

VERSENYHÍRADÓ



36. Kémiai Diákolimpia

Elméleti feladatok (5 óra)

1. feladat: Termodinamika

(24 pont)

Péter kitalálta, hogy a 18. születésnapjára a szülei kertjében lévő vityillóban mesterséges tengerpartot és úszómedencét alakít ki (februárban). Kiderítette a földgáz összetételét és árát, hogy a víz és a bódé fűtési költségét megbecsülje.

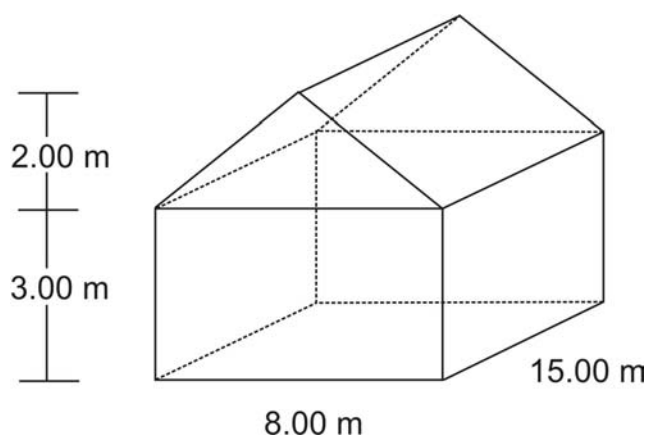
1.1 Írd fel azokat a kémiai egyenleteket, amelyek a földgáz fő komponenseinek, a metánnak és az etánnak a tökéletes égését írják le! Tételezzük fel, hogy az adott körülmények között a nitrogén nem változik. Számítsd ki a fenti két reakció reakcióhőjét, az entrópia- és szabadentalpia-változását standard körülmények között ($1,013 \cdot 10^5$ Pa, $25,0^\circ\text{C}$)! Tételezzük fel, hogy az összes termék gáz-halmazállapotú. A földgáz összetételét és termodinamikai jellemzőit az 1. táblázatban találod.

1.2 A földgáz sűrűsége a szolgáltató szerint $0,740 \text{ g l}^{-1}$ ($1,013 \cdot 10^5$ Pa, $25,0^\circ\text{C}$).

- Számítsd ki $1,00 \text{ m}^3$ földgázban a metán és az etán anyagmennyiségét mólokban (a földgáz, a metán és az etán nem ideális gáz!).*
- Számítsd ki, hogy mennyi hő szabadul fel standard körülmények között $1,00 \text{ m}^3$ földgáz elégetésekor, ha feltételezzük, hogy minden termék gáz-halmazállapotú! (Ha esetleg nem lenne meg a gáz anyagmennyisége 1.2.a)-ból, akkor tételezd fel, hogy $1,00 \text{ m}^3$ földgáz $40,00 \text{ mol}$!)*

A szolgáltató szerint a földgáz égéshője m^3 -enként $9,981 \text{ kWh}$, ha minden termék gáz-halmazállapotú. Hány százalékkal tér ez el a b) kérdésben kiszámítottól?

Az házban levő úszómedence $3,00 \text{ m}$ széles, $5,00 \text{ m}$ hosszú és $1,50 \text{ m}$ mély (a padlószint alatt). A csapvíz hőmérséklete $8,00^\circ\text{C}$, a házban a levegő hőmérséklete $10,00^\circ\text{C}$. A ház méreteit az ábra mutatja. Tételezzük fel, hogy a víz sűrűsége: $\rho = 1,00 \text{ kg dm}^{-3}$ és a levegő ideális gázként viselkedik.



- 1.3 Számítsd ki MJ-ban, mennyi hő szükséges ahhoz, hogy a medence vizét $22,0^\circ\text{C}$ -ra, illetve a kiinduláskor a házban levő levegőt ($21,0\% \text{ O}_2$, $79,0\% \text{ N}_2$) $30,0^\circ\text{C}$ -ra felmelegítse $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson!

Februárban a külső hőmérséklet Észak-Németországban átlagosan $5,0^\circ\text{C}$. Mivel a ház betonfalai és teteje viszonylag vékonyak (20 cm vastagok) hőveszteség lép fel. Ez a hő a környezetnek adódik át (a víz és/vagy a talaj által elnyelt hőt elhanyagoljuk). A fal hővezetési tényezője átlagosan $1,00 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$.

- 1.4 Számítsd ki MJ-ban, hogy mennyi energia szükséges a ház belső hőmérsékletének $30,0^\circ\text{C}$ -on tartásához egy 12 órás buli alatt!

A szolgáltatótól vásárolt $1,00 \text{ m}^3$ földgáz $0,40 \text{ €}$, 1 kWh elektromos áram pedig $0,137 \text{ €}$. A gázfűtéshez szükséges felszerelés bérlete $150,00 \text{ €}$ -ba kerül, viszont az elektromos melegítők ára csak $100,00 \text{ €}$.

- 1.5 Mekkora energia szükséges összesen (MJ-ban) Péter "téli uszodájához" az 1.3-ban és 1.4-ben kiszámítottak alapján? Mennyi földgázra van szüksége, ha a gázfűtés hatásfoka $90,0\%$? Mekkora lenne a földgáz, illetve az elektromos fűtés költsége? A

számításaidnál a szolgáltató által megadott értékeket használd és vedd az elektromos fűtés hatásfokát 100%-nak!

1. táblázat: A földgáz összetétele

Összetevő	móltört x	$\Delta_k H^\circ$ (kJ mol ⁻¹) ⁻¹	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹) ⁻¹	C_p° (J mol ⁻¹ K ⁻¹) ⁻¹
CO ₂ (g)	0,0024	-393,5	213,8	37,1
N ₂ (g)	0.0134	0,0	191,6	29,1
CH ₄ (g)	0.9732	-74,6	186,3	35,7
C ₂ H ₆ (g)	0.0110	-84,0	229,2	52,5
H ₂ O (f)	-	-285,8	70,0	75,3
H ₂ O (g)	-	-241,8	188,8	33,6
O ₂ (g)	-	0,0	205,2	29,4

Egyenlet:

$$J = E \cdot (A \cdot \Delta t)^{-1} = \lambda_{\text{fal}} \cdot \Delta T \cdot d^{-1}, \text{ ahol}$$

J a hőáram a hőmérsékletkülönbség irányában A felületen át Δt idő alatt

d a falvastagság

λ_{fal} a hővezetési tényező

ΔT a külső és a belső hőmérséklet közti különbség.

2. feladat: Kinetika katalizátorok felületén

(23 pont)

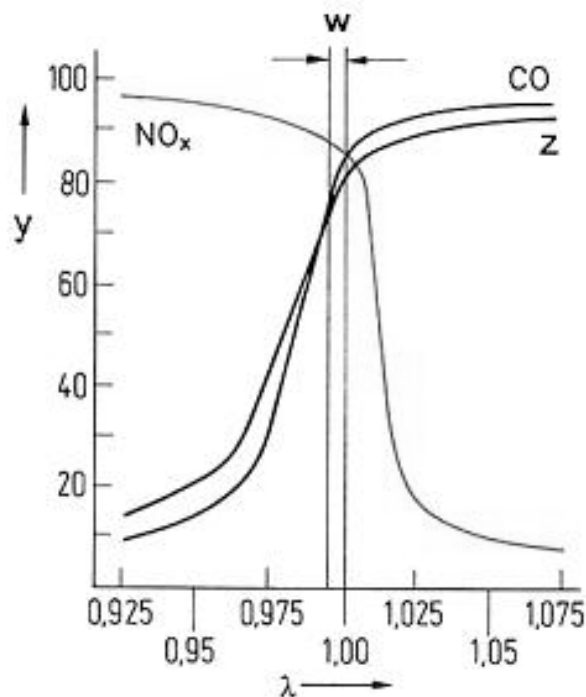
Az Ottó-motorok kipufogógázában a fő környezetszennyező a szén-monoxid, a nitrogén-monoxid és az elégetlen szénhidrogének, mint például az oktán. A szennyezés csökkentésére egy háromfunkciós katalitikus konverterben szén-dioxiddá, nitrogéné és vízzé alakítják ezeket.

2.1 *Egészítsd ki a fő szennyezőknek a katalizátorban lejátszódó átalakulásait leíró kémiai egyenleteket!*

Egy elektrokémiai elem, az úgynevezett lambda-szonda méri a motor és a háromfunkciós katalitikus konverter között a kipufogógázban a λ -értékeket. Az Ottó-motor által kibocsátott gáz fő szennyezőinek minél jobb eltávolításához ezt az értéket kell szabályozni.

A lambda értéket a következőképpen definiáljuk:

$$\lambda = \frac{\text{a bemenő levegő anyagmennyisége}}{\text{a teljes elégetéshez szükséges levegő anyagmennyisége}}.$$



w: λ optimális tartománya
y: a konverzió hatásfoka (%)
z: szénhidrogének

2.2 Dönts az λ szondával kapcsolatos állításokról (I: igaz / H: hamis / N: nem lehet eldönteni)!

- Ha a λ -érték az optimális tartományba esik, akkor a szén-monoxid és a
- szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.
- Ha $\lambda > 1$, akkor a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.
- Ha $\lambda < 0,975$, akkor a nitrogén-oxidok rosszul redukálhatók.

Egy szilárd felületen a gázmolekulák adszorpcióját egy egyszerű modellt használva a Langmuir izoterma írja le:

$$\theta = \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p}$$

ahol θ a felület borítottsága (a foglalt kötőhelyek aránya), p a gáz nyomása és K egy állandó.

Egy gáz adszorpcióját 25 °C-on a Langmuir izoterma a következő állandóval írja le:

$$K = 0,85 \text{ kPa}^{-1}.$$

2.3 a) Határozd meg a felület θ borítottságát 0,65 kPa nyomás esetében!

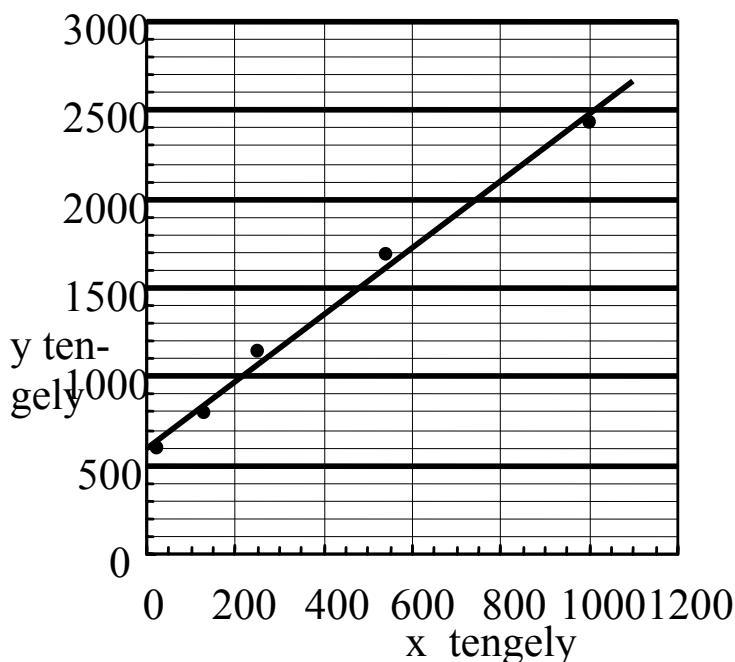
b) Határozd meg azt a p nyomást, amelyen a felületi borítottság 15 %-os!

2.3 c) A gázmolekulák r bomlási sebessége egy szilárd felületen a θ felületi borítottságtól függ (ha a visszaalakulást elhanyagoljuk):

$$r = k \cdot \theta$$

Vezesd le a bomlási reakció rendűségét alacsony és magas gáznyomásnál! Tételezd fel, hogy az előzőekben megadott Langmuir izoterma érvényes (a termékeket pedig figyelmen kívül hagyjuk!).

2.3 d) Egy másik gáz fémfelületen való adszorpciójának adatai (25 °C-on) a következők:



$$x: p \cdot (\text{Pa})^{-1}$$

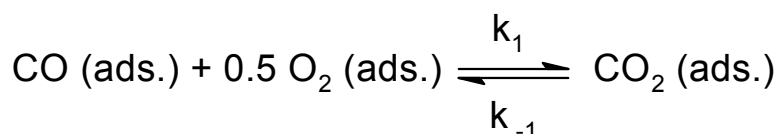
$$y: p \cdot V_a \cdot (\text{Pa cm}^{-3})^{-1}$$

V_a az adszorbeált gáz térfogata.

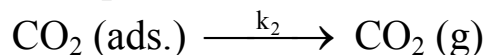
Ha a Langmuir-izoterma használható, határozd meg a fémfelület teljes fedettségének eléréséhez szükséges gáz térfogatát $V_{a,max}$ és a $K \cdot V_{a,max}$ szorzatot! Segítség: legyen $\theta = V_a / V_{a,max}$.

Tételezzük fel, hogy a CO katalitikus oxidációja egy egységes Pd felületen a következő módon megy végbe:

Első lépésben az adszorbeált CO és az adszorbeált O₂ egy gyors egyensúlyi reakcióban adszorbeált CO₂-dá alakul,



Azután egy lassú második lépésben a CO₂ deszorbeálódik a felületről:



2.4 *Vezesd le a CO₂(g)-képződés sebességének képletét a reaktánsok és termékek parciális nyomásának függvényében!*

Segítség: használd a Langmuir-izotermát a megfelelő számú gázkomponensre:

$$\theta(i) = \frac{K_i \cdot p_i}{1 + \sum_j K_j \cdot p_j} \quad \text{j: a különböző gázkomponensek}$$

3. feladat: Egyvegyértékű alkáliföldfém-vegyületek? (21 pont)

Többször számoltak már be az egyvegyértékű kalcium vegyületeinek előállításáról. Eddig ezeket a "vegyületeket" még nem tudták leírni, de a szilárdtest kémikusokat még mindig érdeklik.

A CaCl₂-ot a következő módon próbálták redukálni CaCl-dá:

(a) kalciummal (b) hidrogénnel (c) szénnel

3.1 *Add meg azokat az egyenleteket, amelyekben elvileg a CaCl képződhetne!*

Ha CaCl₂-ot sztöchiometrikus mennyiségű (1:1) Ca-mal próbáljuk redukálni, akkor egy inhomogén szürke anyagot kapunk. A mikroszkópos

vizsgálat során ezüstös fémszemcséket és szintelen kristályokat figyelhetünk meg.

3.2 *Mi a fémes szemcsék, illetve a szintelen kristályok anyaga?*

Amikor a CaCl_2 -ot elemi hidrogénnel próbáljuk redukálni, egy fehér terméket kapunk. Elemi analízise szerint a minta 52,36 tömeg% kalciumot és 46,32 tömeg% klórt tartalmaz.

3.3 *Határozd meg a képződött vegyület tapasztalati képletét!*

Ha a CaCl_2 -ot elemi szénnel próbáljuk meg redukálni, egy vörös, kristályos anyag képződik. Az elemi analízis szerint benne a Ca és Cl anyagmennyiségének aránya:

$$n(\text{Ca}):n(\text{Cl}) = 1,5 : 1.$$

A vörös kristályok hidrolízise során ugyanaz a gáz fejlődik, mint amikor a Mg_2C_3 hidrolizál.

3.4 a) *Írd fel a két aciklikus konstitúciós izomerét annak a gáznak, amely a hidrolízis során képződik!*

b) *Melyik vegyület képződik a CaCl_2 -nak szénnel történő redukciója során? (Egyvegyértékű kalcium nem létezik.)*

Minthogy mindezen próbálkozások nem eredményeztek CaCl -ot, el kell gondolkodnunk a CaCl hipotetikus szerkezetéről. Fel lehet tételezni, hogy a CaCl egy egyszerű kristályszerkezetben kristályosodik.

A sók kationjának $r(\text{M}^{m+})$ és anionjának $r(\text{X}^{x-})$ sugáráránya gyakran meghatározza az adott vegyület kristályszerkezetét, ahogy azt az MX összetétel esetében a következő táblázat mutatja:

M koord. száma	X környezete	Sugárárány $r_{\text{M}}/r_{\text{X}}$	Szerkezet típusa	A CaCl becsült $\Delta_{\text{rács}}H^0$
3	Háromszöges	0,155-0,225	BN	$-663,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
4	Tetraéderes	0,225-0,414	ZnS	$-704,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
6	Oktaéderes	0,414-0,732	NaCl	$-751,9 \text{ kJ mol}^{-1}$
8	Köbös	0,732-1,000	CsCl	$-758,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_{\text{rács}}H^0(\text{CaCl})$ a $\text{Ca}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \longrightarrow \text{CaCl}(\text{sz})$ reakcióhoz kapcsolható.

3.5a) *Várhatóan milyen típusú lenne a CaCl szerkezete?*

$$[r(\text{Ca}^+) \approx 120 \text{ pm (becsült)}, r(\text{Cl}^-) \approx 167 \text{ pm}]$$

A CaCl -nak nemcsak a rácsenergiája ($\Delta_{\text{rács}}H^0$) fontos annak eldöntéséhez, hogy a vegyület termodinamikailag stabilis. Akkor dönthetjük el, hogy a vegyület elemeire való bomlása szempontjából stabil, ha ismerjük a CaCl standard képződéshőjét $\Delta_{\text{k}}H^0$.

3.5b) Számítsd ki a CaCl képződéshőjének $\Delta_{\text{k}}H^0(\text{CaCl})$ értékét egy Born–Haber-körfolyamat segítségével!

olvadáshő	$\Delta_{\text{olv}}H^0(\text{Ca})$		9,3 kJ mol ⁻¹
1. ionizációs entalpia	$\Delta_{1. \text{IE}}H(\text{Ca})$	$\text{Ca} \longrightarrow \text{Ca}^+$	589,7 kJ mol ⁻¹
2. ionizációs entalpia	$\Delta_{2. \text{IE}}H(\text{Ca})$	$\text{Ca}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+}$	1145,0 kJ mol ⁻¹
párolgáshő	$\Delta_{\text{pár}}H^0(\text{Ca})$		150,0 kJ mol ⁻¹
disszociációs energia	$\Delta_{\text{dissz}}H(\text{Cl}_2)$	$\text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{Cl}$	240,0 kJ mol ⁻¹
képződéshő	$\Delta_{\text{k}}H^0(\text{CaCl}_2)$		-796,0 kJ mol ⁻¹
elektronaffinitás	$\Delta_{\text{EA}}H(\text{Cl})$	$\text{Cl} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-$	-349,0 kJ mol ⁻¹

Ahhoz, hogy eldöntsük, stabil-e termodinamikailag a CaCl , ki kell számolni a vegyület Ca -má és CaCl_2 -dá történő diszproporciójának standard entalpiaváltozását! (Az *entrópiaváltozás* ΔS ebben az esetben nagyon kicsi, így hatását elhanyagolhatjuk.)

3.6 Termodinamikailag stabil-e a CaCl a diszproporció tekintetében? Számítással indokold döntésed!

4. feladat: Atomtömegek meghatározása

(20 pont)

Az X elem és a hidrogén reakciójában a szénhidrogénekkel analóg vegyületek keletkeznek. 5,000 g X -ből 5,628 g elegy keletkezik, amely a metán és az etán X -analógját 2 : 1 anyagmennyiség-arányban tartalmazza.

4.1 Számítsd ki ebből az X moláris tömegét! Add meg X vegyjelét, és rajzold fel a két termék térbeli szerkezetét!

A következő bonyolultabb eset történelmileg érdekes.

Az argirodit nevű ásvány egy sztöchiometrikus vegyület, amely ezüstöt (oxidációs száma +1), kén (oxidációs száma -2) és egy ismeretlen Y elemet (oxidációs száma +4) tartalmaz. Az ezüst és az Y tömegaránya az argiroditben $m(\text{Ag}) : m(\text{Y}) = 11,88 : 1,00$. Az Y-nak létezik egy vörösesbarna alacsonyabb (+2) és egy fehér, magasabb oxidációs számú (+4) szulfidja. A színes, alacsonyabb oxidációs számú szulfid keletkezik az argirodit hidrogénáramban való hevítésekor. A vegyületből ezen kívül Ag_2S és H_2S keletkezik. 10,0 g argirodit teljes átalakításához 0,295 liter hidrogén szükséges 400 K-en és 100 kPa-on.

4.2 Ezen információk alapján határozd meg az Y moláris tömegét! Add meg Y vegyjelét és az argirodit tapasztalati képletét!

Az atomtömegek befolyásolják a spektroszkópiai tulajdonságokat.

A Hooke-törvény használható a kémiai kötések IR spektrumában megjelenő rezgési frekvenciáinak meghatározásához. A törvény ezen alakjában a rezgési hullámszámot, $\tilde{\nu}$ fejezi ki: (figyeljete a mértékegységekre!)

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \cdot \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

$\tilde{\nu}$ a kötés rezgési frekvenciája, hullámszámban megadva (cm^{-1})

c fénysebesség

k erőállandó, amely a kötés erősségére utal ($\text{N m}^{-1} = \text{kg s}^{-2}$)

μ a redukált tömeg az AB_4 típusú molekulákban:

$$\mu = \frac{3m(\text{A})m(\text{B})}{3m(\text{A}) + 4m(\text{B})}$$

$m(\text{A}), m(\text{B})$ a két kapcsolódó atom tömege

A metán C–H kötésének rezgési frekvenciája ismert: $3030,00 \text{ cm}^{-1}$. A metánnal analóg Z-vegyületé $2938,45 \text{ cm}^{-1}$. A metánban a C–H kötés entalpia $438,4 \text{ kJ mol}^{-1}$. A Z-analógban a Z–H kötés entalpia $450,2 \text{ kJ mol}^{-1}$.

4.3 A Hooke-törvény segítségével határozd meg a metánban a C–H kötés erőállandóját (k)!

Becsüld meg a Z–H erőállandót azt feltételezve, hogy lineáris arányosság van az erőállandó és a kötés entalpia között!

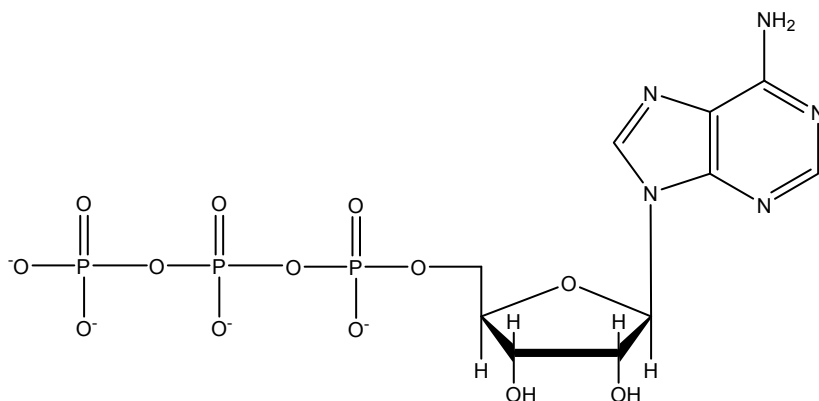
Ezen információk alapján határozd meg a Z atomtömegét!

Add meg Z vegyjelét!

5. feladat: Biokémia termodinamikával

(18 pont)

Az ATP^{4-} szerkezete a következő:



A kémiai egyensúly eltolása ATP-vel:

Az állatok a táplálékuk oxidációjából származó szabadenergiát használják arra, hogy az ATP, ADP és a foszfát koncentrációját az egyensúlyi értéktől távol tartsák. Vörösvérsejtekben a következő koncentrációkat mérték:

$$\begin{aligned} c(\text{ATP}^{4-}) &= 2,25 \text{ mmol l}^{-1} \\ c(\text{ADP}^{3-}) &= 0,25 \text{ mmol l}^{-1} \\ c(\text{HPO}_4^{2-}) &= 1,65 \text{ mmol l}^{-1} \end{aligned}$$

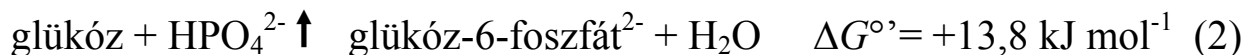
Az ATP-ben raktározott szabadenergia a következő reakció útján szabadulhat fel:



Minthogy a pH a legtöbb élő sejben 7-hez közeli, a biokémikusok a ΔG° helyett a $\Delta G^{\circ'}$ -t használják. A $\Delta G^{\circ'}$ standard állapota a definíció szerint az állandó 7-es pH. A $\Delta G^{\circ'}$ -t és K' -t tartalmazó egyenletekben ezért 7-es pH-n nem szerepel a H^+ koncentrációja. A standard koncentráció 1 mol l^{-1} .

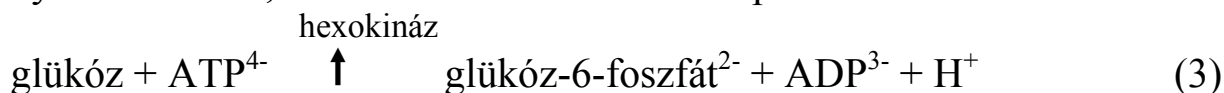
5.1 Számítsd ki az (1) reakció aktuális $\Delta G'$ értékét (1) a vörösvérsejtekben 25°C -on és $\text{pH} = 7$ esetében!

Az élő sejtekben úgynevezett "anabolikus" reakciók mennek végbe, amelyek első pillantásra termodinamikailag előnytelenek, mivelhogy a ΔG -jük pozitív. A glükóz foszforilációja egy példa erre:



5.2 Számítsd ki először a (2) reakció K' egyensúlyi állandóját, majd a $c(\text{glükóz-6-foszfát}) / c(\text{glükóz})$ hányadost a vörösvérsejtben kémiai egyensúly esetében, 25°C -on és $\text{pH} = 7$ -nél!

A (2) reakció egyensúlya a nagyobb glükóz-6-foszfát-koncentráció irányába eltolható, ha az ATP hidrolíziséhez kapcsolódik:



5.3 Számítsd ki a (3) reakció $\Delta G^{\circ'}$ és K' értékét! Mennyi a $c(\text{glükóz-6-foszfát}) / c(\text{glükóz})$ hányados a vörösvérsejtben kémiai egyensúly esetében, 25°C -on és $\text{pH} = 7$ -nél!

ATP szintézis:

Egy felnőtt napi 8000 kJ energiát ($\Delta G'$) vesz fel a táplálékkal.

5.4 a) Mekkora tömegű ATP képződik naponta, ha ennek a felvett energiának a fele használandó ATP szintézisére? Tételezzük fel, hogy a $\Delta G' = -52 \text{ kJ mol}^{-1}$ az (1) reakcióban és az ATP moláris tömege 503 g mol^{-1} .

b) Átlagosan mekkora tömegű ATP-t tartalmaz az emberi test, ha egy ATP-molekula közepes élettartama (amíg el nem hidrolizál) 1 perc?

c) Mi történik a maradék szabadenergiával, ami nem az ATP-szintézisre fordítódik? Jelöld meg a helyes választ!

- A test entrópiájának csökkentésére fordítódik.
- A vízmolekulák O–H és a szén-dioxid-molekulák C=O kötéseiben eltávozik a szervezetből.
- Az ATP termelésében szereplő enzimek állapotának regenerálására fordítódik.
- Felmelegíti az ember testét.

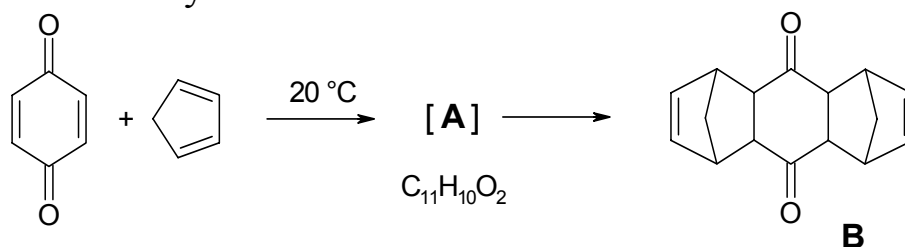
Az állatokban a táplálék oxidációjából származó energia arra fordítódik, hogy a mitokondriumokból hidrogénionokat pumpáljon ki. Az ATP-szintetáz nevű enzim a visszaengedi a protonokat a mitokondrium belsejébe, ami közben ATP szintetizálódik ADP-ből és foszfátból.

- 5.5 a) Hány proton (H^+) van egy $1\ \mu m$ átmérőjű, gömb alakú mitokondriumban, ha a $pH = 7$?
- b) Egy májsejtben 1000 mitokondrium van. Hány protonnak kell belépni egy-egy mitokondriumba az ATP-szintetázon keresztül, hogy sejtenként összesen $0,2\ fg$ tömegű ATP képződjön? Tételezzük fel, hogy egy ATP-molekula szintéziséhez 3 protonnak kell belépnie!

6. feladat: Diels-Alder reakciók

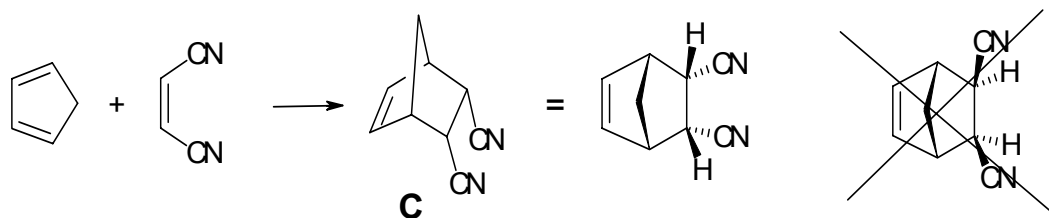
(20 pont)

A Diels-Alder reakciót – egy dién és egy olefin közt végbemenő, ciklohexént eredményező szinkron $[4+2]$ -cikloaddíciót – 1928-ban itt Kielben fedezték fel. Otto Diels professzor és munkatársa, Kurt Alder *p*-benzokinont feleslegben vett ciklopentadiénnel kevert, aminek a következő lett az eredménye:



6.1 Rajzold fel A szerkezetét (sztereokémiai információk nélkül)!

A Diels-Alder reakció egylépéses szinkron reakció, amely nagy sztereospecifitást mutat. Például csak egyetlen sztereoizomer, **C** keletkezik a következő reakcióban:

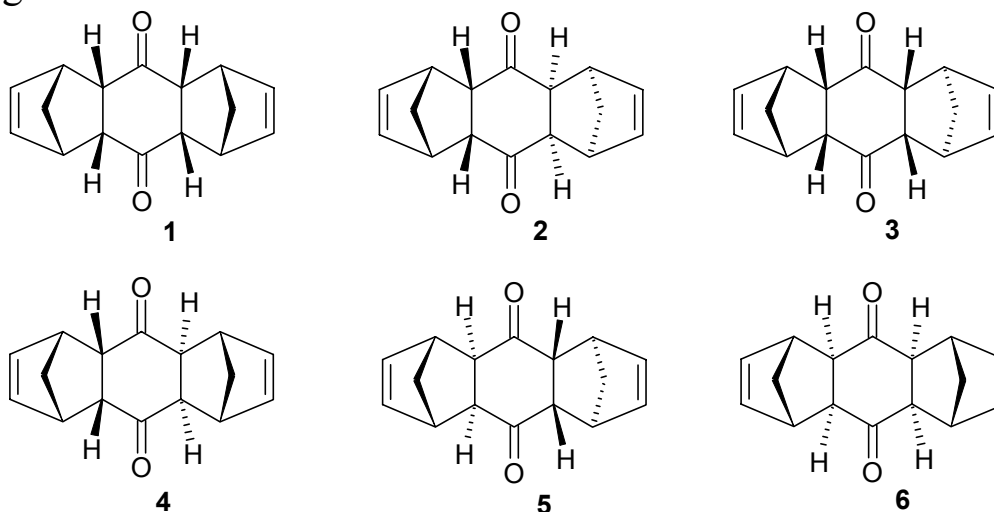


Nem keletkezik.

Ha viszont az alkén *E*-izomerjét használjuk, két másik sztereoizomert (**D1** és **D2**) kapunk.

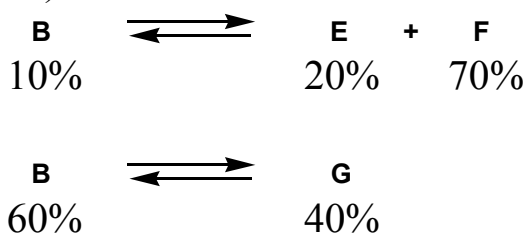
6.2 Add meg D1 és D2 szerkezetét!

Ennek megfelelően az eredeti reakcióban (**B** képződése ciklopentadiénből és benzokínonból) Diels és Alder csak egyet kapott a **B** itt felsorolt hat lehetséges sztereoizomere közül.



6.3 *B* hat sztereoizomerje (1–6) közül melyik volt az az egy, amit izoláltak? Segítség: vedd figyelembe *C* sztereospecifikus szerkezetét, a sztérikusan kevésbé gátolt alternatíva képződik.

Az eredetileg izolált **B** sztereoizomer (olvadáspontja: 157°C) hosszas hevítése (15h, 120°C) után Diels és Alder két új sztereoizomert **E**-t (op: 153°C) és **F**-et (op: 163°C) kapott. Katalitikus mennyiségű erős bázissal történő egyensúlyi reakcióban, 25 °C-on **B**-ből egy tovább izomer, **G** képződik (op: 184°C).



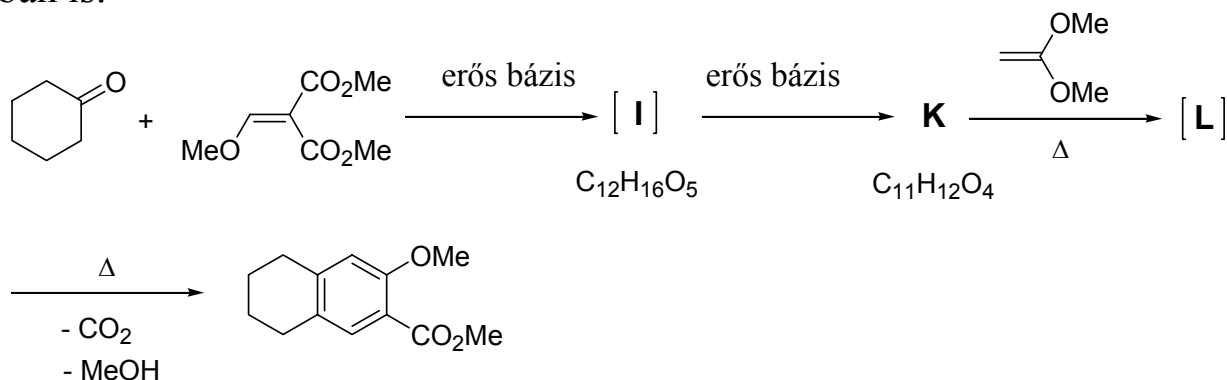
6.4 *Dönts a Diels-Alder reakcióval kapcsolatos állításokról (I: igaz /H: hamis / N: nem lehet eldönteni)*

Segítség: A kérdések megválaszolásához nem szükséges tudnod, hogy a hat sztereoizomer (1–6) közül melyik felel meg **E**-nek, **F**-nek vagy **G**-nek.

- A Diels-Alder reakció reverzibilis (megfordítható)
- Az eredeti reakcióban **B** képződése termodinamikailag kontrollált.

- **B** termodinamikai szempontból stabilabb, mint **E**.
- **E** termodinamikai szempontból kevésbé stabil, mint **F**.
- **G** enantiomerje **B**-nek.
- **G** termodinamikai szempontból stabilabb **F**-nél.

A Diels-Alder reakció fontos szerepet játszik a következő reakciósorozatban is:



6.5 Rajzold fel I, K és L szerkezetét!

Segítség:

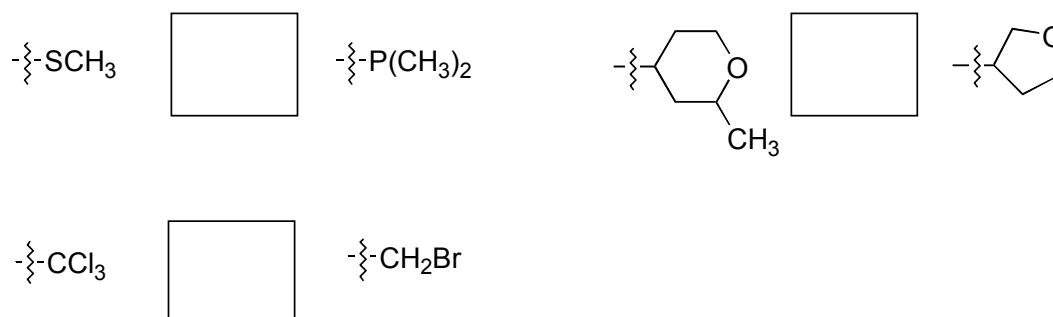
- **K**-ban csak egy metilcsoport van.
- **L** a Diels-Alder adduktja **K**-nak és az ábrán jelölt alkénnek.

7. feladat: Gyógyszerek sztereokémiája

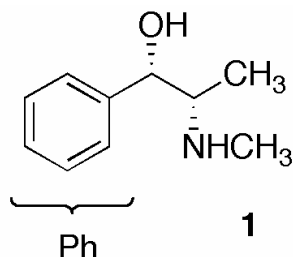
(21 pont)

A Cahn-Ingold-Prelog (CIP) szabályt használják molekulák sztereokémiájának meghatározására.

7.1 Rangsorold a csoportokat a CIP-rendszer szerinti prioritásuk szerint!



Pszeudoefedrint (**1**) sok ismert megfűlés elleni gyógyszer, pl. az orr spray-k is tartalmazzák.

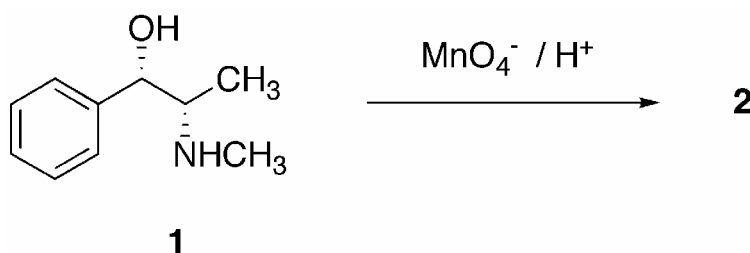


7.2 Jelöld *-gal az (1) molekulán a kiralitáscentrumokat (a válaszlapon)!

Rangsorold a kiralitáscentrumokon a szubsztituenseket prioritásuk szerint és határozd meg mindkét esetben az abszolút konfigurációt (*R* vagy *S*).

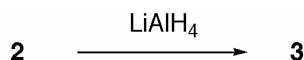
7.3 Rajzold fel az (1) molekula Newman vagy fűrészbak projekcióját!
Rajzold fel az (1) molekula Fischer projekcióját!

Ha az (1)-t óvatosan savas permanganáttal kezeljük, akkor az élénkítő metkatinont (2) kapjuk:



7.4 Rajzold fel a (2) vegyület sztereokémiai szempontból is helyes szerkezetét! Írd fel a redoxireakció rendezett egyenletét is! Jelöld az egyenletedben minden egyes olyan atomnak az oxidációs számát, amelynek a folyamat során változik az oxidációs száma!

Ha a 2-t LiAlH_4 -del kezeljük, akkor kizárólag 3 keletkezik, amely 1-től olvadáspontjában különbözik.



7.5 a) Rajzold fel a (3) vegyület sztereokémiai szempontból is helyes szerkezetét!

7.5 b) Dönts az izomerekkel kapcsolatos állításokról! (igaz /hamis)

- 1 és 3 sztereoizomerek.
- 1 és 3 enantiomerek.

- 1 és 3 diasztereomerek.
- 1 és 3 konformációs izomerek.

7.5 c) Rajzolj fel egy szerkezeti ábrát a reakcióról, amivel megmagyarázod, hogy miért csak a 3 vegyület keletkezik 2-ből!

8. feladat: Kolloidok

(22 pont)

Egy szervetlen és egy szerves alkotórész nanométeres mérettartományban történő összekapcsolása különleges sajátságú anyagokat eredményez. Ezért mutatkozik nagy érdeklődés a hibrid nanorészecskék szintézise iránt.

Az A-oldat CaCl_2 $1,780 \text{ g dm}^{-3}$ koncentrációjú vizes oldata.

A B-oldat Na_2CO_3 $1,700 \text{ g dm}^{-3}$ koncentrációjú vizes oldata.

$\text{p}K_{\text{s}1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,37$ $\text{p}K_{\text{s}2}(\text{HCO}_3^-) = 10,33$

($T = 298,15 \text{ K}$ az egész feladat során!)

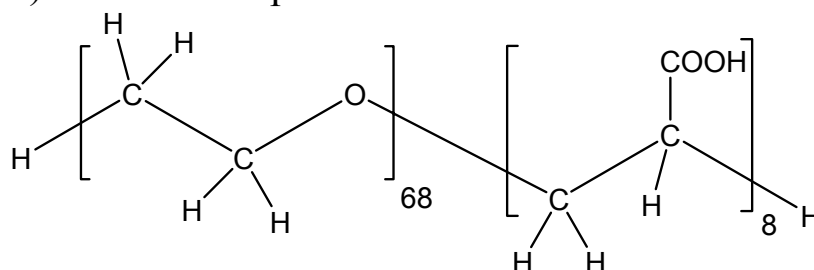
8.1 Számítsd ki a megengedhető elhanyagolásokkal a B-oldat pH-ját!

100 ml A-oldatot és 100 ml B-oldatot elegyítve C-oldatot kapjuk. A C-oldat pH-ját 10-re állítjuk. Csapadék képződik.

$K_{\text{sp}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 6,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$ $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3,31 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

8.2 Számítással mutasd meg a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ről és a CaCO_3 -ról, hogy jelen van-e a csapadékban!

Egy hasonló kísérletben a 100 ml A-oldat még 2 g olyan kopolimert is tartalmaz, amely két vízzoldható egységből, poli(etilén-oxid) blokkokból és poli(akrilsav) blokkokból épül fel:



A polimer nem vesz részt kémiai reakciókban (kivéve a savcsoport protolízisét) és mégis erős hatása van: a két oldat (A+B) összekeverésekor nem képződik csapadék. Kis kalcium-karbonát szemcsék alakulnak ki, amelyeknek felszínéhez a polimer láncai kapcsolódnak. A hozzátapadt polimer megakadályozza a kristályok további növekedését, és a hibrid szemcsék az oldatban maradnak.

8.3. *Karikázd be a polimernek azt a blokkját, amelyik a növekvő kalcium-karbonát kristály felületéhez kapcsolódik!*

A hibrid szemcséket tulajdonságaik megállapítására elválasztották az előállításukra használt oldattól és átvitték őket 50 ml vizes NaOH oldatba ($c(\text{NaOH}) = 0,19 \text{ mol dm}^{-3}$). Az oldatot 200 ml vizet hozzáadva felhígították. Tételezzük fel, hogy az új oldat csak hibrid szemcséket tartalmaz, és nincs benne további kalcium- vagy karbonátió. A sav-bázis egyensúlyban a polimer összes savcsoportja részt vesz.

- Az új oldatban a pH-t 12,30-nak mérték.
- Elektronmikroszkóppal megvizsgálva a szemcséknek csak a szerves részét lehetett megfigyelni (a polimer nem látszott): ezek 100 nm-es, gömb alakú szemcsék voltak.
- A hibrid szemcsék moláris tömege (a szerves és a szervetlen rész együttesen) $M = 8,01 \cdot 10^8 \text{ g mol}^{-1}$ volt.
- A szemcsék töltését is megmérték, értéke $Z = -800$ elemi egység volt.

$$(\text{pK}_s(\text{COOH, kopolimer}) = 4,88)$$

8.4 *A kezdeti (2 g) polimerből mennyi található még meg a hibrid szemcsékben?*

8.5. *Számítsd ki, hogy a kalcium-karbonátnak melyik módosulata képződött!*

módosulat	sűrűség
kalcit	$2,71 \text{ g cm}^{-3}$
vaterit	$2,54 \text{ g cm}^{-3}$
aragonit	$2,95 \text{ g cm}^{-3}$

Gyakorlati feladatok (5 óra)

Az eredményekben az értékes jegyek számának meg kell felelni a mérési hibáknak. Ha ebben hibázol, büntetőpontokat kapsz, még akkor is, ha a mérésed tökéletes.

Felszerelések

2 főzőpohár (100 ml)	rezsó mágneses keverővel
2 főzőpohár (üresen lemérve)	keverőbaba
főzőpohár (400 ml)	Pasteur pipetta (2 ml, osztott)
1 pár "gumiujj" a forró edényekhez	pipetta (25 ml) és pipettalabda
deszt. vizes flaska (500 ml)	dugó (csiszolathoz)
2 fogó a hűtőhöz és a lombikhoz	védőszemüveg
büretta (25 ml) és bürettafogó	1 doboz pH papír
szívótölcsér (90 mm)	2 agyaglap (2.5 cm x 2.5 cm)
visszafolyós hűtő (csiszolatos)	2 dió
Erlenmeyer-lombik (100 ml, csisz.)	spatula
4 Erlenmeyer-lombik (300 ml)	mikrospatula
1 g üveggyapot	2 állvány
6 - 6 szűrőpapír a két feladathoz	szívópalack (500 ml)
szűrőállvány	Teflon közdarab (csiszolathoz)
2 redős szűrőpapír	4 kémcső
2 tölcser	kémcsőállvány
rövid szárú portölcser	mérőlombik (100 ml)
3 üvegbot	mérőlombik (250 ml)
mérőhenger (10 ml)	75 cm üvegcső
mérőhenger (100 ml)	csipesz
3 olvadáspontmérő kapilláris	gumi vakaró

Saját vegyszerek az asztalodon

No	Vegyszer	Képlet	konc.	menyiség
1	polikarbonát (Makrolon)	-	szilárd	2,54 g
2	etanol	C ₂ H ₅ OH	96 %	150 ml
3	sósav	HCl	25 %	60 ml
4	nátrium-klóracetát	ClCH ₂ COONa	szilárd	5 g
5	nátrium-hidroxid	NaOH	szilárd	4 g
6	nátrium-hidroxid-oldat	NaOH	10%	100 ml
7	dinátrium-EDTE oldat	Na ₂ -EDTA	0,1000 mol l ⁻¹	100 ml
8	nátrium-acetát	CH ₃ COONa	szilárd	10 g

9	nátrium-jodid-oldat	NaI	10 %	80 ml
10	nátrium-tioszulfát-oldat	Na ₂ S ₂ O ₃	0,01000 mol l ⁻¹	100 ml
11	keményítőoldat	-	-	20 ml
12	Kénsavoldat	H ₂ SO ₄	2 mol l ⁻¹	50 ml
13	szupravezető oldata	La _x M _(2-x) CuO ₄	-	-
14	szilárd szupravezető	La _x M _(2-x) CuO ₄	szilárd	250 mg
15	xilenolnarancs indikátor	-	szilárd	500 mg
27	biszfénol A kristálymag	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	szilárd	
28	biszfénol A a második részhez	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	szilárd	

Közösen használt vegyszerek (a fülkék alatt)

No	Vegyszer	Képlet	konc.
16	Ecetsavoldat	CH ₃ COOH	2 mol l ⁻¹
17	Ammóniaoldat	NH ₃ (aq)	25 %
18	ammónium-karbonát-oldat	(NH ₄) ₂ CO ₃	2 mol l ⁻¹
19	ammónium-oxalát-oldat	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	0,25 mol l ⁻¹
20	ammónium-szulfát-oldat	(NH ₄) ₂ SO ₄	1 mol l ⁻¹
21	kalcium-szulfát-oldat	CaSO ₄	telített
22	Perklórsavoldat	HClO ₄	10 %
23	kálium-dikromát-oldat	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,05 mol l ⁻¹

A felügyelőtől kaphatsz tiszta anyagokat a reakciókat kipróbálni:

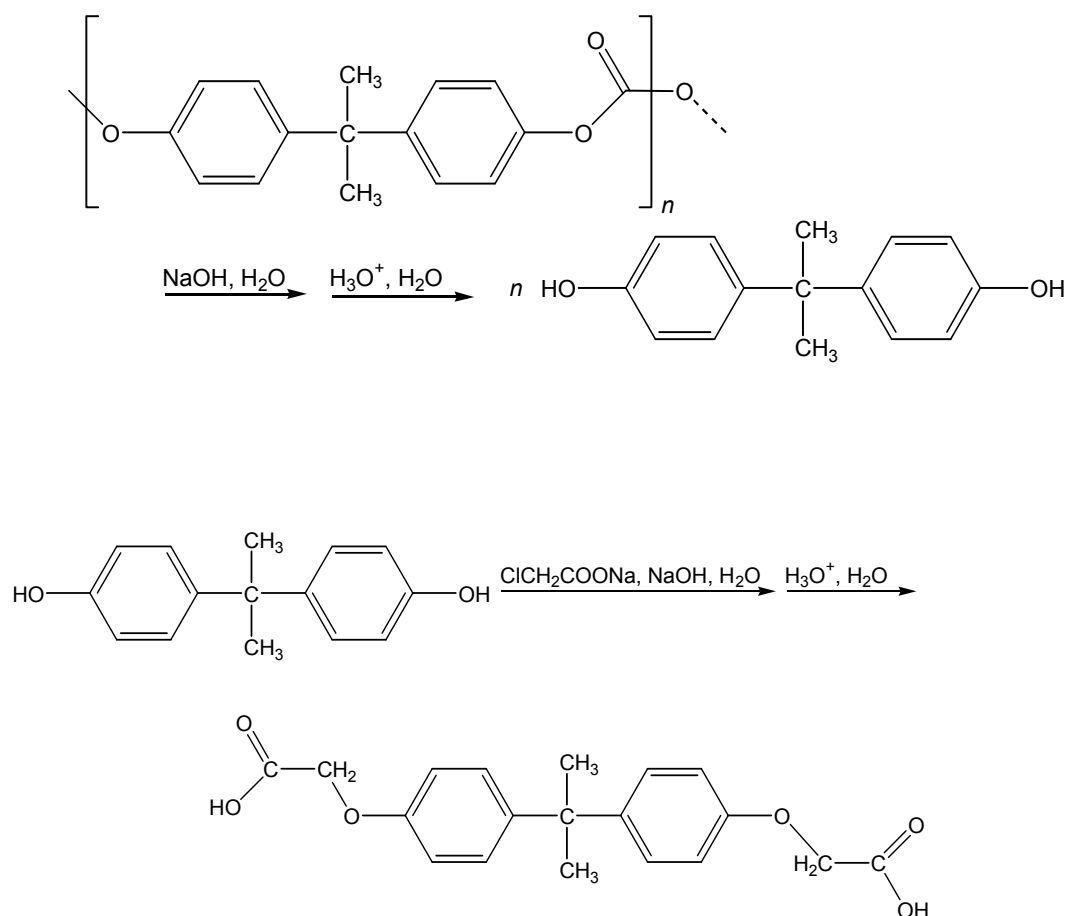
No	Vegyszer	Képlet
24	bárium-klorid dihidrát	BaCl ₂ · 2 H ₂ O
25	kalcium-klorid hexahidrát	CaCl ₂ · 6 H ₂ O
26	stroncium-klorid hexahidrát	SrCl ₂ · 6 H ₂ O

1. Kétlépéses szintézis a 2,2-bisz(*p*-fenilénoxiecetsav)propán [biszfénol A–bisz-(karboximetil)-éter] előállítására (100 pont)

- Bevezetés

Az első lépésben a biszfénol A nátriumsóját egy polikarbonát lúgos hidrolíziséből kapjuk meg. Sav hozzáadásakor ez a só a szabad 2,2-bisz(4-hidroxifenil)propánná (biszfénol A-vá) alakul.

A második lépésben a biszfenol A reagál nátrium-klóracetáttal, és egy fenoléter, a biszfenol A-bisz(karboximetil)éter keletkezik.



- A terméket mindkét lépésben izolálni kell.
- Amikor beadod az első lépés után az A jelű főzőpohárban a terméket, akkor kapsz 2.00 g biszfenol A-t, amivel elkezdheted a második lépést.

•

- Recept

1. lépés: A biszfenol A előállítása egy polikarbonát lúgos hidrolízisével

- Tedd a 100 ml-es csiszolatos Erlenmeyer lombikba az előre kimért 2,54 g polikarbonátot (No. 1), 4,0 g nátrium-hidroxidot (No. 5) és 3 ml deszt. vizet!
- Zárd le a műanyag dugóval a lombikot és óvatosan lötyögtetve keverd, de úgy, hogy az oldat ne menjen a csiszolatra! Időnként nyisd ki

a dugót! A nátrium-hidroxid részleges oldódása miatt erőteljesen fel fog melegedni az edény.

- 4 perces kevergetés után vedd ki a dugót, rakd a lombikba a keverőbabát és tedd a rezsóra! A teflon közdarab segítségével csatlakoztasd a vízzel hűtött visszafolyós hűtőt a lombikhoz! Rögzítsd az állványhoz biztonságosan az egészet!
- Végül kevertetés közben adj hozzá 20 ml etanolt (No. 2) a hűtőn keresztül!
- A rezsó fűtését állítsd maximumra! Ha elkezd a keverék forni, csökkentheted a melegítést, de a forrás maradjon! Forrald a reakcióelegyet 60 percig reflux alatt!

A várakozások közben állj neki az analitikai feladatnak!

- A forralás közben fehér csapadék válik ki.

Izolálás:

- Egy óra eltelte után kapcsold ki és távolítsd el a fűtést! Hagyd az elegyet szobahőmérséklet közelébe hűlni, majd vedd le a hűtőt! Adj hozzá 25 ml deszt. vizet és vidd át a reakcióelegyet a 400 ml-es pohárba! Öblítsd át az Erlenmeyert újabb 25 ml deszt. vízzel, amit szintén a pohárba öntesz!
- Egészítsd ki 150 ml-re az egészet deszt. vízzel!
- Ha a reakcióelegy nem tiszta, üveggyapoton keresztül szűrd át egy Erlenmeyer-lombikba!
- Üvegbottal folyamatosan kevergetve, lassan adj hozzá 15 ml sósavat (No. 3)! Olajos jellegű, esetleg kristályos csapadék válik le.
- Adj hozzá biszfenol A (No. 27) kristálykákat, amivel a kristályosodás meggyorsítható!
- Alaposan keverd át az elegyet az üvegbottal! Akkor lesz a kristályosodás kvantitatív, ha a keverést időről-időre addig ismételed, amíg a felülúszó vizes oldat majdnem teljesen tiszta lesz.
- Vákuumszűrőn gyűjtsd össze a nyers terméket! Mosd át kétszer 10 ml deszt. vízzel és kvantitatíve vidd át az előre lemért tömegű pohárba!

- Ekkor kapsz egy kis edényt, amiben 2,00 g of biszfenol A (No. 28) van, amivel elkezdheted a második lépést.

2. lépés A 2,2-bisz(*p*-fenilénoxiecetsav)propán [biszfenol A–bisz(karboximetil)éter] előállítása biszfenol A és klórecetsav reakciójával

- Öntsöd a 100 ml csiszolatos Erlenmeyer-lombikba a kapott összes biszfenol A-t (No. 28)!
- Adj hozzá 10 ml nátrium-hidroxid-oldatot (No. 6) és 1 ml deszt. vizet! Tedd bele a keverőbabát!
- Tedd a lombikot a rezsóra! A teflon közdarab segítségével csatlakoztasd a vízzel hűtött visszafolyós hűtőt a lombikhoz! Rögzítsd az állványhoz biztonságosan az egészet!
- Melegítsd az elegyet enyhe kevertetés közben addig, amíg tiszta oldatot nem kapsz!
- Távolítsd el a rezsót és a hűtőt! Töltsd az elegybe az 5.0 g nátrium-klóracetátot (No. 4)!
- A hűtőt visszahelyezve erőteljes keverés közben forrald a keveréket 30 percig!
- A melegítés hatására kezdetben tiszta oldat alakul ki. Néhány esetben fehér csapadék válik ki. Ha az egész elegy megszilárdulna, a fűtést **le kell állítani!**
- A forralás befejeztével nagyon óvatosan (a hirtelen beinduló forrásra számítva!) csurgass az elegybe a hűtőn keresztül 50 ml etanolt (No. 2)! Kevertesd és forrald az elegyet 5 percig! Eközben fehér csapadék válik le, vagy a már megkezdődött kristályosodás fejeződik be.

Izolálás:

- Miután 5 percig hagytad hűlni az elegyet, kvantitatív módon vidd át a főzőpohárba egy újabb 50 ml etanol (No. 2) segítségével! Az elegyet jól fel kell keverni!
- Szedd ki a keverőbabát és vákuumszűrőn szűrd át az elegyet! A szűrletből kiváló anyaggal nem kell foglalkozni. A poharat 10 ml etanollal

- (No. 2) öblítsd át! Mossad a csapadékot kétszer 10 ml etanollal (No. 2)! (A szűrletet a szerves gyűjtőbe kell önteni!)
- Kvantitatív módon vidd vissza a csapadékot a főzőpohárba, rakd bele a keverőbabát és oldjad fel 150 ml deszt. vízben! Az elegyet erőteljesen kevertetni kell. A nagyobb darabokat a spatulával kell szétnyomni.
 - Ha az oldat nem tiszta, redős szűrőn kell egy Erlenmeyer-lombikba szűrni.
 - A kevertetett elegyhez lassan 5 ml sósavat(No. 3) adva fehér csapadék keletkezik.
 - Vákuumszűrőn gyűjtsd össze a nyers terméket! Mossad kétszer 10 ml deszt. vízzel és kvantitatív módon vidd át az előre lemért tömegű pohárba!
 - A mikrospatulával tegyél ki egy kis részletet a termékből a fehér nyersanyag lapra, nyomkodd szét, hogy megszáradjon! Tölts meg három olvadáspontmérő kapillárist a homogenizált szárított mintával! A csövecskéket 5 mm magasan, jó tömörre kell tölteni. Ehhez használd a 75 centis üveg ejtőcsövet!
- 1.1. *Kiindulásként 2,54 g polikarbonátot kaptál. Határozd meg az elméletileg kapható biszfenol A mennyiségét g-ban! (2 pont)*
- 1.2. *Határozd meg a 2,00 g biszfenol A-ból elméletileg kapható biszfenol A-bisz(karboximetil)éter mennyiségét g-ban! (2 pont)*
- 1.3. *A második lépés során nem kívánt melléktermékek képződése lehetséges. Írd fel a két legvalószínűbb melléktermék szerkezeti képletét! (6 pont)*
- 1.4. *Az 1. lépés termelése: (30 pont)*
- 1.5. *Az 1. lépés termékének olvadáspontja: (10 pont)*
- 1.6. *A 2. lépés termelése: (30 pont)*
- 1.7. *2. lépés termékének olvadáspontja: (20 pont)*

2. Egy szupravezető kvalitatív és kvantitatív analízise (113 pont)

- Bevezetés

A lantán-kuprát (La_2CuO_4) alapú szupravezetők általános képlete:

$\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ ($\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$).

A feladat két részből áll, amelyeket tetszés szerinti sorrendben végezhetsz:

- az alkáliföldfém(ek) kvalitatív azonosítása
- a lantán és réz kvantitatív meghatározása.

- Eljárás

2.1 Az alkáliföldfém(ek) kvalitatív azonosítása (Ha a fülke foglalt, bekelezhetsz a titrálásba is: 2.2)

Ebben a részben a szilárd szupravezető mintát ($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$; No. 14) kell használnod.

Először a lantánt kell oldhatatlan csapadék formájában elválasztanod.

Mindent a fülke alatt kell csinálni!

Egy kis főzőpohárban oldd fel a teljes mintát 5 ml perklórsavoldatban (No. 22) melegítve! Ha megvan, adj hozzá 5 ml deszt. vizet! Hűtsd langyosra az oldatot!

Adj hozzá kb. 5 ml deszt. vizet és annyi ammóniaoldatot (No. 17), hogy az oldat lúgos legyen! A lantán hidroxid formájában leválik, a réz pedig mélykék tetrammin komplexet képez. Szűrd ki a csapadékot és mossad egy picike deszt. vízzel!

A szűrlethez adj ammónium-karbonát-oldatot (No. 18) feleslegben és forrald néhány percre! Az alkáliföldfém(ek) karbonát formájában kiválnak. Szűrd ki a csapadékot és mossad párszor egy kis deszt. vízzel!

A csapadékot oldjad fel ecetsavban (No. 16)! Adj hozzá nátrium-acetátot (No. 8) és feleslegben kálium-dikromát-oldatot (No. 23)! Bárium jelenlétében leválik a sárga BaCrO_4 . Egy percre forrald a keveréket és szűrd ki a bárium-kromátot! Mossad kis deszt. vízzel!

(Ha nem lenne bárium-kromát csapadék, akkor folytasd úgy, mintha lett volna!)

Adj a tiszta szűrlethez annyi ammóniaoldatot (No. 17), hogy lúgos legyen! Adj hozzá feleslegben ammónium-karbonát-oldatot (No. 18) és forrald a keveréket pár percig! Stroncium és/vagy kalcium jelenlétében fehér karbonát csapadék(ok) válnak le.

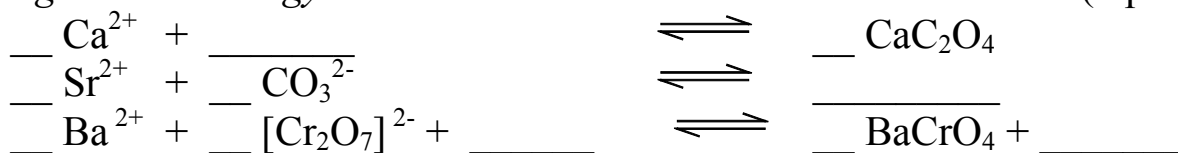
Szűrdd ki a csapadékot és mosd párszor deszt. vízzel!

Aztán oldjad fel kb. 2 ml deszt. víz és néhány csepp sósav (No. 3) keverékében! A kapott oldatot osszad ketté két kémcsőbe!

- Az egyikhez adj telített kalcium-szulfát-oldatot (No. 21)! Stroncium jelenlétében egy kevés stroncium-szulfát válik le. A csapadék leválását siettetheted, ha a kémcső falát üvegbottal vakargatod.
- A másik kémcsőhöz adj ammónium-szulfát-oldatot (No. 20)! Stroncium és/vagy kalcium jelenlétében leválik a fehér szulfátcsapadék. Szűrdd ki és nagyon kevés deszt. vízzel mossad!
A szűrlethez adj 1 ml ammónium-oxalát-oldatot (No. 19). Kalcium jelenlétében néhány perc után leválik a fehér kalcium-oxalát.

Milyen alkáliföldfém(ek) található(ak) a szupravezetőben? (30 pont)

Egészítsd ki az egyenleteket! (2 pont)



Szupravezető törzsoldat készítése

A szupravezető oldatát ($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ perklórsavban oldva; No. 13) az egyik mérőlombikban találod. Töltsd jelre (250,0 ml) deszt. vízzel! Ez lesz a törzsoldat.

2.2 A lantán és réz együttes mérése

A törzsoldat 25.00 ml-es részletét vidd át egy Erlenmeyer lombikba! Adj hozzá 5-6 púpozott spatula nátrium-acetátot (CH_3COONa ; No. 8) és 2 mikrospatula xilenolnarancs indikátort (No. 15), majd az oldat térfogatát deszt. vízzel egészítsd ki kb. 75 ml-re.

A meghatározás közben a pH 6 körül kell, hogy legyen, ha nem annyi, adj hozzá még nátrium-acetátot!

Titráld az oldatot $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ -val (No. 7). Az oldat színe halvány ibolyából élénk világoszöldre vált. (Közben a szín többször változik.)
Ismételd az eljárást, ahányszor szükséges!

A 0,1000 mol l⁻¹ EDTA átlagfogyása: (35 pont)

2.3 A réztartalom meghatározása

A törzsoldat (No. 13) 25,00 ml-es részletét vidd át a 100 ml-es mérőlombikba és töltsd jelre deszt. vízzel!

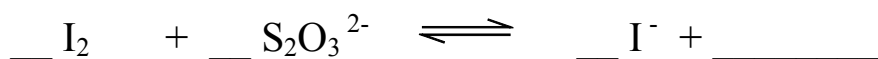
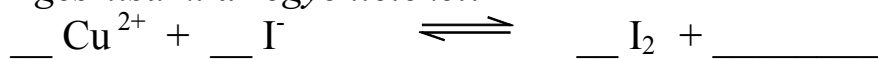
Minden titráláshoz mérj be ebből az oldatból 25,00 ml-t egy Erlenmeyer lombikba és adj hozzá annyi nátrium-hidroxid-oldatot (No. 6), hogy lúgos legyen. Eközben kék csapadék képződik. Adj hozzá kénsavoldatot (No. 12), amíg fel nem oldódik a kék csapadék. Az oldatnak savasnak kell lennie (**pH 1–2**) és kis mennyiségű fehér csapadék lesz benne.

Adj hozzá 10 ml nátrium-jodid-oldatot (No. 9), és rázogasd kb. 1 percig az Erlenmeyer lombikot! Titráld nátrium-tioszulfát oldattal (No. 10)! A titrálás végpontja közelében adj hozzá keményítőoldatot (No. 11)! A titrálás végpontján az oldatnak legalább 60 másodpercig színtelennek kell maradnia.

Ismételd az eljárást, ahányszor szükséges!

A 0,01000 mol l⁻¹ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ átlagfogyása : (35 pont)

Egészítsd ki az egyenleteket! (3 pont)



A törzsoldatban található réz és lantán tömege (mg-ban): (3 pont)

A következő fogyásokat használva: 39,90 ml-t a 0,1000 mol l⁻¹ EDTA oldatból és 35,00 ml-t a 0,01000 mol l⁻¹ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldatból számítsd ki a $\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ ($\text{M} = \text{Ca}$ és/vagy Sr és/vagy Ba) képletben szereplő x értékét és add meg a szupravezető pontos képletét! (5 pont)