

Felületi feszültség mérése

I. Felületi feszültség mérése

1. Bevezetés

A felületi feszültség fázisos határfelületén fellépő jelenség, amely minden olyan anyag jellemzője, melynek részecskéi között az ütközés mellett más kölcsönhatás is fellép. Attól függően, hogy milyen fázisok érintkeznek egymással, megkülönböztetünk folyadék-gáz, folyadék-folyadék, szilárd-gáz és szilárd-folyadék határfelületeket és felületi feszültségeket. Habár a felületi feszültséggel kapcsolatos megfontolások általánosíthatók, a továbbiakban a folyadék-gáz határfelülettel kapcsolatos jelenségeket részletezzük. Könnyű belátni, hogy egy fázist alkotó részecskék között különbség tehető aszerint, hogy a fázis belsejében vagy a felületén helyezkednek el. A fázis belsejéhez képest ugyanis a felületen lévő részecskék aszimmetrikus erőterben vannak, ennélfogva energiájuk eltér a fázisban lévőkhöz képest. Ennek következménye, hogy felület létrehozása vagy megszüntetése munkával jár. A tiszta folyadékok egységnyi felületének létrehozásakor végzett munka izoterm reverzibilis körülmények között, azaz a felületi feszültsége tehát e felületnövekedéssel kapcsolatos szabadenergia változással (felületi szabadenergia többlet) egyenlő, mértékegysége J/m^2 vagy N/m ($Nm/m^2=N/m$).

Az elegyek és oldatok felületi feszültsége a tiszta oldószerétől eltér, mivel e rendszereket egynél többféle molekula alkotja, szükségszerűen tehát a különböző molekulák közti kölcsönhatás a tiszta oldószerétől eltérő lesz. Ennek következtében a felületi feszültség nőhet, vagy csökkenhet. Azokat az anyagokat, melyek a felületi feszültséget csökkentik felület- vagy kapilláraktív anyagoknak (mosószerek, tenzidek, alkoholok stb), azokat, melyek növelik, kapillár inaktív anyagoknak (cukrok, erős elektrolitok) nevezzük. A jelenség oka, hogy a határfelületi rétegben az oldott anyag koncentrációja eltér az oldat belsejéhez képest. A kapilláraktív anyagok felhalmozódnak a határfelületi rétegben. A határfelületi többlet koncentrációt Γ -val jelöljük. A felületi feszültség megváltozása és a határfelületi többlet koncentráció közti összefüggés -a Gibbs egyenlet alapján- a következő formában írható fel híg oldatokra, ahol az aktivitás és koncentráció (c) azonosnak tekinthető:

$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \frac{d\gamma}{dc}$$

ahol c az oldat tényleges koncentrációja.

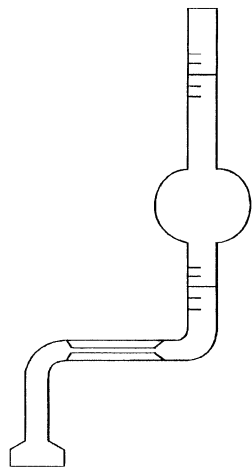
Amennyiben egy sorozatmérés eredményeként megállapítottuk a felületi feszültség (γ) koncentrációfüggését, a $\gamma = f(c)$ függvény differenciálásával $d\gamma/dc$, majd ebből pontról pontra Γ értéke kiszámítható, és így megkapjuk az oldott anyag felületi rétegre vonatkozó adszorpciós izotermáját. Az adszorpciós izoterma telítési szakaszából az oldott anyagnak a határfelületi rétegben elérhető maximális többletkoncentrációja megadható, és ebből akár egy molekula által elfoglalt hely területe is számítható.

2. A felületi feszültség mérésének módszerei

A felületi feszültség meghatározásának módszerei közvetlen (direkt) és relatív módszerekre oszthatók. A direkt mérések során a felületi feszültség értékét közvetlenül kapjuk a mérésből, míg a relatív eljárásoknál egy viszonyító anyaghoz képest mérjük a minta felületi feszültségét.

A közvetlen módszerek egyik elterjedt, de pontos munkát és gyakorlatot igénylő változata az un. Lénárd-féle eljárás. Ennél azt az erőt (F) mérjük közvetlenül, mely egy ismert l hosszúságú drótkeretnek vagy gyűrűnek a minta felszínéről történő leszakításához szükséges. A felületi feszültség -Segner-szerinti definíciója alapján- $\gamma=F/2l$ képlettel számítható.

A felületi feszültség mérésére a gyakorlatban -egyszerűségük és kellő pontosságuk miatt- kiterjedten használnak relatív módszereket, melyek közül a sztalagmométeres eljárást ismertetjük. A módszer elve, hogy ismert térfogatú mintát egy polírozott üvegkorongba fűrt kapillárison át lassan lecsepegni hagyunk. Egy csepp éppen akkor szakad el a korongtól, mikor a gravitációs erő és a felületi feszültség egyenlővé válik. A cseppeket megszámlálva a folyadék térfogatának és sűrűségének, valamint a korong sugarának ismeretében egy csepp tömege, majd ebből a felületi feszültség számítható. A módszerhez a készüléket az ismert felületi feszültségű tiszta oldószer csepyszámát meghatározva kalibrálni kell. Ily módon nem lesz szükségünk a korong átmérőjére a számításához (másképp híg oldatok esetében a minta és az oldószer kifolyása a sztalagmométerből egyforma). A gyakorlatokhoz használt Traube-féle sztalagmométer az 3.1. ábrán látható.



3.1. ábra Traube-féle sztalagmométer

A vizsgálandó folyadékot felszívjuk a készülékbe, majd megszámloljuk, hogy hány cseppet alkot a két fő osztás közt kifolyva. Az előbbieik alapján

$$2r\pi r\gamma = \frac{V\rho g}{n}$$

ahol V a folyadék térfogata, ρ a sűrűsége, r a korong sugara és n a cseppszám. Egy vizes oldat felületi feszültségét a

$$\gamma = \frac{\gamma_v \rho n_v}{\rho_v n}$$

képlettel határozhatjuk meg, ahol v -indexszel a víz, index nélkül a minta paramétereit jelöltük.

3. A gyakorlatok leírása

A) Feladat:

1. Készítse el hígítással a gyakorlatvezető által kiadott alkohol törzsoldatból (20 v/v%) a következő kalibrációs sorozatot: 50-50 cm³ 10, 15, 25, 50, 75 v/v%.

Határozza meg a Traube-féle sztalagmométer készülék állandóját (cseppszámát) bidesztillált víz segítségével.

Mérje meg a kalibrációs oldatok valamint a törzsoldat cseppszámát és készítse el a felületi feszültség - koncentráció diagramot. (Az oldatok sűrűségét Mohr-Westphal mérleggel határozza meg.)

Határozza meg a kiadott ismeretlen koncentrációjú oldat cseppszámát, majd a kalibrációs görbe segítségével a koncentrációját.

II. Mérje meg és hasonlítsa össze az azonos koncentrációjú (5 v/v%), de különböző hosszúságú alkilancú alkoholból készült oldatok felületi feszültségét.

II. Mérje meg elektrolitok (NaCl, NH₄Cl) valamint nemelektrolitok (szőlőcukor, karbamid) 1 mol dm⁻³ koncentrációjú oldatainak a felületi feszültségre gyakorolt hatását.

Megjegyzések:

1. Az oldatok felületi feszültségét 3-3 mérés átlagából képezze!
2. A méréseket a kisebbtől a nagyobb koncentrációk felé haladva végezze! A sztalagmométert mossa át az új oldat kis részletével.
3. Különböző anyagok mérésekor a készüléket mossa át kétszer desztillált vízzel, majd egyszer az új anyag oldatával. Ezt az oldatot öntse ki, és a mérést a mérendő újabb részletével végezze!
4. A víz felületi feszültsége t °C-on: $72.9 - 0.155 \cdot (t-18) \cdot 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$