

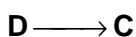
Keemia lahtine võistlus

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

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

1. Biokeemias on paljude kasutatavate objektide hulgas bakter *mutant E.coli*, suhkrud *laktoos* ja *allolaktoos* ning ensüüm *b-galaktosidaas*. Mutant *E.coli* sünteesib β -galaktosidaasi. β -galaktosidaasi sünteesi füsioloogiliseks indutseerijaks on allolaktoos $C_{12}O_{11}H_{22}$, mis tekib laktoosist.

a) Millistele objektidele vastavad järgmistes sünteesiskeemides toodud tähed **A**, **B**, **C** ja **D** ?



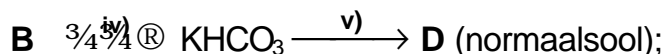
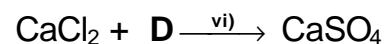
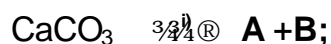
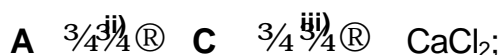
b) Leidke allolaktoosi molekulis sisalduv prootonite arv. (2)

c) Leidke allolaktoosi molaarmass täisarvuna. (2)

d) Leidke 0,513 grammis allolaktoosis sisalduv elektronide arv. (2)

e) Leidke allolaktoosis element hapniku **i**) massiprotsendiline ja **ii**) mooli-
protsendiline sisaldus (kolm tüvenumbrit). (2) **10 p**

2. Õpilane Volli otsustas sünteesida kaltsiumsulfaati. Sünteesiks kasutas ta kaltsiumkarbonaati, kaaliumhüdroksiidi, soolhapet, väävelhapet ja vett. Et vältida vesiniksoola teket, valis ta sünteesiskeemi, kus üks etappidest on terminine töötlemine.



a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid, mis vastavad etappidele **i**), **ii**), **iii**), **iv**), **v**) ja **vi**) ning andke ainete **A**, **B**, **C** ja **D** nimetused. (6)

b) Arvutage, mitu grammi $CaSO_4$ on võimalik saada, lähtudes 1,00 kg-st kaltsiumkarbonaadist. (2)

c) Põhjendage, mispärast etapis **iv**) moodustus kaaliumvesinikkarbonaat? Kuidas tekiks kaaliumkarbonaat? (2) **10 p**

3. Firma Nescafe hakkas hiljuti valmistama isesoojendavaid topeltseintega kohvipurke. Nupule vajutamiseiga puistatakse tahke kaltsiumoksiid naatriumhüdroksiidi lahjasse lahusesse. Reaktsioonil eraldunud energia soojendab kohvilahuse. Mõlema vedeliku ruumala kokku on 210 ml ja kogu vedelik soojeneb $40^\circ C$ võrra. Kaltsiumoksiidi, kaltsiumhüdroksiidi ja vee tekkeentalpiad on vastavalt -635 kJ/mol , -1003 kJ/mol ja -286 kJ/mol . Arvutustes eeldage, et mõlema vedeliku soojusmahtuvused ($4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) ja tihedused ($1,0 \text{ g/cm}^3$) on samad. Võimalike soojusekadude ja plekkpurgi soojusmahtuvusega ärge arvestage. Reaktsiooni kiirust on võimalik reguleerida reaktsiooni keskkonna pH varieerimisega.

a) Millises keskkonnas (happelises, neutraalses või aluselises) toimub reaktsioon kiiremini? (1)

b) Kirjutage kaltsiumoksiidi ja vee vahelise reaktsiooni võrrand. (1)

c) Arvutage reaktsiooni (punkt **b**) reaktsioonientalpia ΔH . (3)

- d) Arvutage energia, mis on vajalik vedelike (210 ml) soojendamiseks $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ võrra. (2,5)
- e) Arvutage minimaalne kaltsiumoksiidi mass, mis on vajalik punktis d) nõutud energia saamiseks. (2,5) **10 p**

4. Õpetaja tõi klassi lahused, mis olid viies nummerdatud katseklaasis ja eraldi 5 etiketti, millele olid kirjutatud valemid: NaCl , Na_3PO_4 , NaH_2PO_4 , FeCl_3 ja K_2CrO_4 . Katseklaasides olevate lahuste iseloomustamiseks oli juurde lisatud tabel:

Katseklaasi nr	Lahuse värvus	Lahuse värvus lakmusega*	Lahuse värvus metüülpunasega**
1	kollakas	punane	punane
2	värvitu	punane	kollane
3	värvitu	punane	punane
4	värvitu	sinine	kollane
5	kollakas	punane	kollane

*Lakmus on neutraalses ja happelises keskkonnas punane, leelises sinine.

** Metüülpunane on happelises keskkonnas punane, alates $\text{pH}=6$ on kollane.

- a) Andke ainete nimetused. (5)
- b) Kirjutage ja põhjendage, millises katseklaasis milline lahus oli. (5) **10 p**

5. Soolhape on vesinikkloriidi (gaas) vesilahus. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ juures on vee tihedus $0,9982\text{ g/cm}^3$ ja gaaside molaarruumala on $24,04\text{ dm}^3/\text{mol}$. Nimetatud temperatuuril lahustatakse $403,9$ ruumalaühikut HCl ($36,46\text{ g/mol}$) täpselt ühes ruumalaühikus vees. Saadud soolhappe tihedus on $1,189\text{ g/cm}^3$.

- a) Arvutage, mitme protsendiline soolhape saadakse nimetatud tingimustel. (4)
- b) Arvutage saadud soolhappe molaarne kontsentratsioon (HCl moolide arv ühes liitris soolhappes). (4) **8 p**

6. Metall **A** reageerib raske pruunikaspunase vedelikuga **B**, mille tulemusena saadakse ainult üks (binaarne) ühend **C**. Ühend **C** lahustatakse vees ja lahus valatakse kahte katseklaasi. Esimesse katseklaasi valatakse ammoniaakhüdraati, mille tulemusena tekib valge sültjas sade **D**. See sade lahustub NaOH lahuses, moodustades kümneaatomilise ühendi **E**. Sade **D** lahustub ka soolhappes.

Teise katseklaasi lisatakse hõbenitraadi lahus, mille tulemusena tekib kollakas sade **F**. Naatriumtiosulfaadi ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) lisamisel sade lahustub, andes nn kompleksühendi **G**, kus on kaks tiosulfaatiooni ja mille molekulmass on 401. Aine **G** lahusele lisatakse naatriumhüdrosiidi ja tükike metalli **A**. Toimub intensiivne gaasi **H** eraldumine ja moodustub ühend **E**. Reaktsiooni käigus toimub kõrvalreaktsioon, kus eralduvad ainest **G** tiosulfaat-ioonid, mis ühinevad Na^+ -ioonidega, ühend **E** ning must pulbriline lihtaine **I**. Aine **I** nitraadi molaarmass on 170.

- a) Kirjutage ainete **A** – **I** valemid ja andke nende nimetused. Ainete **E** ja **G** nimetusi pole vaja. (4,5)
- b) Kirjutage reaktsioonide võrrandid: i) $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$; ii) $\text{C} \rightarrow \text{D}$; iii) $\text{D} \rightarrow \text{E}$; iv) $\text{C} \rightarrow \text{F}$; v) $\text{F} \rightarrow \text{G}$; vi) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}$; vii) $\text{G} \rightarrow \text{I}$. (7,5) **12 p**

Открытые соревнования по химии

Младшая группа (9 и 10 кл.)

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

1. В биохимии одними из многочисленных используемых объектов являются бактерия *mutant E.coli*, сахара лактоза и аллолактоза, а также фермент β -галактозидаза. Мутант *E.coli* синтезирует β -галактозидазу. Физиологическим инициатором синтеза β -галактозидазы является аллолактоза $C_{12}O_{11}H_{22}$, которая образуется из лактозы.

а) Каким объектам соответствуют буквы **A**, **B**, **C** и **D** в следующих схемах



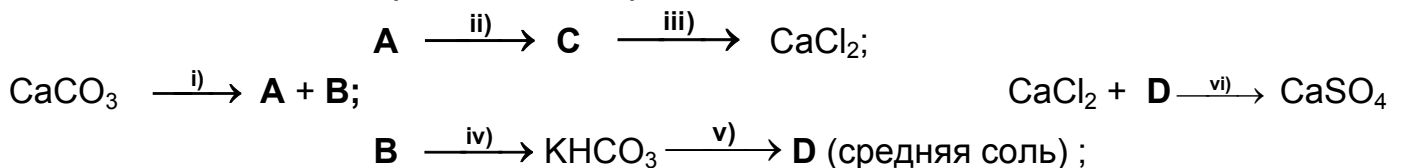
б) Найти число протонов, содержащихся в молекуле аллолактозы. (2)

в) Найти молярную массу аллолактозы (округлить до целых). (2)

г) Найти число электронов, содержащихся в 0,513 граммах аллолактозы. (2)

е) Найти **i**) массовую долю и **ii**) мольную долю содержащегося в аллолактозе кислорода (элемента) с точностью до трех значащих цифр. (2) **10 б**

2. Вовочка решил синтезировать сульфат кальция. Для синтеза он использовал карбонат кальция, гидроксид калия, соляную кислоту, серную кислоту и воду. Чтобы избежать образования кислой соли, он выбрал схему синтеза, где одним из этапов является термическая обработка.



а) Написать уравнения реакций, которые соответствуют этапам **i**), **ii**), **iii**), **iv**), **v**) и **vi**) и дать названия веществам **A**, **B**, **C** и **D**. (6)

б) Рассчитать, сколько граммов CaSO_4 можно получить, исходя из 1,00 кг карбоната кальция. (2)

в) Обосновать, почему на этапе **iv**) образуется гидрокарбонат калия? Как образуется карбонат калия? (2) **10 б**

3. Фирма Nescafe недавно стала выпускать самонагревающиеся банки с двойными стенками. При нажатии кнопки твердый оксид кальция высыпается в разбавленный раствор гидроксида натрия. Выделяющаяся в реакции энергия согревает раствор кофе. Объем обеих жидкостей в сумме равен 210 мл и жидкости нагреваются на 40°C . Теплоты образования оксида кальция, гидроксида кальция и воды равны соответственно -635 кДж/моль, -1003 кДж/моль и -286 кДж/моль. При расчетах предположить, что обе жидкости имеют одинаковую теплоемкость ($4,18$ Дж·К⁻¹·г⁻¹) и плотность ($1,0$ г/см³). При решении пренебречь возможными потерями тепла и теплоемкостью металлической банки. Скорость данной реакции возможно регулировать варьированием pH реакционной среды.

а) В какой среде (кислой, нейтральной или основной) реакция протекает быстрее? (1)

б) Написать уравнение реакции оксида кальция и воды. (1)

в) Рассчитать энтальпию реакции (ΔH) для пункта **б**). (3)

г) Рассчитать энергию, нужную для нагревания жидкостей (210 мл) на 40°C (2,5)

е) Рассчитать минимальную массу оксида кальция, которая нужна для получения энергии (из пункта **d**). (2,5) **10 б**

4. Учитель принес в класс растворы в пяти пронумерованных пробирках и отдельно пять этикеток, на которых были написаны формулы: NaCl , Na_3PO_4 , NaH_2PO_4 , FeCl_3 и K_2CrO_4 . Была приведена соответствующая таблица для описания растворов:

Номер пробирки	Цвет раствора	Цвет раствора с лакмусом *	Цвет раствора с метилкрасным**
1	желтоватый	красный	красный
2	бесцветный	красный	желтый
3	бесцветный	красный	красный
4	бесцветный	синий	желтый
5	желтоватый	красный	желтый

*Лакмус красного цвета в нейтральной и кислой среде, в щелочной - синий.

** Метилкрасный в кислой среде красного цвета, начиная с $\text{pH}=6$ - желтый.

а) Дать названия веществ. (5)

б) Написать и обосновать, в какой пробирке какой раствор. (5) **10 б**

5. Соляная кислота является водным раствором хлороводорода (газообразного). При 20°C плотность воды равна $0,9982 \text{ г/см}^3$ и молярный объем газов равен $24,04 \text{ дм}^3/\text{моль}$. При данной температуре растворяют $403,9$ единиц объема HCl ($36,46 \text{ г/моль}$) ровно в одной единице объема воды. Плотность полученной соляной кислоты равна $1,189 \text{ г/см}^3$.

а) Найти, чему равна массовая доля соляной кислоты в данных условиях. (4)

б) Рассчитать молярную концентрацию полученной соляной кислоты (число молей HCl в одном литре соляной кислоты). (4) **8 б**

6. Металл **A** реагирует с тяжелой красно-коричневой жидкостью **B**, в результате получают только одно (бинарное) соединение **C**. Соединение **C** растворяют в воде и раствор выливают в две пробирки. В первую пробирку добавляют аммиачной воды, в результате чего образуется белый желеобразный осадок **D**. Этот осадок растворяется в растворе NaOH , образуя десятиатомное соединение **E**. Осадок **D** растворяется и в соляной кислоте. Во вторую пробирку прибавляют раствор нитрата серебра, в результате чего образуется желтоватый осадок **F**. При прибавлении тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) осадок растворяется, образуя т.н. комплексное соединение **G** (молекулярная масса 401), которое содержит два тиосульфат-иона. К раствору вещества **G** прибавляют гидроксид натрия и кусочек металла **A**. Происходит интенсивное выделение газа **H** и образуется соединение **E**. В ходе реакции протекает побочная реакция, где из вещества **G** выделяются тиосульфат-ионы (соединяются с ионами Na^+), соединение **E** и черное порошкообразное простое вещество **I**. Молекулярная масса нитрата вещества **I** равна 170 .

а) Написать формулы и названия веществ **A – I**. Названия веществ **E** и **G** приводить не надо. (4,5)

б) Написать уравнения реакций: i) $\text{A} + \text{B} \rightarrow$; ii) $\text{C} \rightarrow \text{D}$; iii) $\text{D} \rightarrow \text{E}$; iv) $\text{C} \rightarrow \text{F}$;

v) $\text{F} \rightarrow \text{G}$; vi) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}$; vii) $\text{G} \rightarrow \text{I}$. (7,5) **12 б**