

Keemia lahtine võistlus

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Kohtla-Järve 13. november 2004. a

1. Kolmikvendadele Kaurile, Sanderile ja Jasperile anti ülesanne sünteesida vasepulbrit $3,0 \text{ kg Cu(NO}_3)_2$. Kaur valis reagentideks kontsentreeritud lämmastikhappe lahuse, Sander ja Jasper aga lahjendatud lämmastikhappe lahuse, kusjuures Sander kuumutas vase pulbrit eelnevalt õhus oksüdeerides Cu vask(II)oksiidiks.

- a) i) Kirjutage reaktsioonivõrrandid ja ii) arvutage iga sünteesi jaoks kulutatud lämmastikhappe hulk. (6)
b) Arvutage moodustunud mürgise gaasi hulk (iga venna sünteesi jaoks). (3)
c) Põhjendage, millise venna sünteesimeetod on kõige odavam ja kõige keskkonnasõbralikum. (1) 10p

2. 1897. aastal uuris Thomson negatiivselt laetud osakest, mille ta nimetas elektroniks.

Võttes aluseks Faraday konstandi $F = 9,648456 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$ (C – kulon), Avogadro arvu $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23}$ osakest/mol ja Thomsoni poolt leitud suhte elektroni laeng/elektroni mass = $1,7588047 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$, leidke

- a) elektroni laeng kulonites, (2)
b) elektroni mass grammides, (2)
c) elektroni molaarmass, (1,5)
d) vesinikuaatomi mass kilogrammides, kui vesiniku tuumaks oleva prootoni mass on $1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, (1,5)
e) i) vesinikuaatomi massi suhe ja ii) Maa massi ($5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$) suhe elektroni massi. (2) 9 p

3. Metall **Me** oksüdatsiooniasendites võib olla II või III. Metall **Me** sulfiid **A** on kaheaatomiline. $1,76 \text{ g}$ aine **A** põletamisel hapniku liias moodustub SO_2 ja tahke aine **B**. Aine **B** lahustamisel rangelt ekvivalentides koguses $37,6\%$ väävelhappe lahuses moodustub $42,5\%$ soola **C** lahus. Lahuse jahutamisel sadenes $2,75 \text{ g}$ kristallhüdraati **D** ja soola **C** sisaldus lahuses langes $30,6\%$ protsendini.

- a) Tähistades metalli sümboliga **Me** kirjutage i) ainete **A–C** valemid ja ainete ii) **B** ja iii) **C** saamise reaktsioonivõrrandid. (3,5)
b) Leidke metalli aatommass ja kirjutage selle keemiline sümbol. (4)
Vihje: Avaldage metalli hulk metalli aatommassi (tundmatu) järgi ja avaldage oksidi, soola ja esialgse lahuse massid.
c) Leidke kristallhüdraadi **D** koostis ja kirjutage selle valem. (4,5) 12p

4. Pikelöögi korral vabaneb $1,0 \cdot 10^9 \text{ J}$ energiat, mida kasutatakse õhu komponentidest **A** ja **B** gaasi **C** sünteesiks. Gaasi **C** tekkeentalpia on $90,37 \text{ kJ/mol}$. Gaas **C** reageerib gaasiga **B**, moodustades pruuni gaasi **D**. Gaasi **D** lahustumisel vees gaasi **B** juuresolekul moodustub tugev oksüdeeriv hapnikhape **E**. Hape **E** reageerib ammoniaagiga, moodustades ühendi **F**. Ühendi **F** kuumutamisel eraldub vesi ja narkoosiks kasutatav gaas **G**.

- a) Kirjutage ainete **A – G** valemid ja nimetused. (3,5)

- b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) $A + B \rightarrow C$, ii) $C + B \rightarrow D$, iii) $D + H_2O + B \rightarrow E$, iv) $E \rightarrow F$, v) $F \rightarrow G + H_2O$.** (2,5)
- c) Arvutage, mitu mooli hapet **E** oleks ühe pikselöögiga võimalik saada, kui pikseenergiast kasutatakse 5,0% ja kõik etapid kulgeksid 100% saagisega. (3) **9 p**

5. Peaaegu kõik keemilised elemendid annavad hapnikuga oksiide. Sõltuvalt elemendist, võivad oksiidide brutovalemid olla väga erinevad: XO , XO_2 , XO_3 , XO_4 , X_2O , X_2O_2 , X_2O_3 , X_2O_5 , X_2O_7 .

Sama keemiline element võib moodustada erineva oksüdatsiooniastmega oksiide.

- a) Kirjutage erineva oksüdatsiooniastmega **i) 8 metallioksiidi ja ii) 7** mittemetallioksiidi ja andke nende nimetused. (7,5)
- b) Milline valemitest vastab **i) peroksiidile ja ii) hüperoksiidile (superoksiidile)?**
iii) Millisele perioodilisusetabeli rühma elementidele on sellised oksiidid iseloomulikud? iv) Määrake hapniku oksüdatsiooniaste peroksiidis ja hüperoksiidis. (3,5) **11 p**

6. Etanoolilahuse koostis antakse tihti mahuprotsentides. 40,00%vol etanoolilahuse tihedus on $0,94805 \text{ g/cm}^3$, puhta vee tihedus samadel tingimustel on $0,99820 \text{ g/cm}^3$ ja etanooli tihedus $0,78924 \text{ g/cm}^3$.

40%vol etanoolilahuse valmistamiseks võetakse väljaarvutatud ruumala (vastab 40 ruumalaühikule puhtale etanoolile) 96,5% etanooli lahust ja lahjendatakse veega 100 ruumalaühikuni.

- a) Arvutage, mitmes milliliitris 96,5%vol etanooli lahuses on täpselt 40 ml etanooli. (1)
- b) Arvutage, mitu milliliitrit vett tuleb võtta täpselt 100 ml 40,00%vol etanoolilahuse valmistamiseks eeldusel, et Te lahjendate etanooli, mis ei sisalda vett. (6)
- c) Milline suurus peaks lisaks teada olema, et leida täpne vee ruumala, mida peab lisama 96,5%vol etanooli lahusele täpselt 100 ml 40,00%vol etanooli lahuse valmistamiseks? (2) **9 p**

Открытые соревнования по химии

Младшая группа (9 и 10 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 13 ноября 2004 г.

1. Братья-близнецы Каур, Сандер и Яспер получили задание синтезировать 3,0 килограмма $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, исходя из медного порошка. Каур выбрал в качестве реактива раствор концентрированной азотной кислоты, Сандер и Яспер - разбавленный раствор азотной кислоты, причем Сандер предварительно окислил медный порошок до оксида меди(II), нагревая его на воздухе.

- a) i) Написать уравнения реакций и ii) рассчитать количество азотной кислоты, необходимой для каждой реакции. (6)
b) Рассчитать количество выделившегося ядовитого газа в синтезе каждого брата. (3)
c) Обосновать, у кого из братьев метод синтеза был самым дешевым и самым экологически безопасным. (1) **106**

2. В 1897 году Томсон исследовал отрицательно заряженную частицу, которой дал название электрон.

Используя константу Фарадея $F = 9,648456 \cdot 10^4$ Кл/моль (Кл – кулон), число Авогадро $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23}$ частиц/моль и найденное Томсоном отношение заряда электрона к массе электрона = $1,7588047 \cdot 10^{11}$ Кл/кг,

найти:

- a) заряд электрона в кулонах, (2)
b) массу электрона в граммах, (2)
c) молярную массу электрона, (1,5)
d) массу атома водорода в килограммах, если масса протона, являющегося ядром атома водорода, равна $1,6726485 \cdot 10^{-27}$ кг, (1,5)
e) i) отношение массы атома водорода к массе электрона; ii) отношение массы Земли ($5,976 \cdot 10^{24}$ кг) к массе электрона. (2) **96**

3. Степень окисления металла **Me** в соединениях может быть II или III. Сульфид металла **Me** (**A**) является двухатомным. При горении 1,76 г вещества **A** в избытке кислорода образуется SO_2 и твердое вещество **B**. При растворении вещества **B** в эквивалентном количестве 37,6% раствора серной кислоты образуется 42,5% раствор соли **C**. При охлаждении раствора осаждается 2,75 г кристаллогидрата **D** и содержание в растворе соли **C** падает до 30,6 процентов.

- a) Обозначив металл символом **Me**, написать i) формулы веществ **A–C**; уравнения реакций получения веществ ii) **B** и iii) **C**. (3,5)
b) Найти атомную массу металла и написать его химический символ.
Подсказка: выразите количество металла через атомную массу металла (неизвестное) и выразите массы оксида, соли и исходного раствора. (4)
c) Найти состав кристаллогидрата **D** и написать его формулу. (4,5) **126**

4. Во время удара молнии высвобождается $1,0 \cdot 10^9$ Дж энергии, которая используется для синтеза газа **C** из компонентов воздуха **A** и **B**. Энтальпия

образования газа **C** равна 90,37 кДж/моль. При реакции газа **C** с газом **B** образуется бурый газ **D**. При растворении газа **D** в воде в присутствии газа **B** образуется кислородсодержащая кислота **E**, являющаяся сильным окислителем. Кислота **E** реагирует с аммиаком, образуя соединение **F**. При нагревании соединения **F** выделяется вода и используемый для наркоза газ **G**.

- a) Написать формулы и названия веществ **A – G**. (3,5)
- b) Написать уравнения реакций: i) $A + B \rightarrow C$, ii) $C + B \rightarrow D$, iii) $D + H_2O + B \rightarrow E$, iv) $E \rightarrow F$, v) $F \rightarrow G + H_2O$. (2,5)
- c) Рассчитать, сколько молей кислоты **E** можно получить при одном ударе молнии, если используется 5,0% высвобождающейся энергии и все этапы идут со 100%-ным выходом. (3) **9 6**

5. Почти все химические элементы с кислородом образуют оксиды. В зависимости от элемента эмпирические формулы оксидов могут быть очень разные: XO , XO_2 , XO_3 , XO_4 , X_2O , X_2O_2 , X_2O_3 , X_2O_5 , X_2O_7 .

Один и тот же элемент может образовывать оксиды с разной степенью окисления.

- a) Написать i) 8 оксидов металлов и ii) 7 оксидов неметаллов с разными степенями окисления; дать названия оксидов. (7,5)
- b) Какая из формул соответствует i) пероксиду ii) гиппероксиду? iii) Элементом какой группы периодической системы характерны такие оксиды?
- iv) Определите степень окисления кислорода в пероксидах и гиппероксидах. (3,5) **11 6**

6. Состав раствора этанола может выражаться в объемных процентах. Плотность 40,00%vol раствора этанола равна 0,94805 г/см³, плотность чистой воды в этих же условиях - 0,99820 г/см³ и этанола - 0,78924 г/см³.

Для приготовления 40%vol раствора этанола берут рассчитанный объем (соответствует 40 единицам объема чистого этанола) 96,5%ного раствора этанола и разбавляют водой до 100 единиц объема.

- a) Рассчитать, в скольких миллилитрах 96,5%vol раствора этанола содержится ровно 40 мл этанола. (1)
- b) Рассчитать, сколько миллилитров воды нужно взять для приготовления ровно 100 мл 40,00%vol раствора этанола при условии, что разбавляют этанол, в котором не содержится воды. (6)
- c) Какую величину нужно еще знать, чтобы найти точное значение объема воды, необходимого прибавить к 96,5%vol раствору этанола для получения ровно 100 мл 40,00%vol раствора этанола? (2) **9 6**