

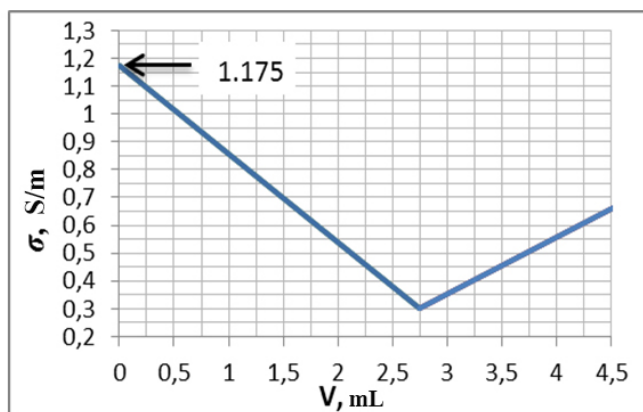
I. RÉSZ: ANALITIKAI KÉMIA

1. feladat

A konduktometria az analitika egyik legrégebbi elektrokémiai módszere, amely a σ [S/m] elektromos vezetőképesség mérésén alapul. Egy oldat elektromos vezetőképessége az ionok jelenlétével függ össze. Minden iont a λ [$\text{S}\cdot\text{m}^2/\text{mol}$] moláris vezetőképességével jellemezhetünk, ez az ion z töltésétől és μ [$\text{S}\cdot\text{m}^2/\text{C}$] mozgékonyaságától függ, tehát: $\lambda = |z|\cdot\mu\cdot F$, ahol F a Faraday-állandó. Az oldat eredő elektromos vezetőképessége egyenlő az ionok vezetőképességének összegével: $\sigma = \sum \sigma_i = \sum \lambda_i \cdot c_i$ ahol c az adott ion koncentrációja [mol/m^3].

1. A OH^- és H^+ ionok mozgékonyasága rendre $2,07\cdot 10^{-7}$ és $3,63\cdot 10^{-7}$ $\text{S}\cdot\text{m}^2/\text{C}$. Számítsd ki ezen ionok moláris vezetőképességét, vagyis a $\lambda(\text{OH}^-)$, $\lambda(\text{H}^+)$ értékeket, és a tiszta víz elektromos vezetőképességét (σ)!

Az első kísérletben a **HA** egyértékű erős sav oldatának 50,0 ml-ét titrálták 0,500M lúggoldattal. Ezt a grafikont kapták. Az ábra mutatja, hogyan függ az oldat elektromos vezetőképessége (σ , S/m egységben) a lúg térfogatától.



2. Mely ionok járulnak hozzá az elektromos vezetőképességhez az ekvivalenciapont előtt, az ekvivalenciapontban és utána? A víz disszociációjától tekintsünk el!
3. Azonosítsd a **HA** savat (HCl , HClO_4 vagy HBr) és a lúgot (LiOH , KOH vagy NaOH), figyelembe véve az ionok moláris vezetőképesség ($\text{mS}\cdot\text{m}^2/\text{mol}$) értékeit:
 $\lambda(\text{K}^+) = 7,35$, $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01$, $\lambda(\text{Li}^+) = 3,86$, $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63$, $\lambda(\text{Br}^-) = 7,80$, $\lambda(\text{ClO}_4^-) = 6,52$.
4. Számítsd ki az oldat vezetőképességét 6,0 ml lúggoldat hozzáadása után!

A második kísérletben HCl és **H_nB** gyenge szerves sav ($K_s \sim 10^{-5}$) keverékének 20 ml-es részletét 100 ml-re hígították, és konduktometriásan megtitrálták KOH -oldattal (0,600M). A titrálás eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

V, ml	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
σ , Sm/m	0,600	0,489	0,377	0,267	0,233	0,278	0,324	0,489	0,655	0,985	1,312

5. A **H_nB** gyenge sav hány protonját adja le a titrálás során?
6. Számítsd ki mindkét sav koncentrációját a még hígítatlan oldatban!

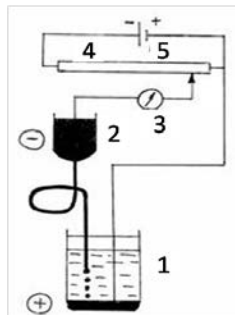
2. feladat

CoCl₂ -koncentráció meghatározása során 100 ml vizsgált vizes oldathoz hozzáadtak 5,0 ml 0,2M kálium-nitrit-oldatot és 2 ml acetátpuffert, forrásig melegítették és 4 órát állni hagyták az oldatot. A kapott sárga csapadék a kálium-hexanitrito-kobaltát(III), K₃[Co(NO₂)₆]. Ezt a csapadékot üvegszűrőn szűrték, 0,01M KNO₃-oldattal mosták, feloldották kénsavban és áttöltötték mérőlombikba, így az oldat térfogatát 100 ml-re egészítették ki. Ennek az oldatnak 10,0 ml-es részletét titrálták 0,0500M permanganátoldattal (az ibolyaszín megjelenéséig), erre 13,75 ml mérőoldat fogyott.

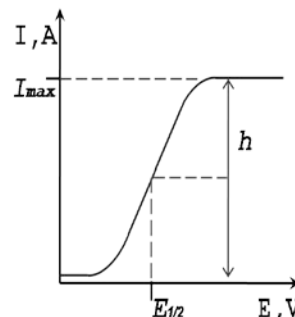
1. Írd fel a következő reakcióegyenleteket: a) K₃[Co(NO₂)₆] képződése; b) a permanganát- és a nitrition reakciója savas közegben; c) permanganát reakciója K₃[Co(NO₂)₆]-mal, ha az összes kobalt +2 oxidációs állapotba kerül!
2. A titrálás eredményei alapján számítsd ki a kobaltsó koncentrációját a vizsgált oldatban!
3. Mitől függ a K₃[Co(NO₂)₆] oldhatósága az anyalúgban a lecsapatás után? Válaszd ki az összes helyes választ: a) a [Co(NO₂)₆]³⁻ komplex ion stabilitási állandójától; b) a csapadék oldhatósági szorzatától; c) a K⁺ koncentrációjától; d) a Co(II) koncentrációjától; e) a NO₂⁻ koncentrációjától.
4. Számítsd ki a kálium-hexanitrito-kobaltát(III) oldhatóságát az anyalúgban (g/l), kiindulva az oldhatósági szorzatából $K_S = [K^+]^3[Co(NO_2)_6^{3-}] = 4.3 \times 10^{-10}$, és tudva, hogy a komplex ion stabilitási állandója megfelelően nagy!
5. Becsüld meg a titrálás azon hibáját (%), amit a csapadék anyalúgban való oldhatósága okoz! (A csapadék mosása során fellépő veszteségeket ne vedd figyelembe!)
6. Becsüld meg a mosófolyadék (0,01M KNO₃) azon ideális térfogatát, amely a titrálásban csak minimális hibát okoz, amennyiben a hiba az, hogy (1) a csapadék nem megfelelő mosása során nitritionok kerülnek a titrálólombikba, (2) a csapadék mosása veszteségekkel jár, a mosófolyadékban való oldhatósága miatt! Ábrázold grafikonon, hogyan függ mindkét hiba mértéke a mosófolyadék V_y térfogatától! A számítások során vedd figyelembe, hogy a mosás előtt a csapadék megköti az anyalúg egy részét, ez saját *m* tömegének a fele! A mosófolyadék minden millilitere az így megkötött anyaoldat 1%-át távolítja el.

3. feladat

Fémionok koncentrációjának meghatározására használják a polarográfiát. Ennek a módszernek a klasszikus verziójában (ábra) változtatják a potenciált a higanycsepp katód és a higanytócsa anód között (például, 0,0 és $-1,5$ V között), és közben mérik az áramerősséget. Ha az oldatban vannak olyan ionok, amelyek képesek redukálódni a higanykatódon, akkor egy bizonyos potenciálnál az I áramerősség ugrásszerűen megnő. Az $I = f(E)$ függvény (polarogram) jellemezhető a h hullámmagassággal (cm), vagy az I_{\max} határárammal, ami az adott ion koncentrációjával arányos, és a hullám magasságának feléhez tartozó potenciállal, $E_{1/2}$ (félhullám potenciál), ami az ion természetétől függ.



A polarográfiás berendezés sémája: 1 - elektrolitcella (higanytócsával a fenékén); 2 — higanyos edény (higanycsepp elektród); 3 - galvanométer; 4 — változtatható ellenállás; 5 - áramforrás



1. $PbCl_2$ ismert tömegű mintáját feloldottak 1M KNO_3 -oldatban (hogy biztosítsák az elektromos vezetést) 100,0 ml-es (V_0) mérőlombikban. A kapott oldat 10,00 ml-es (V_1) részletét polarográfiás vizsgálatnak vetették alá, 5,0 mm (h_1) hullámmagasságot kaptak. Ezután a cellához hozzáadtak 4,50 ml (V_2) $PbCl_2$ -oldatot ($c_2 = 3$ mg/l) és 8,1 mm (h_2) hullámmagasságot kaptak. Írd fel a képletet, amivel kiszámolhatod a minta tömegét, és végezd el a számítást!

2. Számítsd ki az $PbCl_2$ oldhatósági szorzatát (K_S), ha a polarográfia során a telített oldatára 1M KNO_3 jelenlétében $I_{\max} = 43,2$ μA polarogramot kaptak, az Pb^{2+} standard oldatában (5,0 mM) pedig $I_{\max} = 13,6$ μA .

3. a) Egy cinket, ólmot és kadmiumot tartalmazó ötvözet ismert tömegű mintáját oldatba vitték és polarográfiával vizsgálták, ennek során a potenciált 0 és $-1,2$ V között változtatták. A mérés előtt inert gázt vezettek át a vizsgált oldaton. A táblázat adatai és az előre feltüntetett I_{\max} értékek felhasználásával ábrázold grafikonon a polarogramot (görbe № 1) és jelöld meg minden hullámon az $E_{1/2}$ -nek megfelelő pontot!

Ion	$E_{1/2}$, V
Zn(II)	-0,99
Cd(II)	-0,62
Pb(II)	-0,41
	-0,1, -0,9

b) A táblázat adatainak felhasználásával ábrázold annak az oldatnak a polarogramját, amelyet az oxigén eltávolítása nélkül vizsgáltak meg (görbe № 2)! Írd fel az oxigénes

félreakció egyenletét, ami a függő higanycseppelektrodon megy végbe bázikus, illetve savas közegben!

4. A MetL_x komplex vegyület redukciós potenciálját a következő egyenlet írja le: $E = E_{1/2}(\text{Met}^{n+}) + 0,059/n \cdot \lg[\text{Met}^{n+}] = E_{1/2}(\text{MetL}_x) + 0,059/n \cdot \lg[\text{MetL}_x]$, ahol $E_{1/2}(\text{Met}^{n+})$ és $E_{1/2}(\text{MetL}_x)$ a szabad ion és a komplex vegyületének félhullám-potenciáljai; $[\text{MetL}_x]$ és $[\text{Met}^{n+}]$ egyensúlyi koncentrációk, n a fémion töltése.

a) Írd fel a $\text{Pb}(\text{gly})_2$, vagyis az ólom(II) glicinkomplexének képződésének reakcióját és a β_2 kumulatív stabilitási állandó kifejezését! Milyen komplexképzéssel vetekedő reakciók mehetnek végbe semleges vizes oldatban a glicinnel vagy az ólom(II)-ionnal? Írj legalább egy példát a fémionra és egyet a ligandumra!

b) Írd fel azt a kifejezést, amellyel számítható a $\text{Pb}(\text{gly})_2$ komplex félhullám-potenciálja; használd a β_2 stabilitási állandót is! Számítsd ki a $\text{Pb}(\text{gly})_2$ ($\beta_2 = 3.2 \cdot 10^7$) redukciójához tartozó $E_{1/2}$ értéket 0,5M glicinoldatban $\text{pH} \approx 7-8$ esetén! Hasonlítsd össze ezt az értéket és az Pb^{2+} ion táblázatban szereplő $E_{1/2}$ értékét! Melyik redukálódik könnyebben: **a**

P

b

(

g

l

y

)

2

k

o

m

p

l

e

x

v

a

g

y

II. RÉSZ: SZERVETLEN KÉMIA

1. feladat

A klasszikus (**J**) és nem klasszikus (**G**) tautomériák közötti különbség tanulmányozása céljából Luo és Crabtree 1990-ben előállítottak egy bizonyos *d*-fém (**Me**) egy sor egymagvú komplexét (**C – J**). **B**-t használták kiindulási vegyületnek, ennek 4,098 g-ját lehet előállítani 3,273 g **MeO_n** és ekvimoláris tömegű **NaO_n** egyesítésével 250°C-on. A komplexek szintéziséhez **B**-t feloldották alkoholban, hozzáadtak 6,210 g (CH₃)₂C₆H₅P (**Me₂PhP**) képletű anyagot, tömény HCl-oldatot, 18 órán át forralták visszafolyós hűtővel felszerelve és elválasztották a narancssárga **C**-t (*m* g, termelés 80%). **C** alkoholos oldatán forralás közben átvezettek CO-ot, ekkor 4,408 g sárga **D** anyag keletkezett (termelés 50%). **D** éteres oldatához LiAlH₄-et adtak és visszafolyós hűtő alatt forralták 40 órán keresztül, míg sárga **E** (*w_{Me}* = 29,50; *w_P* = 14,73; *w_O* = 2,53% tömegszázalékos összetételű) anyagot kaptak, amely **L** ligandumot tartalmazott, és Cl⁻ ionokat nem tartalmazott. **E**-t feloldották CH₂Cl₂-ban, protonálták HBF₄-dal 208 K-en, és halványsárga oldatot kaptak, amely **G** és **J** egyensúlyi elegye, és a LiAlH₄-hez hasonló elektromos vezetéssel bír. A **D**, **E**, **G** komplexekben a koordinációs szám (k.sz.) = 7, míg **J**-ben k.sz. = 8. A **G** ⇌ **J** átalakulásra Luo és Crabtree ΔH⁰ = -4,6 kJ/mol, ΔS⁰ = -10 J/mol·K értékeket kaptak.

1. Találd meg **Me** fémet, és állapítsd meg **B** képletét!
2. Határozd meg **C**, **D** és **E** nem-elektrolitok képletét, ha ezek **Me(3+)** komplexei, és számítsd ki *m*-et!
3. Fejtsd meg **G**-t és **J**-t, ha **J** IR-spektrumában van egy sáv 1832 cm⁻¹-nél, **G**-ben pedig két sáv, 1838 és 2692 cm⁻¹-nél (**KMeL₄** spektrumában van egy sáv 1828 cm⁻¹-nél, **L₂** esetében pedig 4159 cm⁻¹-nél)!
4. Írd fel a komplexek képződésének reakcióegyenleteit!
5. Számítsd ki ΔG⁰ értékét, valamint **G** és **J** keverékének egyensúlyi összetételét anyagmennyiség%-ban 208 K-en, figyelembe véve, hogy ΔH⁰ és ΔS⁰ függetlenek a hőmérséklettől!
6. Javasolj szerkezetet a köztitermék fragmensre, amikor **G** átalakul **J**-vé, ha a távolságok: L–L **G**-ben 0,084 nm; **J**-ben 0,160 nm; az intermedierben 0,138 nm!
7. Ábrázold az **L₂** MO-diagramját, és vázold fel a pályák átfedését **G**-ben, amikor kialakulnak a kötések **Me** és az **L**-tartalmú ligandumok között!

2. feladat

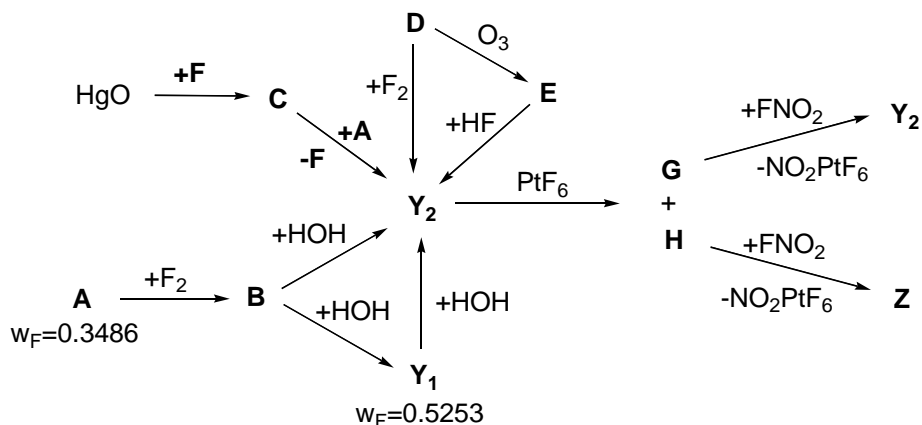
*Learning without reflection is a waste,
Reflection without learning is dangerous
Confucius (551 – 479 BC)*

A halogénatomok lehetséges oxidációs száma széles tartományban változik, és ezért sokféle és sok érdekes szerkezetű vegyületük lehetséges. Azt is észben kell tartani, hogy sok vegyületük nagyon mérgező, és robbanásveszélyes, ezért oda kell figyelni rájuk.

Az **X**, **Y**_{1,2}, **Z** vegyületek ugyanazokat az elemeket tartalmazzák. A központ atom oxidációs száma az **X**, **Y**, **Z** sorrendben növekszik. A **B** vegyület az **A** biner vegyület ($w_F = 34,86\%$, tömegszázalékos fluortartalom) fluorozása során keletkezik. **B** részleges hidrolízise során az **Y**₁ vegyület ($w_F = 52,53\%$) vagy a **Y**₂ vegyület keletkezik. A tiszta **Y**₂ vegyület előállítható három módon: a) az **A** vegyület reakciója a barnássárga **C** gázzal, b) a sárgás-narancs **D** gáz fluorozása vagy c) a sötétvörös **E** folyadék hidrofluorozása. A **C** – **E** biner vegyületek ugyanazokat az elemeket tartalmazzák. A **C** – **E** vegyületek egyik eleme ugyanaz, mint az **X-Z** molekulák központi atomja. Ennek az elemnek az oxidációs száma a **C**, **D**, **E** sorban növekszik; továbbá ennek az elemnek ugyanaz az oxidációs száma az **A** és a **C** vegyületben. A **C** előállítása az **F** elemből és higany(II)-oxidból a tiszta **C** vegyület kevés előállítási módjának egyike.

Az **Y**₂ vegyületet erős oxidálószerrel (mint pl. PtF₆) oxidálva ekvimoláris mennyiségben kaphatjuk a **G** és **H** sót. Ha nitril-fluorid hat **G**-re és **H**-ra, akkor **Y**₂, illetve az új termék **Z** keletkezik.

A séma az összes megtárgyalt reakciót tartalmazza. Vedd figyelembe, hogy nincs minden melléktermék feltüntetve!



1. Azonosítsd az összes ismeretlen anyagot! Vedd figyelembe, hogy az **Y**₂ szintézise **C**-ből az instabil **X** vegyületen át megy, ami gyorsan diszproporcionálódik ekvimoláris mennyiségű **Y**₂-vé és **A**-vá.
2. Írd fel a sémán megadott összes reakció egyenletét!
3. Add meg a **B**, **C**, **D** vegyület, a **G**, **H** só kationja és a **X**, **Y**_{1,2}, **Z** anyag szerkezeti képletét és központi atomjuk hibridizációját!
4. Magyarázd meg, hogy az **E** folyadék miért vezeti az áramot!
5. Írd fel a **C**, **D**, **E** vegyületek hidrolízisének egyenletét!

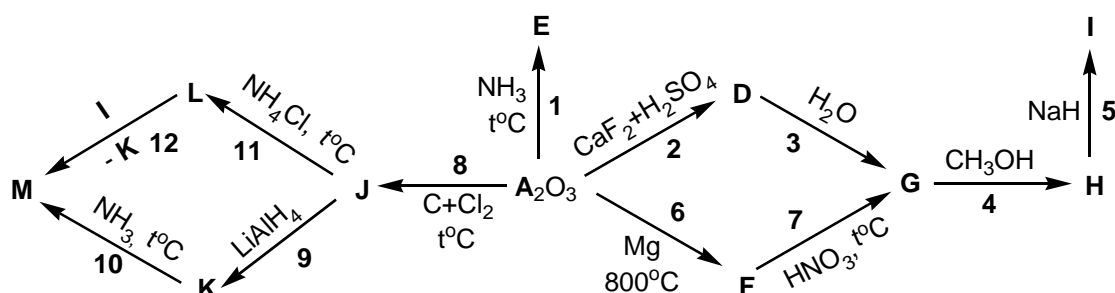
3. feladat

*Carbon is like gold: it is shiny and precious.
(Russian national proverb)*

Vannak a szerves anyagok közt is olyanok, amelyeknek a fizikai és kémiai tulajdonságai hasonlítanak a szerves anyagokhoz. Ebben a feladatban három ilyen vegyületcsoporttal és hasonlatosságaikkal ismerkedtek meg.

A szénnek sok allotróp módosulata van – grafit, gyémánt, fullerének, grafén, szén nanocsövek. Az **E** biner szerves anyag az összes fentihez hasonló szerkezetet képes alkotni. (**E**)₃ izoelektronos a grafit szerkezetének C₆ tartalmú elemi cellájával. Az elemek aránya **E**-ben 1: 1: 7 GPa nyomáson és 1500°C hőmérsékleten **E** felveszi a gyémánt kristályszerkezetét. **E** keménysége kisebb, mint a gyémánté, de kopás- és hőállóbb és kémiaiilag is ellenállóbb, ezért elterjedten használják az acél csiszolására.

Az **E**-ben található elemek **M**-ben is szerepelnek – ez egy színtelen folyadék, amit a "szerves benzolnak" is hívnak, mert a szaguk, és a delokalizált π-elektronokat tartalmazó gyűrűs szerkezetük is hasonlít. **M** atomjainak eltérő elektronegativitása miatt addíciós reakciókban reaktívabb, mint a benzol.



1. Azonosítsd **M**-et és **E**-t, írd fel a sémán feltüntetett reakciók egyenletét!
2. Írj fel egy olyan reakciót, ami az acél gyémántos koronggal való csiszolásakor történhet, és lerövidítheti a csiszolókorongok élettartamát!

E mellett bizonyos átmenetifémvegyületeknek is vannak a szénallotrópokra emlékeztető szerkezete. A legaktívabb kutatások célja a „szerves grafén” előállítása optoelektronikai eszközök számára. A bináris **N** vegyület az egyik első volt, amiből olyan monorétegeket tudtak előállítani, amelyek a grafén rétegeire emlékeztetnek. Az adott **N** szerkezet előállítása többlépéses folyamat. Először 10⁻³ mol **B** ammónium só hőbontásával 178 ml szúrós szagú gázt 90°C-on és 1 atm nyomáson, 1,008 g **O** oxidot (a **C** hatvegyértékű fém oxidja, oxigéntartalma 33,3% tömegszázalék), és 89 ml vízgőzt kapnak. Az **N** monorétegei az **O** és hidrogén-szulfid reakciójában, (hidrogénáramban, 400°C) képződnek.

3. Határozd meg mi **N**, **B**, **C**! Milyen melléktermék keletkezik, ha a reakciót hidrogén nélkül játszatják le? Írd fel ennek a reakciónak az egyenletét!

50 th International Mendeleev Olympiad, 2016	Moscow
2 nd theoretical tour	Problems

20 nappal a 49. Mengyelejev Diákolimpia záróünnepsége után a Science-ben megjelent egy cikk egy MIT-n dolgozó kutatótól, amiben leírja hogy állítható elő a $P_xN_y^-$ szervesetlen ion, ami a ciklopentadienil anion (Cp) analógja. A tömegspektruma alapján a $P_xN_y^-$ ion tömege $m/z = 104$.

4. a) Határozd meg az anion összegképletét, ha tudjuk, hogy két jel figyelhető meg ^{15}N NMR spektrumában, valamit azt, hogy x és y egész szám;

b) Rajzold fel $P_xN_y^-$ három rezonanciaszerkezetét!

A $P_xN_y^-$ mellett vannak más, foszfort, nitrogént és ként tartalmazó szervesetlen ligandumok is, amelyek izoelektronosak a Cp-vel;

c) Írd fel három ilyen vegyület molekulaképletét!

5. a) Írd fel a szerves anyagok aromaticitását megadó Hückel-szabályt!

b) Határozd meg a π -elektronok számát **M**-ben és $P_xN_y^-$ -ben!

III. RÉSZ: FIZIKAI KÉMIA

1. feladat

Az olyan A_2 molekuláknak, amelyeket $i \neq 0$ spinű nuklidok alkotnak, léteznek nukleáris izomerei. A páratlan nukleont tartalmazó A atommagok viselkedését a Fermi – Dirac statisztika írja le. Az *orto*-izomer ($o\text{-}A_2$) teljes spinje I ($I = \sum i$) páratlan, a *para*-izomernek ($p\text{-}A_2$) páros.

1. Add meg I -t az $o\text{-}H_2$ és a $p\text{-}H_2$ esetére! Jelöld a spinek irányát nyilakkal!

A $p\text{-}H_2 \rightleftharpoons o\text{-}H_2$ reakcióra az egyensúlyi állandó $K = \chi_o/\chi_p = f(T)$ alacsony T -n (lásd táblázat), de magas hőmérsékleten nem függvénye – $K \neq f(T)$. $K = 2,98$ (400 K); $3,00$ (500 K); $3,00$ (600 K).

2. Vezess le egy $\ln K = A + B/T$ formájú kifejezést, ha $\Delta G^0 = -RT \ln K$ és $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$! χ_i , móltört segítségével számítsd ki $A_{\text{át}}$ és $B_{\text{át}}$ értékét és töltsd ki a táblázatot!

T, K	20	30	40	60	100
$\chi_p, \text{mol.}\%$		97,0		65,8	38,6
K	$1,89 \cdot 10^{-3}$		0,127		

3. Számítsd ki ΔH^0 és ΔS^0 értékét azt feltételezve, hogy nem függenek T -től!

2010-ben J. Ingues egy háromlépéses sémát javasolt a magas T -n lejátszódó reakcióra. Az első lépésben a $p\text{-}H_2$ (1 atm, 600 K, V , $\chi_p = 1$) átalakul $o\text{-}H_2$ -vé (1 atm, 600 K, V , $\chi_o = x$) és $p\text{-}H_2$ -né (1 atm, 600 K, V , $\chi_p = 1 - x$), miközben az entrópia a $\Delta S_I = 9,2x$ J/K szerint változik. A második lépésben az $o\text{-}H_2$ és a $p\text{-}H_2$ összekeverednek, aminek az entrópiaváltozása $\Delta S_{II} = -R[x \ln x + (1-x) \ln(1-x)]$. A harmadik lépésben T változik és $\Delta S_{III} = C_V \cdot \ln(T/600)$.

4. Add meg annak a feltételét, hogy $K \neq f(T)$, ha $d \ln K / dT = \Delta H^0 / RT^2$.

5. Számítsd ki $\Delta S_{I+II} = \Delta S_I + \Delta S_{II}$ -t az $x = 0,6, 0,7, 0,8$ és $0,85$ esetekre! Rajzold meg a $\Delta S_{I+II} = f(x)$ grafikont! Határozd meg, hogy melyik x esetében lesz ΔS_{I+II} a legnagyobb, és számold ki rá K_0 -t, és vedd össze a K -ra magas hőmérsékleten megállapított feltétellel!

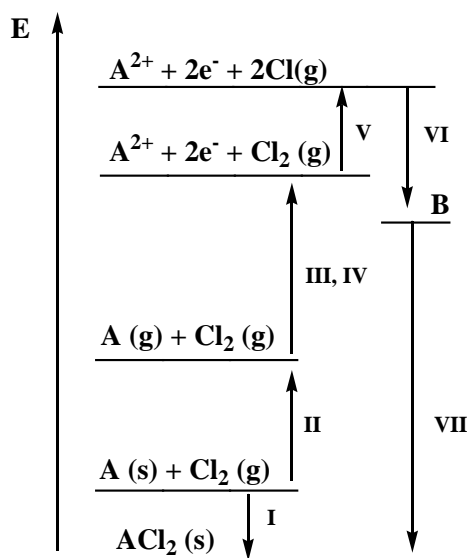
6. Határozd meg azt a minimális T hőmérsékletet, ahol a séma már működik, ha a reakció eredményeképpen fellépő entrópiaváltozás és a hőmérsékletváltozás eredményeképpen fellépő entrópiaváltozás megegyezik, és $C_V = 20,9$ J/mol·K.

Az A atomok páros számú nukleont tartalmazó atommagjait a Bose – Einstein statisztika írja le, és az $o\text{-}A_2$ páros spinű, a $p\text{-}A_2$ pedig páratlan. A χ_i értékei arányosak a lehetséges állapotok számával $2I + 1$.

7. Add meg I -t a deutérium *orto*- és *para* izomerjeire ($o\text{-}D_2$ és $p\text{-}D_2$)!

8. Számítsd ki a lehetséges legnagyobb izomertartalmat a H_2 és D_2 izomerjeire, és mutasd meg, mely izomer lesz a stabil!

2. feladat



Lépés	II	III	IV	V	VI
Energia, kJ/mol	164	549	1064	243	-349

A Born – Haber ciklus, ami a Hess-törvényen alapul, egy kényelmes és grafikus módja a kémiai reakciók termodinamikai vizsgálatának. Az **A** fém kloridjának képződésére mutatja be a ciklust a baloldali ábra. Két utat mutat be erre – elemekből (I) és az anyag ionjainak ideális gázából (VII). Az utóbbi út a következő lépéseken át halad: **A** szublimációja (II), **A** ionizációja (III, IV), a klór disszociációja (V), a klóratomok ionizációja (VI).

Az **A** fém karbonátjának sósavban oldásakor $69,7 \text{ kJ}$ hő nyelődik el $\text{ACl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{f}) = \text{ACl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{f})$. Az ACl_2 az oldatból hexahidrátként kristályosodik ki. Víztmentes sóvá való hőbontásához $344,3 \text{ kJ}$ hő szükséges.

1. a) Számítsd ki az ACl_2 rácsenergiáját ($E_{\text{rác}}$)! b) Írd fel a **B** állapothoz tartozó részecskék összetételét!

Vegyület	$\text{ACl}_2(\text{f})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{f})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{ACl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{sz})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_{\text{képz}}H^0_{298}, \text{ kJ/mol}$	-805,4	-285,8	-241,8	-2624	-393,5

Az **A** fém sűrűsége $2,54 \text{ g/cm}^3$, a fém köbös lapcentrált rácsban kristályosodik. Az **A** atom sugara $r = 0,217 \text{ nm}$.

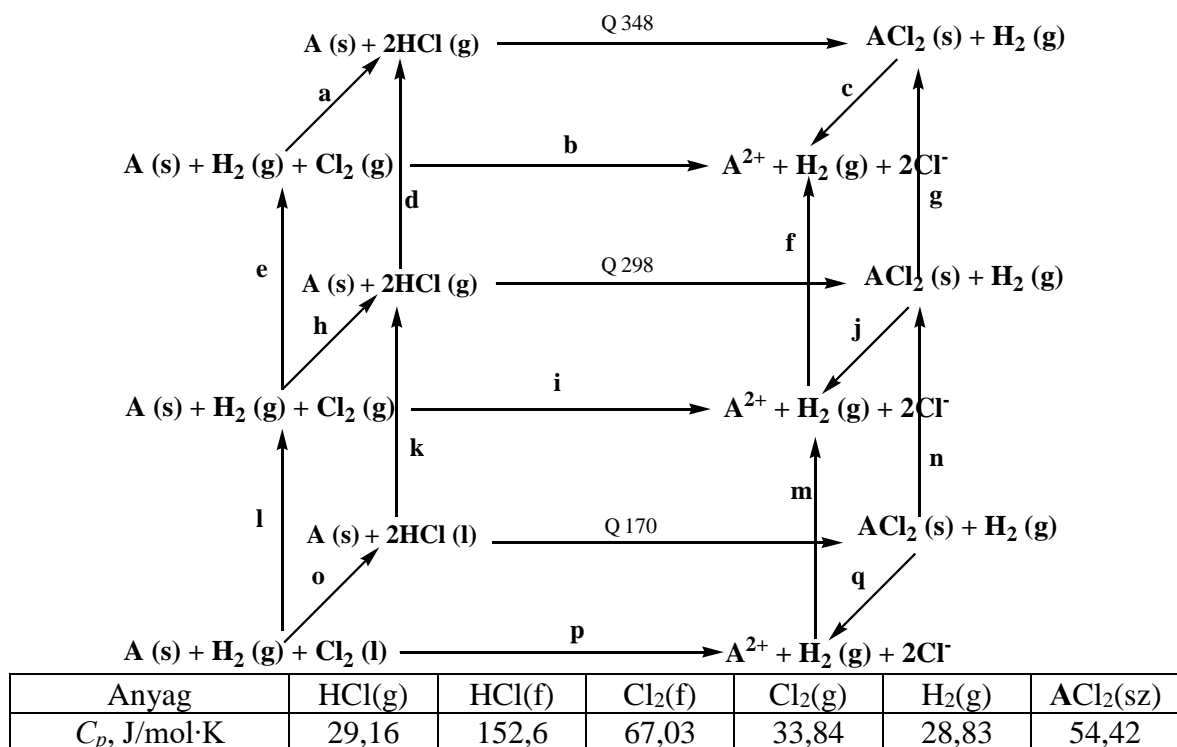
2. a) Fejezd ki r -t az elemi cella mérete, a segítségével! b) Mi az **A**?

A fenti ciklus állandó hőmérsékleten, nyomáson, és más állandó paraméterek mellett írja le a folyamatokat. Egy háromdimenziós Born – Haber ciklust, aminek a külső paramétereit változtatni lehet, felépítve lehetséges megjósolni komplex reakciók termodinamikailag legkedvezőbb lefolyását. A következő ábrán például egy egyszerű reakció diagramja látszik három eltérő hőmérsékleten (348, 298 és 170 K, az energiaskála nem arányos). A reakció az **A** fém és a hidrogénklorid között zajlik. 170 K-en a klór és a hidrogén-klorid folyadék.

Leírás: $Q_T \equiv \Delta_r H^0_T$; $\mathbf{a} = \Delta_{\text{képz}}H^0_{348}(\text{HCl}, \text{g})$; $\mathbf{c} = [\Delta H_{\text{rác}} + 3RT]$; $\mathbf{f} = [C_p(\text{A}^{2+}, \text{g}) + 2C_p(\text{Cl}^-, \text{g}) + 2C_p(\text{H}_2, \text{g})]\Delta T$; $\mathbf{g} = [C_p(\text{ACl}_2, \text{sz}) + C_p(\text{H}_2, \text{g})]\Delta T$; $\mathbf{h} = \Delta_{\text{képz}}H^0_{298}(\text{HCl}, \text{g})$; $\Delta_{\text{képz}}H^0_{298} = -92,3 \text{ kJ/mol}$; $\mathbf{j} = [\Delta H_{\text{rác}} + 3RT]$; $\mathbf{o} = \Delta_{\text{képz}}H^0_{170}(\text{HCl}, \text{f})$; $\mathbf{b} = -2976 \text{ kJ/mol}$, $\mathbf{e} = 4,39 \text{ kJ/mol}$; $\mathbf{d} = 4,171 \text{ kJ/mol}$; $\mathbf{k} = -92,0 \text{ kJ/mol}$; $\mathbf{l} = -92,09 \text{ kJ/mol}$; $\mathbf{n} = -76,97 \text{ kJ/mol}$.

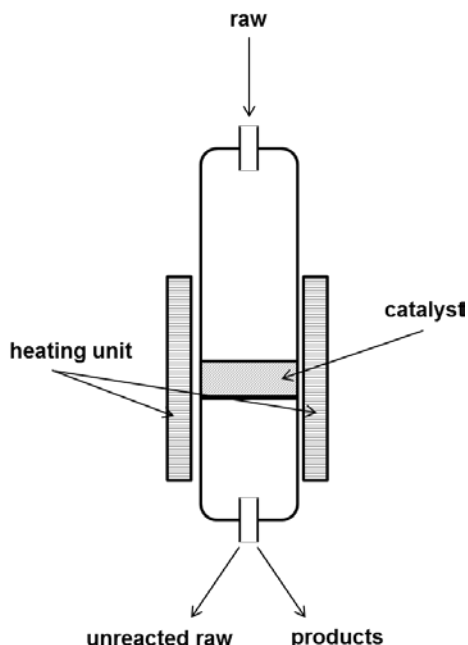
3. Írd fel az **b**, **d**, **e** folyamatok energiájának kifejezését!

4. Határozd meg $\Delta_r H^0_{348}$, $\Delta_r H^0_{298}$, $\Delta_r H^0_{170}$ (kJ/mol) értékét a háromdimenziós Born – Haber ciklus és az 1. pont adatai segítségével!



Állandók: gázállandó $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, Avogadro-szám, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

3. feladat



A fizikai kémiának nincs módszere arra, hogy a katalizátorok adott reakcióban mutatott aktivitását megjósolja a katalizátor fizikai-kémiai tulajdonságai alapján. Tehát nincs a katalízisnek általános elmélete. A jósláshoz meg kell érteni a katalitikus reakció mechanizmusát. A mechanizmus meghatározására gyakran kinetikai méréseket végeznek, és hozzávetőleg megállapítják a kinetika sémáját. A séma tartalmazza a reakcióban előforduló köztitermékek és melléktermékek sorozatát.

Egy, az iparban sokat használt reaktortípus vázlatos szerkezetét mutatja az ábra. A katalizátorok aktivitásának kvantitatív jellemzésére a nyersanyag C konverzióját (a (az elreagált nyersanyag molaránya a teljes betáplált nyersanyaghoz), az X céltermék $S(X)$ szelektivitását (az X molaránya az összes termékhez képest) és az X termék termelését $Y(X)$ szokás használni.

1. Vezess le az **X** termék termelésére egy egyenletet, ami a nyersanyag konverzióját és az **X** termék szelektivitását használja fel!

A kinetikus séma vizsgálatához a nyersanyag és a katalizátor kontaktusának idejét változtatják. Minthogy a katalizátor tömegénél könnyebb a WHSV-t (óránkénti tömegáram, vagy betáplálási sebesség) változtatni, általában ez történik. Eztán a termékek eloszlását tanulmányozzák a betáplálási sebesség függvényében.

2. Vezess le a katalizátor és a nyersanyag kontaktidejére (τ , s) egy olyan kifejezést, ami a katalizátor tömegét (m , kg), annak töltetsűrűségét (ρ , kg/m³) és a nyersanyag betáplálási sebességét (V , dm³/min) használja!

Az A B-be való katalitikus konverzióját egy áramlásos reaktorban 200°C-on vizsgálták. A katalizátor tömege 0,5 kg, töltetsűrűsége 1000 kg/m³ volt minden kísérletben. A betáplálási sebességet a 1 – 30 dm³/min tartományban változtatták. Az eredmények alapján a **C**, **D** és **E** melléktermékek keletkeztek a **B** és az elreagálatlan **A** mellett. Minden betáplálási sebességhez az **A** – **E** termékek kitermelését kiszámították, és megadták a táblázatban.

3. a) Számítsd ki a katalizátor és a nyersanyag kontaktidejét minden betáplálási sebességre a táblázat adatai alapján!

b) Derítsd fel a reakciósémát a termelések kontaktidőfüggése alapján! Tekintsd az összes átalakulást irreverzibilis elsőrendű reakciónak!

V, dm ³ /min	Y, %			
	B	C	D	E
30,0	0	2	0	9
5,0	2	18	4	26
2,5	6	22	9	38
1,5	17	15	12	46
1,0	40	5	2	50

4. a) Számítsd ki az **A** konverzióját minden betáplálási sebességre (töltsd ki a táblázatot a válaszlapon);

b) Milyen függvény írja le **A** konverziójának kontaktidőfüggését, ha csak az irreverzibilis **A**-ból **B** transzformáció történik a katalizátoron?

5. Számítsd ki **A** konverzióját 210°C-on és 5 dm³/min betáplálási sebesség mellett ugyanazon körülmények között! Tekintsd az **A**-ból **B** konverzió aktiválási energiáját 50 kJ/molnak!

IV. RÉSZ: BIOKÉMIA ÉS POLIMEREK

1. feladat

A polielektrolitok (PE) makromolekuláiban olyan csoportok találhatóak, amelyek vizes oldatban disszociálni képesek. A PE-k más töltött specieszek is kölcsönhatásba kerülhetnek ioncsere mechanizmus segítségével.

1. Rajzold fel a válaszlapon feltüntetett polimerek elemi egységeit! Ezek közül válassz ki egy olyan polielektrolit-párt, amelynek a tagjai egymással vizes oldatban reagálnának, miközben interpolielektrolit komplex keletkezne!

A vízdoldható chitosán polimer a természetes kitin polimer ecetsav jelenlétében lezajló hidrolízisében képződik (szerkezetét lásd a válaszlapon).

2. Rajzold fel a kitin chitosánhoz vezető hidrolízisének vázlatát, és határozd meg, hogy hány töltött csoport jut egy chitosán makromolekulára, ha annak moláris tömege 492310 g/mol és az ismétlődő egység átlagos moláris tömege 164,10 g/mol!

A chitosán polikation formájában létezik savas vizes oldatokban, és így negatívan töltött specieszekkel tud kölcsönhatásba lépni. Például a chitosán vizes oldata és az **A** vegyület (50,00 w/w% C, 5,60 w/w% H, 44,40 w/w% O) interpolielektrolit komplexet ad laza csapadék formájában. Az **A** nátriumsójának 1 w/w% vizes oldata (a víz krioszópos (fagyáspontcsökkenési) állandója 1,86 kg·K/mol) $-0,208^{\circ}\text{C}$ -on fagy meg.

3. Határozd meg az **A** tapasztalati képletét és a moláris tömegét! Vedd úgy, hogy **A** disszociációja teljes.

A sárga **B** anyag az ammónium-molibdát(VI) és a foszforsav reakciójában keletkezik salétromsavfelesleg jelenlétében (ez nem redoxreakció). **B** a vegyületek egy olyan érdekes csoportjába tartozik, amelyekben egy komplex szerkezetű anion található. Az ezeknek megfelelő savak a polisavkhoz hasonlóan viselkednek, és kölcsönhatásba tudnak lépni a polibázisokkal, miközben interpolielektrolit komplexek keletkeznek.

4. a) Írd fel **B** képződésének egyenletét! Tudjuk, hogy **B**-t tömegállandóságig szárítva 150°C -on kapott termék fémtartalma 61,36% és foszfortartalma 1,65%.

b) A **B** hány anionja jut egy chitosán molekulára (lásd a 2. pontot) a sztöchiometrikus polikomplexben? *Ha nem jött ki a válasz a 2. pontra, vedd N-et, mint a chitosán ionizálható csoportjainak számát!*

Minthogy a polielektrolit komplexek keletkezési reakciójának entalpiája a nulla közelében van, ezek a reakciók a nagy pozitív entrópiaváltozás miatt játszódhatnak le. Ennek oka, hogy felszabadulnak azok a kis ionok, amelyek eredetileg a poli-ion közelében voltak az oldatban.

5. Add meg, hogy milyen kis molekulatömegű ionok szabadulnak fel amikor a kölcsönhatás kialakul:

a) az 1. feladatban kiválasztott polielektrolitpár között

b) a chitosán és a **B**-nek megfelelő sav között. *Ha nem tudad az 1., 2., vagy 4., kérdést megoldani, adj meg más kölcsönható polielektrolitokat példaként (nem többet, mint két párt), és rajzold fel szerkezetüket a válaszlapon!*

A kis ionok felszabadulásából származó entrópiánövekedést részben ellensúlyozza az entrópia azon előnytelen változása, ami a poli-ionok összekapcsolódásával jár. (Ezek a polimerek eredetileg az oldat egész térfogatában oszlottak el, és később már csak az oldhatatlan komplexben lelhetők fel). Tudjuk, hogy az entrópia a rendszer azon mikroállapitainak számával van kapcsolatban, amelyek megfeleltethetők a makroszkopikus állapotának.

6. Rendezd az alábbi anyagokat növekvő sorrendbe az szerint, hogy mennyire hajlamosak a chitosánnal komplexet képezni: tribromecetsav (**C**), az **A** sav, a **B**-nek megfelelő sav. Melyik elem tömegszázalékos tartalma lesz a legnagyobb a chitosán komplex megszártított csapadékában, ha a komplexet a három sav keverékével képezzük (mindhárom sav feleslegben van a sztöchiometrikus arányt tekintve).

2. feladat

To the authors of task 6 at IChO-2015,
big connoisseurs of freshly baked bread

A vákuumos főzés (fr. *sous-vide*) olyan eljárás, amelyben húst vagy zöldségeket légmentesen lezárt műanyagtasakba tesznek, és sokáig viszonylag alacsony, és pontosan szabályozott hőmérsékleten tartanak, általában vízfürdőben. A módszernek jó néhány előnye van. Olyan húsdarabok esetén, amelyeket főzni vagy párolni szoktak, helyes hőmérsékleten (~60°C) az izmok kollagénje (szálalkotó fehérje, a kötőszövetek fő alkotója) teljesen átalakul zselatinná, és megmarad a hús zamata is.

1. Írd fel (általános formában) a kollagén zselatinná alakulásának egyenletét!

A marhahús színét 90-95%-ban a mioglobinnal okozza, pontosabban a kapcsolódó ionban és/vagy ligandumban eltérő három lehetséges formájának aránya:

Mioglobin (Mb), Fe²⁺ iont és vízmolekulát köt;

Oximoglobin (MbO₂), Fe²⁺ iont és oxigénmolekulát köt;

Metmioglobin (MMb+), Fe³⁺ iont és vízmolekulát köt.

A frissen vágott húsdarabok belsejében mélyebb a szín, mint a felületén, és gyakorlatilag nincs benne MMb+. A pontos hőmérsékletszabályozás és az egyenletes melegítés miatt a *sous-vide* lehetővé teszi a steak-ek ideális elkészítését különböző készütségi fokon és a hús színében való eltérésekkel.

A steak készütségi foka	Szín	Főzés hőmérséklete, °C
Extra-rare vagy Blue (<i>bleu</i>)	Élénk vörös	46–49
Medium (<i>demi-anglais</i>)	Belül rózsaszín, a külső részekben vörösebb	60–65
Well done (<i>bien cuit</i>)	szürkés-barna	71
Overcooked (<i>trop cuit</i>)	fekete	>100

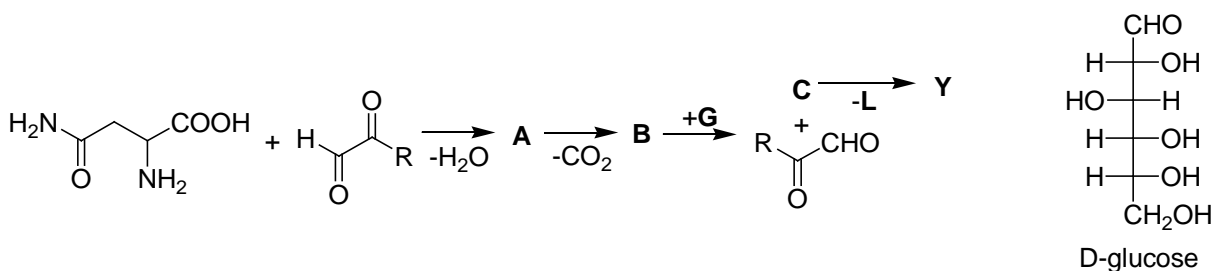
- Határozd meg, hogy a mioglobin túlnyomórészt milyen formában (Mb, MbO₂ vagy MMb+) a fent említett készütségi fokok esetén!
- Milyen más, a *sous-vide* hús főzés során lejátszódó folyamat lehet a készütségi fokkal változó ízbeli különbségek mögött?

A hús hagyományos serpenyős sütése során alakul ki a jellegzetes illat, szín és íz. Ezt leginkább a Maillard-reakció termékei eredményezik (ez $T > 150^\circ\text{C}$ felett játszódik le). A Maillard-reakció hiánya a *sous-vide* eljárás legnagyobb problémája.

Az **X** vegyület az ételeknek a vaj illatát kölcsönzi, és szintén Maillard-reakcióban keletkezik. **X** képlete $\text{C}_p\text{H}_q\text{O}_r$, és az együtthatók a következő két egyenletnek felelnek meg: $p + q + r = 12$ (1) és $p \cdot q \cdot r = 48$ (2).

- Vezesd le **X** molekulaképletét, ha **X** tömegszázalékos hidrogéntartalma több, mint 7%.
- Rajzold fel **X** szerkezeti képletét, ha tudjuk, hogy **X** kétféle C atomot és egy-egy féle H és O atomot tartalmaz!

A *sous-vide* viszont lehetővé teszi, hogy elkerüljük bizonyos mérgező anyagok keletkezését. Ilyen pl. az **Y** (C₃H₅NO), ami az aszparagin aminosav és egy 1,2-dikarbonil vegyület (pl. 3-deoxiglükóz, a *D*-glükóz egy származéka) Maillard-reakciójában keletkezik az alábbi séma szerint (ez mutatja az egyes reakciólépéseket is):



Tudjuk, hogy **G** és **L** is biner anyagok.

- Rajzold fel a 3-deoxiglükóz szerkezetét Fischer-projekcióban!
- Rajzold fel **A** – **C**, **G**, **L** és **Y** szerkezetét!

A **Z** vegyület az **X** egyik metabolitja. Minthogy mutagén, **Z** veszélyes az emberre. **X** átalakulása **Z**-vé egy egy lépéses enzimkatalizált folyamat. **Z** 36,75% O-t és 41,38% C-t (tömegszázalék) tartalmaz, és van benne egy aszimmetrikus szénatom.

- Írd fel **Z** szerkezeti képletét!

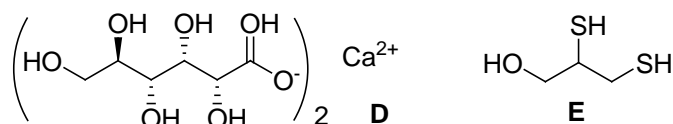
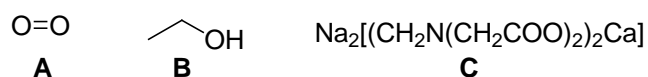
3. feladat

All things are poison and nothing is without poison; only the dose makes a thing not a poison.
Paracelsus

A toxikológia a mérgekkel és hatásmechanizmusukkal foglalkozik. A mérgek még viszonylag kis dózisban is megakadályozhatnak életműködéseket (bizonyos fehérjetoxinokból akár csak 100 ng, de nátrium-kloridból akár 200 g is kell egy ember megmérgezéséhez). Minthogy az emberek folyton vegyületekkel érintkeznek, ezek toxikológiája és a mérgezésnél teendő elsősegély ismerete is életbevágóan fontos lehet. A mérgek hatását enyhítő anyagokat ellenmérgeknek ismerik.

1. Az alábbi táblázatban van néhány anyag (1 – 5), amelyekkel laborban is gyakran lehet találkozni, és a szervezetbe jutva mérgezőek. Kémiai jellemzőik alapján párosítsd őket össze az ellenmérgek (A – E) szerkezetével a válaszlapon

1	fehér arzén
2	metanol
3	hidrogén-fluorid
4	ólomcukor
5	szénmonoxid

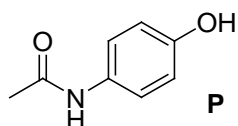


A cianid a detektívregények egyik kedvenc mérge, a célpontja a citokróm c oxidáz enzim (a sejtlegzés egy vastartalmú enzimje). Kálium-cianid, vagy hidrogén-cianid gőzök mérgezése esetén, egy izoamil-nitrit ampullát kell kinyitni, és az érintettnek be kell lélegeznie a gőzét.

2. Rajzold fel az izoamil-nitrit szerkezetét, és írd fel annak a három egymást követő reakciónak az egyenletét, ami a vérben játszódik le, és megmagyarázza az ellenmérgek hatását! Ne felejtse el, hogy a hemoglobin is a vér egyik komponense! A szerves molekulák nem lényegi részét írd csak R-nek!

A fenti elsősegély után a páciensnek intravénás nátrium-tioszulfátot adnak.

3. Írd fel ennek az utolsó ellenmérgek reakciónak az egyenletét, ha tudjuk, hogy két kéntartalmú speciesz a kismolekulatömegű terméke a folyamatnak!



Gyógyszerek túladagolása is gyakran okoz mérgezést. Még az olyan jól ismert hatóanyagok is, mint a **P** is veszélyes lehet, ha túladagolják. **P** toxicitását egy lépéses enzimatis átalakulása **P1**-gyé (9,40 tömeg% N) okozza; ebben a transzformációban az egyik ellenmérgek (**A – E**) is reagens.

4. Következtess ki **P1** szerkezetét, ha a szénatomok száma nem változik a **P**-ből való átalakulásban! A **PA** ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}$), amit egy egy lépéses szintézissel kaphatnak egy kanonikus (természetes) aminosavból, ellenmérgek lehet ilyen helyzetben. **PA** kétértékű sav, pK_a értékei 3,2 és 11,2; oldatai elszíntelenítik a KI_3 oldatot. **PA** nukleofil reakcióba lép **P1**-gyel, és az aromás **P2** az egyedüli reakciótermék.

5. Következtess ki a **PA** és **P2** szerkezetét, és írd fel a reakciókat!

50 th International Mendeleev Olympiad, 2016	Moscow
2 nd theoretical tour	Problems

P túladagolása májkárosodáshoz vezet, amit a **P1** okoz.

6. Milyen biológiailag fontos molekulák elfogyása okozhatja a májkárosodást? Válaszd ki a helyes választ a válaszlapon!

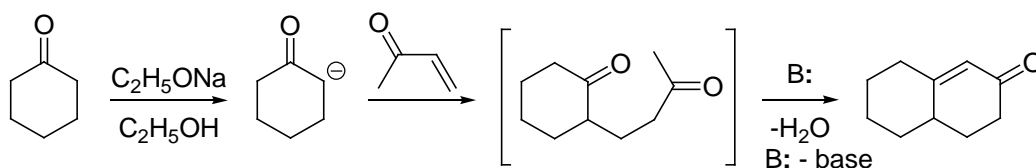
Az **X1** ez egyik legerősebb (de lassan ható) mérgező. Három elemet tartalmazó sóról van szó. Akár 1 ng is halálos lehet ebből az anyagból. A mérgezés fokozatosan kifejlődő betegségként jelentkezik. Fejfájás, kihűlés, belső vérzés, mentális problémák jelentkezhetnek. Az **X1** képletében az atomok száma mértani sort ad. A számok összege nem haladja meg a 15-öt, és a tömegszázalékos széntartalom 16,2%.

7. Végezz számításokat az **X1** azonosítására, és írd fel a mérgező hatást megmagyarázó reakció egyenletét! Írd fel **X1** hőbomlásának egyenletét!

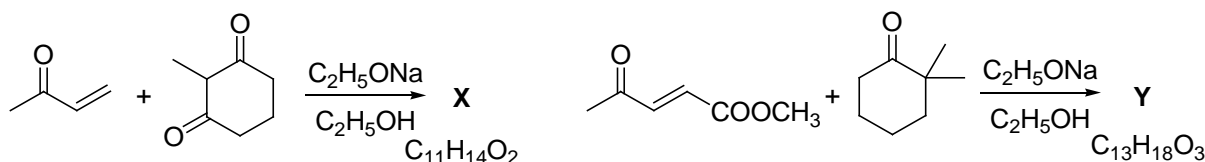
V. RÉSZ: SZERVES KÉMIA

1. feladat

A Robinson-anelláció fontos reakciónak tekinthető természetes vegyületek, antibiotikumok, szteroidok, stb. előállítása szempontjából. Ez a reakció a következő lépésekből áll: a keton deprotonálása, a keletkezett enolát anion kapcsolódása a metil-vinil-ketonhoz (vagy ennek származékához) Michael-addíció szerint, végül aldol-kondenzáció során ciklohexénon keletkezik. Az ábrán B: bázist jelöl.

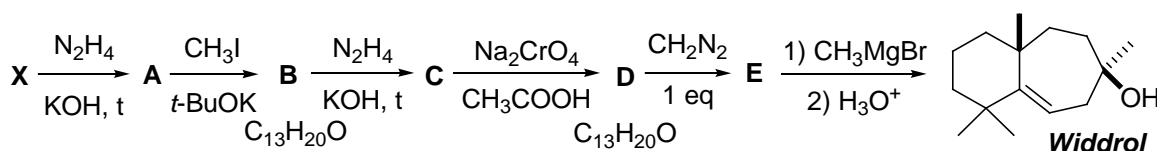


A következő ábra két reakciót mutat be. **X** Robinson-anelláció terméke. Ezzel szemben bár az **Y** képződése során is lejátszódik Michael-addíció, de **Y** nem két anellált gyűrűt, hanem két különböző C=O csoportot tartalmaz.



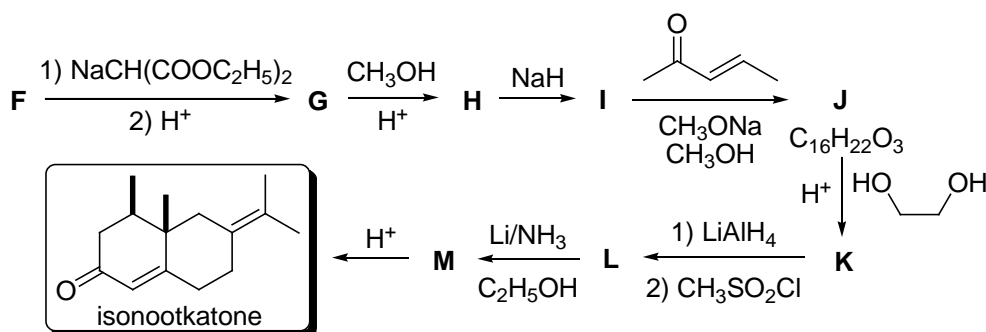
1. Írd fel **X** és **Y** anyagok szerkezeti képletét!

Az **X** anyagot használták a widdrol terpenoid racemát elegyének szintéziséhez. Az ábrán *t* jelöli a melegítést, 1 eq pedig 1 ekvivalens mennyiséget.



2. Írd fel az **A** – **E** anyagok szerkezeti képletét!

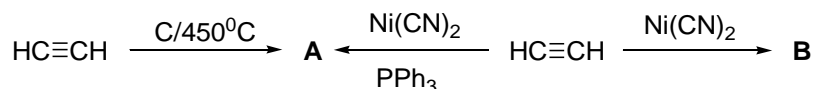
Szintén Robinson-anellációt használtak egy másik terpenoid, az isonootkaton előállításához. A szintézis az **F** dibromalkénből indul, melyről tudjuk, hogy ¹H NMR-spektruma 2 jelet tartalmaz 2:3 relatív intenzitásarányokkal, továbbá tudjuk, hogy ozonolízisének egyik terméke az aceton.



3. Írd fel **F** – **M** anyagok szerkezeti képletét!

2. feladat

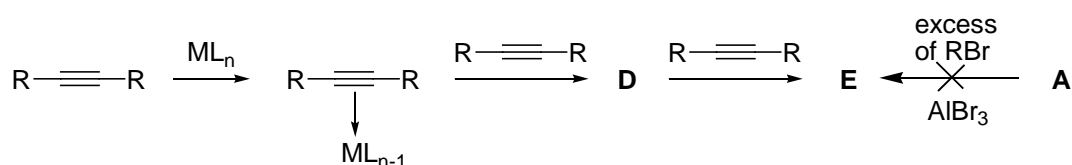
Ciklikus vegyületek előállítására hatékony módszer a cikloaddíció, melynek során egy reakciólépésben két vagy több kötés képződik. A IUPAC ajánlása szerint ezeket a reakciókat csoportosíthatjuk a résztvevő atomok száma alapján: $(m+n+\dots)$ -cikloaddíció.



1. Határozd meg **A** és **B** szerkezetét, ha $M(\mathbf{A}) / M(\mathbf{B}) = 0,75!$

2. Állapítsd meg a cikloaddíció típusát **A** és **B** esetében!

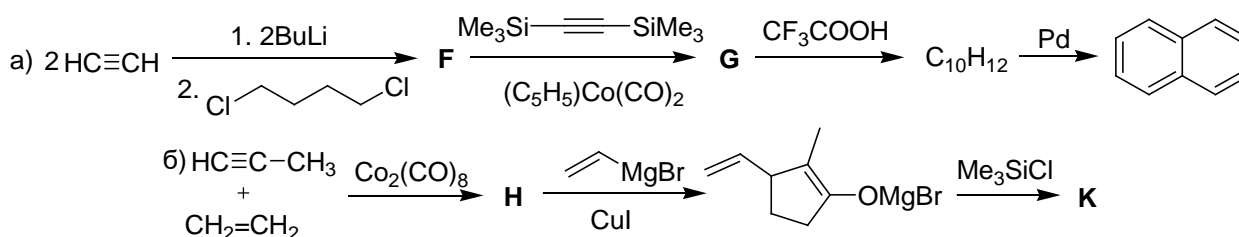
A cikloaddíciókat hatékonyra teszi, ha átmenetifém-komplexeket használunk katalizátornak. **A** és homológjainak képződését ML_n komplex jelenlétében az alábbi ábra mutatja be, melyen az excess felesleget jelent.



3. Határozd meg **D** és **E** szerkezetét abban a reakcióban, amelyben katalizátornak a $(\text{C}_5\text{H}_5)\text{Co}(\text{CO})_2$ komplexet használják, ha a) **E** (melynek ^1H NMR-spektruma dublettet és multiplettet tartalmaz 6:1 relatív intenzitásarányokkal) az **A** anyag homológja; b) **D** köztitermék, amely formálisan $(2+2+1)$ -cikloaddíció terméke, 15,86% kobaltot tartalmaz.

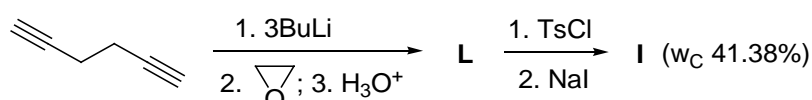
4. Írd le az AlBr_3 jelenlétében, kinetikai kontroll mellett lejátszódó $\mathbf{A} + 2\text{RBr}$ reakció fő termékét!

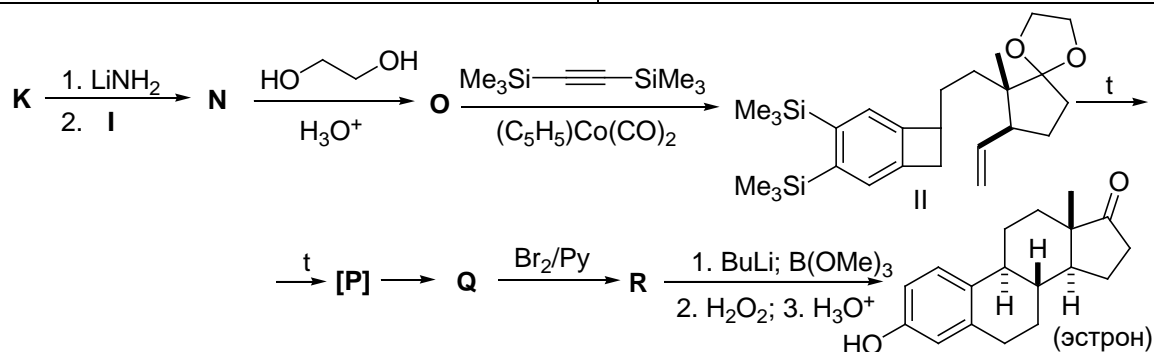
Az átmenetifém-komplexek jelenlétében végzett cikloaddíció lehetővé teszi: a) policiklusos szerkezetek előállítását nyílt láncú anyagokból; b) gyűrű kialakítását funkciós csoport bevitelével (utóbbit a δ) ábra mutatja be):



5. Határozd meg **F**, **G**, $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$, **H**, **K** szerkezetét!

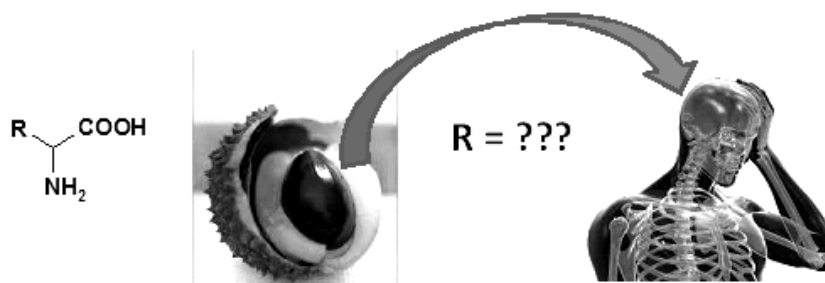
Cikloaddíciós reakciók egyedi kombinációja lehetővé teszi, hogy policiklusos szerkezetet állítsunk elő néhány gyűrű egyidejű összekapcsolásával. Így például az ösztron nevű policiklusos anyag szintézise során egy lépésben három gyűrű kialakítása történik (az ábrán a máskor a mellék helyiséget jelölő rövidítés ezúttal tömegszázalékos széntartalmat jelent):



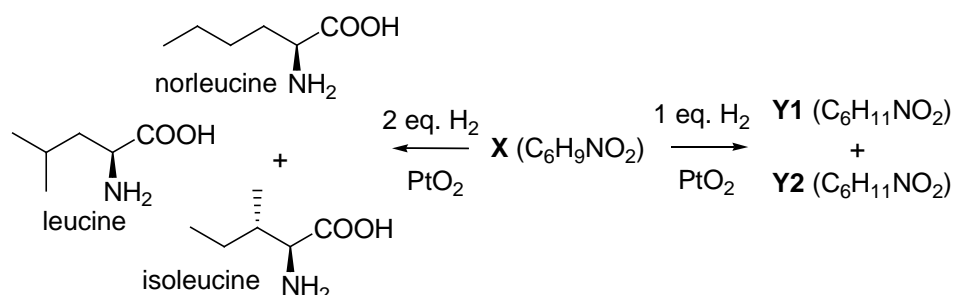


6. Azonosítsd az L, I, N, O, P, Q, R anyagokat, ha II, P és Q izomerek, a gyűrűk mennyisége Q-ban kétszer annyi, mint P-ben!

3. feladat

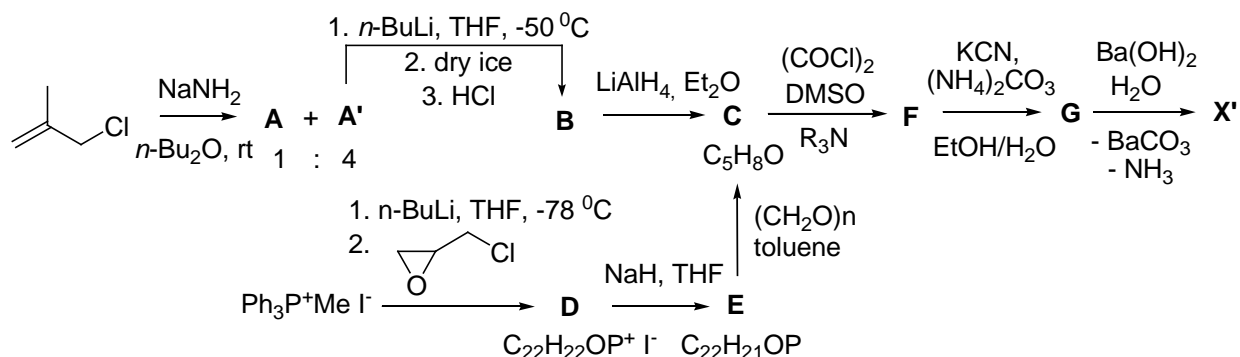


2015 decemberében, amikor a gyermekek hipoglikémiás agysorvadásának járványügyi vizsgálatát végezték a szakemberek Muzaffarpurban (India) váratlanul azt találták, hogy a járványt nem fertőzés okozta, hanem az **X** α -aminosav ($\text{C}_6\text{H}_9\text{NO}_2$), amely a licsi gyümölcs magjaiban található. A szervezetbe kerülve annyira lecsökkenti a vércukorszintet, hogy az halálos is lehet. Ezt az aminosavat elsőként brit biokémikusok izolálták 1962-ben. A szerkezetét az Adams-katalizátorral végzett katalitikus hidrogénezés alapján állapították meg. Az **X** sav hidrogénezése egy ekvivalens hidrogénnel két diasztereomer, optikailag aktív sav, **Y1** és **Y2** keverékének keletkezéséhez vezet. Ugyanakkor **X** sav hidrogénezése két ekvivalens hidrogénnel norleucin, leucin és izoleucin keverékéhez vezet. További adat, mely egyértelműen meghatározza a szerkezetet, hogy a ^1H NMR-spektrumban két protonnyi relatív intenzitású multiplett található 5,7 ppm-nél.



Az **X** sav szintetikus előállításának eljárását évtizedekkel a felfedezése után dolgozták ki. Ezt 2006-ban az MGU-n valósították meg. **X** racém diasztereomereinek keverékét az ábrán **X'** jelöli. A

C intermedierből valósulhatott meg a szintézis. Ezt az intermediert két különböző módszerrel lehet megkapni. Az egyik módszer esetében a kiindulási anyag a metallil-klorid, a másikban pedig a trifenil-metil-foszfóniumion. Az ábrán az rt szobahőmérsékletet, a dry ice szárazjeget, a toluene toluolt jelent.



1. Fejtsd meg **X** aminosav szerkezetét, határozd meg abszolút konfigurációját az *R,S*-nómenklatúra szerint, add meg IUPAC-nevét!
2. Írd fel **Y1** és **Y2** aminosavak szerkezeti képletét!
3. Fejtsd meg az **X'** diasztereomerek racém elegyének szintézisének ábráját, ha tudjuk, hogy: a) **A'** anyag normál körülmények között gáz, ^1H NMR-spektrumában 2 jel található, a ^{13}C NMR-spektrumában pedig 3 jel van; b) **E** anyag biciklusos, és benne a foszforatom ötös koordinációjú; c) **G** vegyület imidazolszármazék (öttagú gyűrű, ami két nitrogénatomot tartalmaz)!