

LIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА

ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Национален кръг, 20 март 2022 год.

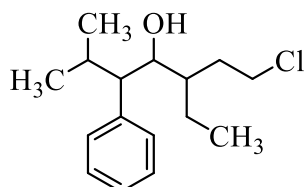
Групи III и IV

ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

III Група

ЧАСТ ПЪРВА

1 Кое е правилното наименование на това съединение по номенклатурата на IUPAC?



- A) 3-етил-6-метил-5-фенил-1-хлорохептан-4-ол
- Б) 5-етил-2-метил-3-фенил-7-хлорохептан-4-ол
- В) 3-етил-6-метил-5-фенил-4-хидроксихептил-1-хлорид
- Г) (3-етил-6-метил-4-хидрокси-1-хлорохепт-5-ил)бензен

2 Колко изомера имат продуктите на монохлориране на бутан?

- A) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

3 Кой от оксидите НЕ е газ при стайна температура?

- A) CO
- Б) SO₂
- В) NO₂
- Г) P₂O₅

4 Приготвени са серия водни разтвори чрез разтваряне на 2 g вещество до обем на разтвора 100 mL. Най-голяма молна концентрация на разтвореното вещество има разтворът на:

- A) LiCl
- Б) KCl
- В) NaCl
- Г) MgCl₂

5 На коя схема е представен атом на химичен елемент с метални свойства?



(1)



(2)



(3)



(4)

- A) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

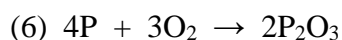
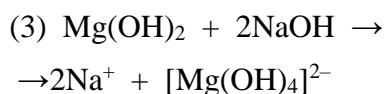
6 За химичния елемент **Е** висшата валентност спрямо кислорода съвпада с валентността спрямо водорода, както и с номера на периода, в който се намира. Елементът **Е** може да бъде:

- A) C
- Б) Mg
- В) Ge
- Г) Sb

7 Сярата се среща в природата като четири изотопа: ³²S, ³³S, ³⁴S и ³⁶S. Кой от изотопите на сярата е най-разпространен в природата:

- A) ³²S
- Б) ³³S
- В) ³⁴S
- Г) ³⁶S

8 Кои от реакциите, изразени с химичните уравнения (1) – (6), протичат?



А) (1), (4) и (5)

В) (1), (3) и (6)

Б) (2), (5) и (6)

Г) (2), (3) и (4)

9 В коя двойка НЯМА да протече химична реакция между веществата?

А) Cl_2 и KBr

Б) I_2 и KCl

В) Br_2 и KI

Г) F_2 и KBr

10 Кое твърдение НЕ е вярно за веществата с йонна кристална решетка?

А) Имат висока твърдост.

Б) Частиците са свързани с йонна връзка.

В) Електропроводими са както в твърдо, така и в стопено състояние.

Г) Могат да са както разтворими, така и малко разтворими във вода.

11 Разтворимостта на съединенията обикновено се представя като масата на разтвореното вещество в 100 g вода (в наситения разтвор). В таблицата е представена разтворимостта на NaCl и KCl при различни температури.

$t, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60
$m(\text{NaCl})$ в 100 g вода	35,7	35,8	36,0	36,3	36,6	37,0	37,3
$m(\text{KCl})$ в 100 g вода	27,6	31,0	34,0	37,0	40,0	42,6	45,5

Кое твърдение е НЕВЯРНО?

А) Разтворимостта на KCl зависи по-силно от температурата, отколкото разтворимостта на NaCl .

Б) Наситените разтвори на NaCl при 50°C и на KCl при 30°C са с еднаква молна концентрация.

В) При понижаване с 20°C на температурата на наситени разтвори на NaCl и KCl , из разтворите ще кристализира по-голяма маса от KCl , отколкото NaCl .

Г) Масовата част на NaCl в наситения му разтвор при 10°C е по-висока от масовата част на KCl в наситения му разтвор при 10°C .

12 Разполагате с две банки без етикети с твърди прахообразни вещества, като предполагате, че едното е натриев карбонат, а другото е калциев карбонат. Можете да ги разпознаете чрез добавяне към един грам от всяко от тях на:

(1) 200 mL вода

(2) 200 mL 1 % воден разтвор на готварска сол

(3) 200 mL солна киселина

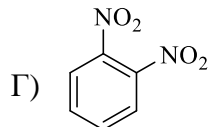
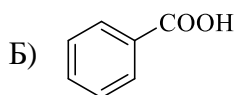
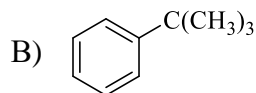
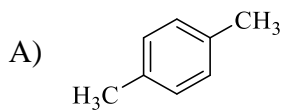
А) само на (1)

В) само на (3)

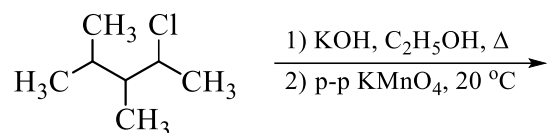
Б) само на (2)

Г) както на (1), така и на (2)

13 Кое от съединенията образува един, единствен продукт на монозаместване при реакция с нитрирна смес?



14 Кое от съединенията е главен продукт на следната последователност от реакции.



A) 3,4-диметилпент-1-ен

В) 3,4-диметилпентан-2,3-диол

Б) 3,4-диметилпент-2-ен

Г) 3-метилбутан-2-он и оцетна киселина

15 Кое от халогенопроизводните при взаимодействие с КОН/етанол при нагряване води до получаване само на един продукт (без да отчитате стереоизомерията)?

A) 2-хлоропентан

В) 2-метил-3-хлоропентан

Б) 3-хлоропентан

Г) 3-метил-3-хлоропентан

ЧАСТ ВТОРА

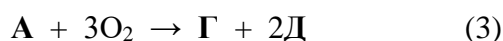
Задача 1

Съединението **A** е изградено от химичните елементи **X** и **Y** и при определени условия може да бъде получено по следните химични реакции:



Съединението **B** е първият член на хомоложния ред на алканите.

При взаимодействие на 7,6 g **A** с кислород се получават два кислородсъдържащи газа, **Г** и **Д**, с общ брой молове 0,30 mol – реакция (3):



Съединението **A** намира приложение при производството на целофан и вискоза, както и за синтеза на съединение **E**, което е хлоропроизводно на **B** – реакция (4):



Химичните уравнения на реакции 1-4 са изравнени.

- 1 Определете кои са съединенията **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д**, **E** и химичните елементи **X** и **Y**.
- 2 Кои прости вещества на елемента **X** познавате? Каква електропроводимост и топлопроводност имат те?
- 3 Напишете структурните формули на съединенията **A**, **B** и **Д**. Какъв е типът на връзките в тях (*проста/сложна, ковалентна полярна неполярна, йонна*)?
- 4 Напишете с изравнено химично уравнение друга химична реакция за получаване на **E**.

Задача 2

Съединението **T** е представител на цикличните терпени – съединения, влизащи в състава на етеричните масла, и с употреба в парфюмерийната промишленост. Съединение **T** е безцветна течност ($\rho = 0,850 \text{ g/cm}^3$) с температура на кипене 183 °C и с приятен аромат на цитрус и билки. При изгаряне на проба от **T** с обем 0,100 cm³ се получават 274,5 mg CO₂ и 90,1 mg H₂O.

- 1 Определете масовата част на C и H в съединение **T** и молекулната му формула.

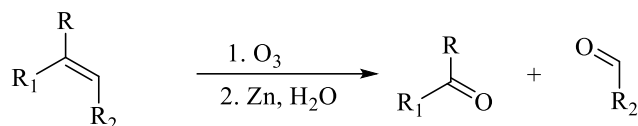
Съединение **T** участва в реакция с озон, при която от 1 mol **T** се получават по 1 mol 3-оксобутанал и 4-метил-3-оксопентанал. При хидриране на **T** с излишък от водород се получава съединение **M**, в структурата на което няма асиметрични атоми.

- 2 Запишете със структурни формули продуктите от озонлизата на **T**. Определете и запишете със структурна формула съединението **T**.
- 3 Запишете с химично уравнение реакцията на хидриране на **T** с излишък от водород. Запишете условията, при които протича реакцията, и наменувайте продукта по IUPAC.
- 4 Запишете с химично уравнение реакцията на **T** с излишък от бромоводород, като запишете само главния продукт. Наменувайте продукта по IUPAC.
- 5 Запишете с химични уравнения редукцията на 3-оксобутанал и дехидратацията на продукта от редукцията. Запишете условията на реакциите и наменувайте продуктите по IUPAC. Опишете накратко за какво се използва в практиката продукта от реакцията на дехидратацията.

Допълнителна информация:

При наименованието на карбонилните съединения алдехидната група е локант номер 1. Наличието на втора карбонилна група в съединението се означава с представката **оксо**.

Озонолизата е реакция на озон с алкени, при която се получават карбонилни съединения по следната схема



Задача 3

Едно от приложенията на веществото **A** е като ракетно гориво, което се основава на взаимодействието му с водороден пероксид по реакцията:

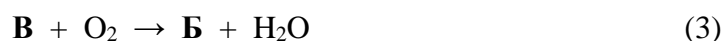


За **B** е известно, че е газ при стайна температура.

Веществото **A** може да се получи от веществото **B** по реакцията:



Веществото **B** изгаря при висока температура в среда от чист кислород, при което се получава газът **B** по реакция (3). За пълното взаимодействие на 2,72 g от **B** са необходими 2,92 L O₂ и се получават 1,95 L от газа **B** (обемите на газовете са измерени при 20°C и 100 kPa).



Общият брой на химичните елементи, изграждащи веществата във всяка от реакции (1), (2) и (3), е три. В състава на **A**, **B** и **B** няма кислород и в **A** има една ковалентна неполярна връзка.

- 1 Определете и напишете химичните формули на **A**, **B** и **B**. Изразете трите реакции с изравнени химични уравнения, като заместите веществата **A**, **B** и **B** със съответните химични формули.
- 2 Означете с Люисови символи разпределението на електроните във външния електронен слой на трите химични елемента, изграждащи веществата, участващи в реакции (1) ÷ (3).
- 3 Напишете с химично уравнение една йонообменна реакция за получаване на веществото **B**.

Разполагате с три разтвора:

- ✓ **разтвор 1**: 200 g воден разтвор на веществото **B** с масова част на **B** 10,2 %;
- ✓ **разтвор 2**: воден разтвор на натриева основа с молна концентрация на разтвореното вещество 2,00 mol/L;
- ✓ **разтвор 3**: солна киселина с 2,00 mol/L концентрация на разтвореното вещество.

- 4 Ще промени ли цвета си и как виолетов лакмус при потапяне в **разтвор 1**?

При добавяне на един от другите разтвори (**разтвор 2** или **разтвор 3**) към **разтвор 1** протича химична реакция.

- 5 Кой е този разтвор? Изразете с изравнено химично уравнение протичащата реакция. Ще промени ли цвета си и как виолетов лакмус при потапяне след добавяне съответно на:
а) 400 и б) на 800 mL от този разтвор към **разтвор 1**? Подкрепете отговора си с изчисления.

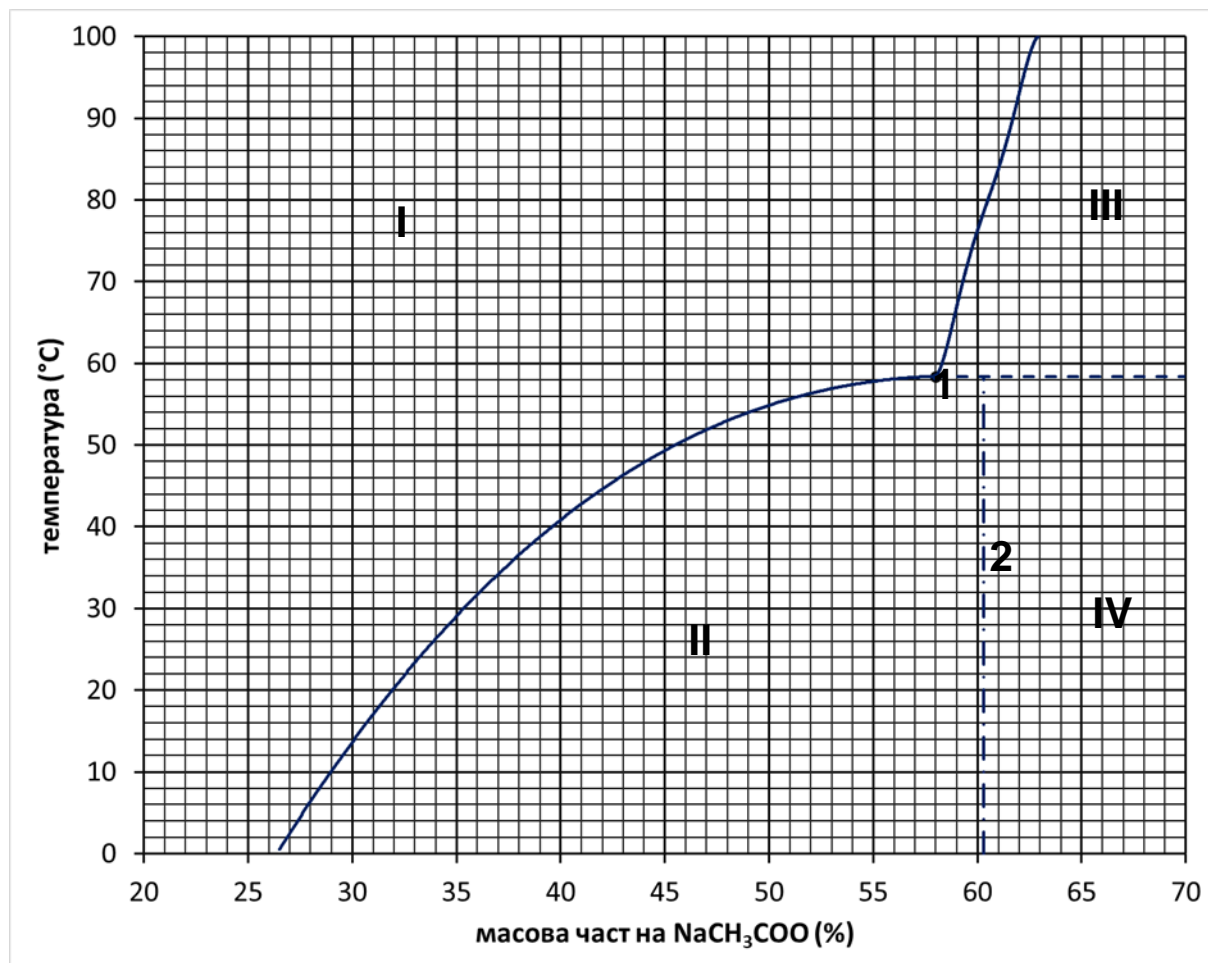
Допълнителни данни: 0°C = 273,15 K; R = 8,314 J/(mol.K)

IV Група

Задача 1

Натриевият ацетат трихидрат ($\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, НАТ) е вещество с някои интересни свойства: стапя се в кристалната си вода при $58,4^\circ\text{C}$; полученият разтвор е стабилен при охлаждане; при добавяне на кристалче към него или при механично въздействие започва бърза кристализация, съпътствана от повишаване на температурата – поради това и поради визуалната прилика с водния лед, получаващите се кристали често се наричат „горещ лед“.

На диаграмата долу с непрекъснатата линия е представен съставът на наситен разтвор на натриев ацетат (NaCH_3COO , НА) във вода при различни температури.



При стапянето на НАТ в кристалната му вода при $58,4^\circ\text{C}$ се получава разтвор със състав, съответстващ на т. 1 от диаграмата, и едновременно с това се образува малко количество кристали от НА. Безводна сол кристализира и из преситени разтвори при температури над $58,4^\circ\text{C}$, а при по-ниски температури из преситени разтвори кристализира НАТ.

- 1 Изчислете масовата част на НА в НАТ с точност $0,01\%$.
- 2 Коя/кои област(и) от диаграмата – I, II, III или IV – съответства(т) на ненаситен разтвор на НА? На какво съответства пунктираната линия 2 от диаграмата?
- 3 Изчислете масата на кристалите НА, които се получават при стапяне на 100 g НАТ в кристалната му вода.

- 4 До каква минимална температура трябва да се нагрее НАТ, за да се получи разтвор без кристали от безводна сол?

НАТ намира приложение при съхраняване на топлина (например грейки за ръце). Разтвор със състав, съответстващ на точка 1 от диаграмата, и с маса 1 kg е охладен до 20 °C. В него се поставя дребно кристалче НАТ. Настъпва бърза кристализация. Температурата се повишава до $T_{\text{край}}$. Масата на кристалите НАТ при $T_{\text{край}}$ е 778 g. Топлинният баланс на сместа се дава с изразите:

$$Q_{\text{отдадена}} = m_{\text{НАТ,кр}} \times Q_{\text{кр}}$$

$$Q_{\text{приета}} = (m_{\text{НАТ,кр}} \times C_{p,\text{НАТ}} + m_{\text{р-р}} \times C_{p,\text{р-р}}) \times (T_{\text{край}} - T_{\text{нач}})$$

$Q_{\text{кр}}$ е специфичната топлина на кристализация на НАТ при постоянно налягане. При условията на опита тя има стойност 124 kJ kg⁻¹.

$C_{p,\text{НАТ}}$ е специфичният топлинен капацитет на кристалите НАТ при постоянно налягане.

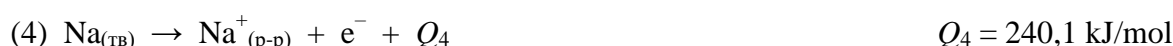
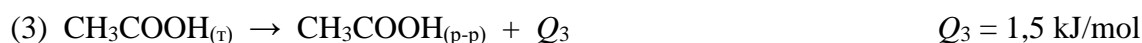
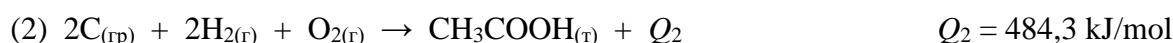
$C_{p,\text{р-р}}$ е специфичният топлинен капацитет на останалия наситен разтвор на НА при постоянно налягане.

При условията на опита $C_{p,\text{НАТ}} = 2,1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ и $C_{p,\text{р-р}} = 2,9 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- 5 Пресметнете $T_{\text{край}}$, имайки предвид, че 1/6 от отдадената топлина е загубена.

Натриев ацетат може да се получи лесно при взаимодействие на оцет (разтвор на оцетна киселина с масова част 6,0%) и сода бикарбонат.

- 6 Изразете с термохимично уравнение реакцията на оцет със сода бикарбонат. Като използвате дадените по-долу термохимични уравнения, изчислете стойността на топлинния ефект на реакцията. Какво би трябвало да се наблюдава – загряване или охлаждане на реакционната смес – и защо?

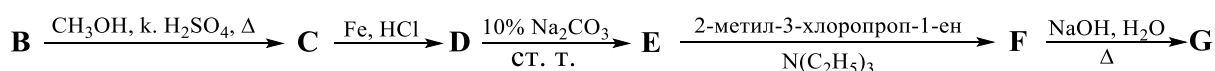


- 7 Изчислете каква част (колко процента) от водата в реакционната смес трябва да се изпари, за да се получи НАТ. Резултата дайте с точност 0,1%.

Задача 2

Съединение А е активна субстанция в нестероидните противовъзпалителни лекарства, които се използват за облекчаване на болката, понижаване на температурата и контролиране на възпалителните процеси.

Синтезът на съединение А започва от 2-(4-нитрофенил)пропановата киселина (В) и се осъществява по следната схема, в която G е сол на съединение А:



- 1 Предложете синтетична схема за получаване на 2-(4-нитрофенил)пропановата киселина (**B**), като започнете от подходящ алкилбензен. Изразете отделните етапи с химични уравнения, като запишете веществата със структурни формули и уточните условия на реакциите.
- 2 Изразете с химични уравнения реакциите от схемата, като изобразите реагентите и продуктите със структурни формули.
- 3 Запишете съединение **A** със структурна формула, оградете различните функционални групи и ги наименувайте.
- 4 Съединение **A** съдържа един асиметричен въглероден атом. Запишете с помощта на клиновидни формули възможните стереоизомери на **A**. Какъв тип изомери са те?

Задача 3

Антимонов(III) сулфид се среща в природата като минерала антимонит, наричан още стибнит. При химично взаимодействие на твърд антимонов(III) сулфид с водород при 713 К се образува твърд антимон и диводороден сулфид. В затворен реакционен съд са поставени по 1 мол от изходните вещества и съдът е нагрят до температура 713 К. Установява се равновесие с равновесната константа $K_p = 1,10 \times 10^{-4}$.

- 1 Изразете с изравнено химично уравнение протичащия процес. Направете обосноваване извод дали водородът е ефективен редутор за получаване на антимон от стибнит.
- 2 Запишете израз за равновесната константа K_p на процеса. Определете стойността на равновесната константа K_c за този процес.
- 3 Изчислете равновесния състав на газовата смес в реакционния съд в % (об.).
- 4 Изчислете състава на твърдата фаза в реакционната система в състояние на равновесие в % (мас.).
- 5 Как ще се промени добивът на антимон, ако налягането в реакционния съд се увеличи чрез компресия n пъти?

Бележки:

- ✓ Величините K_p и K_c са равновесни константи, в които участват съответно равновесни парциални налягания и равновесни молни концентрации.
- ✓ Всички молни маси, използвани при изчисленията, закръглявайте с точност до цяло число.

Задача 4

Съединението **E** е карбоксилна киселина с молекулна формула $C_9H_{16}O_2$ и може да се получи в резултат от последователните превръщания на *Схема 1*.

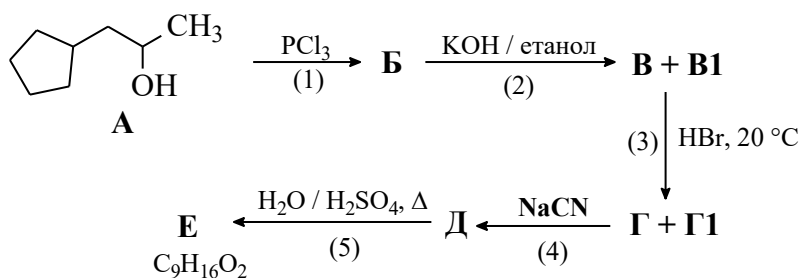


Схема 1

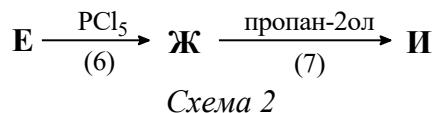
Съединенията **B** и **G**, които участват в преходи (3) и (4), се получават като смеси от по два изомерни продукта. Продуктът **B** се получава в по-голямо количество и има два геометрични

изомера, за разлика от **В1**, който няма геометрични изомери. Спектралният анализ показва, че бромният атом в **Г** е при въглеродния атом, свързан с циклопентиловия пръстен.

1 Наименувайте по IUPAC изходното съединение **А**. Напишете клиновидните формули на двата пространствени изомера на **А**.

2 Напишете уравненията на реакциите от *Схема 1*. Наименувайте киселината **Е** по IUPAC.

Изпропиловият естер на киселината **Е** има приятен аромат и намира приложение в парфюмерията. Може да се получи чрез превръщанията от *Схема 2*.



3 Напишете уравненията на реакциите от *Схема 2*.

4 Какво количество вещество **Е** трябва да се използва, за да се получи 1,0 g естер, ако добивът на **Ж** в хода на процес (6) е 70%, а процес (7) за получаване на естера **И** протича с 90% добив. ($M(\mathbf{E}) = 156,2 \text{ g/mol}$, $M(\mathbf{Ж}) = 174,7 \text{ g/mol}$, $M(\mathbf{И}) = 198,3 \text{ g/mol}$)

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	А	В	Г	А	В	В	А	Б	Б	В	Б	Г	А	В	Б

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

1) **Б** е първият член на хомоложния ред на алканите; \Rightarrow **Б** е **СН₄**

От (4) следва, че **Е** е **ССl₄** и че **А** съдържа въглерод. От стехиометрията на (4) се определя, че химичният елемент **Х** е **С**

От (3), следва, че **Г** е **СО₂**

От това, че от 7,6 g **А** се получават 0,3 mol **Г** и **Д**:

$$n(\text{CO}_2) + n(\text{Д}) = 0,30$$

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{Д}) = 1:2 \text{ – от (3)}$$

$$\Rightarrow n(\text{CO}_2) = 0,10 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{А}) = 1:1$$

$$\Rightarrow n(\text{А}) = 0,10 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow M(\text{А}) = \frac{m(\text{А})}{n(\text{А})} = \frac{7,6}{0,10} = 76 \text{ g/mol}$$

От (4): $n(\text{Х}) = n(\text{А}) = 0,10 \text{ mol}$

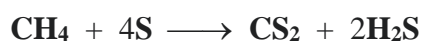
$$n(\text{Y}) = 2n(\text{А}) = 0,20 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Х})}{n(\text{Y})} = \frac{1}{2}; \Rightarrow \text{А има състав } \text{XY}_2 \text{ (CY}_2\text{): } M(\text{А}) = 12 + 2Ar(\text{Y}) = 76 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow Ar(\text{Y}) = 32 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow \text{Y е S}; \Rightarrow \text{А е CS}_2$$

Като се замести в (2) се определя, че **В** е **Н₂S**

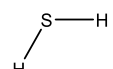


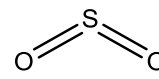
От (3): $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$, се определя, че **Д** е **SO₂**

2) Прости вещества на въглерод са диамант, графит, фулерени.

- Графит има висока електропроводимост и топлопроводност
- Диамант няма електропроводимост и има висока топлопроводност.
- Фулерените нямат електропроводимост и имат много ниска топлопроводност

3) CS_2 : $\text{S}=\text{C}=\text{S}$ – а връзките са сложни, ковалентни полярни

H_2S :  – връзките са прости, ковалентни полярни

SO_2 :  – връзките са сложни, ковалентни полярни

4) $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$

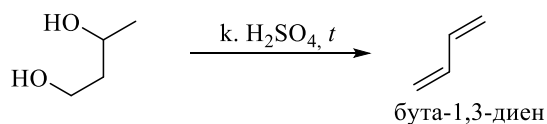
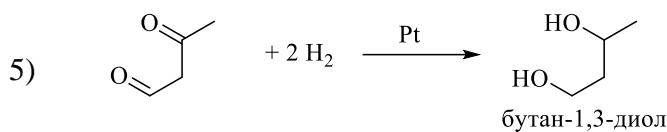
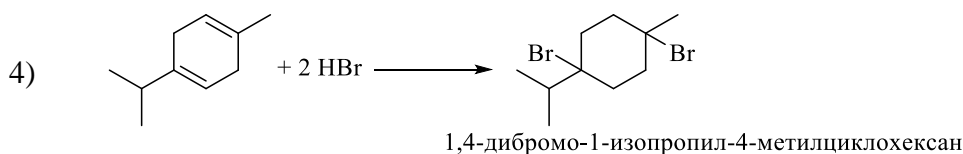
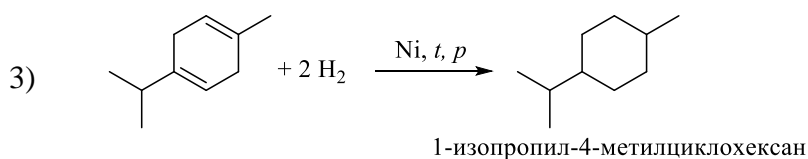
Задача 2

1) $w(\text{C}) = \frac{0,2745 \text{ g} \times 12,011 \text{ g/mol}}{44,009 \text{ g/mol} \times 0,085 \text{ g}} = 0,8814 (88,14 \%)$;

$w(\text{H}) = \frac{0,0901 \text{ g} \times 2 \times 1,008 \text{ g/mol}}{18,015 \text{ g/mol} \times 0,085 \text{ g}} = 0,1186 (11,86 \%)$;

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,00624 : 0,0100 = 1 : 1,6$

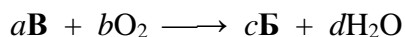
Коефициентите в молекулната формула са 10 : 16. Тъй като **T** е течност, молекулната му формула е $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$.



Най-голяма част от производения бутадиен се използва за синтез на синтетичен каучук и гума.

Задача 3

1) Нека коефициентите в реакция (3) съответно са a , b , c и d :



Молният обем V_m при 20°C и 100 kPa е:

$$V_m = \frac{RT}{p} = \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 293,15 \text{K}}{100000 \text{Pa}} = 24,37 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} = 24,37 \text{ L/mol}$$

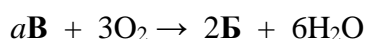
От данните за реакция (3) следва, че:

$$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{2,92 \text{ L}}{24,37 \text{ L/mol}} = 0,120 \text{ mol}$$

$$n(\mathbf{B}) = \frac{V(\mathbf{B})}{V_m} = \frac{1,95 \text{ L}}{24,37 \text{ L/mol}} = 0,0800 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow b : c = 0,120 : 0,0800 = 3 : 2$$

Тъй като в **A**, **B** и **B** не се съдържа кислород, в трите уравнения стехиометричните коефициенти пред водата са два пъти по-големи от коефициентите пред водородния пероксид и кислорода – $d = 2b$:



$$m(\mathbf{B}) = m(\mathbf{B}) + m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2\text{O}) =$$

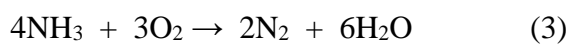
$$= 2,72 + 0,120 \times 31,998 - 2 \times 0,120 \times 18,015 = 2,24 \text{ g}$$

$$M(\mathbf{B}) = \frac{m(\mathbf{B})}{n(\mathbf{B})} = \frac{2,24 \text{ g}}{0,0800 \text{ mol}} = 28,0 \text{ g/mol}$$

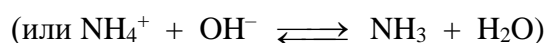
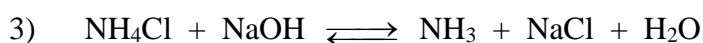
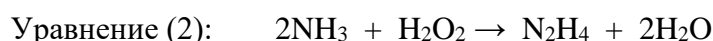
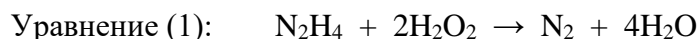
$$\Rightarrow \mathbf{B} \text{ е } \mathbf{N}_2$$

B съдържа азот и водород – нека го означим с N_xH_y , като в a mol от **B** се съдържат 4 mol атоми N и 12 mol атоми H: $x/y = 4/12 = 1/3$

$$\Rightarrow a = 4 \text{ и } \mathbf{B} \text{ е } \mathbf{NH}_3$$



От изравняването на уравнения (1) и (2), и тъй **A** също съдържа азот и водород, и има една ковалентна неполярна връзка, **A** е **N₂H₄**.



4) Да – виолетовият лакмус ще стане син

5) Разтворът, който трябва да се добави е **разтвор 3: солна киселина**



$$n(\text{NH}_3) = \frac{w(\text{NH}_3)m(\text{p-раNH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{0,102 \times 200 \text{g}}{17,025 \text{ g/mol}} = 1,20 \text{ mol}$$

а) $n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = 2,00 \text{ mol/L} \times 0,400 \text{ L} = 0,800 \text{ mol}$

$$n(\text{HCl}) < n(\text{NH}_3); \Rightarrow \text{лакмусът ще се оцвети в синьо}$$

б) $n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = 2,00 \text{ mol/L} \times 0,800 \text{ L} = 1,60 \text{ mol}$

$$n(\text{HCl}) > n(\text{NH}_3); \Rightarrow \text{лакмусът ще се оцвети в червено}$$

IV Група

Задача 1

$$1) \quad w(\text{HA}) = \frac{M(\text{HA})}{M(\text{HAT})} = \frac{82,034 \text{ g/mol}}{136,079 \text{ g/mol}} \cong 60,28\%$$

2) Област I. Пунктираната линия съответства на кристали НАТ.

3) Точка 1 на диаграмата съответства на разтвор с $w(\text{HA}) = 58\%$.

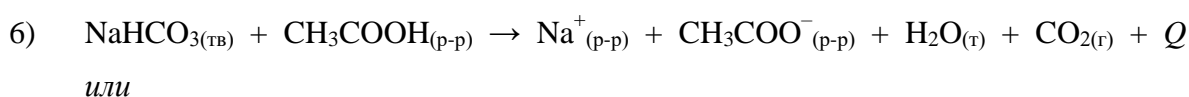
$$w'(\text{HA}) = \frac{m(\text{HA, общо}) - m(\text{HA, кр})}{m(\text{HAT}) - m(\text{HA, кр})}$$

$$m(\text{HA, кр}) = \frac{m(\text{HA}) - w'(\text{HA}) \times m(\text{HAT})}{1 - w'(\text{HA})} = \frac{60,28 \text{ g} - 0,58 \times 100 \text{ g}}{1 - 0,58}$$

$$m(\text{HA, кр}) \cong 5,4 \text{ g}$$

4) От пресечната точка на линията между области I и III с продължението на линия 2 се вижда, че температурата е приблизително 78°C .

$$5) \quad T_{\text{край}} = \frac{5}{6} \times \frac{0,778 \text{ kg} \times 124 \text{ kJ/kg}}{0,778 \text{ kg} \times 2,1 \text{ kJ/kg.K} + 0,222 \text{ kg} \times 2,9 \text{ kJ/kg.K}} + 20^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C}$$



$$Q = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - (Q_1 + Q_2 + Q_3) = -31,2 \text{ kJ/mol}$$

Ще се наблюдава охлаждане, защото реакцията е ендотермична.

7) Да приемем, че оцетът е 100 g.

$$n(\text{H}_2\text{O, от оцет}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O, от оцет})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{94,0 \text{ g}}{18,015 \text{ g/mol}} \cong 5,22 \text{ mol}$$

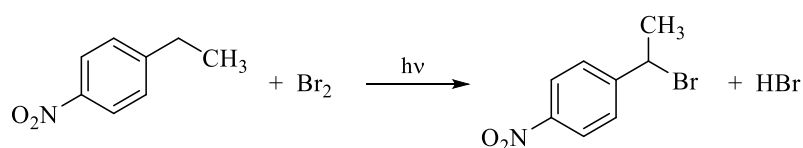
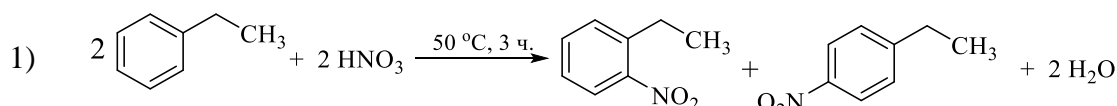
$$n(\text{H}_2\text{O, от реакция}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{6,0 \text{ g}}{60,052 \text{ g/mol}} \cong 0,10 \text{ mol}$$

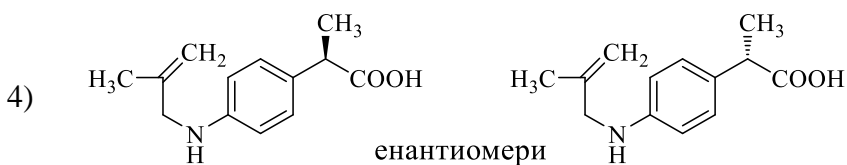
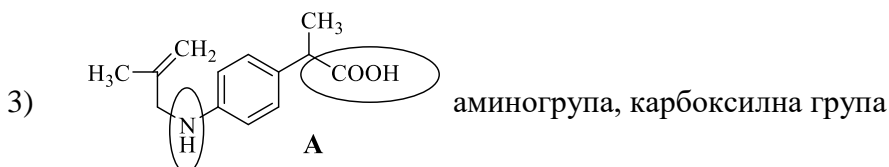
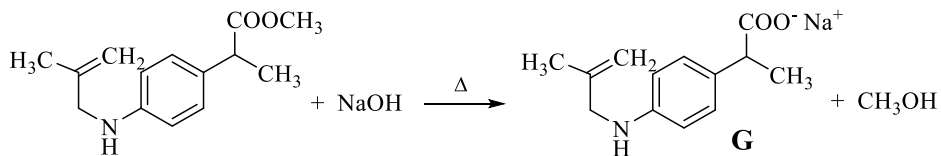
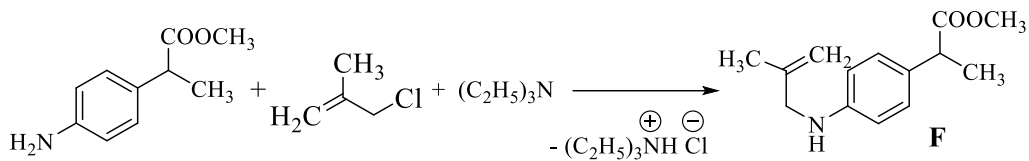
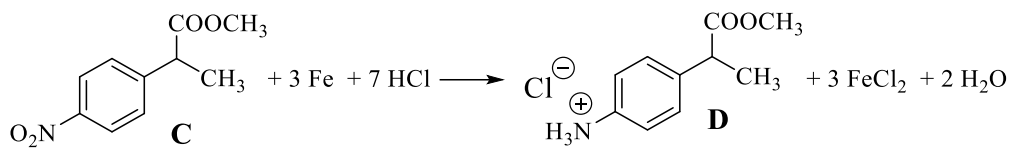
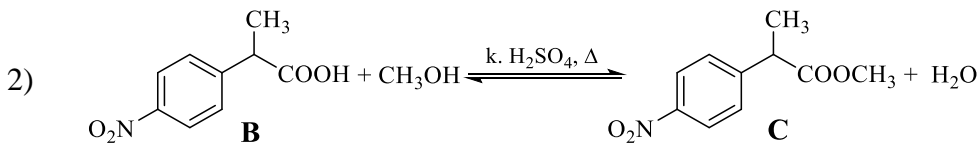
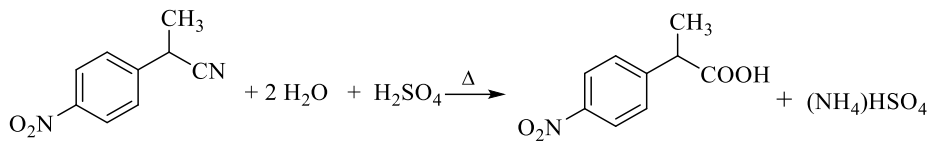
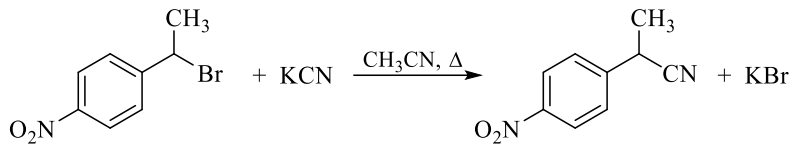
$$n(\text{H}_2\text{O, общо}) = n(\text{H}_2\text{O, от оцет}) + n(\text{H}_2\text{O, от реакция}) = 5,32 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O, в НАТ}) = 3n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,30 \text{ mol}$$

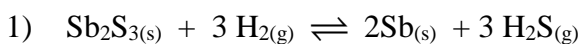
$$\frac{n(\text{H}_2\text{O, изпарена})}{n(\text{H}_2\text{O, общо})} = \frac{5,32 \text{ mol} - 0,30 \text{ mol}}{5,32 \text{ mol}} = 94,4\%$$

Задача 2



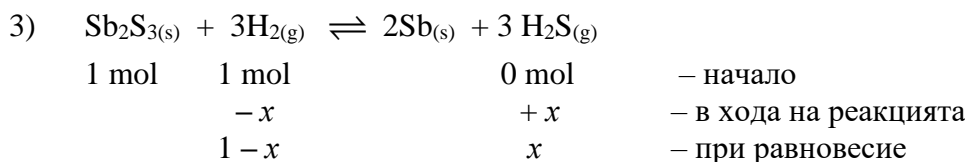


Задача 3



Водородът е практически неизползваем редутор за получаване на антимон, защото при относително висока температура (713 К) стойността на равновесната константа е твърде ниска: $K_p = 1,10 \times 10^{-4} \ll 1$

2) $K_p = \frac{p^3(\text{H}_2\text{S})}{p^3(\text{H}_2)}$; $K_p = K_c = 1,10 \times 10^{-4}$



Общ брой молове на газовете при равновесие: 1 mol

$$K_p = \frac{p^3(\text{H}_2\text{S})}{p^3(\text{H}_2)} = \frac{n^3(\text{H}_2\text{S})}{n^3(\text{H}_2)} \quad (p = \frac{n}{V}RT)$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)} = \sqrt[3]{K_p}$$

$$\frac{x}{1-x} = \sqrt[3]{K_p} = \sqrt[3]{1,10 \times 10^{-4}}, \quad 1,0479x = 4,79 \times 10^{-2}; \quad \Rightarrow \quad x = n(\text{H}_2\text{S}) = 4,57 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

(φ – обемни проценти, χ – молни проценти)

$$\varphi(\text{H}_2) = \chi(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{H}_2) + n(\text{H}_2\text{S})} \times 100$$

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{1 - 4,57 \times 10^{-2}}{1} \times 100 = 95,43 \%$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = \chi(\text{H}_2\text{S}) = [n(\text{H}_2\text{S}) / (n(\text{H}_2) + n(\text{H}_2\text{S}))] \times 100$$

$$\varphi(\text{H}_2) = \chi(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2) + n(\text{H}_2\text{S})} \times 100$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = \frac{4,57 \times 10^{-2}}{1} \times 100 = 4,57\%$$

4) По химичното уравнение:

$$n(\text{Sb}) = \times n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{2}{3} \times 4,57 \times 10^{-2}$$

$$m(\text{Sb}) = n(\text{Sb}) \times M(\text{Sb}) = \frac{2}{3} \times 4,57 \times 10^{-2} \times 122 = 3,72 \text{ g}$$

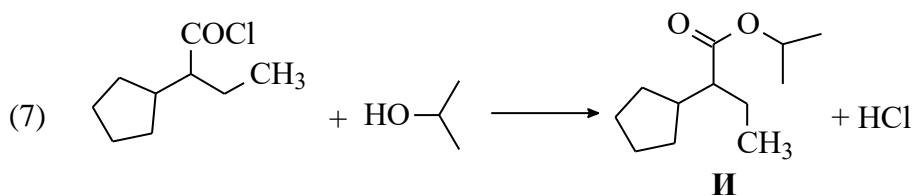
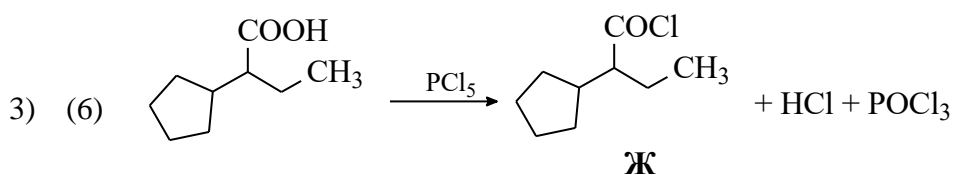
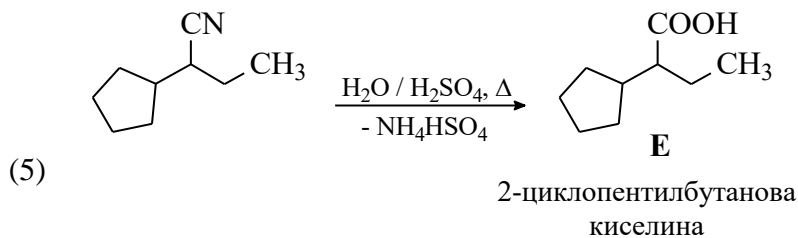
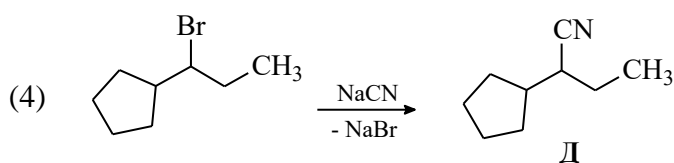
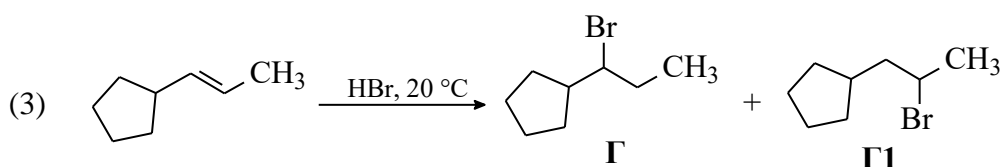
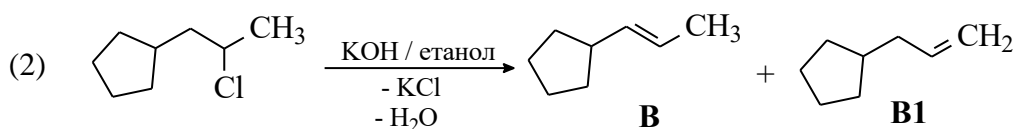
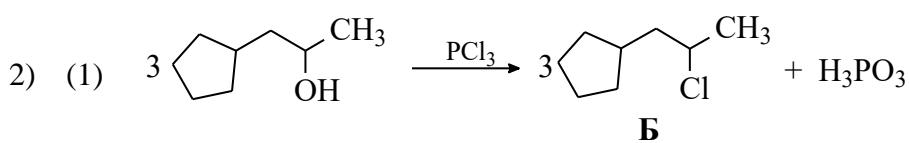
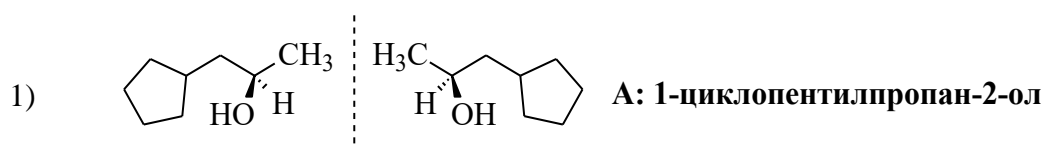
$$m(\text{Sb}_2\text{S}_3) = (1 - \frac{4,57 \times 10^{-2}}{3}) \times 340 = 334,82 \text{ g}$$

$$w(\text{Sb}_2\text{S}_3) = \frac{m(\text{Sb}_2\text{S}_3)}{m(\text{Sb}) + m(\text{Sb}_2\text{S}_3)} \times 100 = \frac{334,82}{3,72 + 334,82} \times 100 = 998,9\%$$

$$w(\text{Sb}) = \frac{m(\text{Sb})}{m(\text{Sb}) + m(\text{Sb}_2\text{S}_3)} \times 100 = \frac{3,72}{334,82 + 3,72} \times 100 = 1,1\%$$

5 Добивът на антимон няма да се промени, защото реакцията протича без изменение на обема. По тази причина промяна в налягането чрез компресия не влияе върху състоянието на равновесие в системата.

Задача 4



4) По (7) за 1,0 g **И** при 90% добив са необходими: $m(\mathbf{Ж}) = \frac{174,7}{198,3} \times \frac{100}{90} = 0,98 \text{ g}$

По (6), при 70% добив, за 0,98 g **Ж**, са необходими: $m(\mathbf{Е}) = \frac{156,2 \times 0,98}{174,7} \times \frac{100}{70} = 1,26 \text{ g}$

Следователно, за 1 g естер са необходими 1,25 g киселина.