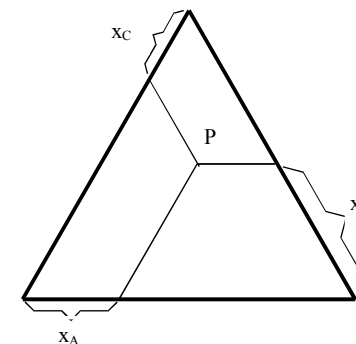


## Terner rendszer vizsgálata

### 1. Bevezetés

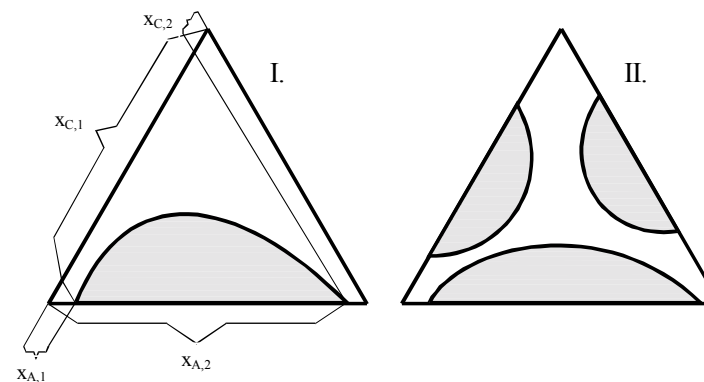
A háromkomponensű vagy terner rendszerek nem csak elméleti szempontból vetnek fel érdekes kérdéseket, de nagy gyakorlati jelentőségük is van, például a kohászatban, műanyagiparban (gondoljunk az olvadékokra, ötvözetekre, melyekben egy vagy több szilárd fázis tarthat egyensúlyt egy vagy két közös anyagot tartalmazó folyadékfázissal, vagy a polimerek oldására stb.). A terner rendszerekben a komponensek egymásba való kölcsönös oldhatósága különböző. Minden ilyen rendszernél található olyan nyomás és/vagy hőmérséklet tartomány, melynél legalább két összetevő csak korlátozottan elegyedik. A harmadik komponens jelenléte -amennyiben ez részben vagy teljesen elegyedik a két másik komponenssel - megváltoztatja a két részben elegyedő komponens kölcsönös oldhatóságát.

A terner rendszerek állapotának leírásához a nyomáson és hőmérsékleten kívül az összetételre van szükség, amennyiben a rendszerben kémiai reakció nem játszódik le. Minthogy két komponens móltörtjének ismeretében a harmadik komponens móltörtje kiszámítható, ezért a szabadsági fokok száma egy ilyen rendszerben 4. Adott hőmérsékleten és nyomáson tehát a rendszer állapotát a 2 összetétel adat egyértelműen meghatározza. Ahhoz, hogy egy terner rendszer fázisdiagramját síkban ábrázolhassuk, két paramétert - célszerűen a nyomást és hőmérsékletet- állandónak kell vennünk. Ez esetben a három komponens által meghatározott összetételt egyenlő oldalú háromszögben tüntethetjük fel. A háromszög csúcsai jelentik a tiszta komponensekből álló egykomponensű rendszereket. A könnyebb átláthatóságért célszerű a háromszögre egy körüljárási irányt meghatározni, amely a mi esetünkben az óramutató járásával ellentétes lesz. A háromszög oldalain az egyes komponensek móltörtjét -vagy tömegszázalékát- szokás feltüntetni (1. ábra).



**1. ábra** Terner rendszer összetételének meghatározása háromszögdiaqramon. Az egyes komponensek móltörtjei az óramutató járásával ellenkező irányban nőnek

A háromszög belsejében elhelyezkedő P ponton összetételt tehát úgy kapjuk meg, ha a ponton keresztül az oldalakkal párhuzamos egyeneseket rajzolunk és az egyes komponensek móltörtjeit a megfelelő oldalakon leolvassuk. A diagram oldalai egyúttal a folyadékpáronkénti kétkomponensű rendszerek összetételét is megadja (2. ábra I.)



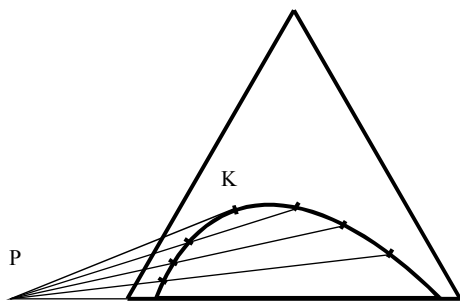
**2. ábra** Terner rendszerek fázisdiagramjai.

**I.** Egy folyadékpár korlátozottan elegyedik: a görbe alatti sötét területen a rendszer heterogén, a világos területeken a rendszer homogén.

**II.** Mindhárom folyadék páronként korlátozottan elegyedik.

A 2. ábrán (I.) olyan terner rendszer összetételét mutatjuk be, melyben két komponens korlátozottan elegyedik egymással (víz-kloroform), míg a harmadik (gyengésav, pl. ecetsav) mindkettővel korlátlanul elegyedik. A görbe alatti terület heterogén fázist jelöl. A rendszer ilyenkor két fázisra esik szét, melyeket konjugált fázisoknak nevezünk. A háromszögben a görbén kívüli területen a rendszer homogén. Ahol a görbe a háromszög oldalát érinti, a rendszer két komponensű: Az  $x_{A,1}$ ,  $x_{C,1}$  pont a víz kloroformban való oldhatóságát, az  $x_{A,2}$ ,  $x_{C,2}$  a kloroform vízben való oldhatóságát adja meg, ha A-víz, B-gyengésav, C-kloroform jelölést alkalmazunk. Amennyiben a folyadékok páronként korlátozottan elegyednek, a 2. ábra (II.) típusú diagramhoz jutunk.

A továbbiakban a víz-kloroform-ecetsav rendszeren mutatjuk be a terner rendszerek tulajdonságait. Amint már említettük, a görbe alatti terület bármely pontjának megfelelő összetételű rendszer két, egymással egyensúlyban lévő konjugált fázisra esik szét.



**3. ábra** A kritikus elegyedési pont meghatározása olyan terner rendszerben, amely esetén két komponens korlátozottan elegyedik. P- a konódák meghosszabbításának metszéspontja, K- a kritikus elegyedési pont

A két konjugált fázis összetételét megadó két pontot összekötve ún. konódát kapunk. A különböző konjugált rendszereket összekötő konódák meghosszabbításai egy, a háromszögön rendszerint kívül eső P pontban metszik egymást (lásd 3. ábra). A konódák a háromszög alapjával rendszerint nem párhuzamosak, mivel a harmadik komponens nem egyenlő mértékben oldódik a két fázisban. A konódák meghosszabbításának metszéspontjából szerkesztett érintő a rendszer (adott hőmérsékleten és nyomáson érvényes) kritikus elegyedési pontját adja meg, ahol a rendszer homogénné válik. Amennyiben nem egy, hanem kettő vagy

mindhárom folyadékpár korlátozottan elegyedik, a fentiek értelmében a korlátozottan elegyedő folyadékpárok számának megfelelő kritikus elegyedési pont található a rendszerben. A gyakorlat során víz - szerves oldószer - szerves gyengésav terner rendszer fázisdiagramját határozzuk meg.

## 2. A gyakorlat leírása

Készítsünk a gyakorlatvezető által kijelölt szerves oldószerből valamint gyengésavból 20 cm<sup>3</sup> összterfogatú, a szerves oldószerre nézve 15, 30, 50, 60, 70, 80, 85, 90, 95 térfogat%-os elegyeket. A komponenseket automata bürettából tiszta, száraz Erlenmeyer-lombikokba adagoljuk, majd lezárjuk. Az elegyeket 10 cm<sup>3</sup>-es, 0.05 cm<sup>3</sup> osztású automata bürettából desztillált vízzel óvatosan titráljuk, míg enyhe zavarosodást nem észlelünk. A komponensek sűrűségeit keressük ki táblázatban és ezek, valamint a fogyások felhasználásával számítsuk ki az egyes komponensek móltörtjeit és az oldatok tömegszázalékos összetételét is. Szerkesszünk meg két fázisdiagramot: az elsőnél a komponensek móltörtjeit, a másodiknál a tömegszázalékot használjuk fel az egyensúlyi diagram megszerkesztéséhez. Az eredményeket a következő formában adjuk meg:

szerves oldószer $M_r = \text{ g mol}^{-1}$ $\rho = \text{ g cm}^{-3}$				gyengésav $M_r = \text{ g mol}^{-1}$ $\rho = \text{ g cm}^{-3}$				víz $M_r = \text{ g mol}^{-1}$ $\rho = 1.00 \text{ g cm}^{-3}$			
cm <sup>3</sup>	mól	x	m %	cm <sup>3</sup>	mól	x	m %	cm <sup>3</sup>	mól	x	m %
2											
4											
...											

A kritikus elegyedési pont meghatározását úgy végezzük, hogy összeállítunk olyan rendszereket, melyek két -egymással egyensúlyban lévő- fázist képeznek, majd NaOH-dal történő titrálással meghatározzuk gyengésav tartalmukat és kiszámítjuk tömegszázalékos összetételüket. Így megkapjuk az eredeti összetételhez tartozó konódát. Abból a pontból, ahol a konódák meghosszabbítása metszi egymást, megszerkeszthetjük az egyensúlyi görbét érintő egyenest, és megkaphatjuk a kritikus elegyedési pontot, illetve ennek összetételét.

Tiszta száraz Erlenmeyer-lombikba mérjük össze az alábbi elegyeket:

A : 20 cm<sup>3</sup> desztillált víz, 25 cm<sup>3</sup> szerves oldószer, 0.5 cm<sup>3</sup> gyengésav

B : 25 cm<sup>3</sup> desztillált víz, 25 cm<sup>3</sup> szerves oldószer, 1 cm<sup>3</sup> gyengésav

Zárjuk le a lombikokat és rázzuk az A elegyet kb. 5 percig. Vigyük választótölcsérbe az elegyet, a fázisok elkülönítése után a vizes fázis 10.0 cm<sup>3</sup>-ét és a szerves fázis 20.0 cm<sup>3</sup>-ét előbb mérjük le analitikai mérlegen, majd 0.1 mol dm<sup>3</sup> faktorozott NaOH oldattal fenolftalein indikátor mellett titráljuk meg. Ismétljük meg a mérést a B eleggyel is. Készítsük el az alábbi táblázatot:

elegy	fogyás (sz. fázis) cm <sup>3</sup>	m <sub>sav</sub> g	m <sub>fázis</sub> g	m%	fogyás (v. fázis) cm <sup>3</sup>	m <sub>sav</sub> g	m <sub>fázis</sub> g	m%
A								
B								

A fázisok tömegeinek ismeretében kiszámítható a gyengésav tömegszázaléka. A tömegszázalék alapján megszerkesztett egyensúlyi diagramon megkeressük és bejelöljük elegyenként azt a két pontot, ahol a gyengésav tömegszázalékának megfelelő egyenes metszi az egyensúlyi diagramot. Megállapítjuk a két-két pont által kijelölt konódák meghosszabításának metszetét, és e pontból érintőt szerkesztünk az egyensúlyi görbéhez. Olvassuk le és adjuk meg a kritikus elegyedési pont tömegszázalékos összetételét.

Melléklet

**F. 1. táblázat** Gyakrabban használt oldószerek adatai

	Moláris tömeg (g mol <sup>-1</sup> )	Sűrűség (20 °C)	Viszkozitás (20 °C) mPa·s	Törésmutató n <sub>D</sub> (20 °C)	Forráspont (101325 Pa) °C	Dielektromos állandó (20 °C)
Aceton	58,08	0,7900	0,30(25)	1,359	56,1	20,7(25)
Benzol	78,11	0,8750	0,65	1,501	80,1	2,284
n-Butanol	74,12	0,8098	2,95	1,399	117,7	17,8
Izobutanol	74,12	0,8063	4,21	1,397	99,5	15,8(25)
Ciklohexán	84,16	0,7786	0,98	1,426	80,7	2,023
Ecetsav	60,05	1,0497	1,31(15)	1,372	117,9	6,15
Etil-acetát	88,11	0,9006	0,46	1,372	77,1	6,02(25)
n-Hexán	86,18	0,6593	0,31	1,375	68,7	1,890
Kloroform	119,38	1,4891	0,58	1,446	61,2	4,806
Metanol	32,04	0,7910	0,55	1,328	64,6	32,63(25)
n-Propanol	60,10	0,8036	2,26	1,386	97,2	20,1(25)
Szén-tetraklorid	153,84	1,5940	0,97	1,460	76,8	2,238
Toluol	92,14	0,8668	0,59	1,497	110,6	2,379(25)
Víz	18,02	0,9982	1,00	1,333	100,0	78,54