

Feladatok

A dolgozatokat a következő címen várjuk 2008. március 30-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A feladatsor az idei olimpia magyar szervezői által ajánlott felkészítő feladatok alapján készült. A feladatok hosszúak és több részkérdésből állnak, ezért némelyik feladat egyik része a **H** másik része a **HO** feladatsorban szerepel, illetve van ahol nem a teljes feladat szerepel.

H81.

Számítsd ki a következő oldatok analitikai koncentrációját:

- $pH = 4,00$ -es HCl -oldat (**A** oldat),
- $pH = 4,00$ -es ecetsavoldat (**B** oldat),
- $pH = 4,00$ -es kénsavoldat (**C** oldat),
- $pH = 4,00$ -es citromsavoldat (**D** oldat)!

Számítsd ki a következő oldatok pH-ját:

- egyenlő térfogatú **A**-, és $NaOH$ -oldat ($pOH = 4$) elegye,
- egyenlő térfogatú **B**-, és $NaOH$ -oldat ($pOH = 4$) elegye,
- egyenlő térfogatú **C**-, és $NaOH$ -oldat ($pOH = 4$) elegye,
- egyenlő térfogatú **D**-, és $NaOH$ -oldat ($pOH = 4$) elegye,
- egyenlő térfogatú **A**-, és **B**-oldat elegye,
- egyenlő térfogatú **A**-, és **C**-oldat elegye!

Ecetsav: $pK_a = 4,76$; kénsav: $pK_{a2} = 1,99$; citromsav: $pK_{a1} = 3,10$,
 $pK_{a2} = 4,35$, $pK_{a3} = 6,39$

H82.

Az alábbi táblázat néhány atom és egy kétatomos molekula energia adatait tartalmazza kJ/mol-ban:

	Első gerjesztés (E_{ex})	Első ionizáció (E_I)	Második ionizáció (E_{II})	Elektroaffinitás (EA)
Na	51,1	496	4564	53,1
Hu*	100,0	200	500	250,0
Cl	29,0	1251	1148	348,0
NaCl		860		70,1

*kitalált atom

Két R távolságban lévő pontszerű töltés (q_1 és q_2) kölcsönhatási energiája:

$$E = -\frac{kq_1q_2}{R},$$

ahol $k = 8,99 \cdot 10^9$ m/F. Az elektron töltése (e) $1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

- Egy Na és egy Cl atomot közelítünk egymáshoz gázfázisban. Mi az a minimális távolság, ahol még nem reagálnak egymással?
- Ez a távolság kisebb vagy nagyobb, ha a Na atom az első gerjesztett állapotában van? Állításod számítással igazold!
- Figyelembe véve, hogy az elemek elektronaffinitása és első ionizációs energiája 4,6 – 348 kJ/mol, illetve 475 – 2374 kJ/mol közötti értékeket vesz fel, lehetséges-e, hogy egy kétatomos molekula két stabil ionra disszociáljon? Állításod számítással igazold!
- Egy semleges Hu atomot és egy Hu^+ iont közelítünk egymáshoz gáz fázisban. Reagálnak-e egymással? Állításod számítással igazold!

H83.

A Fe^{3+}/Fe^{2+} és az H_3AsO_4/H_3AsO_3 rendszerek fontos redoxi rendszerek az analitikai kémiában, mert elektrokémiai egyensúlyukat komplexképzéssel vagy különböző pH értékekkel el lehet tolni.

a) Számítsd ki a $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ standard potenciálját (E°_3)!

A Fe^{3+}/Fe^{2+} rendszer standard redox potenciálja 1 mol/dm³-es HCl oldatban 0,710 V.

b) Add meg a $[FeCl]^{2+}$ komplex stabilitási állandóját!

Mind a Fe^{3+} , mind a Fe^{2+} ionok nagyon stabil komplexet képeznek a CN^- ionokkal.

- c) Számítsd ki a $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ és $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionok kumulatív stabilitási állandóját (stabilitási szorzatát)!
- d) Sztöchiometrikus arányban H_3AsO_4 -t és $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ -t oldunk vízben. Mi lesz az $[\text{H}_3\text{AsO}_4]/[\text{H}_3\text{AsO}_3]$ arány egyensúlyban $\text{pH} = 2,00$ -nél?
- e) Lehetségesek-e a következő egyensúlyi koncentrációk vizes oldatban? Ha igen, számítsd ki az oldat pH -ját!

$$[\text{H}_3\text{AsO}_4] = [\text{H}_3\text{AsO}_3] = [\text{I}_3^-] = [\text{I}^-] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

Fe^{2+}/Fe	$E^\circ_1 = -0,440 \text{ V}$
Fe^{3+}/Fe	$E^\circ_2 = -0,036 \text{ V}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$E^\circ_4 = +0,356 \text{ V}$
$\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3$	$E^\circ_5 = +0,560 \text{ V}$
$\text{I}_2/2 \text{ I}^-$	$E^\circ_6 = +0,540 \text{ V}$

H84.

A magyar Nemzeti Bank honlapja alapján, az ezüstfehér kétforintos érme egy csak rezet és nikkelt tartalmazó ötvözet. Egy kíváncsi vegyész (aki nem tudta, hogy Magyarországon a pénz rongálását a törvény bünteti) lemért egy kétforintos érmét (3,1422 g), és kb. 4 óra alatt maradéktalanul feloldotta tömény salétromsavban, természetesen egy jól húzó vegyifülke alatt dolgozva. Egy barna gázon kívül más gáz halmazállapotú termék nem fejlődött a reakció során.

a) Írd fel az oldás során lejátszódó reakciók egyenleteit!

Hősünk ezt az oldatot $100,00 \text{ cm}^3$ -re hígította. Az érme összetételének meghatározásához a következő világos tervet készítette. Először, 6 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $1,0 \text{ dm}^3$ vízben oldásával $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot készített. Ezután egy mérőlombikba $0,08590 \text{ g}$ KIO_3 -ot mért és vízzel $100,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készített belőle. A törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ részletéhez 5 cm^3 20%-os sósav oldatot és 2 g szilárd KI -t adunk. Az oldat azonnal barna színű lett. Ezután az így előkészített oldatot titrálta a nátrium-tioszulfát oldattal. Több párhuzamos mérést végezve az ekvivalenciapontig az átlagos fogyás $10,46 \text{ cm}^3$ volt.

b) Írd fel az összes lejátszódó reakció egyenletét! Határozd meg a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldat koncentrációját! Milyen indikátort használhatott hősünk a végpont észleléséhez?

Amikor hősünk nekiállt elmosogatni észrevette, hogy az első mintában

fehér csapadék jelent meg. Emlékezett arra, hogy ehhez az oldathoz több nátrium-tioszulfátot adott, mint amennyi a végpont eléréséhez szükséges lett volna.

c) *Írd fel a csapadék képződéséhez vezető reakció egyenletét!*

Ezután hősünk visszatért a legelőször készített zöldeskék színű törzsoldathoz. 1,000 cm³-es részletét titráló lombikba mérte, majd 20 cm³ 5%-os ecetsavoldatot és 2 g szilárd KI-t adott hozzá. Közelítőleg 5 perc várakozás után, az oldat megbarnult és egy világos színű csapadék vált le.

d) *Írd fel a színes vegyülethez és a csapadékhoz vezető reakciók egyenleteit! Miért kellett hősünknek várnia? Miért okozott volna hibát, ha percek helyett órákat vár a minta előkészítése során?*

Hősünk az így elkészített oldatot megtitrálta a tioszulfát mérőoldattal. Az ekvivalenciapontig az átlagos fogyás 16,11 cm³ volt. Most már ki lehet számítani a 2 Ft-os érme összetételét.

e) *Add meg az érme tömegszázalékos összetételét!*

Mint egy jó analitikust, az egy eljárással kapott eredmény nem nyugtatta meg hősünket, ezért az érme összetételét megpróbálta meghatározni komplexometriásan is. Ebben a mérésben nem vette figyelembe a jodometriás mérés eredményeit. Először 3,6811 g Na₂EDTA·2H₂O ($M = 372,25$ g/mol) oldásával készített 1,0000 dm³ oldatot. Majd az eredeti zöldeskék törzsoldat 0,2000 cm³-es részletéhez 20 cm³ vizet és 2 cm³ 25%-os ammóniaoldatot adott. Az oldat színe intenzív ibolyaszínű lett.

f) *Milyen specieszek felelősek ezért a színért? Mi az ammónia hozzáadásának szerepe?*

Az ekvivalencia pontig az átlagos fogyás 10,21 cm³ volt.

g) *Megerősítette ez a kísérlet az érme összetételére vonatkozó korábbi eredményt?*

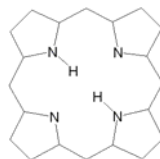
A történet itt még koránt sem ért véget, aki kíváncsi a folytatására, az nézze meg a **HO-35.** feladatot.

H85.

Az aromaticitás a szerves kémia egy fontos fogalma. Az aromás gyűrűt tartalmazó vegyületek kitűnnek a többitől fizikai-kémiai tulajdonságokban és reakciókészségükben is. Egy egyszerű szabály, a Hückel-szabály segít az aromás rendszerek azonosításában. A szabály kimondja, hogy egy ciklikusan konjugált rendszer akkor aromás, ha a delokalizált π -kötésekben résztvevő p elektronok száma $4n + 2$ (ahol n nem negatív

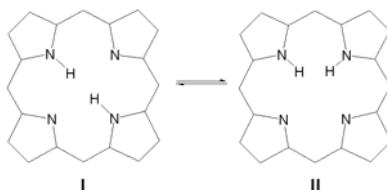
egész szám). Ez a szabály kiterjeszthető policiklusos és kondenzált gyűrűs rendszerekre is.

A porfin a porfirinek családjának legegyszerűbb tagja. A teljesen sík szerkezet négy pirrol gyűrűt tartalmaz. Mindegyik szén és nitrogén atom sp^2 hibrid állapotú a molekulában. Egy kiterjedt konjugált kettős kötés rendszert találhatunk a molekulában. A porfin szigma-váza a következőképpen néz ki:



- a) *Hány elektron vesz részt a konjugált kettős kötés rendszerben? Aromás-e a molekula? Rajzold fel a porfin szerkezetét, és jelöld a konjugált rendszert alkotó kettős kötéseket!*

A középső nitrogén atomok közül kettőnek hidrogén szubsztituense van. Ezek a hidrogének gyengén savasak és normál körülmények között a protonok könnyen vándorolnak át a szomszédos nitrogén atomra, amint alább látszik.

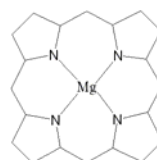


- b) *Milyen izomer I és II? Ez a vándorlás hogyan befolyásolja a konjugált kettős kötés rendszert, több vagy kevesebb π -elektron alkotja a konjugációt a II izomerben, mint az I-ben? Rajzold fel a II porfin szerkezetét, és jelöld a kettős kötéseket!*

A porfin molekulában a szénatomokhoz kötött hidrogén atomokat lecserélhetjük más csoportokra. Tegyük fel, hogy egy metil csoportot helyezünk el a porfin gyűrűn. Normál körülmények között ez a szubsztitúció nem befolyásolja a belső nitrogéneknek a hidrogén vándorlást, ami oldatban folyamatosan végbemegy.

- c) *Hány különböző monometil-porfin képződhet? Még egy metil csoportot viszünk be a porfin gyűrűre.*
 d) *Ebben az esetben hány izomert izolálhatunk?*

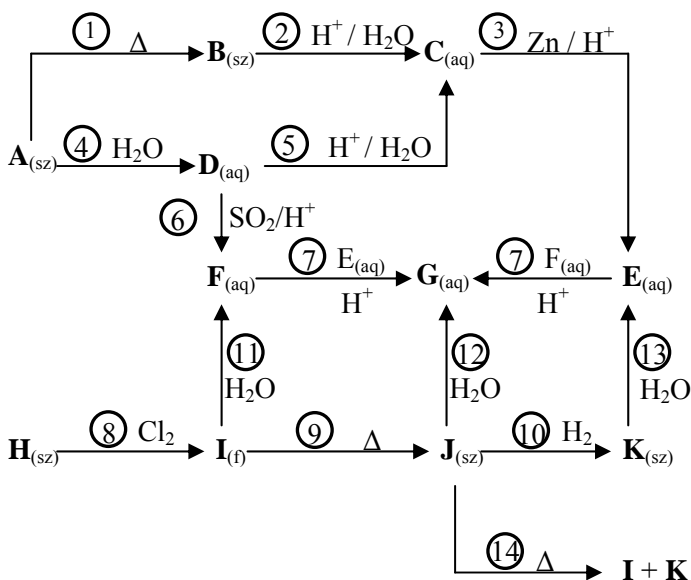
A porfin fém komplexei könnyen előállíthatók. Ezek közül az egyik legjelentősebb a magnézium komplex, ami a klorofill szintetikus modellje. A komplex szigma-váza a következőképpen néz ki:



- e) Ebben az esetben hány elektron vesz részt a szerves gyűrűben lévő konjugált kötés rendszerben? Hány metil-Mg-porfirin létezik, ha egy metil szubsztituens található a szerves gyűrűn?

HO-34.

Az **A** vegyület a **H** fém stabil sója. A fémen kívül 11,97 % nitrogént, 3,45 % hidrogént és 41,03 % oxigént tartalmaz. A következő ábra néhány reakcióját tartalmazza **A**-nak és **H**-nak (a Δ hevítést jelent). A nyilak felett a szükséges reagensek láthatók. Mindegyik fémtartalmú terméket betűvel jelöltük, de a melléktermékeket nem tartalmazzák az ábrák. (Ha a jelölt termék oldódik vízben és ionos, a betű csak a fémtartalmú iont jelöli.)



- a) Mit jelölnek az **A** – **K** betűk? Írd fel az 1 – 14 egyenleteket!
 b) Melyikiek a redox folyamatok a reakciók közül?

- c) Az **A** – **K** vegyületek közül melyiknél nem számíthatunk párosítatlan elektronra?
- d) Az ábra alapján írd fel egy olyan reakciót, amiben **F**-ből **G** keletkezik, **E** alkalmazása nélkül!
- e) A **B** vegyület fontos iparban alkalmazott vegyület. Írd fel egy reakciót, amiben **B** nélkülözhetetlen. Milyen szerepet játszik a folyamatban?
- f) Hány százalék ^{35}Cl -t tartalmaz az **I** vegyület, ha a 8. reakcióban használt klórgáz 99 % ^{37}Cl -t és csak 1 % ^{35}Cl -t tartalmaz?
- g) Hány százalék ^{35}Cl tartalmaz az előbbi **I** mintából képződő **J**?

Spektroszkópia

A spektroszkópia az elektromágneses sugárzás és az anyag kölcsönhatását tanulmányozza. Az anyag által elnyelt és kibocsátott sugárzás a kölcsönható atomok, molekulák energiaállapotában változást okoz. A sugárzás energiája alapján azonosíthatók az anyag jellegzetes állapotai, és ennek alapján nem egyszer az anyag minősége is.

Az elektromágneses sugárzás viselkedése bizonyos szempontból azt mutatja, hogy az elektromos és mágneses tér hullámaival van dolgunk, amelyek vákuumban fénysebességgel terjednek (c kb. $3 \cdot 10^8$ m/s). A hullámokat jellemezhetjük frekvenciájukkal (ν), illetve hullámhosszukkal (λ) is. A két mennyiség között a következő összefüggés áll fenn:

$$c = \nu \lambda$$

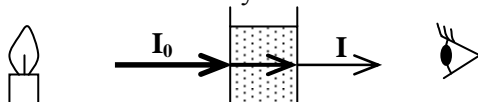
A frekvencia használata sokszor egyértelműbb, mert különböző közegekben megváltozhat a fény sebessége, és ennél fogva a sugárzás hullámhossza. Néha a hullámhossz reciprokát, az úgy nevezett hullámszámot is használják a mérések során.

Az elektromágneses sugárzás elnyelése (abszorpciója) és kibocsátása (emissziója) során nem folytonos hullámként, hanem elkülönülő energiaadagok, részecskék gyanánt viselkedik. Ezek a részecskék a fotonok, amelyeknek energiája a sugárzás frekvenciájától függ.

$$E = h\nu$$

Az arányossági tényező az ún. Planck-állandó ($6,62 \cdot 10^{-34}$ Js). Az elektromágneses spektrumon végigmenve a nanométeres kozmikus sugaraktól a kilométeres rádióhullámokig hatalmas mértékben változik a

fotonok energiája, és így a sugárzás is más-más módon kerül kölcsönhatásba az anyagokkal. Bizonyos mérések (pl. az infravörös spektrum) alapján akár a molekulák szerkezetét is meg lehet állapítani. Részletesen erről az előkészítő tanfolyamon beszélünk majd.



Most a spektroszkópia kvantitatív oldalát vizsgáljuk meg. Ehhez célszerű mintánkat adott hullámhosszú (ún. monokromatikus) és állandó intenzitású (I_0) fény útjába helyezni és mérni a kilépő fény intenzitását (I). $I < I_0$, mert a mérőedényben (küvetában) lévő anyag a fény egy részét elnyeli (abszorbeálja), amit az I/I_0 hányados, az úgynevezett transzmittancia jellemezhet. A tapasztalatok szerint az intenzitás logaritmusá egyenesen arányosan csökken a sugárútba eső anyag koncentrációjával és a fényút hosszával.

$$\log I = \log I_0 - \epsilon c l$$

Ezt az összefüggést célszerű átrendezni a $\lg(I_0/I)$ mennyiséget (ún. abszorbanciát, A) kiemelve. Ez a Lambert-Beer törvény:

$$A = \sum_i \epsilon_i \cdot l \cdot c_i,$$

ϵ_i : anyagi minőségtől, és hullámhossztól függő, a fényelnyelésre jellemző állandó (ún. moláris abszorpciós koefficiens), mértékegysége: $[\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}]$,

l : a küvetta hossza [cm],

c_i : az i -edik komponens koncentrációja $[\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$.

Az összegzést az oldatban előforduló specieszerekre végezzük.

HO-35.

Hősünk még mindig nem volt nyugodt és arra gyanakodott, hogy az érme tömegének meghatározása során hibát vétett, így hát bekapcsolta a laborban lévő öreg spektrofotométert. Hősünk egy nagyon jól ellátott laborban dolgozik, így talált egy nem olyan rég készített, pontosan $0,1024 \text{ mol/dm}^3$ -es CuCl_2 és $0,1192 \text{ mol/dm}^3$ -es NiCl_2 oldatot. Először felvette a CuCl_2 oldat abszorpciós spektrumát egy $1,000 \text{ cm}$ -es kvarc küvetában és feljegyezte néhány hullámhosszon a mért abszorbancia értékeket.

λ / nm	260	395	720	815
<i>A</i>	0,6847	0,0110	0,9294	1,428

Ezután a NiCl₂ oldatnak is megmérte az abszorbanáciáját ugyanazokon a hullámhosszokon.

λ / nm	260	395	720	815
<i>A</i>	0,0597	0,6695	0,3000	0,1182

Az eredeti zöldeskék törzsoldat 5,00 cm³-es részletét 25,00 cm³-re hígította, és megmérte az abszorbanáciáját. A leolvasott érték 815 nm-en 1,061 volt, míg 395 nm-en 0,1583.

f) Miért hígította fel az oldatot? Mi az érme összetétele csak a spektrofotometriás eredmények alapján?

Ezután megmérte az abszorbanáciát 720 nm-en és ott 0,7405-nek adódott.

g) Ez az érték összhangban van a korábbi eredményekkel?

Végül a készüléket 260 nm-re állította. Ekkor meglepetésére 6,000-es abszorbanáciát mutatott a készülék.

h) Milyen eredményre számított?

Elhatározta, hogy megméri az abszorbanáciát egy keskenyebb küvetában, egy 1,00 mm-es éppen megfelelő volt. A mérés során újra 6,000-ás abszorbanáciát kapott.

i) Magyarázd meg ezt a tapasztalatot és dolgozz ki bizonyítási módszert rá hősünk már használt vegyszereinek és eszközeinek felhasználásával!

Lewis-képletek

A szerkezeti képletek leírására az ún. *Lewis-képletek*et alkalmazzuk. A Lewis-féle képletírás szabályai:

1. megszámloljuk a vegyértékelektronokat,
2. a központi atom köré egyszeres kötésekkel rajzolunk,
3. a terminális atomokon nemkötő párokkal az elektronok számát oktettre egészítjük ki,
4. a maradék elektronokat a központi atom köré helyezzük el,
5. ha a központi atomon még ekkor sincs oktett, többszörös kötésekkel definiálunk,

6. megállapítjuk az atomokon a formális töltéseket – a szétválás minimális legyen.

Megjegyzés: Az alkotó atomok vegyértékhéjában maximum annyi elektron lehet, amennyit az atom periódusos rendszerben elfoglalt helye megenged (nem lehet például öt vegyértékű a szén, nitrogén).

Határszerkezetek

Vannak esetek, amikor egy molekulát nem lehet egyetlen szerkezeti képlettel jellemezni. Ilyenkor a szerkezetleírásra egyszerre több képletet használunk: ezeket *határszerkezetek*nek nevezzük. Külön-külön ezek egyike sem felel meg az ábrázolt molekula valós szerkezetének, csak a megfelelően súlyozott eredőjük ad jó leírást.

Az egyes határszerkezetek egyetlenegy molekulát mutatnak be, nem jelentenek egymásba átalakuló, egymással egyensúlyban lévő szerkezetű molekulák alkotta keveréket. A határszerkezetek írásával kapcsolatos szabályok (rezonancia-szabályok):

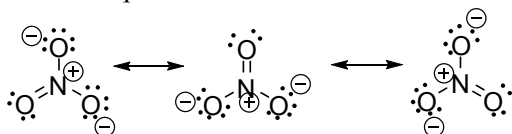
1. A határszerkezeteknek egyforma számú π -elektront kell feltüntetniük, amelyeket vagy lokalizált π -kötések vagy magányos elektronpárok formájában írhatunk fel.
2. A π -elektronok különböző lokalizációja mindig azonos és a valóságos geometriának megfelelő σ -vázon képzelhető el. Tehát a határszerkezetek geometriája nem különbözhet egymástól. A határszerkezetek levezetésekor az elektronok áthelyezése nem érinti az atommagok relatív helyzetét.
3. Elméletileg minden olyan határszerkezet felírható, amely eleget tesz a fenti szempontoknak. Ezeket azonban nem egyforma súllyal kell figyelembe venni a szerkezetek tényleges elektroneloszlásának leírásában. Ha más tényezők azonosak, akkor azok a határszerkezetek szerepelnek nagyobb súllyal, melyek több lokalizált π -kötést tüntetnek fel. (*izovalens* határszerkezetek: azonos számú π -kötést tartalmazó határszerkezetek, *heterovalens* határszerkezetek: nem azonos számú π -kötést tartalmazó határszerkezetek)
4. A túl magas energiaértékű határszerkezetek az alapállapot leírásában elhanyagolhatók (pl. a butadién dipoláris

határszerkezetei). Ezért egyre valószínűtlenebbek azok a határszerkezetek, amelyekben az izolált töltéspárok száma egyre nagyobb. Különösen valószínűtlenek azok a határszerkezetek, melyekben azonos töltések egymáshoz közel helyezkednek el.

5. Ha több, nem egyforma energiájú határszerkezetet veszünk figyelembe, akkor a valóságos elektronszerkezet legjobban a legkisebb energiájú határszerkezet elektroneloszlására fog hasonlítani. (pl. 1,3-butadién)
6. Ha több határszerkezet energiája azonos, akkor a valóságos elektroneloszlás a fiktív szerkezetek között van, így jelentősen eltér a határszerkezetektől és energiája is jóval kisebb azoknál. (pl. benzol)

Az egyes határszerkezetek közötti nyíl: \leftrightarrow

Példaként álljanak itt a szerves kémiai ismert nitrátion határszerkezetei Lewis-képlettel felírva:



HO-36.

A 20. század végéig csak két olyan részecske (egy molekula és egy anion) volt ismert, ami csak nitrogénből áll.

a) *Mi a két részecske tapasztalati képlete?*

1999-ben Christie és munkatársai állították elő az első fentiekől különböző csupa nitrogén szerves specieszt. A szintézis kiindulási anyaga az instabil **A** folyadék, ami egy gyenge, egyértékű sav. **A**-t nátrium sójából (35,36 (m/m)% nátriumot tartalmaz) szabadították fel nagy feleslegben alkalmazott sztearinsavval.

b) *Rajzold fel az A vegyület szerkezetét és két határszerkezetét!*

(Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!)

A másik alapanyagot (**B**) egy nitrogén-halogenid *cisz*-izomeréből – ami 42,44 (m/m)% nitrogént tartalmaz – állították elő.

c) *Határozd meg ennek a halogenidnek a tapasztalati képletét!*

Rajzold fel a cisz-izomer Lewis-képletét! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!

Ezt a halogenidet reagáltatták SbF_5 -tel (ez egy erős Lewis-sav) 1:1 arányban $-196\text{ }^\circ\text{C}$ -on. A kapott ionos vegyületet (**B**) három fajta atom alkotja. Az elemanalízis alapján 9,91 (m/m)% N-t és 43,06 (m/m)% Sb-t tartalmaz, továbbá egy kationból és egy anionból áll. Az utóbbi alakja oktaéderez.

- d) *Határozd meg a **B** ionos vegyület tapasztalati képletét!*
- e) *Határozd meg a **B** kationjának tapasztalati képletét, és rajzold fel a Lewis-képletét! Rajzold fel a határszerkezeteket, ha léteznek! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat! Becsüld meg a várt szerkezetek kötésszögeit!*

A **B** hevesen reagál vízzel. 0,3223 g vegyület reakciója során $25,54\text{ cm}^3$ (101325 Pa, $0\text{ }^\circ\text{C}$) egy színtelen, szagtalan nitrogénoxid keletkezik, ami 63,65 (m/m)% nitrogént tartalmaz.

- f) *Azonosítsd a hidrolízis során keletkező nitrogénoxidot, és rajzold fel a Lewis-képletét! Rajzold fel a határszerkezeteket, ha léteznek! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!*
- g) *Írd fel a **B** és a víz között lejátszódó reakció egyenletét!*

A Christie és munkatársai által leírt kísérlet során **A**-t elegyítették **B**-vel $-196\text{ }^\circ\text{C}$ -on folyékony hidrogén-fluoridban. A reakcióelegyet három napig rázták egy zárt ampullában $-78\text{ }^\circ\text{C}$ -on, végül újra $-196\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtötték. A keletkezett **C** vegyület ugyanazt az oktaéderez aniont tartalmazza, mint **B** és a várt V-alakú kation csak N-atomokat tartalmaz. **C** 22,90 (m/m)% N-t tartalmaz.

- h) *Határozd meg **C** tapasztalati képletét!*
- i) ***C** kationjának számos határszerkezete képzelhető el. Írd fel ezeket a szerkezeteket, jelölve mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat! Becsüld meg a várt szerkezetek kötés szögeit!*
- j) *Írd fel a **C** képződéséhez vezető reakció egyenletét! Melyik vegyület képződése teszi termodinamikailag kedvezővé a reakciót?*

A **C** kationja nagyon erős oxidálószer. Oxidálja a vizet, a reakcióban két elemi gáz keletkezik. A keletkező vizes oldat csak **B** hidrolízis termékeit tartalmazza.

- k) *Add meg **C** hidrolízisének egyenletét!*