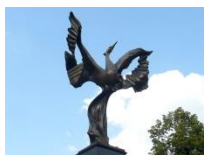


Таблица с отговорите на първа част

1	а	б	в	г	д	21	а	б	в	г	д
2	а	б	в	г	д	22	а	б	в	г	д
3	а	б	в	г	д	23	а	б	в	г	д
4	а	б	в	г	д	24	а	б	в	г	д
5	а	б	в	г	д	25	а	б	в	г	д
6	а	б	в	г	д	26	а	б	в	г	д
7	а	б	в	г	д	27	а	б	в	г	д
8	а	б	в	г	д	28	а	б	в	г	д
9	а	б	в	г	д	29	а	б	в	г	д
10	а	б	в	г	д	30	а	б	в	г	д
11	а	б	в	г	д	31	а	б	в	г	д
12	а	б	в	г	д	32	а	б	в	г	д
13	а	б	в	г	д	33	а	б	в	г	д
14	а	б	в	г	д	34	а	б	в	г	д
15	а	б	в	г	д	35	а	б	в	г	д
16	а	б	в	г	д	36	а	б	в	г	д
17	а	б	в	г	д	37	а	б	в	г	д
18	а	б	в	г	д	38	а	б	в	г	д
19	а	б	в	г	д	39	а	б	в	г	д
20	а	б	в	г	д	40	а	б	в	г	д



XXIII НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ
„ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА”
Стара Загора – 2022



ВТОРА ЧАСТ

Задачи 41-50

Записвайте решенията в съответните правоъгълници.

Задача 41 (7 т.) *Кръговрат на веществата*

Кръговратът на веществата в природата е от изключително голямо значение за организмите – осъществява се непрекъснато преминаване на вещества от неживата в живата природа и обратно. Кръговратът на елемента **A** се различава от кръговрата на елемента **B**: кръговратът на **B** не преминава през атмосферата, а през хидросферата.

Голяма част от елемента **A** се намира в атмосферата като просто вещество; среща се в метеоритите, газовете на вулканите, в Слънцето, в някои звезди и мъглявини; във водата под формата на минерали; в човешкия организъм. Елементът **A** е смес от два стабилни изотопа с атомно процентно съдържание:

$${}^{14}\text{A} = 99,634 \% \qquad \text{и} \qquad {}^{15}\text{A} = 0,366 \%$$

а) С подходящи изчисления определете елемента **A** и запишете химичната формула на простото му вещество.

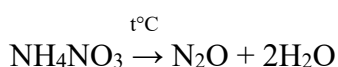
$$A_r = 14 \times 0,99634 + 15 \times 0,00366 = 14,00366 = \text{азот (N)}$$

Простото вещество на **A** е: N_2 ($M_r = 14 \times 2 = 28$)

Елементът **A** се съдържа в много соли, които имат голямо приложение. При термичното разлагане на една от тези соли (**B**) се отделя газ с приятна сладникова миризма, който се използва като окислител в ракетните двигатели. При силен удар или при горене в големи количества **B** може да детонира.

б) Запишете химичната формула и наименованието на **B**. Изразете термичното ѝ разлагане с химично уравнение.

B = Амониев нитрат (амониева селитра) – NH_4NO_3



Елементът **B** притежава около десет алотропни форми, три от които (**B1**, **B2** и **B3**) се срещат най-често. Те се различават по химични и физични свойства, което се дължи на различната им кристална структура. **B1** е отровна, съхранява се под вода и има молекулен кристален строеж. При определена температура без присъствието на въздух се образува **B2**. При по-нататъшно загряване **B2** се превръща в по-стабилната **B3**, която е с атомна кристална решетка.

в) Кои са посочените три алотропни форми на елемента **B**?

B = фосфор **B1** – бял фосфор **B2** – червен фосфор **B3** - черен фосфор

Солите, съдържащи **Б**, подсилват растежа на растенията и обикновено нямат негативни ефекти за растенията и животните. Една от тези соли (**Г·Н₂О**) има молна маса 252,1 g/mol. В тази сол се съдържат общо четири химични елемента – химичен елемент **Б** (масова част спрямо **Г**: 26,5 %), кислород (масова част спрямо **Г**: 54,7 %), метал (**М**), който оцветява пламъка на спиртната лампа в керемиденочервено (масова част спрямо **Г**: 17,1 %), а четвъртият елемент (**Е**) определя киселинния характер на водния разтвор на тази сол (масова част спрямо **Г**: 1,7 %).

г) Напишете формулата и наименованието на тази сол и подкрепете отговора си с изчисления.

$M(\Gamma) = 252,1 - 18,0 = 234,1 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 \text{ g/mol}$
 Цветът на пламъка се оцветява в керемиденочервено: елементът е калций:
 $w(\text{Ca}) = \frac{Ar(\text{Ca}) \cdot (\text{брой атоми})}{Mr(\Gamma)} \times 100 \Rightarrow \text{брой атоми Ca} = 1,0$, т.е. един атом калций
 $w(\text{O}) = \frac{Ar(\text{O}) \cdot (\text{брой атоми})}{Mr(\Gamma)} \times 100 \Rightarrow \text{брой атоми O} = 8,0$, т.е. осем атома кислород
 $w(\text{H}) = \frac{Ar(\text{H}) \cdot (\text{брой атоми})}{Mr(\Gamma)} \times 100 \Rightarrow \text{брой атоми H} = 4,0$, т.е. четири атома водород
 $w(\text{P}) = \frac{Ar(\text{P}) \cdot (\text{брой атоми})}{Mr(\Gamma)} \times 100 \Rightarrow \text{брой атоми P} = 2,0$, т.е. два атома фосфор

$\Gamma = \text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$ (или $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)
 калциев бис(дихидрогенфосфат) (монокалциев фосфат)

Солта **В** и солта **Г** много често се използват за подхранване на лозята. Почвената киселинност е много важна за развитието на лозята, като при рН между 5,5 и 7,0 лозите най-лесно абсорбират хранителните вещества от минералите, растат правилно и формират характерните вкусови нюанси.

д) Напишете уравнение за хидролиза на солта В и определете какъв химичен характер има водният разтвор на тази сол.

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{НОН} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{ОН} + \text{HNO}_3$
 рН < 7, киселинен характер

Задача 42. (5 т.) Електролизните процеси в практиката

Електролизните процеси се използват не само за получаване на вещества, но и за нанасяне на метални покрития, пречистване на метали и др.

При електролиза на разтвор на меден сулфат, масата на единия електрод се е увеличила с 15,24 g.

а) Изразете чрез сумарно уравнение процесите, протичащи при електролизата на солта.

	$2 \text{ CuSO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ Cu} + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{SO}_4$	
--	---	--

б) Масата на кой електрод се е увеличила?

	катод (–)	
--	-----------	--

в) Изчислете масата на отделения газ. (Представете резултата с точност до стотните.)

$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{15,24 \text{ g}}{63,5 \text{ g/mol}} = 0,24 \text{ mol}$
$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{Cu})}{2} = 0,12 \text{ mol}$
$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) = 0,12 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 3,84 \text{ g}$

Онечистена медна пластинка е подложена на електролиза.

г) Изразете с химични уравнения процесите, които протичат на двата електрода при пречистването на медната пластинка.



Задача 43 (6 т.) Нишадър при болно гърло

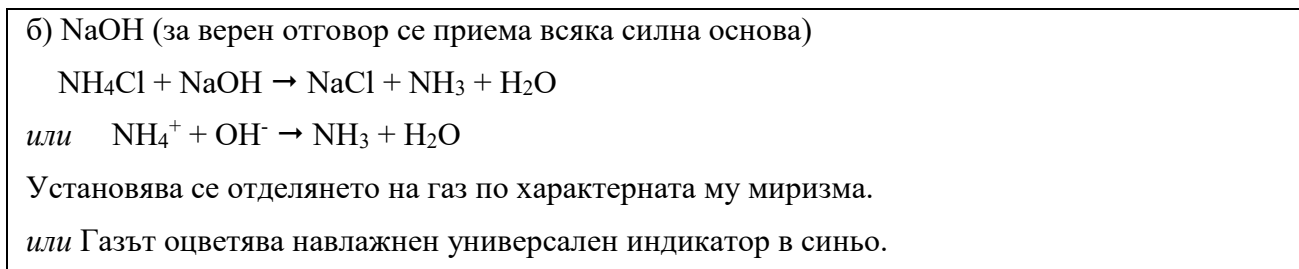
Нишадър (амониев хлорид) е бяло кристално вещество, без мирис, с парлив вкус и с голяма разтворимост във вода. Намира широко приложение в медицината поради своето противовъзпалително, противогъбично и противовирусно действие.

Майката на Гергана използвала разтвор на нишадър за гаргара при болно гърло. Гергана решила да докаже чрез експеримент състава на веществото. Приготвила разтвор, като претеглила 40,1 mg нишадър и ги разтворила в 250 mL вода.

а) Изчислете молната концентрация на получения разтвор.

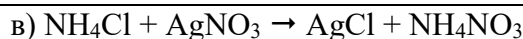
$c(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl}) \times V(\text{разтвор})} = \frac{0,0401}{53,5 \times 0,25} = 0,00300 \text{ mol/L}$
--

б) Предложете реактив, с който Гергана да докаже катионната част на нишадъра. Изразете реакцията с химично уравнение и опишете признака, по който се установява протичането ѝ.



За да докаже анионната част на нишадъра, към 200 mL от разтвора Гергана добавила 1 капка разтвор на AgNO_3 с концентрация 0,0001 mol/L, но не се наблюдавала промяна. Гергана продължила да добавя AgNO_3 докато се образувала бяла утайка.

в) Изразете реакцията с химично уравнение. Обяснете защо при добавяне на първата капка не се е образувала утайка. Колко най-малко капки от разтвора на AgNO_3 е добавила общо Гергана, за да се образува утайка? Подкрепете отговорите си с изчисления, като знаете че средният обем на една капка е 0,04 mL, а $K_s(\text{AgCl}) = 1,78 \times 10^{-10}$.



$$n(\text{AgNO}_3 \text{ в } 1 \text{ капка}) = c \times V(\text{капка}) = 0,0001 \times 0,04 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-9} \text{ mol}$$

$$c(\text{AgNO}_3 \text{ в разтвора}) = \frac{n(\text{AgNO}_3)}{V(\text{разтвор})} = \frac{4 \times 10^{-9}}{0,2} = 2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Cl}^-) = 2 \times 10^{-8} \times 0,003 = 6 \times 10^{-11} < 1,78 \times 10^{-10}$$

Не се образува утайка, защото не е достигнато произведението на разтворимост.

или Изчислява се необходимата за образуване на утайката концентрация ($5,93 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$) и се прави извод, че не е достатъчно висока, за да се достигне K_s .

За да се образува утайка, е необходимо $c(\text{Ag}^+)$ в разтвора да бъде най-малко:

$$c(\text{Ag}^+) = \frac{K_s(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} = \frac{1,78 \times 10^{-10}}{0,003} = 5,93 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2; 0,0001 \times V_1 = 5,93 \times 10^{-8} \text{ mol/L} \times 0,2$$

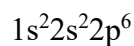
Необходимият обем от изходния разтвор на AgNO_3 е $V_1 = 0,000119 \text{ L} = 0,119 \text{ mL}$

$0,119/0,04=2,98$; Трябва да се добавят най-малко 3 капки, за да се образува утайка.

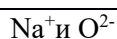
Задача 44. (6 т.) Химична главоблъсканица

Електронната обвивка на двузаряден катион на химичен елемент от 2-ра група на Периодичната таблица съдържа електрони на два електронни слоя.

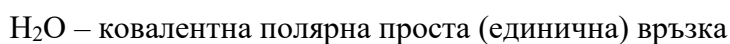
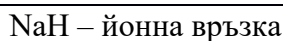
а) Означете йона и напишете електронната му формула.



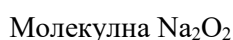
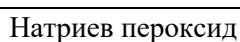
б) Йоните X^+ и Z^{2-} имат същата електронна конфигурация. Запишете химичните им означения.



в) Запишете формулите на водородните съединения на химичните елементи X и Z , и определете възможно най-пълно вида на химичните връзки в тях.



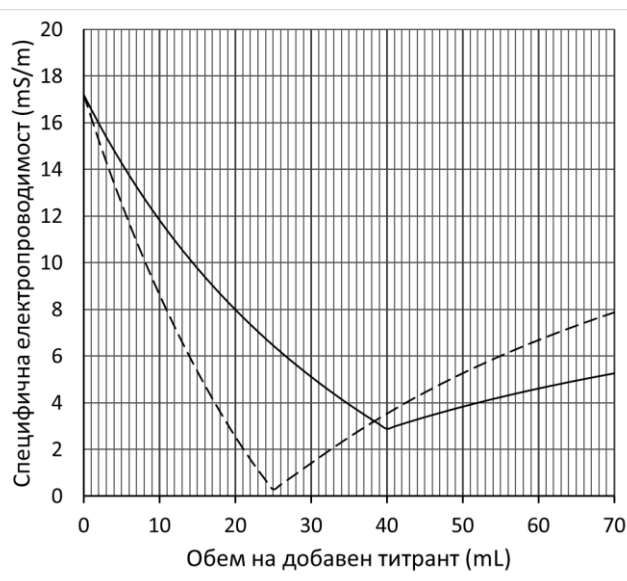
г) Запишете наименованието на едно химично съединение, което е съставено от два от елементите в а) и б) и има както йонна, така и ковалентна връзка. Запишете неговите емпирична и молекулна формули. Определете степените на окисление в съединението.



Задача 45. (6 т.) Разтвори на електролити

Фактът, че разтворите на електролити провеждат електричество, се използва в аналитичния метод „кондуктометрично титруване“. При него се проследява промяната на специфичната електропроводимост с обема на добавения титрант. Специфичната електропроводимост е пропорционална на концентрацията на електролити в развора.

В два отделни експеримента на титруване са подложени по 50,0 mL $2,00 \times 10^{-4}$ M H_2SO_4 . В експеримент 1 като титрант е използван разтвор на NaOH, а в експеримент 2 – разтвор на $Ba(OH)_2$. Данните от титруването са представени на диаграмата вдясно.



а) Коя линия от диаграмата (непрекъснатата или пунктираната) съответства на титруването с NaOH и коя – с $Ba(OH)_2$? Обосновете отговора си.

Непрекъснатата линия съответства на титруване с NaOH, а пунктираната – с $Ba(OH)_2$.

В еквивалентния пункт в двата случая има разтворени съответно само Na_2SO_4 и $BaSO_4$. Получаващият се $BaSO_4$, за разлика от Na_2SO_4 , е малкоразтворим. Концентрацията на йони в еквивалентния пункт е много по-ниска, а вследствие на това – и електропроводимостта.

б) Изчислете концентрацията на NaOH, използван като титрант.

$$2 \times c(H_2SO_4) \times V(H_2SO_4) = c(NaOH) \times V(NaOH)$$

$$c(NaOH) = \frac{2 \times 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 50,0 \text{ mL}}{40 \text{ mL}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

в) Изчислете осмотичното налягане на развора в еквивалентния пункт на титруването с NaOH при 20 °C. Приемете, че електролитът е дисоцииран напълно. ($R = 8,314 \text{ J/(mol.K)}$)

$$\pi = icRT$$

$$c(Na_2SO_4) = \frac{c(H_2SO_4) \times V(H_2SO_4)}{V(H_2SO_4) + V(NaOH)} = 1,111 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\pi = 3 \times 1,111 \times 10^{-4} \text{ mol/m}^3 \times 8,314 \text{ J/(mol.K)} \times 293,15 \text{ K} = 812 \text{ Pa}$$

Задача 46. (6 т.) Горива

Горенето на метана намира широко приложение в практиката, предимно за получаване на топлинна енергия. Водородът се смята за горивото на бъдещето, защото при горенето не отделя вредни газове. Топлинните ефекти на двата процеса са съответно 891 kJ/mol и 286 kJ/mol при получаване на течна вода.

а) Запишете термохимичните уравнения на процесите на изгаряне на метан и водород, като запишете стойността на топлинния ефект. Изчислете при изгарянето на 160 g от кое гориво ще се получи по-голямо количество топлина.

$\text{CH}_{4(\text{r})} + 2\text{O}_{2(\text{r})} \longrightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + 891 \text{ kJ/mol}$ $\text{H}_{2(\text{r})} + 1/2\text{O}_{2(\text{r})} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + 286 \text{ kJ/mol}$ $160 : 16 = 10 \text{ mol} \quad 891 \times 10 = 8910 \text{ kJ за } 160 \text{ g CH}_4$ $160 : 2 = 80 \text{ mol} \quad 286 \times 80 = 22880 \text{ kJ за } 160 \text{ g H}_2$ <p>Водородът отделя повече топлина от метана за грам гориво.</p>	
---	--

б) Запишете кинетичното уравнение на процеса на горене на водорода, като приемете, че реакцията протича като едностадийна. Как се нарича и как се дефинира коефициентът на пропорционалност в уравнението?

$v = k \cdot c^2(\text{H}_2) \cdot c(\text{O}_2)$ <p>Скоростна константа.</p> <p>Скорост на процеса при концентрации на изходните вещества равни на 1 или скорост на процеса при $c(\text{H}_2) = c(\text{O}_2) = 1$.</p>	
--	--

в) При определени условия окислението на водорода е равновесен процес. Запишете израза за равновесната константа на обратната реакция на процеса, при условие че водата е в газообразно състояние.

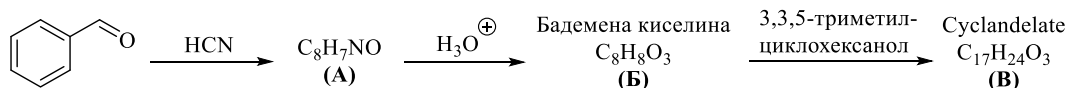
$K_c = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$ $K_p(\text{права}) = 1/K_p(\text{обратна})$	
--	--

г) Запишете израза за равновесната константа на окислението на водорода при наличие на катализатор в системата. Обяснете отговора си.

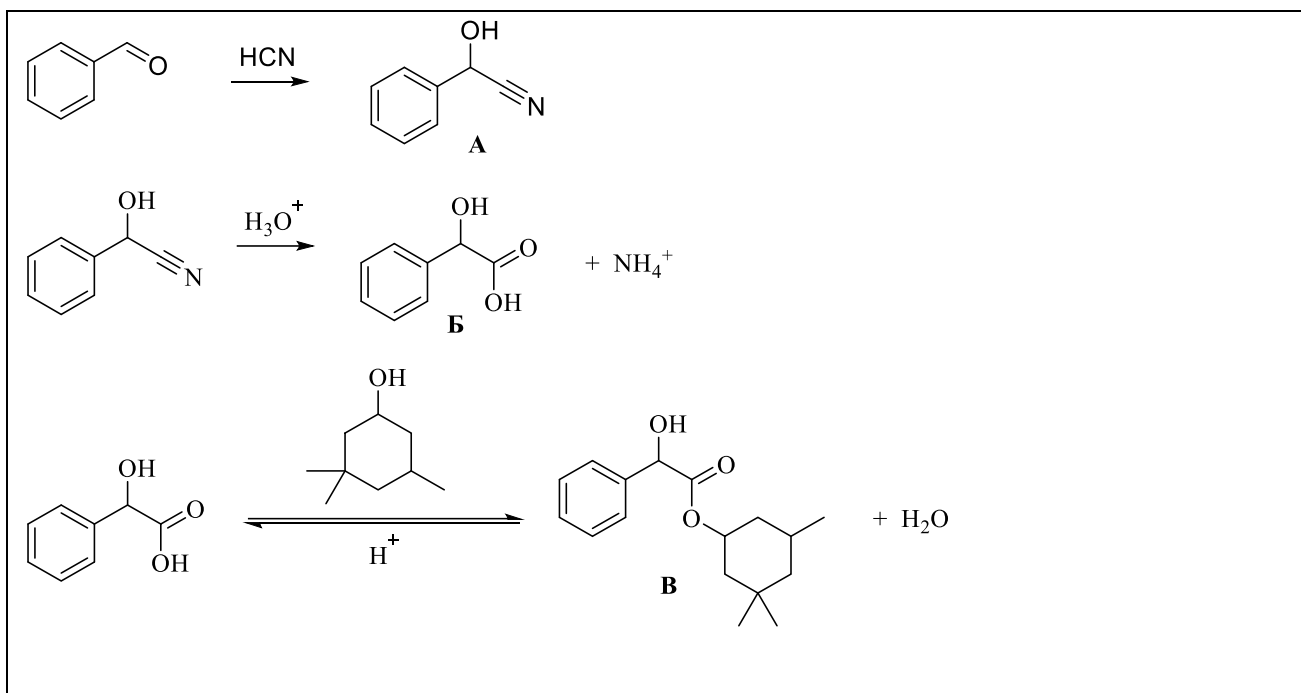
$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}$ <p>Изразът за равновесна константа не зависи от наличието на катализатор. Причината е, че скоростта на правата и на обратната реакция нараства в една и съща степен, тъй като катализаторите ускоряват и правата, и обратната реакция в една и съща степен.</p>	
--	--

Задача 47 (6 т.) *Бадемена киселина*

Бадемената киселина (**Б**) е монокарбоксилна киселина с молекулна формула $C_8H_8O_3$ и съдържа хидроксилна група. Получава се от бензалдехид при взаимодействието му с циановодород и последваща хидролиза в кисела среда. Бадемената киселина се използва за синтеза на медикамента *Cyclandelate* (цикланделат), използван при лечението на артериосклероза и болестта на Рейно. Медикамента *Cyclandelate* (**В**) се получава при естерификация на бадемена киселина в кисела среда с 3,3,5-триметилциклохексанол.



а) Напишете уравненията за всяко от посочените превръщания, като запишете съединения А-В със структурни формули.



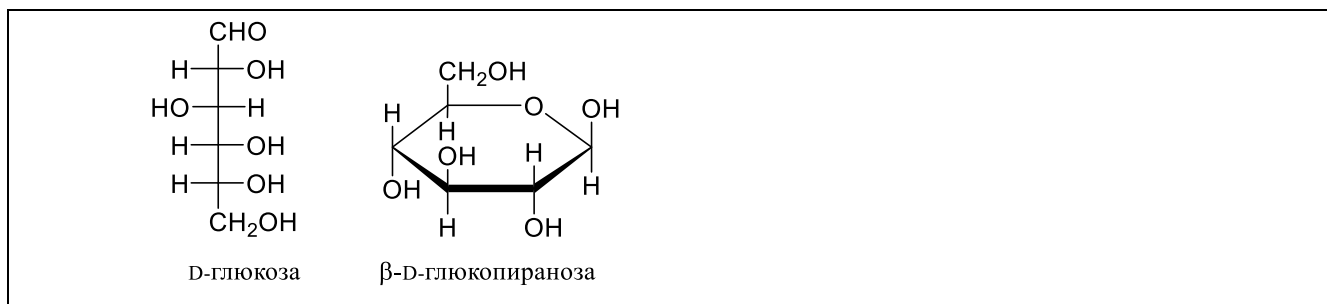
б) Напишете структурната формула на 3,3,5-триметилциклохексанола и отбележете стереогените центрове със звездичка.



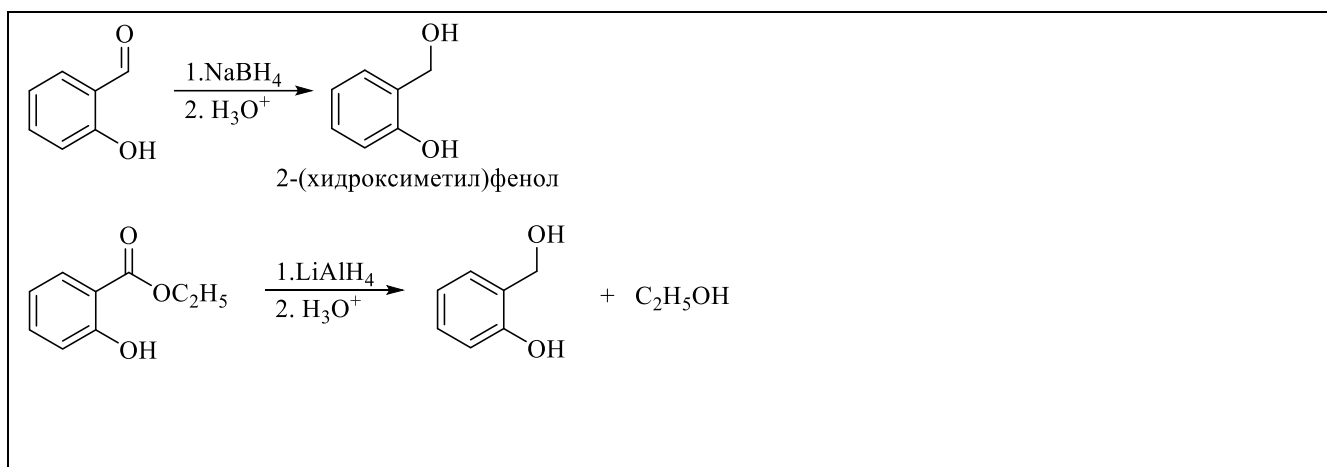
Задача 48 (6 т.) *Салицин*

Салицинът е β-глюкозид, изолиран от кората на множество представители на рода върба (*Salix*). Салицинът е използван в първите синтези на ацетилсалицилова киселина, има горчив вкус и в организма се метаболизира до салицил алдехид. В молекулата на салицина глюкозидният остатък, в своята шестчленна пръстенна форма, е свързан с фенолната хидроксилна група на агликона А. Веществото А се получава при реакция на салициловия алдехид (2-хидроксибензалдехид) с NaBH_4 или на етилсалицилат с LiAlH_4 , като и в двата случая накрая се обработва с киселина.

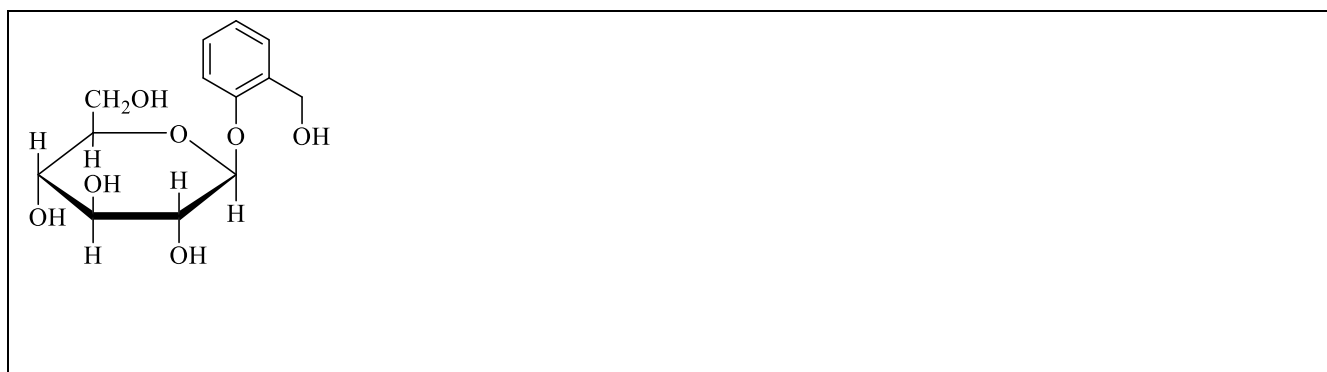
а) Напишете фишеровата проекционна формула на D-глюкозата и перспективната шестчленна пръстенна форма на β -D-глюкозата.



б) Изразете с химично уравнение реакциите за получаване на А. Изразете органичните съединения със структурни формули и наименувайте продукта по IUPAC.



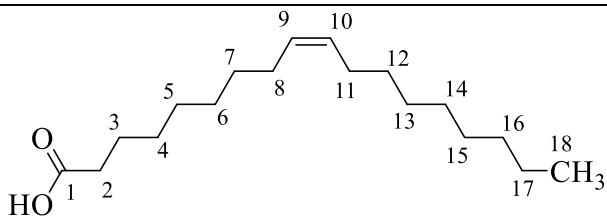
в) Изобразете салицина със структурна формула.



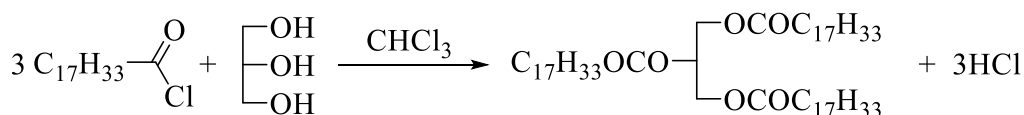
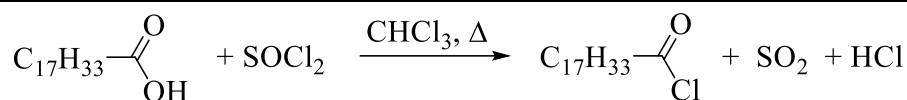
Задача 49 (6 т.) *Експериментът на Боби*

Боби разполагал с 5,00 g олеинова киселина (C₁₈H₃₄O₂). Той разтворил всичката налична киселина в хлороформ и добавил излишък от SOCl₂ (лесно летлива течност). След като нагрявал при 60 °C в продължение на два часа, Боби изпарил всички летливи компоненти от реакционната смес. Той разтворил твърдия остатък в хлороформ и получения разтвор прикапал към разтвор на 0,400 mL глицерол (с плътност 1,26 g/mL) в хлороформ при охлаждане. След разработване на реакционната смес Боби получил 4,00 g маслообразен продукт.

а) Напишете структурната формула на природната олеинова киселина и номерирайте веригата ѝ по IUPAC.



б) Напишете уравненията на реакциите, които е провел Боби, като запишете киселината със съкратена формула.



в) Определете максималното количество продукт, което може да се получи вследствие на проведените от Боби експерименти. Изчислете процентния добив на продукта.

$n_{\text{кис}} = \frac{m_{\text{кис}}}{M_{\text{кис}}} = \frac{5,00}{282} = 0,0177 \text{ mol}$, тъй като при получаването на киселинния хлорид, няма загуби, то $n_{\text{кис}} = n_{\text{RCOCl}}$.

$$n_{\text{гл}} = \frac{\rho_{\text{гл}} \times V_{\text{гл}}}{M_{\text{гл}}} = \frac{1,26 \times 0,400}{92} = 0,00548 \text{ mol}$$

$n_{\text{кис}} : n_{\text{гл}} = 3,23 : 1$ следователно киселината е в излишък, а глицеролът реагира напълно.

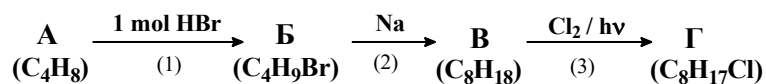
Тоест $n_{\text{пр}} = n_{\text{гл}}$.

$$m_{\text{теор}} = M_{\text{пр}} \times n_{\text{пр}} = 884 \times 0,00548 = 4,84 \text{ g}$$

$$D\% = \frac{m_{\text{експ}}}{m_{\text{теор}}} = \frac{4,00}{4,84} = 82,6 \%$$

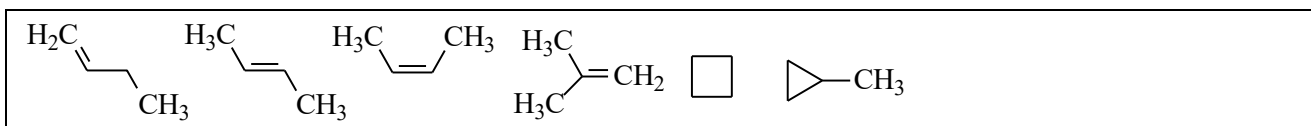
Зад 50 (6 т.) Определяне на структурна формула

Неизвестен въглеводород (А) има молекулна формула C_4H_8 . За определяне структурната формула на съединението е използвана следната последователност от превръщания:

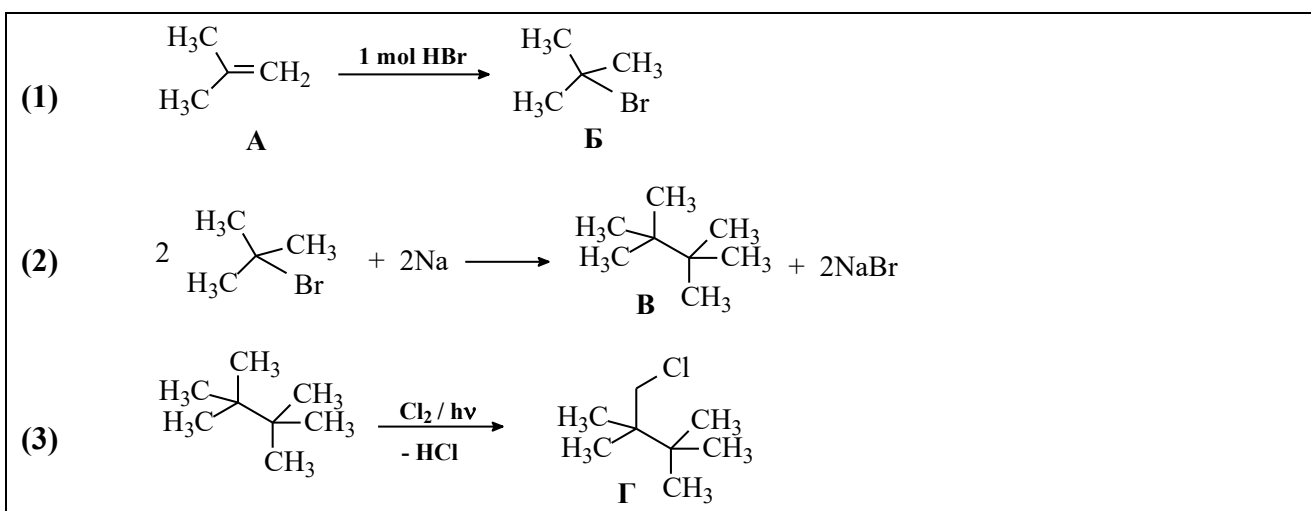


- в преход (1) продуктът **Б** е този, който се получава по правилото на Марковников;
- в преход (2), реакция на Вюрц, участват 2 мола от съединението **Б**;
- съединението **Г** е единствения възможен продукт на монохлориране на **В**.

а) Напишете структурните формули на възможните изомери на А.



б) Напишете уравненията на реакциите от схемата.



в) Напишете наименованията по IUPAC на съединенията А, Б, В и Г.

- А – 2-метилпропен
 Б – 2-бромо-2-метилпропан
 В – 2,2,3,3-тетраметилбутан
 Г – 2,2,3,3-тетраметил-1-хлоробутан