

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 9. november 2013

1. Tudeng lisas praktikumis 200 grammile veele 90,0 g vaskvitrioli ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Seejärel käskis juhendaja saadud lahusest valmistada 14,0% CuSO_4 lahus, lisades juurde vett või aurutades viimast vähemaks. Lõpuks palus juhendaja lahust jahutada, mille tulemusel kristallus välja 22 g vaskvitrioli.

- Mis on vaskvitrioli ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) nomenklatuurne nimetus?
- Mitme protsendiline oli esialgne lahus?
- Mitu grammi vett pidi tudeng lisama või lahusest välja aurutama? Mis on tekkinud lahuse mass?
- Mitu grammi CuSO_4 jäi lahusesse pärast vaskvitrioli välja kristallumist?

(8)

2. Glükoos ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) on inimorganismi jaoks peamine toitaine – tema oksüdeerumisel vabaneb energia, mida keha kasutab töötamiseks ja temperatuuri hoidmiseks.

- Kirjuta glükoosi täieliku oksüdatsiooni võrrand.
- Kasutades järgnevat andmeid, arvuta glükoosi oksüdeerumisreaktsiooni entalpia ($\Delta_r H$). $\Delta_r H = \sum \Delta_f H(\text{saadused}) - \sum \Delta_f H(\text{lähteained})$

Aine	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (t)	CO_2 (g)	H_2O (v)
Tekkeentalpia ($\Delta_f H^\circ$), kJ/mol	-1268	-393,5	-285,8

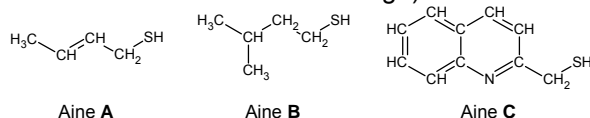
- Arvuta eelmises punktis leitud entalpia põhjal 100 g glükoosi tarbimisel vabanev energiahulk (kadusid arvestamata).

Vee aurustumine keha pinnalt on endotermiline protsess – selle käigus võtab higis olev vesi kehast soojust ning jahutab seeläbi organismi.

- 1,0 liitri vee higistamiseks kulutab inimene 570 kcal ning tunni aja jooksmisega eritub higina 0,80 L vett. Leia, kui kaua peab inimene jooksuma, et ainuüksi higistamise tõttu kulutada 100 g glükoosi tarbimisel saadud energia.

(8)

3. Skungid on kuulsad selle poolest, et pritsivad vaenlase peletamiseks laiali lõhnanäärmetes toodetavat kehavedelikku. Selle äärmiselt ebameeldivat lõhna põhjustavad peamiselt kolm ainet: metüül-butaantiool, kinolinüül-metaantiool ja buteentiool. Sarnane ebameeldiv lõhn on ka tuntud anorgaanilisel happel **D** (binaarne ühend, mis on struktuuri poolest peaaegu identne pildil esitatud molekulide teatud osaga).



a) Otsustage allpool esitatud struktuuride põhjal, milline molekulides sisalduv funktsionaalrühm põhjustab ainete ebameeldivat lõhna. Kirjutage ka happe **D** struktuur ning nomenklatuurne nimetus.

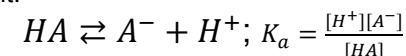
b) Viige kokku ülesande tekstis toodud ainete nimetused pildil kujutatud struktuuridega.

c) 1896. aastal korraldas Thomas Aldrich vabatahtlikele katse. Ta kaalus esimesse kolbi 100 mg ainet **A** ning lahustas seda pooles liitris puhtas etanoolis. Saadud lahusest pipeteeris ta 10 ml lahust teise kolbi ja lisas sinna 390 cm³ etanooli. Viimaks võttis ta 2 cm³ lahust teisest kolvist ja pihustas kinnisesse ruumi, mille ruumala oli 696 m³. Katses osalenud vabatahtlikud olid suutelised ebameeldivat lõhna tajuma juba siis, kui nad olid sisse hinganud umbes 100 cm³ ruumis olevat õhku. Arvutage, mitu milligrammi ainet **A** on inimese nina võimeline tajuma?

d) Miks pidi Thomas Aldrich kasutama oma katse jaoks lahustina etanooli, mitte vett?

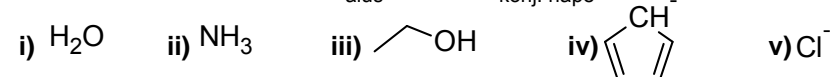
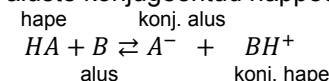
e) Skungi kehavedelikus esinevad ained **A**, **B** ja **C** ka nn tioestritena. Tioestri vormis on aine **A** molekulmass suurenenud 1,48 korda, aine **B** molekulmass 1,40 korda ning aine **C** molekulmass 1,24 korda. Arvutage, mitme ühiku võrra on tioestrite molekulmass suurem, ning otsustage, milliste elementide aatomitest koosnev fragment on tioestrites antud ainetele lisandunud. (12)

4. Happe dissotsiatsioonireaktsiooni ning selle tasakaalukonstandi saab avaldada järgnevalt:



a) Lähtudes sellest, et $pH = -\log[H^+]$ ja $pK_a = -\log K_a$, avalda eelnevast võrrandist pH ja pK_a vaheline seos.

b) Kirjuta välja järgnevate aluste konjugeeritud happed, kui on teada, et:



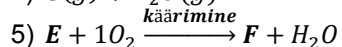
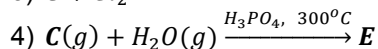
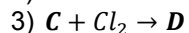
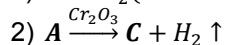
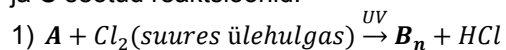
c) 100 mL mõõtkolbi valati 25,0 mL äädikhappe 30,0% vesilahust (1,00 g/mL). Seejärel täideti mõõtkolb veega märgini. Milline on lõpliku lahuse pH, kui äädika $pK_a = 4,76$? (10)

5. Oliver tahtis teada, kuidas saab valmistada argielus laialdaselt kasutatavat metalli **X**. Õpetaja segas metalli **Y**, mis on ühtlasi kõige levinum metall maakoores, kokku oksiidiga **A** pulbriga, mis sisaldas 69,9% metalli **X**. Õpetaja süütas segu aegsütikuga, mis põhjustas efektse tulesambaga kulgeva reaktsiooni. Tiiglissee moodustusid metalli **X** tükikesed ja oksiid **B**. Metall **X** saamise teise näitena võttis õpetaja kollase soola kristallhüdraadi **C**, mis sisaldas 53,4% hapnikku. Selle soola kuumutamisel moodustusid

kolmeaatomilised molekulid **D** ja **E** ning peenepulbriline metall **X**. Metalli **X** katseklaasist välja valamisel süttis see sädemetena põlema, kusjuures peamise saadusena moodustus oksiid **A**. Tööstuslikult valmistatakse metalli **X** mõne selle oksiidi reaktsioonil gaasiga **F**, mis tekib elemendi **Z** oksüdeerumisel. Metalli **X** võib saada ka tema oksiidi reaktsioonil elemendiga **Z**. Mõlemal juhul tekib ühe produktina ka **D**.

- a) Kirjuta elementide **X**, **Y** ja **Z** sümbolid ja nimetused ning ühendite **A** – **F** valemid ja nimetused.
- b) Kirjuta järgnevate reaktsioonide tasakaalustatud võrrandid.
 i) $Y + A \rightarrow X + B$; ii) $C \rightarrow X + D + E$; iii) $X + O_2 \rightarrow A$; iv) $Z + O_2 \rightarrow F$; v) $A + F \rightarrow X + D$; vi) $A + Z \rightarrow X + D$
- c) Kuidas nimetatakse oksiidi **A** segu metalliga **Y**?
- d) Miks süttis peenepulbriline metall **X** alles pärast katseklaasist välja valamist?
- e) Kirjuta peenepulbrilise metalli **X** põlemisel õhuhapnikus toimuvate kõrvalreaktsioonide tasakaalustatud võrrandid. **(11)**

6. Aine **A** on süsivesinik molaarmassiga 30 g/mol. Aine **C** on temast 2 aatommassiühiku võrra väiksema molekulmassiga. All on toodud ainetega **A** ja **C** seotud reaktsioonid:



- a) Pange kirja ainete **A-F** struktuurivalemid ning nimetused. **B_n** all kirjuta välja lihtsustatud struktuurivalemid kõigile ühenditele, mis reaktsioonis 1 võivad tekkida.
- b) Mida tuleks muuta reaktsioonis 1 (uusi aineid juurde toomata), et saaduseks peale HCl oleks peamiselt üks aine? Mis aine see oleks?
- c) Kirjuta reaktsioonide 1 – 5 kohta õige reaktsionitüüp, valides järgmiste hulgast: liitumis-, asendus-, redoks- või elimineerimisreaktsioon. **(11)**

ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве

9 ноября 2013

1. На практикуме студент добавил 90,0 г медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) к 200 граммам воды. Затем руководитель попросил из полученного раствора приготовить 14,0 % раствор CuSO_4 . Для этого нужно либо добавить воды, либо упарить первоначальный раствор. Затем руководитель попросил охладить полученный раствор, в результате чего образовалось 22 г кристаллов медного купороса.

- Приведите номенклатурное название медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- Рассчитайте концентрацию первоначального раствора.
- Сколько граммов воды студенту пришлось добавить или выпарить? Какова масса полученного раствора?
- Сколько граммов CuSO_4 осталось в растворе после кристаллизации медного купороса? (8)

2. Глюкоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) – это основной источник энергии в человеческом организме. При окислении глюкозы высвобождается энергия, которая расходуется на поддержание работы и температуры организма.

- Напишите уравнение полного окисления глюкозы.
- Используя данные из таблицы, рассчитайте энтальпию реакции окисления глюкозы ($\Delta_r H$). $\Delta_r H = \sum \Delta_f H(\text{продукты}) - \sum \Delta_f H(\text{исходные вещества})$

Вещество	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (тв)	CO_2 (г)	H_2O (ж)
Энтальпия образования ($\Delta_f H^\circ$), кДж/моль	-1268	-393,5	-285,8

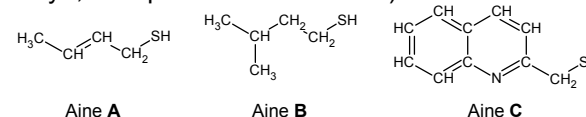
- Используя значение энтальпии, найденное в предыдущем пункте, рассчитайте количество энергии, высвободившееся при окислении 100 г глюкозы (без учета потерь).

Испарение воды с поверхности тела – эндотермический процесс. Вода, содержащаяся в поте, использует энергию организма для испарения и таким образом охлаждает тело.

- На выделение 1,0 литра пота тратится 570 ккал, а за час бега выделяется 0,80 л пота. Рассчитайте, сколько часов надо бегать, чтоб использовать энергию от потребления 100 г глюкозы. (8)

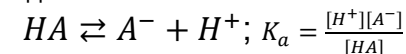
3. Скунсы знамениты тем, что для отпугивания врагов они брызгают в них жидкостью, вырабатываемой в специальных железах. Неприятный запах этой жидкости обеспечивают в основной мере 3 вещества: метил-бутантиол, кинолинил-метантиол и бутентиол. Сходным неприятным запахом обладает также знаменитая неорганическая кислота **D** (бинарное вещество, по структуре практически идентично с

частью молекул, изображенных на схеме).

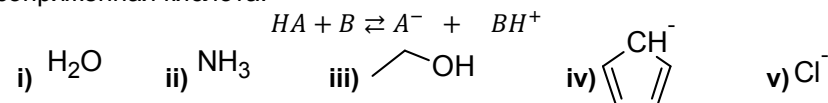


- Исходя из структур, приведенных на рисунке, определите какая функциональная группа обеспечивает неприятный запах этих веществ. Напишите структуру кислоты **D** и её номенклатурное название.
- Соотнесите вещества со схемы и названия, приведенные в тексте задачи.
- В 1896 году Томас Алдрих провел опыт для желающих. Он взвесил в первую колбу 100 мг вещества **A** и растворил его в литре чистого этанола. Затем он отпипетировал 10 мл полученного раствора во вторую колбу и добавил 390 мл этанола. Затем он взял 2 мл полученного раствора и распылил в закрытой комнате объемом 969 м³. Участвующие в опыте могли почувствовать запах уже при вдыхании 100 см³ воздуха из этой комнаты. Рассчитайте, сколько мг вещества нужно, чтобы человеческий нос мог почувствовать его запах.
- Почему Т. Алдрих использовал этанол, а не воду в качестве растворителя?
- В жидкости скунса вещества **A**, **B** и **C** находятся в виде тиоэфиров. В виде тиоэфира молекулярная масса вещества **A** увеличилась в 1,48 раза, вещества **B** в 1,40 раза и вещества **C** в 1,24 раза. Рассчитайте, на сколько изменилась молекулярная масса веществ. Из атомов каких элементов должен состоять фрагмент, добавленный к структуре веществ в тиоэфирах? (12)

4. Реакция диссоциации кислоты и выражение для константы равновесия этой реакции приведены на схеме:



- Из данного уравнения выразите зависимость между pH и pK_a, учитывая, что $pH = -\log[\text{H}^+]$ и $pK_a = -\log K_a$.
- Приведите сопряженные кислоты для оснований **i** - **v**, если известно, что **HA** – кислота, **A⁻** - сопряженное основание, **B** – основание, **BH⁺** - сопряженная кислота:



- В 100 мл мерной колбе раствор из 25,0 мл 30,0% водного раствора уксусной кислоты (1,00 г/мл) и воды (добавили до мерки на колбе). Рассчитайте pH полученного раствора, если для уксусной кислоты

$pK_a = 4,76?$

(10)

5. Оливер заинтересовался, как можно получить металл **X**, который широко используется в быту. Учитель смешал металл **Y** (самый распространенный металл в земной коре) с порошком оксида **A**, который содержит 69,9% металла **X**. При поджигании данной смеси произошла реакция, сопровождающаяся эффектным столбом дыма, и в тигле образовались металл **X** и оксид **B**. В качестве другого примера получения металла **X**, учитель взял желтый кристаллогидрат соли **C**, в котором содержание кислорода 53,4%. При нагревании этой соли образовались трехатомные молекулы **D** и **E**, а также порошкообразный металл **X**. Если порошок металла **X** высыпать из пробирки, он искрит и загорается, и основным продуктом этой реакции является оксид **A**. В промышленности металл **X** получают реакцией его оксидов с газом **F**, который образуется при окислении элемента **Z**. Металл **X** также можно получить в реакции его оксида с элементом **Z**. В обоих случаях продуктом реакции является также **D**.

a) Напишите символы и названия элементов **X**, **Y** и **Z** и формулы и названия веществ **A – F**.

b) Напишите уравнения реакций:

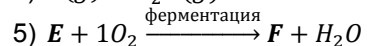
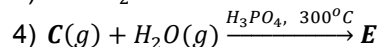
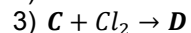
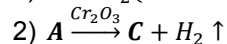
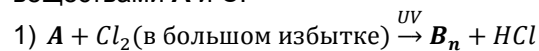
i) $Y + A \rightarrow X + B$; ii) $C \rightarrow X + D + E$; iii) $X + O_2 \rightarrow A$; iv) $Z + O_2 \rightarrow F$; v) $A + F \rightarrow X + D$; vi) $A + Z \rightarrow X + D$

c) Как называется смесь оксида **A** с металлом **Y**?

d) Почему порошок металла **X** загорелся только при высыпании из пробирки?

e) Напишите уравнения побочных реакций, при горении металла **X** на воздухе. (11)

6. Вещество **A** – углеводород с молярной массой 30 г/моль. Молярная масса вещества **C** на 2 единицы меньше. Ниже приведены реакции с веществами **A** и **C**.



a) Напишите структурные формулы и названия веществ **A-F**. Для **B_n** напишите структурные формулы и названия всех веществ, которые могут получиться в результате реакции 1.

b) Как изменить условия реакции 1, чтобы образовался только один продукт помимо HCl? Что это за продукт?

c) Какого типа реакции 1 – 5 (выберите из следующих): присоединение, замещение, окислительно-восстановительная, элиминирования. (11)