

Keemia lahtine võistlus Noorem rühm (9. ja 10. klass)

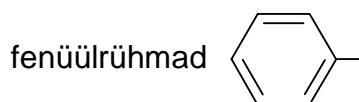
Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Kohtla-Järve 10. november 2001. a.

1. Aianduskauplusest saadud turvas sisaldas 28% niiskust, 1,2% väävlit ja 18% mittepõlevaid aineid (tuhka).

Arvutada:

- a) tuha protsendiline sisaldus kuivas (veevabas) turbas. (2)
- b) väävli protsendiline sisaldus veevabas turbas. (1)
- c) turbas sisalduvas põlevas aines oleva väävli protsendiline sisaldus (2) **5 p**

2. Etanooli, mida on 11,5 g, igast molekulist eraldati 170 °C juures väävelhappe toimel üks molekul vett ja saadi eteen. Eteeni ühinemisel benseeniga (C₆H₆) saadi fenüületaani C₆H₅-CH₂-CH₃. Kui fenüületaani kõrvalahelast võtta ära üks molekul vesinikku, siis saadakse stüreen. Viimane polümeriseerub nagu eteen pikaks ahelaks, mille kõrvalahelateks on



- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: **i)** etanoolist moodustub eteen; **ii)** fenüületaanist moodustub stüreen; **iii)** kolm stüreeni molekuli moodustavad polüstüreeni kolm lüli (4)
- b) Mitu mooli stüreeni tekiks, kui kõik etapid toimuksid 100% saagisega? (2)
- c) Mitu stüreeni molekuli läheb vaja ringikujulise polüstüreeni molekuli (PS) moodustamiseks, mille molekulmass on 52000? (2)
- d) Mitu mooli polüstüreeni (PS) moodustus? Vastustes anda õige arv tüvenumbreid. (1) **9 p**

3. Kolmanda perioodi element **X** avastati 1669. a saksa keemiku Henning Brandti poolt. Element **X** kuulub ühendina hammaste ja skeleti koostisesse, kuid üks selle allotroopne teisend on väga tugev mürk. Mitmed selle elemendi ühendid on tugevad närvimürgid.

Kaasajal saadakse elementi **X** selle soola **A** (ortoühend) väga tugeval kuumutamisel liiva ja koksiga. Reaktsioonil moodustub sool **B** (metaühend), gaasiline tugev redutseerija **C** ning elemendi **X** isesüttiv allotroopne teisend **Y**. Elemendi **X** reageerimisel kontsentreeritud KOH lahusega moodustuvad gaasid **D** ja **E** ning sool **KH₂XO₂**. Gaas **D** on kaheaatomiline lihtaine, gaasi **E** struktuur on analoogiline ammoniaagi struktuurile. Elemendi **X** reageerimisel klooriga ülehulgas saadakse binaarne ühend **L**, mis veega reageerides annab üheprootonilise tugeva happe **G** ja ortoühendile **A** vastava happe **I**. Hape **I** moodustub ka elemendi **X** reageerimisel lämmastikhappe kontsentreeritud vesilahusega, kus teiseks saaduseks on kaheaatomiline gaas **J**.

- a) Kirjutada **i)** elemendi **X** sümbol ja nimetus; **ii)** ainete **A, B, C, D, L, G, I, J** valemid ja nimetused; **iii)** gaasi **E** valem ning **iv)** lihtaine **Y** nimetus. (8)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid **i)** $A + \text{koks} + \text{liiv} \rightarrow$; **ii)** $8X + 7KOH + \dots H_2O \rightarrow$; **iii)** $X + Cl_2 \rightarrow$; **iv)** $L + H_2O$; **v)** $X + HNO_3 + H_2O \rightarrow$ (8) **16 p**

4. Aluselise vaskkarbonaadi **A** [$x\text{CuCO}_3 \cdot y\text{Cu}(\text{OH})_2$] teatud koguse kuumutamisel saadi 7,95 grammi vask(II)oksiidi. Kuumutamisel eraldunud gaasi juhtimisel lubjavette moodustus 5,00 g sadet **B**.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: **i)** aine **A** lagunemine; **ii)** sademe **B** moodustumine. (3)
- b) Põhjendada arvutustega kordajate **x** ja **y** suhe aines **A**. (3)
- c) Leida aine **A** mass. (2)
- d) Kujutada graafiliselt aine **A** molekuli valem (näidata, millised aatomid on omavahel seotud). (2) **10 p**

5. Segust **S**, mis sisaldas 90,0% kaaliumdikromaati ja 10,0% kaaliumnitraati, valmistati 70 °C juures täpselt 100 g vees küllastunud lahus kaaliumdikromaadi suhtes. Lahus jahutati 20 °C-ni, kus osa kaaliumdikromaadist kristallus välja ja moodustus küllastunud lahus **L**. Lahus **L** aurutati kuivaks ja saadi segu **P**.

Kaaliumdikromaadi lahustuvus 20 °C ja 70 °C juures on vastavalt 12,6 g ja 56,7 g ning kaaliumnitraadil 31,7 g ja 138 g.

Lahustuvus – aine maksimaalne mass grammides, mis antud temperatuuril lahustub täpselt 100 g vees. Lahusest hakkab aine väljakristalliseeruma alles seejärel, kui selle mass lahuses ületab lahustuvuse antud tingimustel. Arvutuste lihtsustamiseks eeldame, et meie juhul esimene aine ei mõjuta teise aine lahustuvust.

- a) **i)** Kirjutada segus **S** sisalduvate ainete valemid. **ii)** Milline on lahuse värvus? (2,5)
- b) Arvutada väljakristallunud soola mass. (1)
- c) Arvutada **i)** segu **S** mass. **ii)** segus **S** sisaldunud kaaliumnitraadi mass. (3)
- d) Arvutada, milline on segus **P** kaaliumnitraadi protsendiline sisaldus. (1,5)
- e) Millise kaaliumnitraadi protsendilise sisalduse korral esialgses segus hakkaks 20 °C juures välja kristalluma ka kaaliumnitraat? (2) **10 p**

6. Element **Y** reageerib kõrgemal temperatuuril vesinikuga, andes gaasi **A**, milles elemendi **Y** oksüdatsiooniaste on -II. Gaasi **A** vesilahus on happeline. Gaas **A** põleb õhus, andes gaasi **B**, milles elemendi **Y** oksüdatsiooniaste on IV. Gaas **B** moodustab veega happelise lahuse **L**. Kui gaasi **A** leeki asetada külm ese, kattub see hetkeks kollase ainega, kus elemendi **Y** oksüdatsiooniaste on 0 (null). Katalüsaatori juuresolekul oksüdeerub gaas **B** hapniku toimel gaasiks **C**, mis jahutamisel alla 45 °C veeldub ja alla 17 °C tahkub. Gaasis **C** on elemendi **Y** oksüdatsiooniaste VI. Gaasi **C** lahustumine vees on väga intensiivne eksotermiline protsess, mille tulemusena tekib happeline lahus **D**. Lahusele **D** $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lisamisel sadeneb väga rasklahustuv aine **E**. Aine **E** suspensiooni kasutatakse mao röntgenuuringutel. Aines **E** on 58,8% Ba, 27,4% hapnikku ja 13,8% elementi **Y**.

Ühendid **A**, **B** ja **C** on ebameeldiva lõhnaga mürgised ained. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ja ühend **D** reageerivad moolivahekorras 1 : 1.

a) Identifitseerida ained **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **L**. Anda nende nimetused. (4)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{Y} + \text{H}_2 \rightarrow$; **ii)** $\text{A} \rightarrow \text{B}$; **iii)** $\text{B} \rightarrow \text{L}$; **iv)** $\text{B} \rightarrow \text{C}$; **v)** $\text{C} \rightarrow \text{D}$; **vi)** $\text{D} \rightarrow \text{E}$. (3)

c) Kontrollida arvutustega ühendis **E** elementide protsendilise sisalduse vastavust ülesande tingimustele. (3) **10 p**

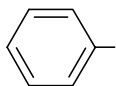
Открытые соревнования по химии
Младшая группа (9 и 10 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 10 ноября 2001 г.

1. Продающийся в магазине торф содержит 28% влаги, 1,2% серы и 18% негорючих веществ (золы). Рассчитать:

- a)** процентное содержание золы в сухом торфе; (2)
b) процентное содержание серы в сухом торфе; (1)
c) процентное содержание серы в горючем веществе торфа. (2) **5 6**

2. Дано 11,5 г этанола. При 170 °С под действием серной кислоты от каждой молекулы отщепляется одна молекула воды и получается этилен (этен). При соединения этилена с бензолом (C₆H₆) получили фенилэтан C₆H₅-CH₂-CH₃. При отщеплении от боковой цепи фенилэтана одной молекулы водорода получают стирол. Последний, как и этилен, полимеризуется в длинную цепь, боковыми цепями в которой являются фенильные группы:



- a)** Написать уравнения реакций: **i)** из этанола образуется этилен; **ii)** из фенилэтана образуется стирол; **iii)** три молекулы стирола образуют три звена полистирола. (4)
b) Сколько молей стирола образуется, если все этапы протекают со 100% выходом? (2)
c) Сколько молекул стирола потребуется для образования замкнутой молекулы полистирола (ПС), молекулярная масса которой равна 52000? (2)
d) Сколько молей полистирола (ПС) образовалось? В ответе дать нужное количество значащих цифр. (1) **9 6**

3. Элемент **X**, стоящий в третьем периоде, открыл в 1669 г. немецкий химик Хеннинг Брандт. Соединение элемента **X** входит в состав зубов и скелета. Одна из аллотропных модификаций элемента **X** является очень сильным ядом. Многие соединения данного элемента - сильные яды, поражающие нервную систему. В настоящее время элемент **X** получают очень сильным нагреванием его соли **A** (ортосоединение) с песком и коксом. В реакции образуется соль **B** (метасоединение), газообразный сильный восстановитель **C** и вещество **Y** - самовоспламеняющаяся аллотропная модификация элемента **X**. При реакции элемента **X** с концентрированным раствором KOH образуются газы **D** и **E** и соль **KH₂XO₂**. Газ **D** - двухатомное простое вещество, структура газа **E** аналогична структуре аммиака. При реакции элемента **X** с избытком хлора получают бинарное соединение **L**, дающее при реакции с водой сильную одноосновную кислоту **G** и соответствующую ортосоединению **A** кислоту **I**. Кислота **I** образуется также и при реакции элемента **X** с концентрированным водным раствором азотной кислоты, при этом вторым продуктом реакции образуется двухатомный газ **J**.

- a) Написать **i)** символ и название элемента **X**; **ii)** формулы и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **L**, **G**, **I**, **J**; **iii)** формулу газа **E** и **iv)** название простого вещества **Y**. (8)
- b) Написать уравнения реакций **i)** $A + \text{кокс} + \text{песок} \rightarrow$; **ii)** $8X + 7\text{KOH} + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **iii)** $X + \text{Cl}_2 \rightarrow$; **iv)** $L + \text{H}_2\text{O}$; **v)** $X + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ (8) **16 б**
4. При прокаливании определенного количества основного карбоната меди **A** $[\text{xCuCO}_3 \cdot \text{yCu}(\text{OH})_2]$ получили 7,95 граммов оксида меди(II); выделившийся при этом газ пропустили через известковую воду, образовалось 5,00 г осадка **B**.
- a) Написать уравнения реакций: **i)** разложения вещества **A**; **ii)** образования осадка **B**. (3)
- b) Обосновать расчетами соотношение коэффициентов **x** и **y** в веществе **A**. (3)
- c) Найти массу вещества **A**. (2)
- d) Написать графически формулу молекулы вещества **A** (показав, какие атомы связаны между собой). (2) **10 б**
5. Смесь **S**, содержащую 90,0% дихромата калия и 10,0% нитрата калия растворили в точно 100 г воды. При 70 °С получили насыщенный относительно дихромата калия раствор. Раствор охладили до 20 °С, при этом часть дихромата калия выкристаллизовалась и образовался насыщенный раствор **L**. Раствор **L** упарили досуха и получили смесь **P**. Растворимость дихромата калия при 20 °С и 70 °С соответственно равна 12,6 г и 56,7 г, а у нитрата калия 31,7 г и 138 г.
- Растворимость – максимальная масса вещества (в граммах), которая при данной температуре растворяется в точно 100 г воды. Из раствора вещество начинает кристаллизоваться только после того, как его масса в растворе превысит растворимость в данных условиях. Для упрощения предположить, что в данном случае первое вещество не влияет на растворимость второго.*
- a) **i)** Дать формулы содержащихся в смеси **S** веществ. **ii)** Какого цвета раствор? (2,5)
- b) Рассчитать массу выкристаллизовавшейся соли. (1)
- c) Рассчитать: **i)** массу смеси **S**; **ii)** массу нитрата калия в смеси **S**. (3)
- d) Рассчитать процентное содержание нитрата калия в смеси **P**. (1,5)
- e) При каком процентном содержании нитрата калия в исходной смеси при 20 °С стал бы осаждаться и нитрат калия? (2) **10 б**
6. Элемент **Y** реагирует при высокой температуре с водородом, образуя газ **A**, в котором степень окисления элемента **Y** равна -II. Водный раствор газа **A** имеет кислую реакцию. Газ **A** горит на воздухе с образованием газа **B**, в котором степень окисления элемента **Y** равна IV. Газ **B** образует с водой кислотный раствор **L**. Если в пламя при горении газа **A** внести холодный предмет, то он на мгновение покрывается желтым веществом, в котором степень окисления элемента **Y** равна нулю. В присутствии катализатора газ **B** окисляется под действием кислорода в газ **C**, который при охлаждении ниже 45 °С сжижается и ниже 17 °С отвердевает. В газе **C** степень окисления элемента **Y** равна VI. Растворение газа **C** в воде - очень интенсивный экзотермический процесс, в результате образуется кислотный раствор **D**. При прибавлении $\text{Ba}(\text{OH})_2$ к раствору **D** осаж-

дается очень труднорастворимое вещество **E**, суспензия которого используется при рентгене желудка. В веществе **E** содержится 58,8% Ba, 27,4% кислорода и 13,8% элемента **Y**. Соединения **A**, **B** и **C** - ядовитые вещества с неприятным запахом. Ba(OH)₂ и соединение **D** реагируют в мольном соотношении 1 : 1.

a) Определить вещества **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** и **L**. Дать их названия. (4)

b) Написать уравнения реакций: **i) Y + H₂ →**; **ii) A → B**; **iii) B → L**; **iv) B → C**;
v) C → D; **vi) D → E**. (3)

c) Проверить расчетами соответствие процентного содержания элементов в соединении **E** условиям задачи. (3) **10 б**