



SISTEMAS DE UNIDADES

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



ÍNDICE



EL MÉTODO CIENTÍFICO
MAGNITUDES
MAGNITUD FÍSICA
CLASIFICACIÓN
RESULTADO DE UNA MEDIDA
UNIDADES
SISTEMAS DE UNIDADES

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





ÍNDICE

SISTEMA INTERNACIONAL

UNIDADES FUNDAMENTALES

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS

UNIDADES DERIVADAS CON NOMBRE ESPECIAL

UNIDADES SUPLEMENTARIAS

ÁNGULO SÓLIDO

RECOMENDACIONES SOBRE SÍMBOLOS

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS (PREFIJOS)

RECOMENDACIONES SOBRE PREFIJOS

SISTEMA CEGESIMAL

SISTEMA TÉCNICO

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



EL MÉTODO CIENTÍFICO



- **Observación** de algún fenómeno o conjunto de fenómenos naturales y del comportamiento cualitativo de los cuerpos que intervienen.
- **Elaboración de leyes** matemáticas capaces de describir tales fenómenos, que se plasman en una fórmula o conjunto de fórmulas.
- **Comprobación mediante experimentos** de la validez de dicha formulación, sus restricciones y su campo de aplicación.

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





EL MÉTODO CIENTÍFICO

- El fin de las ciencias naturales es el conocimiento de la naturaleza
- La naturaleza no es estática, además el hombre induce cambios en ella
- La reconstrucción del mundo mediante ideas y la verificación de las mismas es por tanto una tarea infinita
- En su día a día la ciencia persigue el perfeccionamiento continuo de los conocimientos ya establecidos, así como la incorporación de nuevas áreas a su ámbito de influencia

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



EL MÉTODO CIENTÍFICO

- Los **conceptos** son la expresión de las ideas o conocimientos, y en muchos casos, pueden ser magnitudes operativas cuantificables
- Los **principios** son postulados indemostrables de carácter general que se encuentran en la base de la explicación de los fenómenos
- Las **leyes** son reglas de comportamiento invariables de los fenómenos, que se formulan convenientemente haciendo uso de las correspondientes herramientas matemáticas

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





EL MÉTODO CIENTÍFICO

- Las **teorías** explican en forma lógica una serie de fenómenos, y se encuentran formadas por un conjunto de leyes y principios.
- Los **modelos** explican los fenómenos reduciéndolos a estructuras más simples que conservan sus características más relevantes sobre las que se aplican las leyes y principios. (Tienen un mayor grado de subjetividad que las teorías).

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



MAGNITUDES

- Concepto abstracto caracterizado por los conceptos de **igualdad** y de **suma**
- Un conjunto de observables comparables entre sí dos a dos son cantidades de una misma magnitud
- Las magnitudes son conceptos abstractos creados para referirse a aspectos concretos como son las cantidades
- En definitiva, las magnitudes son cuantificables

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



MAGNITUDES



MAGNITUD FÍSICA

- Cualquier concepto físico cuantificable y por tanto susceptible de aumento o disminución
- A cada uno de los estados de la magnitud se le puede asignar por comparación un valor que se denomina cantidad
- Esta cantidad se conoce como medida si la comparación se establece con una determinada cantidad de la magnitud denominada unidad

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



MAGNITUDES



CLASIFICACIÓN

- **ESCALARES:** Son aquéllas en las que puede establecerse una relación de orden
- **VECTORIALES:** Son aquéllas que, además de venir expresadas por un número real y sus unidades necesitan, para quedar perfectamente definidas, una dirección y un sentido.
NO admiten relación de orden

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



MAGNITUDES



CLASIFICACIÓN

- **EXTENSIVAS:** Dependen de la cantidad de masa presente
- **INTENSIVAS:** No dependen de la cantidad de masa presente

Se pueden obtener magnitudes intensivas dividiendo una magnitud extensiva por la masa del sistema (específica) o por el número de moles (molar)



MAGNITUDES



RESULTADO DE UNA MEDIDA

Número real que indica la cantidad de la magnitud correspondiente seguido **inexcusablemente** de la unidad utilizada





UNIDADES

Cantidad de una magnitud que se adjudica por convenio de manera que al calcular la razón de otra cantidad de la misma magnitud con respecto a ella se obtenga como resultado su medida

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



UNIDADES

- Las magnitudes de las que hemos hablado hasta ahora se llaman **primarias** o **simples**
- Hay otras cuyo concepto deriva de una fórmula que establece las operaciones que se deben realizar con las magnitudes primarias para obtenerla. Son las magnitudes **secundarias** o **compuestas**
- La fórmula que se utiliza se llama **ecuación de definición**

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





UNIDADES

- **Básicas o fundamentales**

Las que pueden obtenerse con independencia de las demás

- **Derivadas**

Se obtienen a partir de las básicas mediante relaciones algebraicas (las mismas que relacionan entre sí las diferentes magnitudes)



SISTEMAS DE UNIDADES

El conjunto de unidades básicas y derivadas constituye un

SISTEMA DE UNIDADES





SISTEMAS DE UNIDADES

- La elección de las magnitudes básicas (y, en consecuencia, de sus unidades) es arbitraria
- A lo largo del tiempo se han seguido criterios tanto teóricos (por ejemplo, hacer más elegante un modelo matemático) como prácticos (por ejemplo, que la unidad sea muy fiable)
- El número de magnitudes básicas no debe ser ni demasiado grande ni demasiado pequeño
- Un sistema de unidades debe resultar lo más cómodo posible a la hora de su utilización práctica
- La utilización de los sistemas de unidades está normalizada por convenios internacionales

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMAS DE UNIDADES

Conjunto completo de unidades que
permite expresar todos los conceptos y
aplicar las leyes sin tener en cuenta ningún
factor de escala

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





SISTEMAS DE UNIDADES

- **INTERNACIONAL (SI o mks)**
- **CEGESIMAL (cgs)**
- **TÉCNICO**

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
LONGITUD	metro	m
MASA	kilogramo	kg
TIEMPO	segundo	s
INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA	amperio	A
TEMPERATURA TERMODINÁMICA	kelvin	K
CANTIDAD DE SUSTANCIA	mol	mol
INTENSIDAD LUMINOSA	candela	cd

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de longitud: metro

Longitud de la distancia recorrida por la luz en el vacío en un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ segundos (1983)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de masa: kilogramo

Masa del prototipo de platino iridiado al 10%, depositado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en el pabellón de Breteuil, Sèvres (1889)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de tiempo: segundo

Duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133 (^{133}Cs) (1967)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de intensidad de corriente eléctrica: amperio

Intensidad de una corriente eléctrica constante que, mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados en el vacío a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produce entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newton por metro de longitud (1948)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de temperatura termodinámica:
kelvin

Fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (1967)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- La unidad kelvin y el símbolo K se utilizan también para expresar un intervalo o una diferencia de temperaturas.
- Se utiliza también la temperatura Celsius (símbolo t) definida por la ecuación $t=T-T_0$, donde $T_0=273,15$ K por definición. La temperatura Celsius se expresa en grados Celsius (símbolo °C).

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de cantidad de sustancia: mol

Cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12 (^{12}C) (1971)

Cuando se emplea el mol, las entidades elementales (átomos, moléculas, iones, etc.) deben ser especificadas.

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES FUNDAMENTALES

- Unidad de intensidad luminosa: candela

La 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 radiante en esa dirección es $1/683 \text{ W/sr}$ (1979)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
SUPERFICIE	metro cuadrado	m ²
VOLUMEN	metro cúbico	m ³
VELOCIDAD	metro por segundo	m/s
MASA VOLÚMICA (DENSIDAD)	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
DENSIDAD DE CORRIENTE	amperio por metro cuadrado	A/m ²

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS CON NOMBRE ESPECIAL

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
FUERZA	newton	N
PRESIÓN	pascal	Pa
ENERGÍA, TRABAJO	julio	J
POTENCIA	vatio	W
FRECUENCIA	hercio	Hz
CARGA ELÉCTRICA	culombio	C
POTENCIAL ELÉCTRICO	voltio	V

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



UNIDADES SUPLEMENTARIAS

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
ANGULO PLANO	radián	rad
ANGULO SÓLIDO	estereorradián	sr

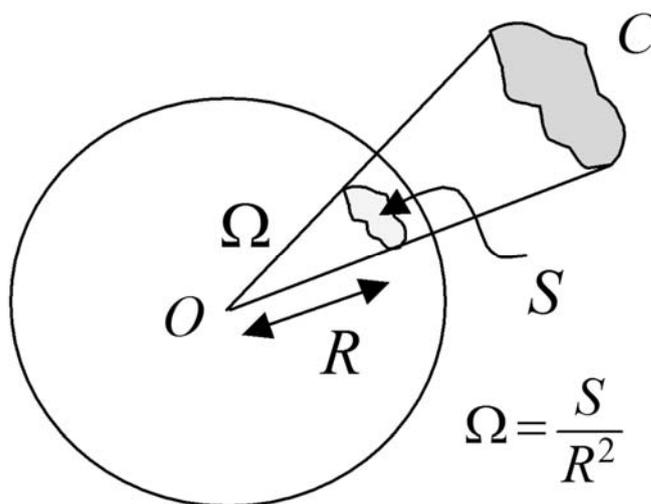
J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



ÁNGULO SÓLIDO



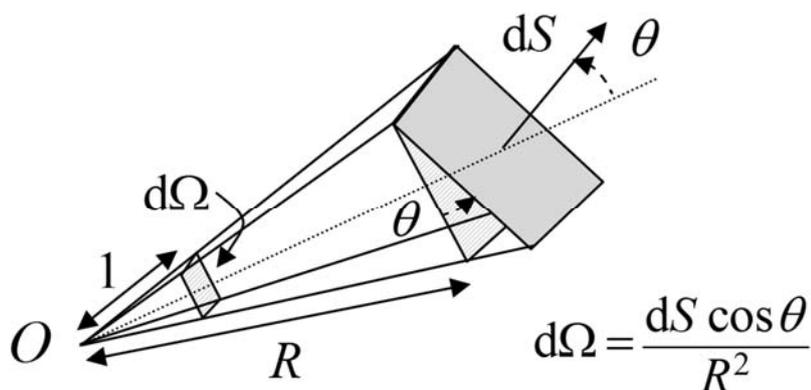
J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



ÁNGULO SÓLIDO



J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE SÍMBOLOS

- Los símbolos de las unidades se expresarán en caracteres romanos, en general minúsculos.

(m, kg, s)

- Si los símbolos derivan de nombres propios, se utilizarán los caracteres romanos mayúsculos para la primera letra.

(A, K)

- Cuando una unidad derivada es cociente de otras dos se puede utilizar cualquiera de las siguientes formas:

$$\frac{m}{s} \quad m/s \quad m \cdot s^{-1}$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE SÍMBOLOS

- Estos símbolos **NO** irán seguidos de un punto.
... mide 5 m y su masa es de 4 kg,
pero **NO** ... mide 5 m. y su masa es de 4 kg.,
- Los símbolos de las unidades permanecerán invariables en plural.

... kg pero NO ... kgs



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE SÍMBOLOS

Nunca se debe introducir en una misma línea más de una barra oblicua a menos que se coloquen los paréntesis correspondientes para evitar toda ambigüedad posible

Así, se puede escribir

m/s^2 , $m \cdot s^{-2}$, $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$

pero **NO**

$m/s/s$, ni $m \cdot kg/s^3/A$



SISTEMA INTERNACIONAL



MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS (PREFIJOS)

$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	exa	E
$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	peta	P
$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$	tera	T
$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$	giga	G
$10^6 = 1\ 000\ 000$	mega	M
$10^3 = 1\ 000$	kilo	k
$10^2 = 100$	hecto	h
$10^1 = 10$	deca	da

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS (PREFIJOS)

$10^{-1} = 0,1$	deci	d
$10^{-2} = 0,01$	centi	c
$10^{-3} = 0,001$	mili	m
$10^{-6} = 0,000\ 001$	micro	μ
$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$	nano	n
$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$	pico	p
$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$	femto	f
$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$	atto	a

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE PREFIJOS

- Los símbolos de los prefijos se expresarán en caracteres romanos rectos, sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad
- El producto entre unidades se indica con un punto, que puede suprimirse si no hay confusión. Por ejemplo:

$$\begin{array}{c} N \cdot m \text{ o } Nm \\ m \cdot N \text{ pero NO } mN \end{array}$$

- No se pueden emplear prefijos compuestos formados por la yuxtaposición de varios prefijos SI

Se puede escribir 1 nm pero NO 1 mµm

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE PREFIJOS

- Por razones históricas se ha respetado el nombre de kilogramo para una unidad fundamental a pesar de que en su nombre contiene un prefijo. Por ello y para evitar errores, los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa se formarán añadiendo prefijos a la palabra gramo.

Así

$$1 \text{ Mg} = 10^6 \text{ g} = 10^3 \text{ kg} \quad 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g} = 10^{-6} \text{ kg}$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA INTERNACIONAL



RECOMENDACIONES SOBRE PREFIJOS

- Si un símbolo que contiene un prefijo está afectado de un exponente, éste indica que el múltiplo o submúltiplo de la unidad también está elevado a la potencia que indica el exponente.

Por ejemplo

$$1 \text{ dm}^3 = (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ km}^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA CEGESIMAL



MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
LONGITUD	centímetro	cm
MASA	gramo	g
TIEMPO	segundo	s

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





SISTEMA CEGESIMAL

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
FUERZA	dina	dyn

$$1 \text{ dyn} = 1 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$$



SISTEMA CEGESIMAL

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
TRABAJO	ergio	erg

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot 1 \text{ cm}$$

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$$





SISTEMA CEGESIMAL

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
PRESIÓN	baria	baria

$$1 \text{ baria} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$1 \text{ baria} = 10^{-1} \text{ Pa}$$

$$\text{Múltiplo de la baria: } \mathbf{bar} \quad 1 \text{ bar} = 10^6 \text{ barias} = 10^5 \text{ Pa}$$

Submúltiplo del bar: **milibar** (es múltiplo de la baria)

$$1 \text{ milibar} = 10^{-3} \text{ bar} = 10^3 \text{ baria}$$



SISTEMA TÉCNICO

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
LONGITUD	metro	m
FUERZA	kilogramo-fuerza	kgf (kg*)
TIEMPO	segundo	s





SISTEMA TÉCNICO

El kilogramos-fuerza se define como el peso del prototipo kilogramo patrón en Postdam, donde la aceleración de la gravedad tiene un valor $g = 9,812\ 60\ \text{m s}^{-2}$ (1968)

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA TÉCNICO

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
MASA	unidad técnica de masa	utm

Se define a partir de la fórmula $\vec{F} = m\vec{a}$, como la masa a la que una fuerza aplicada de 1 kilogramo-fuerza le produce una aceleración de 1 metro por segundo en cada segundo

$$1\ \text{utm} = 1\ \text{kgf}/(1\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$$

$$1\ \text{utm} = 9,81\ \text{kg}$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval





SISTEMA TÉCNICO

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
TRABAJO	kilogrametro	kgm

$$1 \text{ kgm} = 1 \text{ kgf} \cdot 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ kgm} = 9,81 \text{ J}$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval



SISTEMA TÉCNICO

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
POTENCIA	kilogrametro por segundo	kgm/s

$$1 \text{ kgm/s} = 1 \text{ kgf} \cdot 1 \text{ m} / 1 \text{ s}$$

$$1 \text{ kgm/s} = 9,81 \text{ W}$$

Un múltiplo no decimal de esta unidad es el denominado caballo de vapor (CV)

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ kgm/s}$$

J.C. Jiménez Sáez
S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Física I
Departamento de Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval

