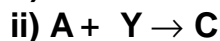
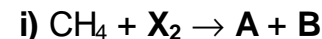


Keemia lahtine võistlus
Vanem rühm (11. ja 12. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Kohtla-Järve 15. november 2003. a.

1. Kaur tahtis õpetajat üllatada ja kirjutas tahvlile reaktsiooniskeemi metaani ja süsinikdioksiidi vahel, mis pidi andma äädikhappe. Jasper lisas, et see reaktsioon on võimalik, kuid mitte ilma täiendavate reagentide ja vaheetappideta ning kirjutas tahvlile ühe võimalikest variantidest, kus mõningate valemite asemel olid tähed:



Jasper lisas, et sool YX_2 on IIA rühma metalli sool halogeeniga, kus metalli on 13%. Ühendis **C** on sama metalli 20%. Nüüd jäi Kaur, nagu Teiegi, sügavasse mõttesse.

a) Identifitseerige ühend YX_2 . Millised reagentid on X_2 ja **Y** (vastuste õigsust tõestage arvutustega). (2)

b) Kirjutage ühendite **A**, **B**, **C** ja **D** valemid. (2)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i)** – **iv)**. (4) **8 p**

2. Nii sool **A** (278 g/mol) kui sool **B** (562 g/mol) koosnevad mõlemad neljast erinevast keemilisest elemendist. Mõõdukal kuumutamisel väheneb 100,0 grammi soola **A** mass 45,3 grammi võrra ja soola **B** mass 28,8 grammi võrra. 100,0 g soola **A** väga tugeval kuumutamisel jääb järele 25,9 g tahket ainet **C** ja soolast **B** 28,5 g tahket ainet **D**. Mõõdukal kuumutamisel eraldub mõlemast soolast aine **E** ja tugeval kuumutamisel aine **F**. Soola **B** lahust võib saada soola **A** lahusest happe keskkonnas nii KMnO_4 kui $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ lahuse abil. Kaaliumjodiidi–tärklise lahuse lisamisel muutub soola **B** lahus siniseks ja tekib soola **A** lahus. Soola **B** lahus annab kaaliumtiotsüanaadi lahusega punase värvuse. Mõlema soola lahused annavad soola **G** (34,1% kloori) lahusega valge sademe.

a) Tõestage arvutustega soola **G** valem. (2)

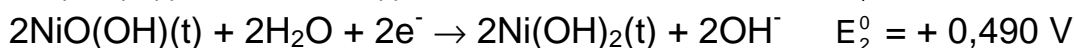
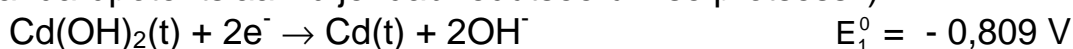
b) Tõestage reaktiividega: **i)** soolaga **G**, **ii)** kaaliumtiotsüanaadiga, **iii)** kaaliumjodiidiga, **iv)** kas KMnO_4 - või $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ga, millised ioonid on soolade **A** ja **B** vesilahustes. Kirjutage vastavad ioonreaktsioonide võrrandid. (3)

c) Tõestage arvutustega **i)** aine **E** valem ja selle hulk ning **ii)** aine **F** valem ja selle hulk (ühe mooli mõlema soola kohta). (2)

d) Tõestage arvutustega **i)** aine **C** valem ja selle hulk soolas **A** ning **ii)** aine **D** valem ja selle hulk soolas **B**. (2)

e) Kirjutage **i)** soola **A** ja **ii)** soola **B** summaarse lagunemisreaktsiooni võrrand (soolade ja kõikide kuumutamisel tekkinud ainete nimetustega). (2) **11 p**

3. CD–mängija UNITED instruksioonis soovitatakse kasutada nikkel–kaadmiumi (Ni-CAD) akut. Tüüpiline Ni-CAD vooluallikas koosneb kahest poolelemendist, mille standardpotentsiaalidele E_1^0 ja E_2^0 vastavad reaktsioonid on järgmised. (IUPACi järgi standardpotentsiaal väljendab redutseerumise protsessi.)

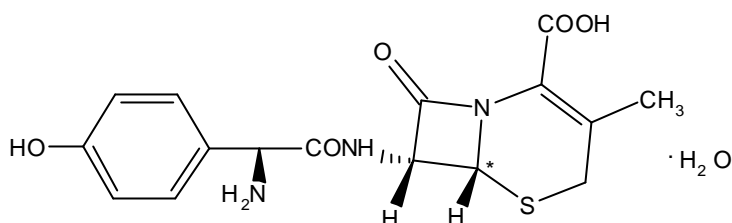


CD-mängija akule on märgitud: 1300 mA·h ja standardne laadimisaeg 14 tundi vooluga 130 mA.

a) Millise märgiga poolusteks on katood ja anood **i)** aku töötamisel ja **ii)** aku laadimisel? Kirjutage elektronide osavõtul poolelementides toimuvate vastavate protsesside võrrandid. (4)

- b) Leidke Ni–CAD aku EMJ. (1)
 c) Leidke minimaalne metallide i) Ni ja ii) Cd mass, mis on vajalik kirjeldatud aku tootmiseks. $F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$ (4) 9 p

4. DURICEF on antibiootikum, mille toimeaine – tsefadroksiilmonohüdraat takistab bakteriraku kesta sünteesi ja seega bakterite paljunemist. Toimeaine struktuurivalem on järgnev:



Suu kaudu manustati tablett, mis sisaldas 1,0 g tsefadroksiilmonohüdraati. Edasi võeti patsiendilt vereproov ja tehti kindlaks, et tsefadroksiilmonohüdraadi kontsentratsiooniks vereplasmas on 28 mg/dm^3 .

- a) Leidke kristallveeta toimeaine brutovalem ja molaarmass. (3)
 b) Millised ühendid tekkivad selles ühendis amiidsidemete hüdroolüüsil? Kas hüdroolüüsi saadusi võib nimetada aminohapeteks? (3)
 c) Näidake vanemuse järgi, kas tärniga tähistatud kiraalne süsinik on R- või S-konfiguratsioonis. (2)
 d) Leidke vereproovi tulemuste alusel toimeaine kontsentratsioon veres (mg/dm^3) eeldusel, et kogu imendunud tsefadroksiilmonohüdraat esineb vereplasmas, mis moodustab verest umbes 55 mahuprotsenti. (2)
 e) Mitu protsenti manustatud ravimi toimeainest imendus verre, kui patsiendi vere maht on 5,0 liitrit? (1) 11 p

5. I. 10 tilka 39,4% HCl ($36,5 \text{ g/mol}$) lahust ($1,195 \text{ g/cm}^3$) lahjendati 100,0 milliliitriini. Valmistatud lahja HCl lahuse 20,0 ml tiitrimiseks kulus 12,7 ml 0,1015 M NaOH lahust.

- a) Leidke lahjendamiseks võetud HCl hulk. (2)
 b) Leidke ühe tilga 39,4% HCl lahuse ruumala. (2)
 II. 70°C juures olevale demineraliseeritud veele [$K_w(70^\circ\text{C}) = 2,1 \cdot 10^{-13} \text{ M}^2$] lisati 1 tilk 39,4% HCl lahust (täiendavad andmed on osas I). Saadud lahuse pH peab olema täpselt 6. Eeldatakse, et 70°C juures on CO_2 täielikult lendunud.

- a) i) Milline on 70°C juures puhta demineraliseeritud vee pH? ii) Põhjendage, kas see vesi on happeline, neutraalne või leeline. (3)
 b) Leidke demineraliseeritud vee ruumala, millele 1 tilga happe lisamine annab keskkonna, mille pH on täpselt 6. (4) 11 p

6. Ammooniumkloriid laguneb kõrgel temperatuuril gaasilisteks saadusaineteks, säilitades teatud tasakaalu lähte- ja saadusainete vahel. 427°C juures on suletud nõus gaaside rõhk tahke NH_4Cl kohal 608 kPa ja 459°C juures 1115 kPa.

- a) Kirjutage ammooniumkloriidi lagunemisreaktsiooni võrrand. (1)
 b) Leidke mõlema gaasilise aine partsiaalrõhk vastavalt 427°C ja 459°C juures. (2)
 c) Leidke tasakaalukonstandi K_p väärtused nendel temperatuuridel. (2)
 d) Leidke 427°C juures reaktsiooni vabaenergia ΔG väärtus. (2)
 e) Arvutage reaktsioonientalpia ja reaktsioonientroopia väärtused 427°C juures eeldusel, et 400°C ja 500°C vahel need suurused ei sõltu temperatuurist. (3)

$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S; \quad -\Delta G = RT \ln K; \quad \ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

Valemid on antud ühe mooli kohta.

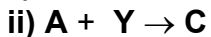
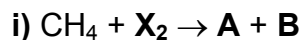
10 p

Открытые соревнования по химии

Старшая группа (11 и 12 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 15 ноября 2003 г.

1. Каур хотел удивить учителя и написал на доске схему реакции между метаном и CO_2 , которая должна дать уксусную кислоту. Яспер сказал, что эта реакция возможна, но без дополнительных реагентов и этапов реакций не обойтись, и написал на доске один возможный вариант, где формулы некоторых веществ обозначены буквами:



Яспер добавил, что соль YX_2 является солью металла группы IIA и галогена, где металла 13%. В соединении **C** того же металла содержится 20%. После такой информации Каур, как и Вы, глубоко задумался.

a) Определить соединение YX_2 и реагенты X_2 и **Y** (ответы подтвердить расчетами). (2)

b) Написать формулы соединений **A**, **B**, **C** и **D**. (2)

c) Написать уравнения реакций **i** – **iv**). (4) **8 б**

2. Как соль **A** (278 г/моль), так и соль **B** (562 г/моль) обе состоят из четырех разных химических элементов. При умеренном нагревании масса 100,0 граммов соли **A** уменьшается на 45,3 граммов и масса 100,0 г соли **B** - на 28,8 граммов. От 100,0 граммов соли **A** при очень сильном нагревании остается 25,9 г твердого вещества **C** и от соли **B** - 28,5 г твердого вещества **D**. При умеренном нагревании от обеих солей отделяется вещество **E** и при сильном нагревании - вещество **F**. Раствор соли **B** можно получить из раствора соли **A** в кислой среде как с помощью раствора KMnO_4 , так и раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. При прибавлении раствора иодида калия в присутствии крахмала раствор соли **B** становится синим и образуется раствор соли **A**. Раствор соли **B** дает с раствором тиоцианата калия красную окраску. Растворы обеих солей дают с раствором соли **G** (34,1% хлора) белый осадок.

a) Доказать расчетами формулу соли **G**. (2)

b) Какие ионы содержатся в водных растворах солей **A** и **B**? Доказать это следующими реактивами: **i**) солью **G**, **ii**) тиоцианатом калия, **iii**) иодидом калия,

iv) KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Написать уравнения соответствующих ионных реакций. (3)

c) Доказать расчетами **i**) формулу вещества **E** и его количество; **ii**) формулу вещества **F**

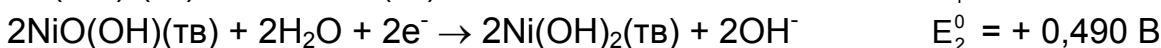
и его количество (в расчете на один моль обеих солей). (2)

d) Доказать расчетами **i**) формулу вещества **C** и его количество в соли **A**;

ii) формулу вещества **D** и его количество в соли **B**. (2)

e) Написать суммарное уравнение реакции разложения **i**) соли **A** и **ii**) соли **B** (указать названия солей и всех веществ, образовавшихся при нагревании). (2) **11 б**

3. Инструкция CD-проигрывателя UNITED советует использовать никелево-кадмиевый аккумулятор (Ni-CAD). Типичный Ni-CAD источник тока состоит из двух полуэлементов, стандартным потенциалам которых E_1^0 и E_2^0 соответствуют реакции (по IUPAC стандартный потенциал выражает процесс восстановления):



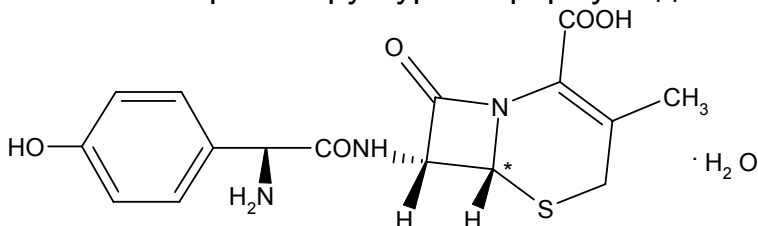
На аккумуляторе CD-проигрывателя указано: 1300 мА·час и стандартное время зарядки 14 часов при токе 130 мА.

a) Какую полярность (знак) имеют катод и анод **i**) при работе аккумулятора и **ii**) при зарядке аккумулятора? Написать уравнения процессов, проходящих с переходом электронов в полуэлементах. (4)

b) Найти ЭДС Ni-CAD аккумулятора. (1)

- c) Найти минимальную массу металлов i) Ni и ii) Cd, которая нужна для изготовления данного аккумулятора. $F = 96485 \text{ А} \cdot \text{с/моль}$ (4) 9 б

4. DURICEF - это антибиотик, действующее вещество которого - моногидрат цефадроксила (МГЦ) - препятствует синтезу оболочки бактериальной клетки и этим препятствует размножению бактерий. Структурная формула действующего вещества:



Больной принял таблетку, которая содержала 1,0 г МГЦ. Затем у пациента взяли анализ крови и установили, что концентрация МГЦ в плазме крови равна 28 мг/дм^3 .

- a) Найти брутто-формулу и молярную массу безводного действующего вещества. (3)
b) Какие вещества образуются при гидролизе амидных связей данного соединения? Можно ли назвать продукты гидролиза аминокислотами? (3)
c) По старшенству указать, является ли обозначенный звездочкой хиральный углерод в R- или S-конфигурации? (2)
d) По результатам анализа крови найти концентрацию действующего вещества в крови (мг/дм^3) при условии, что весь поглощенный МГЦ содержится в плазме крови, составляющей примерно 55 объемных процента от всей крови. (2)
e) Сколько процентов принятого с лекарством действующего вещества всосалось в кровь, если объем крови равен 5,0 литрам? (1) 11 б

б

5. I. 10 капель 39,4% раствора HCl ($36,5 \text{ г/моль}$) ($\rho = 1,195 \text{ г/см}^3$) разбавили до 100,0 миллилитров. Для титрования 20,0 мл полученного разбавленного раствора HCl израсходовали 12,7 мл 0,1015 M раствора NaOH.

- a) Рассчитать взятое для разбавления количество вещества HCl. (2)
b) Найти объем одной капли 39,4% раствора HCl. (2)

II. К деминерализованной воде при 70°C [$K_w(70^\circ\text{C}) = 2,1 \cdot 10^{-13} \text{ M}^2$] прибавили 1 каплю 39,4% раствора HCl (дополнительные данные взять из I части). Значение pH полученного раствора должно равняться точно 6. Предположить, что при 70°C CO_2 полностью удален из раствора.

- a) i) Чему равен pH при 70°C чистой деминерализованной воды? ii) Обосновать, является эта вода кислой, нейтральной или щелочной. (3)
b) Найти объем деминерализованной воды, прибавление к которому 1 капли кислоты дает среду, pH которой равен точно 6. (4) 11 б

6. Хлорид аммония разлагается при высоких температурах с образованием газообразных продуктов. При этом устанавливается некоторое равновесие между исходными веществами и продуктами. В закрытом сосуде давление газов над твердым NH_4Cl при 427°C равно 608 кПа и при 459°C - 1115 кПа.

- a) Написать уравнение реакции разложения хлорида аммония. (1)
b) Рассчитать парциальные давления обоих газов при 427°C и 459°C . (2)
c) Рассчитать значения константы равновесия K_p при данных температурах. (2)
d) Рассчитать значение свободной энергии реакции ΔG при 427°C . (2)
e) Рассчитать энтальпию и энтропию реакции при 427°C , предполагая, что между 400°C и 500°C эти величины не зависят от температуры. (3)

Формулы для расчета на один моль:

$$\Delta H = \Delta G + T \cdot \Delta S; \quad -\Delta G = RT \ln K; \quad \ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ бар} \quad \mathbf{10 \text{ б}}$$