

Egyszerű módszer az Avogadro-féle szám meghatározására

Az anyag oszthatatlanságának az elve már több mint 2500 éve ismert. Ezt az elvet vallották már az antik világ nagy gondolkodói is: Anaxagorasz (Kr.e. 500-428), Leukiposz (Kr.e. 500-440), Demokritosz (Kr.e. 460-370). A XVII. századtól kezdődően a fizika fejlődése újra felvetette az atomelmélet gondolatát, az anyag oszthatóságának az elvét. 1811-ben Avogadro (1776-1865) kísérleti tényekre alapozva (gáztörvények) megfogalmazza törvényét: **egyenlő térfogatú gázok, azonos nyomáson és hőmérsékleten, kémiai természetüktől függetlenül, azonos számú részecskét tartalmaznak.** 1814-ben hasonló eredményre jutott Ampere, aki nem ismerte Avogadro ezirányú munkásságát. Avogadro törvényéből következik, hogy minden anyag egy mólnyi mennyiségében ugyanannyi molekula van, függetlenül az illető anyag fizikai és kémiai tulajdonságaitól. Ezt a számot tehát, az egy mólnyi anyagmennyiségben levő molekulák számát Avogadro-számnak nevezzük, és általában N_A -val jelöljük a fizikában. Ez a szám a molekuláris fizikában, de általában az anyagszerkezeti vizsgálatoknál fontos szerepet játszik. Ezért az eltelt több mint száz év során igen sok eljárást dolgoztak ki az Avogadro-szám pontos meghatározására. A jelenleg elfogadott érték: $N_A = (6,022045 \pm 0,000031) \cdot 10^{23}$ molekula/mól (az 1971-es SI. szabványoknak megfelelően).

A következőkben egy könnyen kivitelezhető mérési módszert ismertetünk az Avogadro-szám meghatározására vonatkozóan. A méréshez szükségünk van egy nagy felületű edényre, amely laboratóriumban lehet egy nagyobb méretű tepszi, vagy a lakásunkban; fürdőkád. Minél nagyobb vízfelülettel dolgozunk, annál jobb eredményt kapunk; természetesen figyelembe kell venni a vízfelület mérési pontosságát is.

Az Avogadro-féle szám kísérleti meghatározásánál olajsavat használtunk (moltömege 282 és sűrűsége $0,89 \text{ g/cm}^3$). Az olajsavból $0,01$ százalékos oldatot készítünk (oldószerként dietilétert használunk, melynek sűrűsége $0,7 \text{ g/cm}^3$). Ebből az oldatból egy vízréteg felületén monomolekuláris filmet állítunk elő, a következőképpen: a víz felületére apró kámforkristályokat szórunk. Tudjuk, hogy a kámfor kis mértékben oldódik vízben és megváltoztatja a víz felületi feszültségét. Amikor a kámforkristályok a víz felületére érnek, az oldódás és a felületi feszültségváltozás következtében, heves mozgásba „táncolásba” kezdenek a víz felületén. Egy mérő pipetta segítségével a fenti olajsav-oldatból cseppeket juttatunk a víz felületére. Az éter elpárolgása után a víz felületén egy monomolekuláris olajsavfilm jelenik meg. (Amikor ez a film befedi az egész víz felületét, a kámforkristályok „tánca” megszűnik). Az elhasznált olajsav-oldat mennyiségéből, ismerve a vízfelület nagyságát, a következő számításokat végezhetjük el a mi kísérletünknel:

az elhasznált olajsav térfogata $V_0 = 7,6 \text{ cm}^3$

a víz felülete a fürdőkádban $S = 1300 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 7800 \text{ cm}^2$

az elhasznált olajsav-oldat tömege: $m_0 = 7,6 \text{ cm}^3 \times 0,7 \text{ g/cm}^3 = 5,32 \text{ g}$

a benne található olajsav tömege: $5,32 \times 10^{-4} \text{ g}$

(ne felejtjük, hogy az oldat $0,01$ százalékos)

A fentiek alapján kiszámítható az olajsav térfogata:

$$V_{sav} = \frac{5.32 \cdot 10^{-4} \text{ g}}{0.89 \text{ g/cm}^3} = 5.9775 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$$

Ismerve az olajsavréteg térfogatát és területét, kiszámíthatjuk a filmréteg magasságát:

$$h = (5,9775 \times 10^{-4} \text{ cm}^3) / 7,8 \times 10^3 \text{ cm}^2 = 0,76634 \times 10^{-7} \text{ cm}^3$$

$$h = \frac{5,9775 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3}{7,8 \cdot 10^3 \text{ cm}^2} = 0,76634 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$$

Feltételezve, hogy az olajsav-molekulák gömb alakúak, melyek az előbb számított élhosszúságú kockában helyezkednek el, kiszámítható egyetlen molekula térfogata:

$$W = h^3 = (0,76634 \times 10^{-7})^3 = 0,4500538 \times 10^{-21} \text{ cm}^3 = 4,5005 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$$

Ismerve a sűrűséget, egyetlen olajsav-molekula tömege:

$$m = 4,5005 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 \times 0,89 \text{ g/cm}^3 = 4,0054 \times 10^{-22} \text{ g}$$

Ismerve az olajsav-molekula tömegét, kiszámítható az Avogadro-féle szám:

$$N_A = \frac{282 \text{ g}}{4,0054 \cdot 10^{-22}} = 7,04 \cdot 10^{23}$$

Ezen egyszerű mérési módszerünkkel kapott eredményt összehasonlítva az irodalmi értékkel megállapíthatjuk, hogy az eltérés nem nagyobb 17%-nál, ami igen jó eredménynek tekinthető.

Barabás Márta, Barabás György



Kémia vetélkedő

III. forduló

I. Mi az antocián, a denaturált szesz, a galvániszap, a királyvíz és a timsó?

(5 pont)

II. Analitikai feladat:

Rendelkezésünkre áll két vegyület: A és B vizes oldata, melyek ha egymással reagálnak csapadék és egy barnás színű oldat keletkezik. Ha a kémcsőbe $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldatot adagolunk, eltűnik a barnás színeződés és előtérbe kerül a csapadék piszkos-fehér színe. Ez a piszkos-fehér színű csapadék NH_4OH oldatban oldódik, egy olyan komplex vegyület (C) képződése közben, amelyet egy szénhidrogén (D) kimutatására is használhatunk.

Határozzuk meg:

- az A, B és a C komplex vegyületet
- a D szénhidrogént
- a végbemenő reakciók egyenletét, tudva hogy:
 - az A vegyület:
 - ólom (II)-sókkal citromsárga csapadékot képez