

LV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 11 февруари 2023 год.

Групи III и IV

ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

III Група

ЧАСТ ПЪРВА

- 1 Между веществата в коя двойка НЯМА да протече химична реакция?
А) Са и H₂O
Б) K₂O и CO₂
В) Na₂O и CO
Г) СаО и H₂CO₃
- 2 При кой процес в протичащите химични реакции НЕ участват газове?
А) дишане
Б) гасене на вар
В) втасване на содена питка
Г) разрушаване на мраморни статуи от киселинните дъждове
- 3 При взаимодействие на кое от веществата с азотна киселина НЕ се отделя газ?
А) сода каустик
Б) амонячна сода
В) сода бикарбонат
Г) калцинирана сода
- 4 Определете кое от съединенията е хомолог на 2,4-диметилпентан.
а) $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ б) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ в) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ г) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- 5 Кое е вярното твърдение за хлориране на алканите?
А) Реакцията е присъединителна.
Б) Реакцията протича при липса на светлина.
В) Реакцията протича по верижно-радикалов механизъм.
Г) Реакцията води само до монохалогенопроизводни.
- 6 Разтвори на KCl и KI могат да се различат чрез добавяне на:
А) бромна вода
Б) йодна тинктура
В) бистра варна вода
Г) разтвор на готварска сол
- 7 Оксид на кой химичен елемент НЕ може да се получи при стайна температура чрез директно взаимодействие с кислород?
А) натрий
Б) калций
В) водород
Г) алуминий
- 8 В коя комбинация, при добавяне на вода към всяко от веществата, се получава разтвор, който променя виолетовия лакмус в червен?
А) K, SO₂, Cl₂
Б) CO₂, SO₂, HCl
В) NaH, H₂O₂, HCl
Г) NO₂, HCl, Cl₂
- 9 В коя последователност са записани формулите на веществата: сода каустик, сода за хляб, гасена вар, гипс?
А) KOH, NaHCO₃, CaO, CaCO₃
В) NaOH, NaHCO₃, CaO, CaSO₄·2H₂O

Б) NaHCO_3 , NaOH , Ca(OH)_2 , CaCO_3

Г) NaOH , NaHCO_3 , Ca(OH)_2 ,
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

10 Изберете комбинацията, в която всяко от веществата може да взаимодейства както с алуминий, така и с калций.

А) O_2 , конц. H_2SO_4 , H_2O , HCl

В) Cl_2 , Fe_2O_3 , H_2O , NaOH

Б) O_2 , Cl_2 , разр. H_2SO_4 , HCl

Г) H_2O , HCl , NaOH , O_2

11 С понятието „котлен камък“ се наричат отлагания от CaCO_3 и MgCO_3 . Колко мола HCl са необходими за разтварянето на 1,20 g „котлен камък“, в който масовото отношение $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 5 : 1$?

А) 0,0117

Б) 0,0124

В) 0,0233

Г) 0,0247

12 За всички градивни частици на едно вещество е известно, че имат равен брой електрони, но различен брой протони. Това вещество може да има:

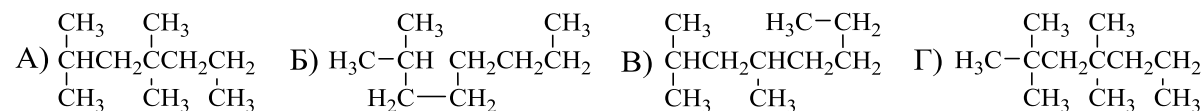
А) молекулна кристална решетка

Б) метална кристална решетка

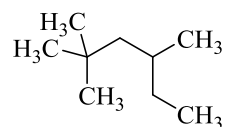
В) атомна кристална решетка

Г) йонна кристална решетка

13 В структурата на кое от съединенията има два третични въглеродни атоми?



14 Кое е вярното наименование по IUPAC на следното съединение?



А) 2,2,4-триметилхексан

В) 4-етил-2,2-диметилпентан

Б) 2-етил-4,4-диметилпентан

Г) 3-етил-1,1,1-триметилбутан

15 Колко продукта на дизаемстване се получават при взаимодействие на пропан с хлор при облъчване със светлина, без да се отчитат стереоизомерите?

А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1.

В състава на всяка от кислородсъдържащите киселини **A** и **B** участват три еднакви химични елементи, единият от които е въглерод. При нагряване над 100 °C на 0,700 mol от всяка от киселините се получават по две газови смеси, съдържащи само бинарни съединения. Обемът на газовата смес, получена от **A** (ГС-А), е 31,8 L (0 °C, 1 bar), а обемът на газовата смес, получена от **B** (ГС-Б), е 47,7 L при същите условия. Всяка от двете газови смеси е обработена поотделно по един и същи начин – първо е пропусната през съд със сушител, а после – през 400 g разтвор на сода каустик с масова част на разтвореното вещество 20%. Промените са представени в таблицата:

Промени при:	ГС-А	ГС-Б
I етап – пропускане през съд със сушител	масата на сушителя нараства с 12,6 g	масата на сушителя нараства с 12,6 g
II етап – пропускане през разтвор на сода каустик	не се наблюдават промени	30% от содата каустик не реагира

- 1 Кой е третият химичен елемент (освен кислород и въглерод), който се съдържа в киселините **A** и **B**?
- 2 Напишете химичните формула и наименование на сода каустик. Изразете с изравнено химично уравнение протичащата реакция при пропускане на газовата смес **ГС-Б** през разтвора на сода каустик.
- 3 Определете чрез изчисления какви газове и в какво молно отношение се съдържат във всяка от двете газови смеси.
- 4 Изчислете масовите части на разтворените вещества в разтвора, получен след преминаване на газовата смес **ГС-Б** през разтвора на сода каустик.
- 5 Изразете с изравнени уравнения реакциите, които протичат при нагряване на киселините **A** и **B**, като означите киселините с молекулни формули.

Да се използват молните маси с точност до първия знак след десетичната запетая.
Допълнителни данни: $V_m(0\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ bar}) = 22,71\text{ L/mol}$

Задача 2

Химик се натъкнал на две запечатани ампули с нечетливи етикети в шкафа с химикали. По местоположението на ампулите химикът си спомнил, че в тях се съдържат изомерни въглеводороди. Ампула I съдържала газообразен въглеводород, а ампула II – течен. Химикът се досетил, че течният въглеводород е с права верига и взел от него проба с маса 0,0500 g. Пробата изгорил в излишък от чист кислород, при което получил 0,1530 g CO₂ и 0,0737 g H₂O.

- 1 Определете масовата част на C и H във въглеводородите и молекулната им формула.
- 2 Запишете реакцията на изгаряне на въглеводорода с изравнено химично уравнение, като използвате молекулни формули.
- 3 Запишете със структурни формули въглеводорода от ампула II и неговите изомери. Наименувайте ги по IUPAC.

За да определи кой е изомерът в ампула I, химикът взел проба и я подложил на монохлориране при облъчване със светлина, при което получил един единствен органичен продукт.

- 4 Определете кой е въглеродът от ампула I и изразете с химични уравнения взаимодействието му с хлор, като запишете въглеродата и продукта със структурни формули.
- 5 Колко моноклорни производни се получават при хлориране на въглеродата от ампула II при облъчване със светлина? Запишете ги със структурни формули.
- 6 Запишете със структурна формула един хомолог на въглеродите от ампулите, който има по-малък брой въглеродни атоми и е с разклонена въглеродна верига. Наименувайте го по IUPAC.

Задача 3

В химична лаборатория е донесена проба за анализ с маса 6,000 g. Пробата съдържа 3 оксида, **A**, **B** и **B**, като е известно, че оксидът **A** е неразтворим във вода.

Пробата е разделена на три равни части.

Към първата част от пробата са добавени 1000 mL вода, при което $\frac{3}{4}$ от пробата се разтваря. След отделяне на неразтворения оксид е установено, че той взаимодейства с 0,392 g NaOH в стопилка и в молно отношение $n(\text{неразтворен оксид}):n(\text{NaOH}) = 1:2$.

Към втората част от пробата е добавена вода и след отделяне на неразтворимия оксид **A**, към получения разтвор е добавен Na_2CO_3 в излишък, при което е образувана утайка от веществото **Г** с маса 1,790 g. Утайката е отделена и залята със солна киселина, при което се отделя газ **Д** с обем 406 mL, измерен при 0 °C и 1 bar. Веществото **Г** може да се получи и при взаимодействие между **B** и **Д**, в молно отношение 1:1.

Към третата част от пробата са добавени 600 mL солна киселина, която съдържа 4,940 g HCl в 1000 mL киселина. Цялата проба се разтваря, без да остава нереагирала солна киселина.

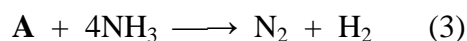
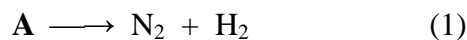
- 1 Определете кои са трите оксида **A**, **B** и **B** в пробата за анализ, както и веществата **Г** и **Д**.
- 2 Изразете с изравнени химични уравнения взаимодействието на **A**, **B** и **B** със солна киселина и на **B** и **B** с вода.
- 3 Изразете с изравнено химично уравнение реакцията на получаване на **Г** при добавяне на Na_2CO_3 и взаимодействието на:
 - а) **Г** със солна киселина
 - б) **Г** с **Д** във воден разтвор.

Допълнителни данни: $V_m(0\text{ }^\circ\text{C и 1 bar}) = 22,71\text{ L/mol}$

IV Група

Задача 1

Химичното съединение **A** е течност при 25 °C с амонячна миризма и се използва за ракетно гориво (моно-пропелант). При 800 °C в присъствие на катализатор (Iг върху Al₂O₃) протичат следните три реакции в газова фаза:



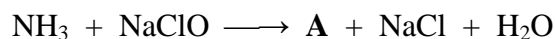
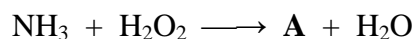
- 1 Определете кое е съединението **A**, ако знаете, че при 25 °C неговата плътност е 1021 kg/m³ и неговият молен обем е 31,4 cm³/mol.
- 2 Напишете химичната структура на **A**, като отбележите и неподделените електрони.
- 3 Изравнете уравненията на реакции (1), (2) и (3), така че във всяко уравнение коефициентът пред **A** да е равен на 1.

За така изравнените уравнения на реакции (1) и (2) са известни количествата топлина $Q_1 = 97,4$ kJ и $Q_2 = 158,6$ kJ.

- 4 Изчислете количеството топлина Q_3 при протичане на реакция (3).

В реактор с обем 1,000 L е добавен 1,000 mL от **A**, след което температурата е повишена до 800 °C и след пълното протичане на всички реакции в газовата смес няма NH₃.

- 5 Изчислете какво количество топлина се е отделило в реактора и какво е налягането (в bar) на газовата смес, ако се приеме за идеална.
- 6 Чрез метода на електронния баланс, изравнете уравненията за получаване на **A**:



Справочни данни: 1 bar = 10⁵ Pa; 0 °C = 273 K; R = 8,314 J/(mol·K)

Задача 2

Съединението **A** (C₆H₁₂) участва в реакциите:

- ✓ 1 mol **A** реагира с 1 mol водород в присъствие на катализатор Pd при повишено налягане – получава се въглеводородът **B**;
- ✓ **A** взаимодейства с концентриран воден разтвор на KMnO₄ в присъствие на сярна киселина при нагряване и се получават пропанова киселина и кетонът **C**;
- ✓ **A** реагира с разреден воден разтвор на KMnO₄ при 20 °C и се получава диолът **D**;
- ✓ 1 mol **A** реагира с 1 mol HBr – получава се съединението **E**;
- ✓ 1 mol **A** реагира с 1 mol Br₂ – получава се съединението **F**;

Определете структурната формула на съединението **A**. Изразете с химични уравнения всички описани реакции. Напишете структурните формули на съединенията **B** – **F** и ги наименувайте по IUPAC.

Задача 3

Процесите на горене са един от основните източници на енергия за човека.

- 1 Изразете с термохимични уравнения изгарянето на глюкоза и лактоза до продукти в естественото им състояние (твърдо, течно или газообразно) при 1 atm и 25 °C.
- 2 Използвайки дадените в таблицата стандартни молни топлини на образуване, изчислете стандартната молна топлина на изгаряне $Q_{\text{изг}}$ на глюкоза и лактоза.

Вещество	$Q_{\text{обр}}$, kJ/mol
Глюкоза ($C_6H_{12}O_{6(m)}$)	1265,6
Лактоза ($C_{12}H_{22}O_{11(m)}$)	2236,7
$H_2O_{(m)}$	285,8
$H_2O_{(g)}$	241,8
$CO_{2(g)}$	393,5

Топлините на изгаряне имат главен принос за енергийното съдържание (усвояемата енергия) на основните хранителни вещества (макронутриенти) – белтъци, мазнини, въглехидрати, влакнини и други. Малки части от тези топлини се губят при храносмилане и чрез отделителната система и не се усвояват от организма. Прието е на всеки макронутриент да се приписва осреднено усвояемо енергийно съдържание в kJ/g. За въглехидратите тази осреднена стойност е 17 kJ/g.

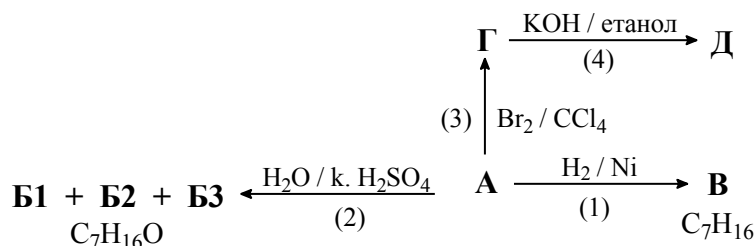
- 3 Изчислете специфичната топлина на изгаряне $q_{\text{изг}}$ (в kJ/g) на глюкоза и лактоза.
- 4 Сравнете (по-малка, по-голяма или равна) специфичната топлина на изгаряне $q_{\text{изг}}$ на полизахарида скорбяла (нишесте) с тези на глюкоза и лактоза. Обосновете отговора си. Имайте предвид, че специфичните топлини на изгаряне на всички монозахариди са приблизително еднакви помежду си и специфичните топлини на изгаряне на всички дизахариди са приблизително еднакви помежду си, целулозата е неусвояема от човек, а съдържанието на гликоген в храните е пренебрежимо.
- 5 Изчислете масата на вода с начална температура 15 °C, която може да бъде загрята до 16 °C от топлината, отделена при изгарянето на 1 g глюкоза. Специфичният топлинен капацитет c_p на водата е 4,184 J/(K.g).

Лактозата е въглехидрат, който се съдържа в млякото. Получава се от суроватка. От суроватката първо се отделят белтъците чрез ултрафилтруване. Получен е филтрат с маса 2200 g и масова част на лактоза 4,87%, който е подложен на изпаряване на вода чрез нагряване при 70 °C до получаване на концентрат. След охлаждане до 20 °C концентратът е с маса 207 g и от него кристализира лактоза монохидрат ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$). След промиване и филтруване масата на добитите кристали е 73,7 g. За отговорите на следващите въпроси приемете, че филтратът се състои само от вода и лактоза.

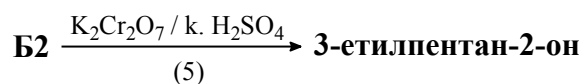
- 6 Изчислете масовата част на лактозата и масата на водата в концентрата.
- 7 Изчислете каква част (в мас. %) от лактозата във филтрата е добита като кристали.

Задача 4

Съединението **A** е оптично неактивно и има молекулна формула C_7H_{14} . **A** участва в превръщанията от схемата:



Съединенията **Б1**, **Б2** и **Б3** са изомери, като съединението **Б3** се получава в резултат на прегрупировка. Съединението **Б2** е оптичноактивно и в хода на взаимодействие (5) се превръща в **3-етилпентан-2-он**.



- 1 Напишете структурната формула на **A** и го наменувайте по IUPAC. Напишете химичните уравнения на превръщанията от (1) до (5). Запишете със структурни формули всички органични продукти и ги наменувайте по IUPAC. Запишете с фишерови проекционни формули пространствените изомери на **B2**.

Съединението **B** взаимодейства с бром по радикалов механизъм при облъчване с UV светлина.

- 2 Напишете уравнението на процеса на монобромиране на **B**. Напишете структурните формули на всички продукти на монобромиране и ги наменувайте по IUPAC.

При взаимодействие с кислород съединението **B** се окислява напълно до въглероден диоксид и вода.

- 3 Изразете с изравнено химично уравнение окислението на **B**. Изчислете какво количество вещество кислород (изчислено в литри при 0 °C и 1 bar) е необходимо за пълното окисление на 2,5 g **B**.

ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период	1 IA	← Група →										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
1	1 H 1.0080																2 He 4.0026	
2	3 Li 6.94	4 Be 9.0122											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	← VIII B →			11 IB	12 IIB	13 Al 26.982	14 Si 28.085	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.630	33 As 74.922	34 Se 78.971	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.95	43 Tc (97)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (277)	110 Ds (281)	111 Rg (282)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (290)	115 Mc (290)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 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 ₂ O	2Cl ⁻	Au
Li ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	2H ₂ O	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	2H ⁺	Cu ²⁺	O ₂ +2H ₂ O	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 ⁻	X	Г			MP		CP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
Cl ⁻					MP						CP			
Br ⁻					MP						CP			
I ⁻					MP					HC	MP		HC	
S ²⁻	Г				MP				MP	MP	MP	MP	MP	BB
SO ₃ ²⁻	Г				CP	MP	MP	CP	CP		MP	CP		
SO ₄ ²⁻					CP	MP	CP				MP			
NO ₃ ⁻														
PO ₄ ³⁻					MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
CO ₃ ²⁻	Г				MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BB	BB
CrO ₄ ²⁻					MP	MP			MP	MP	MP	MP	MP	

Г – Газ

CP – Средно разтворимо вещество

MP – Малко разтворимо вещество

BB – Взаимодействия с вода

HC – Не съществуват заедно във воден разтвор

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	А	А	В	А	В	Б	Г	Б	Г	Г	В	А	Г

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

- 1) Водород (защото са киселини - не се изисква обяснението)
- 2) NaOH – натриева основа (или натриев хидроксид)

$$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- 3) Бинарните съединения – газове ($>100^\circ\text{C}$), които може да се съдържат в газовите смеси могат да бъдат CO, CO₂ и H₂O

$$n(\text{газове})_{\text{ГС-А}} = \frac{V(\text{ГС-А})}{V_m} = \frac{31,8 \text{ L}}{22,71 \text{ L/mol}} = 1,40 \text{ mol}$$

$$n(\text{газове})_{\text{ГС-Б}} = \frac{V(\text{ГС-Б})}{V_m} = \frac{47,7 \text{ L}}{22,71 \text{ L/mol}} = 2,10 \text{ mol}$$

И двете газови смеси съдържат пари от вода, която се поглъща от сушителя

$$n(\text{H}_2\text{O})_{\text{ГС-А}} = n(\text{H}_2\text{O})_{\text{ГС-Б}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{12,6 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 0,700 \text{ mol}$$

само ГС-Б съдържа CO₂ (поглъща се от разтвора на NaOH) преди пропускане на ГС-Б през разтвора на NaOH:

$$m(\text{NaOH})_1 = w(\text{NaOH})_1 \times m(\text{p-ра})_1 = 0,20 \times 400 \text{ g} = 80 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH})_1 = \frac{m(\text{NaOH})_1}{M(\text{NaOH})} = \frac{80 \text{ g}}{40,0 \text{ g/mol}} = 2,0 \text{ mol}$$

Реагиралата NaOH с CO₂ от ГС-Б е 70%: $n(\text{NaOH})_{\text{ГС-Б}} = 1,4 \text{ mol}$

$n(\text{CO}_2)_{\text{ГС-Б}} = n(\text{NaOH})_{\text{ГС-Б}}/2 = 1,4/2 = 0,70 \text{ mol}$: следователно и в двете смеси се съдържа още един газ – CO

$$n(\text{CO})_{\text{ГС-А}} = n(\text{газове})_{\text{ГС-А}} - n(\text{H}_2\text{O})_{\text{ГС-А}} = 1,40 - 0,70 = 0,70 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO})_{\text{ГС-Б}} = n(\text{газове})_{\text{ГС-Б}} - n(\text{H}_2\text{O})_{\text{ГС-Б}} - n(\text{CO}_2)_{\text{ГС-Б}} = 2,10 - 0,70 - 0,70 = 0,70 \text{ mol}$$

ГС-А съдържа CO и H₂O в молно отношение 1:1

ГС-Б съдържа CO, CO₂ и H₂O в молно отношение 1:1:1

- 4) След пропускане на ГС-Б през разтвора на NaOH:

$$m(\text{p-ра})_2 = m(\text{p-ра})_1 + m(\text{CO}_2) = 400 \text{ g} + n(\text{CO}_2)M(\text{CO}_2) = 400 \text{ g} + 0,70 \times 44,0 \text{ g/mol} = 431 \text{ g}$$

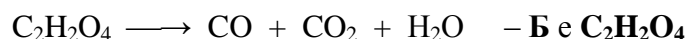
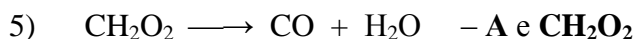
нерагиралата NaOH с CO₂ от ГС-Б е 30% – $m(\text{NaOH})_2 = 24 \text{ g}$

$$w(\text{NaOH})_2 = \frac{m(\text{NaOH})_2}{m(\text{p-па})_2} = \frac{24 \text{ g}}{431 \text{ g}} = 0,056 \text{ (5,6\%)}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = n(\text{CO}_2)_{\text{ГС-Б}} = 0,70 \text{ mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,70 \text{ mol} \times 106,0 \text{ g/mol} = 74 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2}{m(\text{p-па})_2} = \frac{74 \text{ g}}{431 \text{ g}} = 0,17 \text{ (= 17 \%)}$$



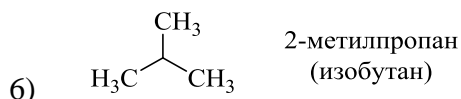
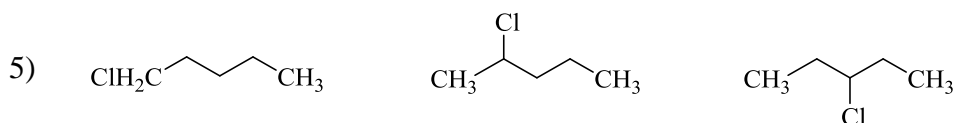
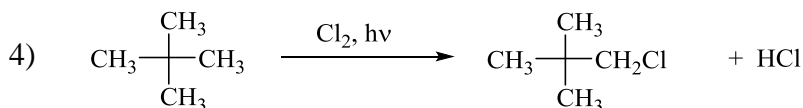
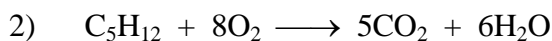
Задача 2

1) $w(\text{C}) = \frac{0,1530 \text{ g} \times 12,011 \text{ g/mol}}{44,009 \text{ g/mol} \times 0,0500 \text{ g}} = 0,835 \text{ (83,5\%);}$

$$w(\text{H}) = \frac{0,0737 \text{ g} \times 2 \times 1,008 \text{ g/mol}}{18,015 \text{ g/mol} \times 0,0500 \text{ g}} = 0,165 \text{ (16,5\%);}$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} : \frac{2 \times m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1530}{44,009} : \frac{2 \times 0,0737}{18,015} = 0,003477 : 0,00818 = 1:2,4 = 5:12$$

⇒ Молекулна формула C_5H_{12}



Задача 3

1) Всяка проба е с маса 2,000 g.

Първа част от пробата: Щом А е неразтворимо във вода, а $\frac{3}{4}$ от пробата се разтваря,

$$m(\text{A}) = 0,25 \times 2,000 = 0,500 \text{ g}$$

$$n_{\text{реак}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{0,392}{39,997} = 0,00980 \text{ mol}; \quad n(\text{A}) = \frac{0,00980}{2} = 0,00490 \text{ mol}$$

$$M(\mathbf{A}) = \frac{0,500}{0,0049} = 102 \text{ g/mol} - \mathbf{A} \text{ е } \mathbf{Al_2O_3}$$

Втора част от пробата:

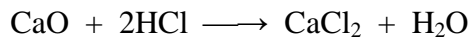
Отделеният газ Д е CO_2 , а Г е карбонат и $n(\text{CO}_2) = n(\mathbf{Г})$

$$n(\mathbf{Д}) = \frac{0,406}{22,71} = 0,0179 \text{ mol} \quad M(\mathbf{Г}) = \frac{1,790}{0,0179} = 100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \Rightarrow \mathbf{Г} \text{ е } \mathbf{CaCO_3}, \mathbf{Б} \text{ е } \mathbf{CaO}$$

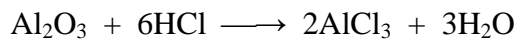
Трета част от пробата:

$$n(\text{HCl})_{\text{общо}} = \frac{4,940 \times 0,600}{36,461} = 0,0813 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3) = 0,0179 \text{ mol}; \quad m(\text{CaO}) = 0,0179 \times 56,077 = 1,00 \text{ g}$$



$$n(\text{HCl})_{\mathbf{Б}} = 2n(\text{CaO}) = 2 \times 0,0179 = 0,0358 \text{ mol}$$



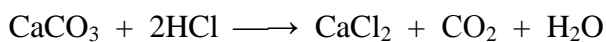
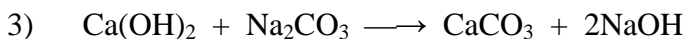
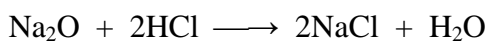
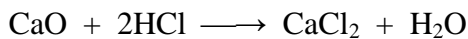
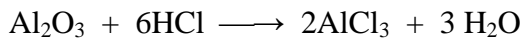
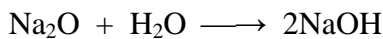
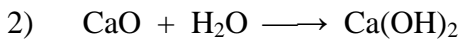
$$n(\text{HCl})_{\mathbf{А}} = 6 n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 6 \times 0,00490 = 0,0294 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl})_{\mathbf{В}} = n(\text{HCl})_{\text{общо}} - n(\text{HCl})_{\mathbf{А}} - n(\text{HCl})_{\mathbf{Б}} = 0,0813 - 0,0294 - 0,0358 = 0,0161 \text{ mol}$$

$$m(\mathbf{В}) = m(\text{проба}) - m(\mathbf{А}) - m(\mathbf{Б}) = 2,00 - 0,50 - 1,00 = 0,50 \text{ g}$$

Ако $n(\mathbf{В}) : n(\text{HCl}) = 1:1$, $n(\mathbf{В}) = 0,0161 \text{ mol}$: $M(\mathbf{В}) = \frac{0,50}{0,0161} = 31 \text{ g/mol}$, няма такъв оксид

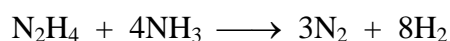
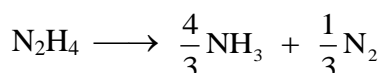
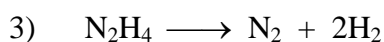
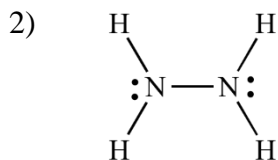
Ако $n(\mathbf{В}) : n(\text{HCl}) = 1:2$, $n(\mathbf{В}) = 0,0081 \text{ mol}$: $M(\mathbf{В}) = \frac{0,50}{0,0081} = 62 \text{ g/mol}$; $\Rightarrow \mathbf{В} \text{ е } \mathbf{Na_2O}$



IV Група

Задача 1

- 1) Съединението А съдържа само N и H и молната му маса е:
 $M = \rho V_m = 1,021 \text{ g/cm}^3 \times 31,4 \text{ cm}^3/\text{mol} = 32,1 \text{ g/mol}$ – А е N_2H_4 .



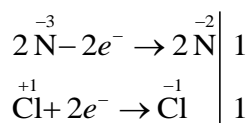
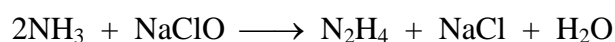
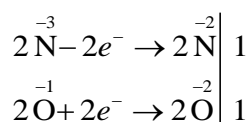
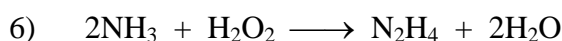
4) $3Q_2 + Q_3 = 4Q_1; \Rightarrow Q_3 = 4 \times 97,4 - 3 \times 158,6 = -86,2 \text{ kJ}$

5) $n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{1,021 \times 1,000}{32,046} = 0,03186 \text{ mol}$

$$Q = n(\text{N}_2\text{H}_4) \times Q_1 = 0,03186 \times 97,4 = 3,10 \text{ kJ} \text{ (в газовата смес няма NH}_3\text{)}$$

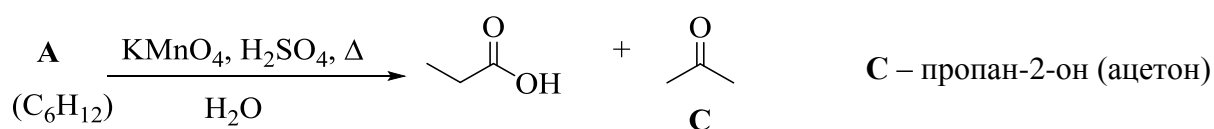
$$n(\text{N}_2) = n(\text{N}_2\text{H}_4) = 0,03186 \text{ mol} \text{ и } n(\text{H}_2) = 2n(\text{N}_2\text{H}_4) = 0,06372 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{3 \times 0,03186 \times 8,314 \times 1073}{1,000 \times 10^{-3}} = 852\,700 \text{ Pa} = 8,527 \text{ bar}$$

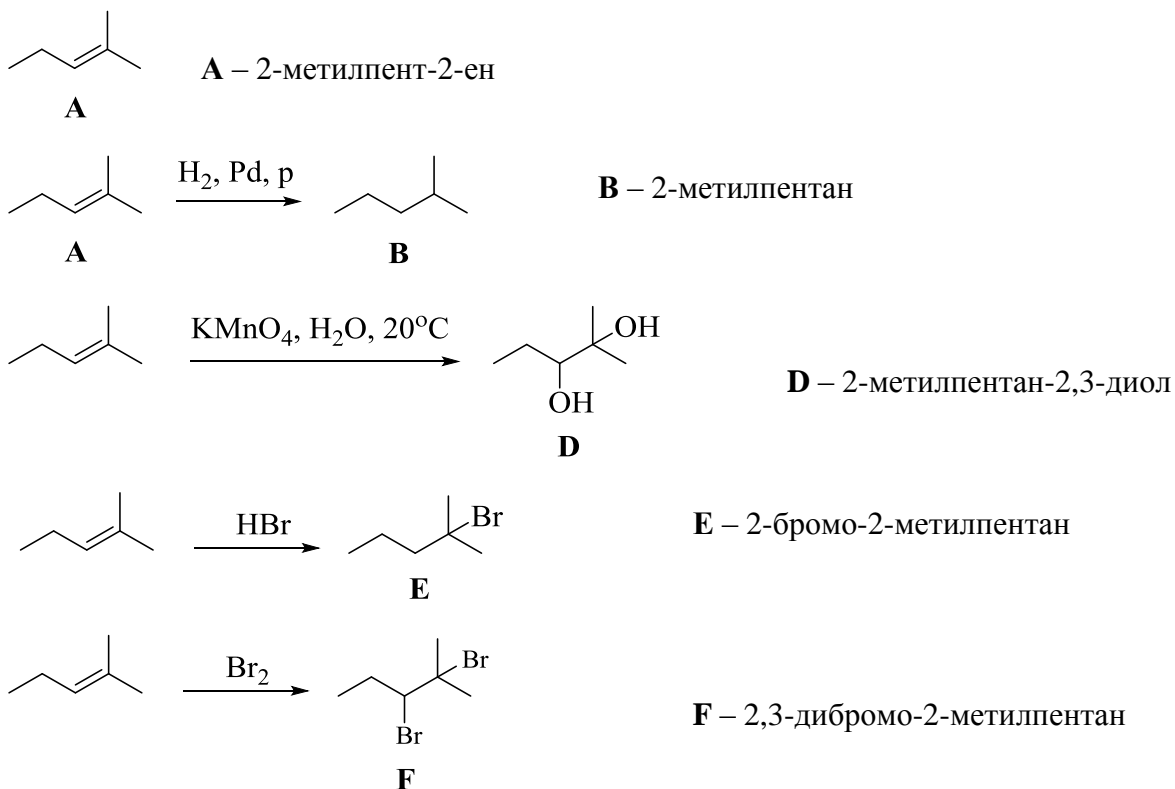


Задача 2

Окислително разпадане на А:



От данните за окислителното разпадане на А се определя структурната му формула:



Задача 3

- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(m\theta)} + 6\text{O}_{2(z)} \longrightarrow 6\text{CO}_{2(z)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(m)} + Q$$

$$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(m\theta)} + 12\text{O}_{2(z)} \longrightarrow 12\text{CO}_{2(z)} + 11\text{H}_2\text{O}_{(m)} + Q$$
- $$Q_{\text{изг}}(\text{глюк}_{(m\theta)}) = 6 \times Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{(m)}) + 6 \times Q_{\text{обр}}(\text{CO}_{2(z)}) - Q_{\text{обр}}(\text{глюк}_{(m\theta)}) = 810,2 \text{ kJ/mol}$$

$$Q_{\text{изг}}(\text{лакт}_{(m\theta)}) = 11 \times Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{(m)}) + 12 \times Q_{\text{обр}}(\text{CO}_{2(z)}) - Q_{\text{обр}}(\text{лакт}_{(m\theta)}) = 5629,1 \text{ kJ/mol}$$
- $$q_{\text{изг}}(\text{глюк}) = \frac{Q_{\text{изг}}(\text{глюк})}{M(\text{глюк})} = \frac{2810,2 \text{ kJ/mol}}{180,156 \text{ g/mol}} = 15,599 \text{ kJ/g}$$

$$q_{\text{изг}}(\text{лакт}) = \frac{Q_{\text{изг}}(\text{лакт})}{M(\text{лакт})} = \frac{5629,1 \text{ kJ/mol}}{342,297 \text{ g/mol}} = 16,445 \text{ kJ/g}$$
- $$q_{\text{изг}}(\text{скорбяла}) > q_{\text{изг}}(\text{лактоза}) > q_{\text{изг}}(\text{глюкоза})$$

Скорбялата е полизахарид, който се среща в голям брой храни от растителен произход. Тъй като осреднената енергийна стойност на въглехидратите е 17 kJ/g, тези на глюкозата и лактозата са по-ниски, а на целулозата и гликогена не се вземат предвид, логично е да се предположи, че $q_{\text{изг}}$ на скорбялата е с по-висока стойност.
- $$Q'_{\text{изг}}(\text{глюк}) = q_{\text{изг}}(\text{глюк}) \times m(\text{глюк}) = 15,599 \text{ kJ/g} \times 1 \text{ g} = 15,599 \text{ kJ}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{Q'_{\text{изг}}(\text{глюк})}{c_p(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T(\text{H}_2\text{O})} = \frac{15,599 \text{ kJ}}{4,184 \frac{\text{kJ}}{\text{K kg}} \times 1 \text{ K}} = 3,728 \text{ kg}$$
- $$m(\text{лакт}) = m(\text{филтрат}) \times w(\text{лакт, филтрат}) = 2200 \text{ g} \times 0,0487 = 107 \text{ g}$$

$$w(\text{лакт, концентрат}) = \frac{m(\text{лакт})}{m(\text{концентрат})} = \frac{107 \text{ g}}{207 \text{ g}} = 51,7\%$$

$$m(\text{вода в конц}) = m(\text{конц}) - m(\text{лакт}) = 207 \text{ g} - 107 \text{ g} = 100 \text{ g}$$

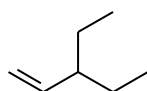
$$7) \quad m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}, \text{ крист}) = m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{ крист}) \times \frac{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O})} =$$

$$= 73,7 \text{ g} \times \frac{342,297 \text{ g}}{360,312 \text{ g}} = 70,0 \text{ g}$$

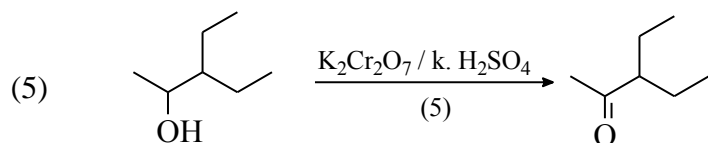
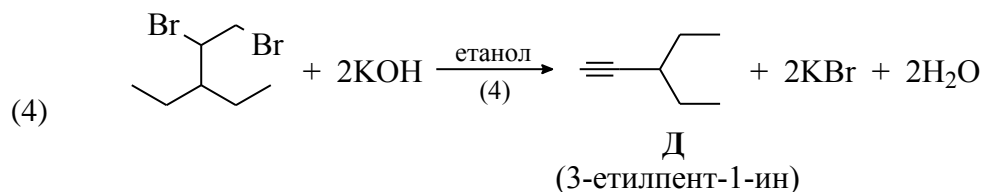
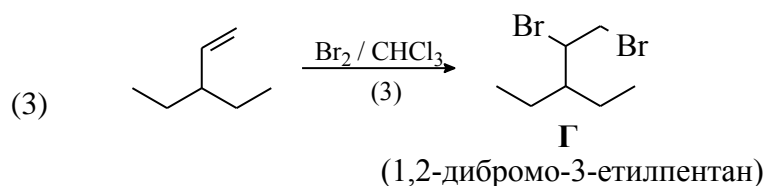
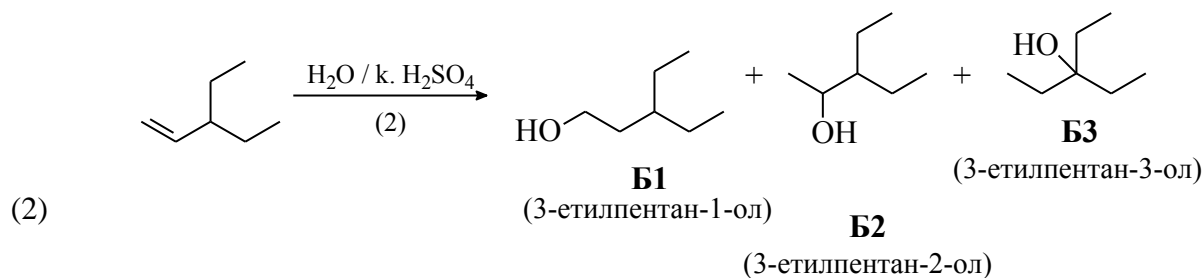
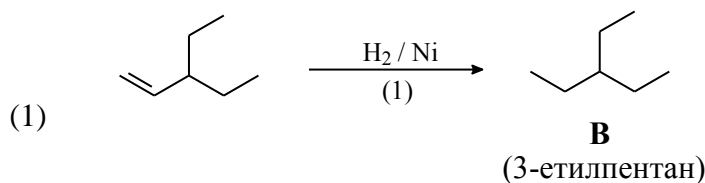
$$\text{добив} = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}, \text{ крист})}{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}, \text{ филтрат})} = \frac{70,0 \text{ g}}{107 \text{ g}} = 65,4\%$$

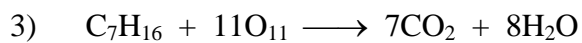
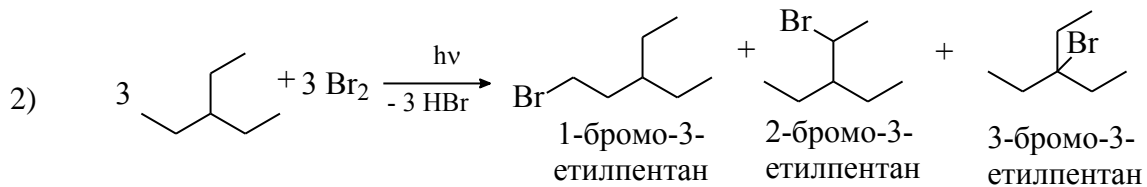
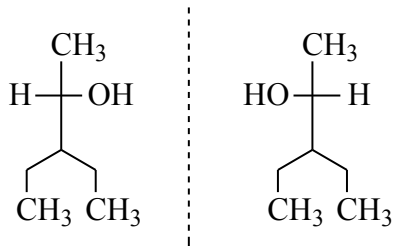
Задача 4

1) От молекулната формула и взаимодействията, в които встъпва **A**, и като се вземе предвид структурата на продукта, при окислението на **B2** следва, че съединението **A** е алкен и структурата му е:



A
(3-етилпент-1-ен)





$$n(C_7H_{16}) = \frac{m(C_7H_{16})}{M(C_7H_{16})} = \frac{2,5}{100,205} = 0,025 \text{ mol}$$

$$n(O_2) = 11n(C_7H_{16}) = 11 \times 0,025 = 0,275 \text{ mol}$$

$$V(O_2) = 0,275 \text{ mol} \times 22,7 \text{ L/mol} = 6,24 \text{ L}$$

За окислението на 2,5 g (0,025 mol) **В** са необходими 0,275 mol (6,24 L) кислород.