

ЛІІ НАЦІОНАЛНА ОЛИМПІАДА

ПО ХІМІЯ І ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Націонален кръг, 27 юни 2020 год.

Групи III и IV

8 Две проби от калиев хлорид и натриев хлорид с еднаква маса са разтворени във вода, след което към всеки от разтворите е добавен излишък от сребърен нитрат. Получените утайки са изолирани без загуби и изсушени. Изберете вярното твърдение за масите на утайките:

- А) Двете утайки са с еднаква маса.
- Б) Масата на утайката, получена от разтвора на натриев хлорид, е по-голяма.
- В) Масата на утайката, получена от разтвора на калиев хлорид, е по-голяма.
- Г) Не може да се определи какво е съотношението между масите на двете утайки.

9 Бистра варна вода може да се различи от разтвор на сода каустик с:

- А) разтвор на солна киселина
- Б) пропускане на CO_2 през разтвора
- В) разтвор на MgCl_2
- Г) разтвор на натриева основа.

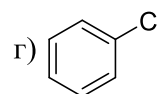
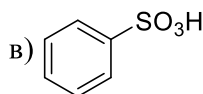
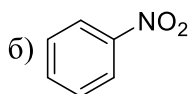
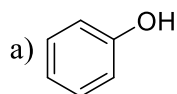
10 В три епруветки има водни разтвори на натриев сулфат, калиев хлорид и натриев карбонат. Разполагате с допълнителни реактиви:

- I. бариев нитрат II. натриева основа III. азотна киселина

Можем да различим трите изходни разтвора:

- А) само с разтвор I
- Б) само с разтвор III
- В) с разтвори I и II
- Г) с разтвори I и III.

11 В кой от следните случаи веществото реагира по-бързо от бензен в реакции на електрофилно заместване:



12 Ако продуктът на присъединяване на халогеноводород е 2-бромобутан, то комбинацията, която би довела до най-висок добив от него, е:

- А) бромоводород и бут-1-ен
- Б) бром и бутан
- В) бромоводород и бут-2-ин
- Г) бромоводород и бут-2-ен.

13 Кое от следните съединения проявява π -диастреомерия?

- А) 2-метилбут-1-ен
- Б) 2-метилбут-2-ен
- В) 1,2-дибромобут-2-ен
- Г) 2-бromo-3-метилбут-2-ен

14 4-Метилбензалдехид и 1-фенилетан-1-он НЕ могат да се различат чрез:

- А) железен трихлорид
- Б) реактив на Толенс
- В) йодоформна реакция
- Г) реактив на Фелинг.

15 От кой от следните алкини се получава предимно алдехид в условията на реакцията на Кучеров?

- А) пропин
- Б) бут-2-ин
- В) етин
- Г) бут-1-ин.

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

97% от зъбния емайл е изграден от минерала $M_5(AB_4)_3BH$ с молна маса 502,30 g/mol, в който с **A**, **B** и **M** са означени различни химични елементи. Консумацията на храни и напитки, съдържащи киселини (като газирани напитки, цитрусови плодове, сокове и др.) може да причини разрушаване на зъбния емайл, известно като ерозия на зъбите, благоприятствайки образуването на кариеси. Този процес може да се представи най-общо със следната химична реакция:



Освен в структурата на зъбите, този минерал е основен градивен компонент и на костите. Поради високата биосъвместимост на синтетичния му аналог, последният намира все по-голямо приложение в ортопедията при операция на счупени кости. Един от методите за неговото получаване включва използването на яйчени черупки, поради високото съдържание на веществото **B** в тях. За получаване на минерала е използвана следната схема след предварително обработване на черупките:



Известно е, че при пропускане на издишан въздух през разтвор, съдържащ **E**, разтворът първо помътнява и после се избистря.

- 1 Кое е веществото **E** и какво е наименованието му в практиката. Изразете описаните процеси, протичащи в разтвора на **E**, с изравнени химични уравнения.
- 2 Изразете с изравнени химични уравнения процесите от схема 1 и определете кои са веществата **B**, **G**, **D** и H_3AB_4 . Какво е наименованието в практиката на веществата **B** и **D**? Как се наричат солите на киселината H_3AB_4 и какво приложение намират в практиката?
- 3 Напишете химичната формула на минерала.
- 4 Напишете и изравнете уравнението на реакция 1, използвайки солна киселина.

Дневно в България се произвеждат 3,50 милиона броя кокоши яйца. Масата на едно яйце е средно около 50,0 g, КАТО черупката му е около 11,0% от тази маса, а съдържанието на **B** в нея е 94,9%.

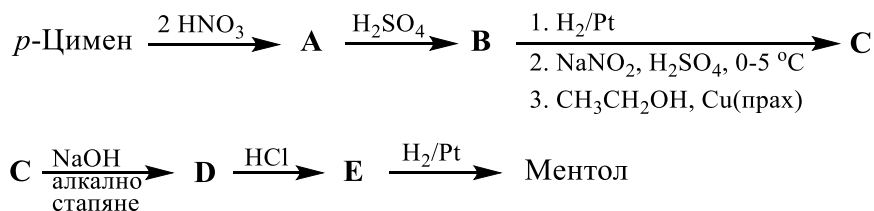
- 5 Определете (на базата на схема 1) колко килограма от минерала $M_5(AB_4)_3BH$ максимално могат да се получат, ако всички кокоши яйца, произведени за един ден в България, се използват за производство на този минерал, като имате предвид, че добивът му по тази схема достига до 80,0%.

Задача 2

Един от основните ползватели на продуктите на органичния синтез е парфюмерийната индустрия. За направата на някои парфюми, освен аромати от естествени източници (предимно растения и по-рядко животни), се използват и изкуствено създадени.

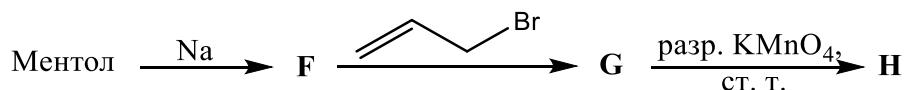
Едно такова съединение, което има свеж аромат, засилващ флоралните аромати, е ментолът. Ментолът се включва и в много други продукти поради освежаващото си и охлаждащо действие (в пасти за зъби, в медикаменти за възпалено гърло и запушен нос, и такива, които облекчават сърбежа). С толкова широко приложение, не е случайно, че са разработени

множество синтези на ментол. На схемата е представен един от възможните синтези, който започва от 4-метилизопропилбензен (*p*-цимен).



- 1 Изобразете преходите от схемата с помощта на химични уравнения, като имате предвид, че **B** е с молекулна формула $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_7\text{S}$. Реакцията от **B** до **C** служи за отстраняване на нитрогрупи от бензеново ядро, а алкалното стапяне е един от методите за получаване на феноли.
- 2 Определете броя на асиметричните атоми в ментола и ги означете със звездички.

Тъй като някои хора са алергични към ментол, по-често се използват негови производни като глицидиловия му естер (**H**). Представена е схема за синтез на **H** от ментол.



- 3 Изобразете преходите от схемата с помощта на химични уравнения. Определете броя асиметрични атоми в **H** и ги означете със звездички.

*Имайте предвид, че при нитриране на толуен съотношението между продуктите е *o*- 61% , *m*- 2% , *p* – 37%, но ако реакцията се проведе с етилбензен, то е: *o*- 46% , *m*-3% , *p*- 51%. Тенденцията се засилва при кумен и особено при трет-бутилбензен.*

Задача 3

Химичните елементи **A** и **B** участват в състава на два аниона: AB_3^{2-} и $\text{A}_2\text{B}_4^{2-}$.

В две отделни чаши са разтворени по 30,00 g натриеви соли Na_2AB_3 и $\text{Na}_2\text{A}_2\text{B}_4$. Към всеки от разтворите е добавен разтвор на калциев динитрат в излишък, при което се образуват две бели утайки. Утайките са филтрувани, изсушени и претеглени без загуби. Масата на утайката, получена от разтвора на Na_2AB_3 , е 28,33 g, а масата на утайката, получена от разтвора на $\text{Na}_2\text{A}_2\text{B}_4$, е 28,68 g.

- 1 Определете с изчисления кои са химичните елементи **A** и **B**.
- 2 Напишете химичните формули на двата аниона и наименувайте аниона AB_3^{2-} .
- 3 Изразете с изравнени химични уравнения получаването на двете утайки.
- 4 Кои съединения, съдържащи само двата химични елемента **A** и **B** познавате? Напишете техните химични формули. Към кой клас съединения принадлежат? Напишете какви са те според химичните си отношения, като се обоснове.
- 5 Предложете структурни формули за съединенията от т.4, както и за анионите AB_3^{2-} и $\text{A}_2\text{B}_4^{2-}$.

IV Група

Задача 1

Веществата **A**, **K**, **L** и **M** са неорганични. За тях разполагате със следната информация:

- **A** е безцветен газ, в чиято молекула общият брой електрони е между 20 и 30.
- **L** е просто вещество, изградено от елемент, съдържащ се в съединенията **K** и **M**.
- **K** се среща в природата под формата на редкия минерал забуйелит, но участва в състава и на други минерали.
- **K** се разлага термично над 1300 °C и се разтваря в киселини.
- Повечето съединения на **L**, включително **M**, се получават от **K**.
- От **M** може отново да се образува **K**.

Проведен е експеримент за получаване на **K** от **M**. Воден разтвор на **M** с обем 2,000 L (при 25 °C) и масова част на **M** 4,249 % има маса 2088,84 g и рН около 14. През него се продухва газът **A**. Започва да се образува и натрупва бяла утайка **K**. След продължително продухване на **A** утайката се разтваря. След това, полученият разтвор се нагрива продължително почти до кипене в апаратура, не позволяваща загуба на вода. Отново се образува бяла утайка **K**. Масата на разтвора и утайката е 2170,41 g. След охлаждане до 25 °C, филтруване и сушене без загуби, масата на **K** е 110,58 g.

- 1 Определете кои са веществата **A**, **K**, **L**, **M**. Подкрепете отговорите си с изчисления.
- 2 Пресметнете разтворимостта r на **K** в грамове вещество в 100 g вода при 25 °C. Запишете резултата с точност 0,01 g.
- 3 Предложете начин за получаване на **M** от **K** и напишете съответното химично уравнение.
- 4 Сравнете температурите на замръзване на разредени разтвори на **K** и **M** с една и съща молална концентрация. Обосновете се.
- 5 Напишете уравнението на хидролиза на **K** във воден разтвор. Пресметнете рН на разтвор на **K** с концентрация 0,100 mol/L, ако степента на хидролиза β е 3,76%.
- 6 Предложете начин за понижаване на степента на хидролиза.

Упътване: Степента на хидролиза β представлява отношението на количеството вещество на хидролизиралите йони към общото количество вещество на разтворените йони от същия вид. При разсъжденията пренебрегнете хидролиза от евентуални втори и трети стадии.

Задача 2

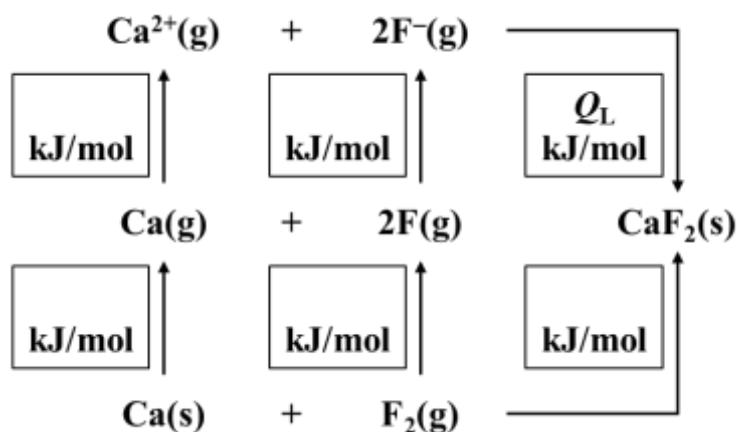
p-Кумариловият алкохол ($M = 150,18$ g/mol) се синтезира по биохимичен път в клетките на растенията. При полимеризацията му се получават лигинини и лигнани. Лигнините имат важна структурна роля в изграждането на клетъчните стени, особено в дървесината и кората, тъй като придават стабилност и не гният лесно, а лигнаните действат като антиоксиданти. Естерите на *p*-кумариловия алкохол с висшите мастни киселини са в основата на восъците, покриващи повърхността на ябълките.

Проба от 0,150 g *p*-кумарилов алкохол се изгаря в среда от чист кислород, при което се получават 0,396 g CO₂ и 0,090 g H₂O. *p*-Кумариловият алкохол реагира с NaOH в молно съотношение 1:1, но с Na – в молно съотношение 1:2, дава положителна реакция с FeCl₃ и всички двойни връзки в съединението са спрегнати.

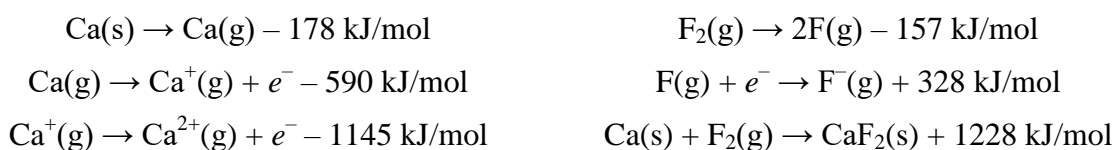
- 1 Определете масовата част на химичните елементи в *p*-кумариловия алкохол и молекулната му формула.
- 2 В молекулата на *p*-кумариловия алкохол е възможна пространствена изомерия. Изразете двата изомера със структурни формули и определете конфигурацията на всеки от тях. Определете вида на изомерията.
- 3 Изразете с изравнено химично уравнение реакцията на алкохола с Na.
- 4 Изразете взаимодействията на алкохола с NaOH и следващата реакция на 1 mol от получения продукт с 1 mol бромоетан до получаване на веществото А.
- 5 Изразете реакцията на А с конц. разтвор на KMnO₄ / H₂SO₄ при нагриване до продукта В. Продуктът В реагира с Br₂ до монобромно производно С. Наименувайте продуктите В и С по IUPAC и изразете реакцията на В с Br₂ с изравнено уравнение.

Задача 3

Свойствата на кристалните вещества зависят от техния състав, строеж и енергия на кристалната решетка (Q_L). За пресмятане на Q_L често се използва законът на Хес и цикълът на Борн-Хабер. По-долу е показан такъв цикъл за минерала флуорит (CaF₂).



- 1 Попълнете стойностите на топлинните ефекти за правите реакции на празните места в схемата по-горе, ако знаете, че:



- 2 Пресметнете енергията на кристалната решетка (Q_L) на минерала флуорит.

Енергията на кристалната решетка (Q_L) на минерала флуорит може да се пресметне и по уравнението на Борн-Майер:

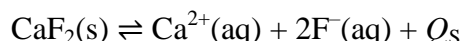
$$Q_L = \frac{AN_A |z_{\text{Ca}} z_{\text{F}}| e^2}{4\pi\epsilon_0 d} \left(1 - \frac{d^*}{d} \right)$$

A е 2,519 (за флуорит); z_{Ca} и z_{F} са зарядите на йоните; d^* е 0,0300 nm; d е разстоянието между йоните и $d > 2d^*$; $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$.

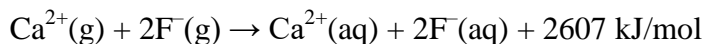
- 3 Пресметнете разстоянието (d) между йоните Ca^{2+} и F^- в минерала флуорит.

4 Напишете кои процеси от цикъла на Борн-Хабер са ендотермични и обяснете защо, като се аргументирате със същността (вида) на всеки процес.

5 Пресметнете топлинния ефект на разтваряне (Q_s) на минерала флуорит във вода:



Използвайте, че топлинният ефект за хидратация на йоните се дава с уравнението:



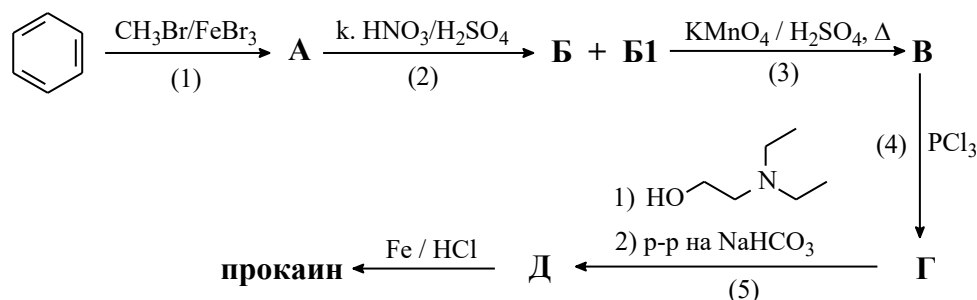
6 Как очаквате да се изменя разтворимостта на минерала флуорит с повишаване на температурата? Обосновете отговора си!

Всички топлинни ефекти са дадени при температура 298 K и налягане 1 bar = 10^5 Pa.

Задача 4

Прокаин е локален (местен) анестетик, използван в стоматологията, гръбначно-мозъчната хирургия, както и за подтискане на болката при инжекционно въвеждане на някои лекарствени препарати. В аптечната мрежа се среща под наименованията новокаин, адрокаин, имплетол и мелкаин.

Прокаинът може да се синтезира по следната схема:



Съединенията от А до Д са органични. В хода на преход (2) се получават два продукта на мононитриране – **Б** и **Б1**. Двата продукта се разделят и за преход (3) се използва **Б** – съединението, от което при бромиране в присъствие на FeBr_3 , като катализатор, се получава само едно монобромно производно.

- Напишете химичните уравнения за всяко от превръщанията на схемата. Наименувайте съединенията **Б**, **В**, **Г** и **Д** по IUPAC.
- Напишете структурните формули на получаващите се при бромиране на **Б** и **Б1** монобромни производни и ги наименувайте по IUPAC.

При инжекционна употреба, с цел повишаване разтворимостта и усвояемостта от организма, прокаинът се използва под формата на неговата сол – прокаин хидрохлорид.

- Напишете структурната формула на прокаин хидрохлорид. В структурата на съединението има повече от една функционална група, която може да участва в процес на солеобразуване. Означете групата, която участва в образуването на прокаин хидрохлорид.

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

III Група

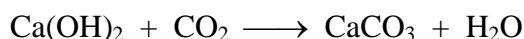
ЧАСТ ПЪРВА

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	В	Б	Г	А	Г	В	В	Б	Б	Г	А	Г	В	А	В

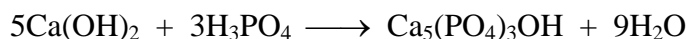
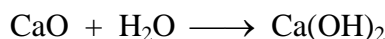
ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

1) **Е** е $\text{Ca}(\text{OH})_2$ –гасена вар



2) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$



В е CaCO_3 – мрамор, креда, варовик; **Д** е CaO – негасена вар; **Г** е CO_2

Н₃АБ_x е H_3PO_4 – фосфорна киселина. Нейните соли се наричат фосфати и се използват в селското стопанство като фосфатни торове.

3) Химичната формула на минерала е **$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$**

4) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 10\text{HCl} \longrightarrow 5\text{CaCl}_2 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

5) $m(\text{яйца}) = 3,50 \times 10^6 \times 50,0 = 1,75 \times 10^8 \text{ g}$ дневно

$$m(\text{черупки}) = 0,110 \times 1,75 \times 10^8 = 1,93 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = w(\text{CaCO}_3) \times m(\text{черупки}) = 0,949 \times 1,93 \times 10^7 \text{ g} = 1,83 \times 10^7 \text{ g}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \left(\frac{m}{M} \right)_{\text{CaCO}_3} = \frac{1,83 \times 10^7 \text{ g}}{100,088 \text{ g/mol}} = 1,83 \times 10^5 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{CaCO}_3) = 1,83 \times 10^5 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH})_{\text{теор.}} = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) / 5 = 1,83 \times 10^5 / 5 = 3,66 \times 10^4 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH})_{\text{теор.}} = (nM)_{\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}} = 3,66 \times 10^4 \text{ mol} \times 502,304 \text{ g/mol} = 1,84 \times 10^7 \text{ g}$$

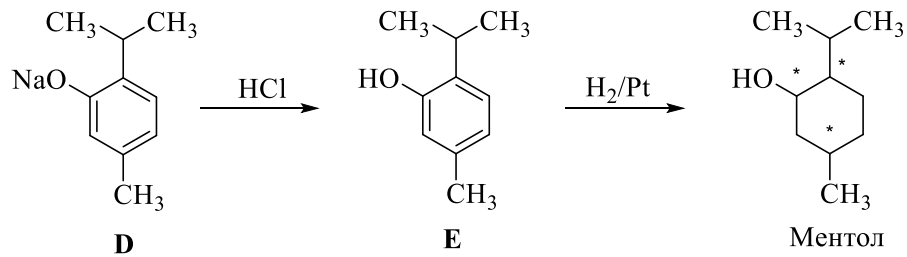
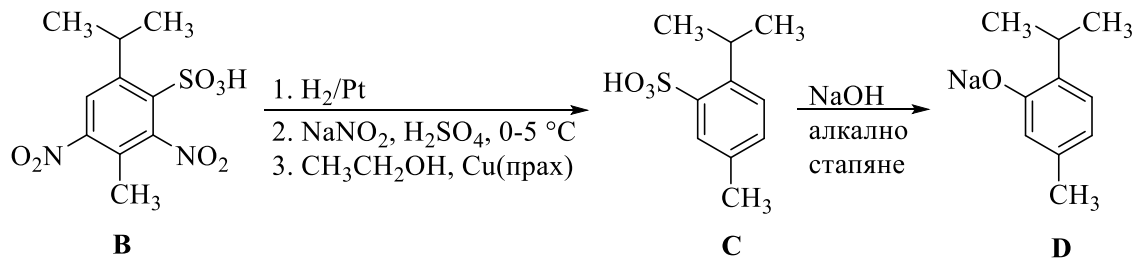
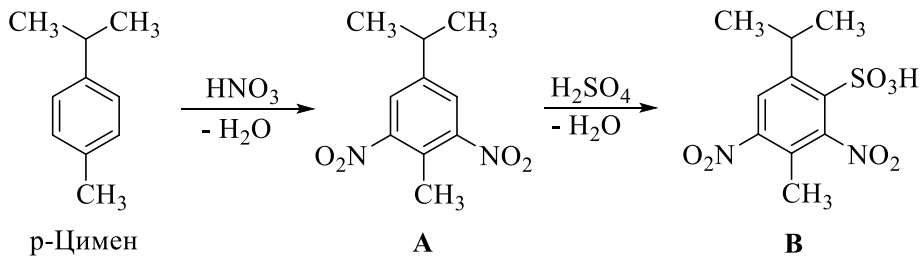
Максимален добив на минерала:

$$m(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH})_{\text{експ.}} = 1,84 \times 10^7 \text{ g} \times 0,800 = 1,47 \times 10^7 \text{ g} = 1,47 \times 10^4 \text{ kg}$$

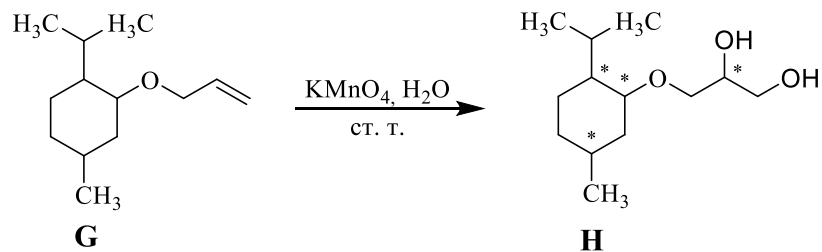
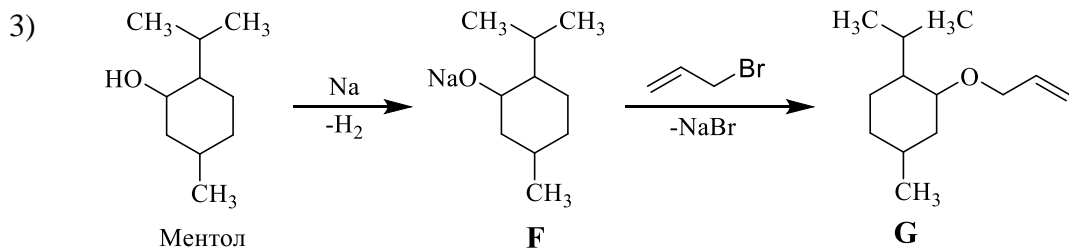
Максимално количество от минерала $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ би могло да се получи, ако цялото дневно производство на яйца в България (3,50 милиона броя), се използват за това производство.

Задача 2

1)

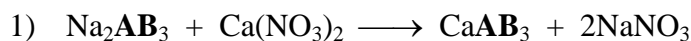


2) Асиметричните атоми са 3.

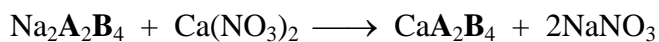


В структурата на съединение **Н** има 4 асиметрични атома.

Задача 3



$$n(\text{Na}_2\text{AB}_3) = n(\text{CaAB}_3); \frac{30,00}{2 \times 22,99 + M(\text{AB}_3)} = \frac{28,33}{40,08 + M(\text{AB}_3)}; \Rightarrow M(\text{AB}_3) = 60,01 \text{ g/mol}$$

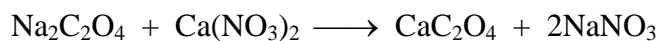
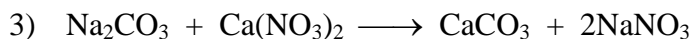


$$n(\text{Na}_2\text{A}_2\text{B}_4) = n(\text{CaA}_2\text{B}_4); \frac{30,00}{2 \times 22,99 + M(\text{A}_2\text{B}_4)} = \frac{28,68}{40,08 + M(\text{A}_2\text{B}_4)}; \Rightarrow M(\text{A}_2\text{B}_4) = 88,11 \text{ g/mol}$$

$$\begin{cases} M(\text{A}) + 3M(\text{B}) = 60,01 \text{ g/mol} \\ 2M(\text{A}) + 4M(\text{B}) = 88,11 \text{ g/mol} \end{cases}$$

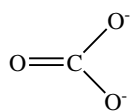
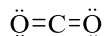
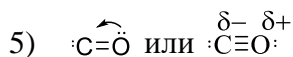
$M(\text{A}) = 12,13 \text{ g/mol}$ **A** е химичният елемент **C** ($M(\text{C}) = 12,012 \text{ g/mol}$)

$M(\text{B}) = 15,96 \text{ g/mol}$ **B** е химичният елемент **O** ($M(\text{O}) = 15,999 \text{ g/mol}$)

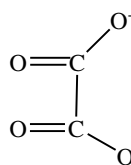
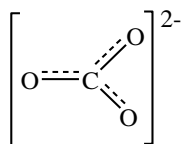


CO е неутрален оксид: не взаимодейства с вода, киселини и основи.

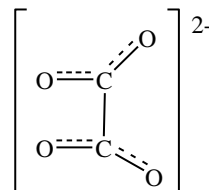
CO_2 е киселинен оксид: взаимодейства с вода до получаване на киселина, с основни оксиди и хидроксида.



или



или



IV Група

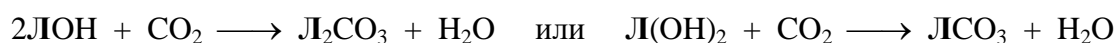
Задача 1

- 1) **A** е CO_2 ; **M** е силна основа и е хидроксид; **K** е сол.

$$m(\text{M}) = 0,04249 \times 2088,84 \text{ g} = 88,75 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 2170,41 \text{ g} - 2088,84 \text{ g} = 81,57 \text{ g}$$

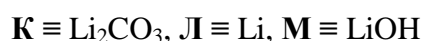
$$n(\text{CO}_2) = \frac{81,57 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 1,853 \text{ mol}$$



$$n(\text{Л}) = 3,706 \text{ mol (едновал. метал)} \quad \text{или} \quad 1,853 \text{ mol (двувал. метал)}$$

$$M(\text{M}) = \frac{88,75 \text{ g}}{3,706 \text{ mol}} = 23,95 \text{ g/mol} \quad \text{или} \quad = \frac{88,75 \text{ g}}{1,853 \text{ mol}} = 47,90 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Л}) = 6,94 \text{ g/mol (едновалентен)} \quad \text{или} \quad 13,88 \text{ g/mol (двувалентен метал)}$$



- 2) $m(\text{H}_2\text{O в началото}) = 2088,84 \text{ g} - 88,75 \text{ g} = 2000,09 \text{ g}$

$$m(\text{H}_2\text{O от реакцията}) = 1,853 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g/mol} = 33,39 \text{ g}$$

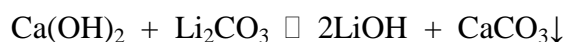
$$m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 1,853 \text{ mol} \times 73,89 \text{ g/mol} = 136,9 \text{ g}$$

$$m(\text{разтворен Li}_2\text{CO}_3) = 136,9 \text{ g} - 110,58 \text{ g} = 26,3 \text{ g}$$

$$r(\text{Li}_2\text{CO}_3) = \frac{26,3 \text{ g}}{2033,48 \text{ g}} \times 100 = 1,29 \text{ g/100gH}_2\text{O}$$

- 3) За да се получи LiOH от Li_2CO_3 , който е по-малко разтворим, другият продукт трябва да е още по-малко разтворим.

Един възможен вариант е от гасена вар:



- 4) $T_{\text{замр}}(\text{Li}_2\text{CO}_3) < T_{\text{замр}}(\text{LiOH})$

Общата молална концентрация на всички разтворени частици е по-висока при Li_2CO_3 , поради което понижението на температурата на замръзване е по-голямо.

- 5) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

$$c_{\text{eq}}(\text{OH}^-) = \beta (\text{CO}_3^{2-}) \times c_{\text{tot}}(\text{CO}_3^{2-}) = 0,0376 \times 0,100 \text{ mol/L} = 3,76 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$c_{\text{eq}}(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c_{\text{eq}}(\text{OH}^-)} = \frac{1 \times 10^{-14}}{3,76 \times 10^{-3}} = 2,66 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log c_{\text{eq}}(\text{H}^+) = 11,58$$

(c_{eq} – равновесна концентрация; c_{tot} – обща концентрация)

- 6) β ще се понижи, когато под влияние на външни фактори се стимулира обратната реакция. Това може да стане при добавяне на хидроксидни йони в разтвора или при понижаване на температурата, или при повишаване концентрацията на карбоната.

Задача 2

$$1) \quad m(\text{C}) = 0,396 \text{ g} \times \frac{12,011 \text{ g/mol}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,108 \text{ g}; \quad w(\text{C}) = \frac{0,108 \text{ g}}{0,150 \text{ g}} = 0,720 (72,0\%)$$

$$m(\text{H}) = 0,090 \text{ g} \times \frac{18,02 \text{ g/mol}}{2 \times 1,008 \text{ g/mol}} = 0,010 \text{ g}; \quad w(\text{H}) = \frac{0,010 \text{ g}}{0,150 \text{ g}} = 0,067 (6,7\%)$$

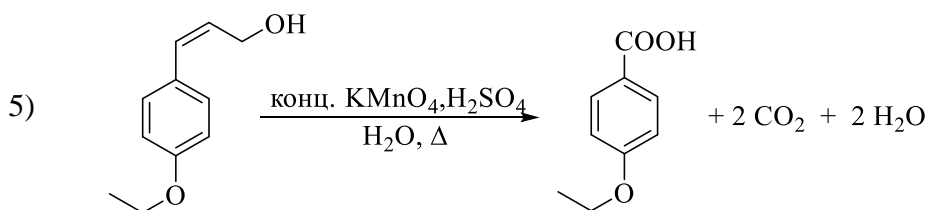
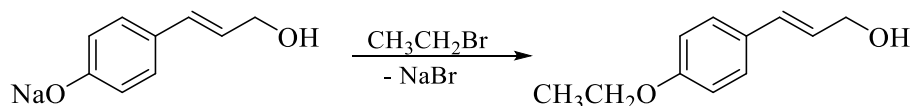
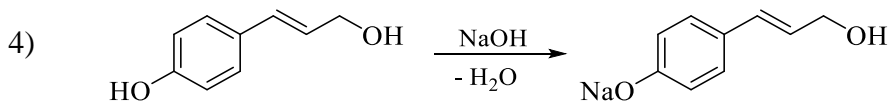
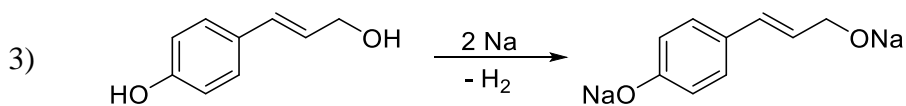
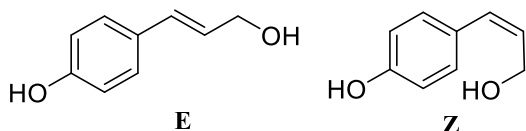
$$w(\text{O}) = 100 - (72,0 + 6,7) = 21,3\%,$$

$$\text{или } m(\text{O}) = 0,150 - (0,108 + 0,010) = 0,032 \text{ g}; \quad w(\text{O}) = \frac{0,032 \text{ g}}{0,150 \text{ g}} = 0,213 (21,3\%)$$

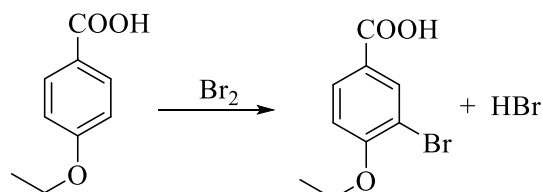
$$\frac{0,108 \text{ g}}{12,011 \text{ g/mol}} : \frac{0,010 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} : \frac{0,032 \text{ g}}{15,999 \text{ g/mol}} = 0,009 : 0,01 : 0,002 \approx 4,5 : 5 : 1; \Rightarrow 9:10:2$$

Молекулна формула на **p-Кумариловия алкохол**: $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ ($M = 150,18 \text{ g/mol}$)

2) Налице е π -диастереомерия.



B 4-етоксибензоена киселина

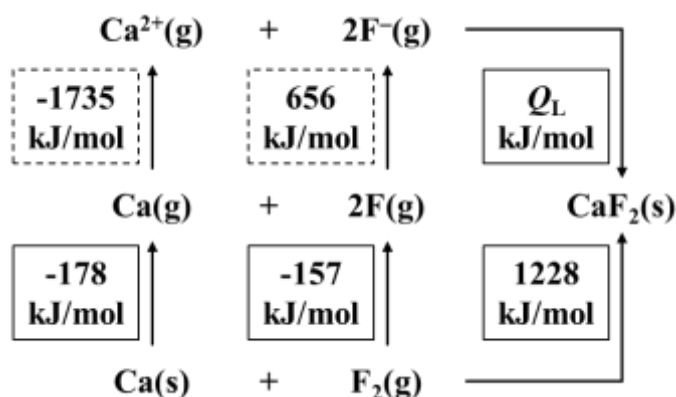


B

C 3-бромо-4-етоксибензоена киселина

Задача 3

1) Стойностите на топлинните ефекти от цикъла на Борн-Хабер са, както следва:



2) Энергията на кристалната решетка (Q_L) на флуорит се пресмята по закона на Хес:

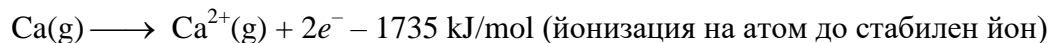
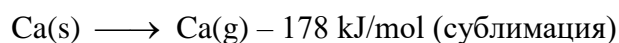
$$-178 + (-1735) + (-157) + 656 + Q_L = 1228 \Rightarrow Q_L = 2642 \text{ kJ/mol}$$

3) Разстояние (d) между йоните Ca^{2+} и F^{-} в минерала флуорит:

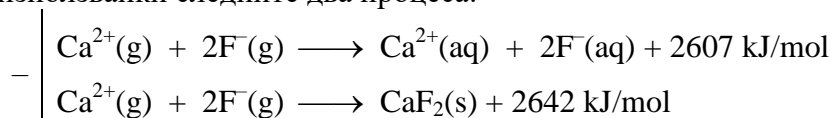
$$Q_L = \frac{AN_A |z_{\text{Ca}} z_{\text{F}}| e^2}{4\pi\epsilon_0 d^*} \frac{d^*}{d} \left(1 - \frac{d^*}{d}\right); \Rightarrow x(1-x) = 0,114, x = \frac{d^*}{d}$$

$$x_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4 \times 0,114}}{2}; \Rightarrow x = 0,131 \left(x < \frac{1}{2}\right); \Rightarrow d = \frac{0,0300}{0,131} = 0,229 \text{ nm}$$

4) Три от процесите от цикъла на Борн-Хабер са ендотермични:



5) Топлинният ефект на разтваряне (Q_S) на флуорит във вода се пресмята по закона на Хес, използвайки следните два процеса:



$$\text{CaF}_2(\text{s}) \square \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^{-}(\text{aq}) + Q_S, Q_S = 2607 - 2642 = -35 \text{ kJ/mol}$$

6) Разтворимостта на минерала флуорит ще нараства с повишаване на температурата, тъй като разтварянето му е ендотермичен процес ($Q_S = -35 \text{ kJ/mol}$).

Задача 4

