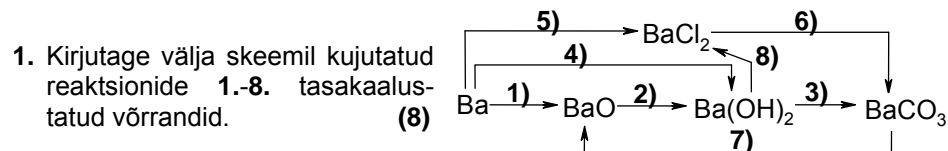


## KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 7. november 2009



2. Tööstuslikult saadakse hapet **A** gaaside **B** ja **C** omavahelisel reageerimisel. Gaasid **B** ja **C** sisaldavad mõlemad vaid ühte elementi. Element, millest koosneb gaas **B**, on universumis levinuim element. Gaasid **C** sisaldav element on aga mõnede puhastusvahendite koostises. Lisades happe **A** vesilahusele leelist **D** (%(metall) = 57,5), tekib vees lahustuv sool **E**. Soola **E** elektrolüüsil veest tekivad gaasid **B** ja **C** ning seda meetodit kasutatakse gaasi **C** tootmisel. Soola **E** vesilahusele hõbenitraadi lisamisel tekkis valge sade **F**. Soola **E** raputamisel leeki värvus leek kollaseks. Soolas **G** (%(metall) = 23,5) sisalduvad elemendid kuuluvad perioodilisustabelis samadesse rühmadesse kui soolas **E** sisalduvad elemendid. Soola **G** väävelhappega hapestatud vesilahusele lisati vesinikperoksiidi (oksüdeerija) ning seejärel tärklis. Lahus värvus siniseks. Sool **G** muutis leeki värvuse violetseks. Kirjutage ainete **A-G** valemid ja nimetused ning kõikide toimunud reaktsioonide võrrandid (5 tükki). (12)

3. Sulfitioon on jookides kasutatav konservant, mis kaitseb toiduaineid oksüdeerumise eest. Konserveerimise põhimõte on lihtne: sulfitioon reageerib hapnikuga, mis muidu oksüdeeriks toidu koostisosi. Samas võib sulfit põhjustada allergiat. Maksimaalseks lubatud  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  sisalduseks veinis on 0,2 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  1 dm<sup>3</sup> veini kohta. Veinipudelis on 0,75 dm<sup>3</sup> veini, mis sisaldab ruumala järgi 12% etanooli ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\rho = 0,789 \text{ g/cm}^3$ ). Etanooli pikaajalisel kokkupuutel õhuga tekib äädikhape ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).
- Kirjutage ja nimetage viis ainet, kus vääveli oksüdatsiooniasetused on erinevad.
  - Miks ei saa sulfitiooni asemel kasutada sulfiidi või vesiniksulfiidi?
  - Milline on äädikhappe nomenklatuurne nimetus? Kirjutage sulfitiooni ja etanooli oksüdeerumise reaktsioonide tasakaalustatud võrrandid:
    - sulfitioon + hapnik = sulfaatioon, ii) etanool + õhk = äädikhape + vesi.
  - Arvutage: i) etanooli moolide arv ühes veinipudelis, ii) sulfiti moolide arv, mis kuluks selleks, et kaitsta oksüdeerumise eest kõiki ühes veinipudelis sisalduvaid etanooli molekule, iii) suurim  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  moolide arv, mis võib sisalduda ühes veinipudelis, iv) maksimaalselt mitu protsenti veinis sisalduvast etanoolist on  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  abil oksüdeerumise eest kaitstud. (12)

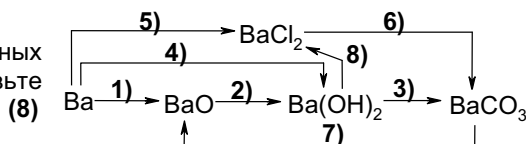
- Lahus **A** valmistati 10 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  lahustamisel 230 cm<sup>3</sup> vees (tihedus 1,00 g/cm<sup>3</sup>). Lahus **B** on 5,0%  $\text{K}_2\text{SO}_4$  lahus. Kasutades lahuseid **A** ja **B** pidi Kalle valmistama 200 g  $\text{SO}_4^{2-}$  ionide suhtes 2,0 protsendilist lahust.
  - Mitu grammi sulfaatioone sisaldub 200 g valmistatavas lahuses?
  - Arvutage  $\text{SO}_4^{2-}$  ionide massiprotsendiline sisaldus lahustes **A** ja **B**.
  - Mitu grammi tuleb võtta kumbagi lahust, et saada 200 g lõpplahust? (10)
- Taavi leidis laualt nelja lahuse purgid (1-4). Iga lahus sisaldas ainet, mille valem koosnes ainult ühest katioonist ja anioonist. Eri purkides ükski katioon ja anioon ei kordunud. On teada, et lahuste 1 ja 2 koostises olevate anioonide molaarmasside summa on 187,9 g/mol ja molaarmasside vahe 65,9 g/mol. Lahuste 2 ja 4 kokkuvalamisel eraldus gaas **A**, mis on õhust 1,518 korda raskem ( $M_r(\text{õhk}) = 29,0$ ). Neljast anioonist olid kolm üheaatomilised ja nende koostiselemendid paiknevad perioodilisussüsteemi rühmas järjest üksteise all. Analooiliselt paiknevad ka kolme üheaatomilise katiooni koostiselemendid ühes rühmas järjest üksteise all. Lahuse 4 koostises oleva aniooni ja lahuse 2 koostises oleva katiooni koostiselemendid asuvad samas perioodis. Lahuse 3 koostises olev katioon koosneb kahest elemendist **B** ja **C**, kusjuures **B** sisaldus katioonis on 22,3%. Elementi **B** sisaldavad ühtlasi nii lahuse 2 koostises olev anioon kui ka lahuse 3 koostises olev katioon. Üks anioon on vesiniksoola koostises.
  - Arvutage: i) gaasi **A** molaarmass, ii) lahustes 1 ja 2 sisalduvate anioonide molaarmassid, iii) Tuvastage arvutustega lahuse 3 koostises olev katioon, iv) Kirjutage lahuste 2 ja 4 kokkuvalamisel toimuva reaktsiooni võrrand ioonsel kujul.
  - Kirjutage igas lahuses (1-4) sisalduva katiooni ja aniooni valem. (10)
- Enim kasutatud valge värvi pigment on  $\text{TiO}_2$ . Pulbrilise titaandioksiidi tootmisel kasutatakse peamiselt kloriidi meetodit. Lähtutakse tavaliselt rutiilist (üle 90%  $\text{TiO}_2$ ). Esimeses etapis segatakse maak sõega ja juhitakse reaktorist läbi kloori (900°C), kuni kogu  $\text{TiO}_2$  ja lisandid (Fe) on viidud kloriidide kujule ning süsinik oksüdeerunud. Seejärel kogutakse kokku titaan(IV)kloriid ( $T_f = 136,4^\circ\text{C}$ ) ja destilleerimisega puhastatakse titaan(IV)kloriid hapnikuga. Eralduvat kloori kasutatakse maagi töötlemisel uuesti.
  - Kirjutage klooriidi meetodis kasutatavate reaktsioonide võrrandid: rutiil ( $\text{TiO}_2$ ) → titaan(IV)kloriid → valge pigment.
  - Tehas tootis 2,0 tonni maagi ( $\text{TiO}_2$  sisaldus 95%). Mitu kg pigmenti on võimalik maagist saada, kui protsessi kaod on 15%?
  - Tootmises kasutati 2500 m<sup>3</sup>  $\text{Cl}_2$ . Igas tsükliks on  $\text{Cl}_2$  kaod 11% ( $\text{Cl}_2$  reageerib lisanditega). Mitu m<sup>3</sup> on  $\text{Cl}_2$  jäänud alles peale kolmandat tsüklit?
  - Valge värvi pigment tekib ka titaan(IV)kloriidi hüdroolüüsil – teiseks saaduseks on  $\text{HCl}$ . Kirjutage hüdroolüüsi võrrand. Miks eelistatakse tootmises titaan(IV)kloriidi hüdroolüüsimise asemel „põletamist“? (8)

# ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве 7 ноября 2009

1. Напишите уравнения обозначенных на схеме реакций 1.-8. и расставьте коэффициенты.



2. В промышленности кислоту **A** получают реакцией газов **B** и **C** между собой. Газы **B** и **C** содержат только по одному элементу. Элемент, из которого состоит газ **B**, является самым распространенным во Вселенной. Элемент, содержащийся в газе **C**, входит в состав некоторых чистящих средств. При добавлении щелочи **D** (%(металл) = 57,5) в водный раствор кислоты **A** образуется растворимая в воде соль **E**. При электролизе водного раствора соли **E** образуются газы **B** и **C**, этот метод используют для производства газа **C**. Добавление к водному раствору соли **E** нитрата серебра дает белый осадок **F**. Пламя горелки при внесении соли **E** окрашивается в желтый цвет. Содержащиеся в соли **G** (%(металл) = 23,5) элементы находятся в периодической системе в тех же группах, что и элементы, содержащиеся в соли **E**. Если в подкисленный серной кислотой водный раствор соли **G** добавить пероксид водорода (окислитель), а затем крахмал, то раствор станет синим. Соль **G** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет. Напишите формулы и названия веществ **A-G**, а также уравнения всех происходящих реакций (5 реакций). (12)
3. Сульфит-ион используется в напитках в качестве консерванта, который предотвращает окисление веществ в продуктах. Принцип консервирования прост: сульфит-ион реагирует с кислородом, который иначе окислил бы составные части продукта. Однако сульфиты могут вызывать аллергию. Максимально допустимое содержание  $(NH_4)_2SO_3$  в вине составляет 0,2 г  $(NH_4)_2SO_3$  на 1 дм<sup>3</sup> вина. В бутылке - 0,75 дм<sup>3</sup> вина, которое содержит 12% этанола по объему ( $C_2H_5OH$ ,  $\rho = 0,789$  г/см<sup>3</sup>). При длительном контакте этанола с воздухом образуется уксусная кислота ( $CH_3COOH$ ).
- a) Напишите формулы и названия пяти веществ, где у серы разная степень окисления.
- b) Почему нельзя вместо сульфит-иона использовать сульфиды или гидросульфиды?
- c) Какое номенклатурное название уксусной кислоты? Напишите уравнения реакций окисления сульфит-иона и этанола и расставьте коэффициенты:  
i) сульфит-ион + кислород = сульфат-ион, ii) этанол + воздух = уксусная кислота + вода.
- d) Рассчитайте: i) количество молей этанола в одной бутылке вина, ii) количество молей сульфит-ионов, которое понадобилось бы для защиты от окисления всех молекул этанола, содержащихся в одной бутылке вина, iii) максимально допустимое количество молей  $(NH_4)_2SO_3$ , которое может содержаться в одной бутылке вина, iv) сколько максимально процентов содержащегося в вине этанола может быть защищено от окисления при помощи  $(NH_4)_2SO_3$ . (12)

4. Раствор **A** приготовили растворением 10 г  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  в 230 см<sup>3</sup> воды (плотность 1,00 г/см<sup>3</sup>). Раствор **B** - 5,0%-ный раствор  $K_2SO_4$ . Используя растворы **A** и **B**, Калле должен был приготовить 200 г 2,0%-ного раствора ионов  $SO_4^{2-}$ .
- a) Сколько граммов сульфат-ионов содержится в 200 г приготавливаемого раствора?
- b) Рассчитайте процентное содержание ионов  $SO_4^{2-}$  по массе в растворах **A** и **B**.
- c) Сколько граммов каждого раствора нужно взять, чтобы получить 200 г конечного раствора? (10)
5. Таави нашел на столе колбы с четырьмя растворами (1-4). Каждый раствор содержал вещество, формула которого состояла из одного катиона и одного аниона. В разных колбах ни один катион и анион не повторялись. Известно, что сумма молярных масс анионов, входящих в состав растворов 1 и 2, равна 187,9 г/моль, а разность молярных масс равна 65,9 г/моль. При сливании растворов 2 и 4 выделился газ **A**, который в 1,518 раза тяжелее воздуха ( $M_r(\text{воздух}) = 29,0$ ). Из четырех анионов три были одноатомными, элементы которых находятся друг под другом в одной группе периодической системы. Аналогично располагаются друг под другом в одной группе и элементы трех одноатомных катионов. Элементы аниона, входящего в состав раствора 4, и катиона, входящего в состав раствора 2, находятся в одном периоде. Катион, содержащийся в растворе 3, состоит из двух элементов **B** и **C**, где содержание **B** в катионе составляет 22,3%. Элемент **B** содержит одновременно анион раствора 2 и катион раствора 3. Один анион входит в состав кислой соли.
- a) Рассчитайте: i) молярную массу газа **A**, ii) молярные массы анионов, содержащихся в растворах 1 и 2. iii) Определите при помощи расчетов катион, входящий в состав раствора 3. iv) Напишите в ионном виде уравнение реакции, происходящее при сливании растворов 2 и 4.
- b) Напишите формулы катионов и анионов содержащихся в каждом из растворов (1-4). (10)
6. Наиболее широко используемым пигментом белого цвета является  $TiO_2$ . При производстве порошкообразного оксида титана главным образом используется метод хлорида, исходя из обычного рутила (более 90%  $TiO_2$ ). На первом этапе руду смешивают с углем и через реактор пропускают хлор (900°C) до тех пор, пока весь  $TiO_2$  и примеси (Fe) не превращены в хлориды и не окислен углерод. Затем хлорид титана(IV) ( $T_k = 136,4^\circ C$ ) собирают и дистилляцией очищают от последних примесей. На последнем этапе хлорид титана(IV) реагирует с кислородом. Выделяющийся хлор используют снова для обработки руды.
- a) Напишите уравнения используемых реакций в методе хлорида:  
рутил ( $TiO_2$ ) → хлорид титана(IV) → белый пигмент.
- b) Завод произвел 2,0 тонны руды (содержание  $TiO_2$  95%). Сколько кг пигмента можно получить из руды, если потери процесса составляют 15%?
- c) При производстве использовали 2500 м<sup>3</sup>  $Cl_2$ . В каждом цикле потери  $Cl_2$  составляют 11% ( $Cl_2$  реагирует с примесями). Сколько м<sup>3</sup>  $Cl_2$  осталось после третьего цикла?
- d) Пигмент белого цвета образуется также при гидролизе хлорида титана(IV) – вторым продуктом является HCl. Напишите уравнение реакции гидролиза. Почему в промышленности вместо гидролиза хлорида титана(IV) используют «сжигание»? (8)