

Física.

Tema 10

Sistemes termodinamics

Sistemes termodinàmics. Variables termodinàmiques.
Equació d'estat. Temperatura. Termòmetres. Escales de
temperatura.

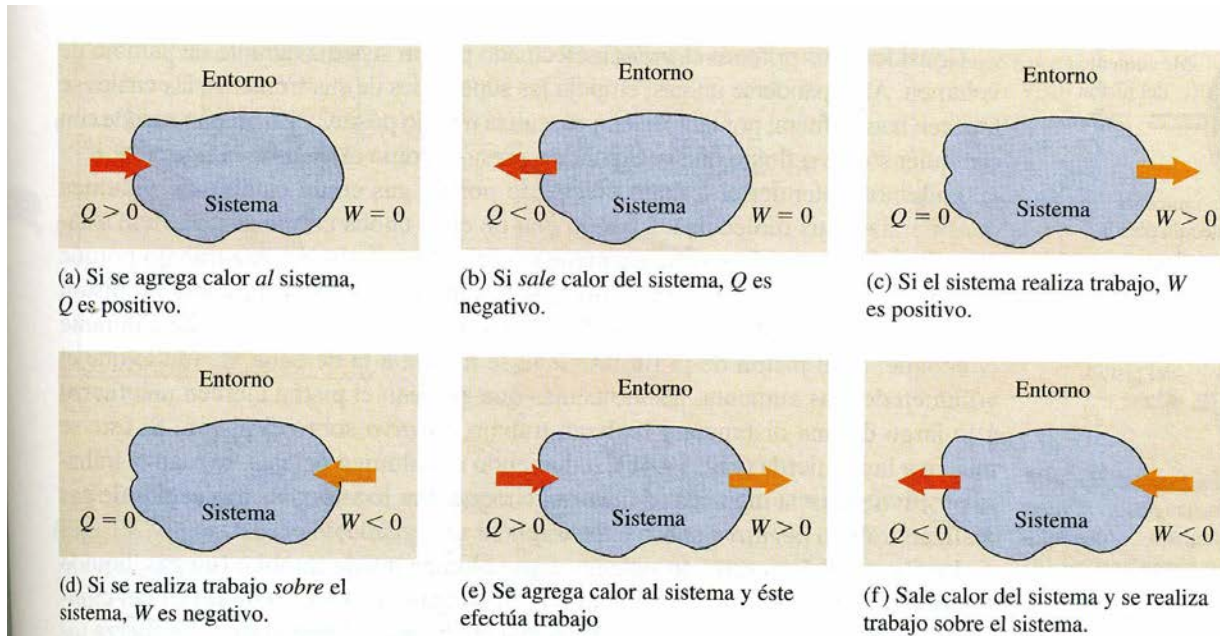
Sistemes termodinàmics.

Un sistema termodinàmic és un conjunt d'objectes que convé considerar com una unitat i que podria intercanviar energia amb el seu entorn.

Un procés en el que hi ha canvis d'estat (T, p, V) en un sistema termodinàmic, s'anomena procés termodinàmic.

Sistemes termodinàmics.

Un sistema termodinàmic pot intercanviar calor amb el seu entorn per transferència de calor o per treball mecànic.



$Q > 0$: flux de calor al sistema

$Q < 0$: flux del calor cap a fora del sistema

$W > 0$: treball realitzat pel sistema

$W < 0$: l'entron fa treball sobre el sistema

Equacions d'estat.

La pressió, p , volum, V , i la temperatura, T , d'una quantitat donada d'una substància s'anomenen variables d'estat i hi estan relacionades per una equació d'estat.

L'equació d'estat involucra només estats d'equilibri, on p i T són uniformes en tot el sistema.

L'equació d'estat del gas ideal relaciona: p, V, T i el nombre de mols a través d'una constant R que és la mateixa per a tots els gasos.

Equacions d'estat.

L'equació d'estat del gas ideal relaciona: p, V, T i el nombre de mols a través d'una constant R que és la mateixa per a tots els gassos.

Agrupa les següents observacions sobre els gassos:

1. El volum V és proporcional al nombre de mols n .
2. El volum varia inversament amb la pressió absoluta p . $pV = \text{constant}$ quan T i n són constants.
3. La pressió és proporcional a la temperatura absoluta.
 $p = (\text{constant})T$ si n i V són constants.

Estes tres relacions es combinen en l'equació d'estat del gas ideal:

$$pV = nRT$$

Equacions d'estat.

La constant R que és la mateixa per a tots els gassos. S'anomena constant dels gasos (o constant del gas ideal)

$$R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$R = 0.08206 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Per a una massa constant de gas

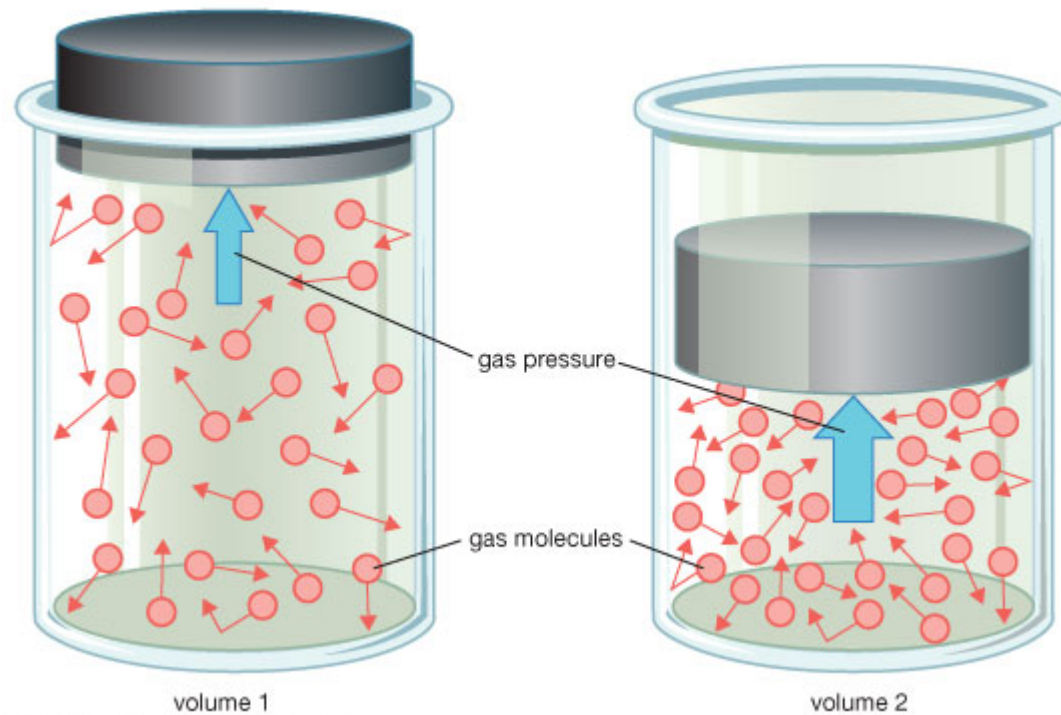
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

El gas ideal es pot entendre en termes de molècules lliures que no interaccionen i realitzen col·lisions poc freqüents, entre si i amb les parets del recipient.

Equacions d'estat.

Canvi d'estat

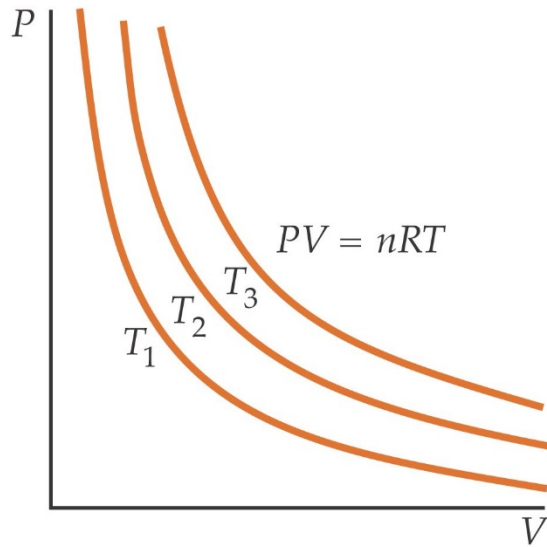
Ideal gas law



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

Equacions d'estat.

Diagrames pV

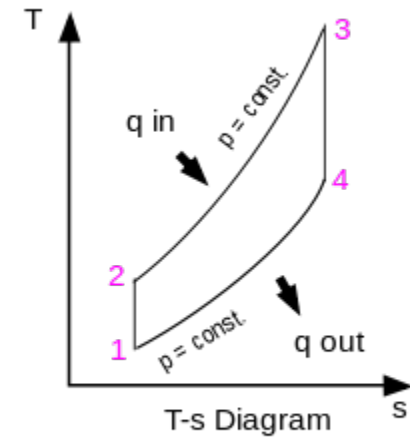
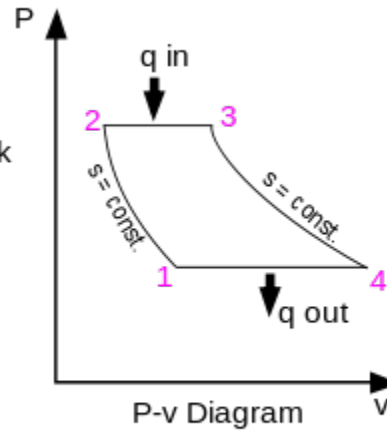
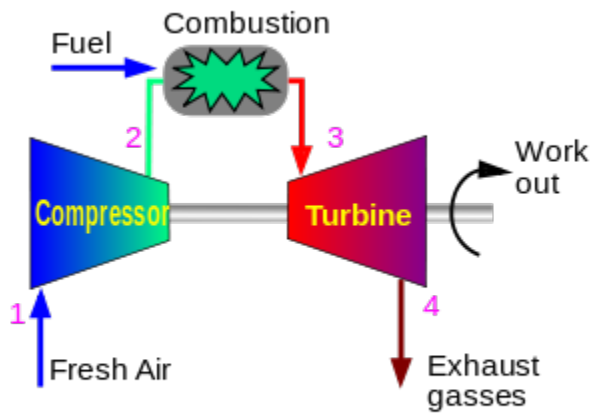


Una gràfica pV presenta una sèrie de corbes, anomenades isoterms, que mostren la pressió en funció del volum, a una certa temperatura constant.

Diagrama pV per a un gas ideal

Equacions d'estat.

Més avant representarem processos cíclics en el diagrama pV



Equacions d'estat.

Diagrames pV

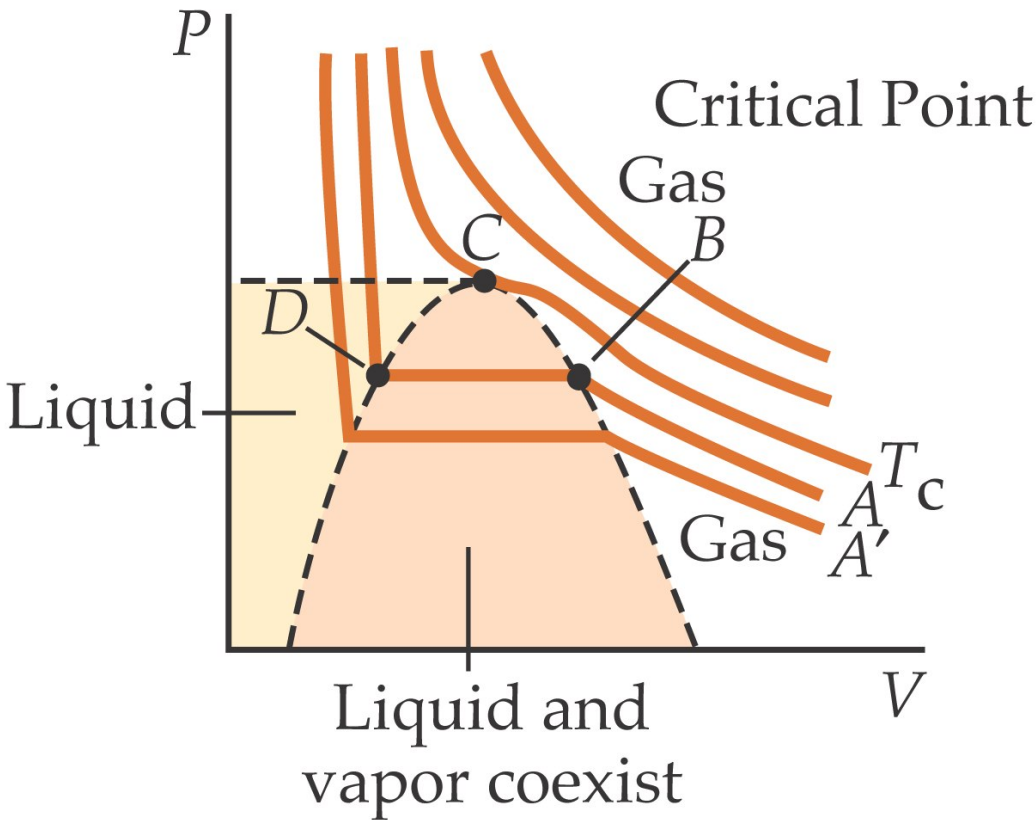


Diagrama pV per a un gas que no és ideal

En les regions planes per baix de la temperatura crítica T_c , podem comprimir el material sense augmentar la pressió. Aquí el gas està condensant de vapor a líquid (equilibri de fases)

Després de D augmenta la pressió ja que el líquid és poc compressible.

Per damunt de la temperatura crítica no hi ha transició de fase.

Equacions d'estat.

Les condicions estàndard de pressió i temperatura (STP) per a un gas, estan definides a la pressió de $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ i la temperatura de $0^\circ \text{ C} = 273.15 \text{ K}$. Si es vol mantenir un mol d'un gas ideal en condicions STP, ¿quin volum ha de tenir el recipient que el continga?

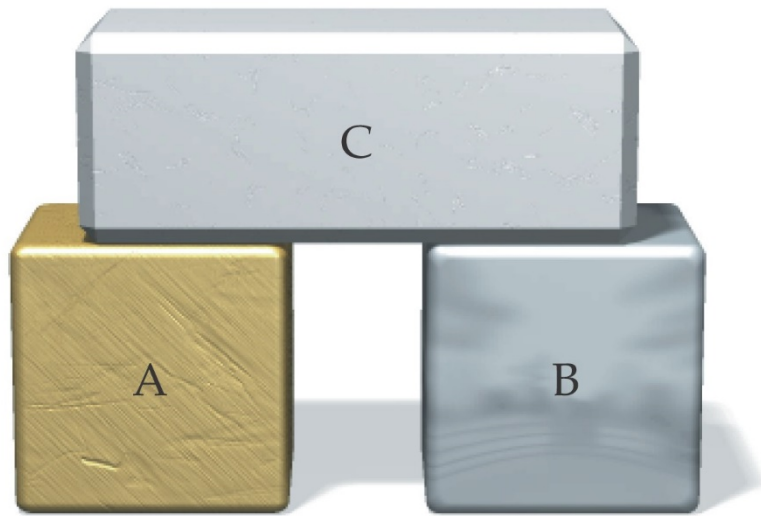
Equacions d'estat.

Les bombones utilitzades pels submarinistes tenen un volum típic de 11.0 L i una pressió, quan estan plenes, de 2.1×10^7 Pa. Una bombona buida conté 11.0 L d'aire a 21°C i 1 atm (1.013×10^5 Pa). Quan les bombones s'omplen amb un compressor l'aire s'escalfa fins a 42°C i es comprimeix fins a 2.1×10^7 Pa. ¿Quina massa d'aire s'afegeix a la bombona? L'aire és una barreja d'aproximadament un 78% de N_2 , 21 % d' O_2 i un 1% d'altres gasos, amb una massa molecular mitjana de 28.8 g/mol.

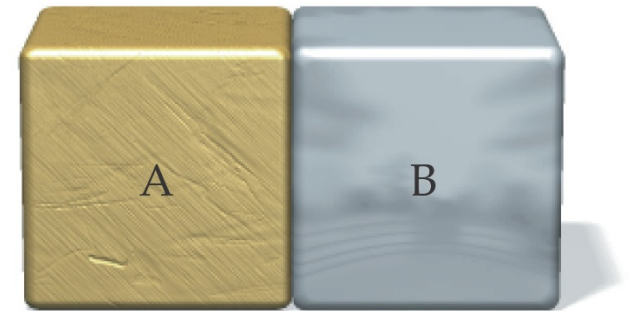
Temperatura i equilibri tèrmic.

Llei zero de la termodinàmica

Si C està inicialment en equilibri amb B i A aleshores A i B estan també en equilibri tèrmic l'un amb l'altre



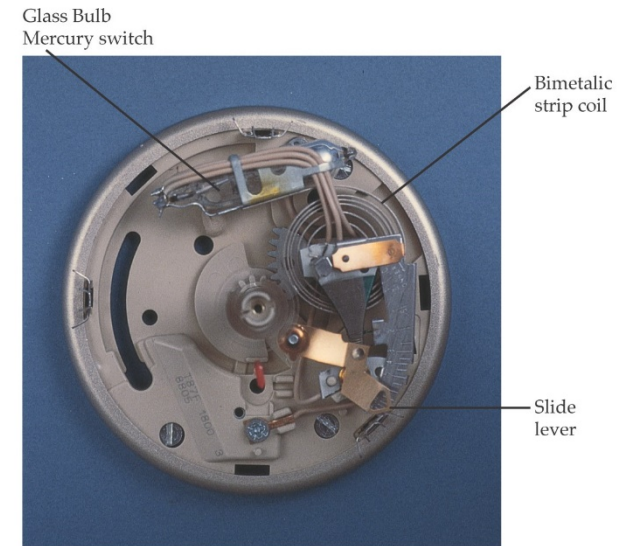
(a)



(b)

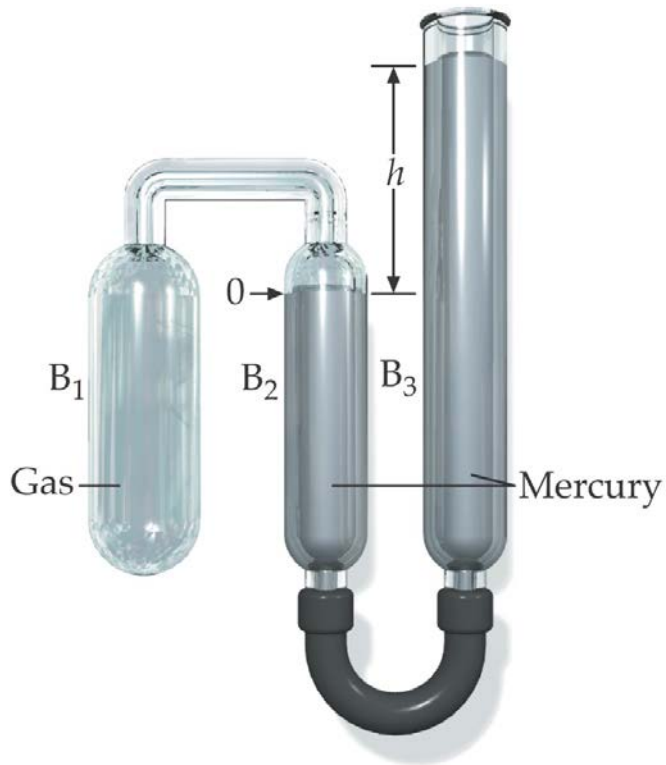
Termòmetres i escales de temperatura

Escala Celsius

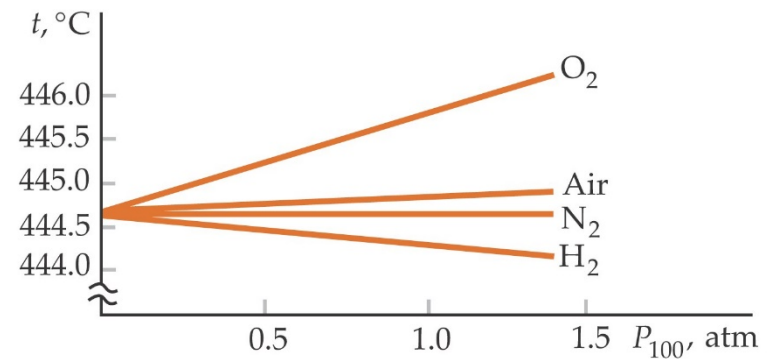


Termòmetres i escales de temperatura

Termòmetre de gas: la pressió del gas a volum constant és la propietat termomètrica

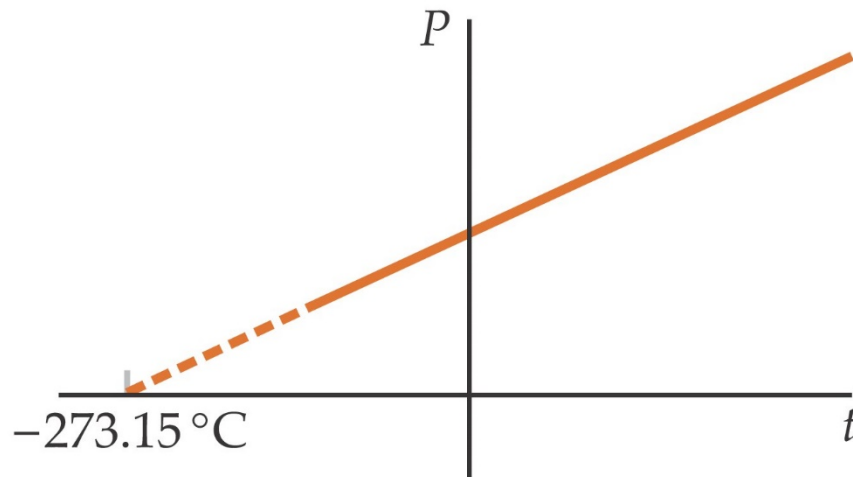


A baixes densitats del gas, la mesura és independent del tipus de gas



Mesura de la temperatura d'ebullició del sofre amb diferents gasos

Termòmetres i escales de temperatura



Mesura de la pressió en funció de la temperatura en un termòmetre de gas a volum constant. La temperatura extrapolada a $p = 0$ dona la temperatura $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Termòmetres i escales de temperatura

El punt triple de l'aigua és una bona referència
Ocorre a una temperatura i pressió úniques en què coexisteixen en
equilibri l'aigua, el vapor d'aigua i el gel.



H₂O en el punt triple

Termòmetres i escales de temperatura

Definim l'escala de temperatura dels gasos ideals de manera que la temperatura del punt triple siga 273.16 kelvins (K)

La temperatura de qualsevol altre estat es defineix de manera que siga proporcional a la pressió d'un termòmetre de gas a volum constant

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

Escala de temperatura absoluta

$$T = T_{triple} \frac{p}{p_{triple}} = (273.16 \text{ K}) \frac{p}{p_{triple}}$$

$p=0$ zero absolut

Termòmetres i escales de temperatura

Escala Kelvin de temperatura

$$T_K = T_C + 273.15$$

Termòmetres i escales de temperatura

Suposem que un termòmetre de volum constant té una pressió de 1.50×10^4 Pa a la temperatura T_{triple} i una pressió de 1.95×10^4 Pa a una temperatura desconeguda, T . ¿Quina és eixa T ?