Libris.RO
Respect pentru oameni și cărți

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

FIZIKA

Tankönyv a X. osztály számára

CONSTANTIN MANTEA / MIHAELA GARABET

Lice ALL 2000

Libris.RO
Respect pentru oameni și cărți

TARTALOM

1. FEJEZET
A termodinamika elemei

1.1. Termodinamikai alapfogalmak ... 4
1.1.1. Az anyag szerkezete ... 4
1.1.2. A termikus (hő-) mozgás ... 5
1.1.3. A mól ... 6
1.1.4. Termodinamikai rendszerek ... 8
1.1.5. A termodinamikai rendszer állapota ... 9
1.1.6. Termikus (termodinamikai) folyamat ... 10
1.1.7. A mechanikai munka, a hő, illetve a gáz belső energiája a termodinamikában ... 11
1.1.8. Energiaközlés hőcserével (hőátadás) ... 14
1.1.9. Termikus (hő-) egyensúly. Hőmérséklet ... 15
1.1.10. A hőmérséklet mérése. A Celsius-skála. A Kelvin-skála ... 16
1.1.11. Kalorikus együtthatók ... 19
1.1.12. A Robert Mayer-féle összefüggés * ... 20
1.2. Kalorimetria ... 21
1.3. A termodinamika I. főtétele ... 24
1.3.1. Az általános (vagy összetett) állapotváltozás törvénye ... 24
1.3.2. A Boyle–Mariotte-törvény ... 25
1.3.3. Gay-Lussac törvénye ... 27
1.3.4. Charles törvénye ... 30
1.3.5. A termikus állapotegyenlet ... 32
1.4. A termodinamika I. főtételének alkalmazása ideális gázra ... 33
1.4.1. Politrop folyamatok ... 38
1.5. Halmazállapot-változások ... 39
1.5.1. Olvadás és fagyás ... 39
1.5.2. Párolgás és lecsapódás ... 41
1.5.2.1. Párolgás légüres térben ... 42
1.5.3. Szublimáció és kondenzáció. A hármaspont ... 45
1.6. Hőerőgépek vagy termikus motorok ... 45
1.6.1. Carnot-ciklus (-körfolyamat)* ... 47
1.6.2. Hőerőgépek hatásfoka ... 48
1.7. A termodinamika II. főtétele ... 52
1.7.1. Virtuális kísérletek ... 52
Kiértékelő gyakorlatok ... 54

2. FEJEZET
Az egyenáram előállítása és felhasználása

2.1. Az elektromos áram ... 66
2.1.1. Elektromos áramkör ... 66
2.1.2. Az elektromotoros feszültség ... 67
2.1.3. Az elektromos áram iránya ... 68
2.1.4. Az elektromos áram erőssége ... 71
2.1.5. Az áramkör karakterisztikái ... 72
2.2. Ohm törvénye ... 75
2.2.1 Az elektromos ellenállás ... 75
2.2.2. Ohm törvénye a teljes áramkörre ... 78
2.2.3 Változtatható ellenállás kapcsolása – a reosztát ... 79
2.3. Kirchhoff törvényei ... 83
2.4. Ellenállások és áramforrások kapcsolása ... 86
2.4.1. Ellenállások kapcsolása ... 86

3

Libris.ro
Respect pentru oameni și cărți

2.4.2. Áramforrások kapcsolása ... 87
2.4.3. Amperméró mérési határának kiterjesztése. Söntölés ... 91
2.4.4. Feszültségmérő méréshatárának kiterjesztése előtét-ellenállással ... 91
2.5. Az elektromos energia és teljesítmény. Az elektromos áram hőhatása ... 92
2.5.1. A teljesítmény optimális átvitele ... 97
2.5.2. Kondenzátorok ... 98
2.6. Az elektromos áram hatásai. Alkalmazások ... 102
2.6.1. Az elektromos áram mágneses hatása ... 102
2.6.1.1. A mágneses mező indukciója ... 103
2.6.1.2. Az elektromágneses erő (a Laplace-féle erő) ... 106
2.6.1.3. Stacionárius áramok mágneses kölcsönhatása ... 106
2.6.1.4. A Lorentz-erő ... 108
2.6.1.5. Elektromágnesek ... 108
2.6.1.6. A mágneses indukciófluxus ... 109
2.6.1.7. Az elektromágneses indukció ... 110
2.6.1.8. Faraday törvénye ... 111
2.6.1.9. Az önindukció ... 112
2.6.1.10. Elektromos mérőműszerek ... 114
Felmérő feladatok ... 117

3. FEJEZET
A váltakozó áram előállítása és felhasználása

3.1. A váltakozó áram ... 128
3.1.1. A váltakozó áram előállítása ... 128
3.1.2. A váltakozó áramú generátor (áramfejlesztő) ... 130
3.1.3. Az egyenáramú generátor ... 131
3.1.4. A váltakozó áram effektív feszültsége és áramerőssége ... 132
3.2. Áramköri elemek ... 133
3.2.1. Egyszerű váltakozó áramú áramkörök ... 133
3.2.2. Sorosan kapcsolt ellenállás, kondenzátor és tekercs (*R, L, C*) váltakozó áramú áramkörben ... 136
3.2.3. Feszültségrezonancia ... 139
3.2.4. Párhuzamosan kapcsolt ellenállás, tekercs és kondenzátor a váltakozó áramú áramkörben.* Áramrezonancia* ... 142
3.3. Energia és teljesítmény a váltakozó áramú áramkörben ... 144
3.4. A transzformátor és alkalmazásai ... 146
3.5. A villamos motorok ... 149
3.6. Háztartási gépek ... 150
Kiértékelő gyakorlatok ... 155

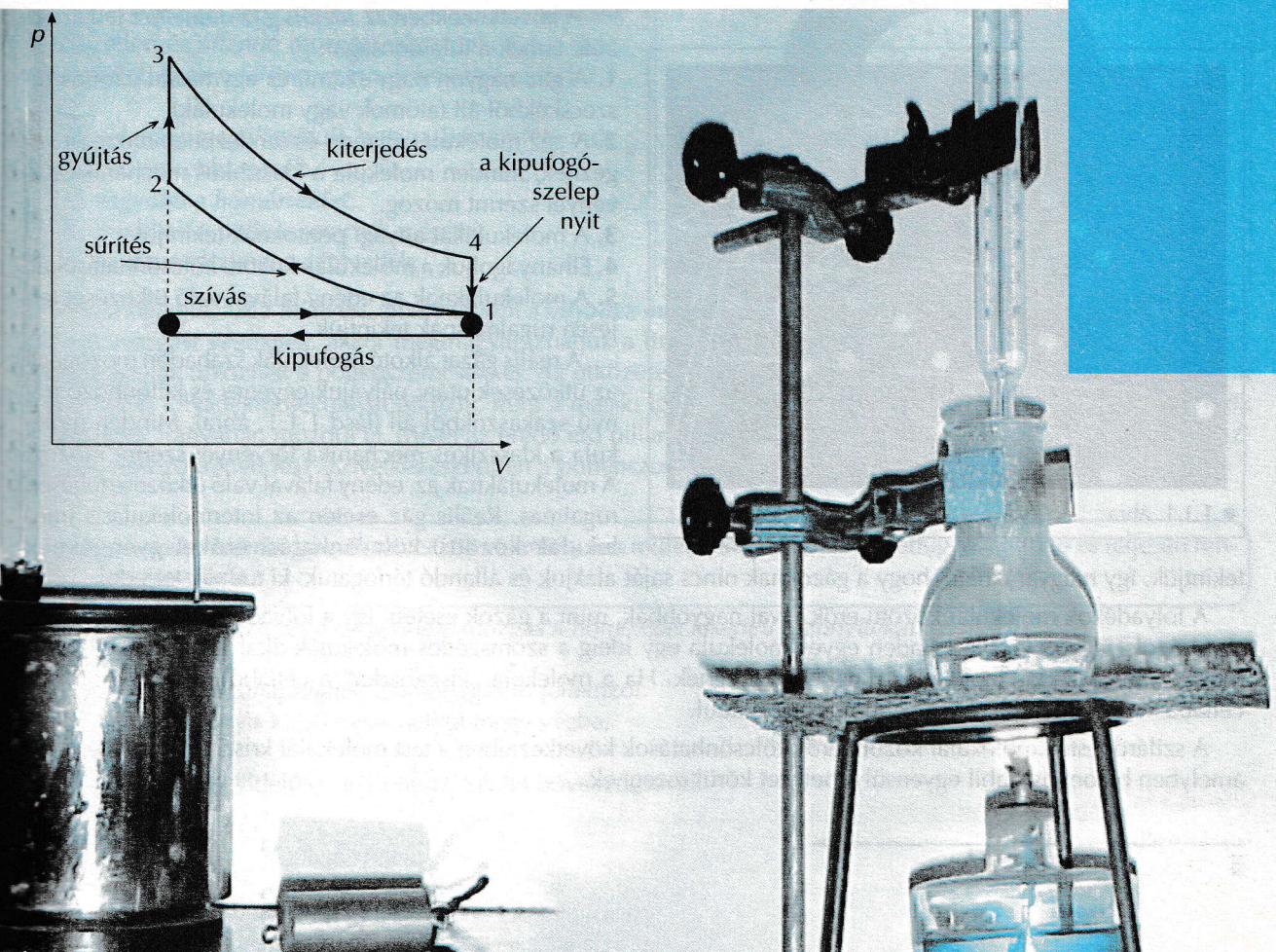
Libris.RO
Respect pentru oameni și cărți

1. fejezet

A termodinamika elemei

Amiről a fejezetben tanulhatunk

1.1. Termodinamikai alapfogalmak
1.2. Kalorimetria
1.3. A termodinamika I. főtétele
1.4. A termodinamika I. főtételének alkalmazása ideális gázra
1.5. Halmazállapot-változások
1.6. Hőerőgépek vagy termikus motorok
1.7. A termodinamika II. főtétele



Libris.RO
Respect pentru oameni și cărți

1.1. Termodinamikai alapfogalmak

1

1.1.1. Az anyag szerkezete

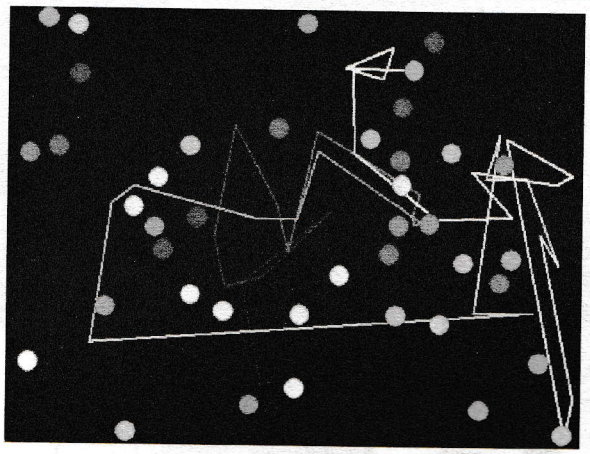
Tudjuk, hogy az anyag ***állandó és rendezetlen mozgásban levő*** atomokból és molekulákból épül fel. Az atomok kémiai úton nem oszthatók fel kisebb részecskékre, de „kombinálhatók", amelynek következtében molekulák jönnek létre. Már az ókorban feltételezték az anyag nemfolytonos szerkezetét, de hosszú időnek kellett eltelnie addig, amíg ez bebizonyosodott. Kb. 2500 évvel ezelőtt Leukipposz és Démokritosz feltételezték, hogy az anyag láthatatlan és örök életű részecskékből áll. A XVIII. sz.-ban az ***atomista szemlélet*** tovább fejlődik: Dalton megalkotja a többszörös tömegarányok törvényét, amely szerint a kémiai reakciókban részt vevő anyagok csak meghatározott tömegarányban reagálnak maradéktalanul egymással. A törvény kimondja: ha két elem többféleképpen vegyül egymással, akkor az egyik elem azon mennyiségei, melyek a másik elem egy adott mennyiségével reagálni képesek, úgy aránylanak egymáshoz, mint a kis egész számok. Néhány évvel később Avogadro feltételezte, hogy léteznek azonos atomokból felépülő molekulák, így magyarázhatóvá vált a kémiai vegyületek keletkezése.

Meghatározás. ***Termikus jelenségnek*** nevezünk minden olyan fizikai jelenséget, amely az állandó, teljesen rendezetlen, hőmérsékletfüggő és molekuláris szinten végbemenő mozgással (hőmozgással) kapcsolatos.

A termodinamika a termikus jelenségeket a testek mikroszkopikus (molekuláris) szerkezetének figyelembevétele nélkül tanulmányozza. A termodinamika *csak* a testek makroszkopikus tulajdonságait veszi figyelembe.

Bizonyos fizikai mennyiségeket, mint például a dugattyúval ellátott hengerben levő gáz nyomását és térfogatát *kísérletileg*, közvetlen méréssel állapítjuk meg, a nem mérhető mennyiségeket pedig kiszámíthatjuk.

A testek mikroszkopikus szerkezetét figyelembe véve különböző ***szerkezeti (strukturális) modelleket*** dolgoztak ki a halmazállapot-változások leírására. Úgy tekintjük, hogy minden test nagy számú elemi részecskéből áll (atomokból vagy molekulákból), amelyek rendezetlen, állandó hőmozgást végeznek. A ***molekuláris-kinetikai elmélet*** minden elemi részecskét anyagi pontnak tekint.



1.1.1. ábra

A következőkben az ***ideális gáz modelljét*** jellemezzük. Ennek a tulajdonságai:

1. A gáz nagyon nagy számú és egymással azonos részecskékből áll (atomok vagy molekulák).
2. A gáz molekulái állandó és rendezetlen mozgást végeznek; minden molekula a klasszikus mechanika törvényei szerint mozog.
3. A molekulákat anyagi pontoknak tekintjük.
4. Elhanyagoljuk a molekulák közötti kölcsönhatásokat.
5. A molekuláknak az edény falával való ütközését teljesen rugalmasnak tekintjük.

A reális gázat alkotó molekulák szabadon mozognak az ütközések után, pályájuk egyenes és különböző irányú szakaszokból áll (lásd 1.1.1. ábra). Minden molekula a klasszikus mechanika törvényei szerint mozog. A molekuláknak az edény falával való ütközése teljesen rugalmas. Reális gáz esetén az intermolekuláris (molekulák közötti) kölcsönhatási erőket gyengéknek tekintjük, így magyarázható, hogy a gázoknak nincs saját alakjuk és állandó térfogatuk, ki tudnak terjedni.

A folyadékok molekulái közötti erők jóval nagyobbak, mint a gázok esetén, így a folyadék molekulái közötti távolságok nagyon kicsik. Minden egyes molekula egy ideig a szomszédos molekulák által alkotott „cellában" rezeg; a szomszédos molekulák maguk is rezegnek. Ha a molekula „kiszabadul" a cellából, akkor egy másik cellába kerül mindaddig, amíg ebből is kiszabadul.

A szilárd testek molekulái közötti erős kölcsönhatások következtében a test molekulái kristályrácsot alkotnak, amelyben bizonyos stabil egyensúlyi helyzet körül rezegnek.

Libris.RO

1.1.2. A termikus (hő-) mozgás

Kísérletileg megállapítható: ha két gázt vagy folyadékot egymással kapcsolatba hozunk, akkor ezek egy idő után külső beavatkozás nélkül keverednek egymással. Ezt a jelenséget ***diffúziónak*** nevezzük.

Megjegyzés. A diffúzió végbemegy két szilárd test érintkezési felületén is (például egy fémfelületre vitt aranyréteg esetében). Ebben az esetben a diffúzió nagyon lassú: két különböző fémből (például rézből és ezüstből) készült sík felületű test, ha felületeiket nagyon simára csiszoljuk és szorosan egymáshoz préseljük, néhány hónap alatt a diffúzió következtében összeheged. Az érintkezési felület környezetében létrejön a két fém ötvözete.

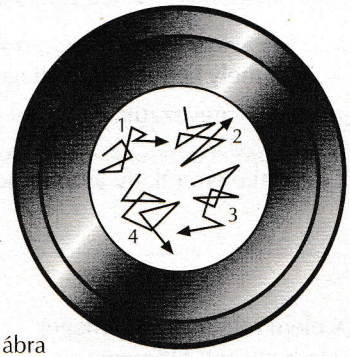
Kísérletileg megállapítható, hogy:
a) ***a diffúzió sebessége nő, ha nő a hőmérséklet***;
b) a diffúzió gyorsabb a gázokban, mint a folyadékokban, és ezekben pedig gyorsabb, mint a szilárd testekben;
c) minél kisebb az anyag molekuláinak a mérete, annál gyorsabb a diffúzió.

Ha elfogadjuk azt a *feltevést*, amely szerint ***a testek molekulái, függetlenül a test halmazállapotától, állandó (tetszőleges irányú) és rendezetlen mozgásban vannak***, akkor a két gáz, folyadék vagy szilárd test közötti diffúzió éppen ezzel a rendezetlen mozgással magyarázható.

Megjegyzés. Az intermolekuláris erők határozzák meg a diffúzió sebességét: ezek az erők a gázok esetében nagyon kicsik, folyadékok esetében azonban jóval nagyobbak, és ezért a folyadék molekulái kisebb mértékben mozoghatnak, mint a gázoké. Fémek esetében ez a mozgás nagyon kicsi (egy egyensúlyi helyzet körüli rezgőmozgásra redukálódik).

Robert Brown (1773–1858) angol botanikus vízben szuszpendált pollenszemcséket vizsgált mikroszkóppal, és (1828-ban) azt tapasztalta, hogy a pollenszemcsék rendezetlen és *állandó* mozgást végeznek. Ezt a mozgást később ***Brown-féle mozgásnak*** nevezték el (1.1.2.1. ábra).

Kísérletileg megállapítjuk, hogy a Brown-féle mozgás annál erősebb, minél:
a) ***nagyobb a hőmérséklet***;
b) kisebbek a pollenszemcsék méretei;
c) kevésbé viszkózus a folyadék.



● 1.1.2.1. ábra

Ha elfogadjuk azt a *feltevést*, amely szerint ***a folyadék molekulái állandóan, teljesen rendezetlenül, tetszőleges irányú mozgást végeznek***, akkor megmagyarázhatjuk a Brown-féle mozgást. Az állandó mozgásban levő folyadékmolekulák ütköznek a pollenszemcsékkel. Az ütközések nem kompenzálják egymást: a pollenszemcse egyik oldala több folyadékmolekulával ütközik, mint a másik. Így minden pillanatban a pollenszemcse a rá ható erők eredőjének irányában mozdul el. Mivel az eredő erő pillanatról pillanatra változtatja az irányát, a szemcse mozgása is változó irányú lesz. Következésképpen a pollenszemcsék teljesen rendezetlen mozgást végeznek.

Meghatározás. ***Hőmozgásnak*** nevezzük valamely test molekuláinak hőmérsékletfüggő, állandó és teljesen rendezetlen mozgását.

Megjegyzés. A diffúzió és a Brown-féle mozgás a hőmozgás *kísérleti bizonyítékai*.

Kísérletileg megállapíthatók a hőmozgás fő jellemzői:
1) spontán, vagyis külső hatás nélkül megy végbe;
2) állandó;
3) sebessége egyidejűleg nő a hőmérséklet növekedésével.

Libris.ro
Respect pentru oameni și cărți

A molekulák mozgásának leírására egymástól független paraméterek, ún. ***szabadsági fokok*** szükségesek. szabadsági fokok számát *i*-vel jelöljük. A háromdimenziós térben, szobahőmérsékleten a molekulák három irán szerinti haladó és három tengely szerinti forgómozgást végezhetnek. Az egyatomos molekulák (például He, N Ar) esetében $i = 3$, ezek csak haladó mozgást végezhetnek. A kétatomos (például H_2, N_2, O_2), ún. „súlyzó típusú molekulák esetén $i = 5$, ezek három irány szerinti haladó és két tengely szerinti forgómozgást végezhetnek. kettőnél több atomból álló molekulák (például a CH_4) esetében $i = 6$, ezek három irány szerinti haladó és háro tengely szerinti forgómozgást végezhetnek.

1.1.3. A mól

Mivel az atomok és a molekulák tömege nagyon kicsi, ennek kifejezésére nem megfelelő az SI-beli tömegmé tékegység, a kg használata. Ezért egy speciális mértékegységet határoztak meg erre a célra: *az atomtömegegysége*

Meghatározás. A $^{12}_{6}C$ -izotóp tömegének 1/12 részét ***atomtömegegységnek*** nevezzük, és **u**-val jelöljük:

$$1\ \mathrm{u} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}\,.$$

Megjegyzés. Az SR ISO 31-9/1995 romániai szabvány szerint az ***egységesített atomtömegegység*** megnevezés használjuk.

Az atomtömegegység segítségével kifejezhető a *relatív atomtömeg* és *a relatív molekulatömeg.*

Meghatározás. Valamely kémiai elem átlagos atomtömege és a $^{12}_{6}C$ -izotóp tömege 1/12 részének a hányadosát ***relatív atomtömegnek*** nevezzük, és A_r -rel jelöljük.

Valamely X kémiai elem relatív atomtömegét a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$A_r(X) = \frac{m_X}{\frac{1}{12} m_C} = 12 \cdot \frac{m_X}{m_C},$$

ahol:

- $A_r(X)$ az X elem relatív atomtömege;
- m_X az X elem abszolút tömege;
- m_C a $^{12}_{6}C$ -atom abszolút tömege.

Kísérletileg megállapították, hogy a hidrogén atomtömege kb. 12-szer kisebb a szénatoménál. Ez azt jelenti hogy a hidrogén relatív atomtömege $A_r(H) = 1$. A mérési eredmény oxigén esetében: $A_r(O) = 16$. Meghatározás szerint a szén relatív atomtömege $A_r(C) = 12$.

Megjegyzés. A meghatározás alapján a relatív atomtömeg mértékegység nélküli mennyiség.

Meghatározás. Valamely anyag molekulájának tömege és a $^{12}_{6}C$ -izotóp tömege 1/12 részének a hányadosát ***relatív molekulatömegnek*** nevezzük, és M_r-rel jelöljük.

Megjegyzés. *Egy összetett molekula relatív molekulatömege egyenlő a molekulát alkotó atomok relatív atomtömegének összegével.* Például a hidrogénmolekula esetében $M_r(H_2) = 2$, az oxigénmolekula esetében $M_r(O_2) = 32$, a vízmolekula esetében pedig $M_r(H_2O) = 18$.