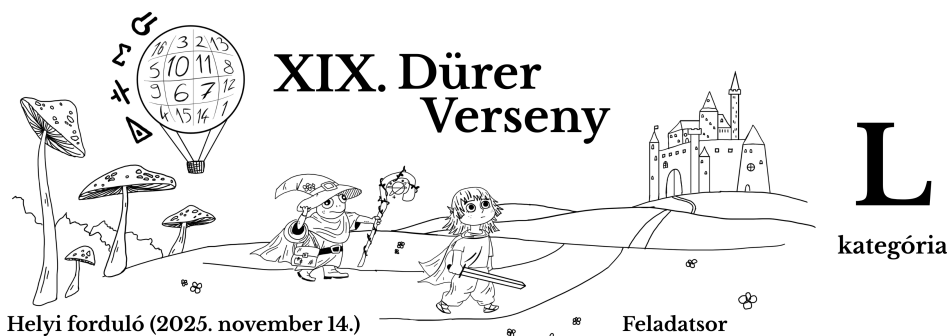




1. feladat

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 varázsigénél. Egyesek szerint szörnyeket gyógyít, mások szerint embereket tesz azzá. A legrettegettebb főzete a Csillagfény, amelyet csak teliholdkor készít, és amelyről azt suttogják a népek, hogy:

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

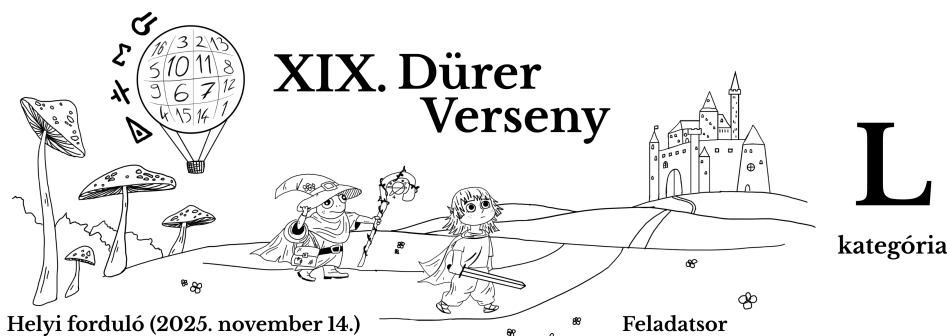
– Régi irat a Királyi Könyvtárból

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 cm^3) elvett a vajákfőzetből, majd völgyforrásvízzel kétszázszorosára hígította azt. A hígított italból háromszor 20 cm^3 -t mért ki titrálókristályba és mindegyikhez 30 cm^3 $0,020\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú 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 cm^3 -es vajákfőzet? A titrálás során a fogyások rendre $10,55$; $10,70$ és $10,65\text{ cm}^3$ voltak!
- Minimum hány cm^3 kálium-jodid oldatot adhatott Xyren a tribrómfenol származékokhoz?
- Egy ember számára 70 mg /testtömeg kg fenol már halálos lehet. Egy 100 kg -os ember megihatná a vajákfőzetet?



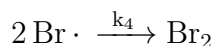
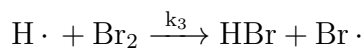
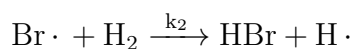
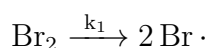
2. feladat

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.

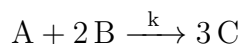
- A bróm és hidrogén reakciójában a következő gyökös reakciók zajlanak le ezen reakciósebességi együtthatókkal [1]. Adott anyag képződésének sebessége [2] szerint írható fel. Liminasius a HBr keletkezési sebességének egyenletét szeretné megtudni a bróm és hidrogén koncentrációjának függvényében és az [1] egyenletek alapján ismert sebességi együtthatók segítségével. Tudja, hogy a kvázistacionárius közelítés értelmében a brómgyökök és hidrogénygyökök koncentrációja időben változatlan. Adjátok meg, hogy milyen egyenletet kapott az alkimista, ha azt [3] alakban írta fel.
- 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 $\text{mol}/(\text{lpk}^2 \cdot \text{psl})$ mértékegységben adta meg?

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

[1]:



[2]:

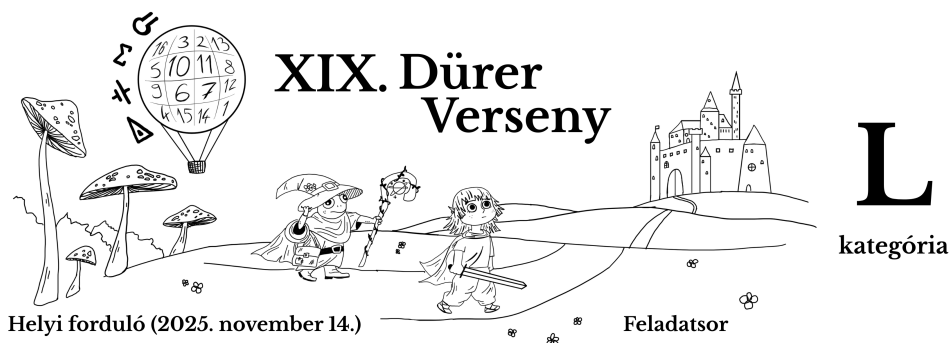


$$v_{\text{B}} = -2k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$$

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

[3]:

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



3. feladat

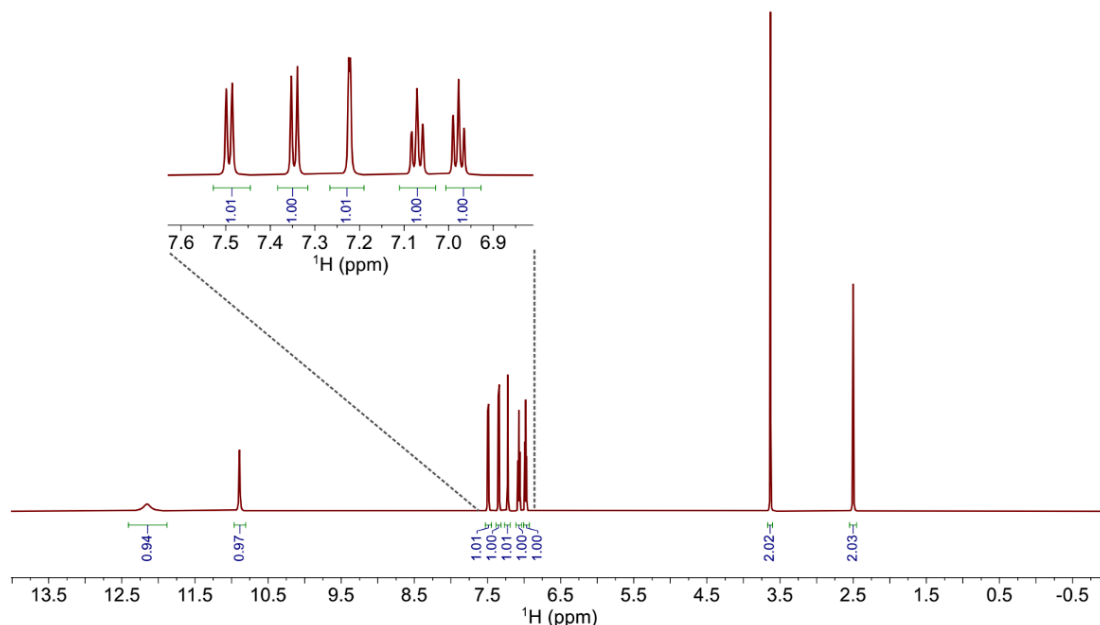
A Szabad Druidák Egyesülete megkérte a helyi alkímistát, hogy növekedést elősegítő bájitalt készítsen. Természetesen egy ilyen egyszerű feladatot azonnal lepasszolt egyik tanítványának. A szintézis első napján két reakciót végzett el. Az első lépésben anilinnal végzett Friedel-Crafts acilezést hidroxiacetil-kloriddal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

- Rajzoljátok 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? Rajzoljátok 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!

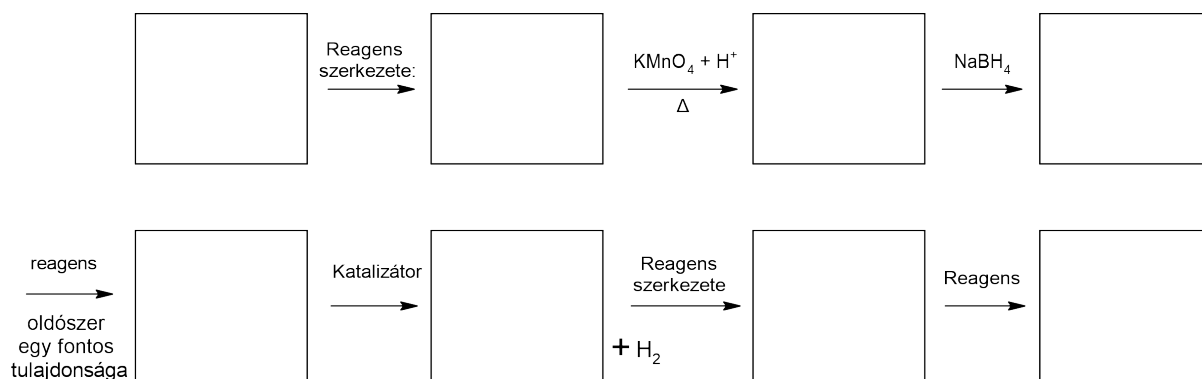
A negyedik nap elfelejti meginni a reggeli kávéját, és elfelejt egy lépést ledokumentálni. Szerencsére a laborban lévő egyik másik segédnek sikerült megállapítania, hogy a keletkezett anyag egy egyszeresen dehidrogénezett változata a tegnapi utolsó főterméknek. Ezt leginkább úgy tette, hogy sikeresen 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 kifelejtje 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:



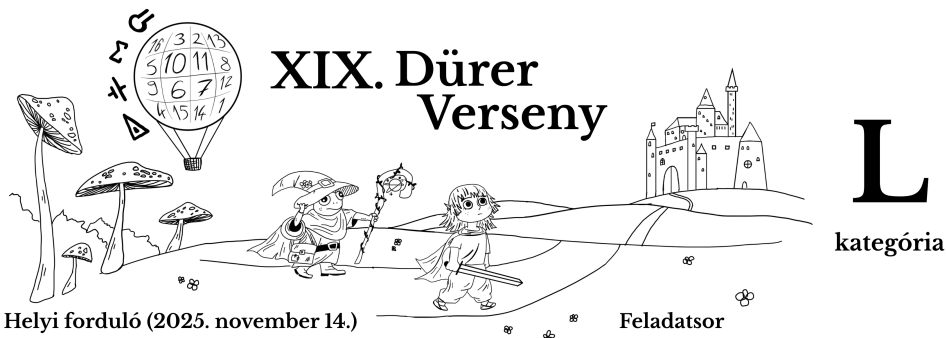
e) Rajzoljátok fel a laboráns által bejárt szintézisutat a megadott ábra segítségével, mutatva:

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

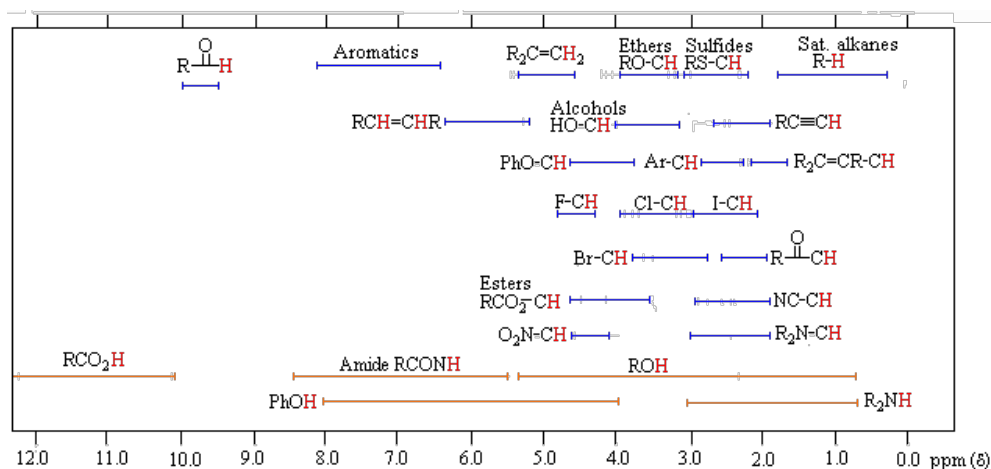
A kapott vegyület a vizsgálat alapján az utolsó lépésben a terc-butil védőcsoport eltávolításán ment keresztül. Az is kiderült, hogy az indol egyik szénatomjára egy $C_2H_3O_2$ összegképletű csoport került. Így a funkciós csoportok összességében megegyeznek a fenilalaninban található funkciós csoportokkal,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

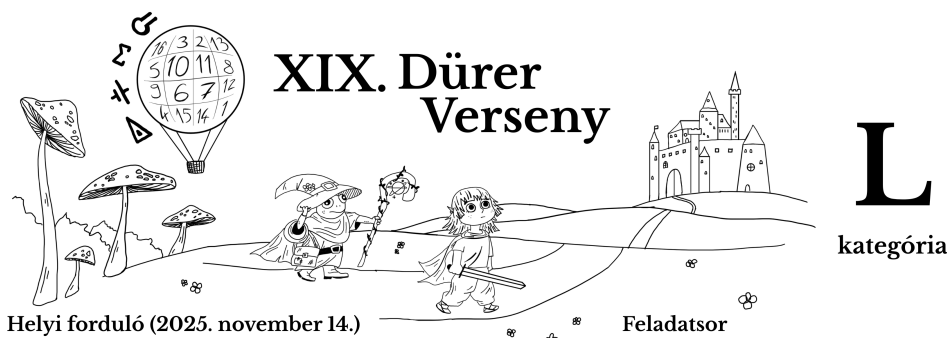


f) Mi az anyag szerkezeti képlete, és mekkora a kitermelés, ha a 30,0 g anilinból, amiből kiindultunk, a végére 25,4 g tiszta anyagunk maradt?



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).





4. feladat

Albrechtus Magnus, a híres alkímista 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 dm³-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):

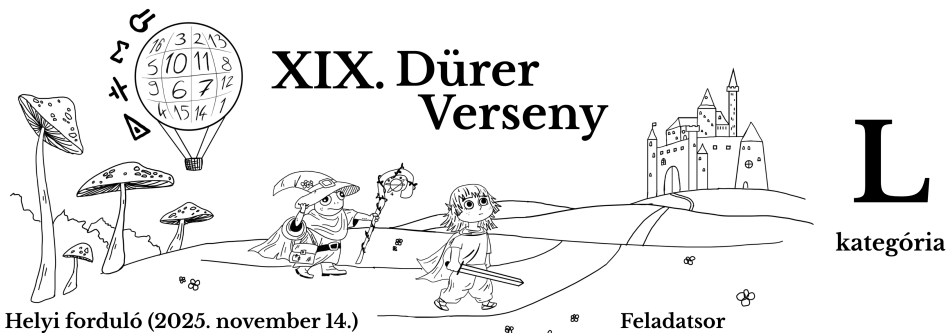
Izotópok (növekvő tömegszám szerint)	Előfordulási gyakoriság (%)
Ar-A	0,85
Ar-B	9,23
Ar-C	7,60
Ar-D	xXx
Ar-E	xXx
Ar-F	8,82

1. táblázat. Artemion izotópok előfordulási gyakorisága

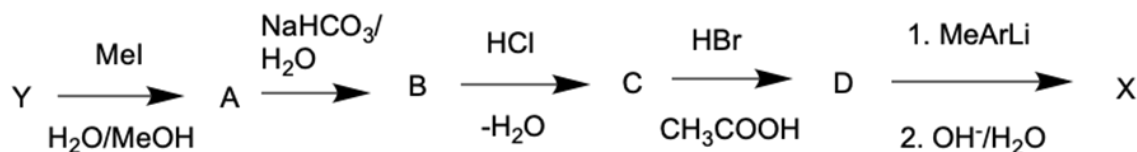
- Az összes vörös artemion hány százaléka tartalmaz csak Ar-F-et?
- Ha az összes vörös artemion $1,695 \cdot 10^{-5}\%$ -a (Ar-B)₄(Ar-C)₄, akkor hány százalék (Ar-B)₃(Ar-C)₅?

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)₃(Ar-E)₅ és 2,399%-a volt (Ar-D)₂(Ar-E)₆.

- 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 oldallánc 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?