $h = \left(\frac{V_f + V_0}{2} \right) t$
(III) $V_f^2 = V_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot h$	(IV) $h = V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} g \cdot t^2$

(+) = Movimiento Acelerado. (-) = Movimiento Desacelerado.

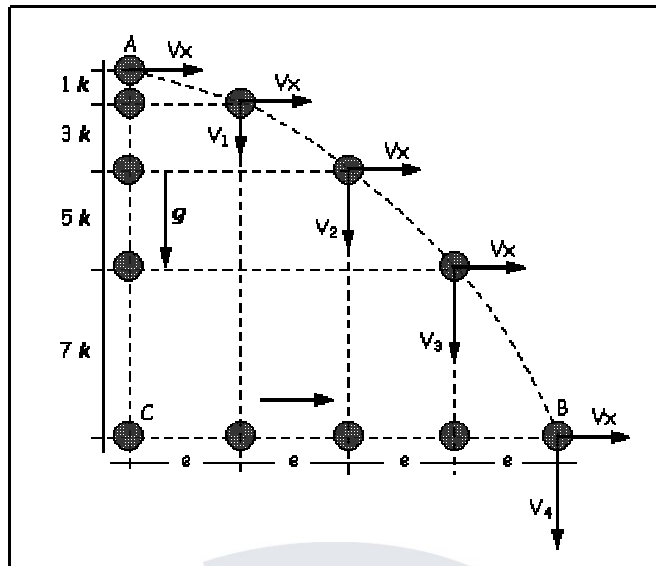
Movimiento Parabólico

Cuando lanzamos un cuerpo al aire vemos que él se ve obligado a bajar por causa de la gravedad. Si el tiro fuera inclinado y el medio fuese el vacío, el móvil describiría una trayectoria curva llamada parábola, la cual tendrá una forma final que dependerá de la velocidad y ángulo de disparo.

Movimiento Parabólico = $\left\{ \begin{array}{c} \text{Movimiento Horizontal} \\ \text{(M.R.U.)} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{c} \text{Movimiento Vertical} \\ \text{(M.R.U.V.)} \end{array} \right\}$
--

Cuando estudies un movimiento parabólico has una separación imaginaria de sus movimientos componentes. Así del ejemplo de la Fig. 1 tendremos que:

Tiro semiparabólico



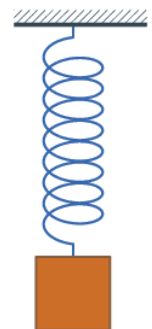
En la Figura se muestra un cuerpo lanzado en A de manera horizontal con una velocidad V_x , que se mantendrá constante a lo largo del movimiento.

En el movimiento vertical se observa que la velocidad vertical en A es nula ($V_0 = 0$), pero a medida que el cuerpo cae, esta velocidad va aumentando de valor.

Es un movimiento periódico de vaivén, en el que un cuerpo oscila a un lado y a otro de una posición de equilibrio en una dirección determinada y en intervalos iguales de tiempo. Matemáticamente, la trayectoria recorrida se expresa en función del tiempo usando funciones trigonométricas, que son periódicas. Así por ejemplo, la ecuación de posición respecto del tiempo, para un caso de movimiento en una dimensión es:

$$x(t) = A \cos(2\pi ft + \phi)$$

Una masa colgada de un muelle se mueve con un movimiento armónico simple. donde:



x : es la elongación, es decir, la posición en cualquier instante, respecto de la posición de equilibrio, de la partícula que vibra.

A : es la amplitud del movimiento (alejamiento máximo del punto de equilibrio).

ω : es la frecuencia angular; se mide en radianes/segundo.

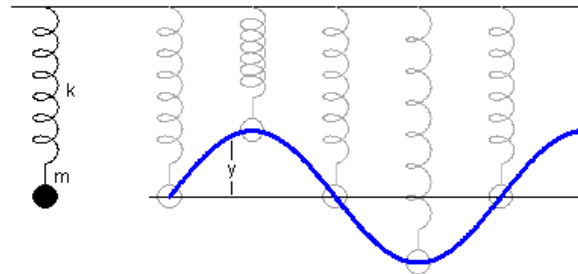
t : Es el tiempo, en segundos, que determina el movimiento.

ϕ : recibe el nombre de fase inicial e indica el estado de vibración (o fase) en el instante $t = 0$ de la partícula que oscila.

La velocidad y aceleración de la partícula pueden obtenerse derivando respecto del tiempo la expresión anterior.

Posición de la partícula

Gráfica de un movimiento armónico.



La posición de una partícula que describe un movimiento armónico simple puede ser determinada por su ecuación del movimiento: En física, una ecuación de movimiento es una ecuación diferencial que explicita como es la evolución temporal de un sistema físico. Esta ecuación relaciona la derivada temporal de una o varias variables que caracterizan el estado físico del sistema, con otras magnitudes físicas que provocan el cambio en el sistema.

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

Las características de un M.A.S. son:

- Como los valores máximo y mínimo de la función seno son +1 y -1, el movimiento se realiza en una región del eje X comprendida entre -A y +A.
- La función seno es periódica y se repite cada 2π , por tanto, el movimiento se repite cuando el argumento de la función seno se incrementa en 2π , es decir, cuando transcurre un tiempo $P = 2\pi/\omega$.

Velocidad

La velocidad se obtiene derivando la ecuación de la posición respecto al tiempo.

$$x = A \sin(\omega t + \phi)$$
$$v = \frac{dx}{dt}$$

Substituyendo la primera de estas expresiones en la segunda se tiene que:

$$v = \frac{dx(t)}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \phi)$$

Aceleración

La aceleración es la variación de la velocidad respecto al tiempo y se obtiene derivando la ecuación de la velocidad respecto al tiempo y de la definición de aceleración:

$$v = \omega A \cos(\omega t + \phi)$$
$$a = \frac{dv}{dt}$$

Nuevamente, substituyendo la primera expresión en la segunda se tiene:

$$a = \frac{dv(t)}{dt} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$$

Fuerza que genera un movimiento armónico simple

La base de un movimiento armónico simple consiste en que la única fuerza ejercida sobre la partícula en movimiento lineal y que únicamente depende de la posición de ésta. Si se llama x a la posición de dicha partícula, la fuerza ejercida sobre ella es:

$$F = ma$$
$$a = -\omega^2 x [\text{ecu.: 4}]$$

Luego

$$F = -m\omega^2 x$$

Dado que la masa de la partícula y la velocidad angular son fijos, se podría reducir la ecuación a:

$$F = -kx$$

donde k toma un valor fijo que depende de la masa y la velocidad angular. El signo negativo indica que en todo momento la partícula experimenta una fuerza contraria a su posición (le "empuja" hacia el centro).

En un movimiento armónico simple, la oscilación es regular y la partícula invierte su trayectoria siempre en puntos equidistantes respecto al centro.

Energía de una partícula en movimiento armónico simple

Las fuerzas involucradas en un movimiento armónico simple son fuerzas conservativas y centrales. Por tanto, se puede definir un campo escalar llamado energía potencial (E_p) asociado a la fuerza, que sumado con la energía cinética (E_c) permanece invariable al moverse es una constante del movimiento:

$$E = E_p + E_c$$

Esta última magnitud recibe el nombre de energía mecánica. Para hallar la expresión de la energía mecánica, basta con integrar la expresión de la fuerza (esto es extensible a todas las fuerzas conservativas) y cambiarla de signo, obteniéndose:

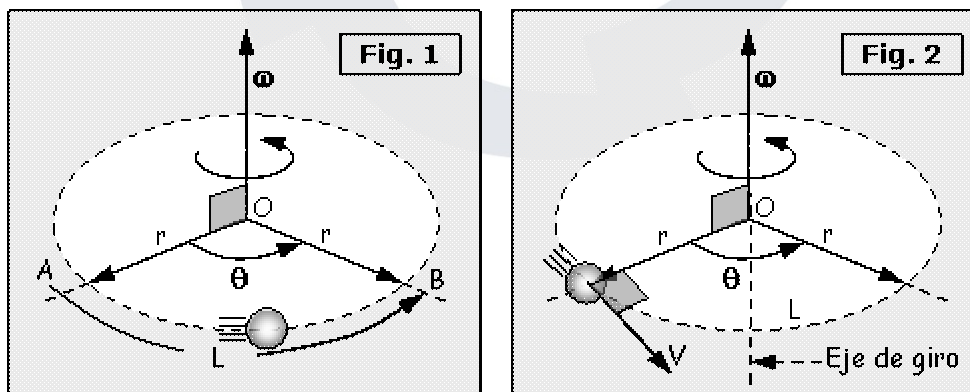
$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

La energía potencial, como la fuerza, alcanza su máximo en los extremos de la trayectoria (cuando hace parar a la partícula y reiniciar la marcha en sentido contrario) y, también como la fuerza, tiene valor nulo (cero) en el punto $x = 0$, es decir el punto central del movimiento.

Movimiento Circular Uniforme

Cuando una partícula describe una circunferencia de manera que recorre arcos iguales en tiempos también iguales, decimos que posee un movimiento circunferencial uniforme. Cuando un cuerpo rígido experimenta desplazamientos angulares iguales en tiempos iguales, decimos que desarrolla un movimiento de rotación uniforme. A partir de aquí, a estos movimientos los designaremos por movimiento circular uniforme.

Conceptos y definiciones previas



a) **Radio Vector (\vec{r})**: Denominamos así al vector cuyo origen se encuentra en el centro de giro, y su extremo señala a la partícula en movimiento, moviéndose con ella. Ver Fig. 1.

b) **Desplazamiento Angular (θ)**: Viene a ser el ángulo que describe el radio vector cuando la partícula está en movimiento θ se mide en radianes. Ver Fig. 1.

c) **Longitud de Arco (L)**: Cuando la partícula de la Fig. 1 pasa de la posición "A" a la posición "B", se dice que el espacio recorrido por él es "L". La medida de este arco viene dada por: , en el S.I. θ se $L = \theta \cdot R$ expresará en radianes, L y R en metros. (Ver Fig. 1).

Definición de velocidad angular constante

Se define como velocidad angular constante a aquella que no cambia a través de tiempo, y cuyo valor nos indica el desplazamiento angular que experimenta un móvil en cada unidad de tiempo. (Ver Fig. 2).

Esta velocidad se determina así:

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

En el S.I. esta velocidad se expresa en radianes por segundo; rad/s. También puede expresarse en revoluciones por segundo (rev/s = rps), o revoluciones por minuto (rev/min = rpm), donde: 1 revolución (rev) = 2π rad = 360° .

Velocidad lineal o tangencial

Llamaremos velocidad tangencial o lineal a aquella que posee una partícula cuando desarrolla un movimiento curvilíneo, la dirección de esta velocidad es tangente a la curva, y su módulo nos da la rapidez con que recorre un arco.

Esta velocidad se determina así:

$$V = \omega \cdot r$$

En el S.I. las unidades son: (θ) = rad/s, (r) = m, y (V) = m/s.

Periodo y frecuencia angular

Llamamos periodo (T) al tiempo que emplea un móvil con M.C.U. para dar una vuelta completa, y frecuencia (f) al número de vueltas que dicho móvil da en cada unidad de tiempo, verificándose que: y

$$f = \frac{\text{Numero de vueltas}}{\text{Tiempo}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

Aceleración centrípeta

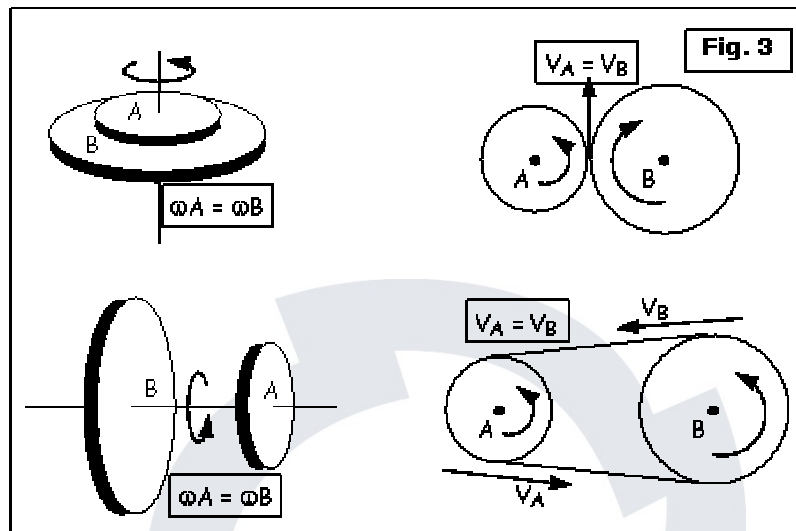
Como ya sabemos, la única razón que justifica los cambios de velocidad es la existencia de una aceleración, en el movimiento circular la aceleración es llamada centrípeta, central o normal, dicho vector es perpendicular a la velocidad lineal (V) y angular (ω), y se dirige siempre al centro de la curva.

Se verifica que:

$$a_c = \frac{V^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

Transmisión de movimientos

Conociéndose las características de los movimientos circulares en general, estas se aprovechan para transmitir movimientos ya sea para aumentar o disminuir las velocidades angulares o tangenciales. Ver Fig. 3.



Movimiento Circular Uniformemente Variado

Si ponemos en marcha un ventilador notaremos que al salir del reposo, gradualmente va aumentando su velocidad angular, hasta alcanzar su velocidad normal de trabajo. Todo lo contrario ocurre cuando apagamos el ventilador, observándose que su velocidad angular va disminuyendo regularmente hasta hacerse nula.

Aceleración angular

Cuando la aceleración angular es constante, su valor nos da el aumento o disminución de la velocidad angular en cada unidad de tiempo, y ello determina que el movimiento sea uniformemente variado. Su línea de acción coincide con el de la velocidad angular, aunque no poseen siempre el mismo sentido. (Ver Fig. 1)

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{t} = \frac{\omega_f - \omega_0}{t}$$

Aceleración

tangencial

Llamaremos aceleración tangencial a aquella que produce cambios en el módulo de la velocidad tangencial, y cuya dirección es tangente a la trayectoria.

Se verifica que: y además:

$$a = \alpha \cdot r$$

$$a = \frac{\Delta V}{t} = \frac{V_f - V_0}{t}$$

Ecuaciones del M.C.U.V.

Son similares a las que vimos en el M.R.U.V., y se presentan así:

Elementos Lineales	Elementos Angulares	Además
$V_f = V_0 \pm a t$	$\omega_f = \omega_0 \pm \alpha t$	$L = \theta \cdot R$
$L = \left(\frac{V_f + V_0}{2} \right) t$	$\theta = \left(\frac{\omega_f + \omega_0}{2} \right) t$	$V = \omega \cdot r$ $a = \alpha \cdot r$
$V_f^2 = V_0^2 \pm 2 \cdot a \cdot L$	$\omega_f^2 = \omega_0^2 \pm 2 \cdot \alpha \cdot \theta$	
$L = V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a \cdot t^2$	$\theta = \omega_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} \alpha \cdot t^2$	
(+): Movimiento Acelerado (-): Movimiento Desacelerado.		

3. Condiciones de Equilibrio

Primera Condición de Equilibrio:

Diremos que un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación cuando presenta una aceleración lineal nula ($a = 0$), y esto ocurre cuando la resultante de las fuerzas que lo afectan es cero.

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = 0 \quad \text{y} \quad \text{además:} \quad \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

Observación: En la práctica un cuerpo en equilibrio de traslación puede encontrarse en reposo continuo ($V = 0$), o moviéndose con velocidad constante. Al primer estado se le llama Equilibrio Estático y al segundo Equilibrio Cinético.

Segunda Condición de Equilibrio:

Reconocemos que un cuerpo en reposo o girando con velocidad angular constante se encuentra en equilibrio de rotación, y ello sólo ocurre cuando la suma de todos los momentos es nula.

$$\sum M_O^F = 0$$

4. Leyes de Newton y Dinámica Circular

A) Leyes de Newton

– *Primera Ley de Newton o Ley de Inercia*

La Primera ley constituye una definición de la fuerza como causa de las variaciones de velocidad de los cuerpos e introduce en física el concepto de sistema de referencia inercial. En esta observación de la realidad cotidiana conlleva la construcción de los conceptos de fuerza, velocidad y estado. El estado de un cuerpo queda entonces definido como su característica de movimiento, es decir, su posición y velocidad que, como magnitud vectorial, incluye la rapidez, la dirección y el sentido de su movimiento. La fuerza queda definida como la acción mediante la cual se cambia el estado de un cuerpo.

En la experiencia diaria, los cuerpos están sometidos a la acción de fuerzas de fricción o rozamiento que los van frenando progresivamente.

– *Segunda Ley de Newton o Ley de Fuerza*

La variación de momento lineal de un cuerpo es proporcional a la resultante total de las fuerzas actuando sobre dicho cuerpo y se produce en la dirección en que actúan las fuerzas.

En términos matemáticos esta ley se expresa mediante la relación:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

La expresión anterior así establecida es válida tanto para la mecánica clásica como para la mecánica relativista, a pesar, de que la definición de momento lineal es diferente en las dos teorías.

$$\begin{cases} \vec{p} = m\vec{v} & (1a) \\ \vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} & (1b) \end{cases}$$

donde m es la masa invariante de la partícula y \vec{v} la velocidad de ésta medida desde un cierto sistema inercial.

La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional al producto de su masa y su aceleración

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Esta segunda formulación de hecho incluye implícitamente definición según la cual el momento lineal es el producto de la masa por la velocidad.

$$\vec{F} = m\vec{a} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}$$

Si la velocidad y la fuerza no son paralelas la expresión es bastante más complicada:

$$\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} + \frac{m(\vec{v} \cdot \vec{a})\vec{v}}{c^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

– **Tercera Ley de Newton o Ley de acción y reacción**

Por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo, éste realiza una fuerza igual pero de sentido opuesto sobre el cuerpo que la produjo. Dicho de otra forma: Las fuerzas siempre se presentan en pares de igual magnitud, sentido opuesto y están situadas sobre la misma recta.

El enunciado más simple de esta ley es "para cada acción existe una reacción igual y contraria" siempre y cuando este en equilibrio.

– **Ley de acción y reacción fuerte de las fuerzas**

En la Ley de acción y reacción fuerte, las fuerzas, además de ser de la misma magnitud y opuestas, son colineales. La forma fuerte de la ley no se cumple siempre. En particular, la parte magnética de la fuerza de Lorentz que se ejercen dos partículas en movimiento no son iguales y de signo contrario. Dadas dos partículas puntuales con cargas q_1 y q_2 y velocidades \mathbf{V}_i , la fuerza de la partícula 1 sobre la partícula 2 es:

$$\mathbf{F}_{12} = q_2 \mathbf{v}_2 \times \mathbf{B}_1 = \frac{\mu q_2 q_1}{4\pi} \frac{\mathbf{v}_2 \times (\mathbf{v}_1 \times \hat{\mathbf{u}}_{12})}{d^2}$$

donde d la distancia entre las dos partículas y $\hat{\mathbf{u}}_{12}$ es el vector director unitario que va de la partícula 1 a la 2. Análogamente, la fuerza de la partícula 2 sobre la partícula 1 es:

$$\mathbf{F}_{21} = q_1 \mathbf{v}_1 \times \mathbf{B}_2 = \frac{\mu q_2 q_1}{4\pi} \frac{\mathbf{v}_1 \times (\mathbf{v}_2 \times (-\hat{\mathbf{u}}_{12}))}{d^2}$$

Empleando la identidad vectorial $\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c})\mathbf{b} - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})\mathbf{c}$, puede verse que la primera fuerza está en el plano formado por $\hat{\mathbf{u}}_{12}$ y \mathbf{v}_1 que la segunda fuerza está en el plano formado por $\hat{\mathbf{u}}_{12}$ y \mathbf{v}_2 . Por tanto, estas fuerzas no siempre resultan estar sobre la misma línea, aunque son de igual magnitud.

– **Ley de acción y reacción débil**

Como se explicó en la sección anterior ciertos sistemas magnéticos no cumplen el enunciado fuerte de esta ley (tampoco lo hacen las fuerzas eléctricas ejercidas entre una carga puntual y un dipolo). Sin embargo si se relajan algo las condiciones los anteriores sistemas sí cumplirían con otra formulación más débil o relajada de la ley de acción y reacción. En concreto los sistemas descritos que no cumplen la ley en su forma fuerte, si cumplen la ley de acción y reacción en su forma débil:

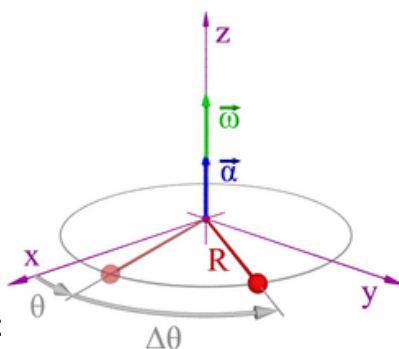
La acción y la reacción deben ser de la misma magnitud y sentido opuesto (aunque no necesariamente deben encontrarse sobre la misma línea)

B) Dinámica del movimiento circular uniforme

En este tipo de movimiento existe únicamente aceleración normal constante (centrípeta: $a = v^2/r$), la aceleración tangencial (con sentido tangente a la trayectoria en cada punto) será nula.

Esta aceleración tendrá que ser originada también por una fuerza constante dirigida en la misma dirección y sentido (recordamos que $F = m \cdot a$), es decir, perpendicular a la dirección de la velocidad y con sentido hacia el centro de la circunferencia. Su valor vendrá dado por: $F = m \cdot a_{\text{normal}} = m \cdot v^2/r$. La velocidad angular viene representada por un vector axial cuya dirección es perpendicular al plano de giro y su sentido sigue la regla del tornillo.

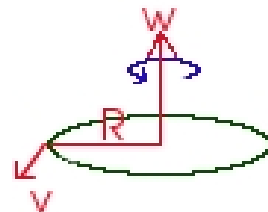
Por lo tanto, $v = \omega \cdot r$ y $F = m \cdot v^2/r = m \cdot \omega^2 \cdot r$. A esta fuerza se le llama fuerza normal o fuerza centrípeta



– **Dinámica del movimiento**

Derivado:

En este caso existen las dos aceleraciones, la tangencial, constante, y la normal, variable perpendicular a la dirección de la velocidad y con sentido hacia el centro de la circunferencia.

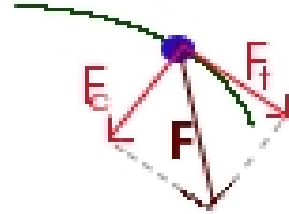


Ambas fuerzas, al ser simultáneas y actuar sobre un mismo punto, forman un sistema que, evidentemente, puede ser sustituido por una sola fuerza resultante.

- La que actúe en la dirección de la velocidad será de módulo constante.

- La que actúe perpendicularmente a la velocidad y con sentido hacia el centro de la circunferencia será variable y su valor en cada instante corresponderá a la expresión. $m \cdot v^2 / r$. El módulo de la fuerza resultante vendrá dado (por la ley de Pitágoras): .

$$F = \sqrt{F_t^2 + F_n^2}$$



Ejercicios de Aplicación

Problema N° 1

¿A cuántos m/s equivale la velocidad de un móvil que se desplaza a 72 km/h?

Desarrollo

Datos:

$$v = 72 \text{ km/h}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 72 \frac{1}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Problema N° 2

Un móvil viaja en línea recta con una velocidad media de 1.200 cm/s durante 9 s, y luego con velocidad media de 480 cm/s durante 7 s, siendo ambas velocidades del mismo sentido:

- ¿cuál es el desplazamiento total en el viaje de 16 s?.
- ¿cuál es la velocidad media del viaje completo?.

Datos:

$$v_1 = 1.200 \text{ cm/s}$$

$$t_1 = 9 \text{ s}$$

$$v_2 = 480 \text{ cm/s}$$

$$t_2 = 7 \text{ s}$$

a) El desplazamiento es:

$$x = v \cdot t$$

Para cada lapso de tiempo:

$$x_1 = (1200 \text{ cm/s}) \cdot 9 \text{ s}$$

$$x_1 = 10800 \text{ cm}$$

$$x_2 = (480 \text{ cm/s}) \cdot 7 \text{ s}$$

$$x_2 = 3360 \text{ cm}$$

El desplazamiento total es:

$$X_t = X_1 + x_2$$

$$X_t = 10800 \text{ cm} + 3360 \text{ cm}$$

$$\mathbf{X_t = 14160 \text{ cm} = 141,6 \text{ m}}$$

b) Como el tiempo total es:

$$t_t = t_1 + t_2 = 9 \text{ s} + 7 \text{ s} = 16 \text{ s}$$

Con el desplazamiento total recién calculado aplicamos:

$$\Delta v = x_t / t_t$$

$$\Delta v = 141,6 \text{ m} / 16 \text{ s}$$

$$\mathbf{\Delta v = 8,85 \text{ m/s}}$$

Problema N° 3

Resolver el problema anterior, suponiendo que las velocidades son de distinto sentido.

a) Si son de distinto sentido:

$$X_t = X_1 - x_2$$

$$X_t = 10800 \text{ cm} - 3360 \text{ cm}$$

$$\mathbf{X_t = 7440 \text{ cm} = 74,4 \text{ m}}$$

b)

$$\Delta v = x_t / t_t$$

$$\Delta v = 74,4 \text{ m} / 16 \text{ s}$$

$$\mathbf{\Delta v = 4,65 \text{ m/s}}$$

Problema N° 4

Un móvil recorre una recta con velocidad constante. En los instantes $t_1 = 0 \text{ s}$ y $t_2 = 4 \text{ s}$, sus posiciones son $x_1 = 9,5 \text{ cm}$ y $x_2 = 25,5 \text{ cm}$. Determinar:

- Velocidad del móvil.
- Su posición en $t_3 = 1 \text{ s}$.
- Las ecuaciones de movimiento.
- Su abscisa en el instante $t_4 = 2,5 \text{ s}$.
- Los gráficos $x = f(t)$ y $v = f(t)$ del móvil.

Datos:

$$t_1 = 0 \text{ s}$$

$$x_1 = 9,5 \text{ cm}$$

$$t_2 = 4 \text{ s}$$

$$x_2 = 25,5 \text{ cm}$$

a) Como:

$$\Delta v = \Delta x / \Delta t$$

$$\Delta v = (x_2 - x_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\Delta v = (25,5 \text{ cm} - 9,5 \text{ cm}) / (4 \text{ s} - 0 \text{ s})$$

$$\Delta v = 16 \text{ cm} / 4 \text{ s}$$

$$\mathbf{\Delta v = 4 \text{ cm/s}}$$

b) Para $t_3 = 1$ s:

$$\Delta v = \Delta x / \Delta t$$

$$\Delta x = \Delta v \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = (4 \text{ cm/s}) \cdot 1 \text{ s}$$

$$\Delta x = 4 \text{ cm}$$

Sumado a la posición inicial:

$$x_3 = x_1 + \Delta x$$

$$x_3 = 9,5 \text{ cm} + 4 \text{ cm}$$

$$x_3 = 13,5 \text{ cm}$$

c)

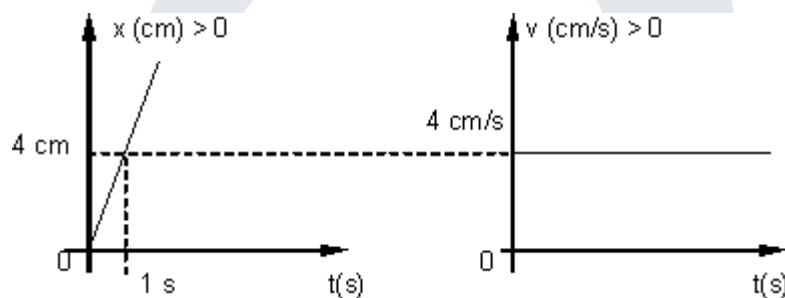
$$x = 4 \text{ (cm/s)} \cdot t + 9,5 \text{ cm}$$

d) Con la ecuación anterior para $t_4 = 2,5$ s:

$$x_4 = (4 \text{ cm/s}) \cdot t_4 + 9,5 \text{ cm}$$

$$x_4 = (4 \text{ cm/s}) \cdot 2,5 \text{ s} + 9,5 \text{ cm}$$

$$x_4 = 19,5 \text{ cm}$$



Problema N° 5

Un cohete parte del reposo con aceleración constante y logra alcanzar en 30 s una velocidad de 588 m/s. Calcular:

a) Aceleración.

b) ¿Qué espacio recorrió en esos 30 s?

Desarrollo

Datos:

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_f = 588 \text{ m/s}$$

$$t = 30 \text{ s}$$

Ecuaciones:

$$(1) v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$(2) x = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

a) De la ecuación (1):

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$v_f = a \cdot t$$

$$a = v_f / t$$

$$a = (588 \text{ m/s}) / (30 \text{ s})$$

$$\mathbf{a = 19,6 \text{ m/s}^2}$$

b) De la ecuación (2):

$$x = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

$$x = a \cdot t^2 / 2$$

$$x = (19,6 \text{ m/s}^2) \cdot (30 \text{ s})^2 / 2$$

$$\mathbf{x = 8820 \text{ m}}$$

Problema N° 6

¿Cuánto tiempo tardará un móvil en alcanzar una velocidad de 60 km/h, si parte del reposo acelerando constantemente con una aceleración de 20 km/h²?

Desarrollo

Datos:

$$v_0 = 0 \text{ km/h}$$

$$v_f = 60 \text{ km/h}$$

$$a = 20 \text{ km/h}^2$$

Aplicando:

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$v_f = a \cdot t$$

$$t = v_f / a$$

$$t = (60 \text{ km/h}) / (20 \text{ km/h}^2)$$

$$\mathbf{t = 3 \text{ h}}$$

Problema N° 7

Un móvil parte del reposo con una aceleración de 20 m/s² constante. Calcular:

- ¿Qué velocidad tendrá después de 15 s?.
- ¿Qué espacio recorrió en esos 15 s?.

Desarrollo

Datos:

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$a = 20 \text{ m/s}^2$$

$$t = 15 \text{ s}$$

Ecuaciones:

$$(1) v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$(2) x = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

a) De la ecuación (1):

$$v_f = (20 \text{ m/s}^2) \cdot (15 \text{ s})$$

$$v_f = 300 \text{ m/s}$$

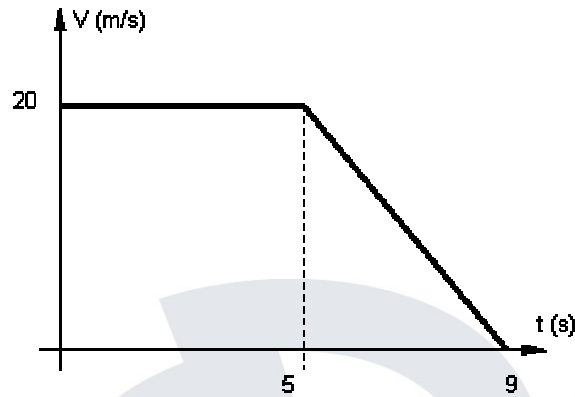
b) De la ecuación (2):

$$x = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

$$\begin{aligned}
 x &= a \cdot t^2 / 2 \\
 x &= (20 \text{ m/s}^2) \cdot (15 \text{ s})^2 / 2 \\
 x &= 2250 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Problema N° 8

Calcular el espacio recorrido por el móvil correspondiente a la gráfica:



En el gráfico de $v = f(t)$ la superficie bajo la curva es el espacio recorrido, es decir:

$$x = (20 \text{ m/s}) \cdot (5 \text{ s}) + (20 \text{ m/s}) \cdot (4 \text{ s}) / 2$$

$$x = 100 \text{ m} + 40 \text{ m}$$

$$\mathbf{x = 140 \text{ m}}$$

Problema N° 09

Una lancha cruza el río en forma perpendicular a la corriente con una velocidad de 12 m/s. Si la velocidad de la corriente de agua es de 4 m/s, ¿cuál es la velocidad de la lancha respecto de la orilla?.

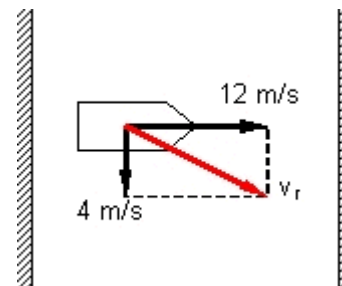
Datos:

$$v_{\text{lancha}} = 12 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{rio}} = 4 \text{ m/s}$$

Por la acción de la corriente del río la lancha se mueve siguiendo una diagonal.

$$\begin{aligned}
 v_r &= \sqrt{v_{\text{lancha}}^2 + v_{\text{rio}}^2} \Rightarrow v_r = \sqrt{\left(12 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \\
 v_r &= \sqrt{144 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 16 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \Rightarrow v_r = 12,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$



Problema N° 10

En un día de verano en que no hay viento se descarga un chaparrón, de modo tal que las gotas de agua siguen trayectorias verticales. El conductor de un auto que marcha a 10 km/h ve que las gotas llegan en dirección vertical al parabrisas. Sabiendo que el parabrisas forma un ángulo de 60° con la horizontal, determinar:

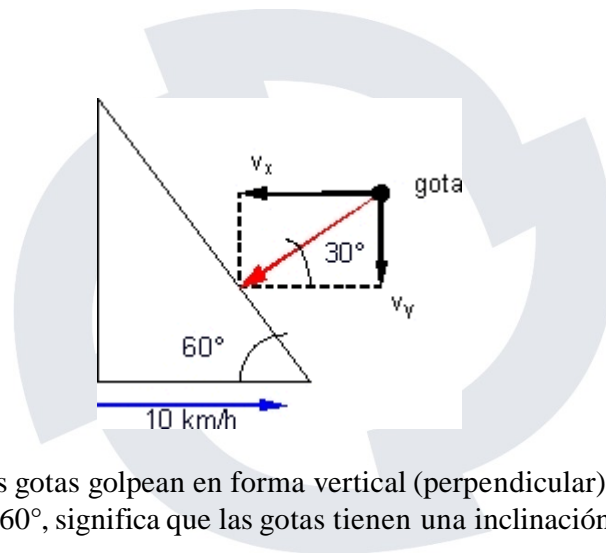
- La velocidad con que descienden las gotas de lluvia vistas desde tierra.
- La velocidad con que golpean al parabrisas.

Datos:

$$v_{\text{auto}} = 10 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

El esquema es:



Si el conductor ve que las gotas golpean en forma vertical (perpendicular) al parabrisas y éste tiene una inclinación de 60° , significa que las gotas tienen una inclinación de 30° con la horizontal.

a)

$$\operatorname{tg} \alpha = v_y / v_{\text{auto}}$$

$$v_{\text{auto}} \cdot \operatorname{tg} \alpha = v_y$$

$$v_y = (10 \text{ km/h}) \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$\mathbf{v_y = 5,77 \text{ km/h}}$$

Luego:

$$v_{\text{gota}} = \sqrt{v_{\text{auto}}^2 + v_y^2} \Rightarrow v_{\text{gota}} = \sqrt{\left(10 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 + \left(5,77 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2}$$

$$\mathbf{v_{gota} = 11,55 \text{ km/h}}$$

Problema N° 11

Un piloto, volando horizontalmente a 500 m de altura y 1080 km/h, lanza una bomba.

Calcular:

a) ¿Cuánto tarda en oír la explosión?.

b) ¿A qué distancia se encontraba el objetivo?.

Se recuerda que en tiro parabólico y tiro oblicuo el movimiento en el eje "x" es rectilíneo uniforme, mientras en el eje "y" es uniformemente variado (asociar con tiro vertical y caída libre).

Donde no se indica se emplea $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Datos

$$v_x = 1080 \text{ km/h} = 300 \text{ m/s} \quad g = 10 \text{ m/s}^2.$$

$$v_{0y} = 0 \text{ m/s}$$

$$h = 500 \text{ m}$$

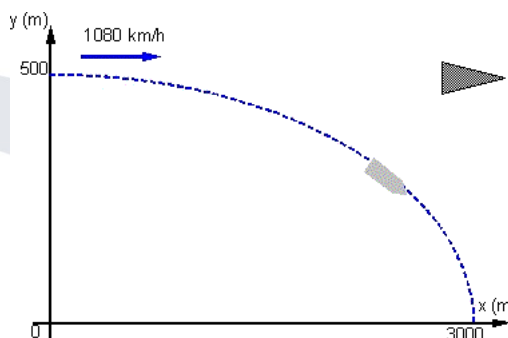
Ecuaciones:

$$(1) v_{fy} = v_{0y} + g \cdot t$$

$$(2) h = v_{0y} \cdot t + g \cdot t^2 / 2$$

$$(3) v_x = \Delta x / \Delta t$$

El gráfico es:



El tiempo que tarda en caer la bomba lo calculamos de la ecuación (2):

$$500 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \Rightarrow 500 \text{ m} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2$$

$$\frac{500 \text{ m}}{5 \text{ m}} \cdot \text{s}^2 = t^2 \Rightarrow \sqrt{100 \cdot \text{s}^2} = t$$

$$t = 10 \text{ s}$$

La distancia recorrida por la bomba a lo largo del eje "x" será:

$$v_x = x/t$$

$$x = v_x \cdot t$$

$$x = (300 \text{ m/s}) \cdot (10 \text{ s})$$

$$\mathbf{x = 3000 \text{ m}}$$

Es la respuesta al punto **(b)**.

En el mismo instante que la bomba toca el suelo el avión pasa sobre ella, es decir 500 m sobre la explosión.

Si la velocidad del sonido es 330 m/s:

$$v_x = x/t$$

$$t = x/v_x$$

$$t = (500 \text{ m}) / (330 \text{ m/s})$$

$$t = 1,52 \text{ s}$$

La respuesta al punto **(a)** es:

$$t = 10 \text{ s} + 1,52 \text{ s}$$

$$t = 11,52 \text{ s}$$

Problema N° 12

Un carro de juguete que se mueve con rapidez constante completa una vuelta alrededor de una pista circular (una distancia de 200 metros) en 25 seg.

a) Cual es la rapidez promedio?

b) Si la masa del auto es de 1,5 kg. Cual es la magnitud de la fuerza central que lo mantiene en un circulo?

a) Cual es la rapidez promedio?

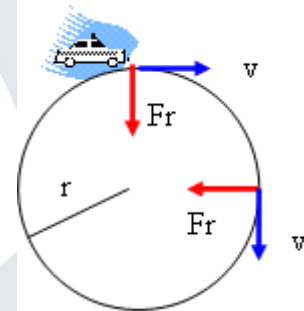
$$v = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} = \frac{200 \text{ m}}{25 \text{ seg}} = 8 \frac{\text{metros}}{\text{seg}}$$

b) Si la masa del auto es de 1,5 kg. Cual es la magnitud de la fuerza central que lo mantiene en un circulo? $L = 200 \text{ metros} = 2 \pi r$

Despejamos el radio $r = \frac{200}{2 \pi} = 31,83 \text{ metros}$

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r} = 1,5 \text{ kg} \cdot \frac{(8)^2 \frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2}}{31,83 \text{ m}} = \frac{1,5 \cdot 64}{31,83} = \frac{96}{31,83} \text{ Newton}$$

$$F = 3,01 \text{ Newton}$$

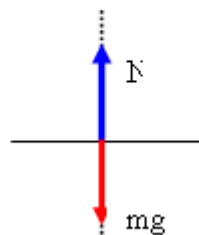
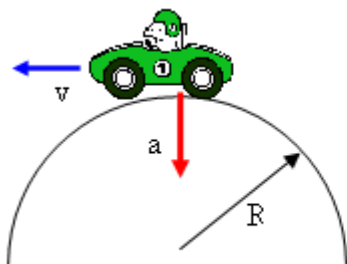


Problema N° 13

Un automóvil de masa m pasa sobre un montículo en un camino que sigue el arco de un círculo de radio R , como se muestra en la figura p6.46.

a) que fuerza debe ejercer el camino sobre el carro para que este pase el punto más alto del montículo si viaja a una rapidez v ?

b) Cual es la rapidez máxima que el carro puede alcanzar cuando pasa por el punto mas alto antes de perder contacto con el camino?



$$m = 600/g = 600/9,8 = 61,22 \text{ kg}$$

a) que fuerza debe ejercer el camino sobre el carro para que este pase el punto más alto del montículo si viaja a una rapidez v ?

$\sum F_y = m a_y$ La fuerza que ejerce el camino sobre el carro, se llama normal **N**

$$m g - N = m a_y$$

$$m g - N = m * \frac{v^2}{R}$$

$$m g - m * \frac{v^2}{R} = N$$

b) Cual es la rapidez máxima que el carro puede alcanzar cuando pasa por el punto mas alto antes de perder contacto con el camino?

Cuando el auto pasa por el punto mas alto, el camino no ejerce fuerza sobre el carro.

Por lo tanto la fuerza $N = 0$

$$\sum F_y = m a_y$$

$$m g - N = m a_y$$

$$m g = m * \frac{v^2}{r}$$

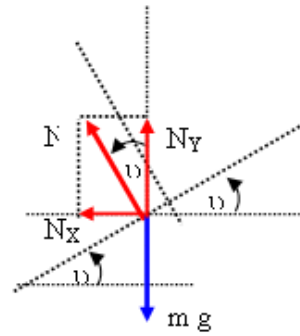
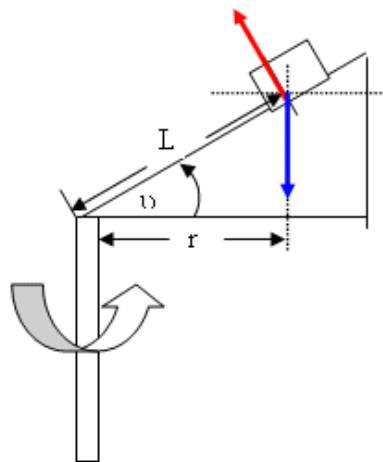
$$g = \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{g * r}$$

Problema N° 14

El juguete de un niño esta compuesto de una pequeña cuña que tiene un ángulo agudo θ El lado de la pendiente de la cuña no presenta fricción y una masa m sobre ella permanece a una altura constante si la cuña gira a cierta rapidez constante. Se hace girar la cuña al rotar una barra que esta unida firmemente a ella en un extremo. Demuestre que, cuando la masa m asciende por la cuña una distancia L , la rapidez de la masa debe ser:

$$v = (g L \sin \theta)^{1/2}$$



$$\cos \theta = \frac{r}{L}$$

$r = L \cos \theta$ Ecuación 1

$$\sum F_x = m a_x$$

$$N_x = N \sin \theta$$

$$N_x = m a_x$$

$$N \sin \theta = m a_x$$

$$N \sin \theta = m * \frac{v^2}{r}$$

Ecuación 2

Reemplazando la ecuación 1 en la ecuación 2

$$N \sin \theta = m * \frac{v^2}{L \cos \theta} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_y = N \cos \theta$$

$$N_y - m g = 0$$

$$N_y = m g$$

$N \cos \theta = m g$ Ecuación 4

Dividiendo las [ecuaciones](#) 3 y 4

$$\frac{N \sin \theta}{N \cos \theta} = \frac{m * \frac{(v)^2}{L \cos \theta}}{m g}$$

$$\frac{N \operatorname{sen} \theta}{N \cos \theta} = \frac{m \cdot (v)^2}{m g L \cos \theta}$$

Se cancela $\cos \theta$, N , m

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{(v)^2}{g L}$$

$$V^2 = g L \operatorname{sen} \theta$$

Despejando v

$$v = (g L \operatorname{sen} \theta)^{1/2}$$



CAPÍTULO 3

Energía y Cantidad de Movimiento



A) Energía

Es

1. **Energía y Tipos de Energía**

una magnitud física abstracta, ligada al estado dinámico de un sistema y que permanece invariable con el tiempo en los sistemas aislados.

La energía no es un ente físico real, ni una "sustancia intangible" sino sólo un número escalar que se le asigna al estado del sistema físico, es decir, la energía es una herramienta o abstracción matemática de una propiedad de los sistemas físicos. Así, se puede describir completamente la dinámica de un sistema en función de las energías cinética, potencial y de otros tipos de sus componentes.

B) Tipos de Energía

– Energía mecánica:

En mecánica, se denomina energía mecánica a la suma de las energías cinética y potencial (de los diversos tipos). En la energía potencial puede considerarse también la energía potencial

elástica, aunque esto suele aplicarse en el estudio de problemas de ingeniería y no de física. Expresa la capacidad que poseen los cuerpos con masa de efectuar un trabajo.

$$E_{mec} = E_c + E_p = k$$

– **Energía cinética**

La energía cinética de un cuerpo es una energía que surge en el fenómeno del movimiento. Esta definida como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa dada desde su posición de equilibrio hasta una velocidad dada.

Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética sin importar el cambio de la rapidez. Un trabajo negativo de la misma magnitud podría requerirse para que el cuerpo regrese a su estado de equilibrio.

– **Energía potencial**

La energía potencial es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo (), dependiendo de la configuración que tengan en un sistema de cuerpos que ejercen fuerzas entre sí. Puede pensarse como la energía almacenada en un sistema, o como una medida del trabajo que un sistema puede entregar. Más rigurosamente, la energía potencial es una magnitud escalar asociada a un campo de fuerzas (o como en elasticidad un campo tensorial de tensiones). Cuando la energía potencial está asociada a un campo de fuerzas, la diferencia entre los valores del campo en dos puntos A y B es igual al trabajo realizado por la fuerza para cualquier recorrido entre B y A.

– **Energía electromagnética**

La energía electromagnética es la cantidad de energía almacenada en una región del espacio que podemos atribuir a la presencia de un campo electromagnético, y que se expresará en función de las intensidades de campo magnético y campo eléctrico. En un punto del espacio la densidad de energía electromagnética depende de una suma de dos términos proporcionales al cuadrado de las intensidades de campo.

– **Energía radiante**

Es la energía que poseen las ondas electromagnéticas como la luz visible, las ondas de radio, los rayos ultravioletas(UV), los rayos infrarrojos(IR), etc. La característica principal de esta energía es que se propaga en el vacío sin necesidad de soporte material alguno. Se transmite por unidades llamadas fotones, estas unidades llamadas fotones actúan también como partículas.

– **Energía térmica**

Se le denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor, obtenida de la naturaleza (energía geotérmica), mediante la combustión de algún combustible fósil

(petróleo, gas natural o carbón), mediante energía eléctrica por efecto Joule, por rozamiento, por un proceso de fisión nuclear o como residuo de otros procesos mecánicos o químicos.

La energía térmica también se puede aprovechar en un motor térmico; en el caso de la energía nuclear para la generación de energía eléctrica, y en el caso de la combustión, además, para obtener trabajo, como en los motores de los automóviles o de los aviones.

– **Energía interna**

En física, la energía interna de un sistema intenta ser un reflejo de la energía a escala microscópica. Más concretamente, es la suma de:

- La energía cinética interna, es decir, de las sumas de las energías cinéticas de las individualidades que lo forman respecto al centro de masas del sistema, y de
- La energía potencial interna, que es la energía potencial asociada a las interacciones entre estas individualidades.

La energía interna no incluye la energía cinética traslacional o rotacional del sistema como un todo. Tampoco incluye la energía potencial que el cuerpo pueda tener por su localización en un campo gravitacional o electrostático externo.

- En un gas ideal monoatómico bastará con considerar la energía cinética de traslación de sus moléculas.
- En un gas ideal poliatómico, deberemos considerar además la energía vibracional y rotacional de las mismas.
- En un líquido o sólido deberemos añadir la energía potencial que representa las interacciones moleculares.

2. Trabajo, Potencia

A) **Trabajo**

Trabajo se define como la productividad que la energía puede proporcionar al ser aplicada sobre un cuerpo por unidad de tiempo. Existe trabajo cuando se produce cierto desplazamiento por la energía aplicada. Es la aplicación de una fuerza que provoca un movimiento.

El trabajo es una magnitud física escalar

$$W = F \cdot d$$

Para encontrar y calcular el trabajo que una fuerza realiza a lo largo de una trayectoria curvilínea se utiliza el cálculo diferencial. El trabajo que la fuerza realiza en un elemento diferencial $d\vec{r}$ de la trayectoria es

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F_T dr$$

donde F_T indica la componente tangencial de la fuerza a la trayectoria, debido a las propiedades del producto escalar. Por eso una fuerza que actúa perpendicular al desplazamiento no realiza trabajo.

Para calcular el trabajo a lo largo de una trayectoria entre los puntos A y B basta con [integrar](#) entre los puntos inicial y final de la curva:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Es decir, matemáticamente el trabajo es una integral de línea.

Si el [módulo](#) de la fuerza es constante y el ángulo que forma con la trayectoria también es constante tendremos: Fuerza(F) por distancia(d) será igual a Trabajo(W).

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

Si además la fuerza es paralela al desplazamiento tendremos:

$$W = Fd$$

Y si la fuerza es antiparalela al desplazamiento:

$$W = -Fd$$

B) Potencia

En Física, potencia es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. Esto es equivalente a la velocidad de cambio de energía en un sistema o al tiempo empleado en realizar un trabajo,

$$P = \frac{dE}{dt}$$

Donde

P es la potencia.

E es la energía total o trabajo.

t es el [tiempo](#).

– Potencia mecánica

La potencia mecánica transmitida mediante la acción de fuerzas físicas de contacto o por la variación de su energía cinética o trabajo realizado por unidad de tiempo:

$$P_m = \frac{dE_c}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2}mv^2 \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} (m\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = \frac{d}{dt} (m\mathbf{v}) \cdot \mathbf{v} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

Donde:

E_c, m , son la energía cinética y la masa del partícula, respectivamente
 \mathbf{F}, \mathbf{v} son la fuerza resultante que actúa sobre la partícula y la velocidad de la partícula, respectivamente.

– Potencia eléctrica

La potencia eléctrica se mide en Watts y es el resultado de la multiplicación de la diferencia de potencial en los extremos de una carga y la corriente que circula por ésta. Su equivalencia en potencia mecánica es:

1HP = 746 watt, siendo HP: caballos de potencia.

1CV = 736 watt, siendo CV: caballos de vapor.

Existen tres (3) tipos de potencia en la rama eléctrica, las cuales son: - Potencia Activa (W). - Potencia Reactiva (VAR). - Potencia Aparente (VA).

– Potencia sonora

La potencia del sonido se puede considerar en función de la intensidad y la superficie:

$$P_s = \int_S I_s dS$$

- P_s es la potencia realizada.
- I_s es la intensidad sonora.
- dS es el elemento de superficie, sobre la que impacta la onda sonora.

3. Teorema de la conservación de la energía

Existen dos Tipos de Fuerza:

Una fuerza conservativa es cuando el trabajo hecho por ella sobre una partícula que se mueve entre dos puntos A y B depende solamente de esos puntos y no de la trayectoria seguida.

El peso, la fuerza elástica y la fuerza electrostática son fuerzas conservativas, una característica importante de este tipo de fuerzas es que siempre tenemos asociado a ella una energía potencial.

Una fuerza no conservativa es aquella cuyo trabajo depende de la trayectoria; la fuerza del rozamiento.

Si las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son conservativas, la energía mecánica total inicial (energía cinética más energía potencial) es igual a la energía mecánica total final. Esta relación representa el *Teorema de conservación de la energía mecánica*.

$$E_{\text{total en A}} = E_{\text{total en B}}$$
$$E_{T(A)} = E_{T(B)}$$

El teorema de la conservación de la energía mecánica establece que el trabajo realizado sobre un cuerpo se invierte, exactamente, en aumentar algún tipo de energía.

Cuando en un sistema sólo hay fuerzas conservativas: la energía mecánica permanece constante. La energía cinética se transforma en energía potencial y viceversa.

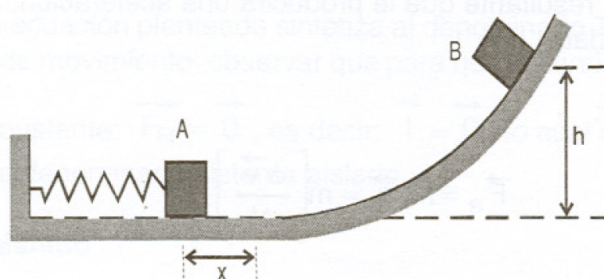
Cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas no conservativas, como las de rozamiento, la energía mecánica ya no permanece constante.

La variación de la energía mecánica es precisamente el trabajo realizado por las fuerzas no conservativas.

$$\Delta E_{\text{mecánica}} = W_{\text{Realizado por las fuerzas no conservativas}}$$

Ejercicios de Aplicación

1. El resorte de la figura se comprime 8 cm y se coloca un cuerpo de masa 160g en su extremo libre, al expandirse el resorte lanza al cuerpo; ¿Qué altura alcanza el cuerpo? (considere que no hay rozamiento, $K=200 \text{ N/m}$ y $g=10 \text{ m/s}^2$)



Solucion:

$$E_{C(A)} + E_{P(A)} = E_{C(B)} + E_{P(B)}$$

En "A" el cuerpo no tiene velocidad $E_{C(A)} = 0$

Considerando el nivel de referencia la posición en A, el cuerpo no tiene energía potencial gravitatoria solo existe energía potencial elástica debido a la compresión del resorte.

En "B" el cuerpo ni tiene velocidad (es la máxima altura alcanzada) solo existe energía potencial gravitatoria debido a la altura que alcanza.

Por lo tanto:

$$\frac{1}{2} kx^2 = mgh$$

Reemplazando datos tenemos

$$\frac{1}{2} (200)(64 * 10^{-4}) = (160 * 10^{-3})(10)h$$

$$h = 0.40m$$

2. Indicar el trabajo necesario para deslizar un cuerpo a 2 m de su posición inicial mediante una fuerza de 10 N.

Desarrollo

$$L = F \times d$$

$$L = 10 \text{ N} \times 2 \text{ m}$$

$$L = 20 \text{ J}$$

3. ¿Qué trabajo realiza un hombre para elevar una bolsa de 70 kgf a una altura de 2,5 m?. Expresarlo en:

a) kgf.m

b) Joule

c) kW.h

Desarrollo

a)

$$L = F \times d$$

$$L = 70 \text{ kgf} \times 2,5 \text{ m}$$

$$L = 175 \text{ kgf.m}$$

b)

$$L = 175 \text{ kgf.m} \times 9,807 \text{ J/kgf.m}$$

$$L = 1716,225 \text{ J}$$

c)

$$L = 175 \text{ kgf.m} \times 9,807 \text{ J/3.600.000 kgf.m}$$

$$L = 0,000477 \text{ kW.h}$$

Resolvió: Ricardo Santiago Netto

4. Un cuerpo cae libremente y tarda 3 s en tocar tierra. Si su peso es de 4 N, ¿qué trabajo deberá efectuarse para elevarlo hasta el lugar desde donde cayó?. Expresarlo en:

a) Joule.

b) kgm.

Desarrollo

$$L = F.d$$

En éste caso se trata de la fuerza peso, por lo tanto:

$$L = P.d$$

y al ser un movimiento vertical la distancia es la altura:

$$L = P.h$$

Mediante cinemática calculamos la altura para caída libre.

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

$$h = \frac{1}{2} \times 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)} \times (3 \text{ s})^2$$

$$h = \frac{1}{2} \times 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)} \times 9 \text{ s}^2$$

$$h = 44,1315 \text{ m}$$

Luego:

a)

$$L = P \times h$$

$$L = 4 \text{ N} \times 44,1315 \text{ m}$$

$$L = 176,526 \text{ J}$$

b)

$$L = 176,526 \text{ J} / (9,807 \text{ kgf.m} \times \text{J})$$

$$L = 18 \text{ kgf.m}$$

5. Un cuerpo de 1250 kg cae desde 50 m, ¿con qué energía cinética llega a tierra?.

Desarrollo

Recordemos que toda la energía potencial se transforma en energía cinética:

$$E_{p1} = E_{c2}$$

$$E_{p1} = E_{c2} = m \cdot g \cdot h_1$$

$$E_{p1} = 1250 \text{ kg} \cdot 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)} \cdot 50 \text{ m}$$

$$E_p = 612.937,5 \text{ J}$$

6. Un proyectil que pesa 80 kgf es lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 95 m/s. Se desea saber:

- a) ¿Qué energía cinética tendrá al cabo de 7 s?.
- b) ¿Qué energía potencial tendrá al alcanzar su altura máxima?.

Desarrollo

Datos:

$$P = 80 \text{ kgf}$$

$$v_0 = 95 \text{ m/s}$$

$$t = 7 \text{ s}$$

a) Mediante cinemática calculamos la velocidad luego de 7 s:

$$v_f = v_0 - g \cdot t$$

$$v_f = 95 \text{ m/s} + (-9,807 \text{ m/s}^2) \cdot 7 \text{ s}$$

$$v_f = 95 \text{ m/s} - 68,649 \text{ m/s}$$

$$v_f = 26,351 \text{ m/s}$$

Luego:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

La masa es:

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kg} \cdot (26,351 \text{ m/s})^2$$

$$E_c = 27775,01 \text{ J}$$

b) Mediante cinemática calculamos la altura máxima:

$$v_f^2 - v_0^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$-v_0^2 / 2 \cdot g = h$$

$$h = (95 \text{ m/s})^2 / (2 \cdot 9,807 \text{ m/s}^2)$$

$$h = 460,13 \text{ m}$$

Con éste dato hallamos la energía potencial:

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

$$E_p = 80 \text{ kg} \cdot 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)} \cdot 460,13 \text{ m}$$

$$\mathbf{E_p = 361.000 \text{ J}}$$

Pero mucho mas simple es sabiendo que la energía potencial cuando se anula la velocidad es igual a la energía cinética inicial (si no hay pérdidas):

$$E_{c1} = E_{p2}$$

$$E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kg} \cdot (95 \text{ m/s})^2$$

$$E_{c1} = \mathbf{361.000 \text{ J} = E_{p2}}$$

7. Sabiendo que cada piso de un edificio tiene 2,3 m y la planta baja 3 m, calcular la energía potencial de una maceta que, colocada en el balcón de un quinto piso, posee una masa de 8,5 kg.

Desarrollo

$$h = 2,3 \text{ m} \cdot 4 + 3 \text{ m} = 14,5 \text{ m}$$

El balcón del 5° piso es el techo del 4° piso

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

$$E_p = 8,5 \text{ kg} \cdot 9,807 \text{ (m/s}^2\text{)} \cdot 14,5 \text{ m}$$

$$\mathbf{E_p = 1017 \text{ J}}$$

8. Un proyectil de 5 kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con velocidad inicial de 60 m/s, ¿qué energía cinética posee a los 3 s? y ¿qué energía potencial al alcanzar la altura máxima?.

Desarrollo

Primero hallamos la velocidad a los 3 s del lanzamiento:

$$v_2 = v_1 + g \cdot t$$

$$v_2 = 60 \text{ m/s} + (-9,807 \text{ m/s}^2) \cdot 3 \text{ s}$$

$$v_2 = 30,579 \text{ m/s}$$

Luego calculamos la energía cinética:

$$E_{c2} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

$$E_{c2} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot (30,579 \text{ m/s})^2$$

$$\mathbf{E_{c2} = 2.337,69 \text{ J}}$$

Para la segunda parte debemos tener en cuenta que cuando alcanza la altura máxima la velocidad se anula, por lo tanto, toda la energía cinética inicial se transformó en energía potencial:

$$E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot (60 \text{ m/s})^2$$

$$E_{c1} = 9.000 \text{ J}$$

$$\mathbf{E_{p2} = 9.000 \text{ J}}$$

CAPÍTULO 4

Termodinámica



1. Magnitudes Termodinámicas

Termodinámica, es una rama de la física que estudia los efectos de los cambios de la temperatura, presión y volumen de los sistemas físicos a un nivel macroscópico. Aproximadamente, calor significa "energía en tránsito" y dinámica se refiere al "movimiento", por lo que, en esencia, la termodinámica estudia la circulación de la energía y cómo la energía infunde movimiento. Históricamente, la termodinámica se desarrolló a partir de la necesidad de aumentar la eficiencia de las primeras máquinas de vapor.

Las Magnitudes Termodinámicas son las siguientes:

- Calor sensible
- Camino libre medio
- Compresibilidad
- Energía libre de Gibbs
- Energía libre de Helmholtz
- Entalpía
- Entalpía de formación
- Entalpía de vaporización
- Entropía (termodinámica)

- Exergía
- Fugacidad
- Magnitud extensiva
- Presión crítica
- Presión de vapor
- Presión parcial
- Rendimiento térmico
- Temperatura absoluta
- Variación de la entalpía estándar de formación

2. Leyes de la Termodinámica

A) Primera ley de la termodinámica

La **primera ley de la termodinámica** o **Primer Principio de la termodinámica** es una aplicación de la ley universal de conservación de la energía a la termodinámica y, a su vez, identifica el calor como una transferencia de energía. Uno de los enunciados de la primera ley de la termodinámica es el siguiente:

El incremento de la energía interna de un sistema termodinámico es igual a la diferencia entre la cantidad de calor transferida a un sistema y el trabajo realizado por el sistema a sus alrededores.

$$\Delta U = Q - W$$

donde ΔU es el incremento de energía interna del sistema, Q es el calor cedido al sistema, y W es el trabajo cedido por el sistema a sus alrededores.

El primer principio de la termodinámica es una ley empírica que no puede demostrarse teóricamente.

Aplicaciones de la Primera Ley.

- En la aplicación las cantidades se deben expresar en las mismas unidades, por ejemplo joule o caloría.
- El trabajo W efectuado por el sistema se considera positivo mientras que el trabajo efectuado sobre el sistema es negativo.
- El calor Q que recibe el sistema se considera positivo, mientras que el calor entregado al exterior es negativo.
- El calor perdido o ganado por un sistema no depende solo de su estado inicial o final, sino también de los estados intermedios de su recorrido.

a) Sistemascerrados

Un sistema cerrado es uno que no tiene entrada ni salida de masa, también es conocido como masa de control. El sistema cerrado tiene interacciones de trabajo y calor con sus alrededores, así como puede realizar trabajo de frontera.

La ecuación general para un sistema cerrado (despreciando energía cinética y potencial) es:

$$Q - W = \Delta U$$

Donde Q es la cantidad total de transferencia de calor hacia o desde el sistema (positiva cuando entra al sistema y negativa cuando sale de éste), W es el trabajo total (negativo cuando entra al sistema y positivo cuando sale de éste) e incluye trabajo eléctrico, mecánico y de frontera; y U es la energía interna del sistema.

b) Sistemasabiertos

Un sistema abierto es aquel que tiene entrada y/o salida de masa, así como interacciones de trabajo y calor con sus alrededores, también puede realizar trabajo de frontera.

La ecuación general para un sistema abierto es:

$$Q - W + \sum_{in} m_{in} \left(h + \frac{1}{2} V^2 + gz \right)_{in} - \sum_{out} m_{out} \left(h + \frac{1}{2} V^2 + gz \right)_{out} = \Delta E_{sistema}$$

Donde in representa todas las entradas de masa al sistema; out representa todas las salidas de masa desde el sistema; y θ es la energía por unidad de masa del flujo y comprende entalpía,

$$\theta = h + \frac{1}{2} V^2 + gz$$

energía potencial y energía cinética,

$$E_{sistema} = U + \frac{1}{2} m V^2 + mgz$$

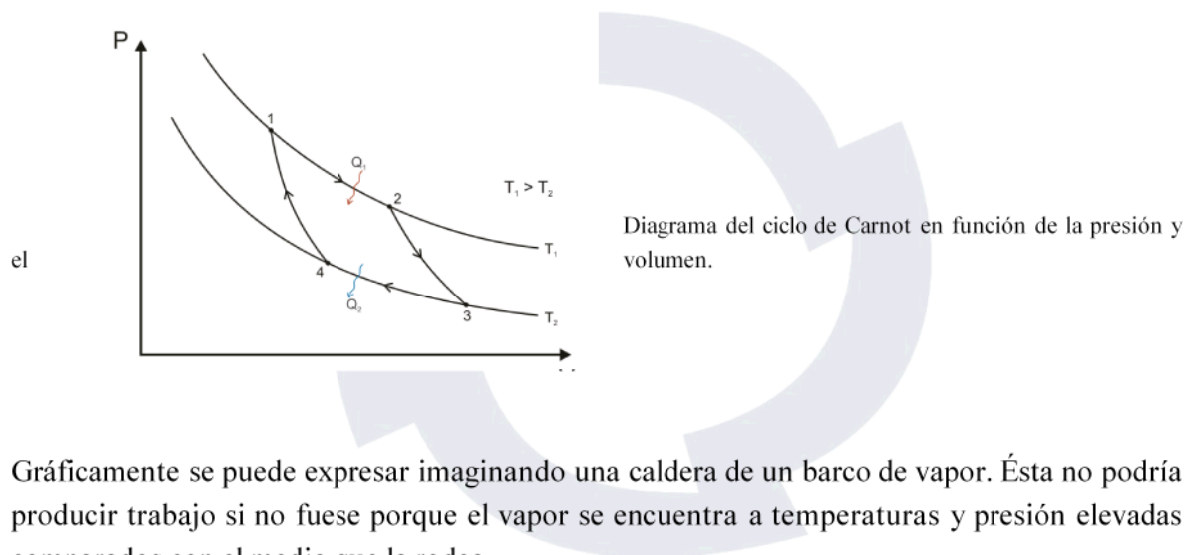
La energía del sistema es

B) Segunda ley de la termodinámica

La segunda ley de la termodinámica o segundo principio de la termodinámica expresa, en una forma concisa, que *"La cantidad de entropía de cualquier sistema aislado termodinámicamente tiende a incrementarse con el tiempo"*. la segunda ley de la termodinámica afirma que las diferencias entre sistemas en contacto tienden a igualarse.

La segunda ley de la termodinámica se puede expresar así:

- Es imposible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de energía en forma de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura. Enunciado de [Clausius](#).
- Es imposible todo proceso cíclico cuyo único resultado sea la absorción de energía en forma de calor procedente de un foco térmico (o reservorio o depósito térmico), y la conversión de toda ésta energía en forma de calor en energía en forma de trabajo. Enunciado de Kelvin-[Planck](#).
- En un sistema cerrado, ningún proceso puede ocurrir sin que de él resulte un incremento de la entropía total del sistema.



Gráficamente se puede expresar imaginando una caldera de un barco de vapor. Ésta no podría producir trabajo si no fuese porque el vapor se encuentra a temperaturas y presión elevadas comparados con el medio que la rodea.

Matemáticamente, se expresa así:

$$\frac{dS}{dt} \geq 0 \quad (1)$$

donde S es la entropía y el símbolo de igualdad sólo existe cuando la entropía se encuentra en su valor máximo (en equilibrio).

Entropía

Algunas transformaciones que implican un cambio de estado de un sistema termodinámico acompañado de un intercambio de calor y trabajo, pueden realizarse con la misma facilidad tanto de un sentido como en otro.

Supongamos que un gas (en general un sistema termodinámico) ideal absorbe cierta cantidad de calor Q y supongamos que la temperatura T se mantiene constante entonces la variación de la entropía se define como:

$$\Delta S = S_2 - S_1$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Donde Q es la cantidad de calor absorbido y T es la temperatura constante. La unidad de variación de la entropía es J/K . La ecuación anterior se aplica solo a procesos reversibles a temperatura constante.

C) Tercera ley de la termodinámica

La tercera ley de la termodinámica afirma que no se puede alcanzar el cero absoluto en un número finito de etapas.

Se define como:

- Al llegar al cero absoluto (0 K) cualquier proceso de un sistema se detiene.
- Al llegar al 0 absoluto (0 K) la entropía alcanza un valor constante.
- Descripción:

En términos simples, la tercera ley indica que la entropía de una sustancia pura en el cero absoluto es cero. Por consiguiente, la tercera ley provee de un punto de referencia absoluto para la determinación de la entropía. La entropía relativa a este punto es la entropía absoluta.

D) Ley cero de la termodinámica

El equilibrio termodinámico de un sistema se define como la condición del mismo en el cual las variables empíricas usadas para definir un estado del sistema (presión, volumen, campo eléctrico, polarización, magnetización, tensión lineal, tensión superficial, entre otras) no son dependientes del tiempo. A dichas variables empíricas (experimentales) de un sistema se les conoce como coordenadas termodinámicas del sistema.

3. Sistemas Termodinámicos

Un

sistema termodinámico es una parte del Universo que se aísla para su estudio. Este se puede llevar a cabo de una manera real, en el campo experimental, o de una manera ideal, cuando se trata de abordar un estudio teórico.

Clasificación:

- **Sistemas Abiertos:** son los sistemas más comunes. Este tipo de sistema tiene intercambio de materia y energía con el exterior. Un ejemplo: automóvil (entra combustible, aceite, aire. Salen gases de escape, desechos, se produce energía).
- **Sistemas Cerrados:** En este sistema solo hay intercambio energético con el exterior. No hay intercambio de masa. A su vez se pueden dividir en:

- *Sistemas No Aislados:* Solo intercambio energético con el exterior. Ejemplo: el equipo de frío de un refrigerador doméstico. El fluido de trabajo circula en circuito cerrado y solo hay intercambios de calor o energía eléctrica con el exterior. Otro sistema que (en la práctica) se puede considerar como sistema cerrado no aislado es la Tierra.
- *Sistemas Aislados:* No hay intercambio ni de masa ni de energía con el exterior. En la práctica estos sistemas son una abstracción cómoda para analizar situaciones.

4. Procesos y ciclos termodinámicos (Brayton, Rankine, Otto y Diesel)

Procesos termodinámicos

En física, se denomina proceso termodinámico a la evolución de determinadas magnitudes (o propiedades) propiamente termodinámicas relativas a un determinado sistema físico. Los procesos termodinámicos pueden ser interpretados como el resultado de la interacción de un sistema con otro tras ser eliminada alguna ligadura entre ellos, de forma que finalmente los sistemas se encuentren en equilibrio (mecánico, térmico y/o material) entre sí.

De una manera menos abstracta, un proceso termodinámico puede ser visto como los cambios de un sistema, desde unas condiciones iniciales hasta otras condiciones finales, debidos a la desestabilización del sistema.

– Proceso isobárico:

Proceso Isobárico es aquel proceso termodinámico que ocurre a presión constante. En él, el calor transferido a presión constante está relacionado con el resto de variables

Un proceso adiabático que es además reversible se conoce como proceso isentrópico. El extremo opuesto, en el que tiene lugar la máxima transferencia de calor, causando que la temperatura permanezca constante, se denomina como proceso isotérmico. El término adiabático hace referencia a elementos que impiden la transferencia de calor con el entorno.

– Procesos Politrópicos:

Son aquellos procesos termodinámicos en donde se cumple la ecuación: $PV^a = \text{cte}$. Donde "a" es un número dado. Para el caso de procesos adiabáticos, el "a" es igual a "k", el cual es un valor específico para cada sustancia. Este valor se puede encontrar en tablas para dicho caso.

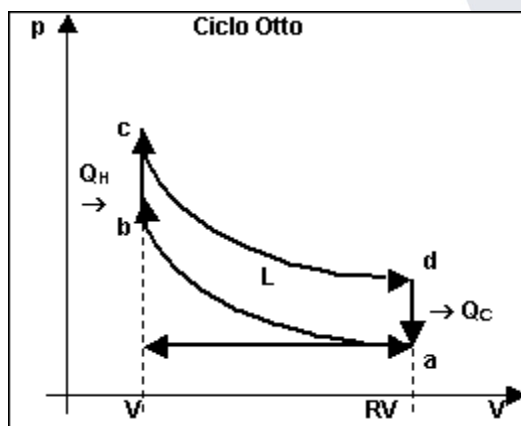
Ciclos termodinámicos

Resulta útil tratar los procesos termodinámicos basándose en ciclos: procesos que devuelven un sistema a su estado original después de una serie de fases, de manera que todas las variables termodinámicas relevantes vuelven a tomar sus valores originales. El calor total neto transferido al sistema debe ser igual al trabajo total neto realizado por el sistema.

– Ciclo Otto

El ciclo de Otto es un ciclo termodinámico que constituye el ciclo básico de todos los motores térmicos, y demuestra que no puede existir ese motor perfecto. Cualquier motor térmico pierde parte del calor suministrado. El segundo principio de la termodinámica impone un límite superior a la eficiencia de un motor, límite que siempre es menor del 100%.

En el punto a la mezcla de nafta y aire ya está en el cilindro.



ab: contracción adiabática.

cd: expansión adiabática.

bc: calentamiento isocórico.

ad: enfriamiento isocórico.

R: relación de compresión.

C_p : calor específico a presión constante

C_v : calor específico a volumen constante

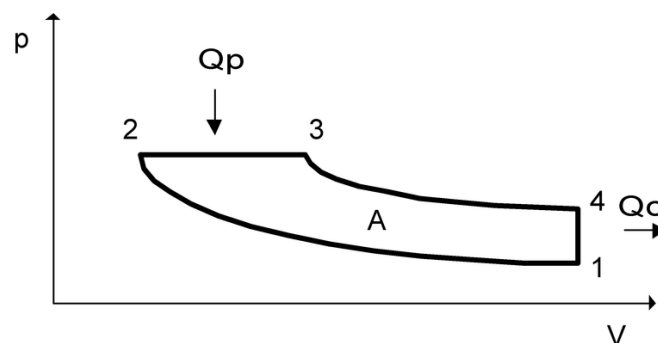
$\gamma = C_p/C_v$ (Sears 419 - Tabla 18.1)

$\eta = 1 - 1/R(\gamma - 1)$

Para un $R = 8$, y un $\gamma = 1,4$ (aire), $\eta = 0,56$

– Ciclo diesel:

El ciclo del motor diésel lento (en contraposición al ciclo rápido, más aproximado a la realidad) ideal de cuatro tiempos es una idealización del diagrama del indicador de un motor Diesel, en el que se omiten las fases de renovado de la masa y se asume que el fluido termodinámico que evoluciona es un gas perfecto, en general aire. Además, se acepta que todos los procesos son ideales y reversibles, y que se realizan sobre el mismo fluido.



Ciclo
un motor diésel lento

termodinámico de

– **Ciclo de Carnot:**

Carnot demostró que la eficiencia máxima de cualquier máquina depende de la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima alcanzadas durante un ciclo. Cuanto mayor es esa diferencia, más eficiente es la máquina.

Por ejemplo, un motor de automóvil sería más eficiente si el combustible se quemara a mayor temperatura o los gases de escape salieran a menor temperatura.

ab y cd: contracciones y expansiones isotérmicas.

bc y ad: contracciones y expansiones adiabáticas.

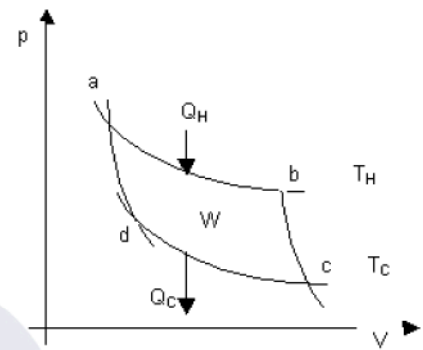
$$\eta = W/Q_H \Rightarrow \eta = (Q_H - Q_C)/Q_H \Rightarrow \eta = 1 - Q_C/Q_H$$

$$Q_H = W_{ab} = n.R.T_H \ln V_b/V_a$$

$$Q_C = W_{cd} = n.R.T_C \ln V_c/V_d$$

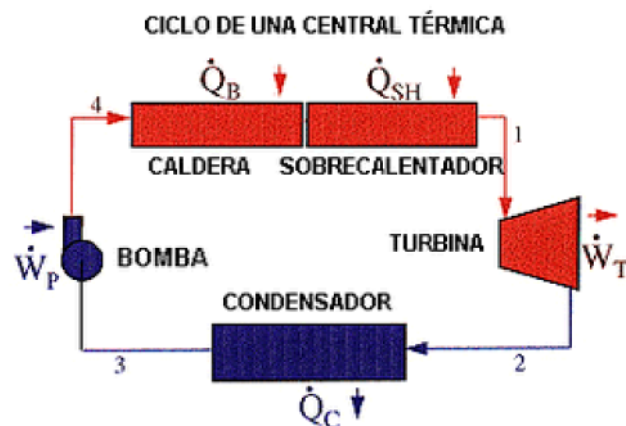
$$Q_C/Q_H = T_C/T_H$$

$$\eta = 1 - T_C/T_H$$



– **Ciclo de Rankine:**

El Ciclo de Rankine es un ciclo termodinámico en el que se relaciona el consumo de calor con la producción de trabajo. Representa un ciclo de planta de fuerza que opera con vapor..



– **Ciclo Brayton:**

Se denomina ciclo Brayton a un ciclo termodinámico de compresión, calentamiento y expansión de un fluido compresible, generalmente aire, que se emplea para producir trabajo neto y su posterior aprovechamiento como energía mecánica o eléctrica.

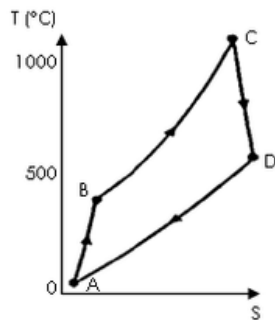


Diagrama del ciclo Brayton en una turbina de gas, en función de la entropía S y la temperatura T.

Este ciclo produce en la turbina de expansión más trabajo del que consume en el compresor y se encuentra presente en las turbinas de gas utilizadas en la mayor parte de los aviones comerciales y en las centrales termoeléctricas, entre otras aplicaciones.

5. Estados termodinámicos de la Sustancia Pura

Se

considera una sustancia pura aquella que mantiene la misma composición química en todos los estados. Una sustancia pura puede estar conformada por más de un elemento químico ya que lo importante es la homogeneidad de la sustancia. El aire se considera como una sustancia pura mientras se mantenga en su estado gaseoso, ya que el aire está conformado por diversos elementos que tienen diferentes temperaturas de condensación a una presión específica por lo cual al estar en estado líquido cambia la composición respecto a la del aire gaseoso.

Ejemplos de sustancias puras son: el agua, el nitrógeno, el helio y el dióxido de carbono.

6. Calorimetría

CALOR: es la energía en tránsito (en movimiento) entre 2 cuerpos o sistemas, proveniente de la existencia de una diferencia de temperatura entre ellos.

Unidades de Cantidad de Calor (Q)

Las unidades de cantidad de calor (Q) son las mismas unidades de trabajo (T).

$$\begin{aligned} 1 \text{ kgm} &= 9,8 \text{ J} \\ 1 \text{ J} &= 10^7 \text{ erg} \\ 1 \text{ kgm} &= 9,8 \cdot 10^7 \text{ erg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ cal} &= 4,186 \text{ J} \\ 1 \text{ kcal} &= 1000 \text{ cal} = 10^3 \text{ cal} \\ 1 \text{ BTU} &= 252 \text{ cal} \end{aligned}$$

Calor de combustión: es la razón entre la cantidad de calor (Q) que suministrada por determinada masa (m) de un combustible al ser quemada, y la masa considerada.

Q_c...calor de combustión (en cal/g)

Capacidad térmica de un cuerpo: es la relación entre la cantidad de calor (Q) recibida por un cuerpo y la variación de temperatura (Δt) que éste experimenta.

Además, la capacidad térmica es una característica de cada cuerpo y representa su capacidad de recibir o ceder calor variando su energía térmica.

C...capacidad térmica (en cal/°C)

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \longrightarrow Q = C \times \Delta t$$

Calor específico de un cuerpo: es la razón o cociente entre la capacidad térmica (C) de un cuerpo y la masa (m) de dicho cuerpo.

Además, en el calor específico se debe notar que es una característica propia de las sustancias que constituye el cuerpo, en tanto que la capacidad térmica (C) depende de la masa (m) y de la sustancia que constituye el cuerpo.

c...calor específico (en cal/g.°C)

$$c = \frac{C}{m} \longrightarrow C = m \times c$$

El calor específico del agua es la excepción a esta regla, pues disminuye cuando la temperatura aumenta en el intervalo de 0 °C a 35 °C y crece cuando la temperatura es superior a 35 °C.

– Ecuación fundamental de la calorimetría

$$c = \frac{Q}{m \times \Delta t} \longrightarrow Q = m \times c \times \Delta t$$

Q... cantidad de calor

m... masa del cuerpo

c... calor específico del cuerpo

Δt ... variación de temperatura

Para que el cuerpo aumente de temperatura; tiene que recibir calor, para eso la temperatura t_f debe ser mayor que la temperatura t_o ; y recibe el nombre de calor recibido.

$$t_f > t_o \quad \text{calor recibido (} Q > 0 \text{)}$$

Para disminuir la temperatura; tiene que ceder calor, para eso la temperatura t_f debe ser menor que la temperatura t_o ; y recibe el nombre de calor cedido.

$$t_f < t_o \quad \text{calor cedido (} Q < 0 \text{)}$$

Calor sensible de un cuerpo: es la cantidad de calor recibido o cedido por un cuerpo al sufrir una variación de temperatura (Δt) sin que haya cambio de estado físico (sólido, líquido o gaseoso).

Su expresión matemática es la ecuación fundamental de la calorimetría.

$$Q_s = m.c.\Delta t$$

donde: $\Delta t = t_f - t_o$

Calor latente de un cuerpo: es aquel que causa en el cuerpo un cambio de estado físico (sólido, líquido o gaseoso) sin que se produzca variación de temperatura (Δt), es decir permanece constante.

$$Q_L = m.L$$

– 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.

Luego, considerando un sistema térmicamente aislado, "La cantidad de calor recibida por unos es igual a la cantidad de calor cedida por los otros".

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".

– La Combustión

7. Combustión. Números de Octano y Cetano

La

combustión, es una reacción química en la que un elemento combustible se combina con otro comburente (generalmente oxígeno en forma de O₂ gaseoso), desprendiendo calor y produciendo un óxido; la combustión es una reacción exotérmica que produce:

- calor al quemar.
- Luz al arder.

Los tipos más frecuentes de combustible son los materiales orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. El producto de esas reacciones puede incluir monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y cenizas

Existen dos tipos de combustión, la combustión incompleta y la completa:

- La combustión incompleta, una combustión se considera una combustión incompleta cuando parte del combustible no reacciona completamente porque el oxígeno no es suficiente. Se reconoce por una llama amarillenta.

- La combustión completa es cuando todo el carbono de la materia orgánica quemada se transforma en CO₂. Se puede reconocer por la llama azul producida por la incineración del material.
- **Números de Octano y Cetano**

A) Numero de octano

El octanaje o índice de octano es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible (como la gasolina) a detonar prematuramente cuando es comprimido dentro del cilindro de un motor.

Los índices de octano en motores de combustión

El octanaje indica la presión y temperatura a que puede ser sometido un combustible carburado (mezclado con aire) antes de auto-detonarse al alcanzar su temperatura de autoignición debido a la Ley de los gases ideales.

Hay tres clases de octanajes:

- **Research Octane Number** (RON) - Octanaje medido en el laboratorio,
- **Motor Octane Number** (MON) - Octanaje probado en un motor estático y
- **Road ON** - Octanaje probado en la carretera.

B) Numero de Cetano

El número de cetano, contrariamente al número de octano, es un índice que se utiliza para caracterizar la volatilidad y facilidad de inflamación de los combustibles utilizados en los motores Diesel.

Para determinar el número de cetano de un combustible, se compara la facilidad de inflamación del combustible en cuestión, con la de un combustible de referencia formado por una mezcla de Cetano puro con Alfametilnaftaleno en un motor de prueba.

Ejercicios de Aplicación

1. Un recipiente rígido contiene 2,00 mol de monóxido de carbono y se le suministra 3,5 kcal de calor.

Determine el incremento de energía interna en unidades del Sistema Internacional de Medidas y la variación de temperatura.

Desarrollo

Como el recipiente es rígido, el proceso es isométrico y el trabajo que realiza el gas es nulo.

De acuerdo a la primera ley de la termodinámica escribimos:

$$Q = \Delta U$$

El calor expresado en julios es:

$$3,5 \text{ kcal} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ cal} \cdot 4,1868 \frac{\text{J}}{\text{cal}} = 14653,8 \text{ J}$$

2. Dos décimos de moles de gas anhídrido carbónico se expande isobáricamente al suministrarle 2 000 J de calor.

Calcular el incremento de temperatura que experimenta

Resolución:

De acuerdo a la primera ley de la termodinámica escribimos:

$$\Delta U = Q - \mathcal{G}$$

Como el proceso es **isobárico**, el **trabajo** realizado por el gas es:

$$\mathcal{G} = n \cdot P \cdot \Delta v$$

y si suponemos que este gas se comporta como un gas ideal.

$$P \cdot \Delta v = R \cdot \Delta T$$

por lo tanto:

$$\Delta U = Q - n \cdot R \cdot \Delta T$$

En un gas, la **variación de energía interna** en un proceso isobárico es:

$$\Delta U = n \cdot c_{\mu_P} \cdot \Delta T$$

Sustituyendo en la segunda ley:

$$n \cdot c_{\mu_P} \cdot \Delta T = Q - n \cdot R \cdot \Delta T$$

despejando ΔT :

$$\Delta T = \frac{Q}{n(c_{\mu_P} + R)}$$

$$\Delta T = \frac{2000 \text{ J}}{0,2 \text{ mol} (29,10 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} + 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}})} \cong 267 \text{ J}$$



Història Clínica Compartida de Catalunya (HC3)

Annexos guies d'implementació HC3

INDEX

1	ANNEX I: Catàlegs	5
1.1	Tipus documents.....	5
1.2	Tipus codificacions diagnòstics	7
1.3	Tipus d'Immunitzacions	7
1.4	Número de dosi d'Immunització	8
1.5	Centre administrador d'Immunitzacions	8
1.6	Origen de la informació d'Immunitzacions	8
1.7	Serveis assistencials.....	9
1.8	Document identificador	12
1.9	Perfils de professional	12
1.10	OID'S CCAA.....	12
1.11	Codi ISO CCAA	13
1.12	Variables Clíniques	14
1.13	Altres catàlegs	15
2	ANNEX II: Seguretat serveis.....	16
2.1	Validació del certificat SAML	17
2.2	Validació de la signatura del missatge.....	17
2.3	Validació de la signatura del professional	19
2.4	Codis errors	20
2.5	Glossari	20

Registre de Canvis

Versió	Data Modificació	Punts que canvien	Motiu del canvi
v1.0	01/12/2011		Creació del document
v1.1	05/12/2011		Petites modificacions
v1.2	16/03/2012		Catàleg comunitats autònomes i països per HCDSNS / epSOS
v1.3	05/09/2012	1.2, 1.3, 1.8, 1.13	Afegir OID catàleg CIM-9 versió 8, codis vacunes en snomed, afegir OID NIE, link pàgina catsalut, altres petites modificacions.
v1.4	30/05/2013	1.1	Inclou nou tipus document PIIC, agrupador PDT i divisió del PDT en nous tipus documents.
v1.5	06/09/2013	1.1	Inclou nou tipus de document ATCDO - Inf. Atenció continuada domicili i ESPE - Informe d'espirometries estructurat
v1.6	10/10/2013	1.9	Afegir perfil SC - Professional assistencial de grau mig o superior
v1.7	28/11/2013	1.11	Canviar enllaços de centres, producte farmacèutics i catàleg de diagnòstics.
v1.8	12/02/2014	1.2	S'afegeix OID catàleg CIM-9 versió 9
v1.9	17/02/2014	1.8	Actualització de l'OID de NIE
v2.0	28/02/2014	1.7	Actualització de catàleg de serveis assistencials
v2.1	05/03/2014	1.2	Nota informativa validació diagnòstics
v2.2	17/09/2014	1.1	S'han afegit nous codis de documents
V2.3	24/10/2014	1.3	S'ha afegit una nova immunització
V2.4	18/11/2014	1.4	Correcció
V2.5	13/01/2015	1.3	Correcció al tipus de vacuna Meningocòccica B
V2.6	26/01/2015	1.1	Afegits nous tipus de documents
V2.7	27/01/2015	1.1	Correcció
V2.8	23/02/2015	1.1	Afegits nous tipus de documents
V2.9	09/04/2015	1.11	Afegit codi ISO de comunitats i mogut Altres Catàlegs al punt 1.12
V2.10	10/04/2015	1.9	Afegit el rol de urgències
V2.11	20/07/2015	1.2	Corregit el OID de NANDA
V2.12	27/10/2015	1.1	Tipus de document FLC donat de baixa
V2.13	23/11/2015	1.7	Actualització de catàleg de serveis assistencials
V2.14	21/04/2016	1.12	Afegit catàleg Variables Clíniques
V2.15	23/05/2016	1.12	Es corregeix error en Snomed de Saturació d'oxigen
V2.16	27/05/2016	1.1	S'han afegit nous codis de documents
V2.17	31/05/2016	1.1	S'ha afegit nou codi de document
V2.18	24/06/2016	1.1	S'han afegit tres nous codis de documents
V2.19	29/06/2016	1.9	Es corregeix el perfil de professional Infermer/a
V2.20	22/07/2016	1.1	Mogut el tipus de document IAP a l'agrupador Informes Clínics
V2.21	12/09/2016	1.1	Modificats els agrupadors dels documents IARHB, ISRHB i STAO
V2.22	15/09/2016	1.12	Actualització de catàleg de variables clíniques
V2.23	20/10/2016	1.1	S'han afegit nous codis de documents

Versió	Data Modificació	Punts que canvien	Motiu del canvi
2.24	24/10/2016	1.1, 1.12	S'afegeix el tipus de document Variable Clínica i s'actualitza el catàleg de les Variables Clíniques vigents
2.25	17/11/2016	1.12	S'actualitza el catàleg

1 ANNEX I: Catàlegs

1.1 Tipus documents

AGRUPADORS TIPUS D'INFORMES	CODI	DESCRIPCIÓ TIPUS INF
Informes Clínics	ALTA	Informe mèdic a l'alta d'internament
	ALTI	Informe d'infermeria a l'alta d'internament
	ALTU	Informe d'urgències
	ATCDO	Inf. Atenció continuada domicili
	ATSA	Alta atenció especialitzada ambulatoria
	ATSI	Inici d'atenció especialitzada ambulatoria
	ATSS	Seguiment atenció especialitzada ambulatoria
	ESPE	Informe d'espirometries estructurat
	PALT	Informe prealta hospitalària
	PIIC	Pla intervenció individual compartit
	SEMB	Seguiment Embaràs
	SIFU	Situació funcional
	V76.1	Informe cribatge càncer Mama
	V76.51	Informe cribatge càncer Colon
	IATSS	Informe alta de Treball Social Sanitari
	CMA	Cirurgia Major Ambulatoria
	89.37	Espirometria
	V56	Informe assistència diàlisi i at. catèter diàlisi
	HD	Hospital de Dia
	CLAB	Anàlisi (aportat pel ciutadà)
	CINF	Informes (aportat pel ciutadà)
	CPDT	Proves (aportat pel ciutadà)
	IAP	Informe Atenció Primària
	STAO	Informe seguiment tractament anticoagulants orals
	IARHB	Informe d'alta de Rehabilitació
	ISRHB	Informe de seguiment de Rehabilitació
Diagnòstic per la imatge	DMO	Densitometria òssia
	DOPP	Ecografia doppler
	ECO	Ecografia
	IN	Imatge Nuclear
	Mx	Mamografia
	ORTO	Ortopantomografia
	PET	TC-per emissió de positrons
	RMN	Ressonància magnètica

AGRUPADORS TIPUS D'INFORMES	CODI	DESCRIPCIÓ TIPUS INF
	Rx	Radiologia
	TC	Tomografia computada (TC)
	PDT	PDT anteriors (només consulta)
	TCO	Tomografia de coherència òptica
	IDT	Informe Imatge Dermatològica
	88.79	Ecografia Obstètrica
	ENDOS	Endoscòpia
	ECOAP	Ecografia d'Atenció Primària
	87.12	Altres radiografies dentals
Laboratori / Anatomia Patològica	APAT	Informe anatomia patològica
	LAB	Informe laboratori
	APAE	Informe anatomia patològica estructurat
	LABE	Informe laboratori estructurat
Procediments Diagnòstics / Terapèutics	89.59	Altres proves cardiovasculars
	95.12	Angiografia ull fluoresceïna
	95.41	Audiometria
	95.05	Campimetria
	89.52	Electrocardiograma
	89.14	Electroencefalograma
	93.08	Electromiograma
	95.11	Fotografia de fons d'ull
	89.50	Holter cardíac
	98.5	Litotripsia
	89.32	Manometria esofàgica
	89.61	MAPA (M. A. Pressió Arterial)
	89.2	Mesuraments sistema genitourinari
	89.17	Polisomnografia
	95.23	Potencial evocat visual
	89.39	Prova del Alè amb Urea C-14
	89.4	Proves d'esforç cardíacs
	95.46	Proves funcionals auditives
	95.2	Proves funcionals oculars
	89.11	Tonometria
	99.9	Varis procediments
	v.53.31	Marcapassos Cardíac
Sense agrupador	VACL	Variables Clíniques

1.2 Tipus codificacions diagnòstics

CODI	OID
CIAP-2 v 2004	2.16.840.1.113883.6.44
CIM-10	2.16.840.1.113883.6.3
CIM-9 MC v5	2.16.840.1.113883.6.2.5
CIM-9 MC v6	2.16.840.1.113883.6.2.6
CIM-9 MC v7	2.16.840.1.113883.6.2.7
CIM-9 MC v8	2.16.840.1.113883.6.2.8
CIM-9 MC v9	2.16.840.1.113883.6.2.9
NANDA v 2005	2.16.840.1.113883.6.204

*La validació del diagnòstics es realitza contra un catàleg indicat utilitzant una data de referència. En el cas de publicar documents amb codis de diagnòstics per una data de creació de diagnòstic en la que el catàleg no es trobava vigent, el sistema HC3 rebutja el missatge.

El sistema HC3 permet publicar documents amb codis de diagnòstic de catàlegs de versions anteriors, sempre que s'informi una data de referència associada al diagnòstic, dins del període de vigència de la versió del catàleg.

1.3 Tipus d'Immunitzacions

El codi corresponent al catàleg SNOMED utilitzat per la publicació d'immunitzacions i proves d'anatomia patològica és el següent:

CODI	OID
SNOMED	2.16.840.1.113883.6.96

A continuació s'enumeren els codis SNOMED corresponents a cada immunització:

CODI HC3	CODI SNOMED(*)	DESCRIPCIO
BCG	420538001	Tuberculosis
Col	35736007	Còlera
D	428214002	Diftèria
ECE	333699008	Encefalitis centreeuropea
EJ	333697005	Encefalitis japonesa
FG	56844000	Febre groga
G	46233009	Grip
GRIPA	443651005	Grip A Pandemia (2009)
Hib	333680004	Haemophilus influenzae tipus b
MA	423531006	Meningocòccica A
MAC	421281005	Meningocòccica A,C
MACW135Y	420261000	Meningocòccica A,C,W135,Y
MenB	117381000135100	Meningocòccica B
MCC	359068008	Meningocòccica C conjugada
P	61602008	Tos ferina
Par	90043005	Parotiditis
Pn23	41000135101	Pneumocòccica 23 valent

CODI HC3	CODI SNOMED(*)	DESCRIPCIÓ
PNC10	121000135103	Pneumocòccica conjugada 10 val
PnC13	161000135109	Pneumocòccica conjugada 13 val
PnC7	125714002	Pneumocòccica conjugada 7 valent
Polio	111164008	Poliomielitis
R	386013003	Rubèola
Rabia	333606008	Ràbia
Rot	116077000	Rotavirus
T	333621002	Tètanus
TIF	89428009	Tifoïdal
VHA	14745005	Hepatitis A
VHA+B	333702001	Hepatitis A+B
VHB	34689006	Hepatitis B
VPH2	81000135107	Virus papil·loma humà (tipus 16, 18)
VPH4	424125009	Virus papil·loma humà (tipus 6,11, 16, 18)
VVZ	108729007	Varicel·la
X	386012008	Xarampió

(*) Es permet la publicació tant per codi HC3 com pels codis SNOMED indicats

1.4 Número de dosi d'Immunització

CODI	DESCRIPCIÓ
1	Dosi 1
2	Dosi 2
3	Dosi 3
4	Dosi 4
5	Dosi 5
6	Dosi 6
7	Dosi 7
8	Dosi 8

1.5 Centre administrador d'Immunitzacions

CODI	DESCRIPCIÓ
A	centre administrador
Z	altres centres
D	desconegut

1.6 Origen de la informació d'Immunitzacions

CODI	DESCRIPCIÓ
A	Subministrat pel propi centre administrador
C	Recollit del carnet de vacunació
O	Expressat oralment

1.7 Serveis assistencials

CODI	DESCRIPCIÓ
5S001	Medicina Interna
5S002	Pediatría
5S003	Neonatologia
5S004	Aparell Digestiu
5S005	Pneumologia
5S006	Cardiologia
5S007	Neurologia
5S008	Endocrinologia
5S009	Andrologia
5S010	Nefrologia
5S011	Reumatologia
5S012	Immunologia
5S013	Dermatologia
5S014	Al·lèrgologia
5S015	Hematologia Clínica
5S017	Oncologia
5S018	Psiquiatria
5S020	Atenció Sanitària a Drogodependents
5S022	Dispensador de Metadona
5S023	Geriatría
5S024	Cirurgia Pediàtrica
5S025	Odontologia/Estomatologia
5S026	Cirurgia General i Digestiu
5S027	Cirurgia Cardíaca
5S029	Cirurgia Toràcica
5S030	Angiologia i Cirurgia Vascular
5S031	Neurocirurgia
5S032	Cirurgia Maxil·lofacial
5S033	Cirurgia Plàstica i Reparadora
5S034	Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia
5S035	Urologia
5S036	Otorrinolaringologia
5S037	Oftalmologia
5S038	Ginecologia
5S039	Obstetrícia
5S041	Medicina Intensiva (UCI)
5S042	Cremats
5S043	Unitat Coronària
5S044	Vigilància Intensiva Neonatal
5S045	Anestèsia i Reanimació
5S046	Radiodiagnòstic
5S047	Endoscòpia Digestiva
5S048	Endoscòpia Respiratòria
5S049	Radioteràpia
5S050	Medicina Nuclear
5S051	Farmàcia
5S052	Dipòsit de Medicaments
5S053	Anatomia Patològica
5S054	Laboratori d'Hematologia
5S055	Bioquímica Clínica
5S057	Microbiologia i Parasitologia
5S058	Genètica
5S060	Servei de Transfusió
5S062	Banc de Semen
5S063	Rehabilitació
5S064	Tractament del Dolor

CODI	DESCRIPCIÓ
5S065	Cures Pal·liatives
5S068	Diàlisi
5S069	Urgències
5S070	Hospital de Dia d'Aguts
5S071	Hospital de Dia Salut Mental
5S072	Atenció de Dia Sociosanitària
5S074	Atenció a la Salut Sexual i Reproductiva
5S075	Reproducció Humana Assistida
5S076	Lesionats Medul·lars
5S077	Extracció d'òrgans
5S078	Logopèdia
5S079	Nutrició i Dietètica Hospitalària
5S080	Estudi Esforç i Rendiment Físic
5S081	Medicina General/de Família
5S083	Extracció de Sang per a Donació
5S084	Obtenció de Mostres
5S085	Teràpia Ocupacional
5S086	Reconeixements Mèdics per a Conductors i Permisos d'Armes
5S087	Medicina del Treball
5S088	Oxigenoteràpia
5S090	Radiocirurgia
5S091	Assistència a Lesionats i Contaminats per Elements Radioactius i Radiacions Ionitzants
5S093	Anorèxia i Bulímia
5S094	Equips d'Avaluació i Suport: PADES (Programa Atenció Domiciliària Equip Suport)
5S095	Equips d'Avaluació i Suport: UFISS (Unitat Funcional Interdisciplinar Sociosanitària)
5S099	Laboratori d'Histocompatibilitat
5S100	Laboratori de Biopatologia Molecular
5S102	Banc Sang de Cordó Umbilical
5S103	Revisions Mèdiques
5S106	Fisioteràpia
5S107	Instal·lació Sanitària de Servei de Prevenció Propi o Mancomunitat
5S108	Instal·lació Sanitària de Servei de Prevenció Aliè
5S109	Radiofarmàcia
5S110	Cirurgia Oftalmològica
5S111	Psicologia
5S113	Foniatria
5S118	Cirurgia Fetal
5S119	Instal·lació Sanitària de l'Empresa
5S120	Cirurgia Ambulatoria de Consultori
5S121	Aparell Circulatori
5S123	Criopreservació de Semen per a ús Autòleg
5S124	Aparell Respiratori
5S125	Medicina Aeronàutica
5S126	Cirurgia Major Ambulatoria
5S127	Cirurgia Menor Ambulatoria
5S129	Banc d'Embrions
5S130	Cirurgia Cardiovascular
5S131	Nutrició i Dietètica
5S132	Psicologia Clínica
5S133	Infermeria
5S134	Podologia
5S135	Medicina del Son
5S136	Banc Teixits: Hepàtic
5S140	Banc Teixits: Cutani i Derivats Biològics
5S141	Banc Teixits: Endocrí i Derivats Biològics
5S145	Teràpies no Convencionals
5S146	Atenció Sanitària Domiciliària
5S147	Urodinàmica
5S148	Hemodinàmica

CODI	DESCRIPCIÓ
5S149	Infermeria Obstètric-Ginecològica (Llevadora)
5S150	Vacunació
5S151	Cirurgia Estètica
5S152	Medicina Estètica
5S153	Neurofisiologia clínica
5S154	Cures Intermèdies Neonatals
5S155	Litotrípcia Renal
5S156	Hidrologia
5S157	Anàlisis Clíniques
5S158	Balneari
5S159	Atenció Psiquiàtrica Adolescents
5S160	Atenció Psiquiàtrica Adults
5S161	Atenció Psiquiàtrica Infantil
5S162	Centre de Dia Salut Mental
5S163	Fecundació in vitro
5S164	Inseminació Artificial
5S167	Laboratori de Semen per a Capacitació Espermàtica
5S168	Recuperació d'òcits
5S169	Infermeria Penitenciària
5S170	Radiofísica Hospitalària
5S172	Telemedicina
5S173	Medicina de l'Educació Física i l'Esport
5S174	Banc d'Òcits Crioconservats
5S175	Infermeria del Treball
5S176	Banc de Teixits: Pulmonar
5S177	Banc de Teixits: Membrana Amniòtica i Derivats Biològics
5S178	Banc de Teixits: Preparats Biològics
5S179	Atenció continuada
5S180	Banc de llet maternal
5S181	Banc de Teixits: Ovaric Crioconservat
5S182	Banc de Teixits: Testicular
5S183	Interrupció Voluntària de l'Embaràs - IVE - Menys de 14 Setmanes
5S184	Interrupció Voluntària de l'Embaràs - IVE - Més de 14 Setmanes
5S185	Processament de sang per a ús autòleg
5S186	Unitat de consell al viatger
5S187	Interrupció Voluntària de l'Embaràs - IVE - Farmacològica
5S188	Neuropsicologia
5S189	Neuropediatria
5S190	Promoció i publicitat de la donació de teixits i cèl·lules
5S191	Psicologia General Sanitària
5S192	Psicologia Sanitària
5S193	Banc de Teixits: Precursors d'Hemopoesi de Mèdul·la Òssia
5S194	Banc de Teixits: Precursors d'Hemopoesi Sang Perifèrica
5S195	Banc de Teixits: Múcul-esquelètic
5S196	Banc de Teixits: Teixit Adipòs
5S197	Banc de Teixits: Teixit Vascular (vàlvules i segments)
5S198	Banc de Teixits: Teixit de Cordó Umbilical
5S199	Banc de Teixits: Ocular i Derivats Biològics
5S200	Banc de Teixits: Paratiroide
ASM01	Variable per la migració d'establimets d'audiopròtesi.
PSM01	Variable per la migració d'establimets d'ortopèdia.
VSM01	Variable per la migració d'establimets d'òptica.

1.8 Document identificador

CODI HL7	DESCRIPCIÓ
1.3.6.1.4.1.19126.3	DNI/NIF
2.16.840.1.113883.4.292.10.1	CIP
2.16.840.1.113883.2.19.10.3	NIE
2.16.840.1.113883.4.292.10.2	Codi de col·legiat
1.6	Altres documents

1.9 Perfils de professional

Perfil / rol del professional que es pot informar en els XMLs de les publicacions de serveis.

CODI	DESCRIPCIÓ
MD	Metge/essa
NU	Infermer/a
SC	Professional assistencial de grau mig o superior

*Els perfils permesos per a l'autenticació (SAML) es troben definits en el document "HC3_Validacions_globals" en la seva darrera versió publicada al portal.

1.10 OID'S CCAA

OIDs de les comunitats autònomes.

NOM	OID
Andalusia	2.16.724.4.1
Aragó	2.16.724.4.2
Astúries (Principat de)	2.16.724.4.3
Balears (Illes)	2.16.724.4.4
Canàries	2.16.724.4.5
Cantabria	2.16.724.4.6
Castilla y Lleó	2.16.724.4.7
Castilla - La Manxa	2.16.724.4.8
Catalunya	2.16.724.4.9
Comunitat Valenciana	2.16.724.4.10
Extremadura	2.16.724.4.11
Galicia	2.16.724.4.12
Madrid(Comunitat de)	2.16.724.4.13
Murcia (Regió de)	2.16.724.4.14
Navarra (Comunitat Foral de)	2.16.724.4.15
País Basc	2.16.724.4.16
Rioja (La)	2.16.724.4.17
Ceuta (Ciudad Autònoma de)	2.16.724.4.18
Melilla (Ciudad Autònoma de)	2.16.724.4.19

1.11 Codi ISO CCAA

Codis ISO de les comunitats autònomes.

NOM	Codi ISO
Andalusia	AN
Aragó	AR
Astúries (Principat de)	AS
Balears (Illes)	IB
Canàries	CN
Cantabria	CB
Castilla y Lleó	CL
Castilla - La Manxa	CM
Catalunya	CT
Comunitat Valenciana	VC
Extremadura	EX
Galícia	GA
Madrid(Comunitat de)	MD
Murcia (Regió de)	MC
Navarra (Comunitat Foral de)	NC
País Basc	PV
Rioja (La)	RI
Ceuta (Ciudad Autònoma de)	CE
Melilla (Ciudad Autònoma de)	ML

1.12 Variables Clíniques

Utilitzat al servei Variables Clíniques

Nom	Unitat	Codi SNOMED CT	Descripció
Alçada	cm	50373000	Alçada corporal
Índex cintura/maluc	N/A	204491000135100	Índex cintura/maluc
Perímetre abdominal	cm	396552003	Perímetre abdominal
Perímetre cranial	cm	363812007	Perímetre cranial
Perímetre maluc	cm	284472007	Perímetre maluc
Pes	g	27113001	Pes corporal
Agudesa visual dreta	%	386709002	Agudesa visual dreta
Agudesa visual esquerra	%	386708005	Agudesa visual esquerra
Pressió arterial sistòlica	mmHg	72313002	Pressió arterial sistòlica
Pressió arterial diastòlica	mmHg	271650006	Pressió arterial diastòlica
INR	N/A	165581004	Raó internacional normalitzada
Warfarina	mg	206501000135102	Anticoagulant oral Warfarina
Acenocumarol	mg	206511000135100	Anticoagulant oral Sintron
Saturació d'oxigen	%	431314004	Saturació perifèrica de oxigen
Fumador	Cigarrets / dia	266918002	Tabaquisme
Glicèmia capil·lar	mg/dl	434912009	Concentració de glucosa a la sang
Fracció d'ejecció	%	70822001	Fracció d'ejecció cardíaca
Pressió intraocular dreta	mmHg	417723001	Pressió intraocular dreta
Pressió intraocular esquerra	mmHg	417555004	Pressió intraocular esquerra

1.13 Altres catàlegs

- **Centres:** Codificació oficial en la DGRS (COC) i codi denominació de centre a HC3. El OID que cal ficar en els missatges HL7 com a root és: 2.16.840.1.113883.2.19.10.1. Podeu consultar els centres sanitaris autoritzats a la web:

<http://www20.gencat.cat/portal/site/canalsalut/menuitem.8498000bf3fb227d48af8968b0c0e1a0/?vgnextoid=681e9008b331d210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=681e9008b331d210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>

- **Codi productes farmacèutics:** codi nacional. El OID que cal ficar en els missatges HL7 com a root és: 2.16.840.1.113883.4.292.10.5

<http://www20.gencat.cat/portal/site/salut/menuitem.6c4bc79d438cb6ec3bfd8a10b0c0e1a0/?vgnextoid=740614595a5da310VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=740614595a5da310VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>

- **Catàleg de diagnòstics:** El OID que cal ficar en els missatges HL7 depèn del tipus de catàleg (consultar apartat 1.2 del document):

<http://www20.gencat.cat/portal/site/salut/menuitem.003a2436be9bc6ec3bfd8a10b0c0e1a0/?vgnextoid=51f3fb07b71ba310VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=51f3fb07b71ba310VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>

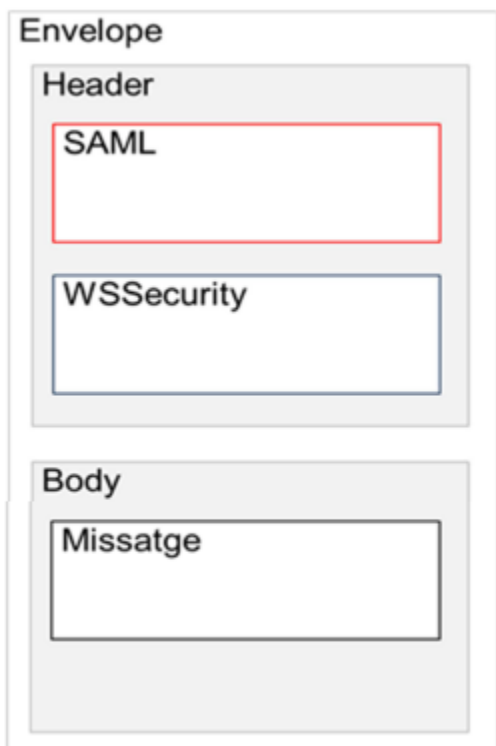
2 ANNEX II: Seguretat serveis

Tots els serveis web que requereixen d'alguna mesura de seguretat venen acompanyats de la corresponent política (WS-Policy) de seguretat. Aquesta política indica quins elements de seguretat cal informar a l'hora d'invocar el servei.

La política de seguretat que s'aplica actualment a la missatgeria de Salut impliquen:

- **Autenticació:** El missatge incorpora un ticket SAML signat amb un certificat acceptat pels servidors de Salut. El contingut del ticket SAML dependrà del servei web a utilitzar, però sempre haurà de venir correctament signat.
- **Autorització:** El ticket SAML indica les dades del peticionari. Aquesta informació pot variar segons el servei web/aplicació i serà validada contra els repositoris interns de Salut
- **Integritat:** El missatge haurà d'estar signat per un certificat acceptat pels servidors de Salut, de forma que es garanteixi que el missatge original no ha estat modificat

La següent imatge mostra la estructura de seguretat que s'aplica als missatges:



- **Header:** S'informa la següent informació bàsica

- **Ticket SAML:** Conté les dades signades del centre peticionari. Utilitza signatura **XML DSig** de tipus **Enveloped**, es a dir, el propi ticket SAML inclou les dades de la signatura
- **WS-Security:** Conté les dades del certificat i signatura del missatge SOAP. Aquesta informació permet garantir la integritat del missatge

- **Body:** Conté les dades del missatge pròpiament dit. Aquestes estaran signades d'acord amb les dades de l'encapçalament **WS-Security**. Aquest bloc pot incloure la signatura del professional, la qual serà de tipus **XML-DSig Enveloped**

2.1 Validació del certificat SAML

El ticket SAML inclou, bàsicament, les dades que identifiquen al centre que realitza la petició. Depenent de l'aplicació, pot ser necessari incloure informació addicional, com dades de perfil, metge, etc. Les dades necessàries al ticket SAML vindran definides a la documentació de cada servei web. Aquestes dades han d'estar signades mitjançant el certificat del centre peticionari.

Les característiques que ha de seguir la signatura del ticket SAML són:

1. El certificat ha de ser un certificat de centre vàlid
2. El certificat ha d'estar acceptat per la plataforma de Salut. En cas de fer servir un nou certificat cal facilitar-lo per a poder instal·lar-lo als servidors de Salut.
3. El ticket SAML ha d'estar signat amb aquest certificat, amb les característiques:
 - a. Signatura de XML (XMLDSig)
 - b. Tipus Enveloped
 - c. Exclusive XML canonicalization

2.2 Validació de la signatura del missatge

Per tal de garantir la integritat del missatge, aquest ha d'estar signat amb el certificat del centre peticionari. Aquesta característica permet garantir que el missatge no ha estat modificat.

Es facilita, amb el WSDL, la **WS-Policy** que especifica el format de la signatura del missatge. A continuació es mostra la definició de la policy usada.

```
<s1:Policy s2:Id="Sign.xml">
  <wssp:Integrity xmlns:wls="http://www.bea.com/wls90/security/policy/wsee#part"
    xmlns:wssp="http://www.bea.com/wls90/security/policy" xmlns:wsu="http://docs.oasisopen.
    org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-wssecurity-utility-1.0.xsd">

    <wssp:SignatureAlgorithm URI="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#rsa-sha1"/>

    <wssp:CanonicalizationAlgorithm URI="http://www.w3.org/2001/10/xml-exc-c14n#"/>

    <wssp:Target>
      <wssp:DigestAlgorithm URI="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"/>
      <wssp:MessageParts Dialect="http://www.bea.com/wls90/security/policy/wsee#part">
        wls:SystemHeaders()
      </wssp:MessageParts>
    </wssp:Target>
    <wssp:Target>
      <wssp:DigestAlgorithm URI="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"/>
      <wssp:MessageParts Dialect="http://www.bea.com/wls90/security/policy/wsee#part">
        wls:SecurityHeader(wsu:Timestamp)
      </wssp:MessageParts>
    </wssp:Target>

    <wssp:Target>
      <wssp:DigestAlgorithm URI="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"/>
      <wssp:MessageParts Dialect="http://schemas.xmlsoap.org/2002/12/wsse#part">
        wsp:Body()
      </wssp:MessageParts>
    </wssp:Target>
  </wssp:Integrity>
</s1:Policy>
```

```
</wssp:MessageParts>
</wssp:Target>

<wssp:SupportedTokens>
  <wssp:SecurityToken IncludeInMessage="true" TokenType="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-
    200401-wss-x509-token-profile-1.0#X509v3">
  <wssp:TokenIssuer>
```

OU=Proves entorn Acceptacio,O=Departament de Salut,1.2.840.113549.1.9.1=#160e6e6f747265706c794073616c7574,C=ES,ST=CAT,CN=Sistema Informacio Departament de Salut entorn Acceptacio,CN=HCCC Test Preproduccio,OU=SISBE HCCC Test Preproduccio,O=SISBE,L=Barcelona,ST=Catalunya,C=ES,CN=HCCC Test Preproduccio,OU=SISBE HCCC Test Preproduccio,O=SISBE,L=Barcelona,ST=Catalunya,C=ES,CN=hccc,OU=Thales HCCC Test Preproduccio,O=Thales,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=ES,CN=HC3CST,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Sistemes d'Informació,O=Consorti Sanitari de Terrassa,C=ES,C=ES,ST=Barcelona,L=Barcelona,O=Departament de Salut,OU=Historia Clinica Compartida Catalunya,CN=www.portaldesalut.net,CN=hospitaldelmar.cat,OU=Dept. Informatica,O=IMAS - Institut Municipal d'Assistencia Sanitaria,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=ES,1.2.840.113549.1.9.1=#16167375706f72742e6863636340657665726 9732e636f6d,CN=HC3,OU=Departament de Salut,O=Departament de Salut,ST=Catalunya,C=ES,CN=hcc.xarxatecla.cat,OU=Informatica,O=Xarxa Sanitaria i Social de Santa Tecla,L=Tarragona,ST=Tarragona,C=ES,CN=p2001.cpd1.grupics.intranet,OU=Institut Catala de la Salut,O=Generalitat de Catalunya,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=ES,CN=hccc,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Departament d'Informàtica,O=Corporació de Salut del Maresme i la Selva,C=ES,CN=Recepta Electrónica - SIRE,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Departament d'Informàtica,O=Hospital de campdevnol,C=ES,CN=IMASIS,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Dept. Informatica,O=IMAS - Institut Municipal d'Assistencia Sanitaria,C=ES,CN=Sistemes Informació CAPS-GESCLINIC,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Sistemes d'Informació,O=Consorti d'Atenció Primària de Salut de l'Eixample,C=ES,CN=DESCRIPCION CLIENTE ARNO 10.15.17.106 - ENTIDAD MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO - CIF S2827001E,OU=500070015,OU=Publicos,OU=FNMT Clase 2 CA,O=FNMT,C=ES,CN=hccc,OU=Thales HCCC Test Preproduccio,O=Thales,ST=Barcelona,C=ES,1.2.840.113549.1.9.1=#1613696e666f726d6174696361406373742e6 36174,CN=hc3.cst.cat,OU=Sistemes Informacio,O=Consorti Sanitari de Terrassa,L=Terrassa,ST=Barcelona,C=ES,CN=Historia Clínica Compartida Catalunya,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Àrea informàtica,O=Hospital de Sant Joan de Reus S.A.M.,C=ES,CN=Estació Clínica de La Roca del Vallé,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Direcció,O=Projectes Sanitaris i Socials SA,C=ES,C=ES,ST=Barcelona,L=Calella,O=Corporació de Salut del Maresme i la Selva,OU=Departament d'Informàtica,CN=salutms.cat,CN=Centres,OU=Centres,O=Centres,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=34,CN=hospitald elmar.cat,OU=Dept. Informatica,O=IMAS - Institut Municipal d'Assistencia Sanitaria,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=ES,1.2.840.113549.1.9.1=#16167375706f72742e6863636340657665726 9732e636f6d,CN=HC3,OU=Departament de Salut,O=Departament de Salut,L=Barcelona,ST=Catalunya,C=ES,CN=stacks,OU=Thales HCCC Test Preproduccio,O=Thales,ST=Barcelona,C=ES,CN=HCCC Test Preproduccio,OU=Thales HCCC Test Preproduccio,O=Thales,ST=Barcelona,C=ES,CN=Historia Clinica Compartida,OU=Area Qualitat i Seguretat,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,O=CTTI Generalitat de Catalunya,C=ES,2.5.4.5=#1309503538393030303444,CN=IMASIS,OU=Dept. Informatica,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,O=Institut Municipal d'Assistencia Sanitaria,C=ES,CN=146.219.14.246,OU=HCCC,O=Departament de Salut,L=Barcelona,ST=Barcelona,C=ES,CN=GoWin,OU=Valen Computer,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA- 1,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,O=CTTI,C=ES,CN=La Gavina Sistema Seguretat,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Àrea d'Informàtica,O=Serveis Salut Integrats Baix Empordà AIE,C=ES,CN=ecapre1,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Àrea de Sistemes d'Informació,O=Institut Català de la Salut,C=ES,CN=HC3,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Sistemes d'Informació,O=Consorti Sanitari de Terrassa,C=ES,CN=Accés HCCC del departament de salut,OU=Vegeu <https://www.catcert.net/verCDA-1> (c)03,OU=Serveis Publics de Certificacio CDA-1,OU=Departament de Salut,O=Departament de Salut,C=ES,1.2.840.113549.1.9.1=#16176d617269612e726f766972614067656e6361742e6e6574,CN=MARIA ROVIRA BARBERA / num:08147294,O=Col.legi Oficial de Metges de Barcelona. / COMB / 0005,OU=COL-LEGIAT,2.5.4.12=#13012d,ST=BARCELONA,C=ES,2.5.4.5=#1309313838383731383545,2.5.4.4=#

```
130e524f564952412042415242455241,2.5.4.42=#13054d41524941,1.2.840.113549.1.9.1=#16167375706f7274
2e68636363406576657269732e636f6d,CN=HC3,OU=Departament de Salut,O=Departament de
Salut,ST=Catalunya,C=ES,
    </wssp:TokenIssuer>
    </wssp:SecurityToken>
  </wssp:SupportedTokens>
</wssp:Integrity>

  <wssp:MessageAge Age="60" xmlns:wssp="http://www.bea.com/wls90/security/policy"/>
</s1:Policy>
```

Com es pot observar, la WS-Policy indica les característiques que han de contenir els missatges en l'àmbit de seguretat:

1. El certificat ha de ser un certificat vàlid.
2. El certificat ha d'estar acceptat per la plataforma de Salut. En cas de fer servir un nou certificat cal facilitar-lo per a poder instal·lar-lo. La Policy mostra la llista de certificats acceptats pel servei al camp **SupportedTokens**.
3. Les característiques que ha de seguir la signatura (indicades al ws-policy) són:
 - a. Signatura segons els estàndards WS-Security
 - b. Algoritme de signatura RSA-SHA1
 - c. Exclusive XML canonicalization
 - d. S'ha d'incloure un Timestamp a la capçalera del missatge amb l'hora de la creació del missatge
4. Les parts que han d'anar signades són (veure camp: **Target**) :
 - i. Binary Token (Tots els elements de capçalera han d'estar signats, entre ells el binaryToken, que és el que inclou les dades del certificat i signatura)
 - ii. Timestamp
 - iii. Body

2.3 Validació de la signatura del professional

Opcionalment, es pot incloure la signatura del professional sobre les dades del missatge (body). Aquesta signatura es realitzarà seguint les mateixes característiques que la signatura SAML, amb la excepció que el certificat ha de correspondre a un professional de la salut

Les característiques que ha de seguir aquesta signatura són:

1. El certificat ha de ser un certificat de professional vàlid
2. El certificat ha d'estar acceptat per la plataforma de Salut.
3. La part a signar correspon a l'element clinicalDocument
4. S'han de tenir en compte les següents característiques:
 - a. Signatura de XML (XMLDSig)
 - b. tipus Enveloped

- c. Exclusive XML canonicalization

2.4 Codis errors

Aquests són els errors comuns de gestió de serveis a Salut.

Codi	Descripció
OSB-101	Error de validació UTF-8
OSB-102	Error de format XML
OSB-103	Error de validació XSD
OSB-201	El tiquet SAML és obligatori
OSB-202	Error validant el tiquet SAML. El certificat no és vàlid
OSB-203	Error validant el tiquet SAML. La signatura del tiquet SAML no és vàlida
OSB-204	La signatura o certificat del tiquet SAML no són vàlids
OSB-205	Error validant el body. El certificat no és vàlid
OSB-206	Error validant el body. La Signatura no es vàlida
OSB-207	La signatura o certificat del body no són vàlids
OSB-999	No s'ha pogut processar la operació. Torni a provar en uns minuts

2.5 Glossari

WS-Policy: Web Services Policy. Proporciona el model i sintaxi per descriure les polítiques a aplicar a un servei web

WSDL: Web Services Description Language. XML que proporciona la informació necessària per poder cridar un servei web

SAML: Security Assertion Markup Language. Estàndard de comunicació per a l'intercanvi de dades d'autenticació i autorització