



OKTATÁSI HIVATAL

**A 2022/2023. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
döntő forduló**

**KÉMIA I. KATEGÓRIA
1. feladat**

Budapest, 2023. március 18.

Javítási-értékelési útmutató

Tartósítószer-tartalom becslése

A további erjedés elkerülése érdekében tartósítani kell a gyümölcsleveket, borokat, de még az eceteket is. Ez nagyon gyakran kén-dioxid vagy rokon vegyületek (szulfitok és diszulfitok) hozzáadásával történik. A tartósítószer-tartalmat nagyon gondosan kell ellenőrizni. A túl alacsony koncentráció lerövidíti az eltarthatósági időt, a túl magas koncentráció kifejezetten kellemetlen szagot okoz.

Mérési eljárás

A klasszikus kémiai analízis fontos eszköze volt a térfogat analízis. A viszonylag olcsó és hosszú életű pontos térfogatmérő eszközök (pipetta, büretta, mérőlombik) használatát gyorsan meg lehet tanulni, míg a pontos tömegmérés régebben időigényes volt. Ma a digitális mérlegekkel ez megfordult, viszonylag pontosan tömeget mérni gyorsan és könnyen lehet. Az alábbi kísérletekben a reagensek és reagens oldatok mennyiségének meghatározását nem térfogatmérés, hanem egy digitális mérleg segítségével végezzük el.

FONTOS: A reakciók, a reagensek adagolása nem történhet a mérlegen. Ugyanis a mérlegek beépített kompenzációval rendelkeznek, amit a lassú tömegváltozások (pl. csepegtetés) megzavarhat, és az eredmények pontatlanok lehetnek. Soha ne hagyjon terhelést a mérlegen hosszabb ideig, és soha ne terhelje túl a mérleget (összesen több mint 500 gramm teher), mert az érzékelői károsodhatnak

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-22-A0002 projekt támogatja



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

 **Nemzeti
Tehetség Program**

A mérleget a TARE gombbal lehet nullázni. Nem javasoljuk ezen funkció használatát az edények tömegének levonására, ugyanis a mérleg idővel lekapcsol, és elfelejti a beállításait.

A titrálási folyamat nagy vonalakban a következő lépésekkel helyettesíthető:

Mérje be a kiindulási reagenseket a titráló edénybe! A reaktáns tömegét feltétlen jegyezze fel! Mérje meg az edény teljes tömegét, és írja le! Vegye le a mérlegről! A reakciót mindig az asztalon végezze el, és ne a mérlegen!

Kezdje el lassan adagolni a titrálóoldatot, miközben keveri a tartalmát! Az adagolást a legjobb egy eldobható műanyag cseppentővel végezni. Amikor azt észleli, hogy a reakció befejeződött (pl. indikátor segítségével), hagyja abba a reagens hozzáadását! Mérje meg az edény végső tömegét!

A lemért tömegek különbsége adja az elfogyasztott reagensoldat tömegét. Az eljárás közben másra kell figyelni, mint a hagyományos titrálásnál. Pl.: az edény vagy az edényt megfogó kéz nem lehet nedves, a titrálás közben lemosni az edény falát, reagenseket adagolni nem lehet következmények nélkül.

A reakciókhoz és oldatok készítésére a feladat során egyszer használatos műanyag poharakat lehet használni, amelyekkel kevesebb az ilyen jellegű nehézség

Az analitikai kémiában szokásos módon az egész eljárást lehetőleg legalább háromszor ismétlje meg. Rögzítse az egyes eredményeket, és a számításokban használja a választott értékek átlagát!

Kén-dioxid-tartalom becslése

Gazdaboltokban árulnak olyan készletet, amivel bor kénezését lehet ellenőrizni, és meglehetősen ártalmatlan vegyszerek híg oldatait tartalmazza. Egy ilyen készlet három A, B és C feliratú oldattal van az asztalán.

A gazdák a készletet csak becslésre használják. A térfogatokat a mérőhengerrel és az osztott műanyag cseppentőkkel (3 ml) lehet mérni.

A használati utasítás a következő eljárást tartalmazza:

1. Vegyen 10,0 ml mintát az ismeretlenből!
2. Adjon hozzá 3 ml A oldatot!
3. Adjon hozzá 1 ml B oldatot!
4. Adjon hozzá cseppenként, folyamatos keverés közben C oldatot, és figyelje az oldat színét!
5. A reakció akkor teljes, ha a teljes oldat halvány liláskékre színeződik, és a szín 20 másodpercen belül nem halványul el.
6. Az SO₂-tartalom akkor megfelelő, ha a C oldatból 2-5 ml-re van szükség.

Végezzen egy vizsgálatot a kiadott ismeretlen mintán! Pontosan mekkora térfogatú C oldatra volt szükség?

A pipettával végzett becslésre tekintettel 0,5 cm³-en belül járt 3 pont.

3 pont

A betűvel jelölt három oldat indikátor, kálium-jodát (KIO_3), valamint erős sav oldata, de nem feltétlen ebben a sorrendben.

Próbálja ki előbb az A, majd a B oldat nélkül elvégezni a kísérletet! Írj le szabatosan, hogy mit csinált és mit tapasztalt!

Az A oldat nélkül nem történik reakció.
A B oldat nélkül a végpontban sárga, nem pedig kék szín észlelhető.

2 pont

Melyik oldat volt az indikátor és melyik a sav? Mit tartalmaz az indikátor? Indokolja meg a következtetéseit!

A B oldat az indikátor, amely keményítőt tartalmaz. A végpontban megjelenő jóddal ez ad kék színreakciót.

Az A oldat a sav, enélkül a végpontot jelző reakció nem játszódik le.

2 pont

Az eljárásban leírt közelítő becslés elvégezhető pontosabban, ha egy digitális mérleg segítségével rögzítjük a reagáló oldatok tömegét. Végezze el a titrálás jellegű mérést így is! Célszerű továbbra is nagyjából 10 g mintát vizsgálnia.

Jegyezze fel, hogy mit csinált és milyen értékeket olvasott le a mérlegről! A külön táblázatba vezesse át a bemért minták és a fogyott C oldatok tömegét! Ismétlje meg a mérést néhányszor!

Egyértelműen feltüntetett mérések esetén járt a 2 pont. Ha csak az eljárás szerepelt, mért értékek nem, csak a számolt értékek a táblázatban, akkor 1 pont.

2 pont

A bemért minta tömege				
A fogyott C oldat tömege				
10,00 g mintához szükséges C oldat tömege				

Átlagosan hány g C oldat fogyott 10,00 g mintára?

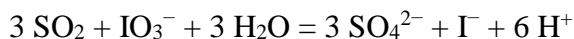
2% hibán belül maximális, 12%-nál nagyobb hiba esetén 0 pont.

Az ismeretlen oldat valójában a jobb eltarthatóság miatt aszkorbinsavat tartalmazott. A nagyon híg szulfidoldatok túl gyorsan oxidálódnak.

Pontosság: 12 pont

A titrálás során az SO_2 és az IO_3^- gyorsan, szintelen reakciótermékeket adó reakcióban reagálnak.

Adja meg a reakció rendezett egyenletét!



2 pont

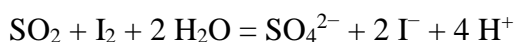
A végpontnál elfogy az SO_2 . Az ezután feleslegbe kerülő jodát és az oldatban jelen lévő egyik speciesz (molekula vagy ion) reakciójában savas közegben keletkezik az a színes termék, amely a végpont jelzését lehetővé teszi.

Adja meg a színes terméket adó, a végpont után lejátszódó reakció rendezett egyenletét!



2 pont

Tudjuk, hogy az SO_2 reakcióba tud lépni a végpont után keletkező színes termékkel is. Írja fel ennek a reakciónak a rendezett egyenletét!



2 pont

A C oldat pontos összetételének meghatározása

A minta pontos SO_2 -koncentrációjának megállapításához ismerni kell a C oldat pontos összetételét. Ezt egy másik titrálás jellegű eljárással lehet meghatározni. Ha a C oldatot savas közegben KI feleslegével reagáltatjuk, jód keletkezik.

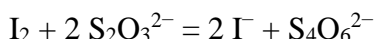
Adja meg a folyamat rendezett egyenletét!



1 pont

A képződött jodot $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ híg oldatával reagáltatva gyorsan és mennyiségileg NaI és $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ keletkezik.

Adja meg a folyamat rendezett egyenletét!



2 pont

Készítsen kb. 150 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldatot a tiszta, kristályos $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ból! Ennek az oldatnak a tömegszázalékos összetételét legalább 1%-os pontossággal kell ismernie. A tömegszázalékos $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -tartalom $w = 0,0300$ % közelében legyen!

Ne feledje, hogy a mérleg csak 2 g feletti tömegeket tud ilyen pontossággal mérni. Ha szükséges, használjon hígításokat a célja eléréséhez!

Írja le az oldatok készítésének részletes eljárását (a szilárd anyagokból és az oldatokból bemért tömegeket emelje ki)! A további mérései értékelhetetlenek, ha nem derülnek ki ezek az adatok a munkájáról!

A választott eljárás és a bemérések szabatos leírásáért jártak a pontok.
Aki direktben, hígítás nélkül készítette az oldatot 3 pontot kapott, mert ez ellentmondásban volt a mérleg pontos használatával.
3%-os oldat készítése 2 pontot ért.
A kristályvizes sóból készített 300 ppm-es oldatért is csak 2 pont járt.

4 pont

Hány tömegszázalék $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ot tartalmaz az elkészített oldat?

Egyszeri hígítás esetén:

$$w\% = \frac{m_{\text{bemért só}}}{m_{\text{tömény oldat}}} \cdot \frac{m_{\text{bemért tömény oldat}}}{m_{\text{kapott oldat}}} \cdot \frac{M_{\text{só}}}{M_{\text{kristályos só}}} \cdot 100$$

2 pont

Vegyen mintát a C oldatból (kb. 10 g), a megfelelő tömegeket feljegyezve!

Adjon hozzá kb. 1 ml-t a 2 tömegszázalékos KI-oldatból, és kb. 3 ml-t a savoldatból! Azonnal kezdje el a tioszulfát-mérőoldattal történő „titrálást”. Amikor az oldat színe kezd szalmasárgává válni, adjon hozzá 10 cseppet a keményítőoldatból, de ügyeljen arra, hogy ennek a tíz cseppnek a tömegét is feljegyezze!

Akkor fejezze be a titrálást, amikor a kék szín legalább 10 másodpercre eltűnik. Ismétlje meg az eljárást szükség szerint!

Jegyezze fel, hogy mit csinált és milyen értékeket olvasott le a mérlegről! A külön táblázatba vezesse át a bemért minták és a fogyott oldatok tömegét! Ismétlje meg a mérést néhányszor!

Egyértelműen feltüntetett mérések esetén járt a 2 pont. Ha csak az eljárás szerepelt, mért értékek nem, csak a számolt értékek a táblázatban, akkor 1 pont.

2 pont

A bemért C oldat tömege				
A fogyott tioszulfát-mérőoldat tömege				
10,00 g C-hez szükséges tioszulfát-oldat tömege				

Átlagosan hány g tioszulfát-mérőoldat fogyott 10,00 g C-re?

3% hibán belül maximális, 23%-nál nagyobb hiba esetén 0 pont.

Pontosság: 12 pont

Számítsa ki a C oldat összetételét a mérései alapján! Az eredményt mg reagens / 1 kg oldat egységben adja meg!

$$w(\text{ppm KIO}_3) = \frac{100000 \cdot m_{\text{tioszulfát-oldat}} \cdot w_{\text{tioszulfát}} \cdot M_{\text{KIO}_3}}{6 \cdot M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}$$

3 pont

Az eredmény segítségével számítsa ki az ismeretlen SO₂-tartalmát ppm egységben (mg SO₂ / 1 kg oldat)!

$$w(\text{ppm SO}_2) = \frac{3 \cdot 100000 \cdot m_{\text{C-oldat}} \cdot w_{\text{tioszulfát}} \cdot M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{KIO}_3}}$$

3 pont

Részpontok összesen: 56 pont
Összpontszám: $56 \times 4/7 = 32$ pont



OKTATÁSI HIVATAL

**A 2022/2023. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
döntő forduló**

**Kémia I. kategória
2. feladat
Budapest, 2023. március 18.**

Javítási-értékelési útmutató

Metilnarancs és metilvörös indikátorok vizsgálata

A laborgyakorlatok talán két legnépszerűbb sav-bázis indikátora a metilnarancs és a metilvörös. Ebben a kísérletben ezt a két anyagot fogjuk vizsgálni vékonyréteg-kromatográfia segítségével.

Vékonyréteg-kromatográfia (VRK)

Sok kutatás során, így például a növényi hatóanyagok izolálásánál fontos, hogy a sok összetevőből álló növényi kivonatok egyes komponenseit el tudjuk különíteni. Erre különösen hatékony eljárásnak bizonyult a vékonyréteg-kromatográfia (VRK, angolul thin layer chromatography, TLC), 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 sötét 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 elválik egymástól: az erősen adszorbeálódó (●) komponens „lemarad” a gyengén kötődőhöz (○) képest.

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

Az általunk használt álló fázis szilikagél, ami egy erősen poláris anyag. A szilikagélhez tehát a poláris anyagok kötődnek jobban. Az apoláris (kevésbé poláris) anyagok pedig az oldószerfront közelében maradnak.

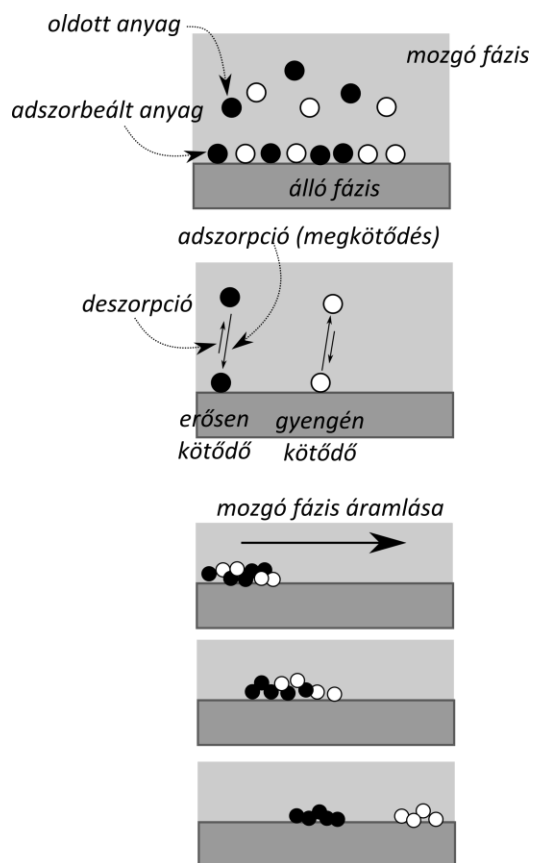
Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-22-A0002 projekt támogatja



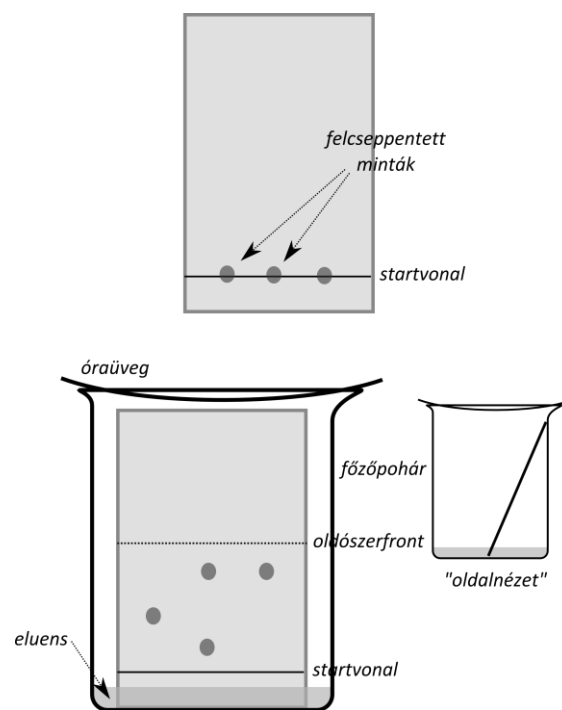
KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program



1. ábra



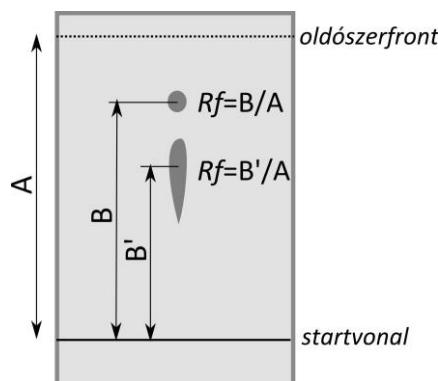
2. ábra

Álló fázisként egy olyan lemezt használunk, ahol egy vastag alufólia hordozóra egyenletes rétegben szilikagélt ragasztottak (régen használtak közönséges szűrőpapírt is, ennek jóval kisebb a felbontóképessége). Ez a vékonyréteg különösen alkalmas céljainkra. Kezelése hasonló a szűrőpapíréhoz, pl. ollóval vágható, grafittal lehet jelölni stb. Az elválasztás a lap fehér oldalán történik.

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

A vizsgálat menete:

- 1.) Húzzon a lap rövidebb oldalával párhuzamosan a lap szélétől kb. 1,5 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 minta felviteléhez a vizsgálandó oldatot egy üvegapillárisba szívadjuk fel, és a kapillárisal tudjuk a mintát felcseppenteni az alapvonalra. A felcseppentéskor a folyadékot tartalmazó kapillárisvéget egy pillanatra a startvonal adott pontjához érintjük. **Vigyázat! Az üvegapilláris csúnya sérüléseket okozhat! A munka során rendezetten egy főzőpohárban tartsa őket, vagy a minták mellett, amiknek a felvitelére használta.** Egy kapillárist csak egy mintához használjon. Gyakorlat végén a **kapillárisokat a kihelyezett gyűjtőedénybe dobja!**
 - 3.) Mindenképpen várja meg, hogy a minták foltjai megszáradjanak.
 - 4.) Öntsön az eluensből kb. 10 cm³-t (legfeljebb 1 cm-es réteg) egy 100 ml-es főzőpohárba, és egy óraüveggel fedje le a főzőpoharat!
 - 5.) Egy csipesszel állítsa ferdén a pohárba a vékonyréteglapját úgy, hogy a startvonal alul legyen, és a lap ferdén támaszkodjon az edény falára! Fontos, hogy az oldószer szintje a pohárban ne érje el a startvonalat (ld. 2. ábra). Fedje be a főzőpoharat! Ne lötyögtesse, mozgassa a poharat ez után!
 - 6.) Az eluens a kapillaritás miatt elkezd felszívódni a vékonyréteglapon (azaz a kapillaris erő „mozgatja” a mozgó fázist). **Figyeljen arra, hogy az oldószer egyenletes, az oldalra merőleges frontot képezve kússzon fel a lapon! Ha a lap ferde helyzete vagy az eluens hullámozása miatt az oldószer ferdén fut fel, kezdjen egy új lapot.**
 - 7.) Várja meg, hogy az oldószerfront megközelítse kb. 1 cm-re 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 kb. 10 perc időre van szükség, ezt vegye figyelembe a munka tervezése során.)*
 - 8.) Ha a vizsgált komponensek színesek, akkor helyzetük a lapon látható. Színtelen anyagok esetén az azonosítás történhet specifikus színreakció segítségével (pl. savas anyagok kimutathatóak úgy, hogy a lapot indikátoroldattal permetezzük le).
- Az egyes komponensek jellemzésére szolgál az ún. retenciós faktor, vagy R_f érték. Ezt úgy tudjuk meghatározni, hogy megmérjük az adott komponens foltjának közepének távolságát a startvonaltól, 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 résznek) mérje a távolságot!



3. ábra

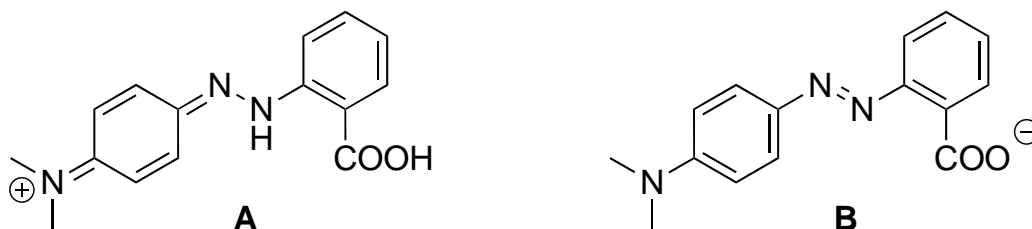
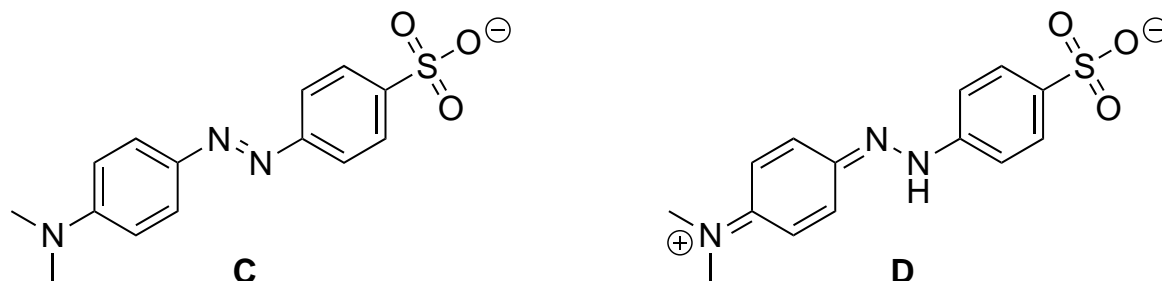
Indikátorok vizsgálata VRK segítségével

Vizsgáljuk meg a két indikátor viselkedését kétféle (egy savas és egy bázikus) eluenssel végzett elválasztás során.

1. A vizsgálatokhoz a két indikátor (metilnarancs és metilvörös) mintáján kívül két ismeretlen összetételű mintát is kap. Adjon a mintacsövekhez 0,5-0,5 ml metanolt. Zárja be a csöveket, és rázással oldja fel a festékeket!
2. Cseppentsen fel a két ismert és a két ismeretlen mintából 1-1 cseppet két VRK lemez startvonalára. Hagyja a lapokat **száradni legalább 2 percig**.
3. Az elválasztáshoz használjon egy savas, és egy lúgos kémhatású eluent (ezeket készen megkapja):
 - etanol, aceton és tömény NH_3 -oldat 4:2:1 arányú elegye;
 - etil-acetát és tömény ecetsav 6: 1 arányú elegye.
4. Fejlessze ki a két lapot a kétféle eluensben. Ne felejtse el letakarni a poharakat!
5. Figyeljen a foltok színváltozására a folyamat során! Az elválasztás végeztével hagyja a lapokat az asztalon, és 15 perc múlva ismét ellenőrizze a foltok színét!
6. A kész lapokat kis tasakban be kell majd adnia a dolgozatával együtt.

Ha nem elégedett az elválasztással, pontlevonás nélkül kérhet újabb VRK-lapo(ka)t.

Az alábbiakban a két indikátor szerkezete látható savas és bázisos közegben.

Metilvörös**Metilnarancs**

Töltse ki az alábbi táblázatot! Adja meg az egyes formák képletének betűjelét, színét, és jelölje <, >, ≈ jellel, hogy melyik forma a polárisabb!

	SAVAS KÖZEG képlet betűjele	Melyik polárisabb?	LÚGOS KÖZEG képlet betűjele
Metilvörös	A	<input type="checkbox"/>	B
A festék színe -az elválasztás során: -levegőn állva: R_f érték	vörös vörös		sárga vörös
Metilnarancs	D	<input type="checkbox"/>	C
A festék színe -az elválasztás során: -levegőn állva: R_f érték	sárga vörös/narancs		sárga sárga

8 pont

A VRK lapokra kapott pontszám (a javító tölti ki):

[1-1 pont a lapok megfelelő jelöléséért, 1-1 azért, ha minden minta fel van cseppentve, és 2-2 az elválasztás minőségéért.]

8 pont

A vizsgálatait alapján mit tud megállapítani a két ismeretlen minta összetételéről?

Az egyik ismeretlen egyes versenyzőknek metilnarancs másoknak metilvörös. (2 pont)
A másik ismeretlen metilnarancs és metilvörös 1:10 arányú keveréke, és egy harmadik, ismeretlen komponens, amely szintén színt vált (brómfenolkék).
A keverék ismeretlennel kapcsolatban elvárás, hogy azonosítsa a két komponenst (2 pont), megállapítsa, hogy az egyik nagyobb koncentrációban van jelen (2 pont), továbbá megállapítsa, hogy van jelen egy ismeretlen komponens (1 pont), amelyik bázikus közegben kék (1 pont), a savas szín alig látszik.

8 pont

A két indikátor színváltása („átcsapása”) nem azonos pH-n történik.

Az elvégzett kísérlet alapján melyik indikátor színváltása történik alacsonyabb pH-n?

- metilvörös
 metilnarancs
 az elvégzett kísérletek alapján nem dönthető el

2 pont

Ha úgy ítéli meg, hogy a fenti kérdés eldönthető a tapasztalatai alapján, akkor milyen jelenség segített a kérdés megválaszolásában?

Az ecetsavas eluensben a metilnarancs a bázisos színével fut, a metilvörös a savassal. Az ammóniás eluensben a lap száradása (az ammónia eltávozása) után a metilvörös a CO₂ miatt átcsap pirosba, a metilnarancs marad sárga.

2 pont

Indikátorok használata során mindig figyelembe kell venni, ha az indikátor színváltását az oldatba a levegőből beoldódó CO₂ gáz zavarja, azaz szénsavoldatban más az indikátor színe, mint pH 7-nél. *A két vizsgált indikátor közül melyik kompatibilis a CO₂-dal?*

- metilvörös
 metilnarancs
 mindkettő
 egyik sem
 az elvégzett kísérletek alapján nem dönthető el

2 pont

A kérdés megválaszolását segítheti egy egyszerű kísérlet elvégzése: öntsön két kémcsőbe 1-2 ml szénsavas ásványvizet, és adjon hozzá pár cseppet a kétféle indikátorból. Helyezze a két kémcsövet 2 percre a homokfürdőbe (120°C-os homokot tartalmazó fazék). *Mit tapasztal?*

A metilvörös a szén-dioxid eltávozása során színt vált (pirosból sárgába).

2 pont

Az indikátorok esetén a színváltozást a protonált és a deprotonált forma eltérő színe okozza (az indikátorok maguk is savak/bázisok). A két vizsgált indikátor közül melyik az erősebb sav?

- metilvörös
 metilnarancs
 az elvégzett kísérletek alapján nem dönthető el

2 pont

A savas és a bázisos közegben végzett VRK kísérlet során a két indikátor elválásának sorrendje megcserélődik.

Mivel magyarázható ez a jelenség?

Lúgos közegben mindkét festék anionos.

Savas közegben azonban a metilvörös kationos, míg a metilnarancs ikerionos szerkezetű.

2 pont

Részpontok összesen: 36 pont

Összpontszám: $36 \times 0,5 = 18$ pont