



Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
Kémia II. kategória
3. forduló

Budapest, 2015. március 21.

A verseny döntője három feladatból áll. Mindhárom feladat szövege, valamint a hozzájuk szükséges anyagok, eszközök a laborasztalán találhatóak.

4 óra tiszta munkaidő áll rendelkezésére, hogy a három feladat kísérleteit elvégezze, kiértékelje és eredményeit leírja. Az időt a feladatok között saját belátása szerint oszthatja be. A feladatokat tetszés szerinti sorrendben végezheti.

Munkájának megkezdése előtt további 20 perce van, amelynek során átolvashatja a feladatlapot, és átgondolhatja teendőit. A kísérletezést csak a 20 perc eltelte után kezdheti meg.

A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép használható. Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el!

A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.

Vegyszerből és eszközből kérhet pótlást. Az első alkalommal nem jár ezért büntetés, de az összes további kérésért 1-1 pontot vonnak le a forduló 50 pontjából. Desztillált vizet büntetés nélkül is lehet kérni.

A kódszámát minden lapra írja rá!

A gyakorlat közben a felügyelő engedélyével használhatja a folyosók közepén található mosdókat, de egyszerre csak egy személy.

Ugyanígy van módja rövid szünetet tartani, és enni-inni a folyosó végén található teremben, tanári felügyelet mellett. Ide egyszerre többen is kimehetnek, de az egymással való kommunikáció nem megengedett.

A feladatok súlya a fordulóban:

1 – 18 pont

2 – 14 pont

3 – 18 pont

1. feladat

Ismeretlen oldatok azonosítása

A kiadott 10 számozott kémcső az alábbi oldatokat tartalmazza. **A 10 oldat és pH-papír segítségével azonosítsa az ismeretleneket!**

Egy ismeretlen pótlását pontlevonás nélkül kérheti, de további ismeretleneket csak 1 pont levonása mellett tudunk adni.

- réz(I)-klorid sósavas oldata
- vas(III)-nitrát salétromsavas oldata
- nátrium-fenolát vizes oldata
- kálium-dihidrogén-foszfát vizes oldata
- kálium-tiocianát (KSCN) vizes oldata
- ezüst(I)-nitrát vizes oldata
- bárium-hidroxid vizes oldata
- ammónium-szulfát vizes oldata
- kálium-jodid vizes oldata
- kálium-jodát (KIO_3) vizes oldata

Adatok:

$$K_s(\text{fenol}) = 1,02 \cdot 10^{-10};$$

$$K_1(\text{foszforsav}) = 7,6 \cdot 10^{-3}, K_2(\text{foszforsav}) = 6,2 \cdot 10^{-8}, K_3(\text{foszforsav}) = 2,1 \cdot 10^{-13}$$

$$\varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) = -0,04 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,45 \text{ V};$$

$$\varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = +0,15 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = +0,52 \text{ V}$$

$$\varepsilon^\circ(\text{IO}_3^-/\text{I}_2) = +1,20 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-) = +0,54 \text{ V}$$

1. Rajzolja fel a megnevezett anionok szerkezeti képletét!

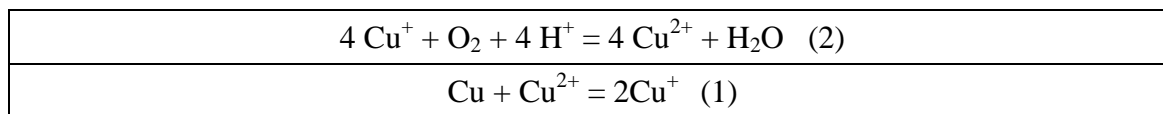
Név	Képlet
<i>nitrátion (0,5)</i>	
<i>fenolátion (0,5)</i>	
<i>dihidrogén-foszfát-ion (0,5)</i>	
<i>tiocianátion (1)</i>	
<i>szulfátion (0,5)</i>	
<i>jodátion (1)</i>	

Minden helyes képlet elfogadható maximális pontszámmal, nem csak a Lewis-képletek.

4 pont

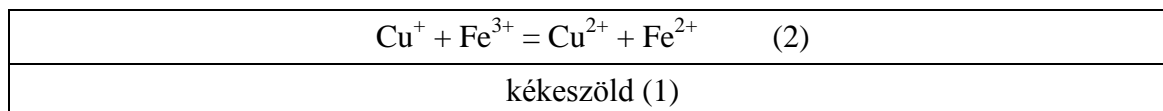
2. A réz(I)-klorid sósavas oldatban is könnyen oxidálódik a levegő oxigénje hatására. Az átalakulást elkerülhetjük, ha az oldatba kevés rézport szórunk, mert az redukálja a képződő réz(II)-ionokat.

Írja fel a réz(I)-ionok oxidációjának, valamint a réz(II)-ionok redukciójának rendezett reakcióegyenletét!



3 pont

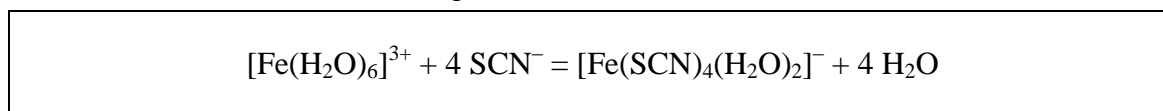
3. Írja fel a réz(I)-ionok és a vas(III)-ionok között lejátszódó reakció egyenletét! Milyen szín megjelenését várja?



3 pont

4. A vas(III)-ionok tiocianationokkal különböző komplexeket képeznek, amelyek jellegzetes vörös színűek.

Írja fel az egyszerűen negatív töltésű komplex keletkezésének ionegyenletét! A vas(III)-ionok koordinációs szférájában lévő vízmolekulákról se feledkezzen el! (A vasionok koordinációs száma ezekben a komplexekben 6.)



2 pont

5. Az alábbi anionok közül melyikkel (melyekkel) ad csapadékot tapasztalatai szerint az ezüst(I)-ion? A helyes választ/válaszokat jelölje X-szel!

- kloridion (0,5)
 nitrátion (-1)
 fenolátion (az erősen bázikus közegben Ag_2O csapadék válik le) (1)
 dihidrogén-foszfát-ion (1)
 tiocianátion (0,5)
 hidroxidion (0,5)
 szulfátion (-0,5)
 jodidion (0,5)
 jodátion

4 pont

6. Az alábbi anionok közül melyikkel (melyekkel) ad tapasztalatai szerint csapadékot a báriumion? A helyes választ/válaszokat jelölje X-szel!

- kloridion (-1)
 nitrátion (-1)
 fenolátion (-1)
 dihidrogén-foszfát-ion (1)
 tiocianátion (-1)
 hidroxidion (-1)
 szulfátion (1)
 jodidion (-1)
 jodátion

2 pont

KÓDSZÁM:

7. A jodidionok és a jodátionok jódkiválás közben képesek reagálni egymással. Írja fel a lejátszódó reakció rendezett egyenletét! Milyen kémhatású oldatban játszódik le ez a folyamat?

$\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ = 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \quad (2)$
savas (1)

3 pont

8. Melyik kémcsőben vannak a megnevezett anyagok?

réz(I)-klorid sósavas oldata	
vas(III)-nitrát salétromsavas oldata	
nátrium-fenolát vizes oldata	
kálium-dihidrogén-foszfát vizes oldata	
kálium-tiocianát vizes oldata	
ezüst(I)-nitrát vizes oldata	
bárium-hidroxid vizes oldata	
ammónium-szulfát vizes oldata	
kálium-jodid vizes oldata	
kálium-jodát vizes oldata	

20 pont

9. Mely reakció(k), változás(ok), illetve észlelet(ek) segítségével tudjuk egyértelműen azonosítani az egyes vegyületeket az analízis során?

(Ha valamelyik rész megválaszolásához kevés a hely, a választ pótlapon lehet folytatni. Ebben az esetben a táblázat F oszlopában *-gal jelezze, hogy máshol folytatódik a válasz!) Az alábbi táblázatban minden észlelet szerepel, tetszőleges egyértelmű azonosítási kombináció maximális pontszámot ér.

F	Reakció/Változás/Észlelet
réz(I)-klorid sósavas oldata	kémhatás: erősen savas; vas(III)-oldattal kékeszöld színű réz(II)/vas(II) oldatot ad; jodáttal zöld színű réz(II)-oldatot ad; ezüst-nitráttal: fehér ezüst-klorid csapadék; jodiddal: fehér réz(I)-jodid csapadék; tiocianáttal: szürkésbarna réz(I)-tiocianát csapadék; bárium-hidroxid, fenolát hatására sárgás csapadék: réz(I)-klorid válik le és fenolkiválás is látszik
vas(III)-nitrát salétromsavas oldata	kémhatás: erősen savas; réz(I)-oldattal kékeszöld színű réz(II)/vas(II) oldatot ad; bárium-hidroxiddal és az erősen bázikus fenolátoldattal vas(III)-hidroxid csapadék válik ki; a fenolátoldattal megfigyelhető a sötétlila színű vas(III)-fenolát komplex színe is; jodiddal jód és vas(II) keletkezése közben reagál, az oldat megbarnul; tiocianáttal sötétvörös komplexet ad;
nátrium-fenolát vizes oldata	kémhatás: bázikus; vas(III)-oldattal összeöntés sorrendjétől függően: vas(III)-hidroxid csapadék válik ki vagy a lila színű vas(III)-fenolát komplex keletkezik; dihidrogén-foszfát-oldathoz csepegtetve fenolkiválás tapasztalható; ezüst-ionokkal barna ezüst-oxidot képez; réz(I)-oldatból sárgás csapadék: réz(I)-klorid válik le
kálium-dihidrogén-foszfát vizes oldata	kémhatás: enyhén savas; ezüst(I)-oldattal sárga ezüst-foszfát csapadékot ad.; bárium-hidroxiddal fehér színű bárium-hidrogénfoszfát csapadékot ad; nátrium-fenolát-oldatot csepegtetve hozzá fenolkiválás tapasztalható
kálium-tiocianát vizes oldata	vas(III)-oldattal sötétvörös komplexet ad; réz(I)-oldattal szürkésbarna réz(I)-tiocianát csapadék képződik ; ezüst(I)-oldattal fehér ezüst-tiocianát csapadékot ad
ezüst(I)-nitrát vizes oldata	réz(I)-kloriddal: fehér ezüst-klorid csapadék; jodiddal: sárga ezüst-jodid csapadék; dihidrogénfoszfáttal: sárga ezüst-foszfát csapadék; bárium-hidroxiddal, nátrium-fenoláttal: barna ezüst-oxid csapadék; jodáttal: fehér ezüst-jodát csapadék; tiocianát-oldattal: fehér ezüst-tiocianát csapadékot ad.
bárium-hidroxid vizes oldata	kémhatás: bázikus; ammónium-szulfáttal, dihidrogén-foszfáttal, jodáttal fehér csapadék; ezüst(I)-oldattal barna ezüst-oxid csapadék; réz(I)-oldatból sárga csapadék: réz(I)-klorid válik le
ammónium-szulfát vizes oldata	bárium-hidroxiddal fehér csapadék
kálium-jodid vizes oldata	ezüst(I)-oldattal sárga csapadék; réz(I)-oldattal fehér réz(I)-jodid csapadék; a vas(III)-oldat jodiddal jód és vas(II) keletkezése közben reagál, az oldat megbarnul; jodáttal savanyítás mellett (pl. dihidrogén-foszfáttal) jód keletkezik, és a trijodidtól barna színe lesz
kálium-jodát vizes oldata	ezüst(I)-ionnal fehér csapadék; báriumionnal fehér csapadék; réz(I)-ionnal zöld színű réz(II)-oldatot kapunk; jodiddal savanyítás mellett (pl. dihidrogén-foszfáttal) jód keletkezik, és a trijodidtól barna színe lesz, vas(III)-ionnal fehér csapadék: vas(III)-jodát válik le, amit a savas reagens feleslege könnyen felold

10 pont

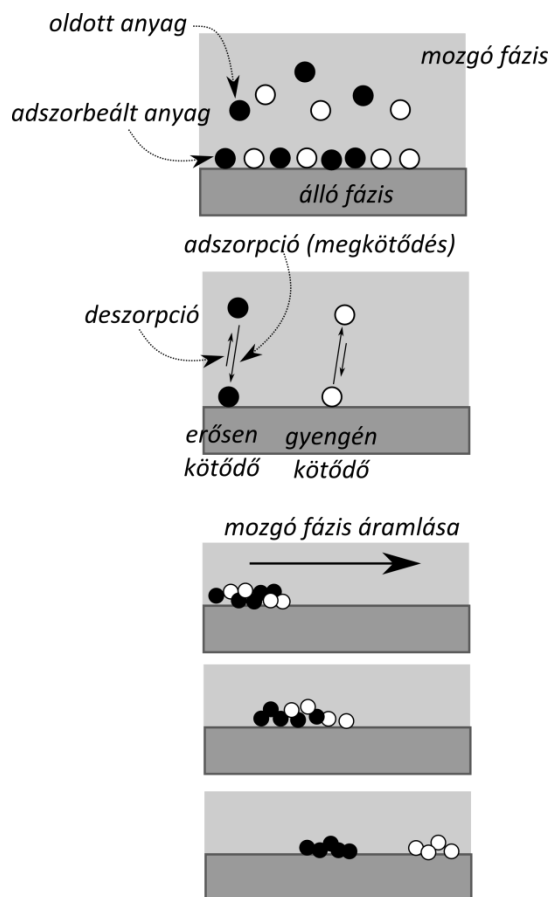
$$\text{Összesen: } 51 \cdot \frac{18}{51} = \mathbf{18 \text{ pont}}$$

2. feladat

Cukrok azonosítása vékonyréteg-kromatográfiával

A cukorszármazékok között kémiai szempontból nagyon kicsi az eltérés: sokszor csak egyetlen kiralitáscentrum konfigurációja különbözik. Így az analitikai kémiát nagy kihívás elé állította a cukrok vizsgálatának igénye. Egy különösen hatékony eljárásnak bizonyult a vékonyréteg-kromatográfia (VRK), ami az anyagok szilárd felületen történő megkötődési egyensúlyát (adszorpció) használja ki elegyek elválasztására.

Az 1. ábrán látható két anyag viselkedése egy szilárd felületen (adszorbens). A színes



1. ábra

körökkel (●) jelölt anyag erősebben, az üres körrel (○) jelölt gyengébben kötődik. Ha a felület fölött egy oldószert áramoltatunk, akkor a két komponenst eltérő mértékben tudja magával ragadni, ezért a két anyag térben elválk egymástól: az erősen adszorbeálódó (●) komponens „lemerad” a gyengén kötődőhöz (○) képest.

A módszert kromatográfiának nevezzük, a szilárd felületet álló fázisnak, az oldószert mozgó fázisnak, vagy eluensnek hívjuk.

A módszerrel való megismerkedés érdekében először filctollak festékanyagát fogjuk elválasztani.

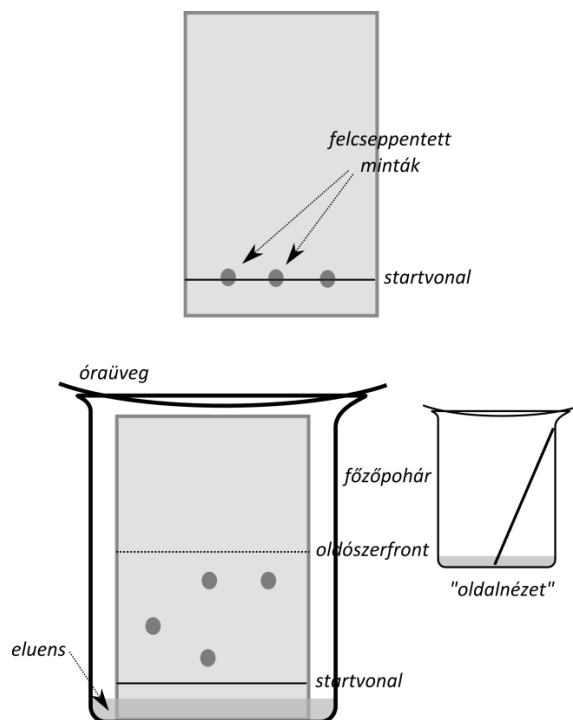
Álló fázisként szűrőpapírt használunk. Mivel az elválasztás a felületen történik, fontos, hogy a papírt ne fogdossuk össze, hisz az ujjunkról felkenődő zsír jelentősen megváltoztatja a felület kötőképességét. A lapot tehát mindig csak a szélénél, vagy csipesszel szabad megfogni.

1.) Húzzon a lap rövidebb oldalával párhuzamosan a lap szélétől kb. 1 cm-re ceruzával egy csíkot! Ez lesz az ún. startvonal, ide visszük fel az elválasztandó anyagokat. A vonalat mindig tompa, puha ceruzával, vékonyan húzzuk meg, hisz a felkenődő grafit is megváltoztatja a felületet.

2.) A filctollkészlet minden színével rajzoljon egy-egy pöttyöt a startvonalra. A pöttyök átmérője minél kisebb, maximum 0,5–1 mm legyen! A pöttyök egymástól és a lap szélétől is kb. egyenlő távolságra legyenek! Elég, ha a toll hegyét pár másodpercig a papírhoz érinti, és hagyja, hogy a papír felszívja a festéket.

3.) Készítse el az eluent: egy 100 cm³-es főzőpohárba az osztott műanyag cseppentők segítségével adjon 6 mL izopropil-alkoholt és 3 mL vizet. Rázással keverje össze az eluent, és egy óraüveggel fedje le a főzőpoharat!

4.) Egy csipesszel állítsa ferdén a pohárba a vékonyréteglapját (a szűrőpapírt) úgy, hogy a startvonal alul legyen, és a lap ferdén támaszkodjon az edény falára. Fontos, hogy az oldószert szintje a pohárban ne érje el a startvonalat (ld. 2. ábra). Fedje be a főzőpoharat! Ne lötyögtesse a poharat!



2. ábra

5.) Az eluens a kapillaritás miatt elkezd felszívódni a vékonyréteglapon (azaz a kapilláris erő „mozgatja” a mozgó fázist). Figyelje meg, ahogy a különböző színű festékeket magával ragadja az eluens. **Figyeljen arra, hogy az oldószer egyenletes, az oldalra merőleges frontot képezve kússzon fel a lapon! Ha a lap ferde helyzete vagy az eluens hullámzása miatt az oldószer ferdén fut fel, kezdjen egy új lapot.**

6.) Várja meg, hogy az oldószerfront kb. 1 cm-re megközelítse a lap felső élét, majd vegye ki a lapot a pohárból egy csipesszel. Fektesse le az asztalra, ceruzával jelölje meg az oldószerfront helyzetét, és hagyja a lapot megszáradni. (A lap teljes kifejlesztéséhez 10-20 perc szükséges, ezt vegye figyelembe a munka tervezése során. Ha úgy látja, hogy a komponensek már jól elváltak egymástól, akkor a kifejlesztést hamarabb is befejezheti!)

Ha nem sikerül az elválasztás, ismételje meg! (A kiadottakon felül is kérhet VRK lapot büntetőpont levonása nélkül.)

Miért nem lehet a startvonalat tollal meghúzni?

Mert a tinta komponenseit elmosná/feloldaná az eluens.

1 pont

Mely festék(ek) áll(nak) egy, ill. több komponensből? Milyen színűek ezek a komponensek?

Piros, narancs: 1-1 komponens.

Kék = kék + lila.

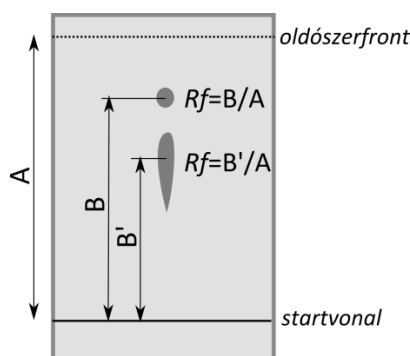
Zöld = kék+sárga, a kék komponens megegyezik a kék filc összetevőjével.

Fekete = barna + kék + lila, a kék és a lila komponens megegyezik a kék filcben találhatóakkal.

5 pont

KÓDSZÁM:

Az egyes komponensek jellemzésére szolgál az ún. retenciós faktor, vagy R_f érték. Ezt úgy tudjuk meghatározni, hogy megmérjük az adott komponens foltja közepének távolságát a startvonalától, és elosztjuk az értéket a startvonal és a végső oldószerfront távolságával (ld. 3. ábra). Az R_f érték tehát 0 és 1 közötti szám, általában két tizedesjegyre adjuk meg. Ovális, vagy elhúzódtó foltok esetén a folt közepétől (a legsötétebb rész közepétől) mérje a távolságot! A lapot be kell majd adnia.



3. ábra

Határozza meg a tintákat alkotó festék komponenseinek R_f értékét!

Sárga: 0,25, piros: 0,41, barna: 0,41, narancs: 0,60, kék: 0,83, lila: 0,95.

Az R_f -ek eléggé könnyen meghatározhatóak, bár a foltok széthúzódnak, mivel a papírnak kicsi az elméleti tányérszáma.

Legfeljebb $\pm 0,1$ egység eltérés esetén 1 pont, 0,1-0,2 eltérés esetén 0,5 pont.

6 pont

Most, hogy sikeresen megismerkedtünk a VRK módszerével, nekiállhatunk a cukrok vizsgálatának. Itt mindjárt két problémával állunk szemben:

- 1.) Hogyan visszük fel a cukormintát a vékonyrétegre?
- 2.) Elválasztás után hogyan találjuk meg a színtelen cukrot a fehér lapon?

A minta felviteléhez a cukorból készült oldatot egy kapillárisba szívadjuk fel, és a kapillárisal, mint korábban a tollal, tudjuk a mintát felcseppenteni az alapvonalra. **Vigyázat! Az üveglapilláris csúnya sérüléseket okozhat! A munka során rendezetten egy főzőpohárban tartsa őket, vagy a minták mellett, amiknek a felvitelére használta.** Egy kapillárist lehetőleg csak egy mintához használjon. Ha szükséges, víz felszívásával majd papírvattához érintésével a kapilláris „elmosható”. A gyakorlat végén a **kapillárisokat a kihelyezett gyűjtőedénybe dobja!**

A cukrok vizsgálatára álló fázisként nem szűrőpapírt, hanem egy olyan lemezt használunk, ahol egy vastag alufólia hordozóra egyenletes rétegben szilikagélt ragasztottak. Ez a vékonyréteg különösen alkalmas céljainkra. Kezelése hasonló a szűrőpapíréhoz, pl. ollóval vágható és grafitlappal lehet jelölni. Az elválasztás a lap fehér oldalán történik.

Az elválasztásra használt eluens a cukrok esetén acetonnitril (CH_3CN) és 1%-os vizes bórsavoldat 70:30 térfogatarányú elegye, melyet előre elkészítettünk.

Miután az elválasztás befejeződött, az állófázisra forró levegőt fújunk egy hőlégfúvó segítségével. Rövid idő alatt a cukrok barna foltok formájában tűnnek elő.

Mi a barna foltok megjelenésének magyarázata? Miért nem lehet ehhez az "előhíváshoz" szűrőpapírt használni vékonyréteggént?

A cukrok karamellizálódnak-szenesednek hevítés hatására. Ha papírt használnánk, akkor az, mint összetett cukor szintén elszenesedne, sőt elégne.

2 pont

Az asztalán talál 4 cukormintát (referencia anyagot): D-glükózt, D-fruktózt, szacharózt (répacukrot) és maltózt (malátacukrot). Van továbbá két ismeretlen minta is. Az anyagok ún. Eppendorf-csőben találhatóak. Oldja fel a mintákat 1-1 mL eluensben!

A korábbihoz hasonlóan jelölje meg a vékonyréteglap startvonalát. Mivel itt a minták – ellentétben a filctollal – nem látszanak, jelölje meg grafittal a felcsöppentés helyét is (Ügyeljen rá, hogy mind a hat minta elférjen!). Az egyes komponensek jelét a startvonal alá írja grafittal!

Miért nem fölé?

Mert akkor az elválasztás során a cukornak a grafittal szennyezett vékonyrétegen kéne áthaladnia, ami megváltoztatná az R_f értékét.

1 pont

Az üvegapillárisok segítségével cseppentsen fel egy-egy cseppet a hat mintából a startvonalra. Igyekezzen minél kisebb foltokat készíteni. A felvitel során különösen vigyázzon, hogy ne fogja meg kézzel a lapot. **Óvatosan dolgozzon a kapillárisokkal!**

Várja meg, hogy a foltok teljesen megszáradjanak (ez 5-8 percet vehet igénybe). Fontos, hogy a foltok teljesen megszáradjanak, különben az elválasztás sikertelen lesz. Érdemes a foltok eltűnését követően még 3-5 percet várakozni.

Ezután töltsen az eluenst a főzőpohárba, majd helyezze bele a lapot. Fedje le a főzőpoharat!

Ha az oldószerfront megközelíti a lap felső élét, vegye ki a lapot (csipesszel), és ceruzával jelölje meg a front helyét. Ez a kifejlesztés az eluens kisebb viszkozitása és a lap eltérő szerkezete miatt jóval gyorsabb: 5-7 percig tart.

Csipesszel tartsa a lapot egy hőlégfúvó (hőpuska) elé. A lapot addig hevítse a forró levegővel, míg a cukrok barna foltok formájában láthatóvá válnak.

Vigyázat! A hőlégfúvó nagyon forró levegőt fúj, mely könnyen okoz égési sérülést. A légsugár sose irányuljon saját maga, vagy más személy felé, sose fújjon éghető anyagra. A hőpuska közelében nem lehet gyúlékony anyag! A hőlégfúvó lerakásakor figyeljen arra, hogy a készülék fém fúvókája nagyon forró: ne érjen asztalhoz, emberhez, pláne a hálózati kábelhez.

Vigyázzon: előhívás után a vékonyréteglap is forró, várja meg, míg kihűl, csak ezután fogja meg kézzel!

A hőlégfúvó használatát a gyakorlat kezdetekor megmutatja a vezető tanár. Ha bizonytalan a használatban, kérjen segítséget!

Határozza meg a 4 referencia cukor R_f értékét!

Glükóz 0,65 (folt alja/teteje 0,61/0,68), fruktóz 0,51 (0,47/0,54), szacharóz 0,60 (0,57/0,61), maltóz 0,55 (0,52/0,58). Látszik, hogy a négyféle cukor ebben az egyszerű rendszerben biztonsággal azonosítható, bár nincs alapvonal elválás.

± 0.05 tartományban 4x1 pont, $\pm 0.05-0.10$ tartományban 0,5-0,5 pont, ugyanis kisebbek a foltok, mint korábban, továbbá az eluens készítéséből eredő hiba sem jelentkezik.

A versenyzők 1 %-os mintaoldatokat használnak, amik VRK körülmények között nagyon töménynek számítanak. Erre azért volt szükség, hogy az alkalmazott nagyon egyszerű karamellizálásos előhívást használhassunk, ami ugyan könnyen érthető, egyszerű, de nagyon kicsi az érzékenysége. Ha a szenesedést pl. kénsavoldat előhívó reagenssel segítjük, akkor 10-100-szor hígabb mintákat is használhatunk, így a foltok is sokkal kisebbek lesznek, és megvalósul az alapvonal elválás.

A feladat szerzői egyszerű, könnyen érthető, didaktikus eljárást kerestek, ezért választották ezt a kompromisszumot.

4 pont

Mi alkotja a két ismeretlent? Található az ismeretlenekben olyan komponens, amit nem tud azonosítani?

Az egyik ismeretlen fruktóz, a másik glükóz és egy idegen cukor (2,3,4,6-tetraacetyl-glükóz, $R_f = 0,95$) elegye.

A két ismeretlen könnyen azonosítható.

3 pont

Most, hogy a cukrok vizsgálata sikeres volt „mesterséges” ismeretlenek esetén, lássuk, boldogulunk-e természetes mintákkal is!

Ebben a részfeladatban egy mézhamisítót buktatunk le. Az igazán jó méz ugyanis drága dolog, így sok hímipellérnek túl nagy a kísértés, hogy a méhek munkáját egy kis mesterséges „tuninggal” gyorsítsa.

A vizsgálathoz egy valódi és egy hamis mézet tartalmazó „csuporból” az üvegbot segítségével vegyen 1-1 csepp mintát 2 üres Eppendorf-csőbe. Az üvegbotot a mintavételek között vízzel mossa le, és papírvattával törölje szárazra. A mintákat oldja fel 1-1 ml acetonitril-bórsavoldat eluensben.

Egy új vékonyréteglapra rajzolja fel a startvonalat, és cseppentse fel a referencia mintákat, a két mézmintával együtt.

Az előző eluens használatával fejlessze ki a vékonyréteget, majd hőlégfúvó segítségével hívja elő a cukrok foltjait.

Mely cukrok alkotják a mézet? Melyik van jelen nagyobb, melyik kisebb mennyiségben? Hogyan látható a mennyiségi arány a vékonyrétegen?

A méz sok fruktózt és jóval kevesebb glükózt tartalmaz, a vékonyrétegen további komponens nem látható. A koncentráció-viszonyokat a foltok kiterjedése, és a színük mélysége is jelzi.

5 pont

KÓDSZÁM:

Milyen idegen cukorkomponenst tartalmaz a hamisított méz?

A hamisított méz sem glükózt, sem fruktózt nem tartalmaz, kizárólag répacukor mutatható ki.
A mûméz cukorszirup, mézaroma és sárga ételfesték keveréke.

4 pont

Az asztalán talál egy zárható fóliatasakot. Írja rá a címkére a kódját, és helyezze bele a három részfeladathoz tartozó 3 vékonyréteglapot. Ha egy részfeladathoz több lapot is készített, akkor csak azt helyezze bele, amit a legjobbnak tart.

A vékonyréteglapokra adott pontszám:

A javító tölti ki!

3 × 3 = 9 pont

Összesen: $40 \cdot \frac{14}{40} = \mathbf{14}$ pont

3. feladat

Egy ecetsavszármazék vizsgálata

A szervesetlen vegyületek kristályaiba gyakran oldószermolekulák is beépülnek. Ezen senki sem lepődik meg, hisz a kristályvizes sók gyakori vendégei az OKTV-feladatlapoknak. Az már szokatlanabb dolog, hogy a kristályrácsba nemcsak víz, de számos más oldószer is beépülhet.

Ebben a feladatban egy élelmiszer-adalékként E262 névre hallgató anyaggal fogunk foglalkozni, mely a nátrium-acetát ecetsavval képzett kristályszolvátja. Az anyag vízben jól oldódik, a vizes oldata a felszabaduló kristályoldószer révén kellemesen savanyú, így savanyúságokhoz, instant szószokhoz előszeretettel használják.

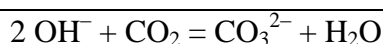
A) Az E262 összetételének meghatározása

Egy kis Erlenmeyer-lombikban ismert mennyiségű E262-t talál (a minta tömege a lombikon található). Készítsen belőle 100 cm³ törzsoldatot!

A törzsoldat 10,00 cm³-es részleteit titrálja meg karbonátmentes NaOH-mérőoldattal, fenolftaleint használva indikátorként! A mérőoldat pontos koncentrációját az edényen találja.

Az NaOH-oldat megköti a levegő szén-dioxidját, így csökken a hatóértéke (ha fenolftaleinnel jelezzük a végpontot). A benne megkötött szén-dioxidot a végpont előtt ki kellene forralni az oldatból. Megfelelően készített és gondosan tárolt karbonátmentes mérőoldat esetén a kiforrálás elhagyható. Ezt tesszük most is.

Milyen reakcióegyenlet írja le a mérőoldat karbonátosodását?



1 pont

A fenolftaleines indikációnál tehát fontos az NaOH-mérőoldat karbonátmentessége, ha ki akarjuk küszöbölni a forralást.

Miért nem kell attól tartanunk, hogy a titrálás közben a titrálendő oldatba szén-dioxid oldódik be a levegőből?

Mert a titrálendő oldat savas kémhatású.

1 pont

Fogyások:

Átlagfogyás:

V

Pontosság: 8 pont

KÓDSZÁM:

Számolja ki a kapott E262-minta összetételét! Adja meg a mért ecetsav:nátrium-acetát anyagmenység-arányt!

$n(\text{HAc}) = V \cdot c$, ahol c az NaOH-mérőoldat koncentrációja

$m(\text{HAc}) = M(\text{HAc}) \cdot V \cdot c$

$m(\text{NaAc}) = 0,1m - m(\text{HAc})$, ahol m a kiadott minta tömege, $0,1m$ a titrált minta tömege

$n(\text{NaAc}) = \frac{m(\text{NaAc})}{M(\text{NaAc})}$

$\frac{n(\text{HAc})}{n(\text{NaAc})} = \frac{V \cdot c \cdot M(\text{NaAc})}{0,1m - V \cdot c \cdot M(\text{HAc})}$

3 pont

B) Oldatok készítése E262 felhasználásával

A rendelkezésre álló finomskálás indikátorpapír segítségével határozza meg a törzsoldat pH-ját! Határozza meg a pH érték pontosságát is, tehát adja meg azt a pH értéket, aminél az oldat biztos, hogy savasabb, és azt is, aminél a mérése alapján biztos, hogy bázikusabb!

pH =

A mérés pontossága: < pH <

1 pont

Mérjen ki $10,00 \text{ cm}^3$ E262-törzsoldatot egy tiszta titrálólombikba! Adjon hozzá 40 cm^3 desztillált vizet!

Határozza meg a finomskálás indikátorpapírral ennek az oldatnak a pH-ját!

Az oldat pH-ja:

1 pont

Gondolja végig: hogyan függ az oldat pH-ja az E262 koncentrációjától? Válaszát indokolja meg!

$$K_s = \frac{[\text{Ac}^-][\text{H}^+]}{[\text{HAc}]}$$

Az ecetsav egyébként is csekély mértékű disszociációját gyakorlatilag teljesen visszaszorítják az acetátionok, az acetátionok hidrolízise ecetsav jelenlétében szintén elhanyagolható, így az oldatban a hidrogénion-koncentráció a bemérési koncentrációkból számítható:

$$[\text{H}^+] = K_s \cdot \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{NaAc})}$$

Ebből következik, hogy széles tartományban az oldat pH-ja független a koncentrációtól, hiszen az csak az összetevők arányától függ.

3 pont

5,1-es pH-jú oldatot kell készítenie az előző mérés során elkészített törzsoldat 20,00 cm³-éből a NaOH-mérőoldat felhasználásával.

Számítsa ki a szükséges NaOH-oldat térfogatát az ecetsav savi disszociációs állandója ($K_s = 1,75 \cdot 10^{-5}$) és a mért anyagmennyiség-arány ismeretében!

A NaOH-oldat adagolásával az acetát koncentrációját növeljük, az ecetsavét csökkentjük.

10 cm³ mintához n anyagmennyiségű NaOH-t adva:

$$K_s = [\text{H}^+] \frac{n(\text{NaAc}) + n}{n(\text{HAc}) - n}, \text{ ahol } n(\text{NaAc}) \text{ és } n(\text{HAc}) \text{ az A) feladatrészben meghatározott}$$

anyagmennyiségek.

A nátrium-acetát: ecetsav anyagmennyiség-arány $[\text{H}^+] = 7,94 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ esetén

$$\frac{n(\text{NaAc}) + n}{n(\text{HAc}) - n} = \frac{K_s}{[\text{H}^+]} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{7,94 \cdot 10^{-6}} = 2,20; \text{ ebből}$$

$$n = \frac{2,20 \cdot n(\text{HAc}) - n(\text{NaAc})}{3,20}$$

20 cm³ E262-oldathoz ennek a kétszerese szükséges.

Az adagolandó NaOH-oldat térfogata

$$V(\text{NaOH}) = \frac{n}{c}$$

3 pont

KÓDSZÁM:

Mérjen ki 20,00 cm³ E262-törzsoldatot egy tiszta titrálólombikba! A bürettából adagolja hozzá a szükséges mennyiségű oldatot!

Határozza meg a finomskálás indikátorpapírral ennek az oldatnak a pH-ját!

Az oldat pH-ja:

1 pont

A kapott oldatot a titrálólombikban, kódjával feliratozva adja be a laborvezetőnek!

Összesen: $22 \cdot \frac{18}{22} = \mathbf{18}$ pont

