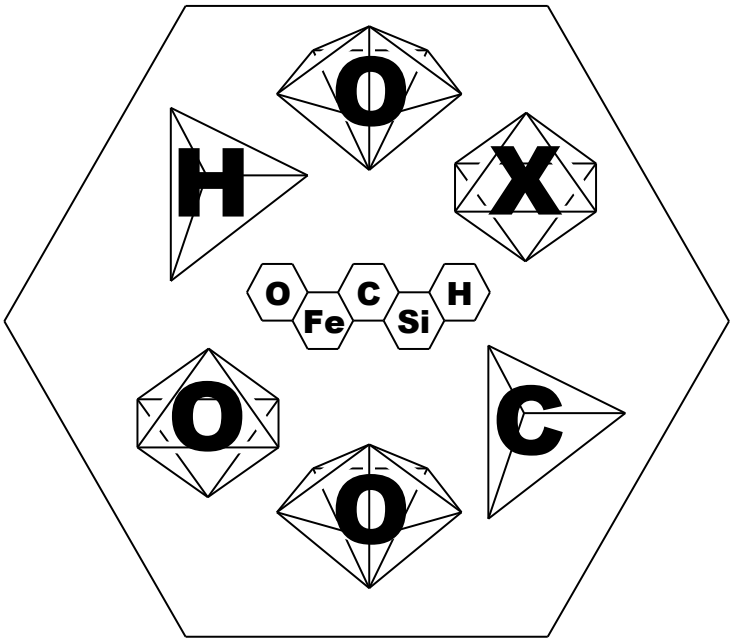


LVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА

ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Национален кръг, 21 – 22 март 2026 г.

Групи III и IV

ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

III Група

ПЪРВА ЧАСТ

1. Кои химични взаимодействия от (1) – (8) са възможни?

   (1) $KCl + F_2 \rightarrow$
   (2) $S + H_2O \rightarrow$
   (3) $C + S \rightarrow$
   (4) $C + H_2 \rightarrow$
   (5) $Al_2O_3 + H_2O \rightarrow$
   (6) $NO + H_2O \rightarrow$
   (7) $Cl_2 + O_2 \rightarrow$
   (8) $Ca(OH)_2 + NaOH \rightarrow$

   а) 1, 3 и 4 б) 3, 5 и 6 в) 1, 4 и 8 г) 4, 5 и 6

2. Кое от взаимодействията НЕ протича в атмосферата при кръговрата на азота?

   а) $N_2 + O_2 \rightarrow$ б) $NO + O_2 \rightarrow$ в) $N_2 + H_2 \rightarrow$ г) $NO_2 + H_2O \rightarrow$

3. За кое от веществата НЕ е характерна реакция на химично разлагане?

   а) $CaCO_3$ б) $HClO$ в) Na_2O г) $Al(OH)_3$

4. В кои съединения от (1) – (5) валентността на атомите е съответно 1, 4, 2?

   (1) $HClO_3$ (2) H_2CO_3 (3) H_2SO_4 (4) $HBrO_3$ (5) H_2SO_3

   а) 1 и 3 б) 2 и 4 в) 3 и 4 г) 2 и 5

5. В една епруветка има воден разтвор на алуминиев трихлорид и бариев дихлорид. При добавяне на кое от веществата НЯМА да се образува утайка?

   а) KOH б) HCl в) H_2SO_4 г) $AgNO_3$

6. В кое съединение отношението на масовите части на два от елементите е приблизително 2:1?

   а) Na_2CO_3 б) $MgCO_3$ в) $CaCO_3$ г) K_2CO_3

7. В коя комбинация всички вещества реагират с разредена сярна киселина?

   а) $NaOH$, BaO, $AgNO_3$, Cu
   б) $Ba(OH)_2$, N_2O, $CuSO_4$, Ca
   в) $Ca(OH)_2$, Al_2O_3, NO, Fe
   г) $Mg(OH)_2$, CuO, $BaCl_2$, Al

8. Ако към 200 g разтвор, съдържащ 16,4 g хлороводород, се прибавят 200 g разтвор на сода каустик (9,0 масови %), колко ще е масовата част на разтвореното вещество в получения разтвор?

   а) 0,0041 б) 0,013 в) 0,066 г) 0,086

9. В кое съединение има точно два асиметрични въглеродни атома?

а) 2,3-диметилхептан
б) 3,4-диметилхептан
в) 2,4,6-триметилхептан
г) 2,3,4,5-тетраметилхептан

10. Смесени са равни обеми солна киселина (c = 0,1 mol/L) и разтвор на натриева основа (c = 0,05 mol/L). Към разтвора е прибавен разтвор на сребърен нитрат (c = 0,05 mol/L) със същия обем като изходните разтвори. Как ще се промени виолетовият лакмус, добавен към получения разтвор?

а) ще стане червен
б) ще стане син
в) ще се обезцвети
г) няма да се промени

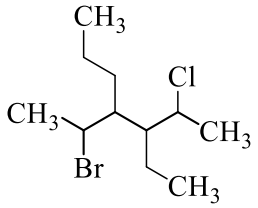
11. В таблицата са представени четири вещества с голям принос към парниковия ефект в земната атмосфера: въглероден диоксид, R-22 ($CHClF_2$), фреон-11 (CCl_3F) и флуороформ (CHF_3). Поради различната способност на веществата да задържат топлинна енергия, за сравнителна оценка на ефекта им в атмосферата учените са дефинирали величина, наречена *потенциал за глобално затопляне* (ПГЗ), като ПГЗ на 1 kg CO_2 се приема за 1. Кой от газовете в таблицата е на ТРЕТО място по въздействие?

Данни за 2021 година	CO_2	$CHClF_2$	CCl_3F	CHF_3
ПГЗ	1	5690	7430	12400
Масова част в атмосферата, %	$6{,}32\times10^{-2}$	$7{,}75\times10^{-10}$	$1{,}04\times10^{-9}$	$8{,}45\times10^{-11}$

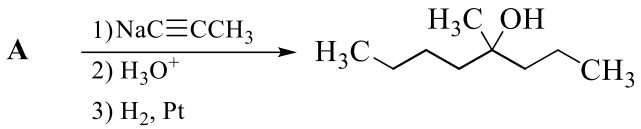
а) CO_2 б) $CHClF_2$ в) CCl_3F г) CHF_3

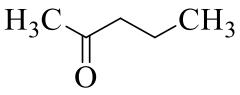
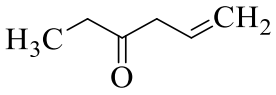
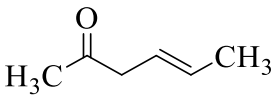
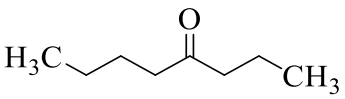
12. Кое е наименованието на съединението по IUPAC?

а) 2-бромо-3-пропил-4-(1-хлороетил)хексан
б) 2-бромо-4-етил-3-пропил-5-хлорохексан
в) 4-(1-бромоетил)-5-(1-хлороетил)хептан
г) 4-(1-бромоетил)-3-етил-2-хлорохептан



13. Кое е съединение А от схемата?



а) 
б) 
в) 
г) 

14. При коя комбинация от реагенти и условия хекса-1,4-диен се превръща в диол?

    а) H_2O, H^+, t°

    б) $KMnO_4$, H_2O, ст. темп.

    в) $KMnO_4$, NaOH, t°

    г) $KMnO_4$, к. H_2SO_4, t°

15. Колко изомерни продукта се получават при дехидрохлориране на 3-метил-3-хлорохексан?

    а) 1 б) 2 в) 3 г) 5

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1

Проба с маса 3,335 g съдържа две бинарни съединения **А** и **Б**, съответно на металите **М** и **М1**. Масовата част на **А** в пробата е 0,60. Веществото **Б** сол, която се разтваря във вода, но не взаимодейства с нея. Общото метално съдържание в пробата е 59,43 масови %.

За да се раздели **А** от **Б**, към пробата е добавена вода, при което се наблюдава нейното частично разтваряне, както и отделянето на газ **Г1**, който заема обем 0,9334 L (0 °C, 1 atm). Обемът на получения разтвор (след отделяне на твърдия остатък) е 100,0 mL, а сумата от концентрациите на йоните в разтвора е 0,3609 mol/L. Масата на твърдия остатък (след неговото отделяне и изсушаване) е 4,332 g.

Веществото **А** може да се получи при взаимодействие на простите вещества на химичните елементи, участващи в състава му, при специални условия по уравнение 1:

$$\mathbf{М} + \mathbf{Д} \xrightarrow{\text{спец.условия}} \mathbf{А} \qquad \textbf{уравнение 1}$$

Веществото **А** може да се получи и при взаимодействие на оксида на **М** (**Е**) с **Д**, при което се отделя газ **Г2**. Газът **Г2** е отровен газ, който не взаимодейства с киселини и основи, но намира приложение в производството на някои слабоактивни метали от техни оксиди, например желязо, при което от 1 mol оксид на желязо се получават 111,7 g желязо и се отделя газ **Г3**, който заема обем 67,23 L (0 °C, 1 atm).

Веществото **Б** също може да се получи при директно взаимодействие на простите вещества на химичните елементи, участващи в състава му, при обикновени условия по уравнение 2:

$$\mathbf{М1} + \mathbf{Ж} \rightarrow \mathbf{Б} \qquad \textbf{уравнение 2},$$

където **Ж** е силно отровен газ с остра миризма.

1. Определете кои са газовете **Г2** и **Г3** и напишете химичното уравнение за получаване на желязо от газа **Г2** според описания процес. Подкрепете отговора си с изчисления.

2. Определете кои са веществата **А**, **Б**, **М**, **М1**, **Д**, и **Ж,** *ако знаете, че:*

   n(**твърд остатък**) : n(**Г1**) = 4:3 при добавяне на вода към пробата, съдържаща **А** и **Б**.

   n(**М**) : n(**Д**) = 4:3 в уравнение 1

   n(**М1**) : n(**Ж**) = 1:1 в уравнение 2

   Обосновете отговора си с изчисления.

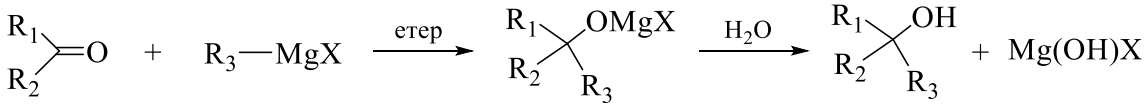
3. Определете формулата на веществото в твърдия остатък, като използвате изчисления.
4. Напишете химичните уравнения на взаимодействие на **Е** с **Д** и на **А** с вода.

Задача 2

Нисшите алкохоли се използват като полярни органични разтворители. С увеличаване на молекулната маса на алкохолите, разтворимостта им във вода намалява и стават подходящи за приложение в парфюмерията. Алкохолът **D** има свеж цветен аромат, наподобяващ уханието на момина сълза, люляк и роза. **D** съдържа монозаместено бензеново ядро, свързано с разклонена наситена въглеродна верига, а молната му маса е 150,22 g/mol.

1. Определете молекулната формула на **D**, като подкрепите отговора си с изчисления.
2. Запишете със структурни формули всички изомерни алкохоли, които отговарят на предоставената ви до тази точка информация за **D**, а където е необходимо, използвайте стереоформули.
3. Определете структурата на **D** и го наименувайте по IUPAC, ако знаете че **D** не се окислява от умерени окислители.

Алкохолът **D** може да бъде синтезиран при реакция на карбонилни съединения с гринярови реактиви по схемата:



R_1 и R_2 = алкил, арил или H

R_3 = алкил или арил, а X е халоген.

4. Запишете две комбинации от карбонилно съединение и гриняров реактив, с които може да бъде получен **D** по представената схема. Наименувайте карбонилните съединения.
5. Изразете с химично уравнение взаимодействието на **D** с концентрирана сярна киселина при нагряване, като запишете със структурни формули всички възможни органични продукти. Подчертайте главния продукт.

Задача 3.

В превод от гръцки език името на метала X означава „камък“. Парадоксално обаче, X е толкова лек, че би плавал във вода, и е толкова мек, че може да се реже с кухненски нож.



В наши дни този метал е изключително ценен за дигиталните технологии и автомобилостроенето. Основните му находища се намират в Южна Америка, в райони, наречени „*салари*“ (солени равнини). Там металът не се копае като обикновена руда, а се извлича от саламура – свръхсолена подземна вода. В таблица 1 са сравнени двата най-важни района за добив на „*бялото злато*“.

Таблица 1. Сравнителни данни за основните райони за добив на **X**

Показател	Салар де Уюни (Боливия)	Салар де Атакама (Чили)
Географско положение	Високопланинско плато със средна надморска височина ~3650 m	Котловина със средна надморска височина ~2300 m
% от световните запаси	~21% – 23%	~10% – 11%
Климат	Средна дневна температура: 13-21°C Има изразен дъждовен сезон.	Средна дневна температура: 18-32°C Най-сухото място на Земята.
Време за обработка на саламурата в природни условия	18 – 24 месеца	12 – 18 месеца

1. Кой естествен процес се използва в Южна Америка за превръщането на течната саламура в концентрирана смес от кристали, съдържащи **X**?

Солените води, от които се добива X, са разположени в т. нар. водоносни слоеве дълбоко под земната повърхност. Най-често над тях или в съседство се намират слоеве с чиста, питейна вода. За да се извлече саламурата, е необходимо от земните недра да се изпомпват огромни количества солена подземна вода.

2. Как ще повлияе изпомпването на саламура върху наличието и възможността за използване на питейна вода? Аргументирайте отговора си, като посочите две причини.

В саламурата йоните на X са част от състава на съединението Y. Добиването на X обаче се усложнява от присъствието на значителни количества от съединението Z. То съдържа йоните на метала M. За Y и Z е известно, че:

- **са бинарни съединения с йонен строеж, разтворими във вода;**
- **Y е изградено от еднозарядни йони на елементи, разположени в два съседни малки периода на периодичната таблица;**
- **Z съдържа йоните на M, който е в съседен период и е в съседна група на X;**
- **при добавяне на разтвор на сребърен нитрат към разтвор на Y, както и към разтвор на Z, се образува бяла утайка с еднакъв състав.**

3. Запишете химичните знаци на елементите **X** и **M**, химичните означения на техните йони и химичните формули на съединенията **Y** и **Z**.

4. Изразете с химични уравнения взаимодействията на **Y** и **Z** със сребърен нитрат.

В таблица 2 са представени данни за масата на йоните на X и M, съдържащи се в проби от концентрирана саламура от двата района.

Таблица 2. Маса на йоните в 200 g саламура

Район	Маса на йоните на X, g	Маса на йоните на M, g
Салар де Уюни (Боливия)	0,6	12,0
Салар де Атакама (Чили)	0,8	4,8

5. Като използвате данните от таблици 1 и 2, оценете кой район (държава) е по-ефективен за добив на метала **X**, ако се:

5.1. отчитат само природно-климатичните условия. Обосновете се с едно изречение.

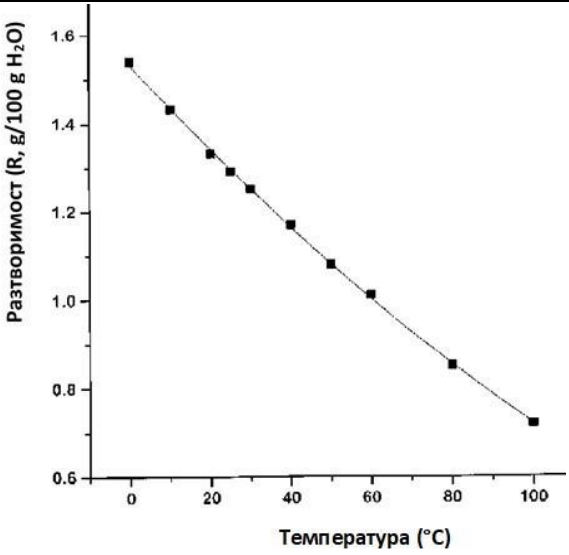
5.2. вземе предвид химичният състав на саламурата. Докажете отговора си, като пресметнете и сравните отношението между масовите части на йоните на **X** и **M** за съответните райони.

Промишленото извличане на метала X от концентрирана саламура включва следните етапи:

Етап 1: Към саламурата обикновено се добавя гасена вар, която взаимодейства със Z и така се отстраняват „пречещите“ йони на метала M. В резултат се образува бяла утайка от съединението G и разтвор, съдържащ съединението D.

Етап 2: Утайката от G се отделя от разтвора. Към останалия разтвор при обикновени условия се добавя Na_2CO_3, който взаимодейства с D. По този начин от разтвора се отстраняват металните йони на D, чиито съединения биха замърсили крайния продукт.

Етап 3: След като разтворът е „почистен“ от металните йони от Z и D, той се загрява до 80-90 °C. Към горещия разтвор отново се добавя Na_2CO_3, при което протича взаимодействие с Y и се получава сол R на метала X, чиято разтворимост е представена на фиг. 1. Впоследствие чрез други химични процеси от нея се извлича самият метал.



Фиг. 1 Разтворимост на R

6. Кой метод е приложим за отделяне на получените утайки от разтвора при производствения процес?

7. Означете с химични формули веществата **G**, **D** и **R**. Запишете с химични уравнения протичащите процеси в трите етапа.

8. Като използвате данните от фиг. 1, обяснете защо в етап 3 е необходимо разтворът да бъде горещ?

IV ГРУПА

Задача 1

Веществото **К** е твърд кристалохидрат с йонен строеж. Проба от него с маса 12,589 g е нагрята до 250 °C. След охлаждане се получава безводно вещество **К1** с маса 9,825 g, което съдържа три химични елемента. От него са претеглени 8,134 g и са поставени в установка, свързана чрез дълга охлаждаща тръба със специална полимерна торба за събиране на газ. Установката е затворена, като заедно с тръбата и торбата образува затворена система. Тази система е претеглена при 25 °C и показанието на везната е 162,587 g. Установката е нагрята до 550 °C, при което **К1** се превръща в **Л** с отделяне на безцветен газ **Ф**, който запълва и раздува торбата. След охлаждане до 25 °C затворената система е претеглена, като показанието на везната е 160,748 g. Разликата в отчетената маса се дължи единствено на Архимедовата сила. Налягането в системата преди и след експеримента е 1 atm. Масата на **Л** е 6,355 g. Цялото количество **Л** реагира в стехиометрично количество с 91,40 mL разтвор на азотна киселина, с плътност 1,043 g/mL и масова част на разтвореното вещество 8,397%, като се отделя безцветен газ **Х**. Масата на получения разтвор след пълно отделяне на **Х** е 98,891 g. За газа **Х** е известно, че взаимодейства с NaOH.

1. Изчислете масата на газа **Ф**, неговия обем (при 25 °C и 1 atm) и молната му маса.
2. Определете кои са веществата **К**, **К1**, **Л**, **Ф** и **Х**, като се обосновете с изчисления.

Необходима информация:

1 atm = 101325 Pa

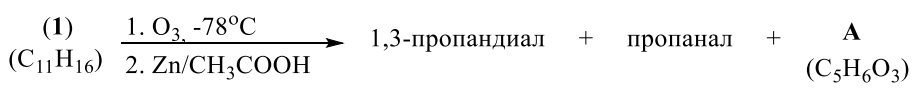
$\rho_{въздух}$(25 °C, 1 atm) = 1,184 kg/m^3

0 °C = 273,15 K

R = 8,314 J K^{-1} mol^{-1}

Задача 2

Съединение (**1**), влизащо в състава на водорасли, допринася за „уханието на морския бряг“ по плажовете в Хавай. При хидрогениране на (**1**) с излишък от водород в присъствие на катализатор Pd се получава циклоалкан, съдържащ седемчленен пръстен. Озонолизата на (**1**) протича по схемата:



Съединението **А** е с отворена верига и при редукцията му с H_2 в присъствие на катализатор Pt се получава поливалентен алкохол, който съдържа хидроксилни групи само при първични въглеродни атоми.

1. Напишете структурните формули на 1,3-пропандиал, пропанал и на съединение **А**. Напишете структурната формула на съединение (**1**) без да отчитате стереохимията.

2. Изразете взаимодействието на съединение (**1**) с:
   а) излишък от H_2 в присъствие на катализатор Pd;
   б) излишък от Br_2 в среда от CCl_4;

3. При взаимодействие на циклоалкана, получен в условие 2а, с бром при облъчване със светлина, протича реакция на монобромиране с главен продукт съединение **Б**. Напишете химичното уравнение за получаване на **Б**.

4. При взаимодействие на съединението **Б** с KOH в среда от C_2H_5OH при нагряване се получават органичните продукти **В1** и **В2**. Изразете химичното уравнение на това взаимодействие.

5. Като използвате клиновидни формули, напишете продуктите, получени при взаимодействие на съединението **В1**, съдържащо ендоциклична (в пръстена) двойна връзка въглерод-въглерод, с:

   а) разреден воден разтвор на $KMnO_4$ при 20°C. При тази реакция двата кислородни атома от реагента се присъединяват от една и съща страна на двойната връзка.

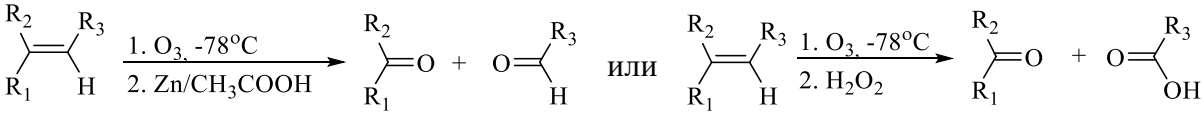
   б) *m*-хлоропербензоена киселина (*m*-ClC_6H_4COOOH, MCPBA) и следващо взаимодействие на полученото междинно съединение с разреден воден разтвор на натриева основа. При тази последователност от реакции също се получава 1,2-диол, подобно на т. 5а, но хидроксилните групи се разполагат от различни страни на реагиращата двойна връзка.

6. Напишете стереоизомерите на (**1**).

7. Изразете взаимодействието на един от стереоизомерите на съединение (**1**) с O_3 при -78°C и следваща разработка с H_2O_2. Може ли реакцията на озонолиза да се използва за разграничаване на π-диастереомери при съединения, съдържащи двойна връзка въглерод-въглерод? Обосновете кратко отговора си.

Допълнителна информация:

Взаимодействието на алкени с озон се нарича озонолиза и се използва за „контролирано“ разкъсване на сложна връзка въглерод-въглерод.



R_1, R_2, R_3 = алкил-

Задача 3

Алуминий е един от металите с най-широка употреба в практиката. Едно приложение на Al е в реакцията алуминотермия, при която отделената топлина служи, например, за заваряване на релси. Голямото количество отделена топлина е свързано с голямата топлина на образуване на Al_2O_3, $Q^0_{обр}(Al_2O_{3(тв)})$. Съществуват и други изключително стабилни

оксиди, които се получават при подобни реакции чрез изместване на други елементи от оксидите им. Тъй като оксидите са с различна стехиометрия, $Q^0_{обр}$ не е подходяща величина за директна оценка на знака на топлинния ефект при заместителни реакции, подобни на алуминотермията. За точна количествена оценка може да се дефинира величината „***еквивалентна*“ *топлина на образуване***, $Q^E_{обр} = Q^0_{обр}/k$, където k е цяло положително число и се нарича ***еквивалент***. Тогава, колкото по-голяма е $Q^E_{обр}$ на даден оксид, толкова по-стабилен е той.

1. Изразете с изравнено термохимично уравнение (при стандартни условия) и пресметнете топлинния ефект (в kJ/mol Al_2O_3) на взаимодействието между:
   - Al и ZnO;
   - Al и Na_2O.

   Определете вида на процесите според топлинния им ефект.
2. На коя от величините – степен на окисление на метала или брой кислородни атоми в химичната формула на оксида – е по-подходящо да се приравни k? Аргументирайте се кратко въз основа на уравненията от т. 1. Напишете стойността на ***еквивалента k*** за всеки от оксидите Na_2O, ZnO и Al_2O_3.
3. Кой от оксидите в таблица 1 е с най-голяма стойност на $Q^E_{обр}$? Опишете накратко разсъжданията и изчисленията си.
4. Предложете **два** оксида от таблица 1 с различна стехиометрия от Al_2O_3, с които при заместителна реакция с алуминий ще се погълне топлина (не се изискват изчисления).
5. Напишете формулите на висшите оксиди на d-елементи от четвърти период (от таблица 1), които могат да участват в реакция на алуминотермия.

При алуминотермия на проба с маса 9,000 g от неизвестен оксид от въпрос 5 се отделят 61,437 kJ.

6. Чрез изчисления покажете кой е неизвестният оксид.

Таблица 1. Стандартни топлини на образуване на оксиди ($Q^0_{обр}$, kJ/mol) в твърдо състояние.

формула	$Q^0_{обр}$	**формула**	$Q^0_{обр}$	**формула**	$Q^0_{обр}$
Li_2O	595,8	TiO_2	944,8	MoO_3	745,2
Na_2O	416,0	ZrO_2	1097,5	WO_3	842,9
K_2O	363,2	HfO_2	1144,7	V_2O_5	1550,6
MgO	601,8	Al_2O_3	1675,3	Nb_2O_5	1905,8
CaO	635,5	Sc_2O_3	1908,3	Ta_2O_5	2045,0
ZnO	350,5	Cr_2O_3	1134,7		

Стандартни условия: $t° = 25°C$, $p = 1$ bar

Задача 4

Съединението (**А**) е оптичнонеактивен алкохол с молекулна формула $C_6H_{14}O$ и участва във взаимодействията от схема (1):

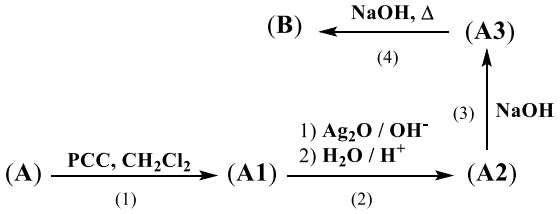


Схема (1)

- Реагентът PCC (пиридиниев хлорохромат) окислява алкохол до алдехид;
- Съединението (**В**) е въглеводород, който се получава при декарбоксилиране на (**А3**). От (**В**) при взаимодействие с Br_2 и облъчване с UV светлина се получава само едно монобромопроизводно.

1. Напишете структурните формули на органичните съединения, получени при процесите от (1) до (4). Напишете структурната формула на (**А**) и го наименувайте по IUPAC.
2. Запишете с уравнение взаимодействието на (**В**) с Br_2 и облъчване с UV светлина, при което се получава монобромопроизводно.

Съединението (**А**) е изходно за взаимодействията от схема 2:

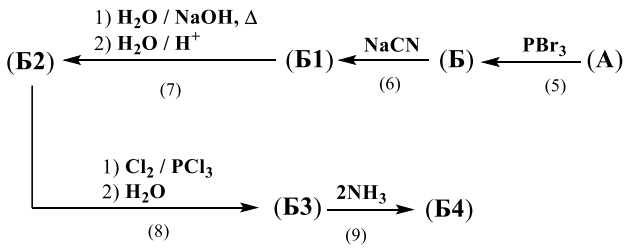


Схема (2)

3. Напишете структурните формули на органичните съединения, получени при процесите от схема (2).
4. Съединението (**Б4**) е непротеиногенна аминокиселина. На отделен ред напишете структурната формула на (**Б4**). Наименувайте го IUPAC. Означете със звездичка асиметричния въглероден атом. Напишете Фишеровите проекционни формули на двата енантиомера на (**Б4**). Под всеки от енантиомерите означете конфигурацията му - D или L.

ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период	**1** IA												**13** IIIA	**14** IVA	**15** VA	**16** VIA	**17** VIIA	**18** VIIIA
	1		← Група →															2
1	H 1,0080	**2** IIA																He 4,0026
	3	4											5	6	7	8	9	10
2	Li 6,94	Be 9,0122											B 10,81	C 12,011	N 14,007	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180
	11	12											13	14	15	16	17	18
3	Na 22,990	Mg 24,305	**3** IIIБ	**4** IVБ	**5** VБ	**6** VIБ	**7** VIIБ	**8**	**9** ← VIIIБ →	**10**	**11** IБ	**12** IIБ	Al 26,982	Si 28,085	P 30,974	S 32,06	Cl 35,45	Ar 39,95
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,867	V 50,942	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,38	Ga 69,723	Ge 72,630	As 74,922	Se 78,971	Br 79,904	Kr 83,798
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,95	Tc (97)	Ru 101,07	Rh 102,91	Pd 106,42	Ag 107,87	Cd 112,41	In 114,82	Sn 118,71	Sb 121,76	Te 127,60	I 126,90	Xe 131,29
	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs 132,91	Ba 137,33	La 138,91	Hf 178,49	Ta 180,95	W 183,84	Re 186,21	Os 190,23	Ir 192,22	Pt 195,08	Au 196,97	Hg 200,59	Tl 204,38	Pb 207,2	Bi 208,98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
7	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (267)	Db (268)	Sg (269)	Bh (270)	Hs (269)	Mt (277)	Ds (281)	Rg (282)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (290)	Mc (290)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)

лантаноиди	57 La 138,906	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
актиноиди	89 Ac (227)	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

РЕД НА ЕЛЕКТРООТРИЦАТЕЛНОСТ

Cs < K< Na < Ba < Li < Ca < Mg < Zn < Al < Fe < Cu < Ag < Ni < Si < P < H < I < C < S < Br < Cl < N < O < F

РЕД НА ОТНОСИТЕЛНА АКТИВНОСТ

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	H_2+2OH^-	Zn	Fe	Ni	Pb	**H_2**	Cu	$4OH^-$	Ag	Hg	$2H_2O$	$2Cl^-$	Au
Li^+	K^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	$2H_2O$	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	**$2H^+$**	Cu^{2+}	O_2+2H_2O	Ag^+	Hg^{2+}	O_2+4H^+	Cl_2	Au^{3+}

Разтворимост във вода на соли, хидроксиди и киселини

катиони / аниони	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
OH^-		**Г**			**МР**		**СР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**
Cl^-					**МР**						**СР**			
Br^-					**МР**						**СР**			
I^-					**МР**					**МР***	**МР**		*	
S^{2-}	**Г**				**МР**				**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**ВВ**
SO_3^{2-}	**Г**				**СР**	**МР**	**МР**	**СР**	**СР**		**МР**	**СР**		
SO_4^{2-}					**СР**	**МР**	**СР**				**МР**			
NO_3^-														
PO_4^{3-}					**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**
CO_3^{2-}	**Г**				**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**ВВ**	**ВВ**
CrO_4^{2-}					**МР**	**МР**			**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	**МР**	

Г – Газ

СР – Средно разтворимо вещество

МР – Малко разтворимо вещество

ВВ – Взаимодейства с вода

* – Протича редокс реакция

МР* – Малко разтворимо вещество, образувано след редокс реакция

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

III ГРУПА

ПЪРВА ЧАСТ

Задача	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Отговор	**а**	**в**	**в**	**г**	**б**	**б**	**г**	**в**	**б**	**а**	**б**	**г**	**в**	**а**	**г**

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1

1. **Г2** е **CO** (отровен оксид, не взаимодейства с киселини и основи).
следователно **Г3** е CO_2
От 1 mol железен оксид се получават 111,7 g желязо и 67,23 L **Г3**
n**(Г3)** $= \frac{V}{V_m} = \frac{67,23}{22,41} = 3,000$ mol
n(**Fe**) $= \frac{m(\mathbf{Fe})}{M(\mathbf{Fe})}$ = 111,7/55,85 = 2,000 mol
- ⇨ n(**оксид**) : n(**Fe**) : n(**Г3**) = 1 : 2 : 3
- ⇨ $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

2. При взаимодействие на **Е** с **Д** се получава **Г2**, който е CO
=> **Д** е **C** (**Д** е просто вещество)
n(**M**) : n(**Д**) = 4:3
- ⇨ $4\mathbf{M} + 3C \rightarrow \mathbf{M}_4C_3$

Ж е $\mathbf{Cl_2}$, (просто вещество, отровен газ с остра миризма) и n(**M1**) : n(**Ж**) = 1:1
- ⇨ $\mathbf{M1} + Cl_2 \rightarrow \mathbf{M1}Cl_2$

При добавянето на вода към сместа на **А** от **Б**, **Б** ($\mathbf{M1}Cl_2$) се разтваря.
- ⇨ $c(M1^{2+}) + 2 \times c(Cl^-) = 0,3609$ mol/L
  c(**M1**) = 0,1203 mol/L
- ⇨ n(**M1**) : n(**Б**) = 1 : 1 => c(**Б**) = 0,1203 mol/L

А е 60%, => **Б** е 40%
m(**Б**) = 0,4000 × 3,335 = 1,334 g
m(**Б**) = c(**Б**) × V(**Б**) × M(**Б**), => 1,334 = 0,1203 × 0,100 × M(**Б**), M(**Б**) = 110,9 g/mol
- ⇨ M(**M1**) = M(**Б**) – 2 × M(Cl) = 110,9 – 2 × 35,45 = 40,00 g/mol
- ⇨ **M1** е **Ca , Б** е $\mathbf{CaCl_2}$

$m(Ca) = \frac{m(CaCl_2)}{M(CaCl_2)} \times M(Ca) = \frac{1,334}{110,978} \times 40,078 = 0,4818$ g
=> $w(Ca) = \frac{m(\boldsymbol{Ca})}{\boldsymbol{m}(\text{проба})} \times 100 = \frac{0,4818}{3,335} \times 100 = 14,45$ %
=> w(**M**) = 59,43 - 14,45 = 44,98%,
m(**M**) = m(проба) × $w(\mathbf{M})_{\text{в пробата}}$ = 0,4498 × 3,335 = 1,500 g
$w(\mathbf{M})_{\text{в А}} = \frac{m(\mathbf{M})}{m(\mathbf{A})} = \frac{1,500}{3,335-1,334} = 0,7497$
$0,7497 = \frac{4M(\mathbf{M})}{4M(\mathbf{M})+3M(\mathbf{C})} => M(\mathbf{M}) = 26,98$ g/mol
M е **Al**, **A** е $\mathbf{Al_4C_3}$
3. m(**твърд остатък**) = 4,332 g

⇨ $n(\mathbf{Г1}) = \frac{V}{V_m} = \frac{0{,}9334}{22{,}41} = 0{,}04165$ mol

n(**Г1**) : n(**твърд остатък**) = 3 : 4

⇨ $n(\mathbf{твърд\ остатък}) = \frac{4 \times n(\mathbf{Г1})}{3} = \frac{4 \times 0{,}04165}{3} = 0{,}05553$ mol

⇨ $M(\mathbf{твърд\ остатък}) = \frac{m(\text{твърд остатък})}{n(\text{твърд остатък})} = \frac{4{,}332}{0{,}05553} = 78{,}01$ g/mol

⇨ утайката е от **$Al(OH)_3$**

4. $2Al_2O_3 + 9C \rightarrow Al_4C_3 + 6CO$

$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$

Задача 2

1. **D** съдържа монозаместено бензеново ядро и хидроксилна група и има молна маса 150,22 g/mol.

$M(C_6H_5) + M(C_nH_{2n}) + M(OH) = 150{,}22$

$77{,}106 + M(C_nH_{2n}) + 17{,}007 = 150{,}22$

$M(C_nH_{2n}) = 56{,}107$

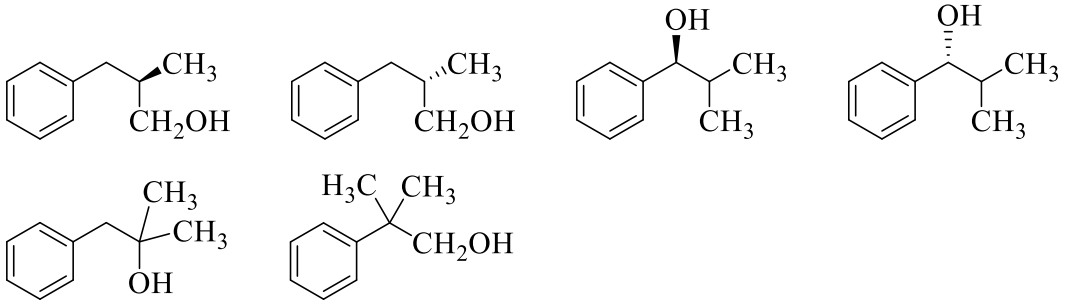
$n \times 12{,}011 + 2 \times n \times 1{,}008 = 56{,}107$

$n \times 14{,}027 = 56{,}107$

$n = \frac{56{,}107}{14{,}027} = 4$

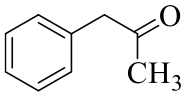
От тук следва, че **D** има молекулна формула **$C_{10}H_{14}O$**.

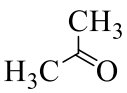
2.



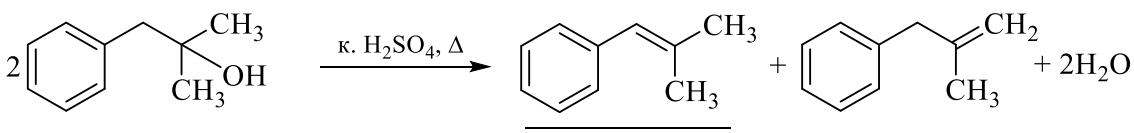
3. От всички записани изомери само третичният алкохол **2-метил-1-фенилпропан-2-ол** не взаимодейства с умерени окислители, следователно това е **D**.

4. Възможни комбинации са:

 и CH_3MgI

 и $C_6H_5CH_2MgBr$

1-фенилпропан-2-он и пропан-2-он (ацетон)

5. 

Задача 3

1. Изпарение/кристализация

2. Питейната вода **ще намалее**, защото:
- Изпомпването на солената вода ще предизвика оттичане на сладката (питейната) вода надолу, за да запълни празното място. Така нивата ѝ ще спаднат и по-трудно ще се извлича.
- Съществува риск от смесване на солената и сладката вода, което ще направи питейната вода неизползваема.

3. **X** – Li, $\mathbf{X}^+$ – Li^+; **M** – Mg, $\mathbf{M}^{2+}$ – Mg^{2+}; **Y** – LiCl, **Z** – $MgCl_2$

4. $LiCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + LiNO_3$
$MgCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow 2AgCl\downarrow + Mg(NO_3)_2$

5. По-ефективен за добив на **X (Li)** е районът **Салар де Атакама (Чили)**.

5.1. Причината е (*една или друга в посочения смисъл*):
Природните условия в Чили позволяват по-кратко време за обработка на саламурата, поради сухия климат и по-високата дневна температура, което позволява по-бързо изпарение на саламурата.

5.2. **Салар де Уюни (Боливия):**

$$w(\mathrm{Mg^{2+}}) = \frac{m(\mathrm{Mg^{2+}})}{m(\text{саламура})} = \frac{12\ \mathrm{g}}{200\ \mathrm{g}} = 0{,}06\ (6\%)$$

$$w(\mathrm{Li^{+}}) = \frac{m(\mathrm{Li^{+}})}{m(\text{саламура})} = \frac{0{,}6\ \mathrm{g}}{200\ \mathrm{g}} = 0{,}003\ (0{,}3\%)$$

Или

$\frac{w(\mathrm{Mg^{2+}})}{w(\mathrm{Li^{+}})} = \frac{m(\mathrm{Mg^{2+}})/m(\text{саламура})}{m(\mathrm{Li^{+}})/m(\text{саламура})} = \frac{12\ \mathrm{g}}{0{,}6\ \mathrm{g}} = \frac{20}{1}$, следователно: $w(\mathrm{Mg^{2+}}) : w(\mathrm{Li^{+}}) = 20:1$

Салар де Атакама (Чили):

$$w(\mathrm{Mg^{2+}}) = \frac{m(\mathrm{Mg^{2+}})}{m(\text{саламура})} = \frac{4{,}8\ \mathrm{g}}{200\ \mathrm{g}} = 0{,}024\ (2{,}4\%)$$

$$w(\mathrm{Li^{+}}) = \frac{m(\mathrm{Li^{+}})}{m(\text{саламура})} = \frac{0{,}8\ \mathrm{g}}{200\ \mathrm{g}} = 0{,}004\ (0{,}4\%)$$

Или

$\frac{w(\mathrm{Mg^{2+}})}{w(\mathrm{Li^{+}})} = \frac{m(\mathrm{Mg^{2+}})/m(\text{саламура})}{m(\mathrm{Li^{+}})/m(\text{саламура})} = \frac{4{,}8\ \mathrm{g}}{0{,}8\ \mathrm{g}} = \frac{6}{1}$, следователно: $w(\mathrm{Mg^{2+}}) : w(\mathrm{Li^{+}}) = 6:1$

6. филтруване

7. **G** – $Mg(OH)_2$, **D** – $CaCl_2$, **R** – Li_2CO_3

Етап 1: $MgCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$

Етап 2: $CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaCl$

Етап 3: $2LiCl + Na_2CO_3 \rightarrow Li_2CO_3\downarrow + 2NaCl$

8. Разтворимостта на **R** (Li_2CO_3) намалява при повишаване на температурата, което позволява по-пълното му утаяване.

Задача 1

1. $m(\mathbf{Ф}) = 8{,}134\ \text{g} - 6{,}355\ \text{g} = 1{,}779\ \text{g}$

$V(\mathbf{Ф}) = \frac{m(\text{изместен въздух})}{\rho(\text{въздух})} = \frac{162{,}587\ \text{g} - 160{,}748\ \text{g}}{1{,}184\ \text{g/L}} = 1{,}553\ \text{L}$

$n(\mathbf{Ф}) = \frac{101{,}325\ \text{kPa} \times 1{,}553\ \text{L}}{8{,}314\ \text{J/(K mol)} \times 298{,}15\ \text{K}} = 0{,}06348\ \text{mol}$

$M(\mathbf{Ф}) = \frac{1{,}779\ \text{g}}{0{,}06348\ \text{mol}} = 28{,}02\ \text{g/mol}$

2. $m(\text{разтвор } HNO_3) = 1{,}043\ \text{g/mL} \times 91{,}40\ \text{mL} \cong 95{,}33\ \text{g}$

$n(HNO_3) = \frac{0{,}08397 \times 95{,}33\ \text{g}}{63{,}012\ \text{g/mol}} = 0{,}1270\ \text{mol}$

$m(\mathbf{X}) = 95{,}33\ \text{g} + 6{,}355\ \text{g} - 98{,}891\ \text{g} \cong 2{,}79\ \text{g}$

Тъй като газът **X** е безцветен и реагира с NaOH, той не е оксид на азота и произхожда от аниона на **Л**, а азотната киселина образува съединение с катиона на **Л**.

Ако газът **X** реагира с NaOH в отношение 1:2 (както повечето безцветни киселинни газове – SO_2, CO_2, H_2S), то

$n(\mathbf{X}) = {}^{0{,}1270\ \text{mol}}/_{2} = 0{,}06350\ \text{mol}$

$M(\mathbf{X}) = {}^{2{,}79\ \text{g}}/_{0{,}06350\ \text{mol}} = 43{,}9\ \text{g/mol}$

X е CO_2

Л е карбонат, а за молна маса на катиона в **Л** в зависимост от неговия заряд се получава

$M(\text{катион}(z)) = \left({}^{6{,}355\ \text{g}}/_{0{,}06350\ \text{mol}} - 60{,}0\ \text{g/mol}\right) \times {}^{z}/_{2} = 20{,}1\ \text{g/mol}$

За z = 1, 2 и 3 съответно се получава 20,0 g/mol, 40,1 g/mol и 60,1 g/mol.

Л е $CaCO_3$.

Молната маса на **Ф** съответства на CO, N_2 или C_2H_4. От условието за три химични елемента в **К1** следва, че **Ф** е CO.

Количеството вещество на C е два пъти повече в **К1** отколкото в $CaCO_3$ (от равния брой молове $CaCO_3$ и CO), следователно **К1** е CaC_2O_4.

К е с формула $CaC_2O_4 \cdot xH_2O$.

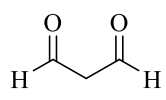
$n(H_2O) = {}^{(12{,}589\ \text{g} - 9{,}825\ \text{g})}/_{18{,}015\ \text{g/mol}} = 0{,}1534\ \text{mol}$

$n(CaC_2O_4) = 0{,}06350\ \text{mol} \times \frac{9{,}825\ \text{g}}{8{,}134\ \text{g}} = 0{,}07670\ \text{mol}$

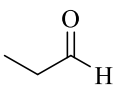
$x = {}^{n(H_2O)}/_{n(CaC_2O_4)} = {}^{0{,}1534\ \text{mol}}/_{0{,}07670\ \text{mol}} = 2$

Формулата на **К** е $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$

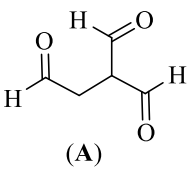
Задача 2

1. 

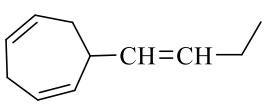
1,3-пропандиал



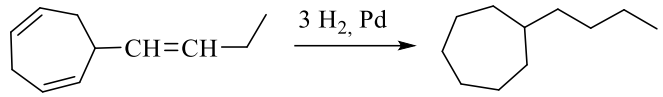
пропанал

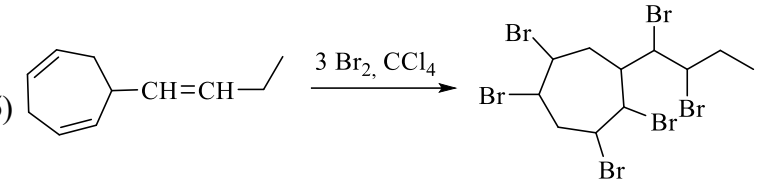


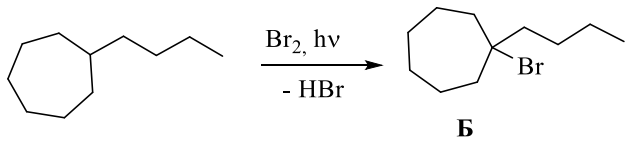
(**A**)



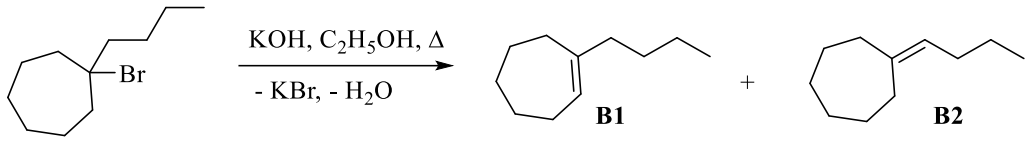
(**1**)

2. а) 

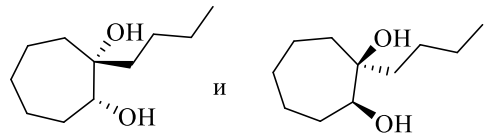
б) 

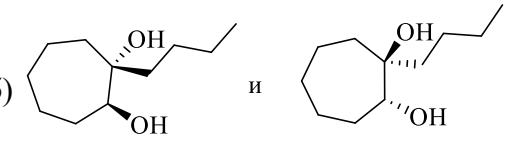
3. 

Б

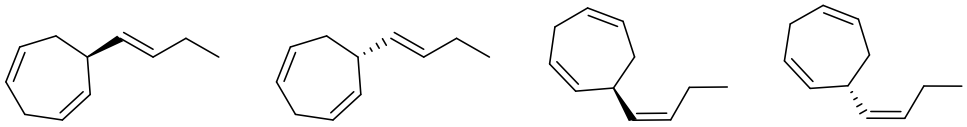
4. 

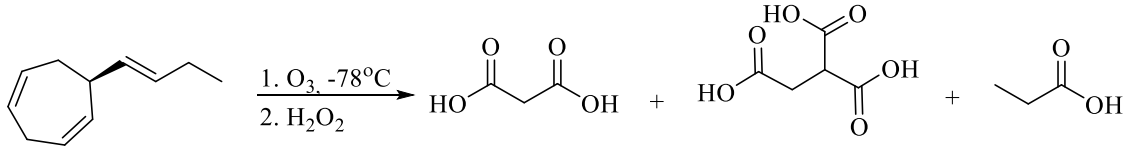
В1 **В2**

5. а) 

б) 

6. Стереоизомери на (**1**):



7. 

π-диастереомерите не могат да се разграничат, тъй като при тяхната озонолиза се получават еднакви продукти.

Задача 3

1. Уравнения: $2Al_{(тв)} + 3ZnO_{(тв)} \rightarrow Al_2O_{3(тв)} + 3Zn_{(тв)} + Q^0_1$

$$2Al_{(тв)} + 3Na_2O_{(тв)} \rightarrow Al_2O_{3(тв)} + 6Na_{(тв)} + Q^0_2$$

Пресмятане на топлинните ефекти:

$Q^0_1 = Q^0_{обр}(Al_2O_{3(тв)}) - 3\times Q^0_{обр}(ZnO_{(тв)}) = 1675{,}3 - 3\times 350{,}5 =$ **623,8 kJ**

$Q^0_2 = Q^0_{обр}(Al_2O_{3(тв)}) - 3\times Q^0_{обр}(Na_2O_{(тв)}) = 1675{,}3 - 3\times 416{,}0 =$ **427,3 kJ**

Двата процеса са **екзотермични**.

2. Двете уравнения по-горе могат да се представят във вида (без коефициенти):

$$\text{просто вещество}_{(1)} + \text{оксид}_{(2)} \rightarrow \text{просто вещество}_{(2)} + \text{оксид}_{(1)}$$

При стандартни условия и (обоснованото) допускане за участие на термодинамично най-стабилната алотропна форма на съответния хим. елемент, стандартните топлини на образуване на простите вещества са равни на нула. Следователно значение за топлинния ефект на реакциите имат само оксидите и молното им отношение. Двата примера представят оксид на метал в различна степен на окисление (ZnO) и Na_2O, но които имат равен брой кислородни атоми в един мол оксид. И в двата случая обаче молните отношения $n(ZnO):n(Al_2O_3) = 3:1$ и $n(Na_2O):n(Al_2O_3) = 3:1$ са еднакви. Следователно по-подходящо е стойността на еквивалента $\boldsymbol{k}$ да е **равна на броя кислородни атоми в оксида**. $\boldsymbol{k}(Na_2O) = \boldsymbol{k}(ZnO) = \mathbf{1}$; $\boldsymbol{k}(Al_2O_3) = \mathbf{3}$

3. Можем да систематизираме оксидите от табл. 1 по стойността на $\boldsymbol{k}$:
   - всички оксиди в първата колона имат $\boldsymbol{k} = 1$, следователно най-стабилен е този с най-голяма топлина на образуване: CaO.
   - от тези с $\boldsymbol{k} = 2$ (стехиометрия MO_2) – най-стабилен е HfO_2.
   - оксидите с общи формули M_2O_3 и MO_3 имат еднакъв еквивалент $\boldsymbol{k} = 3$, следователно можем да ги сравняваме директно: най-голяма $Q^0_{обр}$ има Sc_2O_3.
   - остава $\boldsymbol{k} = 5$ (стехиометрия M_2O_5) – най-стабилен е Ta_2O_5.

От дефиницията $Q^E_{обр} = Q^0_{обр}/\boldsymbol{k}$:
$\boldsymbol{k} = 1$: $Q^E_{обр}(CaO) = Q^0_{обр}(CaO)/1 = 635{,}5$ kJ/mol
$\boldsymbol{k} = 2$: $Q^E_{обр}(HfO_2) = Q^0_{обр}(HfO_2)/2 = 572{,}4$ kJ/mol
$\boldsymbol{k} = 3$: $Q^E_{обр}(Sc_2O_3) = Q^0_{обр}(Sc_2O_3)/3 = 636{,}1$ kJ/mol
$\boldsymbol{k} = 5$: $Q^E_{обр}(Ta_2O_5) = Q^0_{обр}(Ta_2O_5)/5 = 409{,}0$ kJ/mol
Най-голяма стойност на $Q^E_{обр}$ има $\mathbf{Sc_2O_3}$ = 636,1 kJ/mol

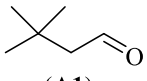
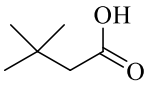
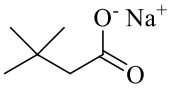
4. Които и да е два от: Li_2O, MgO, CaO, HfO_2.

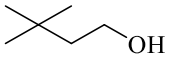
5. По условие неизвестният оксид е на d-елемент от IV период във висша ст. на окисление – от таблицата това са Sc_2O_3, TiO_2, V_2O_5, и ZnO. Реакцията е екзотермична, следователно $Q^E_{обр}$ (неизвестен оксид) < $Q^E_{обр}(Al_2O_3)$, тоест не е Sc_2O_3.

6. Ако оксидът е ZnO:

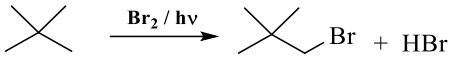
$n(ZnO) = m(\text{оксид})/M(ZnO) = 9{,}000$ g/81,379 g/mol = 0,1106 mol
може да използваме резултата от точка 1, където за 3 mol ZnO се отделят 623,8 kJ, тоест за 0,1106 mol се отделят $\frac{0{,}1106}{3} \times 623{,}8$ kJ $\cong 23{,}00$ kJ, **не съвпада** по условие
Ако оксидът е TiO_2:
$n(TiO_2) = m(\text{оксид})/M(TiO_2) = 9{,}000$ g / 79,865 g/mol = 0,1127 mol
Реакцията протича по уравнението: $4Al_{(s)} + 3TiO_{2(s)} \rightarrow 2Al_2O_{3(тв)} + 3Ti_{(тв)} + Q_r$
$Q_r = 2\times Q^0_{обр}(Al_2O_{3(тв)}) - 3\times Q^0_{обр}(TiO_{2(тв)}) = 516{,}2$ kJ
Q_r(за 0,1127 mol) = $\frac{0{,}1127}{3} \times 516{,}2$ kJ $\cong 19{,}39$ kJ, **не съвпада** по условие
Ако оксидът е V_2O_5:
$n(V_2O_5) = m(\text{оксид})/M(V_2O_5) = 9{,}000$ g / 181,879 g/mol = 0,04948 mol
Реакцията протича по уравнението: $10Al_{(тв)} + 3V_2O_{5(тв)} \rightarrow 5Al_2O_{3(тв)} + 6V_{(тв)} + Q_r$
$Q_r = 5\times Q^0_{обр}(Al_2O_{3(тв)}) - 3\times Q^0_{обр}(V_2O_{5(тв)}) = 3724{,}7$ kJ
Q_r(за 0,04948 mol) = $\frac{0{,}04948}{3} \times 3724{,}7$kJ $\cong 61{,}43$ kJ, което **съвпада по условие**, следователно оксидът е V_2O_5.

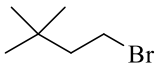
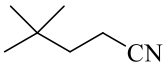
Задача 4 (25 точки)

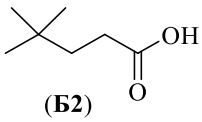
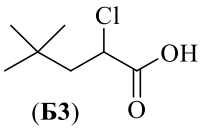
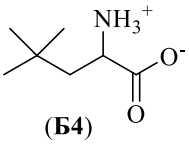
1. (1)  (**А1**) (2)  (**А2**) (3)  (**А3**) (4)  (**В**)

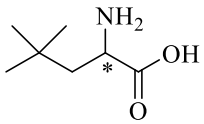


(**А**) 3,3-диметилбутан-1-ол

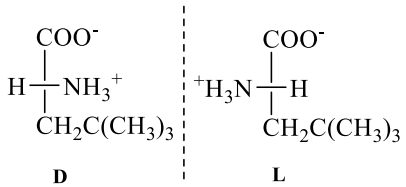
2. 

3. (5)  (**Б**) (6)  (**Б1**)

(7)  (**Б2**) (8)  (**Б3**) (9)  (**Б4**)



2-амино-4,4-диметилпентанова киселина



D **L**