

# XIX. Dürer Verseny

# L

kategória

Helyi forduló (2025. november 14.)

Megoldókulcs

## 1. feladat

A Vashegyeket borító sűrű köd között, a világ elfeledett peremén, él egy vándor, akit csak úgy ismernek: Vesemir a vaják. Nem tartozik sem mágusokhoz, sem boszorkányokhoz, sem az Éj Rúnáinak rendjéhez – de főzetei erősebbek bármely varázsigenél. Egyesek szerint szörnyeket gyógyít, mások szerint embereket tesz azzá. A legrettegettebb főzete a Csillagfény, amelyet csak teliholdkor készít, és amelyről azt suttojják a népek, hogy:

*„Ki e főzetet megissza, az testében ellenáll a mérgeknek, s lelkében az igazságot nem rejtheti tovább.”*

– Régi irat a Királyi Könyvtárból

A szegény hobbialkimista, Xyren, hallva e főzetről, elhatározta, hogy megszerzi annak receptjét. Nem hatalomvágyból – hanem mert apja haldoklik egy ismeretlen méregtől, s minden ismert ellenszérum hatástalannak bizonyult. Titokban megleste a Vesemirt, amint ezen a különleges italon dolgozott.

A főzet sűrű volt, s a növények mellett valami más is került a rézüstbe – egy illatában édeskés, fehér szilárd anyag. Xyren felismerte: ez csak a fakó gyökérként emlegetett - az emberi szervezetre halálos vegyszer lehet, amit a mágikus vegytanban úgy neveznek, *fenol*. Xyren elhatározta, hogy megállapítja mennyi fenolt használt a vaják a főzethez – talán a recept rekonstruálható lenne az apja számára... ha nem járna halálos-kockázattal...

Először 1 cseppnyit ( $1 \text{ cm}^3$ ) elvett a vajákfőzetből, majd völgyforrásvízzel kétszázszorosára hígította azt. A hígított italból háromszor  $20 \text{ cm}^3$ -t mért ki titrálókristályba és mindegyikhez  $30 \text{ cm}^3$   $0,020 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{Br}_2$ -oldatot adott. A bróm az ősi idők óta ismert oxidálószer, mely a fenolban rejlő erőt magához láncolja, s egy tribróm-származékot képez. A feleslegben maradt brómot Xyren  $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-jodiddal reagáltatta. A reakcióban keletkező másik anyagot nátrium-tioszulfát oldattal titrálta meg, melynek összetétele pontosan  $0,772 \text{ m/m}\%$  volt.

- Mi a reakció típusa? Mik lehetnek a keletkező tribróm-származékok képletei, ha a reakcióban szimmetrikus termék keletkezik? Írjátok fel a rendezett reakcióegyenletet mindkét termékre. Melyik származék keletkezik nagyobb mennyiségben és miért?
- Írjátok fel a bróm oxidációját leíró reakcióegyenlet lényegét (ionegyenlet)!
- Írjátok fel a nátrium-tioszulfátos titrálás reakcióegyenlet lényegét! Milyen indikátort alkalmazhatott a Xyren és mi jelezte a titrálás végpontját?
- Mekkora a nátrium-tioszulfát oldat anyagmennyiség koncentrációja, ha az oldat  $1,024 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű?
- Hány gramm fenolt tartalmazott egy kb.  $200 \text{ cm}^3$ -es vajákfőzet? A titrálás során a fogyások rendre  $10,55$ ;  $10,70$  és  $10,65 \text{ cm}^3$  voltak!
- Minimum hány  $\text{cm}^3$  kálium-jodid oldatot adhatott Xyren a tribrómfenol származékokhoz?
- Egy ember számára  $70 \text{ mg}$ /testtömeg  $\text{kg}$  fenol már halálos lehet. Egy  $100 \text{ kg}$ -os ember megihatná a vajákfőzetet?



# XIX. Dürer Verseny

# L

kategória

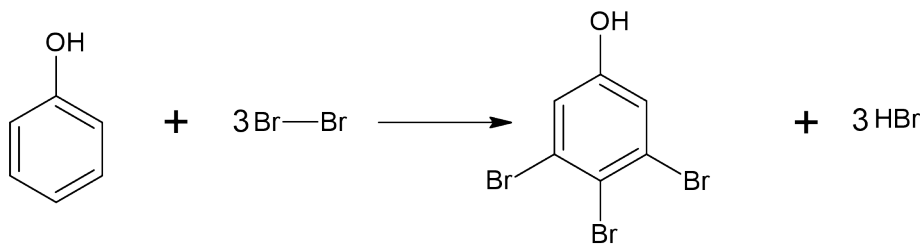
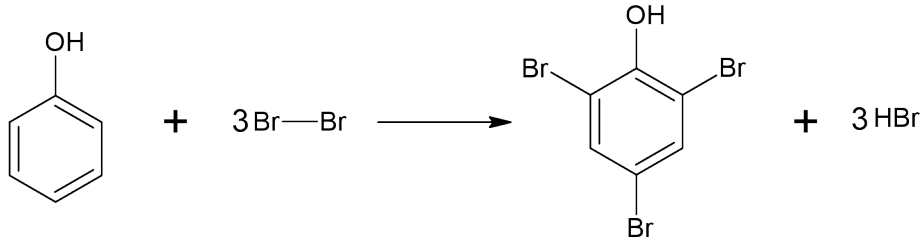
Helyi forduló (2025. november 14.)

Megoldókulcs

## 1. feladat megoldása

a) Reakciótípus:  $SE_{Ar}1$  szubsztitúció

A rendezett reakcióegyenletek:



Az irányítási szabályok miatt az 1. egyenlet terméke keletkezik.

(3 pont)

b)  $\text{Br}_2 + \text{I}^- \longrightarrow 2 \text{Br}^- + \text{I}_2$  (2 pont)

c) Reakció:  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{I}^-$

Xyren keményítőt használhatott indikátorként. Ez a jód jelenlétében halványkék színű, amikor a jód elfogy halványsárga oldat keletkezik.

(3 pont)

d) 0,772 m/m%-os nátrium-tioszulfát: 100 g oldat 0,772 g nátrium tioszulfátot tartalmaz.

A moláris tömeg:  $M = 158,11 \text{ g/mol}$

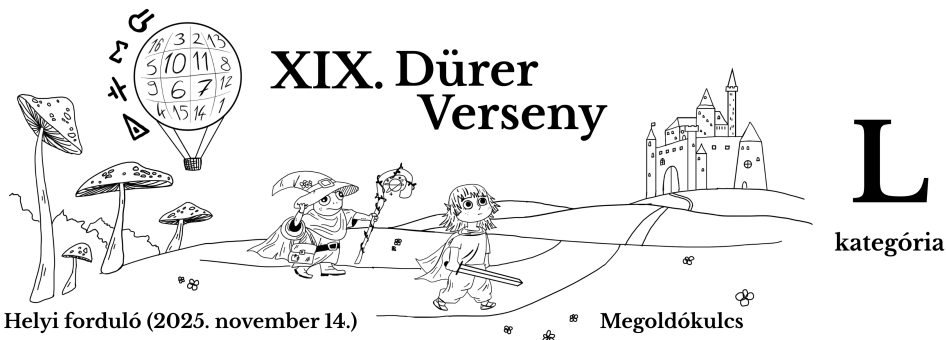
$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,772 \text{ g}}{158,11 \text{ g/mol}} = 4,883 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

A sűrűség ismeretében 100 g, 1,024 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű oldat:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,024 \text{ g/cm}^3} = 97,65 \text{ cm}^3 = 9,765 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{A koncentráció megadható: } c = \frac{n}{V} = \frac{4,883 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{9,765 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3} = 0,05 \text{ mol/dm}^3$$

(2 pont)



e) A titrálás során a fogyások átlaga  $V = 10,633 \text{ cm}^3$

A koncentráció ismeretében  $n = 5,3166 \cdot 10^{-4}$  mol nátrium-tioszulfát fogyott, ami fele ennyi jóddal reagált a reakcióegyenlet alapján  $n_{\text{jód}} = 2,6583 \cdot 10^{-4}$  mol

Ez egyenlő az oxidációs reakcióban keletkezett jód mennyiségével. A sztöchiometriai együtthatókból látható, hogy 1 mol  $\text{Br}_2$  oxidációja során 1 mol  $\text{I}_2$  keletkezik. A reakcióegyenlet alapján tehát a bróm anyagmennyisége:  $n_{\text{bróm}} = 2,6583 \cdot 10^{-4}$  mol

A feleslegben használt brómoldat:  $c = 0,02 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú és  $V = 30 \text{ cm}^3$  térfogatú, tehát a fenolhoz  $n = c \cdot V = 6 \cdot 10^{-4}$  mol anyagmennyiségű brómot adott.

A felesleg  $2,6583 \cdot 10^{-4}$  mol volt, tehát  $3,3417 \cdot 10^{-4}$  mol reagált a fenollal.

A reakcióegyenletből látható, hogy 1:3 mólarányban reagál a fenol a brómmal, így a kiindulási oldatban  $1,1139 \cdot 10^{-4}$  mol fenol volt a titrálókristályban.

$20 \text{ cm}^3$  oldatban  $1,1139 \cdot 10^{-4}$  mol fenol volt, akkor  $200 \text{ cm}^3$  oldatban  $1,1139 \cdot 10^{-3}$  mol.

A törzsoldatot  $1 \text{ cm}^3$  vajákfőzetből kétszázszoros hígítással készítette, ugyan ekkora anyagmennyiségű fenol volt  $1 \text{ cm}^3$  főzetben.

Ha egy főzet  $200 \text{ cm}^3$ , akkor abban kétszázszoros mennyiségű, azaz  $0,22278$  mol fenol van.

$M_{\text{fenol}} = 94,11 \text{ g/mol}$  ismeretében  $m_{\text{fenol}} = 20,965 \text{ g}$

Egy főzet  $20,965 \text{ g}$  fenolt tartalmaz.

(11 pont)

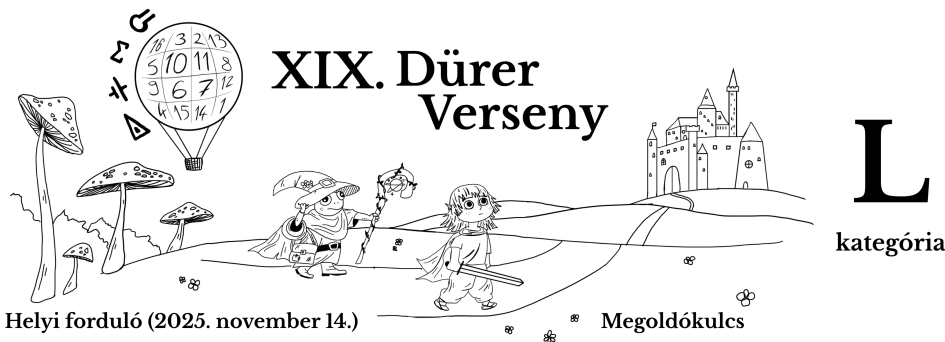
f) A reakcióegyenletből látható, hogy 1 mol  $\text{Br}_2$  2 mol  $\text{I}^-$ -al reagál, tehát  $2,6583 \cdot 10^{-4}$  mol brómhoz  $5,3166 \cdot 10^{-4}$  mol jodidion szükséges minimum.

$c = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-jodid oldatból  $V = 5,3166 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 5,32 \text{ cm}^3$  szükséges minimum.

(2 pont)

g)  $100 \text{ kg}$ -os ember  $7 \text{ g}$  fenol tartalmú italt ihatna meg, így nem ihatja meg a főzetet.

(2 pont)



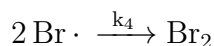
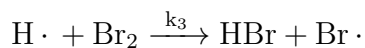
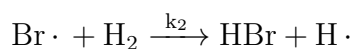
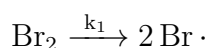
## 2. feladat

A nagytiszteletű Liminasius alkimista, mint minden munkatársa, a bölcsek kövének megszerzésén dolgozik, ő éppen az öreg Ivlafdabazsnak, a bohurkok királyának udvarában. A király már rendkívül öreg és mihamarabb szeretné megszerezni a halhatatlanná tevő bölcsek követ. Liminasius arra jutott, hogy a bölcsek kövének előállításához szüksége van rendkívül sok (17362 hordó) hidrogén-bromidra, de nem tudja hogy a király megéli-e, ezért szeretné kiszámolni a reakció sebességét.

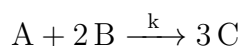
- a) A bróm és hidrogén reakciójában a következő gyökös reakciók zajlanak le ezen reakciósebességi együtthatókkal [1]. Adott anyag képződésének sebessége [2] szerint írható fel. Liminasius a HBr keletkezési sebességének egyenletét szeretné megtudni a bróm és hidrogén koncentrációjának függvényében és az [1] egyenletek alapján ismert sebességi együtthatók segítségével. Tudja, hogy a kvázistacionárius közelítés értelmében a brómgyökök és hidrogéngyökök koncentrációja időben változatlan. Adjátok meg, hogy milyen egyenletet kapott az alkimista, ha azt [3] alakban írta fel.
- b) A rivális alkimista Kübelschöpfer már végzett méréseket amelyek alapján megállapította a reakciósebességi együtthatókat. Mi a különböző együtthatók ( $k_1, k_2, k_3, k_4, k'$ ) mértékegysége, ha tudjuk, hogy a reakciósebességet mol/(lpk<sup>2</sup>·psl) mértékegységben adta meg?

(Itt lpk a laposkorsó úrmérték mértékegysége, a pislánás pedig egy időmérésre használt mennyiség, rövidítése psl.) A koncentrációt mol/lpk<sup>2</sup>-ben adjátok meg!

[ 1 ]:



[ 2 ]:

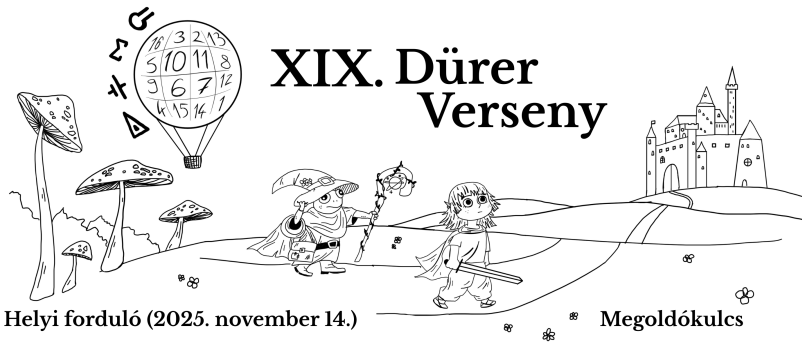


$$v_{\text{B}} = -2k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$$

$$v_{\text{C}} = 3k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$$

[ 3 ]:

$$v_{\text{HBr}} = k' \cdot [\text{Br}_2]^a \cdot [\text{H}_2]^b$$



**L**  
kategória

Helyi forduló (2025. november 14.)

Megoldókulcs

## 2. feladat megoldása

a)

$$v_{\text{HBr}} = k_2[\text{Br}\cdot][\text{H}_2] + k_3[\text{Br}_2][\text{H}\cdot]$$

$$v_{\text{Br}\cdot} = 2k_1[\text{Br}_2] - k_2[\text{Br}\cdot][\text{H}_2] + k_3[\text{Br}_2][\text{H}\cdot] - 2k_4[\text{Br}\cdot]^2 = 0$$

$$v_{\text{H}\cdot} = k_2[\text{Br}\cdot][\text{H}_2] - k_3[\text{Br}_2][\text{H}\cdot]$$

$$k_2[\text{Br}\cdot][\text{H}_2] = k_3[\text{Br}_2][\text{H}\cdot]$$

$$2k_1[\text{Br}_2] - 2k_4[\text{Br}\cdot]^2 = 0$$

$$2k_1[\text{Br}_2] = 2k_4[\text{Br}\cdot]^2$$

$$[\text{Br}\cdot] = \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2]$$

$$k_2 \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2][\text{H}_2] = k_3[\text{H}\cdot][\text{Br}_2]$$

$$[\text{H}\cdot] = \frac{k_2}{k_3} \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2]^{-0,5} \cdot [\text{H}_2]$$

Az egyenletekből kiszámítható:

$$v_{\text{HBr}} = k_2 \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2] \cdot [\text{H}_2] + k_3 \frac{k_2}{k_3} \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2]^{0,5} \cdot [\text{H}_2]$$

$$v_{\text{HBr}} = 2k_2 \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} \cdot [\text{Br}_2]^{0,5} \cdot [\text{H}_2]$$

(18 pont)

b)

$$[k_1] = 1/\text{psl}$$

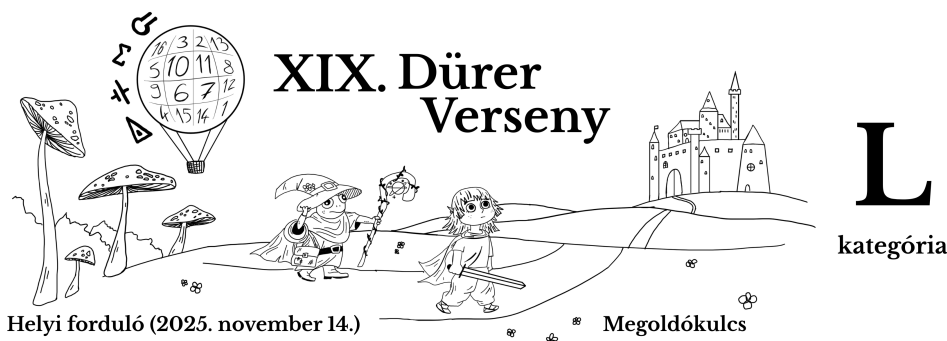
$$[k_2] = \frac{\text{lpk}^2}{\text{mol} \cdot \text{psl}}$$

$$[k_3] = \frac{\text{lpk}^2}{\text{mol} \cdot \text{psl}}$$

$$[k_4] = \frac{\text{lpk}^2}{\text{mol} \cdot \text{psl}}$$

$$[k'] = \frac{\text{lpk}}{\sqrt{\text{mol} \cdot \text{psl}}}$$

(7 pont)



### 3. feladat

A Szabad Druidák Egyesülete megkérte a helyi alkímistát, hogy növekedést elősegítő bájitalt készítsen. Természetesen egy ilyen egyszerű feladatot azonnal lepasszolt egyik tanítványának. A szintézis első napján két reakciót végzett el. Az első lépésben anilinnal végzett Friedel-Crafts acilezést hidroxiacetil-kloriddal ( $C_2H_3O_2Cl$ ) majd egy forró savas permanganátos gyűrűzáró reakciót. Ez egy egyszeresen telített indolgyűrűt eredményezett egy oxocsoporttal a hármas szénatomon.

- Rajzolja fel a terméket az első nap végén, és adjátok meg pontos nevét!
- Mekkora tömegű reagenst kell használni az acilezéshez, ha 1:1-ben van rá szükség, és 30,0 g anilinnal indultunk ki?
- Milyen melléktermék(ek) keletkezik(nek) az első nap? Rajzolja fel a szerkezet(ük)et és adjátok meg a pontos nev(ük)et!

Egy kromatográfiás szétválasztás után a főterméket (12-56. frakció) redukálta, majd a keletkezett terméket  $S_N2$ -es nukleofil szubsztitúcióval egyszeresen brómozta.

- Írjátok fel a harmadik napon történt egyik reakció mechanizmusát, és a főtermék pontos kémiai nevét a harmadik nap végén!

A negyedik nap elfelejti meginni a reggeli kávéját, és elfelejt egy lépést ledokumentálni. Szerencsére a laborban lévő egyik másik segédnek sikerült megállapítania, hogy a keletkezett anyag egy egyszeresen dehidrogénezett változata a tegnapi utolsó főterméknek. Ezt leginkább úgy tette, hogy sikeresen megtalálta a kiáramlott hidrogéngázt, amikor megpróbált egy égőt meggyújtani. A szintézissel úgy halad tovább, hogy a brómot egy, az egyik beszerző által valószínűleg hibásan elnevezett „terc-butil-acetát” csoportra cseréli Grignard reagenssel, majd a következő reakcióját ismét kifejezi jegyzőkönyvéből. Ezek után (és persze az anyag alapos tisztítása után) megkéri a legközelebbi szabad konstruktumot, hogy vigye el NMR vizsgálatra az anyagot. A következő képet kapja vissza:



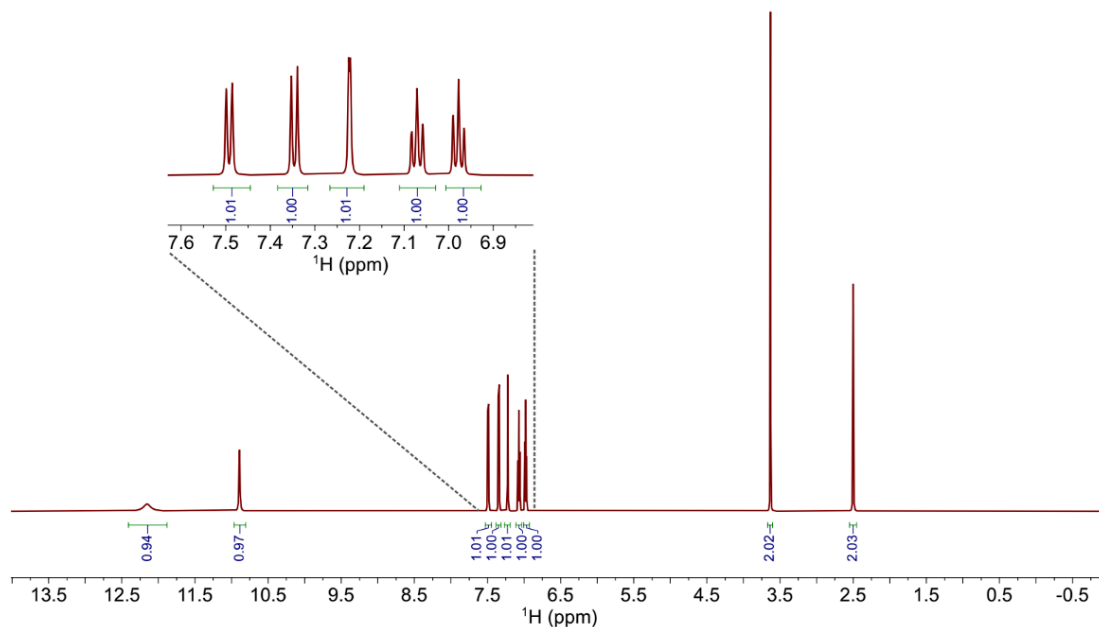
# XIX. Dürer Verseny

# L

kategória

Helyi forduló (2025. november 14.)

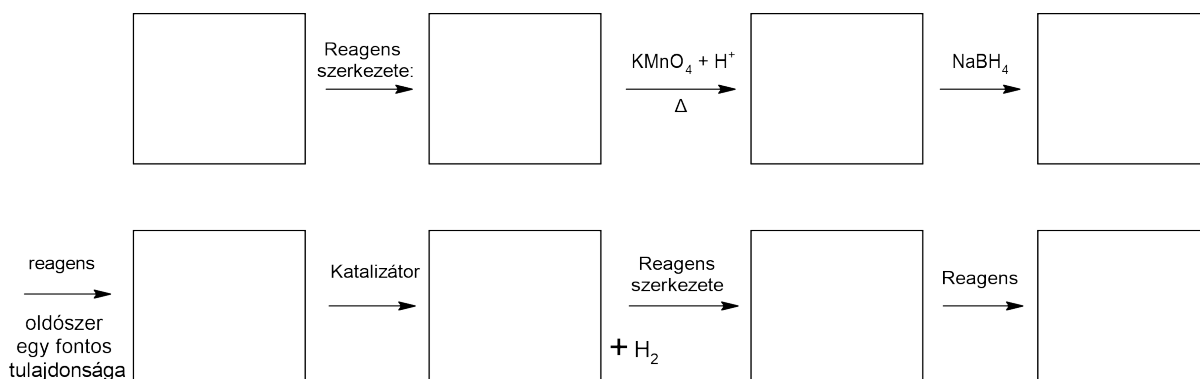
Megoldókulcs



e) Rajzoljátok fel a laboráns által bejárt szintézisutat a megadott ábra segítségével, mutatva:

- Az egyes köztitermékek és a végtermék szerkezetét
- A használt reagenseket

A kapott vegyület a vizsgálat alapján az utolsó lépésben a terc-butil védőcsoport eltávolításán ment keresztül. Az is kiderült, hogy az indol egyik szénatomjára egy  $C_2H_3O_2$  összegképletű csoport került. Így a funkciós csoportok összességében megegyeznek a fenilalaninban található funkciós csoportokkal, ha egy darab  $C=C$  kötést kihagyunk.



f) Mi az anyag szerkezeti képlete, és mekkora a kitermelés, ha a 30,0 g anilinból, amiből kiindultunk, a végére 25,4 g tiszta anyagunk maradt?



# XIX. Dürer Verseny

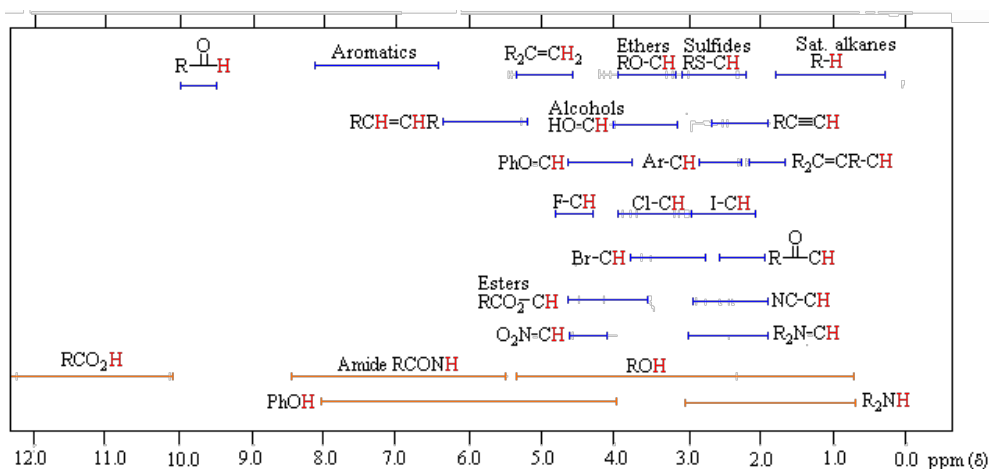
# L

kategória

Helyi forduló (2025. november 14.)

Megoldókulcs

Rövid leírás a alkímisták nagykönyvéből, hogy hogyan kell NMR spektrumot olvasni: Végy eltolódást jelző mércét, és határozd meg a vázhoz kapcsolódó hidrogénatomok lehetséges milyenségeit. Másodszor vedd a spektrum csúcsainak integráljait, mellyel az adott státuszú hidrogének csúcsban rejlő mennyiségét mérjük. Harmadszor vedd a csúcsok közti apró völgyek számát, ez a környéki (esetünkben maximum három kötésre levő) hidrogének számának szézenkénti produktuma (szorzata).







# XIX. Dürer Verseny

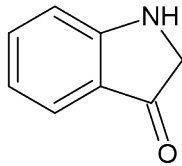
# L

kategória

Megoldókulcs

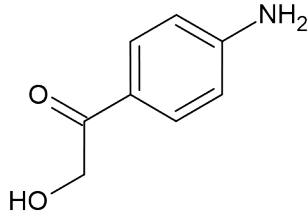
## 3. feladat megoldása

a) 2-hidro-indol-3-on (1 pont)

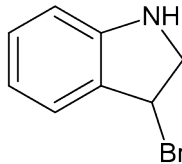


b) 30,44 g (1 pont)

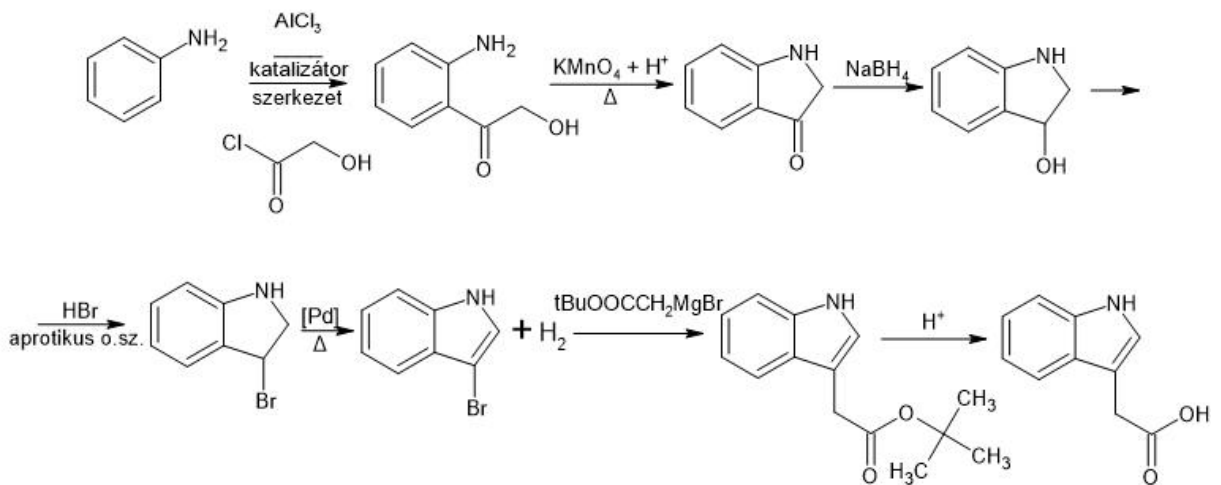
c) 1-(4-aminofenil)-2-hidroietan-1-on, vagy akármilyen ekvivalens para termék neve egész pontért, akármilyen meta termék egyértelmű megnevezése fél pont. (2 pont)



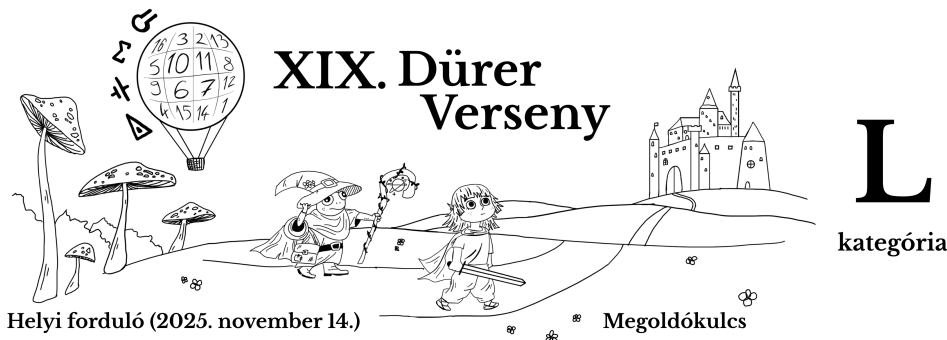
d) 3-bróm-2,3-dihidroindol. SN2 reakciómechanizmus egész pontot ér, SN1 fél pontot. (5 épont)



e) (14 pont)



f) Indol-3-ecetsav, 45% (2 pont)



#### 4. feladat

Albrechtus Magnus, a híres alkimista korát meghazudtoló módon egy olyan elemről is értekezett, amit utána csak több száz évvel fedeztek fel újra. Ő ezt az elemet artemionnak (Ar) nevezte el, ami sok tulajdonságában a kénre hasonlított, viszont attól eltérő reakciókat is mutatott. Kísérletei során réz-szulfát oldatot elektrolizált, azonban nem csak a katódon történt fémleválás (1), hanem az anód körül is egy vörös kiválás jelent meg (2), ami idővel feketévé változott. Albrechtust érdekelte, hogy mi lehet ez a rejtélyes anyag, ezért összegyűjtött 0,400 g-ot az anódon levált anyagból, majd szódával pörkölte levegő átfújatása közben (3,4). A kapott port (0,9241 g) vízben oldotta, majd kén-dioxidot fúvatott át rajta (ha szobahőmérsékleten 0,321 dm<sup>3</sup>-nél több gázt vezetett át rajta, már nem tapasztalt további változást), így 0,400 g elemi artemion vált le (5,6), miközben az oldat erősen savassá változott.

- Mi az artemion vörös és fekete allotróp módosulatának szerkezete?
- Határozzátok meg, hogy melyik két anyagot tartalmazza a pörkölés után kapott por és számítsátok ki ezen anyagok arányát is!
- Írjátok fel a folyamat során lejátszódó összes számozott reakció (1-6) rendezett egyenletét!

Vizsgálatai során megfigyelte, hogyha azonos térfogatú kén-dioxiddal választja le az artemiont, a vörös termék tömege esetenként nagyon kicsivel eltér. Rájött, hogy 6 stabil izotópja van az elemnek, amelyből a következő táblázatot készítette (hogy hogyan tudott ilyen pontos méréseket végezni, arról a mai napig nincsen konszenzus):

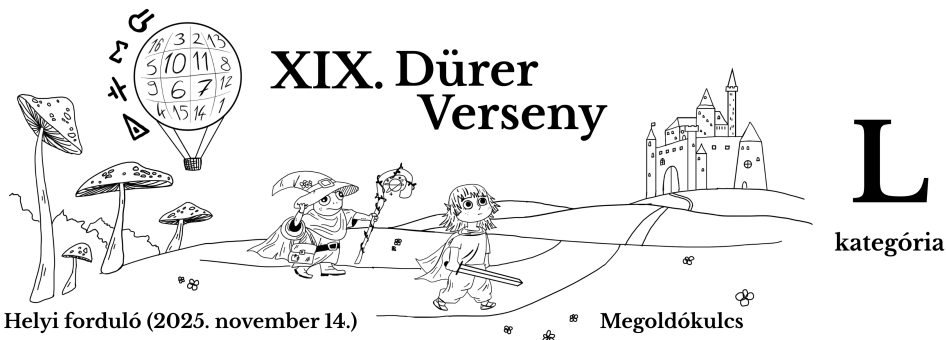
Izotópok (növekvő tömegszám szerint)	Előfordulási gyakoriság (%)
Ar-A	0,85
Ar-B	9,23
Ar-C	7,60
Ar-D	xXx
Ar-E	xXx
Ar-F	8,82

1. táblázat. Artemion izotópok előfordulási gyakorisága

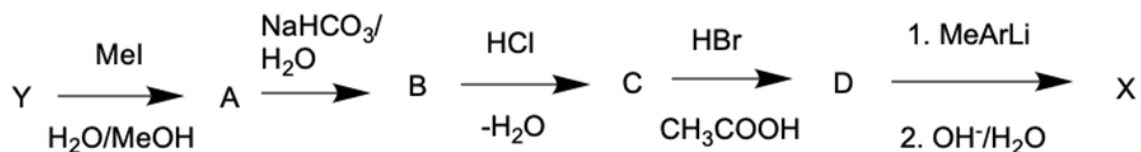
- Az összes vörös artemion hány százaléka tartalmaz csak Ar-F-et?
- Ha az összes vörös artemion 1,695 · 10<sup>-5</sup>%-a (Ar-B)<sub>4</sub>(Ar-C)<sub>4</sub>, akkor hány százalék (Ar-B)<sub>3</sub>(Ar-C)<sub>5</sub>?

Sajnos éppen a két leggyakrabban előforduló izotóp adata elveszett, amikor felrobbant a házi retorta. Arra viszont emlékezett Albrechtus, hogy az összes vörös artemion 2,283%-a volt (Ar-D)<sub>3</sub>(Ar-E)<sub>5</sub> és 2,399%-a volt (Ar-D)<sub>2</sub>(Ar-E)<sub>6</sub>.

- Számítással határozzátok meg az Ar-D és az Ar-E gyakoriságát is az összes artemionizotóp között!

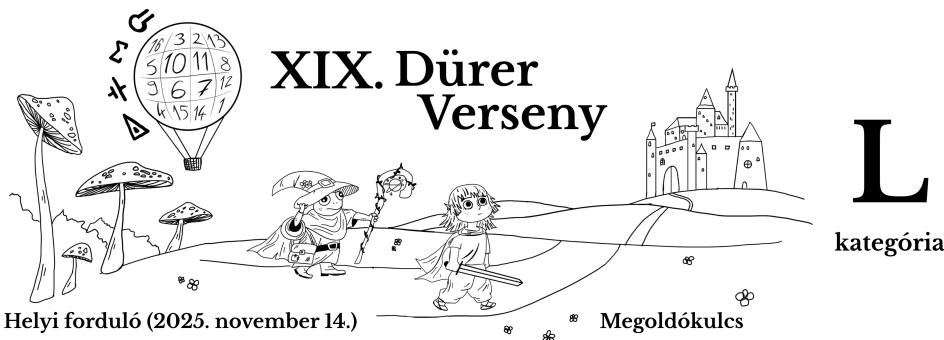


Azt még a kristálygömbbe nézve sem láthatta Albrechtus, hogy az artemion akár a fehérjékbe is beépülhet, sőt, az emberi artemionbevitel egy részét az X aminosav adja, ami például a gabonafélékben, hüvelyesekben és a szójában is megtalálható. Ez nagyfokú szerkezeti hasonlóságot mutat az Y esszenciális aminosavval, amely eukariótákban gyakran a fehérjelánc N-terminálisa. X moláris tömege 1,314-szerese Y moláris tömegének. X-re többféle mesterséges szintézis is létezik, amelyből néhány Y-ból indul ki, amint az a következő ábrán is látható:



Ismert, hogy B moláris tömege 119,14 g/mol. Az első két reakciólépés során csak az oldalláncon történik reakció, míg C az egyetlen ciklikus köztitermék. Mind C, mind D halogéntartalmú (az utolsó lépés során az Ar az artemiont jelöli).

- g) Adjátok meg az X és Y aminosavak szerkezetét és nevét!
- h) Rajzoljátok fel A-D intermedierek szerkezetét!
- i) Adjátok meg az Y-t kódoló kodont! Miért ez az aminosav található minden fehérjelánc elején közvetlenül a szintézis után?



#### 4. feladat megoldása

- a) A leírásból következően az elem valószínűleg a kén főcsoportjában van (kalkogének). A többi tulajdonságából adódóan (leválasztható szilárd anyagként) szelén vagy tellúr lehet és ezek közül a szelénnek van 6 stabil izotópja. A vörös szelén a kénnel analóg  $\text{Se}_8$  gyűrűkből álló, molekulárcsós anyag, amely állás során a polimerláncokból álló fekete szeléné  $-(\text{Se})_n-$  alakul.

(2 pont)

- b) Az anódról összegyűjtött (vörös) anyag tömege is a folyamat végén levált szelénnel megegyező, így valószínűleg elemi szelént reagáltattunk nátrium-karbonáttal. A levegőn pörkölés során oxidáció történt, amelyben nátrium-szelenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) és nátrium-szelenát ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) képződtek, amelyekből kén-dioxidos redukcióval ismét kinyerhető az elemi szelén.

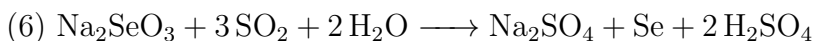
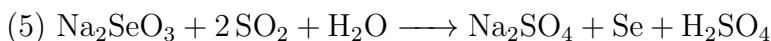
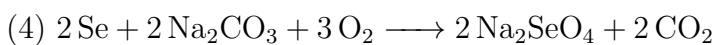
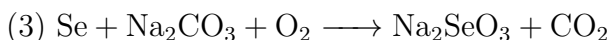
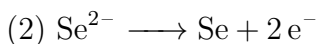
A 400 mg szelén anyagmennyisége:  $n = 5,065$  mmol, így  $x$  mmol szelenit mellett  $5,065 - x$  mmol szelenát képződött.

A por tömege:  $m = x \text{ mmol} \cdot 172,97 \text{ g/mol} + (5,065 - x) \text{ mmol} \cdot 188,97 \text{ g/mol} = 924,1$  mg.

Ebből  $x = 2,065$  mmol. A nátrium-szelenit és a nátrium-szelenát aránya:  $2,065/3,00=0,688$ .

(4 pont)

- c) (1)  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$



(6 pont)

- d) Ennek az eseménynek a valószínűsége az elemi esemény nyolcadik hatványa, vagyis  $P_{\text{Ar-F}} = 0,0882^8 = 3,66 \cdot 10^{-7}\%$

(2 pont)

- e) Az izotópeloszlás modellezése a visszatevéses mintavétellel szemléltethető, tehát itt a binomiális eloszlás képletét kell használni:

$$P[(\text{Ar} - \text{B})_3(\text{Ar} - \text{C})_5] = \binom{8}{3} 0,0923^3 \cdot 0,076^5 = 1,117 \cdot 10^{-5}\%$$

(2 pont)



# XIX. Dürer Verseny

# L

kategória

Helyi forduló (2025. november 14.)

Megoldókulcs

f) Itt is hasonló megfontolás alapján felírható egy egyenletrendszer a két valószínűsége:

$$P(\text{Ar} - \text{D}) + P(\text{Ar} - \text{E}) = 1 - 0,265 = 0,735$$

$$\binom{8}{3} P(\text{Ar} - \text{D})^3 \cdot P(\text{Ar} - \text{E})^5 = 0,02283$$

$$\binom{8}{3} P(\text{Ar} - \text{D})^2 \cdot P(\text{Ar} - \text{E})^6 = 0,02399$$

$$P(\text{Ar} - \text{D}) = 0,3497 - 0,4758 \cdot P(\text{Ar} - \text{D})$$

$$P(\text{Ar} - \text{D}) = 0,23696 \text{ azaz } 23,7\%$$

$$P(\text{Ar} - \text{E}) = 49,8\%$$

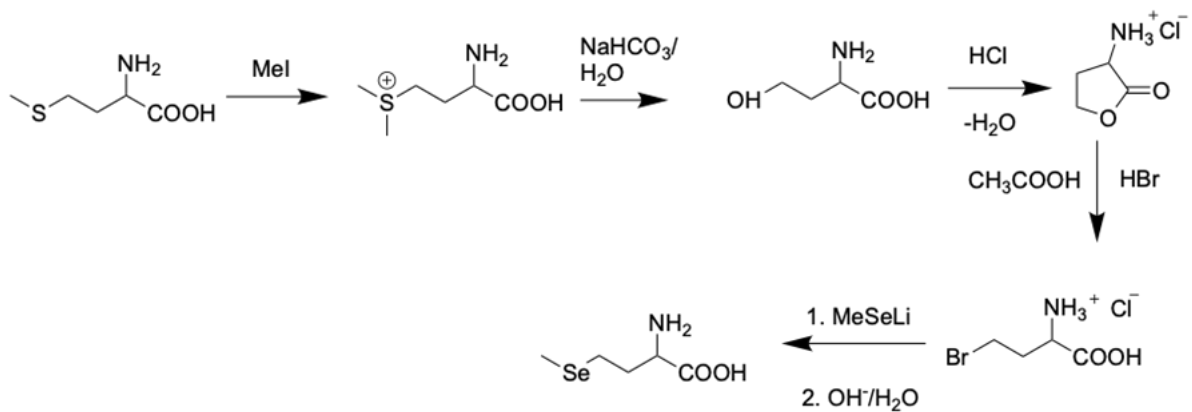
(2 pont)

g) X = szelenometionin Y = metionin



(2 pont)

h)



(4 pont)

i) AUG, amely egyben a startkodon is (függvénytábla 342. old.)

(1 pont)