

Bizonyos jelenségköröknél (ezek többnyire a testek halmazállapotával, a hőmérséklettel hozhatók összefüggésbe) a tapasztaltakra a megfelelő magyarázat csak akkor adható meg, ha figyelembe vesszük, hogy a testeknek van belső szerkezetük, s a belső szerkezet tulajdonságai határozzák meg a tapasztalható és általunk is mérhető tulajdonságokat.

I. Állapotjelzők: olyan fizikai mennyiségek, amelyek a test meghatározott állapotára jellemzőek, és függetlenek attól, hogy a test milyen állapotváltozások során jutott ebbe a meghatározott állapotba.

Állapotjelző pl. a nyomás, a térfogat, a hőmérséklet, a sűrűség, a tömeg, a mólszám és a belső energia.

A testek állapotának megváltozása során megváltoznak az állapotjelzők.

Az állapotjelzők lehetnek intenzívek és extenzívek.

Intenzív állapotjelzők azok, melyek a testek állapotának megváltozása során kiegyenlítődnek. Ilyen pl. a nyomás és a hőmérséklet.

Nyomás jele: p $p = \frac{F}{A} = \frac{\text{nyomóerő}}{\text{nyomottfelület}}$; mértékegysége $1 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ Pa}$ (pascal)

a nyomás nagysága megmutatja, hogy 1 m^2 felületre mekkora erő hat.

Extenzív állapotjelzők azok, melyek a testek állapotának megváltozása során összeadódnak. Ilyen pl. a térfogat és a tömeg.

II. A testeket alkotó részecskék tulajdonságai:

- ♦ atomokból, molekulákból (= részecske) épülnek fel; ezek mérete 10^{-10} m nagyságrendű, tömegük a molnyi mennyiségből számolható (pl. 1 mol O_2 $32 \text{ g} = 6 \cdot 10^{23}$ db részecske) Ezekből következően a részecskék tömegpontnak tekinthetők!
- ♦ a részecskék közötti kölcsönhatás olyan, hogy a vonzás – taszítás erősségéből egyensúlyi helyzet alakul ki, ez meghatározza a belső szerkezetet, sűrűséget, halmazállapotot.
- ♦ A részecskék állandó, rendezetlen mozgást végeznek, ennek energiája („sebessége”) arányos a hőmérséklettel (**HŐMOZGÁS**). A részecskék nagy sebességgel mozognak.
- ♦ A részecskék egymással és az edény falával tökéletesen rugalmasan ütköznek. Az ütközések között egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek.

Ezen tulajdonságokból levezethetők:

A) **Halmazállapotok és tulajdonságaik:** A részecskék mozgása és a kölcsönhatásuk erőssége közötti viszony a halmazállapotok meghatározója.

Halmazállapot	részecskék kölcsönhatása	részecskék hőmozgása	belső szerkezet	térfogat, alak	sűrűség nagyságrendje (kg / m^3)
légnemű	nincs, legfeljebb ütközhetnek egymással	teljesen szabadon mozognak	teljes rendezetlenség	kitöltik a rendelkezésre álló teret (összenyomhatók)	1 – 10
folyékony	közepes erősségű, rövid távon erős	nyugalmi helyzet körül rezegnek, de vannak szabadon mozgók is	rövidtávú rend („úszó szilárd szigetek”; 50 – 90 %-os rendezettség!)	állandó térfogat, változó alak (összenyomhatatlanok)	200 – 2 000
szilárd	erős	nyugalmi helyzet körül rezegnek	hosszú távú rend, kristályszerkezet	állandó alak és térfogat	500 – 20 000

Sűrűség jele: ρ kiszámítása $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{tömeg}}{\text{térfogat}}$

mértékegységei: $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ megadja az egységnyi térfogatú anyag tömegét

B) A hőmozgás és következményei:

(1) A hőmérséklet értelmezése: érzékelésen alapuló fogalom, éppen ezért nem objektív!

mérésének alapja:

- vannak a hőmérséklettel arányosan változó tulajdonságok (térfogat, elektromos tulajdonságok, szín stb.)
- érintkező testek hőmérséklete kiegyenlítődik (hőmérő „átveszi” a mérendő test hőmérsékletét)
- léteznek mindig adott hőmérsékleten végbemenő folyamatok (alappontok)

A Celsius-féle hőmérséklet: **jele: t** **mértékegysége: °C**

alappontjai: 0 °C = olvadó jég; 100 °C = forrásban lévő víz

(léteznek más skálák is! pl. Fahrenheit skála)

Megjegyzés: a hőmérő és a mérendő test között kialakuló egyensúlyi hőmérséklet eléréséhez időre van szükség, a kialakuló közös hőmérséklet a testek hőkapacitásától (**tömegétől**) függ. A kis tömegű hőmérő kevésbé változtatja meg a mérendő test hőmérsékletét. (A hőmérők kis tömegűek!)

A hőmozgás alapján a tapasztalt jelenségek (gáz nyomásának és a hőmérsékletnek az összefüggése) értelmében lehetővé vált a hőmérséklet objektív értelmezése:

Abszolút, termodinamikai hőmérséklet (Kelvin-féle hőmérséklet) jele: T mértékegysége : 1 K (kelvin)

A testet alkotó részecskék átlagos mozgási energiája szigorúan arányos a test hőmérsékletével!

Hőmérsékleti egyensúlyban minden részecske minden szabadsági fokára átlagosan $\frac{1}{2} k \cdot T$ energia jut.

Ez az ekvipartíció tétel. Egy részecskére jutó belső energia: $\varepsilon = \frac{f}{2} k \cdot T$

Tehát atomos gáz esetén $E = 3/2 kT$; kétatomos gáz esetén $E = 5/2 kT$

(Szabadsági fok = részecskék különböző mozgási lehetősége. Az egyatomos molekulák csak haladó mozgást végezhetnek – három, egymástól független (x,y és z) irányban. Ezt úgy fogalmazzuk meg, hogy a szabadsági fokok száma 3. A kétatomos („súlyzószerű”) molekulák a haladó mozgás mellett két, egymástól független tengely körül foroghatnak is. Az ilyen molekulák szabadsági fokainak száma 5, a még összetettebb molekuláké pedig 6.)

Ezen a skálán nincs negatív hőmérséklet!

Az abszolút 0 Kelvinben nem érhető el, mert a mozgás megszűnését jelentené!

Kétféle skála kapcsolata: $K = 273 + ^\circ C$ $0 ^\circ C = 273 K$ $- 273 ^\circ C = 0 K$

(2) **Brown – mozgás: nagy, szilárd porszemcsék „tánca” a láthatatlan részecskék lökéseitől**

(3) **diffúzió: különböző anyagok külső hatás nélküli elkeveredése (folyadékok, gázok elkeveredése)**

Addig tart, amíg a sűrűség- vagy koncentrációkülönbségek (ozmózis) ki nem egyenlítődnek.

- a konyhai „illatokat” rövid időn belül a szobában is érezzük
- a diffúzió miatt távozik el a hidrogéngáz a lufikból
- a cukor a teában keverés nélkül is feloldódik
- a tiszta félvezetőkbe diffúzió útján juttatják be a szennyező atomokat

(4) **A gázok nyomása, az ideális gázok állapotegyenlete:**

Tartályba zárt gázcseppcskék a tartály falának ütközve, arra erőt (nyomást) fejtenek ki.

A nyomás nagysága arányos a részecskék számával, tömegükkel, sebességükkel, a tartály térfogatával.

Amennyiben a hőmérsékletet részecskék tulajdonságai alapján értelmezzük, akkor a gázok

állapotegyenlete, állapotjelzőik közötti összefüggés, levezethető:

$$p \cdot V = NkT \text{ más alakban } p \cdot V = nRT \text{ illetve } p \cdot V = \frac{m}{M} RT$$

N = részecskék száma T = abszolút hőmérséklet n = mólok száma; m = gáz tömege;

M = 1 mól tömege; k = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/ K (Boltzmann – állandó) R = 8,31 J/mol K(gázállandó)

Kiegészítések:

Relatív atomtömeg (molekulatömeg): Megmutatja, hogy az illető anyag egy atomjának (molekulájának) a tömege hányszor nagyobb, mint a 12-es tömegszámú szénatom tömegének 1/12-ed része.

Móltömeg (mólnyi mennyiség): Egy mól anyag annyi gramm, amennyi az adott anyag relatív atomtömege (molekulatömege)

Például: $M_{He} = 4 \text{ g/mol}$; $M_{viz} = 18 \text{ g/mol}$; $M_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$

Avogadro törvénye: azonos nyomású és hőmérsékletű gázok egyenlő térfogataiban azonos számú részecske van.

Minden anyag mólnyi mennyiségében azonos (N_A) számú részecske (atom vagy molekula) van:

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ részecske/mol} = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

A fentiekből következik, hogy mólnyi mennyiségű gázoknak azonos nyomáson és hőmérsékleten megegyezik a térfogata.

Normálállapotúnak nevezzük a 273 K (0 °C) hőmérsékletű és $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású gázokat.

Kísérletileg megállapították, hogy bármely gáz mólnyi mennyiségének térfogata normálállapotban $22,41 \text{ dm}^3$.
(A moláris térfogat normálállapotban: $V_M = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$)

Kapcsolat a mólszám (n), a tömeg (m) és a móltömeg között: $n = \frac{m}{M}$