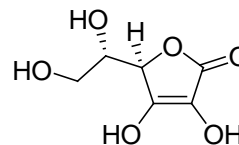


## 1 feladat

Az aszkorbinsav (AA) fontos vitamin és antioxidáns. Mennyiségi meghatározását kálium-jodáttal titrálva végzik, 0,5 M sósavas közegben, keményítő jelenlétében.

A titrálás során dehidroaszkorbinsav,  $C_6H_6O_6$  (DHA) és jodid-ion keletkezik.



1. Írd fel a titrálási reakció egyenletét és annak a reakciónak az egyenletét, amelyben az indikátor színét adó jód keletkezik. Számítsd ki, mennyi AA volt a mintában (mol-ban), ha 9,5 ml of 0,100 M  $KIO_3$  oldat fogyott a titrálására.

A DHA lassan xilozonná ( $C_5H_8O_5$ ) alakul egy vízáddíció és dekarboxileződés eredményeként. A xilozont egy második AA molekula gyorsan (sokkal gyorsabban, mint az első lépés) xilózt,  $C_5H_{10}O_5$  és egy másik molekula DHA-t adva redukálja. A xilóz aztán lassan furfural-lá,  $C_5H_4O_2$  ciklizálódik.

Egy összesen 1 mmol AA-t tartalmazó minta titrálását kezdte el egy analitikus az 1. kérdésben leírt módon, de menetközben ott kellett hagynia a labort. Amikor visszatért, az oldatban már nem volt aszkorbinsav. Ugyanakkor a xilóz és furfural együttes mennyisége az oldatban 0,55 mmol volt.

2. Írd fel a DHA és a xilozon átalakulásaink egyenleteit az oldatban állás közben! Összegképleteket használj, szerkezet nem kell!

3. Hány ml 0,100 M jodát-oldatot használt fel az analitikus, mielőtt otthagya a labort?

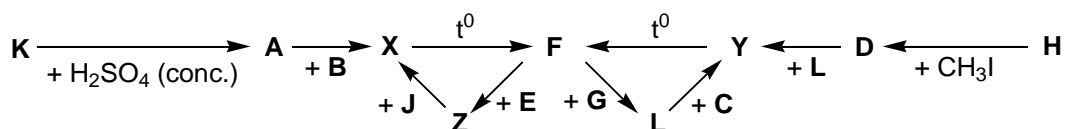
4. Milyen más szerves vegyületek voltak az oldatban a xilózon és a furfuralon felül, és milyen mennyiségben, amikor az analitikus visszaért, ha a rendszer egyensúlyi állapotba jutott addigra?

5. A felsoroltakon felül milyen más mellékreakció csökkentheti állás közben az AA koncentrációját?

Ha az AA jodátos titrálását 5 M-os HCl-as közegben végezzük, akkor a jodát ismét jodiddá redukálódik, de 7,00 ml of 0,100 M jodát-oldat fogy 0,300 mmol AA-ra.

6. Mi lesz ilyen körülmények között az AA oxidációjának terméke? Írd fel a titrálási reakció egyenletét és a termék szerkezetét, ha más széntartalmú vegyület ezen kívül nem keletkezik a reakcióban!

## 2. feladat

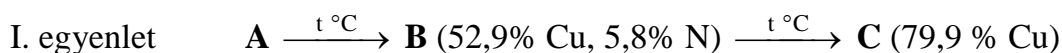


Az **X** vegyület (nehezebb összetevőjének tömegszázaléka 98,45%) vörösbarna csapadékként keletkezik, amikor a kék **A** só (kristályvizes) oldatát a **B**, egyértékű, foszfortartalmú sav oldatával összekeverik. Az **Y** (fehér por) előállítható az **L**-et a **C** jodiddal, vagy a gyúlékony **D** folyadékkal (moláris tömege 95,4 g/mol) reagáltatva. **Z** akkor képződik, amikor az **E** és **F** elemek ekvimoláris mennyiségben, nyomás alatt reagálnak. Az **E** bizonyos ásványok, pl. az olivin, a dolomit és a karnallit egyik összetevője. Az **L** a stabil **G** nitrid (nitrogéntartalma 40,20%) redukciójával állítható elő. **L** és származékai széles körben használatosak erős redukálószerként a preparatív kémiában. Az **X** és **Y** elég bomlékony, 90°C felett elbomlanak. A **K** és **H** fémek, atomszámuk 1-gyel tér el. **J** egy klórtartalmú sav. **X**, **Y**, **Z**, **L** – egy csoportba tartozó biner (két elemből álló) vegyületek. Az ábrán  $t^0$  alatt melegítést értenek.

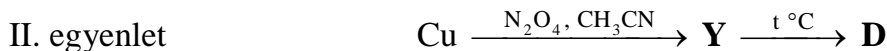
1. Azonosítsd a betűvel jelölt anyagokat.
2. Írd fel a tárgyalt reakciók egyenleteit.
3. Mi magyarázza, hogy **X**, **Y** vízben stabil, **Z** vízben lassan bomlik, míg **L** könnyen és nagyon exoterm módon reagál vízzel?
4. Az alternatív energetika területén mire szeretnék **Z**-t használni?
5. Írd fel **B** szerkezetét és magyarázd meg rajta, hogy miért egyértékű sav!

## 3. feladat

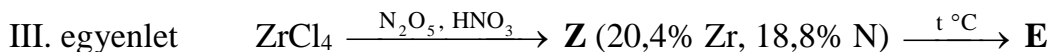
A réz hígabb  $\text{HNO}_3$ -mal reagálva az **X** színtelen gázt (ez levegőn gyorsan megbarnul) és egy kék oldatot adja. Az oldatot bepárolva egy kék kristályvizes anyag, **A** kristályosítható ki, aminek képletében 2,5 molekula kristályvíz szerepel. Levegőn hevítve **A**-ból nem távolítható el a víz, nem a **D** vízmentes só keletkezik. **A** termikus bomlása kétlépéses folyamat (I. egyenlet, a **B** egy bázisos só, **C** egy oxid). Az első lépésben 48,4% a tömegvesztés.



Vízmentes **D**-t előállítani réz és  $\text{N}_2\text{O}_4$  (etil-acetátban vagy acetonitrilben oldva) reakciójában lehet. Ezekben az oldószerekben az  $\text{N}_2\text{O}_4$  ionokra disszociál, és a disszociáció során keletkező anionok a rezet koordinálják. A vízmentes **D** előállítása is kétlépéses folyamat (II. egyenlet, **Y** egy komplex só,  $\text{CuN}_4\text{O}_{10}$ ).



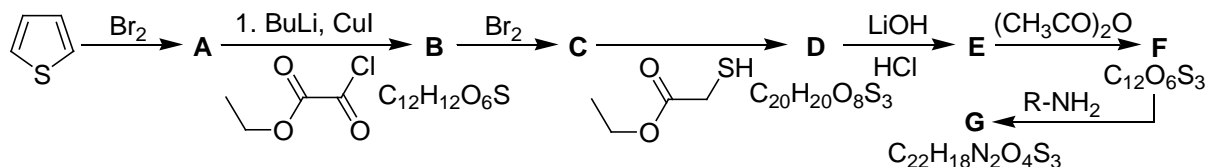
Más vízmentes nitrátok szintézise (pl. a cirkónium-nitrát, **E**) során a  $\text{N}_2\text{O}_5$ -ot használják nitrálószerként. Ez vízmentes salétromsavas közegben ionokra disszociál. A **Z** só (ld. III. egyenlet) **Y**-hoz hasonló szerkezetű.



1. Írd fel a  $\text{N}_2\text{O}_4$  és a  $\text{N}_2\text{O}_5$  említett oldatokban végbemenő autoionizációjának egyenletét!
2. Add meg **A** – **E**, **X**, **Z** és az **Y** és **Z** komplex sókat alkotó ionok képletét!
3. Írd fel a tárgyalt reakciókat!
4. Írd fel az  $\text{N}_2\text{O}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}_5$  szerkezeti képletét!

#### 4. feladat

A tiofén molekulák ígéretes kiindulási anyagok szerves félvezetők számára, mert szerkezetük merev és aránylag stabil, de könnyen állíthatóak elő származékaik. 2011-ben állítottak elő egy ilyen célra alkalmas tiofén-származékot:



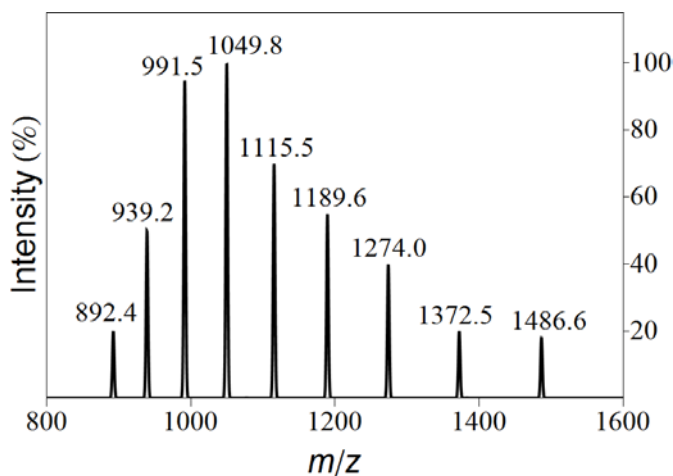
1. Melyik aromás vegyület – a tiofén vagy a benzol – reaktívabb elektrofil szubsztitúciós reakciókban?
2. A tiofén nitrálása során két mononitro származék keletkezik ~100:1 arányban. Írd fel a fő termék szerkezetét!
3. Írd fel az  $\text{RNH}_2$  amin szerkezetét, ha tudjuk, hogy  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumában 3 jel van (a molekulában háromféle szén található).
4. Fejtsd meg a szintézis lépéseit, ha tudjuk, hogy a **D**  $^1\text{H}$  NMR spektrumában négy jel van 2:2:3:3 intenzitásarányban.

#### 5. feladat

Az elektroporlasztás (elektrospray) egy olyan módszer, amivel oldott molekulákból lehet ionokat előállítani. A módszer fő előnye, hogy a molekulák kevésbé fragmentálódnak. A folyamat során az oldat egy vékony kapillárison áthaladva, annak végén kis töltött cseppek formájában távozik. A cseppek elektromos térben haladva két okból lesznek egyre kisebbek:

elpárolog belőlük az oldószer, és spontán kisebb részekre szakadnak. Végül mikrocseppek keletkeznek, amelyekben már csak egy töltött molekula (ion) van. Miután az oldószer utolsó részletei is elpárolognak, az ionokat egy tömegspektrométerbe vezetik tömeg-töltés arányuk ( $m/z$ ) szerinti analízisre.

Elektrospray-t használnak fehérjék moláris tömegének meghatározására. A többszörösen protonált ionok  $[A + nH]^{n+}$  csúcsait érzékeli a tömegspektrométer. Itt  $n$  – az  $A$  molekulához kapcsolódó protonok száma. Az ábra a lizozim,  $A$  tömegspektrumát mutatja. A szomszédos ionok töltései egy-egy egységgel térnek el.



**1.** Válaszd ki bármelyik két csúcsot és az  $m/z$  értékekből számítsd ki  $A$  moláris tömegét,  $M$ -et! Fejezd ki a tömeget Dalton egységben is ( $1 \text{ Da} = 1 \text{ a.m.u.} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ) és kerekítsd a legközelebbi egész számra. A proton tömege  $m_p = 1,0073 \text{ Da}$ .

**2.** Add meg a tömegspektrumban található összes ion töltését ( $z$ ) (az elemi töltés,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  egész számú többszöröseiben megadva).

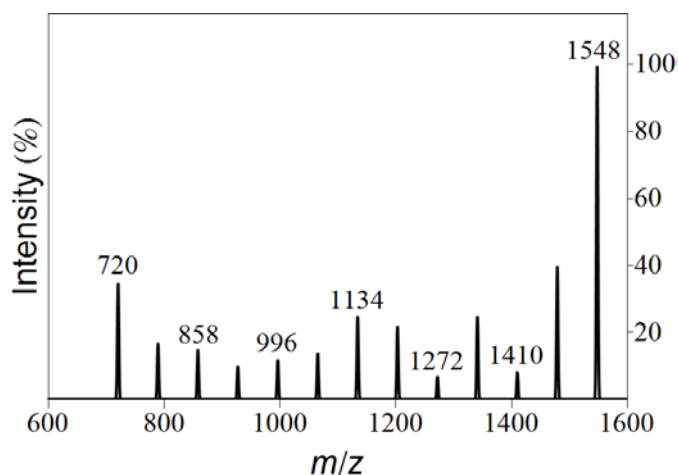
Egy töltött csepp széthasadással szemben mutatott stabilitását elektrosztatikus és kohéziós (felületi) energiájának viszonya szabja meg. Egy gömb alakú csepre:  $U_{el} = q^2 / 8\pi\epsilon_0 r$ , ahol  $q$  – a csepp töltése,  $r$  – sugár,  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ J}^{-1}\text{C}^2\text{m}^{-1}$ ,  $U_{felül} = \sigma S$ , ahol  $S$  – a csepp felülete,  $\sigma$  – felületi feszültsége.

**3.** Energetikai megfontolások alapján vezesd le, hogy mi egy gömbalakú csepp stabilitásának feltétele, ha felszakadásakor két egyező alakú és méretű csepp keletkezne ( $q/2$  töltéssel). A feltételt megadó egyenlőtlenségben  $q$ ,  $r$  legyen változó és  $\sigma$ ,  $\epsilon_0$  a konstansok.

**4.** Határozd meg, mi az a maximális töltés  $q$  (elemi töltésegységben,  $e$ ), amelyet egy  $r = 10^{-5} \text{ cm}$  sugarú vízcsepp el tud viselni? Kerekítsd egész számokra a választ! A víz

felületi feszültsége  $\sigma = 7.28 \cdot 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Az elektropraytól eltérően elektronbombázásos ionizáció során a besugárzott molekulák általában elég erősen fragmentálódnak. Egy fullerénszármazék  $\text{C}_M(\text{CX}_3)_n$ , gőzének így felvett tömegspektrumát mutatja az ábra. Az **X** elem halogén. Minden csúcs olyan ionoknak

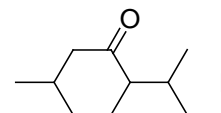


felel meg, aminek a töltése +1, csak a  $\text{CX}_3$  csoportok száma más.

5. a) Hány szénatom ( $N$ ) van abban a fullerénben, amelynek  $\text{CX}_3$ -származékát mutatja az ábra? b) Azonosítsd az **X** elemet c) Határozd meg a funkciós csoportok számát ( $n$ ) a vizsgált vegyületben!

## 6. feladat

Növényi illóolajkból nyerik a mentont (**I**), aminek több sztereoizomerje van:



1. A cikloalkanonokat gyakran a megfelelő savak kalciumsóinak pirolízisével állítják elő. A menton szerkezetének igazolására is ezt a módszert használták. Írd fel annak a savnak a szerkezetét, amelynek kalciumsóját pirolizálva az **I** megkapható!
2. Írd fel **I** IUPAC nomenklatura szerinti nevét és összes sztereoizomerjének a szerkezetét!

A (-)-mentonban a  $\text{CH}_3$  csoporthoz kapcsolódó szénatom konfigurációja *R*. Vizes  $\text{CH}_3\text{COOH}$  oldatban (-)-**I** epimerizálódik  $20^\circ\text{C}$ -on, miközben a (-)-menthone és a (+)-isomenton [(+)-**isoI**] egyensúlyi keveréke keletkezik. Ennek a keveréknek a fajlagos moláris forgatóképessége  $-3^\circ$ . A (-)-**I**  $\rightleftharpoons$  (+)-**isoI** átalakulás az instabil **X** köztiterméken át megy, ami a (-)-**I** és (+)-**isoI** izomerje. Az **X** IR spektrumában egy széles sáv található a  $3500 - 3200 \text{ cm}^{-1}$  tartományban.

3. Számítsd ki az elegy százalékos (-)-**I** ( $[\alpha]^{20^\circ\text{C}}_{\text{D}} = -30^\circ$ ) és (+)-**isoI** ( $[\alpha]^{20^\circ\text{C}}_{\text{D}} = +92^\circ$ ) tartalmát és a *K* egyensúlyi állandót. Írd fel **X** szerkezeti képletét!
4. A 3. kérdésre adott válasz alapján javasolj szerkezeti képletet (-)-**I**-re és (+)-**isoI**-re! Használd a válaszlapon feltüntetett ciklohexánvázakat!

## 7. feladat

Az izotópoknak sok alkalmazásuk van, pl. a reakciómechanizmusok, a kinetika, a katalízis, stb. területén. A geológiában egy egyik alkalmazásuk a kőzetek és más objektumok, pl. meteoritok korának meghatározása.

Az egyik ilyen eljárást, ami a szamárium és neodímium izotópokon alapul, 1947-ben fejlesztette ki Langmar. A  $^{143}\text{Nd}$  anyagmennyisége az objektum kialakulásakor vett  $n_0(^{143}\text{Nd})$  értékhez képest növekszik a  $^{147}\text{Sm}$  bomlásának ( $\tau_{1/2} = 1,06 \cdot 10^{11}$  év) következményeként.



A  $^{144}\text{Nd}$  anyagmennyisége időben nem változik. Ez teszi lehetővé a minta korának meghatározását, ha a  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  és  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  arányokat tömegspektrometriával megméri.

A Moama meteorit 1940-ben Ausztráliában találták és a Naprendszer korával összemérhető korúnak hiszik. 1978-ban két ásványt (plagioklász és piroxén) nyertek ki a Moama meteorból, és analizálták ezeket:

ásvány	$n(^{143}\text{Nd}) / n(^{144}\text{Nd})$	$n(^{147}\text{Sm}) / n(^{144}\text{Nd})$
plagioklász	0,510	0,111
piroxén	0,515	0,280

1. a) Írd fel a  $^{147}\text{Sm}$  bomlási reakcióját; b) Határozd meg a bomlás sebességi állandóját.
2. A táblázat adatainak segítségével határozd meg a kezdeti  $n_0(^{143}\text{Nd}) / n_0(^{144}\text{Nd})$  arányt a meteorit keletkezésének idején. Vedd figyelembe, hogy a  $n_0(^{143}\text{Nd}) / n_0(^{144}\text{Nd})$  mindkét ásvány esetében ugyanaz volt.
3. Számítsd ki a Moama meteor korát.
4. Használható-e Langmar módszer olyan kőzetek korának meghatározására, amelyek 3-5 ezer évvel időszámításunk előtt keletkeztek? Numerikus példával is támaszd alá válaszod!

## 8. feladat

A Palesztin Hatóság Nobel-békedíjas elnöke, Jasszer Arafat különös körülmények között hirtelen halt meg 2004 novemberében. 2012-ben özvegyének kérésére exhumálták és szövetmintákat analizáltak a testéből. Az eredmények alapján a halálát egy **X** izotópot tartalmazó anyaggal való mérgezés okozhatta.

Egységnyi idő alatt ugyanannyi  $\alpha$ -részecskét bocsát ki 1,00 mg **X** ( $T_{1/2} = 138,4$  nap) és 4,55 g  $^{226}\text{Ra}$  ( $T_{1/2} = 1601$  év).

1. Írd fel a  $^{226}\text{Ra}$  izotóp bomlásának egyenletét!
  2. Számítsd ki **X** moláris tömegét.
  3. Mikor lett volna már értelmetlen exhumálni Arafat testét (70 kg), mert a szövetekben a teljes  $\alpha$ -aktivitás 0,3 Bq/kg-ra csökkent volna. Tudjuk, hogy:
    - a) a minimális halálos dózis **X**-ből 1  $\mu\text{g}$ ;
    - b) az emberi test szöveteinek (70 kg) a normális  $\alpha$ -aktivitása ( $A_\alpha$ ) 0,2 Bq/kg. Ez az érték sok éven át is változatlan marad.;
    - c) **X**  $\alpha$ -bomlása során nem radioaktív izotóp keletkezik.

A neutronok és protonok aránya ( $N/Z$ ) **X** -ben 1,50.
  4. Azonosítsd **X**-et.
- X** több, mint 90%-át Oroszországban állítják elő.  $^{209}\text{Bi}$  izotópot besugározva egylépéses eljárás során kapják **X**-et.
5. Írd fel az elméletileg lehetséges magreakciók egyenleteit, ha a többi részecske tömege (az **X** és  $^{209}\text{Bi}$  nem számít) tömege együtt sem lépi túl az 1 atomi tömegegységet.
 

**X** 1  $\text{cm}^3$ -es mintája ( $\rho_X = 9,2 \text{ g/cm}^3$ ) egy vasalóval összevethető mennyiségű energiát ad le időegységként (1210 W), ezért is olyan mérgező **X**.
  6. Számítsd ki az **X** bomlásakor keletkező  $\alpha$ -részecskék kezdeti kinetikus energiáját (MeV egységben), ha feltételezzük, hogy ez a kinetikus energia alakul át hővé (1 eV =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ).