

20. gyakorlat TERNER RENDSZER VIZSGÁLATA

A gyakorlat célja egymással nem tetszőleges arányban keveredő oldószerek kölcsönös oldhatósági viszonyainak feltárása egy háromkomponensű (ternér) rendszer vizsgálatával, a fázisszabály gyakorlati alkalmazása, valamint a háromszögdiagram használata a meghatározandó fázisgörbe ábrázolására.

20.1. Bevezetés

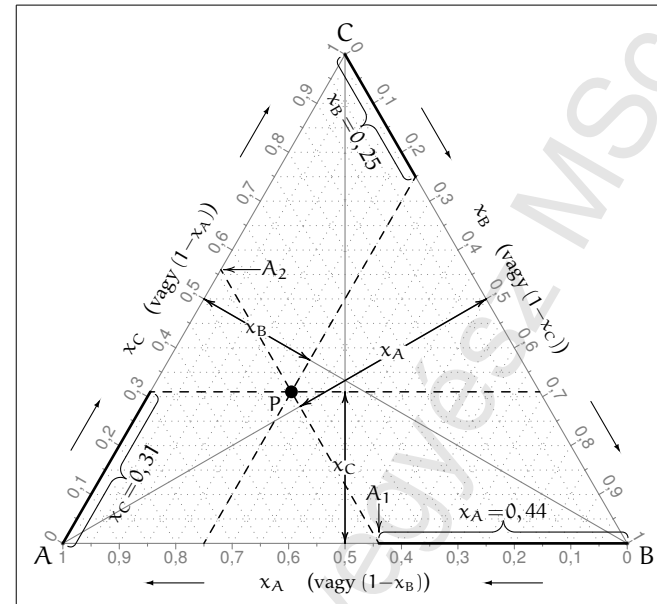
A Gibbs-féle fázisszabály általánosan érvényes összefüggést ad egy rendszerben a szabadsági fokok száma (SZ),¹ a fázisok száma (F), valamint a komponensek száma (K) között:

$$SZ + F = K + 2.$$

Ennek értelmében egy háromkomponensű rendszernek maximálisan négy szabadsági foka van, hiszen a fázisok minimális száma egy. Egy ilyen rendszer leírása négy állapotjelző megadásával történhet, célszerűen pl. a hőmérséklet (T), a nyomás (p) és két komponens móltörtjének az értékeivel. Az ilyen rendszerek teljes ábrázolása csak négy dimenzióban volna lehetséges. Ha két állapotjelzőt állandó értéken tartunk (pl. T és p), akkor lehetőség nyílik a rendszer két dimenziós ábrázolására (amely természetesen csak az adott T és p érték mellett jellemzi a rendszert). Egy ilyen ábrázolás megmutathatja, hogy adott összetétel mellett a rendszerben hány különálló fázis van.

Az ábrázolás történhetne a szokásos Descartes-féle koordináta-rendszerben, ha az egyik komponens (A) móltörtjét a vízszintes, a másikat (B) a függőleges tengelyen tüntetjük fel. Ez a mód azonban elrejtja a három komponens egyenértékűségét, hiszen a harmadik komponens (C) adatai csak közvetetten, az $x_A + x_B + x_C = 1$ összefüggés segítségével állapíthatók meg. Emiatt az ilyen rendszereket ún. háromszögdiagramban szokás ábrázolni úgy, hogy az adott pontokat egy egyenlő oldalú háromszögben rajzoljuk fel a következő (a 20.1 ábrán szemléltetett) szabályok alapján:

- A háromszög minden oldalának hossza egy egység, móltörtben kifejezve.² A háromszög minden oldalának hossza egy egység, móltörtben kifejezve.³
- A háromszög csúcsai egykomponensű rendszereknek, vagyis a tiszta A, B és C anyagoknak felelnek meg.



20.1. ábra. A háromszögdiagram használata háromkomponensű (A, B és C) rendszerek összetételének ábrázolására, az $x_A = 0,44$, $x_B = 0,25$ és $x_C = 1 - x_A - x_B = 0,31$ móltörtökkel megadható P pont példáján keresztül. Részletes magyarázat a szövegben.

- A háromszög oldalain a kétkomponensű rendszerek összetétele adható meg. Pl. az A és B csúcsot összekötő oldal minden pontja egy olyan rendszer móltörtjét adja meg, amelyben csak A és B anyag van, C nincsen. Minél messzebb van egy adott pont az A csúcsától, annál kisebb az A anyag móltörtje az adott rendszerben. A skála lineáris, pl. az $x_A = 0,8$, $x_B = 0,2$ és $x_C = 0,0$ pont az A és B csúcsot összekötő oldalon helyezkedik el, az A csúcsától 0,2, a B csúcsától 0,8 távolságra.
- A háromszög minden belső pontja egy háromkomponensű rendszernek felel meg. A 20.1 ábra szemlélteti, hogyan rajzolhatunk meg egy adott pontot a háromszögdiagramban. A legcélszerűbb ábrázolási módszer az, hogy a háromszög oldalain bejelöljük az egyes komponensek móltörtjeit, majd ezeket egyenesekkel összekötjük. A 20.1 ábrán a szaggatott vonalak mutatnak ezekre példát. Az A_1 és A_2 pontok a háromszög két megfelelő oldalán az A komponens móltörtjét mutatják, ezeket szaggatott vonal köti össze. Az A_1 pont megjelenésének módját a B csúcsból induló vastagított vonal és kapcsos zárójel is mutatja. A B és C komponensek móltörtjeit hasonlóan, szaggatott vonalak jelölik az ábrán.

¹A szabadsági fokok száma lényegileg megegyezik a változtatható értékű paraméterek számával.

²Az irodalomban ritkábban, de használják még a tömeg- és térfogattörteket, ill. ezek százalékos értékeit is. Ezek használatára a gyakorlaton nem kerül sor.

³Az irodalomban ritkábban, de használják még a tömeg- és térfogattörteket, ill. ezek százalékos értékeit is. Ezek használatára a gyakorlaton nem kerül sor.

A szaggatott vonalakkal jelölt három egyenes egy pontban metszi egymást, ez a metszéspont (az ábrán P) az ábrázolandó összetétel helye a háromszögdiagramon. A metszéspontot már két egyenes is egyértelműen meghatározza, ezért elegendő a három egyenes közül bármelyik kettő használata. Ez megfelel annak a ténynek, hogy egy háromkomponensű rendszerben két komponens móltörtjének az ismerete egyértelműen meghatározza a harmadikat.⁴

Ha nem ábrázolni szeretnénk, hanem egy már ábrázolt ponthoz tartozó móltörtököt akarjuk megkapni, akkor a ponton keresztül meghúzzuk a háromszög oldalaival párhuzamos három egyenest (szaggatott vonalak a 20.1 ábrán). Ezen egyenesek, valamint a háromszög oldalainak vagy magasságvonalainak metszéspontjaiból visszaolvashatók a kérdéses móltörtök.⁵

20.2. Fázisdiagramok ábrázolása háromszögdiagramban

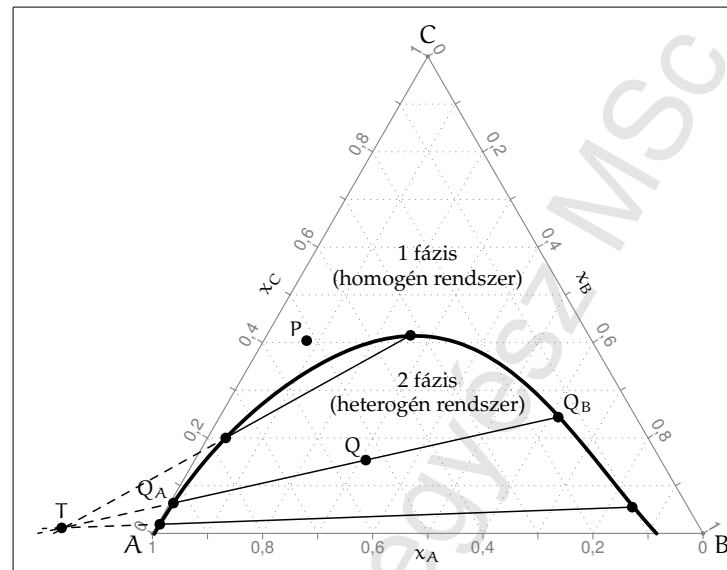
A terner rendszerek egyik legfontosabb csoportja a korlátozottan elegyedő folyadékok. Ezekben a rendszer lehet egy- vagy kétfázisú, az aktuális összetételtől függően. Háromszög-fázisdiagramban szokás feltüntetni az(oka)t a fázisgörbé(ke)t, amely az egy- és kétfázisú rendszereket eredményező összetételek határán van(nak).

Többféle lehetőség van a korlátozott elegyedésre, amelyek közül a gyakorlaton csak egyet foglalkozunk. Ebben az esetben a három folyadék közül A és B korlátozottan elegyednek egymással, míg a harmadik C folyadék mind A-val, mind B-vel korlátlanul keveredhet. Egy ilyen rendszer fázisgörbéjét mutatja a 20.2 ábra. A fázisgörbe a diagramot két részre osztja:

1. Bizonyos összetételeknél (ilyen pl. a P pont az ábrán) egyfázisú rendszer képződik. Ebben a tartományban a háromszögdiagramról visszaolvasható móltörtök pontosan megadják a rendszer összetételét.
2. Más összetételeknél (pl. a Q pont a 20.2 ábrán) a rendszer két fázist képez. Az egyik fázis túlnyomóan az A komponensből áll (a konkrét rendszerben ez a víz), a másik fázis pedig nagyrészt B komponenst (a példában propil-acetátot) tartalmaz. A C komponens (aceton) megoszlik a két fázis között. Heterogén rendszerekben a Q pontot definiáló móltörtök a két fázist *együttesen jellemzik*, az egyes fázisokra jellemző összetételeket a fázisgörbe két pontja (a Q pont esetében a Q_A és Q_B) adják meg. A Q_A pont megadja a propil-acetáttal telített víz acetontartalmát, míg Q_B pontból a vízzel telített propil-acetát acetontartalma adható meg az adott Q együttes összetétel mellett.

⁴Egy másik – szinte minden tankönyvben részletezett – módszer szerint meghúzzuk a háromszög magasságvonalait, ezeken jelöljük be a megfelelő komponensek móltörtjét, és a bejelölt pontokon keresztül merőlegeseket állítunk a magasságvonalakra. Így jutunk el a 20.1 ábrán szaggatott vonalakkal jelölt egyenesekig, amelyek metszéspontja adja meg a kérdéses pont helyét. Pl. az ábrán a B komponens móltörtjét a B csúcsból kiinduló magasságvonalon jelöljük úgy, hogy a megjelölt pont a csúccsal szembeni oldaltól a magasságvonal hosszának 0,25-szorosára van, ahogyan azt az x_B feliratú, két irányba mutató nyíl jelzi. Az ábra azt is mutatja, hogy ez a pont rajta van az előző módszerrel megrajzolt vonalon, amely merőleges a B csúcsból kiinduló magasságvonalra. Gyakorlati szempontból ez a módszer kicsit célszerűtlenebb, mint az előző, mert több segédvonalat kell berajzolni a háromszögdiagramba, nehezebben átláthatóvá téve azt.

⁵Mivel a háromszögdiagram nem olyan elterjedt, mint a milliméterpapír, ezért a leírás végén megadunk egy üres diagramot, hogy az olvasónak legyen lehetősége gyakorolni az ábrázolást.



20.2. ábra. A korlátozott elegyedés szemléltetése az A: víz, B: propil-acetát és C: aceton háromkomponensű rendszerben légköri nyomáson és 30 °C-on.

A Q ponton keresztül sok egyenes húzható, amely két pontban metszi a fázisgörbét. Ezek közül csak egy lesz az, amelyik a valós Q_A és Q_B pontot adja meg, ezt bekötővonalnak nevezzük. A gyakorlatban ezt úgy határozzák meg, hogy elválasztják a kétfázisú rendszer fázisait, majd külön-külön meghatározzák az összetételüket. Segít még a bekötővonalak meghatározásában a Taraszenkovszabály is, amely kimondja, hogy a két fázist adó összetételek bekötővonalai egy pontban metszik egymást a háromszögdiagram területén kívül, amely a T pont a 20.2 ábrán.

Meg kell jegyezni, hogy a Q_A és Q_B pontok ismerete még nem jellemzi egyértelműen a rendszert. Bármely olyan kétfázisú rendszer, amelynek együttes összetétele a Q_A -t és Q_B -t összekötő egyenesen van, két olyan fázisra válik szét, amelyek móltörtjeit Q_A és Q_B adja meg, de az egyes fázisok mennyisége változik. A T pont ismeretében viszont Q_A és Q_B egyértelműen megadható adott Q *együttes* összetétel mellett, mert – ahogyan azt az ábra is mutatja – a T-t és Q-t összekötő egyenes a fázisgörbét a Q_A és Q_B pontokban metszi.

Az ilyen típusú terner rendszereknek két fontos gyakorlati alkalmazása van, amelyekben szükség van a fázisgörbe ismeretére:

- Oldatokban végrehajtandó reakcióknál előfordulhat, hogy a két reaktánsnak nincs megfelelő közös oldószere. Ilyen esetekben a terner rendszerek lehetőségét bizto-

síthatnak arra, hogy a reagáló anyagokat külön oldószerekben oldják, majd egy harmadik oldószer segítségével egy fázist hozzanak létre.

- A terner rendszerek lehetőséget adnak arra, hogy egymással korlátlanul elegyedő folyadékokat – bizonyos határok között – elválasszunk. Pl. a 20.2 ábra szemlélteti, hogy a propil-acetát alkalmas az acetone eltávolítására vízből. Az ábrán látható, hogy a Q együttes összetétellel megadható rendszer két olyan fázist eredményez, amelyben a túlnyomórészt vizes fázisban (Q_A) jóval kevesebb az acetone, mint a nagyrészt propil-acetátos fázisban (Q_B). A két fázis pontos összetételét és mennyiségeik arányát a Taraszenkov-szabály segítségével lehet megállapítani.

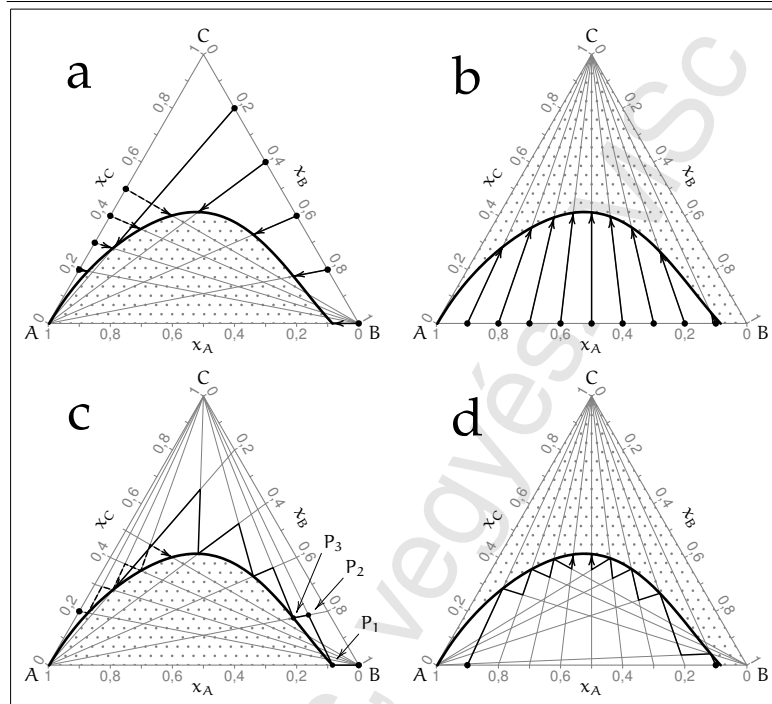
20.3. A fázisgörbe meghatározásának kísérleti módszere

A gyakorlat során egy terner rendszer fázisgörbéjének meghatározása a feladat titrálások sorozatával. A titrálások során különböző összetételű, kétkomponensű rendszereket titrálunk a harmadik komponenssel, és meghatározzuk azt a végpontot, amelynél a fázisok száma változik. Egy titrálási görbének a háromszögdiagramban egy olyan egyenes szakasz felel meg, amely egy csúcsot köt össze a szemben lévő oldal egyik pontjával. Pl. a 20.3a ábrán az A csúcsot a szemközti oldal $x_B=0$ -nek megfelelő pontjával összekötő egyenes egy olyan titrálási görbe felel meg, amelynél a titrálendő oldatban az B és a C komponensek vannak – a móltörtrekre vonatkoztatott – 0,4:0,6 arányban, és a titráló oldat az A komponens. A titrálás előrehaladtával egyre távolodunk a BC oldaltól a kérdéses egyenes mentén, és közelítünk az A csúcsához. Ha az egyenes metszi a fázisgörbét (és a példánkban ez történik), akkor a metszéspontnak megfelelő összetételnél megváltozik a fázisok száma. A további szemléltetésekben mindig feltüntetjük a titrálási görbéket megadó szakaszokat szürke vonalakkal.

A fázisgörbe pontjait titrálások szisztematikus sorozatával határozzuk meg, amelyek végrehajtására alapvetően két eljárást használhatunk:

1. Összeállítunk több, eltérő összetételű kétkomponensű elegyet, majd ezeket külön-külön titráljuk a harmadik komponenssel, amíg a fázisok számának változását nem tapasztaljuk. Erre a kísérleti sorozatra mutatnak például a 20.3a ábra folytonos vonallal megrajzolt nyilai. Ezekben az esetekben a titrálendő elegyek a B és a C komponenseket tartalmazzák, sorban az $x_B=0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ és $1,0$ móltörtökkel megadható összeállításokban. Ezeket az elegyeket az A komponenssel titrálva, a nyilak végpontjai mutatják azokat az összetételeket, amelyeknél az eredetileg egyfázisú elegy kétfázisúvá válik. Egy másik példa a 20.3a ábra szaggatott vonallal megrajzolt nyilai, amelyek egy olyan mérőssorozatot illusztrálnak, ahol a titrálendő oldat az A és a C komponensekből áll, míg a B komponens a titráló oldat.

Egy harmadik lehetőség is van, amelyben a titrálendő oldatok az egymással csak korlátoltan elegyedő A és B komponenseket tartalmazzák, és a C komponenssel titrálunk. Erre példát a 20.3b ábra nyilai adnak. Ilyen esetekben a végpont nem egy új fázis kialakulásának kezdete, hanem az egyik fázis eltűnésének befejeződése.



20.3. ábra. A titrálási görbék szemléltetése az egyedi (a és b háromszögdiagramok), valamint az additív titrálások módszerrel (c és d diagramok). A nyilak a titrálások folyamatát szemléltetik a pontokkal jelölt kezdeti összetételekből indulva. A pontozott területek a titrálások során nem érintett összetételeknek felelnek meg. További magyarázat a szövegben.

Látható, hogy a fázisgörbe pontjai háromféle titrálási sorozattal is meghatározhatók. Az mindig a konkrét esetben használt vegyületektől függ, hogy melyik sorozatot, vagy a sorozatok milyen kombinációját érdemes használni.

A most ismertetett eljárást a továbbiakban *egyedi titrálások módszernek* nevezzük. Ez a legtöbb esetben jól működik, azonban pazarlóan bánt a vegyületekkel. A terner rendszerek tanulmányozásához legtöbbször olyan szerves vegyületek szükségesek, amelyek drágák, ráadásul kisebb-nagyobb mértékben szennyeznek a környezetet. Emiatt sokszor célszerű egy másik, kísérleti szempontból bonyolultabb eljárást, az *additív titrálások módszert* használni.

2. Ezt a módszert a 20.3c és d ábrák szemléltetik. Az eljárás megértéséhez összehasonlítjuk a 20.3c ábrán folytonos vonalú nyíllal jelölt titrálási sorozatot az előző

módszer ennek megfelelő titrálásaival (amelyek a 20.3a ábra folytonos vonallal megrajzolt nyilai).

Legyen a titráló anyag az A komponens, először ezzel titráljuk a tiszta B komponenset. Az első titrálás végpontjában eljutunk a fázisgörbe egyik alappontjához (ld. a 20.3c ábrán a B csúcshól a P_1 pontba tartó vonalat). Ezután a megtitrált mintát nem öntjük ki, hanem hozzáadunk annyi C komponenset, hogy a 20.3c ábra CP_1 szakaszán a P_1 pontból eljussunk a P_2 összetételű pontba. Ezzel ismét egyfázisú rendszert kapunk, amelyet az A komponenssel tovább titrálva megkapjuk a fázisgörbe egy további pontját (P_3). A P_2 és P_3 pontok annak a titrálási folyamatnak is pontjai, amelyben az $x_B=0,8$, $x_C=0,2$ móltörttekkel megadott mintát titráljuk az A komponenssel az egyedi titrálásos módszerrel (ld. a 20.3a ábra).

A P_3 pontból kiindulva, a titrált mintához további C komponenset adva tovább folytathatjuk ezt az eljárást, és meghatározhatjuk a fázisgörbe több pontját anélkül, hogy a felhasznált anyagok veszendőbe mennének, így sokkal kevesebb anyag kell ugyanazon kísérleti pontok meghatározásához. Az additív titrálásos eljárás akkor is használható, ha a titráló komponens a B vagy a C (ld. a 20.3c ábra szaggatott vonalú nyilai és a 20.3d ábra nyilai).

20.4. A gyakorlat kivitelezése

A vizsgálandó rendszer A komponense mindig a víz, a B és C komponenset ismeretlenként adjuk ki. A továbbiakban mindig a B komponenset tekintjük a vízzel korlátoltan, míg a C komponenset a vízzel korlátlanul elegyedőnek. Mivel ismeretlen szerves vegyületekkel dolgozunk, ezért a kísérleti munkát bekapcsolt elszívófülke alatt kell végezni!

A gyakorlat elején a hallgató megkapja a két ismeretlent és azok moláris tömegét. Az első feladat annak megállapítása, hogy melyik ismeretlen a B és melyik a C komponens. A rendelkezésre álló két kémcső egyikébe adjunk $\sim 1 \text{ cm}^3$ első ismeretlent, a másik kémcsőbe $\sim 1 \text{ cm}^3$ második ismeretlent, majd mindkettőhöz ugyanennyi vizet. A kémcsöveket összerázza homogén elegyet kapunk a vízzel korlátlanul elegyedő komponens esetében, míg a másik komponens heterogén elegyet képez. Az előbbi a C, míg az utóbbi a B komponens.

A második feladat a kiadott ismeretlenek sűrűségének meghatározása.⁶ A megfelelő büretta segítségével $5,00 \text{ cm}^3$ ismeretlent kimérünk egy dugóval együtt előre lemért, száraz, csiszolatos, 50 cm^3 -es Erlenmeyer lombikba, és megmérjük a tömegét. A leengedett minta tömegének és térfogatának ismeretében az anyag sűrűsége számolható. Ezt a mérést mindkét ismeretlennel el kell végezni.⁷

Ezek után a fázisgörbe pontjainak meghatározásához kell a titrálásokat végrehajtani. A gyakorlatvezető megadja, hogy (1) milyen titrálási sorozatokat kell végrehajtani, valamint (2) az egyedi vagy additív titrálásos módszert kell használni. Amennyiben a gyakorlatvezető mást nem mond, akkor (1) B és C komponenseket tartalmazó mintákat kell titrálni az A komponenssel úgy, hogy B-re nézve a titrálán-

⁶Valójában ez a feladat a gyakorlat során bármikor elvégezhető.

⁷A számolásokhoz a harmadik komponens, vagyis a víz sűrűségét a függelék F.3. oldalán található (F.2) egyenlet adja meg.

dó minták 95, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 és 10 térfogat%-osak kezdetben, és (2) az első hét titrálásra az additív titrálásos módszert kell használni, míg az utolsó háromra az egyedi titrálásos módszert. A titrálendő minta kiindulási térfogata minden esetben 10 cm^3 , és a titrálást nem kell folytatni, ha a fogyás túlhaladta a 25 cm^3 -t. Az additív titrálásos módszer alkalmazásához a tiszta B komponenset kell elkezdni titrálni az A komponenssel. A titrálás előtt ki kell számolni, hogy a 10 cm^3 B komponenshez összesen hány cm^3 C komponenset kell adni, hogy csak az elegyben lévő B és C arányát tekintve a fentebb megadott térfogatszázalékos arányokhoz jussunk. Minden újabb titrálás előtt ennyire egészítjük ki a már korábban hozzáadott mennyiséget.

A fenti titrálások után – amennyiben ezekre a titrálásokra korábban nem került sor, – az A és B komponensek kölcsönös oldhatóságát határozzuk meg, vagyis a fázisgörbe alappontjait (ld. a 20.3a ábrán a fázisgörbe végpontjait az \overline{AB} szakaszon). Ehhez $10,00 \text{ cm}^3$ B komponenset kimérünk egy csiszolatos Erlenmeyer lombikba, majd ezt titráljuk az A anyaggal addig, amíg meg nem jelenik a két fázis. Ezt szemlélteti a 20.3a ábrán a B csúcshól kiinduló vízszintes nyíl. Ezután ugyanezt a titrálást fordítva is végrehajtjuk, vagyis A-t titráljuk a B-vel.

A titrálások során felmerülhet néhány gyakorlati nehézség:

1. A titráló oldat részleteinek hozzáadása után a titrált mintát mindig erősen rázzuk leszorított csiszolattal, hogy a kölcsönös oldhatósági egyensúlyok beálljanak.
2. A titrálás végpontja sokak számára nehezen észlelhető, főleg a gyakorlatlanság miatt. A következő észlelések bármelyike új fázis megjelenésére utal:
 - az elegy opálösszá válik, és ez a zavarosság erős rázás után az elegyet pihentetve sem tűnik el;
 - a mintában nagyon apró cseppek formájában megjelenik egy új fázis; vagy
 - a titráló lombik belső falára cseppecskék „ragadnak” fel.

Ha nem egy új fázis megjelenése, hanem egy fázis eltűnése a titrálás végpontja, akkor a fentiek egyikét sem szabad észlelni. A végpont meghatározásának bármilyen nehézsége esetén kérjünk segítséget a gyakorlatvezetőtől!

3. A titrálási végpontokhoz tartozó térfogatok nagyságrendekkel különbözhetnek egymástól. Ez ennél a gyakorlatnál természetes, de sok hallgatót elbizonytalaníthat, akik arra emlékeznek, hogy a térfogat analízis laboratóriumi gyakorlatainál a fogyások számum 20–30 %-kal tértek el egymástól. Ez a bizonytalanság a rossz végpontjelzéssel együtt értékelhetetlen mérési adatokat eredményezhet.
4. Amikor a végpontról még semmilyen információnk nincs, a titrálásokat érdemes cseppenként (nagyobb fogyásoknál néhány cseppenként) végrehajtani, nehogy túltitráljuk az oldatot.
5. Ha a gyakorlat során ki kell szárítani egy csiszolatos Erlenmeyer lombikot, akkor mossuk át 3–4-szer 2–3 cm^3 acetonnal és vízsugárszivattyúval szárítsuk ki. Ne használjunk szűrőszekrényt, mert a vastag falú lombik csak lassan hűl le.

Az előírt kísérletek befejeztével mutassuk meg a mérési adatokat az oktatónak, és ha szükséges, végezzünk további titrálásokat a fázisgörbe hiányzó részeinek meghatározására.

A kísérletek során elhasznált vegyszereket a rendelkezésre álló gyűjtőedényekbe kell tölteni, nem szabad a lefolyóba kiönteni.

20.5. A mért adatok értékelése

1. A mérési adatokat és a számolások eredményeit foglaljuk össze az alábbi táblázatban:

$A=H_2O$, $B= \dots$ jelű ismeretlen, $C= \dots$ jelű ismeretlen

$M_r(A)= \dots$, $M_r(B)= \dots$, $M_r(C)= \dots$

$\rho(A)= \dots \text{ g/cm}^3$, $\rho(B)= \dots \text{ g/cm}^3$, $\rho(C)= \dots \text{ g/cm}^3$

V_A (cm^3)	V_B (cm^3)	V_C (cm^3)	n_A (mol)	n_B (mol)	n_C (mol)	$n_{\text{összes}}$ (mol)	x_A	x_B	x_C

2. A móltörtöket ábrázolva készítsük el az A, B és C komponensekből álló terner rendszer fázisdiagramját egy háromszögdiagramban, és elemezzük azt 4–5 mondatban.

Ellenőrző kérdések

- Adja meg a Gibbs-féle fázisszabályt!
- Egy háromkomponensű rendszerben maximálisan hány fázis lehet egymással egyensúlyban? Indokolja válaszát!
- Jelölje meg egy háromszögdiagramon az egy-, két- és háromkomponensű rendszerek helyeit!
- Írja le 4–5 mondatban, hogyan ábrázol egy pontot a háromszögdiagramban (bármelyik módszerrel)!
- Mit nevezünk fázisgörbének?
- Rajzolja fel egy háromszögdiagramban egy olyan terner rendszer sematikus fázisgörbéjét, amelyben két komponens egymással korlátoltan elegyedik, a harmadik komponens pedig mindkettővel korlátlanul! Adja meg az egyes területeken a fázisok számát!
- Adja meg a Taraszenkov-szabályt!
- Milyen gyakorlati alkalmazása lehet a 6. kérdésnél részletezett terner rendszernek?
- Ismertesse 4–5 mondatban az egyedi titrálósos módszert!
- Ismertesse 4–5 mondatban az additív titrálósos módszert!
- Jelölje meg egy háromszögdiagramon, hogy milyen irányban változik egy tetyszöleges A, B és C komponensekből álló terner elegy összetétele, ha tiszta A anyagot adunk hozzá!
- Hogyan határozza meg a kiadott ismeretlenek sűrűségét a gyakorlaton?
- B és C komponenseket tartalmazó oldatot titrálunk az A komponenssel. A titrálási végpontban az elegy $4,3 \text{ cm}^3$ A-t, $10,0 \text{ cm}^3$ B-t és $7,3 \text{ cm}^3$ C-t tartalmaz. Hány

cm^3 C komponenst kell az elegyhez adni, hogy az csak a B és C arányát tekintve a B-re nézve 40 térfogat%-os legyen?

14. $6,1 \text{ cm}^3$ vizet (sűrűsége $0,99 \text{ g/cm}^3$, $M_r=18,02$), $20,0 \text{ cm}^3$ acetont ($\rho=0,79 \text{ g/cm}^3$, $M_r=58,08$) és $6,0 \text{ cm}^3$ dioxánt ($\rho=0,99 \text{ g/cm}^3$, $M_r=88,10$) elegyítünk. Mennyi lesz az egyes komponensek móltörtje az elegyben?

Megjegyzés: A háromszögdiagramban történő ábrázolás nem mindennapos, emiatt a diagramot sem lehet megvásárolni minden boltban. A gyakorlat megkönnyítésére az alábbiakban megadunk egy üres háromszögdiagramot.

