

KEEMIA ÜLESANNETE LAHENDAMINE II

Ülesanded ja lahendused

Ülesanne 1

1998. aastal avaldasid California ülikooli teadlased teadusajakirjas Nature järgmised teadusuuringu tulemused.

Aine X saamiseks tekitati kahe grafiitelektroodi vahele heeliumatmosfääris elektrihaar, mille voolutugevus oli 100 A. 10 min jooksul moodustus kaarest 10 cm kaugusel asuval inertsest metallist plaadil 10 µm paksusega ainekiht. Mass-spektromeetri abil leiti massid 432 amü (aine XI) ja 720 amü (aine XII). Samuti leiti veel üks piik, mille intensiivsus oli 10 korda väiksem; sellele piigile vastava aine (XIII) osakeste mass on 840 amü. Kirjutage ühendite XI, XII ja XIII valemid.

Lahendus:

$$\frac{432}{12} = 36 \Rightarrow C_{36}$$

$$\frac{720}{12} = 60 \Rightarrow C_{60}$$

$$\frac{840}{12} = 70 \Rightarrow C_{70}$$

Ühendid on fullereenid

Ülesanne 2

Laual seisavad neli purki erinevate kaaliumi ja naatriumi sooladega. Millises järjekorras need asuvad, kui on teada, et:

1. naatriumisoolaga purgist paremal seisab purk kaaliumisoolaga;
2. kaaliumisoolaga purgist paremal seisab purk naatriumisoolaga;
3. kaaliumisoolaga purgist paremal seisab veel üks purk naatriumisoolaga;
4. paremal, nitraadi kõrval, on purk teise nitraadiga;
5. paremal, sulfaadi kõrval, on purk nitraadiga.

Lahendus:

1. naatriumisoolaga purgist paremal seisab purk kaaliumisoolaga: Na^+ , K^+
2. kaaliumisoolaga purgist paremal seisab purk naatriumisoolaga: Na^+ , K^+ , Na^+
3. kaaliumisoolaga purgist paremal seisab veel üks purk naatriumisoolaga: K^+ , Na^+ , K^+ , Na^+
4. paremal, nitraadi kõrval, on purk teise nitraadiga: NO_3^- , NO_3^-
5. paremal, sulfaadi kõrval, on purk nitraadiga: SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_3^-

Seega tuleb välja, et on võimalikud kaks varianti sooladega purkide paigaldamiseks:

K_2SO_4 , $NaNO_3$, KNO_3 , Na_2SO_4

K_2SO_4 , Na_2SO_4 , KNO_3 , $NaNO_3$

Ülesanne 3

Biokeemias on paljude kasutatavate objektide hulgas bakter **mutant E.coli**, suhkrud *laktoos* ja *allolaktoos* ning ensüüm **β -galaktosidaas**. Mutant *E.coli* sünteesib **β -galaktosidaasi**. **β -galaktosidaasi** sünteesi füsioloogiliseks indutseerijaks on allolaktoos $C_{12}H_{22}O_{11}$, mis tekib laktoosist.

Kasutades nimetusi **E.coli**, **laktoos**, **allolaktoos**, **β -galaktosidaas**, kirjutada need skeemile **A**, **B**, **C**, **D** asemel.

$A \xrightarrow{C} B$ ja $D \rightarrow C$.

Lahendus:

A – *E.coli*

B – β -galaktosidaas

C – allolaktoos

D – laktoos

Ülesanne 4

Laboris on kõrvuti viis tuba. Iga toa seintel on oma värvus. Igas toas töötab üks keemik. Igal keemikul on üks seade, üks reaktiiv ja üks lahusti.

Fischer töötab punases toas. Grignardil on infrapunane spektromeeter. Etüüleeter asub rohelises toas. Kekule toas on benseen. Roheline tuba asub valge toa kõrval, paremal pool. Keemikul, kes töötab fenüülhüdraasiiniga, on magnetsegaja. Raudkloriidi lahus on kollases toas, piiritus – naaberruumis. Friedel töötab vasakult esimeses toas. Fenüülsotsüanaati kasutav keemik resideerib toa kõrval, kus asub viskoosmeeter. Raudkloriidi lahus asub toas, mille naaberruumis asub tsentrifuug. Tollensi reagent on kloroformiga samas ruumis. Lucase reagent on Lucase käes. Friedel töötab sinise toa kõrval. Kellel keemikutest on atsetoon ning mis toas asub gaasikromatograaf?

Lahendus:

Toanumber	1	2	3	4	
Toa värv	kollane	helesinine	punane	valge	kc
Keemik	Friedel	Kekule	Fischer	Grignard	L
Reaktiiv	raudkloriid	fenüülsotsüanaat	fenüülhüdraasiin	Tollensi reaktiiv	Lucas
Lahusti	atsetoon	benseen	piiritus	kloroform	etü
Seade	viskoosmeeter	tsentrifuug	magnetsegaja	infrapunaspktromeeter	gaaskrc

Tabelist on näha, et atsetoon on Friedeli käes, ning gaaskromatograaf asub rohelises toas numbriga 5.

Ülesanne 5

Määrake perioodilisustabelis üksteise järel reas paiknevad elemendid **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, (järjekord ei pea tingimata selline olema), kui on teada, et:

1. elemendi **C** järjekorranumber on elemendi **F** järjekorranumbrist ühe ühiku võrra väiksem. Ka aatommasside vahe on nendel üks ühik;
2. elemendi **D** järjekorranumber on elemendi **G** aatomnumbrist kolme ühiku võrra väiksem, nende aatom-masside vahe on aga 7;
3. elemendi **A** järjekorranumber on elemendi **F** järjekorranumbrist kahe ühiku võrra suurem;
4. element **E** asub perioodilisussüsteemi viiendas rühmas;
5. element **B** asub järgmise rea vabas ruudus.

Lahendus:

1. elemendi **C** järjekorranumber on elemendi **F** järjekorranumbrist ühe ühiku võrra väiksem. Ka aatommasside vahe on nendel üks ühik: **C** – **K**, **F** – **Ca** ($19 - 20 = -1$, $39 - 40 = -1$)
2. elemendi **D** järjekorranumber on elemendi **G** aatomnumbrist kolme ühiku võrra väiksem, nende aatom-masside vahe on aga 7: **D** – **Sc**, **G** – **Cr** ($21 - 24 = -3$, $45 - 52 = -7$)
3. elemendi **A** järjekorranumber on elemendi **F** järjekorranumbrist kahe ühiku võrra suurem: **A** – **Ti** ($20 + 2 = 22$)
4. element **E** asub perioodilisussüsteemi viiendas rühmas: **E** – **V**
5. element **B** asub järgmise rea vabas ruudus: **B** – **Mn**

Ülesanne 6

Meie kolmedimensioonilise maailma keemiliste elementide perioodilisussüsteem põhineb elektrooni neljal kvantarvul $n = 1, 2, 3, \dots$; $l = 0, 1, \dots, n - 1$; $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$; and $m_s = \pm \frac{1}{2}$.

Lähme Flatlandiasse. See on kahedimensiooniline maailm, kus keemiliste elementide perioodilisussüsteem põhineb elektrooni kolmel kvantarvul:

$n = 1, 2, 3, \dots$; $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm (n - 1)$; and $m_s = \pm \frac{1}{2}$. ning mängib l ja m kombineeritud rolli kolmedimensionaalses maailmas (näiteks s, p, d, \dots on seotud m -ga).

Järgmised ülesanded ja põhipritsiibid viitavad sellele kahedimensioonilisele Flatlandiale, kus kehtib ka meie kolmedimensionaalse maailma keemiline ja füüsikaline kogemus.

Kirjuta Flatlandia keemiliste elementide perioodilisustabeli esimesed neli perioodi. Nummerda

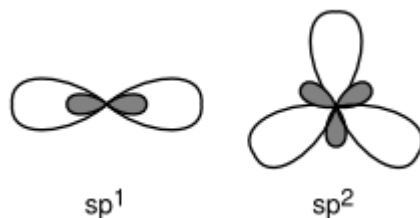
elemendid nende tuuma laengule vastavalt. Kasuta atomaarseid numbreid (Z) elementide sümbolitena. Kirjuta iga elemendi elektoonilist konfiguratsiooni.

Lahendus:

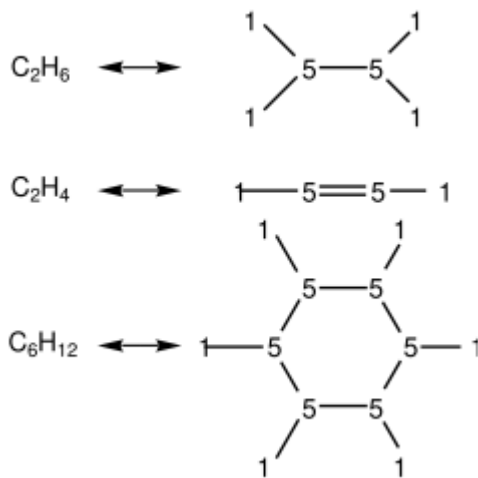
Flatlandia perioodilisustabel:

1 1s ¹							2 1s ²		
3 []s ¹	4 []s ²					5 []s ² 2p ¹	6 []s ² 2p ²	7 []s ² 2p ³	8 []s ² 2p ⁴
9 []3s ¹	10 []3s ²					11 []3s ² 3p ¹	12 []3s ² 3p ²	13 []3s ² 3p ³	14 []3s ² 3p ⁴
15 []4s ¹	16 []4s ²	17 []4s ² 3d ¹	18 []4s ² 3d ²	19 []4s ² 3d ³	20 []4s ² 3d ⁴	21 []4s ² 3d ⁴ 4p ¹	22 []4s ² 3d ⁴ 4p ²	23 []4s ² 3d ⁴ 4p ³	24 []4s ² 3d ⁴ 4p ⁴

Hübriidsed orbitaalid:



Eluelement: 5

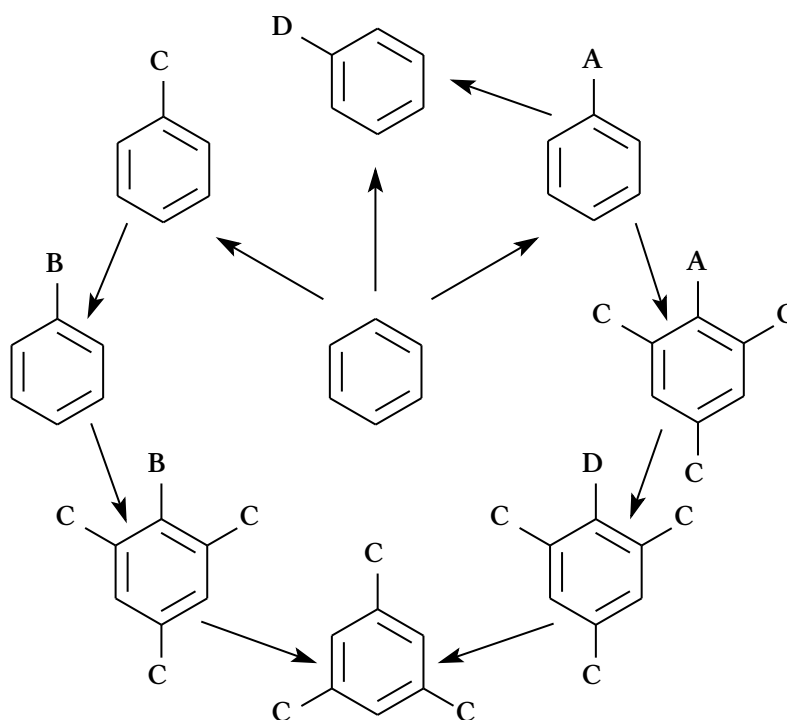


Ülesanne 7

Skeemil on toodud elektrofiilsel asendusreaktsioonil moodustuvad ained. Nende reaktsioonide läbiviimisel on kasutuseks järgmised reagentid (tingimused):

- 1) $\text{NaNO}_2, \text{H}^+$, 2) H_3PO_2
2. t
3. $\text{CH}_3\text{COCl}/\text{FeCl}_3$
4. $\text{KMnO}_4, \text{H}^+$
5. $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
6. 1) $\text{NaOH}, \text{CO}_2/\text{rõhk}$ 2) H^+
7. $\text{CH}_3\text{Br}, \text{AlBr}_3$
8. Zn, HCl
9. Br_2
10. H_2

Mõned tingimused võivad korduda, mõningaid ei kasutata.



Lahendus:

A – metüül

B – amiin

C – nitro

D – karboksüül

Ülesanne 8

Reaktsioonivõrrandites on elemendid A–J, mille aatommassid suurenevad tähestiku järjekorras. Vastavas reaktsioonis muudavad oksüdatsiooniastet need elemendid, millele antud ühendis on oksüdatsiooniaste märgitud. Elemendid F ja J kuuluvad samasse rühma.

- $F_3H + 6A_8C_2E_2^{-I} + 6BCG^{\text{II}} = B_6C_6E_6G_3H^{-II} + 6A_8C_2E^{-II} + 3FG$
- $2B_6C_6E_6G_3H + F_2I + 2FG = F_4I + 2B_6C_6E_6G_4H^{\text{II}}$
- $10B_6C_6E_6G_3H + 72D_3GJ^{\text{V}} + 24A_2D + 6A_2D_4E^{\text{VI}} = 51D_4EG_2^{\text{VI}} + 60ABC^{\text{II}} + 36J_2 + 5D_{12}E_3H_2$
- $B_6C_6E_6G_3H + ACD_3^{\text{V}} + A_2D + A_2D_4E \rightarrow D_4EG_2^{\text{VI}} + D_{12}E_3H_2^{\text{VI}} + A_8C_2D_4E^{\text{VI}} + BD_2^{\text{IV}} + CD^{\text{II}}$

Kirjutage elementide A–J sümbolid.

Lahendus:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
H	C	N	O	S	Cl	K	Fe	Sn	I

Ülesanne 9

Otsitavad elemendid A, B, C, D, E on lähimad elemendi F naabrid. Kui uurida perioodilisustabelit, siis selgub, et elemendi B aatommass on suurem kui elementide A ja C aatommassid. Elemendi D aatomnumber on 31 võrra suurem kui elemendi F aatomnumber ja 49 võrra suurem kui elemendi B aatomnumber. Elementide D ja E aatommasside erinevus on 2,0 amü. Elemendid B ja E asuvad ühes rühmas. Elemendid A ja C sisalduvad C–A akudes, kus lihtaine C reageerib elemendi A hüdroksiidiga ja tekib kaks hüdroksiidi.

Kirjutage elementide A–F sümbolid ja lühidalt põhjendage elementide otsingu loogikat.

Lahendus:

A – Ni, B – Co, C – Fe, D – Os, E – Ir, F – Rh

Aatomnumbri erinevus 31 võrra viitab sellele, et elemendid D ja F on 5.–7. perioodis. Arvestades aatomnumbrite erinevust 49 jõuame järeldusele, et B on 4., F – 5. ja D – 6. perioodis.

B
F

D

Elementide D ja E aatommasside väike erinevus ning see, et B ja E asuvad samas rühmas määrab ära elemendi E asendi.

B
F

D E

Aatommasside erinevus 2,0 amü viitab, et **D** – Os ja **E** – Ir. Seega **F** – Rh ja **B** – Co. **A** ja **C** võivad olla kas raud või nikkel.

A/C	Co	C/A
	Rh	
Os	Ir	

Koobalt(II)hüdrosiid on tugevam oksüdeerija kui raud(III)hüdrosiid. Raud-nikkel elemendi töötamisel raud oksüdeerub ja Ni(OH)_3 redutseerub. Seega **A** – Ni ja **C** – Fe.

Ülesanne 10

Jörgen ja Andres mängivad mängu, nimetades kordamööda looduslikke mitteradioaktiivseid elemente iseloomulikes oksüdatsiooniastmetes (o.a-des) +I-st +VIII-ni, siis jälle +I-st +VIII-ni jne. Näiteks: 1. käik: Andres – Li (o.a = +I, Li_2O), Jörgen – Be (o.a = +II, Be O); 2. käik: Andres – B (o.a = +III, B_2O_3), Jörgen – C (o.a = +IV, CO_2); 3. käik: ... jne. Igat elementi võib nimetada üks kord ja mängu võidab see, kellel pole nimetada ühtegi elementi, millel on ühendeid vastavas o.a-s. Jörgen alustas mängu esimesena.

Mitme minimaalse arvu käiguga võib võita Jörgen? Mitme minimaalse käikude arvuga võib mängu võita Andres?

Lahendus:

Jörgen võib võita kolme käiguga:

1J	1A	2J	2A	3J	3A	4J
Cl^{I}	Mn^{II}	Br^{III}	Re^{IV}	I^{V}	Os^{VI}	võit

Jörgen võitis, sest nimetatud on kõik elemendid, mis võivad esineda o.a-s +VII.

Andres võib võita kolme käiguga:

1J	1A	2J	2A	3J	3A	4J	4A
Li^{I}	Xe^{II}	Br^{III}	Os^{IV}	I^{V}	Ru^{VI}	Mn^{VII}	võit

Andres võitis, sest nimetatud on kõik elemendid, mis võivad esineda o.a-s +VIII.

Elemendid oksüdatsiooniastmega VIII: Xe, Ru, Os – 24 käiku. Elemendid oksüdatsiooniastmega VII: Cl, Br, I, Mn, Re veel 7 käiku. Summaarselt 31 käiku.