

Física 2 - 2024

Instituto de Física
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Mayo 2024

Bienvenidos!

- Docente: Elisa Castro - ecastro@fing.edu.uy
Lunes de 1800 a 2000 - Virtual
Jueves de 1200 a 1400 - S. B21
- Docente: Facundo Gutiérrez - fgutierrez@fing.edu.uy
Martes de 1200 a 1400 - S. 305
- Docente: Matías Osorio Mirambell - mosorio@fing.edu.uy
Martes de 1200 a 1400 - S. 305
Jueves de 1200 a 1400 - S. B21

Cronograma del curso

9	29/04/24 - 08/05/24	Período de 1º parciales	
10	09/05/24 - 10/05/24	GAS IDEAL Y TEORIA CINÉTICA	Análisis/Resolución del Parcial
11	13/05/24 - 17/05/24	GAS IDEAL Y TEORIA CINÉTICA	5 DILATACIÓN TÉRMICA Y TERMOMETRÍA
12	20/05/24 - 24/05/24	CALOR Y PRIMERA LEY	6 PROCESOS EN GASES IDEALES
13	27/05/24 - 31/05/24	CALORIMETRÍA Y TRANSFERENCIA DE CALOR	7 CALOR Y PRIMERA LEY. TRANSF. DE CALOR
14	03/06/24 - 07/06/24	SEGUNDA LEY. MÁQUINAS TÉRMICAS	7 CALOR Y PRIMERA LEY. TRANSF. DE CALOR
15	10/06/24 - 14/06/24	SEGUNDA LEY. MÁQUINAS TÉRMICAS	8 MÁQUINAS TÉRMICAS
16	17/06/24 - 21/06/24	ENTROPIA	8 MÁQUINAS TÉRMICAS
17	24/06/24 - 28/06/24	ENTROPIA	9 ENTROPIA
18	01/07/24 - 03/07/24	CONSULTA/REPASO	9 ENTROPIA
17	04/07/24 - 15/07/24	Período de 2º parciales	

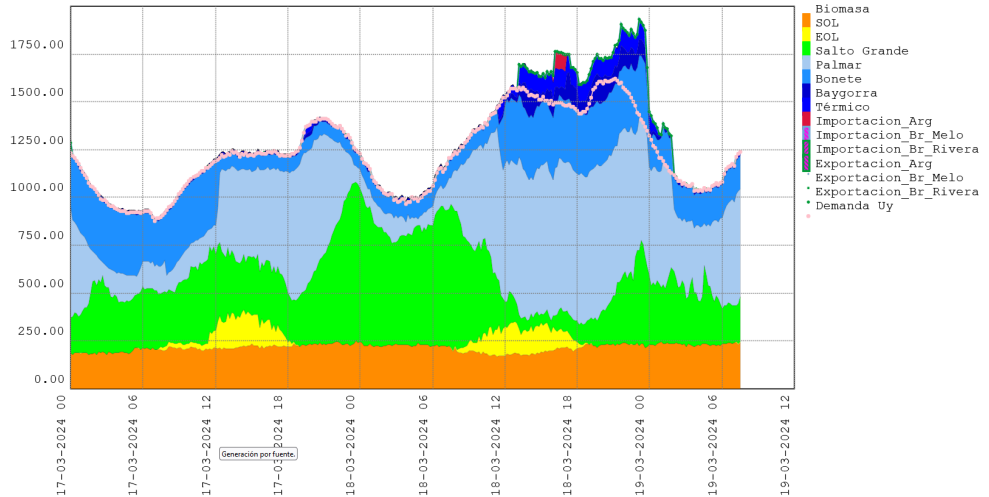
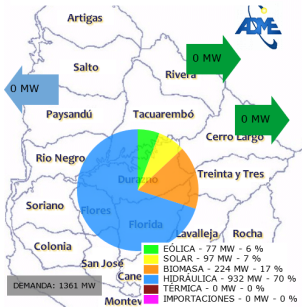
USTED ESTÁ AQUÍ

- A resolver: ¿Qué es la temperatura? ✓ → Ley cero de la termodinámica.
- A resolver: ¿Qué es un gas ideal? ✓ → Modelo: $PV = nRT$
- A resolver: ¿Es posible mover un peso mediante un GI?

Termodinámica: motivación

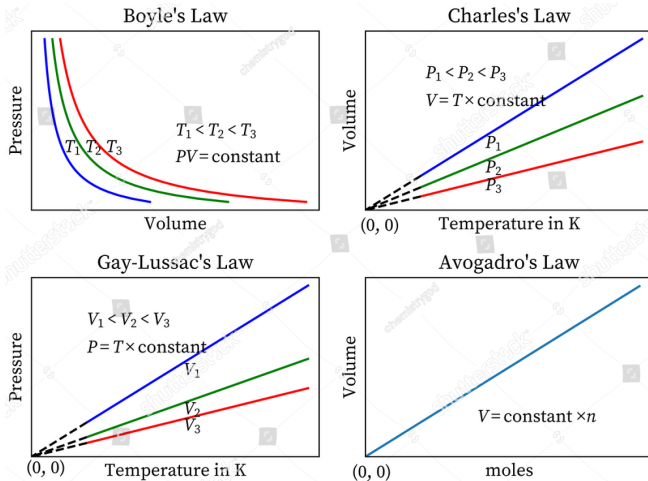
- Energía → concepto fundamental en ingeniería → generación, almacenamiento, transporte...

Potencia Instantánea. @2024-03-19 09:23:20



Modelo de Gas Ideal (GI)

- El GI es un modelo que permite bajo ciertas hipótesis (baja densidad) describir el comportamiento de un gas en función de variables macroscópicas.
- Ecuación de estado \rightarrow se llega experimentalmente:



Modelo de Gas Ideal (GI)

- El GI es un modelo que permite bajo ciertas hipótesis (baja densidad) describir el comportamiento de un gas en función de variables macroscópicas.
- Ecuación de estado \rightarrow se llega experimentalmente:

$$PV = NkT, \quad k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

- Número de moles: $n = N/N_A$, $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ molec mol}^{-1}$

$$PV = kN_A T, \quad kN_A = R = 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \rightarrow PV = nRT$$

- Número de moles: $n = m/\overline{M}$

$$PV = \frac{m}{\overline{M}} RT \rightarrow P\overline{M} = \rho RT$$

Trabajo en un GI

- Cambio termodinámico de las propiedades de un GI → capacidad de mover objetos → variamos la energía interna del GI.

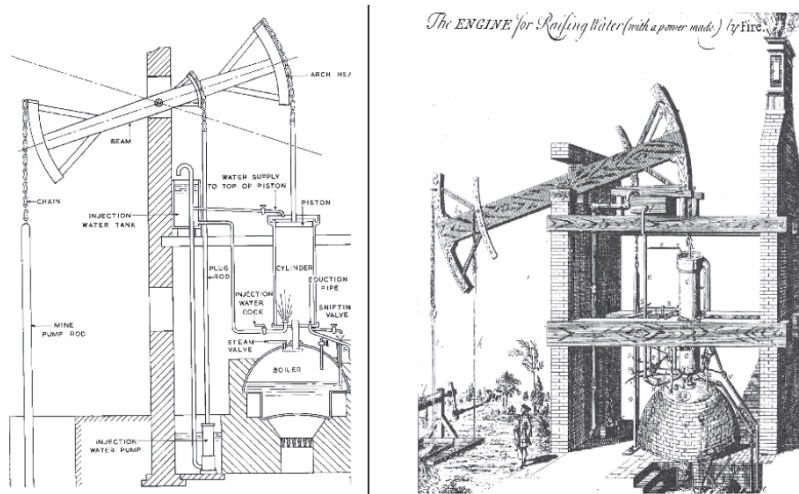
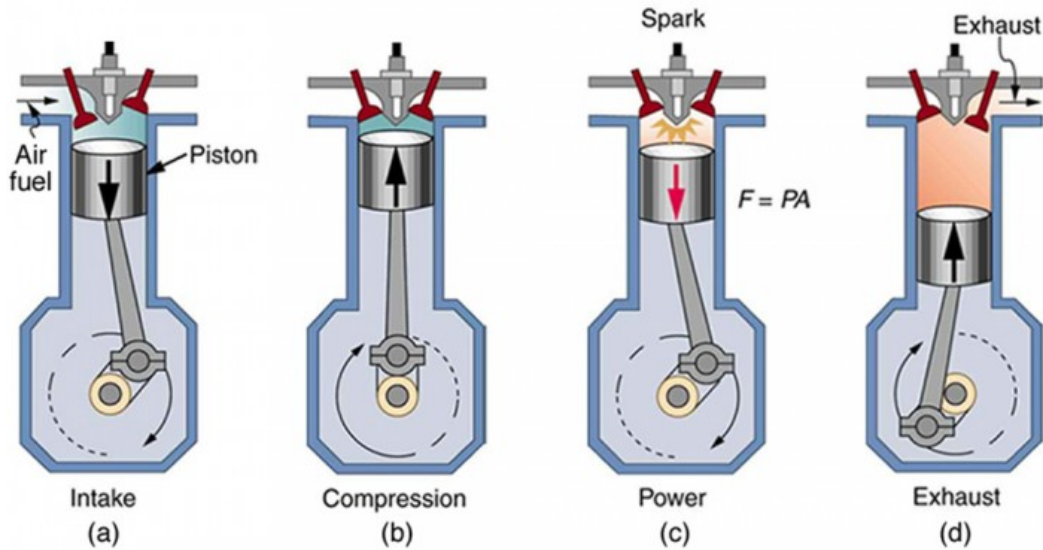
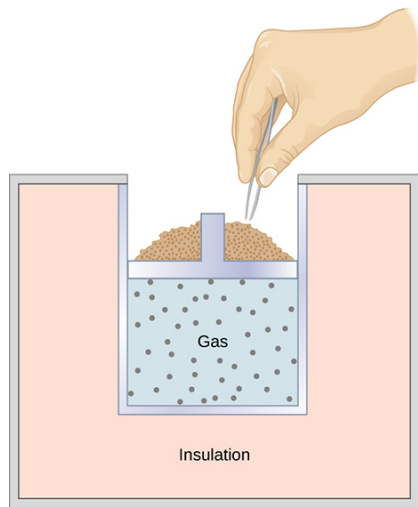


Fig. 3.1. The Newcomen engine

Trabajo sobre un GI



Procesos cuasiestáticos

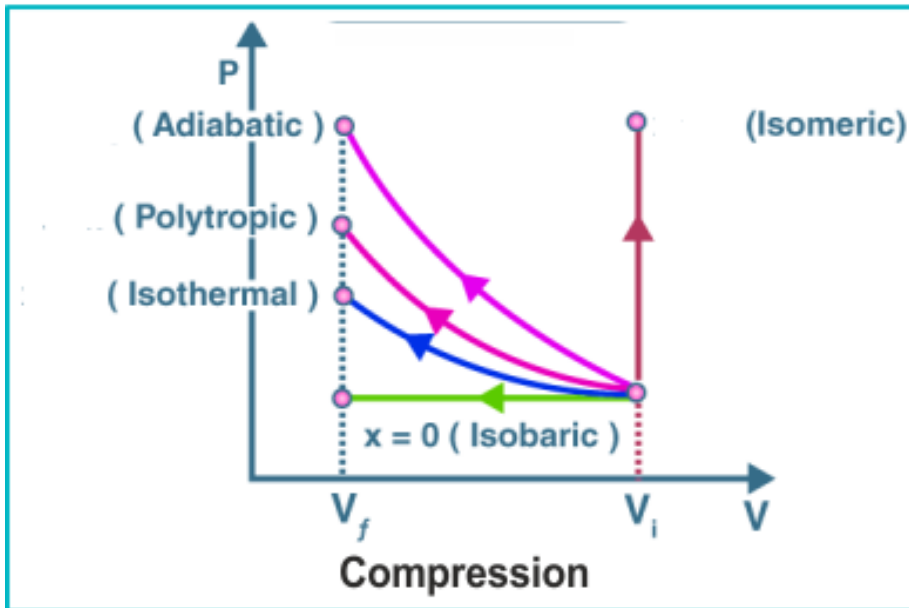


- Procesos cuasiestáticos: procesos termodinámicos muy lentos de modo de que en todo momento el sistema tiene bien definidas sus propiedades termodinámicas.
- ¡No quiere decir que el sistema no varíe sus propiedades!
- Si en todo momento conocemos P, T, V, \dots entonces conocemos la **trayectoria termodinámica del sistema**.

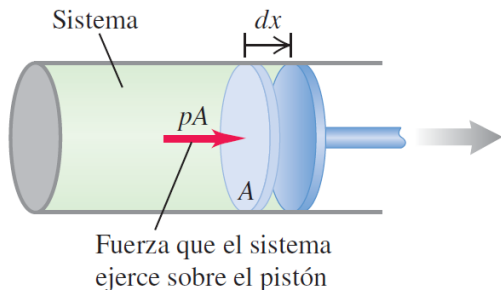
Procesos cuasiestáticos

- Proceso: Un proceso es una trayectoria termodinámica que sigue una sustancia para ir desde un estado inicial A a un estado final B .
- En todo momento vamos a conocer las diversas propiedades de los estados de dicha trayectoria \rightarrow proceso internamente reversible.
- Algunos procesos con “nombre”:
 - Isócoro ($V = \text{cte}$): $V_{\text{in}} = V_{\text{fin}}$
 - Isóbaro ($P = \text{cte}$): $P_{\text{in}} = P_{\text{fin}}$
 - Isotermo ($T = \text{cte}$): $T_{\text{in}} = T_{\text{fin}}$
 - Adiabático: no hay transferencia de calor en el proceso $\rightarrow PV^\gamma = \text{cte}$ (proc. cuasiestático)
 - Politrópico
 - Lineal: $P(V) = \alpha V + \beta$
- Vamos a utilizar herramientas de F1 para analizar los procesos. Ej.: Diag. cuerpo libre.

Procesos cuasiestáticos



Procesos cuasiestáticos - trabajo



- (F1) Trabajo: $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{x}$
- El GI ejerce una fuerza **en el émbolo**:

$$\vec{F}_{\text{gas, émbolo}} = P_{\text{gas}} A$$

- Por tercera ley de Newton:

$$\vec{F}_{\text{émbolo, gas}} = -P_{\text{gas}} A$$

- Trabajo **sobre** el gas:

$$W = \vec{F}_{\text{émbolo, gas}} \cdot d\vec{x} = - \int P_{\text{gas}} A \cdot d\vec{x} \rightarrow$$

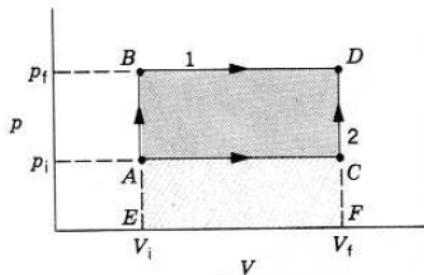
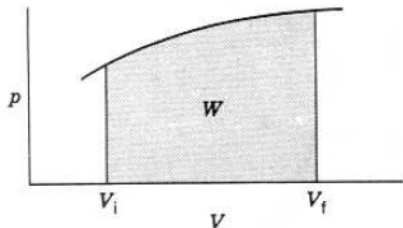
$$W_{\text{sobre gas}} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{gas}}(V) dV, [W] = J$$

Procesos cuasiestáticos - diagrama $P - V$ y W

- Se sabe que:

$$W_{\text{sobre gas}} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{gas}}(V) dV, [W] = J$$

- El valor absoluto trabajo es el área bajo la curva del diagrama $P - V$
- ¡El signo del trabajo depende de la trayectoria!



Trabajo en procesos básicos

- Proceso **isócoro** ($V = \text{cte} \rightarrow dV = 0$):

$$W_{\text{sobre gas}} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{gas}}(V) dV = 0$$

- Proceso **isóbaro** ($P_{\text{gas}} = \text{cte} = P$):

$$W_{\text{sobre gas}} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{gas}}(V) dV = -P_{\text{gas}}(V_2 - V_1)$$

- Proceso **isotermo** ($T_{\text{gas}} = \text{cte} = T$):

$$W_{\text{sobre gas}} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{gas}}(V) dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- ¡Existen infinitos procesos más sin nombre y apellido! \rightarrow todos se resuelven de la misma manera.

Procedimiento típico de resolución

- 1) Leer cuidadosamente la letra. ¿Qué necesito hallar? ¿Qué variables conocemos (datos/hipótesis)?
- 2) En una tabla proilja, escribir todos los datos del problema, por estado y por variable.
- 3) Definir la mayor cantidad de estados posibles (determinar el resto de variables termodinámicas).
- 4) Buscar las condiciones de finalización del/los proceso/s termodinámicos (¿ P final? ¿ T final?). ¿Con qué tipo de procesos se está trabajando? Establecer los vínculos entre las variables de los estados inicial y final.
- 5 Calcular trabajo (W)
- 5 Calcular ΔU
- 6 $Q \rightarrow$ Primera Ley de la Termodinámica (balance energía + conservación masa)
- 7 $S \rightarrow$ Segunda Ley de la Termodinámica (balance entropía + conservación masa)

Ejercicio 1

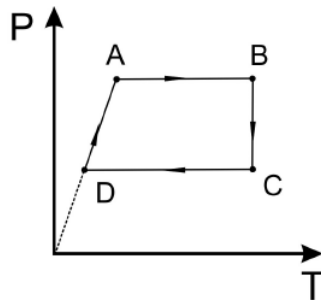
Física 2 - Exámen
13 de diciembre de 2013

Ejercicio 1

El diagrama de la figura representa el diagrama (P,T) de un ciclo termodinámico ejecutado por un gas ideal diatómico. En dicho diagrama los procesos A-B y C-D son hechos a presión constante, mientras que el proceso B-C es a temperatura constante. En el diagrama, el proceso D-A es un segmento de una recta que pasa por el origen.

DATOS: $P_A = 150$ kPa, $V_A = 2$ lt, $T_A = 200$ K, $T_B = 600$ K y $P_C = 120$ kPa.

- Haga un diagrama (P,V) del ciclo indicando los valores correspondientes.
- Calcular el trabajo de cada proceso individual**



Ejercicio 2

Problema 1 (25 puntos)

Cuatro moles de un gas ideal pasan por los estados de equilibrio del ciclo mostrado en la figura. El ciclo está compuesto por un proceso (1-2) isotérmico, un proceso (2-3) que verifica $P(V) = \alpha V$, con α constante, y un proceso (3-1) adiabático. Se sabe que en el estado 2 la presión es $P_2 = 12kPa$ y el volumen es $V_2 = 3,00m^3$. Además, la temperatura en el estado 3 es $T_3 = 600K$. La razón entre los volúmenes de los estados 3 y 1, es aproximadamente de $\frac{V_3}{V_1} = 4,37$.

Parte 1: Demuestre que las moléculas del gas ideal con el que se está trabajando tienen 5 grados de libertad.

Parte 2:

a) **Hallar el trabajo de cada proceso individual**

Física 2 – Segundo parcial

29 de noviembre de 2019

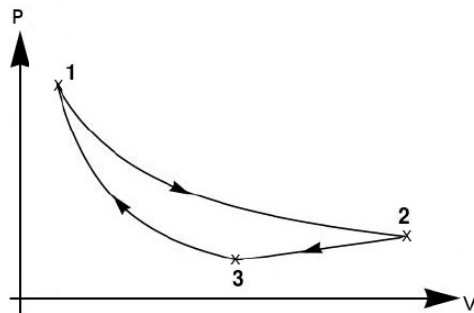


Figura 1: Problema 1

Próxima clase...

- Ideal: terminar práctico 6
- Dudas: recuerden el uso del foro
- Próxima clase: vamos a comenzar a trabajar con los conceptos de calor y energía interna.

Escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin (SI)

- **Celsius:** toma los puntos de fusión (0°C) y ebullición del agua (100°C) como referencias, y divide entre 100 (grado) dicho rango.
- **Fahrenheit:** toma los puntos de fusión (32°F) y ebullición 212°F del agua como referencias, y divide entre 180 (grado F) dicho rango.
- **Kelvin:** escala que no depende de las propied. de un material específico.

	K	C	F
El agua hierve	373	100°	212°
	\uparrow 100 K \downarrow	\uparrow 100 $^{\circ}\text{C}$ \downarrow	\uparrow 180 $^{\circ}\text{F}$ \downarrow
El agua se congela	273	0°	32°
CO_2 se solidifica	195	-78°	-109°
El oxígeno se licua	90	-183°	-298°
Cero absoluto	0	-273°	-460°

Escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin (SI)

- **Celsius:** toma los puntos de fusión (0°C) y ebullición del agua (100°C) como referencias, y divide entre 100 (grado) dicho rango.
- **Fahrenheit:** toma los puntos de fusión (32°F) y ebullición 212°F del agua como referencias, y divide entre 180 (grado F) dicho rango.

$$T(^{\circ}\text{F}) = (9/5)T(^{\circ}\text{C}) + 32$$

- **Kelvin:** escala que no depende de las propied. de un material específico.

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

Ley cero de la termodinámica

- *Si A y B están cada uno en equilibrio térmico con un tercer sistema C , entonces A y B están en equilibrio térmico ($T_A = T_B$)*
- **Temperatura (T):** Existe una cantidad escalar (T), que es una propiedad de los sist. termod. en equilibrio. Dos sistemas están en equilibrio térmico sí y solo sí tienen la misma temperatura.
- ¿Quién puede ser el cuerpo C ? Un termómetro.
- Un termómetro es un sistema termodinámico que varía cierta propiedad termométrica con la temperatura (por ej.: dilatación).
- ¿En qué medimos T ? → escalas de T → “Buscamos una sustancia que varía alguna propiedad con T y medimos esa propiedad al variar T ” → observamos puntos notables

Anexo: Recordando matemática...

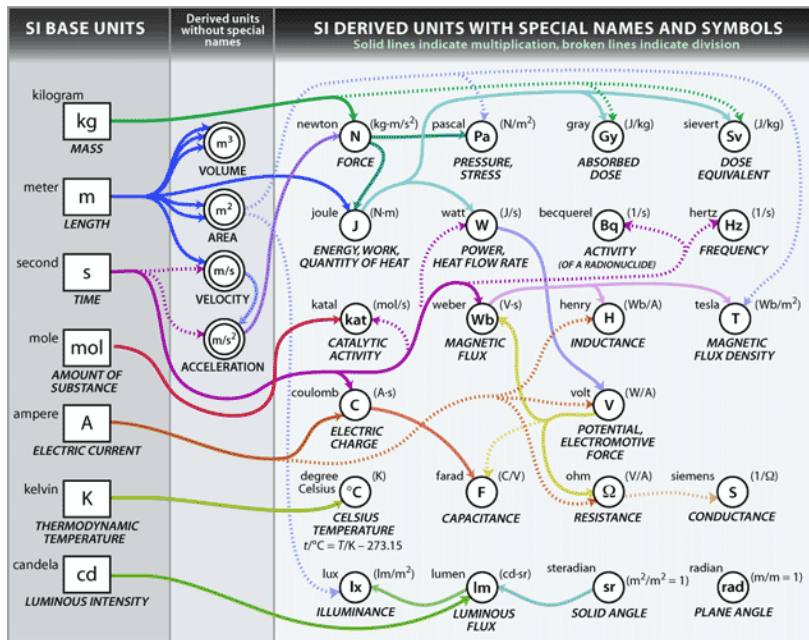
- $\sin(-x) = -\sin(x)$
- $\cos(-x) = \cos(x)$
- $\sin(x + \pi/2) = \cos(x)$
- $\sin(\alpha) + \sin(\beta) = 2 \sin((\alpha + \beta)/2) \cos((\alpha - \beta)/2)$
- $\cos(\alpha) + \cos(\beta) = 2 \cos((\alpha + \beta)/2) \cos((\alpha - \beta)/2)$

$$\sin^2(x) = \frac{1}{2}(1 - \cos(2\alpha))$$

$$\cos^2(x) = \frac{1}{2}(1 + \cos(2\alpha))$$

- $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$

Anexo: SI - Unidades derivadas



Anexo: SI - Prefijos

Prefiks	Symbol	Multiplying factor
yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{21}
exa	E	1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}
peta	P	1 000 000 000 000 000 = 10^{15}
tera	T	1 000 000 000 000 = 10^{12}
giga	G	1 000 000 000 = 10^9
mega	M	1 000 000 = 10^6
kilo	k	1 000 = 10^3
hecto	h	100 = 10^2
deka	da	10 = 10^1
deci	d	0,1 = 10^{-1}
centi	c	0,01 = 10^{-2}
milli	m	0,001 = 10^{-3}
mikro	μ	0,000 001 = 10^{-6}
nano	n	0,000 000 001 = 10^{-9}
piko	p	0,000 000 000 001 = 10^{-12}
femto	f	0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}
atto	a	0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}
zepto	z	0,000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-21}
yocto	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-24}