

Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

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

**KÉMIA I. KATEGÓRIA  
1. feladat**

**Budapest, 2023. március 18.**

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 150 perc áll rendelkezésére.  
A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.  
A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposan mosogassa el! Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot.  
A kérdésekre adott válaszait alaposan, számolásokkal indokolja!  
A kódszámát minden lapra írja rá!  
Elérhető pontszám: 32 pont.*

**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, buretta, 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 SO<sub>2</sub>-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 betűvel jelölt három oldat indikátor, kálium-jodát ( $\text{KIO}_3$ ), 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!*

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

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!

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?

A titrálás során az  $\text{SO}_2$  és az  $\text{IO}_3^-$  gyorsan, színtelen reakciótermékeket adó reakcióban reagálnak.

*Adja meg a reakció rendezett egyenletét!*

A végpontnál elfogy az  $\text{SO}_2$ . 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!*

Tudjuk, hogy az  $\text{SO}_2$  reakcióba tud lépni a végpont után keletkező színes termékkel is. Írja fel ennek a reakciónak a rendezett egyenletét!

### A C oldat pontos összetételének meghatározása

A minta pontos  $\text{SO}_2$ -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!*

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

*Adja meg a folyamat rendezett egyenletét!*

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!*

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

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 figyeljen 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!*

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?*

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

*Az eredmény segítségével számítsa ki az ismeretlen SO<sub>2</sub>-tartalmát ppm egységben (mg SO<sub>2</sub> / 1 kg oldat)!*



## MELLÉKLET

### Eszközök és anyagok listája

**Minden versenyzőnek:**

Mérleg, 0,01 g pontosságú

20-20 cm<sup>3</sup> A és B oldat

100 cm<sup>3</sup> C oldat

80 cm<sup>3</sup> ismeretlen oldat

10 cm<sup>3</sup> 2% KI-oldat

20 cm<sup>3</sup> savoldat (felirat: sav, 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

20 cm<sup>3</sup> keményítőoldat (felirat: keményítő)

kb. 10 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O

10 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger

14 db műanyag pohár

2 kis üvegbot vagy más keverő

vegyszerkanál

jelölő filc

flaska desztillált víz

védőszemüveg

10 db műanyag Pasteur-pipetta, 3 ml osztásos

sok papírvatta

feladatlap, melléklettel

**Asztalonként:**

gumikesztyű

Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

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

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

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 90 perc áll rendelkezésére.  
A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.  
A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el! Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot.  
A kódszámát minden lapra írja rá!  
Elérhető pontszám: 18 pont.*

### **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.**

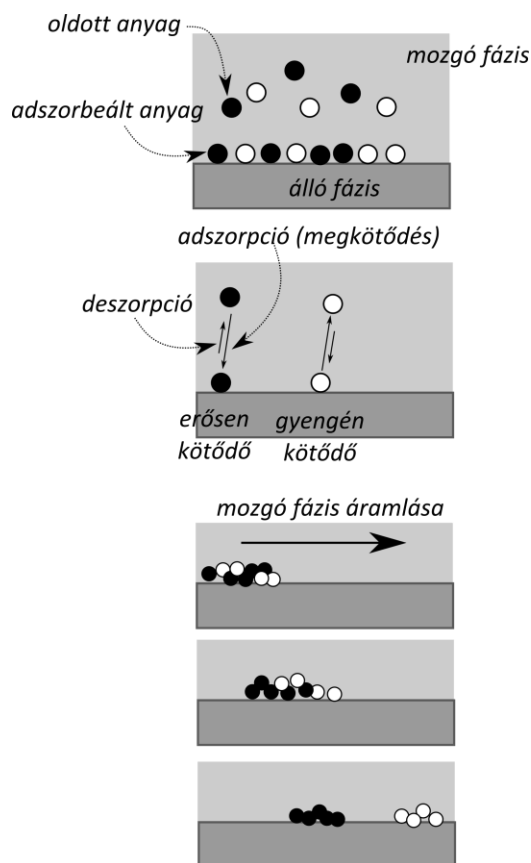
Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-22-A0002 projekt támogatja



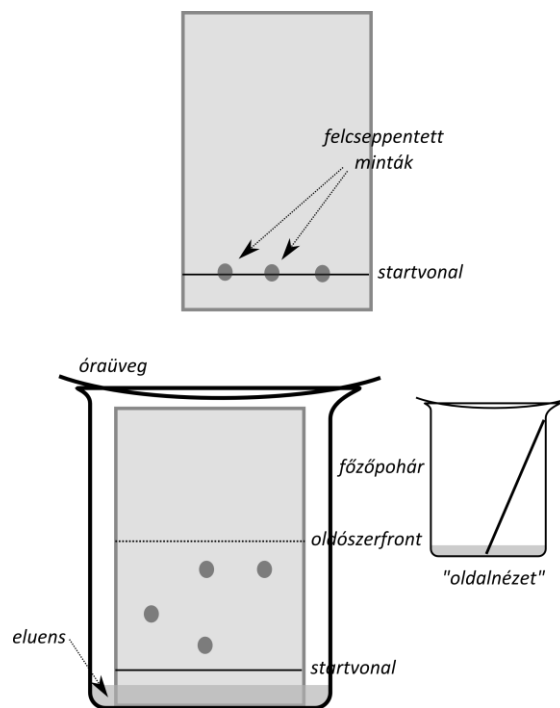
KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



Nemzeti  
Tehetség Program



1. ábra



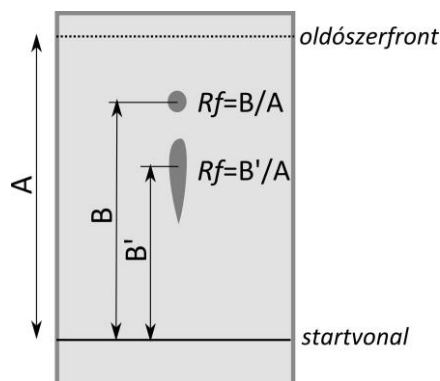
2. ábra

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 cm<sup>3</sup>-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 egyenesen, 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

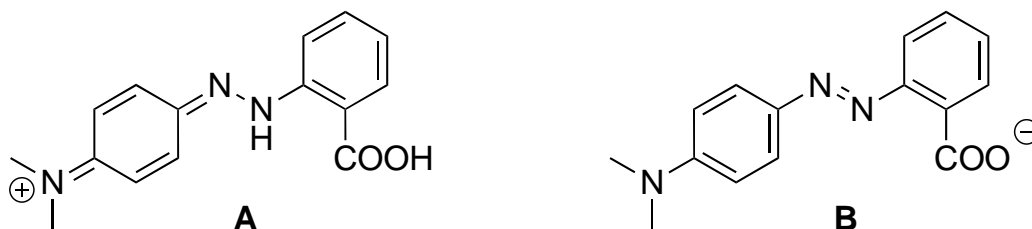
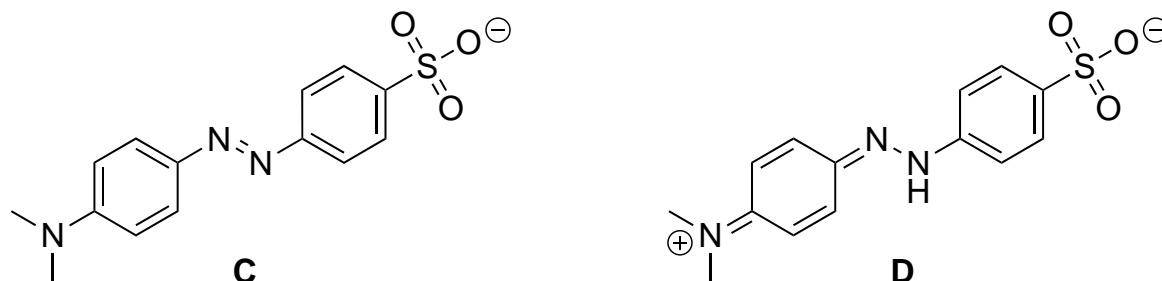
**Indikátorok vizsgálata VRK segítségével**

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  $\text{NH}_3$ -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
<b>Metilvörös</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A festék színe			
-az elválasztás során:	.....		.....
-levegőn állva:	.....		.....
$R_f$ érték	.....		.....
<b>Metilnarancs</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A festék színe			
-az elválasztás során:	.....		.....
-levegőn állva:	.....		.....
$R_f$ érték	.....		.....

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

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

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

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

Indikátorok használata során mindig figyelembe kell venni, ha az indikátor színváltását az oldatba a levegőből beoldódó CO<sub>2</sub> gáz zavarja, azaz szénsavoldatban más az indikátor színe, mint pH 7-nél. *A két vizsgált indikátor közül melyik kompatibilis a CO<sub>2</sub>-dal?*

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

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?*

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

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

*Mivel magyarázható ez a jelenség?*



**MELLÉKLET****Eszközök és anyagok listája****Minden versenyzőnek:**

Metilnarancs (MN) és metilvörös (MV) oldat mintacsőben  
2 ismeretlen (szilárd formában) mintacsőben  
metanol minták oldásához (10 ml)  
2 eluens előre elkészítve (20-20 ml)  
4 kémcső, állvány, cseppentőkkel (3 db)  
3 vékonyréteglap kis tasakban  
5 db kapilláris kémcsőben  
2 futtatásra alkalmas (lapos aljú) 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohár fedővel  
vonalzó, puha ceruza  
csipesz  
desztillált vizes flaska

**Asztalonként:**

szénsavas ásványvíz  
gumikesztyű  
kapilláris gyűjtő  
homokfürdő fülkék alatt