

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL feladatmegoldó pontversenyei a 2017/2018-as tanévben is négy fordulóban jelennek meg októbertől márciusig. A korábbi évek tapasztalatai alapján már csak **két feladatsor** jelenik meg lapszámról lapszámra, és összesen **négy kategóriában** folyik majd a versengés.

Az **K** jelű feladatok szándékaink szerint minden a kémia iránt komolyan érdeklődő középiskolásnak szólnak, bár a tankönyvekből, feladatgyűjteményekből gyakorolható típuspéldákon túlmutatnak. A feladatok nehézsége szélesebb skálán mozog. Lesznek a kémiai feladatmegoldással ismerkedőknek szóló könnyebb, valamint gyakorlottabb, versenyekre, érettségire készülő diákoknak szánt közepes nehézségű kérdések is. A megoldók három kategóriában (9., 10. és 11-12. osztály) versenyeznek.

A feladatsor fordulónként változó számú, 5-10 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. Sőt, az összesítésnél a versenyzők legjobb 5 beküldött feladatát számítjuk csak be fordulónként. Kivételt a 11-12. évfolyamos diákok képeznek, náluk a nehezebb (csillagozott) példák megoldása elvárás, nem szorítkozhatnak csak a könnyebb példákra.

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan probléma, amely megköveteli a középiskolai kémia alapos ismeretét, sőt a jó megoldásokhoz más források, pl. kémia szakkönyvek vagy korábban a KÖKÉL hasábjain megjelent segédanyagok forgatása is szükséges lehet.

A **H**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a követ-

kező olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk.

A másik cél az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra és jó esetben a nemzetközi versenyre, akik – balszerencse vagy az életkoruk miatt – nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny közvetlen élmezőnyében. A válogatóra ugyanis az OKTV-n legjobban szereplőket hívjuk meg, de ezen felül a **H** pontversenyben legtöbb pontot szerzett diákok közül is számíthatnak jó néhányan a meghívóra. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik. Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk **feladatjavaslatokat** a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a kokel@mke.org.hu e-mail címen.

A pontversenyekbe történő nevezés elektronikusan, a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatain kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el. A feladatok kijavítása után e-mailben **értesítést küldünk** az egyes feladatokban elért pontszámokról, amellet, hogy a helyes megoldásokat – az eddig megszokott módon – természetesen egy későbbi lapszámban közöljük.

Továbbra is lehetőséget biztosítunk a megoldások **elektronikus beküldésére** is a fenti honlapon keresztül. Aki továbbra is a hagyományos postai úton történő beküldést választja, azoktól azt várjuk, hogy a postázott megoldásokat **a honlapon regisztrálja**. Az alábbi formai követelményeket várjuk el a beküldött anyagoktól:

- 1. Az egyes feladatmegoldások külön papírlapokra vagy fájlalba kerüljenek, hogy a javítók között szétoszthatók legyenek.**
- 2. A beküldött/beszkenelt anyagok A4 méretű fehér papírra (ne füzetlapokra) készüljenek.**
- 3. Minden egyes lapon, vagy PDF fájlban szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája (a bal felső sarokban).**
- 4. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell beküldeni vagy postára adni és regisztrálni.**

Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter*

A megoldásokat 2017. november 6-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K271. A legolcsóbb elérhető gáz (a levegő után) a földgáz, melynek sűrűsége kisebb a levegőénél. A lufiba töltött földgáz nyomása (és ezáltal sűrűsége) gyakorlatilag megegyezik a standardállapotú metánnal.

a) *Lehet-e metánnal töltött lebegő lufit fújni? Miért nem használják a sokkal drágább hélium helyett a gyakorlatban?*

A gázok sűrűsége fordítottan arányos a kelvinben mért hőmérsékletükkel, tehát ha lehűtjük a gázokat, nagyobb sűrűségkülönbséget, és ezáltal nagyobb felhajtóerőt kapunk.

b) *Mekkora a maximális felhajtóerő, amit ezek alapján egy normál légköri nyomású, hűtött szobában kaphatunk, ha egy lufit metánnal fújunk fel?*

(Forman Ferenc)

K272. MQP-6 földönkívüli kémikustanoncra különböző idegen bolygók légkörének tanulmányozását bízták. Meg kell állapítania a légkör sűrűségét, illetve hogy az otthon, az Alfa Centaurin használt szabvány úrhajó (TRS-5) vajon képes-e leszállni az adott bolygókon probléma nélkül. A TRS-5 úrhajóról azt tudjuk, hogy nagy tisztaságú magnéziumból készült, a radar antennája platinakormozott platinahálóból van.

A bolygó neve	A légkör összetétele	T^1 (°C)	p^1 (Pa)	A légkör sűrűsége ¹ (g/m ³)	TRS-5 kompatibilitás
HQZ-91	67% F ₂ 11% ClF 22% O ₂	170	60259		
Föld	20 % O ₂ 80% N ₂	23	101325		
TUL-42	100 % CO ₂	256	9000		
HXC-34	30 % H ₂ 10 % O ₂ 35 % Xe 25% Kr	-50	110		
RBR-16	13% CH ₄ 32% CH ₃ CH ₃ 55% CH ₂ =CH ₂	371	216000		

¹Az égitest felszínén.

- a) *Segíts MQP-6-nak kitölteni a táblázatot! Számítsd ki a bolygók légkörének sűrűségét, állapítsd meg, hogy a TRS-5 űrhajó biztonságosan le tud-e szállni! Ha nem, írd fel a reakció(k) egyenletét, amelyek ezt megakadályozzák! (Gondolj arra is, hogy leszállás közben a légkörben az űrhajó felmelegszik!)*
- b) *Javasolj a készülő TRS-6 űrhajóra olyan bevonatot, ami ellenáll az összes bolygó légkörének!*

(Berta Máté)

K273. Vendel a 19. születésnapjára nem kaphatott káliumot. Mégis valami igazán nagy meglepetéssel készültek szülei a jeles napra. Egy készletnyi ampullával, bennük olyan vizes oldatokkal, amelyekben egy-egy káliumsó 19 g tömegű oldata van, mégpedig pontosan 19% káliumtartalommal.

A könnyen beszerezhető káliumsókból (nitrát, szulfát, klorid) hány olyan oldat készíthető, amely eleget tesz a fenti feltételeknek?

A káliumra vonatkozó 19% lehet tömegszázalék, de atomszázalék is (vagyis az összes jelen lévő atom 19%-a káliumatom). Szükséges lehet

megvizsgálni az oldhatóságokat, de azt vegyük figyelembe, hogy Vendel szobájában, ahol az ajándékot fogja tartani, általában 25 °C körül van a hőmérséklet.

(Zagyi Péter)

K274. Vendel, miután megkapta az ajándékát, hamar aggódni kezdett az ampullák radioaktív sugárzása miatt. Jól tudta ugyanis, hogy a káliumizotópok 0,012%-a radioaktív ^{40}K , és a tiszta kálium 1 grammjában másodpercenként 31 radioaktív bomlás történik. (Másképpen: a tiszta kálium aktivitása 31 Bq/g.) (A ^{40}K felezési ideje nagyon nagy, ezért az aktivitása gyakorlatilag állandónak tekinthető.)

a) *Melyik ajándék ampulla aktivitása a legnagyobb? Mekkora ez az érték? Indokolt-e Vendel félelme?*

A ^{40}K radioaktív bomlása az esetek 10,7%-ában ^{40}Ar izotópot eredményez. Újabb veszélyforrás – gondolta Vendel: még a végén felrobban valamelyik ampulla.

b) *Egy év alatt mekkora tömegű argon képződésével kell számolnia Vendelnek egy olyan ampullában, amelyben 19 g 19 m/m% káliumot tartalmazó oldat van?*

c) *Mekkora nyomásnövekedést okoz a keletkező argon, ha az ampulla térfogata mindössze 1 cm³? Indokolt-e Vendel félelme?*

(Zagyi Péter)

K275. Érdekesesek azok a molekulák, amelyek valamely szerves vegyület analógjai, mégpedig oly módon, hogy a heteroatomot egy azonos főcsoportbeli, de nagyobb rendszámú atom helyettesíti.

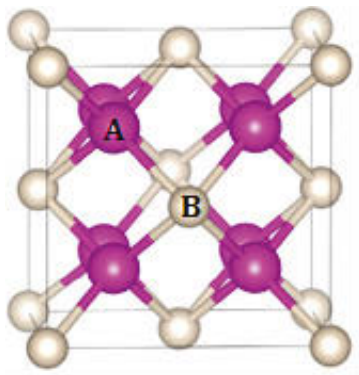
Egy öt szénatomos, nyílt láncú, szimmetrikus molekula két egyforma heteroatomot tartalmaz, szén- és hidrogénatomok mellett. Széntartalma 26,57 m/m%.

a) *Mi az összegképlete?*

b) *A molekula konstitúciójának meghatározásához gondoljunk a világ-hírű, ötszörös Grammy-díjas kanadai énekesnőre, majd írjuk fel a szerkezeti képletet.*

(Zagyi Péter)

K276. A kémia iránt érdeklődők közül sokan felkapták a fejüket arra a tudományos közleményre, amely a közelmúltban jelent meg, és egy eddig ismeretlen nemesgázvegyület előállításáról számolt be. Az extrém nagy nyomáson (100 GPa fölött) stabilnak bizonyult anyag kristályszerkezetét is sikerült meghatározni. Rácsa az alábbi kockából („körös elemi cellából”) építhető fel:



- a) *Hozzávetőleg hányszoros légköri nyomáson dolgoztak a kutatók? A Föld belsejében kb. milyen mélységben uralkodik hasonló nyomás?*
- b) *Határozd meg a vegyület tapasztalati képletét (az A és B jelöléseket használva)!*

Ehhez érdemes figyelembe venni a következőket: Az elemi cella sztöchiometriája megegyezik a teljes rács sztöchiometriájával, hiszen az elemi cella eltolásával megkapjuk magát a kristályrácsot. A B atomok a kocka csúcsain és lapjainak középpontjában találhatóak. Mivel ezek részei a szomszédos kockáknak (elemi celláknak) is, meg kell gondolni, hogy hányad részüket számoljuk bele az elemi cellába. Az A atomok a kocka belsejében helyezkednek el: ha a kockát képzeletben nyolc egyenlő kockára osztjuk, ezek az atomok e kockák középpontjában lesznek.

- c) *Tudjuk, hogy az anyag 8,0 tömegszázaléka nemesgáz. Állapítsd meg a vegyület képletét!*

(Zagyai Péter)

K277.* Vendelt nagyon érdeklő a lángok hőmérséklete, különösen amióta megtudta, hogy jelentős különbségek vannak e tekintetben az egyes éghető anyagok között. (Nincs egyedül ezzel az érdeklődésével, gondol-

junk csak a kortárs tudományos rap klasszikusára, a Bëlga együttes Kémia című művére.)

Elsősorban az foglalkoztatta, hogy mitől függ a láng maximális hőmérséklete. Arra gondolt, hogy az égéshő a legfontosabb tényező, de eszébe jutott még, hogy bizonyára számít az is, hogy mekkora tömegű égésterméket kell felmelegítenie a felszabaduló hőnek. E két adat segítségével próbálta összehasonlítani az egyes anyagokat, és korrelációt találni a lánghőmérséklettel.

Vizsgáld meg, hogy Vendel gondolatmenete mennyire bizonyul helyesnek! Sztöchiometrikus mennyiségű oxigénben történő égésre végezz számításokat a megadott anyagokkal! A felszabaduló hőt a képződéshőkből számítsd ki! Vonj le következtetést, hogy milyen mértékben korrelálnak a mért adiabatikus lánghőmérsékletek a számítások eredményével!

Milyen egyéb tényezők játszhatnak még szerepet?

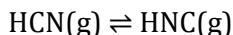
anyag	adiabatikus lánghőmérséklet (°C)
diciano-acetilén ¹	4990
acetilén	3480
hidrogén	3200
propán	2520

¹ N≡C–C≡C–C≡N, képződéshője 500 kJ/mol

(Zagyai Péter)

K278.* A hidrogén-cianid az egyik leghírhedtebb és legközismertebb mérgező a világon. Ebben a feladatban a kémiai tulajdonságainak és szerkezetének összefüggéseit, illetve élettani hatásait fogjuk vizsgálni.

A HCN az izomerizáció egy speciális formájára, tautomerizációra képes:



300 K hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandója $1,0 \cdot 10^{-11}$.

- Rajzold fel mindkét molekula szerkezetét!
- Állapítsd meg, 300 K-en melyik forma a termodinamikailag stabbilabb!

Magas (néhány ezer K) hőmérsékleten az egyensúlyi állandó több nagyságrenddel eltér a szobahőmérsékleten mérttől.

c) *Nagyobb vagy kisebb egyensúlyi állandóra számítunk magas hőmérsékleten? Válaszodat indokold!*

A HCN egy nagyon gyenge sav, 10^{-3} mol/dm³ koncentrációjú oldatának pH-ja 6,07.

d) *Számold ki a HCN K_s értékét! Mekkora a HCN disszociációfoka ebben az oldatban?*

Ciánmérgezés esetén a cianidionok blokkolják a sejtekben a citokróm-c-oxidáz nevű fehérjét, amely enzimként kulcsszerepet játszik a légzési elektrontranszport-láncban. Így a sejtek nem tudnak elég ATP-t termelni, az ATP-raktárak pedig percekben belül kifogynak, így az izomműködés leáll és bekövetkezik a légzőizom-bénulás, illetve szívmegállás.

e) *Számold ki a NaCN halálos dózist egy átlagos, 70 kg-os és 5 liter vérrel rendelkező emberre, intravénás illetve szájon át történő mérgezés esetére is! A vérben 1,1 ppm CN⁻-koncentráció már halálos, szájon át pedig nagyjából $7,29 \cdot 10^{-5}$ mol/kg a halált okozó mennyiség.*

Ciánmérgezés esetén a leggyakoribb kezelés három lépésből áll: először amid-nitritet lélegeztetnek a mérgezést elszenvedő személlyel, majd intravénásan nátrium-nitritet és nátrium-tioszulfátot juttatnak a szervezetébe.

Az ellenanyag kétféle úton fejti ki hatását. Az amid-nitrit hidrolízisének (1) egyik terméke a nitrition. Ez az intravénásan adagolt nitrittel együtt oxidálja a hemoglobin Fe²⁺ ionját. (2) A képződő methemoglobin nagyon erősen köti a cianidot, így a citokróm-c-ben kötött cianidionokat is „lehasítja” onnan. Ráadásul a nitrit redukációjának terméke, a nitrogén-monoxid értágító hatású is.

A tioszulfát szerepe az, hogy enzim katalizálta reakcióban reagál még a methemoglobinban kötött cianiddal is a sokkal kevésbé toxikus tiocianát (SCN⁻) és szulfit képződése közben. (3)

f) *Írd fel az (1)-(3) reakciók egyenletét!*

Ha egy vizes oldatban lévő ismeretlen só anyagi minőségét kívánjuk meghatározni, először minden esetben ki kell zárunk a komoly ételta-

ni kockázatot jelentő cianidionok jelenlétét, HCN gáz felszabadulása nélkül.

g) Javasolj néhány olyan reakciót, melyekkel a cianidionok jelenléte biztonságos módon, egyértelműen kimutatható!

(Botlik Bence Béla)

H271. A Patterson-módszert a molekulák szerkezetének felderítésére használják, lényege, hogy a molekulán belüli atom-atom távolságokat lehet vele megmérni. (Tehát nem csak a kémiai kötésben lévő atomok távolságát.) A csúcsok elemzésével az is meghatározható, hogy egy-egy csúcs milyen minőségű atomok közötti távolságot jelöl, valamint, hogy az adott atom-atom távolság hányszor fordul elő a molekulában.

Egy C_3F_4 összegképletű molekula esetén az alábbi csúcsokat mérték:

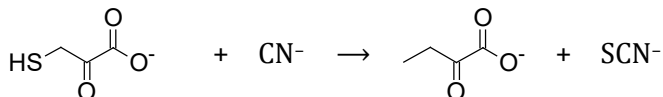
Csúcs száma	Atom-atom távolság/ 10^{-10} m	Atomok
1	1,313	$2 \times F - C$
2	1,314	$1 \times C - C$
3	1,356	$2 \times F - C$
4	1,468	$2 \times C - C$
5	2,180	$1 \times F - F$
6	2,470	$4 \times F - C$
7	2,527	$2 \times F - C$
8	2,664	$2 \times F - C$
9	3,479	$4 \times F - F$
10	3,555	$1 \times F - F$

c) Rajzold fel a molekula szerkezeti képletét kötéshosszakkal és kötésszögekkel!

Megjegyzés: a C – F kötéshossz függ a szénatom hibridállapotától.

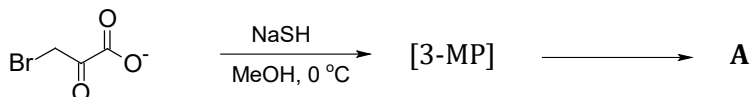
(egyesült királyságbeli feladat)

H272. A cianidmérgezés kezelésének egy lehetséges módszere a cianid enzimatiszus úton történő átalakulását használja ki tiocianáttá. Az egyik ilyen enzim a 3-merkaptopiruvát/cianid-szulfotranszferáz, amely a következő reakciót katalizálja:

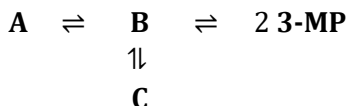


A 3-merkaptopiruvát *in vivo* reakcióképessége oly nagy, hogy közvetlen alkalmazása nem lehetséges még intravénásan sem.

Ezért kidolgozták a következő szintézist egy olyan előanyag (A) előállítására, amelyből a szervezetben képződik a 3-merkaptopiruvát (3-MP).



A *in vivo* a következő séma szerint alakul át 3-merkaptopiruváttá:

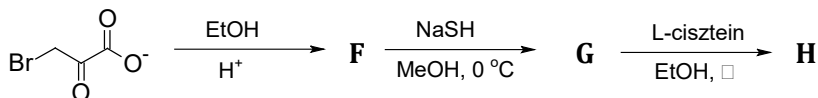


C enol típusú vegyület.

Egy másik ellenanyag (E) intramuszkulárisan is alkalmazható, mert jóval nagyobb a vízoldhatósága, mint A-nak. Előállítás egyszerű:



Más, orálisan is használható ellenanyagok (G és H) szintézise a következőképpen valósítható meg:



H elemanalízise $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_4\text{S}_2$ összegképletre utal, szerkezetvizsgálata pedig öttagú, két heteroatomot tartalmazó gyűrűt valószínűsít.

G és H érdekessége, hogy a cianidbevitel előtt alkalmazva is védelmet nyújt, így ezek egy előre látható mérgezés kivédésére is használhatók.

Írd fel az A, B, C, D, E, F, G, H anyagok szerkezetét!

(Zagyai Péter)

H273. A ritkaföldfémek a periódusos rendszer méltatlanul figyelmen kívül hagyott elemei közé tartoznak, annak ellenére, hogy ezek az elemek egyáltalán nem ritkák, gyakorlati felhasználásaik száma pedig egyre növekszik, különösen az elektronikai iparban. Elhanyagolásuk egyik fő oka egymástól való elválasztásuk nehézsége, lévén kémiai tulajdonságaik nagyon hasonlóak.

Egy 50 g tömegű, két f-mezőbeli fémet tartalmazó fém-klorid-keveréket 500 cm³ 1 M sósavban oldottunk, majd a minta 100 cm³-es részleteit vizsgáltuk. Szilárd NaOH hozzáadásával a pH-t 6-ra, 7-re, 10-re, majd 12-re állítottuk be úgy, hogy közben az oldatok térfogata állandó maradt. A levált hidroxidcsapadékokat kihevítve a minták tömege rendre 0,0660 g; 0,2309 g; 6,6391 g és 6,6637 g.

a) *Mi a két fém és mennyi a hidroxidcsapadékaik oldhatósági szorzata, ha tudjuk, hogy a kiindulási fém-klorid-keverék három vegyértékű fémet tartalmazott?*

b) *Milyen tisztaságú fém-oxidokat sikerült előállítani?*

(Forman Ferenc)

H274. A karvon (**A**) a természetben megtalálható gyűrűs monoterpén származék. Ozonolízise során 3-acetil-5,6-dioxoheptanal (**B**) és szén-dioxid keletkezik. Enantiotiszta karvonból kiindulva teljes redukció után 4 db diasztereomer viszonyban álló gyűrűs alkohol (**C1-4**) keletkezik.

a) *Az (S)-(+)-karvon a köményben található meg, ez adja a jellegzetes illatát is. Rajzold fel a szerkezetét a térszerkezet jelölésével!*

b) *Rajzold fel a C1-4 vegyületek szerkezetét a térszerkezet jelölésével! Melyiket várod termodinamikailag a legstabilabb izomernek?*

A kettős kötések hidrogén-peroxid, illetve szerves-peroxidok segítségével epoxidokká alakíthatók. Az epoxidok olyan háromtagú heterociklusos vegyületek, amely gyűrűjében 2 db C- és 1 db O-atom található.

A karvon esetében a vegyületben található kettős kötések megkülönböztethetők epoxidálási reakciókban. Az egyik esetben bázikus közegben hidrogén-peroxiddal, míg a másik esetben meta-klór-perbenzoesavval reagáltatták a karvont és rendre a **D** és **E** monoepoxidokat kapták.

c) *Rajzold fel a D és E monoepoxid szerkezetét! Mivel magyarázható a szelektivitás?*

(Varga Szilárd)

H275. 0,1 mol/dm³-es nátrium-acetát-oldatot készítettünk frissen kiforralt desztillált víz segítségével.

a) *Mennyi volt az oldat pH-ja? [lg K_s(ecetsav) = -4,76]*

Ha az oldatot olyan desztillált vízzel készítjük el, amely már huzamosabb ideje a laborban állt, jelentősen eltérő pH-t mérünk.

b) *Kisebb vagy nagyobb ez a pH, mint az a) feladatban számított?*

c) *Számítsd ki az oldat pH-ját! (Az oldott szén-dioxid egyensúlyi koncentrációja megközelítőleg 10⁻⁵ mol/dm³. A hidrogén-karbonát-ion első protonálódási állandója lg K₁ = 6,35.)*

d) *Hogyan (mit és mennyit adagolva) lehetne visszaállítani az oldat eredeti pH-ját?*

e) *Az alábbi indikátorok segítségével megfestettük a kiforralt vízzel készült oldatot.*

Melyik esetében várhatunk színváltozást, ha az oldat huzamosabb ideig a levegőn áll? Válaszodat számolással indokold!

- i. metilvörös (sárga-vörös; -lg K_i = 5,1)
- ii. fenolvörös (sárga-vörös; -lg K_i = 7,9)
- iii. timolftalein (színtelen-kék; -lg K_i = 9,6)

(Varga Szilárd)