

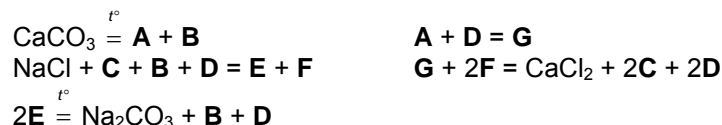
KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 6. november 2010

1. Professor, kes sattus üle mitme aasta taas laborisse, tahtis valmistada 0,050 M NaOH lahust. Kuna ta ei teadnud, millisest nupust kaal tööle käib, viskas professor lihtsalt ühe tahke NaOH kuulikese 1,000 liitrisse kolbi, täitis veega märgini ja määras hüdroksiidi kontsentratsiooni tiitrimisega. Valmistatud lahuse 10,00 cm³ neutraliseerimiseks kulus keskmiselt 12,15 cm³ 0,05000 M soolhapet – professor tiitris kolm korda. (1 M lahus: 1 dm³ lahuses lahustatud 1 mool ainet.)
- a) Arvutage, kui palju kaalus NaOH kuulike, mille professor viskas kolbi? (2)
- b) Mitu milliliitrit vett peab professor oma järele jäänud lahusele lisama, et valmistada soovitud kontsentratsiooniga (0,050 M) lahus? Oletage, et lahuste tihedused on 1,0 g/cm³. (4) 6 p

2. Aine C sisaldab elemente X ja Y ning aine D elemente X ja Z. Elementide X ja Y järjenumbrite summa on võrdne elemendi Z järjenumbriga, kusjuures elemendid Y ja Z paiknevad perioodilisussüsteemi samas perioodis vahetult üksteise kõrval asuvates rühmades. Elemendi Z aatomi prootonite arv on kaheksa korda suurem kui elemendi X aatomi prootonite arv.
- a) Tuvastage arvutustega elemendid X, Y ja Z. (5)
- Aineid C ja D kasutatakse naatriumkarbonaadi tööstuslikus sünteesis, mis koosneb viiest reaktsioonist:



Summaarse reaktsiooni võrrand on: $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$.

- b) Kirjutage ainete A–G valemid ning nimetused. (7) 12 p
3. Väide A: Iga inimese hingeõhus sisaldub vähemalt paar molekuli, mis oli ka Julius Caesari viimses hingetõmbes (~1 dm³).
- Andmed: Itaalias on märtsi kuus, mil tapeti Caesar, keskmine temperatuur ja rõhk vastavalt 10 °C (283 K) ja 97,3 kPa. Ühe hingetõmbe keskmine maht on tänapäeval 0,5 dm³. Maakera raadius on 6370 km ja atmosfääri kiht, mis sisaldab peamiselt õhku on 15 km paksune. Kera pindala on leitav valemist $S = 4\pi r^2$ ja ruumala valemist $V = 4/3 \cdot \pi r^3$.

Töestage arvutustega, kas väide on tõene või mitte? Kommenteerige vastust keemia seisukohast. ($pV = nRT$, $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$) (9)

Väide B: Homöopaatilised vahendid on (väga tõhusad) ravimid.

Andmed: Üks populaarsematest homöopaatilisest ravimitest on *Oscillocoquinum*, mis tootjate andmetel leevendab gripi sümptomeid. Selle

valmistamisel lähtutatakse ühest osast pardimaksast ekstraheeritud aktiivravimist, mida lahendatakse järjestikku 200 korda. Igal lahendamisel väheneb kontsentratsioon 100 korda. Ühe doosi valmistamiseks kasutatakse 1 cm³ lahendamisel saadud ekstrakti.

Hinnake arvutustega molekulide arvu, mis sisaldub pardis massiga m kg ja vastake, kas oli mõtet droogi valmistamise retseptis mainida parti.

Eeldage, et 75% pardi massist moodustab vesi. (4) 13 p

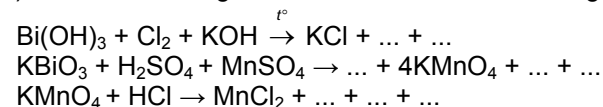
4. Kolmikvendadele Kaurile, Sanderile ja Jasperile anti ülesanne sünteesida vasepulbrit 3,0 kg Cu(NO₃)₂. Kaur valis reagentiks kontsentreeritud HNO₃ lahuse (saadused: sool, NO₂ ja vesi), Jasper aga lahendatud HNO₃ lahuse (saadustes on NO). Sander kuumutas vase pulbrit eelnevalt õhus oksüdeerides vase vask(II)oksiidiks ja lisas oksiidile lämmastikhapet.
- a) Kirjutage toimunud reaktsioonide võrrandid. (3)
- b) Arvutage iga venna sünteesi jaoks kulunud HNO₃ hulk (mol). (3)
- c) Arvutage moodustunud mürgise gaasi hulk (mol) iga venna sünteesis. (3)
- d) Põhjendage, millise venna sünteesimeetod on kõige odavam ja keskkonnasõbralikum. (1) 10 p
- (Keemiaülesannete lahendamise lahtine võistlus, noorem rühm, 2004. a)

5. Lahingus proovis Zmees hävitada raudmeest heites ta kontsentreeritud väävelhappe lahusesse. Ta ei teadnud, et raudmees muutub sellest vaid tugevamaks, kuna raud passiveerub soola A moodustamisel ja kolmeatomilise gaasi B (%(O) = 49,95) eraldamisel. Hapest väljudes saatis raudmees Zmehe poole raketi, kuid selle juhtsüsteem oli happes kahjustatud ning raketit plahvatas poolel teel. Tekkinud kuumuse tõttu muutus Zmees õhu käes pronksjaks, tänu ühendile C (%(Z) = 77,36), ja lisaks tekkis veel ühend D (%(Z) = 59,93). Osaliselt õhu käes rooste kihiga kattunud raudmees sai Zmehest siiski võitu heites tema poole vedela hapniku paagi. Hapnikuga kontakti sattudes läks Zmees põlema, moodustades ühendit D. Peale seda palus Zmees armu.

Raudmees leidis metallile Z lihtsasti rakendust oma uues leiutises, millest on meil vähe teada, kuid teame, et Z sulameid kasutatakse kerguse, tugevuse ning vastupidavuse tõttu lennukitööstuses ja meditsiinis. Ühendit D, milles Z oksüdatsiooniaste on IV, kasutatakse värvainena.

- a) Tuvastage ühendid A–D ning arvutustega element Z. (6)
- b) Kirjutage kõigi kirjeldatud reaktsioonide võrrandid. (4) 10 p

6. Lõpetage ja tasakaalustage toodud redoksreaktsioonide võrrandid. Kirjutage kolme toodud reaktsiooni liitmisel saadava summaarse reaktsiooni (lihtsaim) ioonvõrrand - tegu ei tohi olla redoksreaktsiooniga.



ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве 6 ноября 2010 г.

1. Профессор, спустя много лет снова попавший в лабораторию, захотел приготовить 0,050 М раствор NaOH. Поскольку профессор не знал, как включать весы, он просто бросил одну гранулу твердого NaOH в 1,000 литровую колбу, заполнил водой до метки и определил концентрацию гидроксида титрованием. На нейтрализацию 10,00 см³ приготовленного раствора ушло в среднем 12,15 см³ 0,05000 М раствора соляной кислоты – профессор повторил титрование три раза. (1 М раствор: в 1 дм³ раствора растворено 1 моль вещества.)

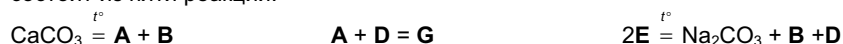
а) Рассчитайте, сколько весила гранула NaOH, которую профессор бросил в колбу. (2)

б) Сколько миллилитров воды должен добавить профессор к своему оставшемуся раствору, чтобы приготовить раствор нужной концентрации (0,050 М)? Предположите, что плотности растворов равны 1,0 г/см³. (4) 6 б

2. Вещество **C** содержит элементы **X** и **Y**, а вещество **D** содержит элементы **X** и **Z**. Сумма порядковых номеров элементов **X** и **Y** равна порядковому номеру элемента **Z**, причем элементы **Y** и **Z** находятся в периодической системе в одном периоде в соседних группах. Число протонов в атоме элемента **Z** в восемь раз больше, чем число протонов в атоме элемента **X**.

а) Определите при помощи расчетов элементы **X**, **Y** и **Z**. (5)

Вещества **C** и **D** используют в промышленном синтезе карбоната натрия, который состоит из пяти реакций:



Суммарное уравнение реакции: $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$.

б) Напишите формулы и названия веществ **A–G**. (7) 12 б

3. Утверждение **A**: В объеме воздуха, вдыхаемом каждым человеком, содержится, по меньшей мере, две молекулы из последнего вдоха Юлия Цезаря (~1 дм³).

Данные: В Италии в марте, когда убили Юлия Цезаря, средняя температура и давление равны соответственно 10 °С (283 К) и 97,3 кПа. Средний объем одного вдоха составляет 0,5 дм³. Радиус земного шара равен 6370 км, и воздух содержится, главным образом, в атмосферном слое толщиной 15 км. Площадь поверхности шара можно найти из формулы $S = 4\pi r^2$, а объем шара – из формулы $V = 4/3 \cdot \pi r^3$.

Докажите расчетами, является утверждение верным или нет. Прокомментируйте ответ с точки зрения химии. ($pV = nRT$, $R = 8,314$ Дж/(моль·К)) (9)

Утверждение **B**: Гомеопатические препараты являются (очень эффективными) лекарствами.

Данные: Одним из самых популярных гомеопатических препаратов является *Oscillococcinum*, который, по данным производителя, смягчает симптомы гриппа. При его приготовлении исходят из проэкстрагированного из одной части печени утки лекарственного вещества, которое разбавляют 200 раз подряд. При каждом

разбавлении концентрация уменьшается в 100 раз. Для приготовления одной дозы используют 1 см³ полученного разбавленного экстракта.

Оцените при помощи расчетов количество молекул, которое содержится в утке массой m кг, и ответьте, имеет ли смысл упоминать утку в рецепте приготовления лекарства.

Предположите, что 75% от массы утки составляет вода. (4) 13 б

4. Братьям Кауру, Сандеру и Ясперу дали задание синтезировать из медного порошка 3,0 кг Cu(NO₃)₂. Каур выбрал в качестве реагента раствор концентрированной HNO₃ (продукты: соль, NO₂ и вода), Яспер же выбрал раствор разбавленной HNO₃ (в числе продуктов NO). Сандер предварительно нагрел медный порошок на воздухе, окислив медь до оксида меди (II), и добавил к оксиду азотной кислоты.

а) Напишите уравнения произошедших реакций. (3)

б) Рассчитайте количество (в молях) израсходованной HNO₃ для синтеза каждого брата. (3)

с) Рассчитайте количество (в молях) ядовитого газа, образовавшегося в синтезе каждого брата. (3)

д) Обоснуйте, у кого из братьев метод синтеза был самым дешевым и самым экологичным. (1) 10 б

(Открытые соревнования по химии, младшая группа, 2004 г.)

5. В битве **Z**-человек попробовал убить железного человека, сбросив его в раствор концентрированной серной кислоты. Он не знал, что от этого железный человек становится только сильнее, так как железо пассивируется с образованием соли **A** и выделением трехатомного газа **B** (%O) = 49,95). Выбравшись из кислоты, железный человек отправил в сторону **Z**-человека ракету, но ее система управления под действием кислоты вышла из строя, и ракета взорвалась, не достигнув цели. В результате выделившегося тепла **Z**-человек стал на воздухе бронзоватым, благодаря образованию соединения **C** (%Z) = 77,36), также образовалось вещество **D** (%Z) = 59,93). Частично покрывшись на воздухе ржавчиной, железный человек все же одолел **Z**-человека, кинув в его сторону бочку с жидким кислородом. Попав в контакт с кислородом, **Z**-человек загорелся, образовав вещество **D**. После этого **Z**-человек попросил пощады.

Железный человек легко нашел применение металлу **Z** в своем новом изобретении, о котором мало что известно, но мы знаем, что сплавы металла **Z** используют в авиастроении и медицине из-за их легкости, прочности и стойкости. Соединение **D**, в котором степень окисления **Z** равна IV, используют в качестве красителя.

а) Определите соединения **A–D**, а также расчетами - элемент **Z**. (6)

б) Напишите уравнения всех описанных реакций. (4) 10 б

6. Закончите приведенные уравнения окислительно-восстановительных реакций и расставьте коэффициенты. Напишите суммарное (простейшее) ионное уравнение реакции, получаемое при сложении трех приведенных реакций, – оно не должно описывать окислительно-восстановительную реакцию.

