

5. gyakorlat

SZOLUBILIZÁCIÓS JELENSÉGEK TANULMÁNYOZÁSA

5.1. Bevezetés: asszociációs kolloidok és alkalmazásuk nehezen oldható vegyületek szolubilizációjára

Poláris és apoláris csoportokat egyaránt tartalmazó amfipatikus molekulákból alkalmas körülmények között kolloid méretű asszociátumok (micellák) keletkeznek. A micellák meghatározott koncentrációjú oldatokban (a kritikus micellaképződési koncentráció, c.m.c. felett), megfelelő oldószerben és hőmérséklettartományban alakulnak ki.

Az asszociációs kolloidok eredetük szerint lehetnek:

- micellaképző természetes anyagok: koleszterin, lecitin, epesavak
- szintetikus anyagok: szappanok, szintetikus tenzidek
- nem micellaképző, de asszociáló szerves makromolekulák (pl. humátok), színezékek (pl. metilénkék, kongóvörös).

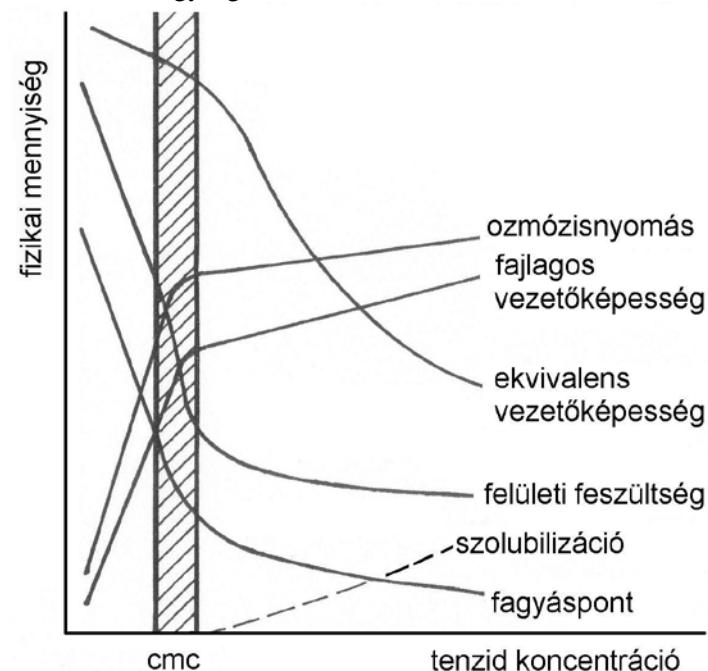
Molekulaszerkezetük szerint is megkülönböztethetünk különböző típusokat:

- anionaktív (az apoláris csoport az anion része)
- kationaktív (az apoláris csoport a kation része)
- nemionos (az apoláris részhez nemdisszociáló poláris rész kapcsolódik)
- amfoter (a poláris főcsoport ikerionos szerkezetű)

Az asszociációs kolloidok fizikai-kémiai tulajdonságai megfelelően kis koncentrációjú vizes oldatokban a kis molekulájú vegyületekhez hasonló (általában a koncentrációval egyenesen arányos) változást mutatnak, nagyobb koncentrációknál ugyanakkor a micellaképződés miatt eltérést tapasztalunk. A tenzidkoncentráció függvényében jellegzetes, többé-kevésbé éles törésponttal rendelkező görbék adódnak (5.1 ábra).

A tenzidoldat koncentrációjának növekedésével a felületi feszültség meredek csökkenése a c.m.c.-nél megszűnik, mivel a monomolekulás felületi réteg kialakulása közel egybeesik a c.m.c.-vel. Az ekvivalens vezetőképesség csökkenésének az az oka, hogy a micellában levő

molekulák jelentős része nem disszociált. A fajlagos vezetés a c.m.c. alatt a tenzidionok számának, c.m.c. felett pedig a micellák számának növekedése miatt növekszik. Az ozmózisnyomás, valamint a fagyáspont a vártnál jóval kisebb mértékben változik, mivel c.m.c. felett a micellaképződés miatt alig nő az oldatban levő egységek száma.



5.1. ábra. Tenzidoldatok fizikai mennyiségeinek változása a koncentráció függvényében. A vezetőképesség-változás csak ionos tenzidek esetén értelmezhető.

A c.m.c. meghatározása elvileg bármelyik fenti tulajdonság mérésével történhet. A gyakorlatban a fajlagos vezetés koncentrációval való változásából határozzák meg, de gyakran használják a felületifeszültség-mérés módszerét is (lásd „Asszociációs kolloidok képződése” gyakorlat). Gyors, de az előbbieknél kevésbé pontos a színezékmódszer, amely azon a jelenségen alapszik, hogy megfelelő festéket tartalmazó felületaktív anyag oldatok színe jellegzetesen megváltozik, ha elérjük a c.m.c.-nek megfelelő

koncentrációt. Olyan indikátort kell választani, amelyben a festő ion töltése ellentétes a felületaktív anyag micellájának töltésével. Anionaktív anyag c.m.c.-jét ezért pozitív töltésű festékekkel (pinacianol-klorid, rodamin 6G), kationaktív anyagét pedig anionos festékekkel (eozin, fluorescein) mérhetjük.

A szolubilizáció

Az asszociációs kolloidokra jellemző, hogy vízben rosszul oldódó apoláris anyagok nagyobb mennyiségét is képesek kolloid oldatban tartani. Ez a jelenség a szolubilizáció. Az asszociációs kolloid micellái struktúrájukban foglalják a rosszul oldódó anyagot. Növelve a szolubilizálandó anyag mennyiségét, egyre több apoláris molekulára egyre kevesebb tenzid molekula jut, és bizonyos határon túl (mikro)emulzió vagy szol keletkezik. A szolubilizáció tehát átmenetnek tekinthető a molekuláris oldás és a diszpergálás között. Különösen jelentős az élő szerkezet zsiradék-transzportja szempontjából, továbbá a vízben oldhatatlan zsírok, olajok, toxikus fenolok oldatba vitelénél. A különféle szerkezetű szolubilizátumok különböző mértékben csökkentik vagy növelik a c.m.c.-t, attól függően, hogy a micella melyik részébe épülnek be. Ezért a c.m.c. szolubilizációval történő meghatározása csak közelítő értéket szolgáltat. Szemipoláris szerves molekulák úgy épülnek be a micellákba, hogy poláris részük az ionos tenzidek apoláris csoportjai között helyezkedik el, ennek következtében csökkentik az elektrosztatikai taszítást és a micellaképződés szabadentalpiáját. Bár a szolubilizáció a micellák jelenlétével függ össze, a szolubilizátum jelenlétében a c.m.c. sokszor csökken, ami „pre-micelláris” aggregátumok jelenlétével kapcsolatos. Elektronspin-rezonancia és mágneses magrezonancia vizsgálatok pedig arra hívták fel a figyelmet, hogy a micelláris szolubilizációt nem sztatikus, hanem dinamikus jelenségnek kell tekinteni.¹

¹ Így megállapították, hogy a Na-dodecil-szulfát micellában a szolubilizált benzolmolekula tartózkodási ideje 10^{-4} s.

A maximálisan szolubilizálható mennyiség meghatározása

Azt a legnagyobb szolubilizátummennyiséget, amelyet az adott rendszer a termodinamikailag stabilis oldat fenntartása mellett felvehet, *maximálisan szolubilizálható koncentrációnak* (maximum additive concentration), röviden *MAC-értéknek* nevezik. Ez a mennyiség az anyagi minőség (tenzid/oldhatatlan vegyület/oldószer kémiai tulajdonságai) mellett függ a rendszer hőmérsékletétől és a tenzid koncentrációjától.

Adott összetételű rendszer MAC-értékét meghatározhatjuk a kérdéses szilárd anyag vagy folyadék oldatba vitt mennyiségével. Ez különösen akkor egyszerű, ha a szolubilizálandó anyag színes vagy fluoreszkáló, mert akkor spektrofotometriás módszert alkalmazhatunk a mennyiségi meghatározásra. Szolubilizáció következtében a fluoreszkáló vegyületek fényemissziója felerősödik, a kisugárzott alacsonyabb hullámhosszúságú fény intenzitása megnő. A fluoreszcencia jelensége a fény, mint elektromágneses hullám és a molekulák elektronrendszere közötti kölcsönhatáson alapul. A gerjesztő foton energiájának felvételével az elektronok gerjesztett, magasabb energiájú állapotba kerülnek. A gerjesztett állapotban lévő elektronok a gerjesztési energia leadásával visszatérnek az alapállapotba (relaxáció). A legnagyobb valószínűségű a sugárzásmentes relaxáció, de ha a gerjesztési energia sugárzásmentes elvezetése valamilyen okból gátolt, a relaxáció sugárzás útján következik be. A rövid idejű fluoreszcens sugárzásra jellemző, hogy a gerjesztő fény kikapcsolásakor megszűnik, és frekvenciája kisebb, mint a gerjesztő sugárzásé (STOKES-átmenet). A gátlás oka vagy a molekulászerkezet lokális merevsége (π -kötések, aromás csoportok) vagy az, hogy a kromofor csoport olyan molekuláris környezetbe kerül, amely a vibrációt, rotációt gátolja.

Gyengén, vagy egyáltalán nem fluoreszkáló vegyületek micellákat tartalmazó közegben szolubilizálva gyakran intenzíven fluoreszkálnak. A micelláris tenzidoldatok fluoreszcenciaintenzitást erősítő hatását sikerrel használják fel mind a szerves, mind a szervetlen kémiai mennyiségi analitikában. Speciális esetekben alkalmas tenzidek koncentrációjának meghatározására is.

A MAC-értékek meghatározásakor a felületaktív anyag optikailag tiszta oldatához növekvő mennyiségben adagoljuk a szolubilizálandó

anyagot, melynek hatására az oldatban zavarosság lép fel. Ennek mértéke akkor nő meg számottevően, amikor a felületaktív anyag micellái a bevitt anyag beépítésére már nem képesek és ennek részecskéire, ill. cseppjeinek felszínére szorulva az így keletkezett lényegesen nagyobb részecskékből álló diszperziót állandósítják. A jelenséget szabad szemmel, mennyiségileg pedig abszorpciós fotometriával, fényátbocsátás vagy fényelnyelés alapján, a fényszórás vizsgálatával vagy a zavarosság nefelometriás észlelésével követhetjük.

5.2. A gyakorlat célja

A szolubilizáció tanulmányozása több gyakorlati felhasználás szempontjából is hasznos. A mindennapokban (remélhetőleg) megtapasztalt mosóhatás, mely a c.m.c. közelében optimális, a nedvesítő és az emulgeáló, valamint a szolubilizáló hatás kombinációján alapszik. Gyógyszerészeti szempontból fontos, vízben nehezen oldódó vegyületek adminisztrációja szempontjából szintén az egyik legjelentősebb eljárás a micelláris szolubilizáció biokompatibilis tenzidek felhasználásával.

A gyakorlat során két, a szolubilizáció jelenségével kapcsolatos **feladatot végzünk el** tetszőleges sorrendben:

- benzooesav szolubilizációjának tanulmányozása kereskedelmi forgalomban kapható tisztítószer oldatában; **cél a benzooesav termékre vonatkozó szolubilizációs kapacitásának² meghatározása**
- egykomponensű tenzidminta vizes oldatában elosztatott fluoreszkáló festék fluoreszcenciájának vizsgálata; **cél a tenzid c.m.c.-jének meghatározása** (színezékmódszer)

A gyakorlaton az eddigi tanulmányok során eddig (valószínűleg) nem ismert laboratóriumi eszközök használatával is megismerkedünk (ultrahangos kád diszpergálás céljából történő alkalmazása, ill. diszpergált részecskék fecskendőszűrővel történő gyors elválasztása a diszperzió-közegtől).

² A szolubilizációs kapacitás jelentését lásd később.

5.3. Benzooesav szolubilizálhatóságának vizsgálata

Eszközök:

- 100 cm³-es mérőlombik (széles nyakú, amelybe 50 cm³-es pipetta belefér)
- Pasteur-pipetta
- 25 cm³-es büretta
- 50 cm³-es (lehetőleg egyjelű) hasas pipetta
- 5 db 60 cm³-es fiola (száraz!)
- 3 db Erlenmeyer-lombik
- ultrahangos kád
- 0,45 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrő
- 10 cm³-es fecskendő
- 6 db 50 cm³-es (száraz!) főzőpohár (mérőoldat feltöltéséhez, felhasznált oldat gyűjtéséhez, fecskendőszűrő átmosásához, ill. 3 db a szűrlet gyűjtéséhez)

Anyagok:

- kereskedelmi tisztítószer (eredeti flakonban vagy üvegedényben kiadva)
- benzooesav
- ismert, kb. 0,025 mol/dm³ koncentrációjú NaOH mérőoldat
- fenolftalein indikátor
- szilárd NaCl, KCl, NaNO₃, vagy KNO₃

A kísérleti munka három főbb lépése a következő:

- 1) a szolubilizátor növekvő, c.m.c. feletti koncentrációjú oldatsorozatának elkészítése, amennyiben a gyakorlatvezető előírja, állandó elektrolit-tartalom mellett
- 2) a benzooesav diszpergálása a micelláris oldatsorozatban
- 3) a benzooesav *maximális hozzáadható koncentrációinak* mennyiségi analitikai módszerrel (sav-bázis titrálással) történő meghatározása (az adott oldatösszetétel mellett a szilárd fázissal egyensúlyban levő szolubilizátum koncentrációjának mérése)

Részletes kísérleti lépések

1) A tenzidoldat-sorozat elkészítése.

Jegyezze fel a kiadott tisztítószerminta nevét (vagy ha nem ismert, betűjelét), majd 100 cm³-es mérőlombikba táramérlegesen 1%-os pontossággal mérjen be akkora tömegű mintát Pasteur-pipettával, hogy 2(-4 közötti) vegyes%-os oldatot kapjon. Ha a gyakorlatvezető kéri, elektrolitot is adagoljunk a törzsoldathoz. A kívánt összetétel a tiszta szolubilizátorra vonatkozik, ezért vegye figyelembe, hogy a kiadott minták nem tiszta tenzidek, hanem tenzidkeverékek és adalékanyagok (pl. illatanyagok, konzerválószerke) viszonylag híg vizes oldatait³. Vegyük figyelembe ezért, hogy a kiadott folyékony tenzidminták víztartalma a következő:

„Zekol aloe vera” mosogatószer esetén	91,2 tömeg% víz
„Alio” mosogatószer esetén	71,1 tömeg% víz

Ezen (2-4) vegyes%-os törzsoldat ismételt, kétszeres hígításával négytagú, 50-50 cm³-es térfogatú sorozatot készítünk a következőképpen. Jelre töltés és homogenizálás után 50 cm³-t kipipettázunk az első fiolába, majd kétjelű pipetta használata esetén visszaengedjük a jel alatti térfogatot a mérőlombikba, amelyben az oldattérfogat így a mérési pontosság szempontjából elhanyagolható mértékben tér el 50 cm³-tól. Ezt a maradék térfogatot ionmentes vízzel jelre töltjük, és az oldatot homogenizáljuk. Ezt követően a hígított oldatból a második fiolába pipettázunk ki 50 cm³-t, majd a hígítást még kétszer ismételjük meg az előzőek szerint.

2) A benzooesav szolubilizációja.

Egy újabb fiolába töltünk kb. 50 cm³ ionmentes vizet, és feleslegben adjunk hozzá benzooesavat (kb. negyed vegyszeres kanálnyi mennyiséget, ≈ 0,5 g). Hasonlóképpen adjuk hozzá a szolubilizálandó anyagot a tenzidoldatokhoz, azonban itt már fél vegyszeres kanálnyi benzooesavra is szükség lehet az adott tenzid szolubilizálóképességétől függően. Az így előállított szuszpenziókat ultrahangos kádba állítsuk, vagy fogjuk be, és 15

³ Mivel a mosogatószernek csak a szilárdanyag-tartalmát ismerjük, és nem tudjuk, pontosan mekkora ezen belül az amfilil komponensek részaránya, a szolubilizációs adatok megadásakor a „tenzidkoncentráció”-ba beleértjük az adalékanyagokat is.

percig ultrahangozzuk ezeket a benzooesav szolubilizációjának elősegítése érdekében. A szilárd fázis szemcseméretétől, az akusztikus hatás mértékétől és a tenzid típusától és koncentrációjától függően a benzooesav vagy az edény alján/tetején marad, vagy a micelláris oldatban kisebb-nagyobb mértékben diszpergálódik. Amennyiben az ultrahangos kezelés végén, vagy akár már közben azt észleljük, hogy a szilárd fázis elfogyott, vagy az eredetileg zavaros szuszpenzió kitisztult, akkor kis mennyiségű benzooesav hozzáadásával pótoljuk a szilárd fázist úgy, hogy az a szolubilizáció végén is feleslegben maradjon. Jegyezzük föl a laboratórium hőmérsékletét!

3) A szolubilizátum telítési mennyiségének meghatározása.

A szolubilizátum savi jellege lehetővé teszi, hogy a megfelelő MAC-értékét egyszerű sav-bázis titrálással meghatározzuk. A titrálás során nemcsak az oldhatósági viszonyoknak megfelelő mennyiségben szabadon (pontosabban hidratált állapotban) jelenlevő, hanem a micellákba zárt benzooesav is reagál a lúgmérőoldattal. Ennek oka nem elsősorban az, hogy a vegyület karboxilcsoportjai a micellák fejcsoportjai között, a vizes fázissal kontaktusban vannak, hanem az, hogy a szolubilizáció egy dinamikus egyensúlyra vezető folyamat, melynek során az oldatfázisban elreagáló sav pótlása addig folytatódik, míg a szolubilizátum teljes mennyisége ki nem záródik a duzzadt micellákból.

A titrálás előtt azonban a szolubilizátumot el kell választani diszpergált szilárd kristályoktól. Az ultrahangozás után legalább 30 percet várva (miután a diszperziók szobahőmérsékletre hűltek), a benzooesavat tiszta és száraz 50 cm³-es főzőpoharakba történő átszűréssel távolítsuk el. Ha a szűrlet zavaros, a szűrést meg kell ismételni. Ezt elvégezhetjük egyetlen 0,45 μm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrővel is a gyakorlatvezető útmutatása szerint, ha növekvő tenzidkoncentráció szerinti sorrendben szűrünk. Ügyeljünk arra, hogy a szűrőn átnyomott oldat első néhány cm³-ét ne használjuk fel.

Végül a kristálytiszta szűrletekben oldott ill. szolubilizált benzooesav koncentrációját határozzuk meg 10-10 cm³-es oldatrészeket 0,025 M-os koncentrációjú NaOH mérőoldattal történő titrálásával fenolftalein indikátort felhasználva. Végezzük el a titrálást mind az öt szűrletre. Ha a gyakorlatvezető előírja, vagy a NaOH-oldat pontos koncentrációja nincs az

üvegén feltüntetve, akkor határozza meg a mérőoldat pontos összetételét ismert koncentrációjú sósavoldat 10 cm³-ének titrálásával.

Eszközök tisztítása: Ügyeljünk arra, hogy az összes szolubilizátum leszűrése után a fecskendőbe a NaOH-törzsoldatot felszívva, majd a fecskendőn az oldatot átnyomva oldjuk fel a szűrőlepenyt, majd mossuk át többször vízzel is, hogy a szűrő alkalmas legyen többszöri felhasználásra. A nedves szűrőből is próbáljuk a lehető legnagyobb mennyiségű vizet kinyomni az üres fecskendőből történő levegőátnyomással. A fiolákat és a főzőpoharakat átmosás után tegyük be szárítószekrénybe.

Mérési eredmények kiértékelése, számítási feladatok

1. Határozzuk meg a benzoésav MAC-értékeit g/dm³ tömegkoncentráció-egységben! A tenzidmentes rendszerben ez a benzoésavnak a laboratórium hőmérsékletére vonatkozó egyensúlyi oldhatóságának felel meg. Ennek kiszámításához készítsük el a következő táblázatot:

Szolubilizátor koncentrációja (vegyes %)	Szolubilizátor tömegkoncentrációja (g/dm ³)	Mérőoldat pontos koncentrációja (M)	Mérőoldat fogyásának átlaga (cm ³)	MAC (M)	MAC (g/dm ³)

2. Internetes vagy kézikönyvi forrásból nézzünk utána a benzoésav oldhatóságának a laboratórium hőmérsékletének környezetében. Interpolációval számítsuk ki az irodalmi értéket ezen a hőmérsékleten, és vessük össze a kísérleti eredménnyel. Amennyiben nagy eltérést tapasztalunk, próbáljuk ezt értelmezni.

3. Ábrázoljuk a MAC-értékeket a szolubilizátor koncentrációjának függvényében. A megfelelő kísérleti adatokra illesszünk egyenest! Ennek meredeksége az ún. szolubilizációs kapacitás (SZK), amelyet „mg benzoésav/g szolubilizátor egységben adjuk meg!

4. A SZK alapján számítsuk ki az egy micellára jutó benzoésavmolekulák számát feltételezve, hogy a felhasznált vegyes micellák aggregációs száma N = 60 és a tenzidkeverék átlagos moláris tömege 300 g/mol.

5.4. Kationos tenzid kritikus micellaképződési koncentrációjának meghatározása színezékmódszerrel

Eszközök:

- 100 cm³-es mérőlombik
- 3 db 50 cm³-es főzőpohár (eozin és tenzid törzsoldat, valamint a víz kiméréséhez)
- 25 cm³-es hasas pipetta
- 11 db (20 cm³-es, száraz!) kémcső
- 3 db 5 cm³-es osztott pipetta, 1 db 1 cm³-es pipetta
- kémcsőrázó (esetleg együtt a S/L adszorpciós gyakorlattal)
- SPEKOL spektrofotométer fluoreszcencia-feltéttel
- négy átlátszó oldallal rendelkező műanyag küvetták

Anyagok:

- 0,01 mol/dm³ koncentrációjú tenzid törzsoldat
- 0,1 mmol/dm³ koncentrációjú eozin-Y törzsoldat

Kapcsoljuk be a spektrofotométert, és hagyjuk a mérés előtt legalább 20 percet bemelegedni. A kiadott, 0,01 mol/dm³ koncentrációjú tenzid törzsoldatból készítsünk négyszeres hígítást 100 cm³ osztófogatban. 11 db kémcsőbe mérjünk be 5-5 cm³ eozin-Y oldatot, majd ezekhez adjunk hozzá először ionmentes vizet, majd a hígított tenzidoldatot úgy, hogy az oldatok osztófogata 10 cm³ legyen, miközben a tenzidoldat, ill. a víz térfogatát 0 és 5 cm³ között 0,5 cm³-enként változtatjuk.

A kémcsöveket homogenizáljuk kémcsőrázóval (a S/L adszorpciós gyakorlat eszközei között); ha ez nincs, akkor a habzás elkerülésének céljából csak óvatos forgatással. Figyeljük meg a rendszerek színét (ha van, spotlámpával) annak eldöntésére, hogy melyik kémcsövekben tűnik fel a fluoreszcenciára jellemző zöldes árnyalat, és mely kémcsövekben jelenik meg tiszta lila színnel a fluoreszcens festék. A megfigyeléseket jegyezzük fel és azonosítsuk be a rendszereket a következő jellemzők alapján:

- Eozin-Y tiszta oldatban: zöldesen fluoreszkál, rózsaszín
- Tenzid-eozinát ionkomplex: nem fluoreszkál, lila
- Micellában szolubilizált tenzid-eozin komplex: zöldesen fluoreszkál

Az oldatsorozat fluoreszcenciás mérése

A fotométer küvettájába töltünk kb. 2 cm³-nyi mennyiséget a tenzidet nem tartalmazó mintából. Zárjuk a fotométer fényútját a feltét alatti karral, majd a készülék durvabeállító csavarjával állítsunk be zérus fluoreszcencia-intenzitást. Ezt követően nyissuk ki a fényutat, és keressük meg azt a gerjesztési hullámhosszat, amely mellett maximális fluoreszcencia-intenzitást kapunk (a készülék kijelzett „transzmittancia” értéke a lehető legnagyobb érték egy állandó erősítés mellett). Jegyezzük le ezt a hullámhosszat, majd ismételten zárjuk a fényutat és állítsuk újra a zérus intenzitást. Végül nyissuk ki a fényutat és állítsuk be a relatív fluoreszcencia-intenzitást (kijelzett intenzitásértéket) 70-re a durva- és/vagy a finombeállító-csavarral.

Mérjük meg az elegyek fluoreszcencia-intenzitását növekvő tenzidkoncentráció szerinti sorrendben. A mérésekhez a következőkre legyünk tekintettel:

- A mintatartó „szorul”, kezdetben nehezen lehet feltolni a mérőállásba, majd hirtelen felugrik, amivel a mérendő oldat egy része szétsapódhat a mintatartón belül. Ha szükséges, az első méréshez kérje a gyakorlatvezető segítségét.
- A méréssorozat közben időnként célszerű ellenőrizni és újraállítani a zárt fényút melletti nulla fluoreszcencia-intenzitást, mert a ZERO beállítócsavar könnyen elmozdulhat a küvettacsere során. A durva- és finombeállító-csavart ekko már ne mozgassuk!
- A mérések között 1-1,5 cm³-nyi oldattal mossuk át a küvettákat. Amennyiben belefér az időbe, pontosabbá tehetjük az értékelést úgy, ha az öt legnagyobb tenzidkoncentrációjú rendszerből köztes koncentrációjú oldatokat is vizsgálunk. Ehhez közvetlenül a küvettába mérjük be 1-1 cm³-es térfogatokat a szomszédos oldatokból és mérjük az intenzitásukat.

Mérési eredmények kiértékelése

1. Adjuk meg a gerjesztési hullámhosszat!
2. Ábrázoljuk a relatív fluoreszcencia-intenzitás értékeit a kationos tenzid koncentrációjának függvényében! A kapott függvény megfelelő szakaszaira történő egyenesillesztés alapján adjuk meg a kritikus micellaképződési koncentráció értékét mmol/dm³ egységben!

Ellenőrző kérdések

1. Mit nevezünk micellának? Milyen körülmények között keletkeznek spontán folyamatban?
2. Definiálja a szolubilizációt! Adjon meg a szolubilizáción alapuló két gyakorlati alkalmazási területet!
3. Hogyan határozza meg a gyakorlaton vizsgált tenzid(keverék) szolubilizációs kapacitását? Ne a konkrét kísérleti receptet, eszközöket írja le, hanem az elvi lépéseket! Írjon reakcióegyenletet is!
4. Csoportosítsa a tenzideket molekulaszervezetük szerint és rajzoljon fel legalább két típusra 1-1 szerkezeti képletet!
5. Milyen fizikai-kémiai tulajdonságok megváltozásával lehet meghatározni a c.m.c.-t? Írjon 3 példát és ábrázolja ezen tulajdonságok koncentráció-függését!
6. Mit nevezünk MAC-értéknek?
7. Milyen függvény alapján és hogyan határozhatjuk meg az adott vegyület/tenzid párra vonatkozó szolubilizációs kapacitást?
8. Definiálja a tömeg%-os, a vegyes%-os és a tömegkoncentrációval kifejezett oldatösszetételt!
9. Mekkora az izoftálsav MAC-értéke abban a tenzidoldatban, amelynek 10 cm³-es mennyiségét 45 cm³-es térfogatú, 0,05 mol/dm³ koncentrációjú KOH-oldat közömbösít?