

ПЪРВА ЧАСТ (Решения на задачи 1-40)

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

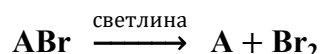
ВТОРА ЧАСТ (Решения на задачи 41-50)

Задача 41 (6 т.) *Писане със светлина*

В недалечното минало за ръчното проявяване на негативен филм беше необходима „тъмна стая“, снабдена с червена светлина и химични вещества. Основните етапи на този процес – проявяване, фиксиране и измиване на фотохартията – са свързани с протичане на химични реакции.

Фотографската емулсия се получава при смесване на веществата ANO_3 , където A е благороден метал, и KBr , при което се получават светлочувствителни кристали от ABr .

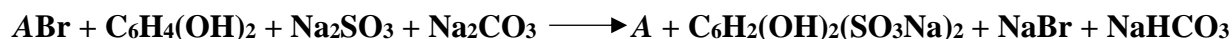
а) Като използвате следното химично уравнение:



открийте кой е металът A . Изравнете химичното уравнение и напишете вида на химичната реакция.

| | |
|----|---|
| а) | $\text{A} = \text{Ag}$ $\text{AgBr} \rightarrow \text{Ag} + \frac{1}{2} \text{Br}_2$ или $2\text{AgBr} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Br}_2$ Окислително-редукционен процес (или химично разлагане) |
|----|---|

След взаимодействието на ABr със светлината се получава т.нар. „скрито изображение“, което се преобразува във „видимо изображение“ след използване на химични вещества, наречени проявители (напр. хидрохинон $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$). Те са редуктори и реагират само с осветените части на ABr . Описаният процес може да бъде записан със следното химично уравнение:

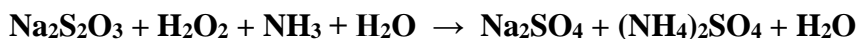


б) Изравнете химичното уравнение.

| | |
|----|--|
| б) | $4\text{ABr} + \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 4\text{A} + \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_3\text{Na})_2 + 4\text{NaBr} + 2\text{NaHCO}_3$ |
|----|--|

Фиксирането е процес, при който се премахва незасегнатата от светлината част от изображението с помощта на т.нар. фиксиращи вещества (напр. натриев тиосулфат $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). След фиксиране следва един от най-продължителните процеси на обработката – измиване на фотохартията, като се използват окислителни тиосулфата. Най-голямо приложение намира алкалният разтвор на водороден пероксид.

в) Изравнете химичното уравнение с помощта на метода на електронния баланс и запишете уравненията на полуреакциите.



| | |
|----|---|
| в) | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ |
| | $2\text{S}^{+2} - 2.4\text{e}^- \rightarrow 2\text{S}^{+6} \quad 8 \quad \quad 1$ |
| | $2\text{O}^{-1} + 2.1\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{-2} \quad 2 \quad \quad 4$ |

При преекспонирани или препроявени снимки се предприемат действия, които да преобразуват А в разтворима сол, която лесно да се отстрани от фотографската емулсия във ваната. При черно-бялата фотография се използваха калиев дихромат и сярна киселина с цел намаляване на контраста.

г) Определете окислителя и редуктора в химичното уравнение и го изравнете.



| | |
|----|---|
| г) | $6 \text{Ag} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ <i>Ag⁰ – редуктор; Cr⁺⁶ - окислител</i> |
|----|---|

Задача 42. (6 т.) *Електричество от ядрата на урана*

Атомните електрически централи (АЕЦ) представляват топлоелектрически централи, при които се произвежда електричество чрез преобразуване на топлинна енергия, която се получава от ядрен реактор. В ядрения реактор протича контролирана верижна реакция на делене на ядрата на атомите на изотоп на урана с масово число 235 (U-235). В природата уранът съществува като смес от изотопи, като U-235 съставлява едва 0,72% от природната смес. Най-разпространеният (99,27%) изотоп на урана има 3 неутрона повече в ядрата на атомите си.

а) Запишете с химични знаци описаните два изотопа на урана, като означите поредния номер и масовото число. Какъв е броят на неутроните в ядрата на всеки от изотопите?

| | |
|----|--|
| а) | ${}_{92}^{235}\text{U} - 143$ неутрона ${}_{92}^{238}\text{U} - 146$ неутрона <i>(За правилно написани пореден номер и масово число, но не означени на съответното място спрямо химичния знак, се получават половината точки.)</i> |
|----|--|

За електронната обвивка на урана е известно, че:

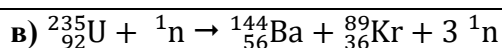
- Първите четири електронни слоя са напълно изградени;
- В процес на изграждане е петият слой;
- Първите два подслоя в предпоследния електронен слой са напълно изградени, а третият подслой е запълнен с един електрон;
- В последния електронен слой има електрони само в първия подслой, който е напълно изграден.

б) Изразете със схема строежа на електронната обвивка на урана.

| | |
|---|--|
| б) | |
| <p>За вярно се приема и: $[\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$; $[\text{Rn}] 7s^2 5f^3 6d^1$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^3 6d^1$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^3 6s^2 6p^6 6d^1 7s^2$</p> | |

В ядрените реактори с топлинни неутрони деленето на атомните ядра се получава в резултат на сблъсъка им с бавни неутрони. При взаимодействието на ядрото на U-235 с бавен неутрон се получават два продукта на деленето и се отделят 3 неутрона. Единият продукт е изотоп на най-тежкия алкалоземен метал, който не е радиоактивен, съдържащ 88 неутрона в ядрото си.

в) Изразете с уравнение верижната реакция на делене на U-235, като означите поредния номер и масовото число на всяка частица.



Задача 43 (6 т.) Калцинит

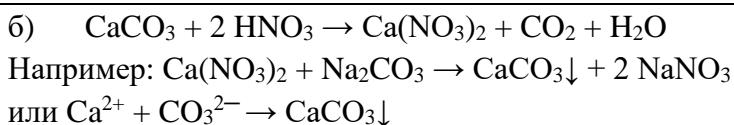
Калцинитът е препарат, който се предлага в търговската мрежа и съдържа калциев нитрат. Продуктът се предлага в опаковки под формата на гранули или кристали.

а) Каква е основната употреба на калцинита? Изберете от: за варосване на стени / за наторяване / като хранителна добавка за човека / за избелване на тъкани.

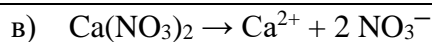
а) за наторяване

б) Изразете с химични уравнения:

- получаване на калциев нитрат от варовик;
- доказване на калциевите йони в разтвора на получената сол.



в) Изразете с химично уравнение и запишете наименованието на процеса, чрез който се обясняват електролитните свойства на калциевия нитрат.



електролитна дисоциация

За приготвянето на 400 mL разтвор на калциев нитрат са използвани 49,23 g безводна сол.

г) Изчислете молната концентрация на нитратните йони в получения разтвор.

$$n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{49,23 \text{ g}}{164,1 \text{ g/mol}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_3^-) = 2 \times n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 2 \times 0,3 \text{ mol} = 0,6 \text{ mol}$$

$$c(\text{NO}_3^-) = \frac{n(\text{NO}_3^-)}{V_{(p-p)}} = \frac{0,6 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} = 1,5 \text{ mol/L}$$

Задача 44. (6 т.) Стипца

Съединението $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ е двойна сол, представител на така наречените стипци. Използва се при дъбенето на кожи и в текстилната промишленост.

а) Необходимо е да се приготви 500 g разтвор на калиево-алуминиева стипца ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) с масова част на разтворената безводна сол 20%. Изчислете масата на необходимата стипца за приготвяне на разтвора и на водата, която трябва да се прибави.

В 500g разтвор 20 % са 100g разтворени соли

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}) = 174,3 + 342,3 + 432 = 948,6$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 174,3 + 342,3 = 516,6 \quad M(24\text{H}_2\text{O}) = 432$$

В 948,6 g $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ се съдържат 516,6 g безводна сол и 432 g H_2O .

$$m_{(\text{стипца})} = \frac{948,6}{516,6} \times 100 = 183,6 \text{ g}$$

183,6 g $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ съдържат 100g безводна сол и 83,6 g H_2O .

Трябва да се прибави $500 - 183,6 = 316,4$ g H_2O към 183,6 g стипца за да се получи 500g 20% разтвор.

В чисто състояние сулфатът на калия е безводен, а сулфатът на алуминия кристализира с 18 молекули вода. Приготвена е смес от двете кристални соли, която при разтваряне във вода дава разтвор на калиево-алуминиева стипца.

б) Каква е масовата част на всяка от двете соли в сместа?

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174,3$$

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = 342,3 + 324 = 666,3$$

$$174,3 + 666,3 = 840,6$$

$$w = \frac{174,3}{840,6} \times 100 = 20,74\% \text{ K}_2\text{SO}_4$$

$$w = \frac{666,3}{840,6} \times 100 = 79,26\% \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$$

в) Иван продава калиева стипца за 22 лв/кг. За колко продава водата в стипцата, ако се приеме, че цената на всеки от компонентите се определя от процентното му съдържание?

$$M(K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O) = 948,6$$

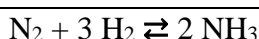
$$M(24H_2O) = 432$$

$$x = \frac{432}{948,6} \times 22 = 10 \text{ лв за литър вода от стипцата}$$

Задача 45. (6 т.) *Най-важното откритие на XX век*

До началото на XX век основният източник на нитрати и амоняк за производството на торове са минерали и гуано, добивани от тропически острови. С увеличаването на населението растат и нуждите от храна, които не могат да бъдат задоволени от доставките от тези острови. През 1909 г. Фриц Хабер представя своя процес за получаване на амоняк от водород и азот, който скоро след това е индустриализиран от Карл Бош.

а) Изразете процеса с химично уравнение и запишете израза за равновесната константа K_c и кинетичното уравнение на правата реакция, като приемете, че тя е с прост механизъм.



$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$v = k \cdot c^3(H_2) \cdot c(N_2)$$

б) В таблицата са дадени данни за равновесната константа на процеса при различни температури. Определете дали процесът е екзотермичен или ендотермичен. Обосновете отговора си.

| температура (°C) | 25 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| K_c | $6,4 \cdot 10^2$ | $4,4 \cdot 10^{-1}$ | $4,3 \cdot 10^{-3}$ | $1,6 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-5}$ |

С повишаване на температурата равновесната константа намалява, което означава, че обратният процес е предпочитан при повишаване на температурата, т.е. **правата реакция е екзотермична.**

в) При налягане от 200 атмосфери в системата се достига до равновесие при равновесни концентрации $c(H_2) = 8 \text{ mol/L}$, $c(N_2) = 1,3 \text{ mol/L}$ и $c(NH_3) = 0,1 \text{ mol/L}$. При каква температура се провежда процесът? Обосновете отговора си с изчисления.

$$K_c = 0,1^2 / 8^3 \cdot 1,3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$$

Процесът се провежда при 500 °C.

г) **Защо процесът не се провежда при по-ниска температура, например 20 °С?**

Скоростта на всички процеси нараства с нарастване на температурата. Процесът ще протича с много ниска скорост при по-ниски температури.

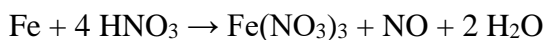
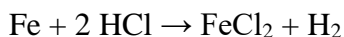
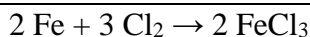
д) **Как ще се промени равновесната концентрация на амоняк, ако се повиши налягането? Обосновете отговора си.**

Концентрацията на амоняк ще нарасне, защото процесът протича с намаляване на обема и ще бъде предпочитан при повишаване на налягането.

Задача 46. (6 т.) Желязо (и още нещо)

Желязото е един от металите с умерена химическа активност.

а) **Изразете с химични уравнения взаимодействието на желязо с хлор, със солна киселина (1 mol/L) и с азотна киселина (1 mol/L).**



б) **Какво се наблюдава, когато сярна киселина с масова част 98% се налее в железен цилиндър? Обяснете.**

Наблюдава се пасивиране, защото се образува защитен слой от неразтворим в киселината железен оксид.

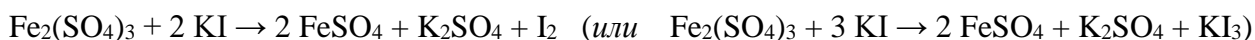
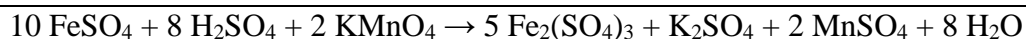
Проведена е следната поредица от реакции в една и съща епруветка.

Реакция 1: Налят е разтвор на железен(II) сулфат и към него са прибавени последователно разтвори на сярна киселина и калиев перманганат. Получава се жълт разтвор.

Реакция 2: Към жълтия разтвор е добавен разтвор на калиев йодид. Получава се червен разтвор.

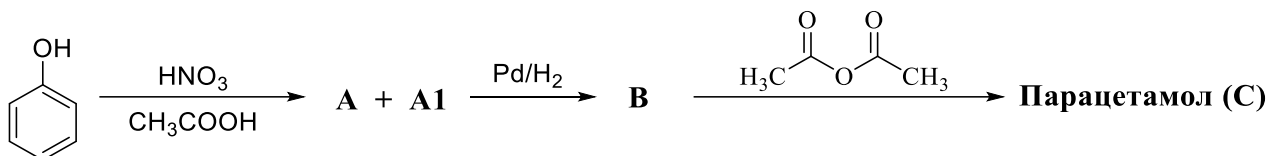
Реакция 3: Червеният разтвор е разреден с вода и към него е прибавен пресен разтвор на скорбяла. Наблюдава се синьо оцветяване.

в) **Изразете с химични уравнения реакции 1 и 2.**

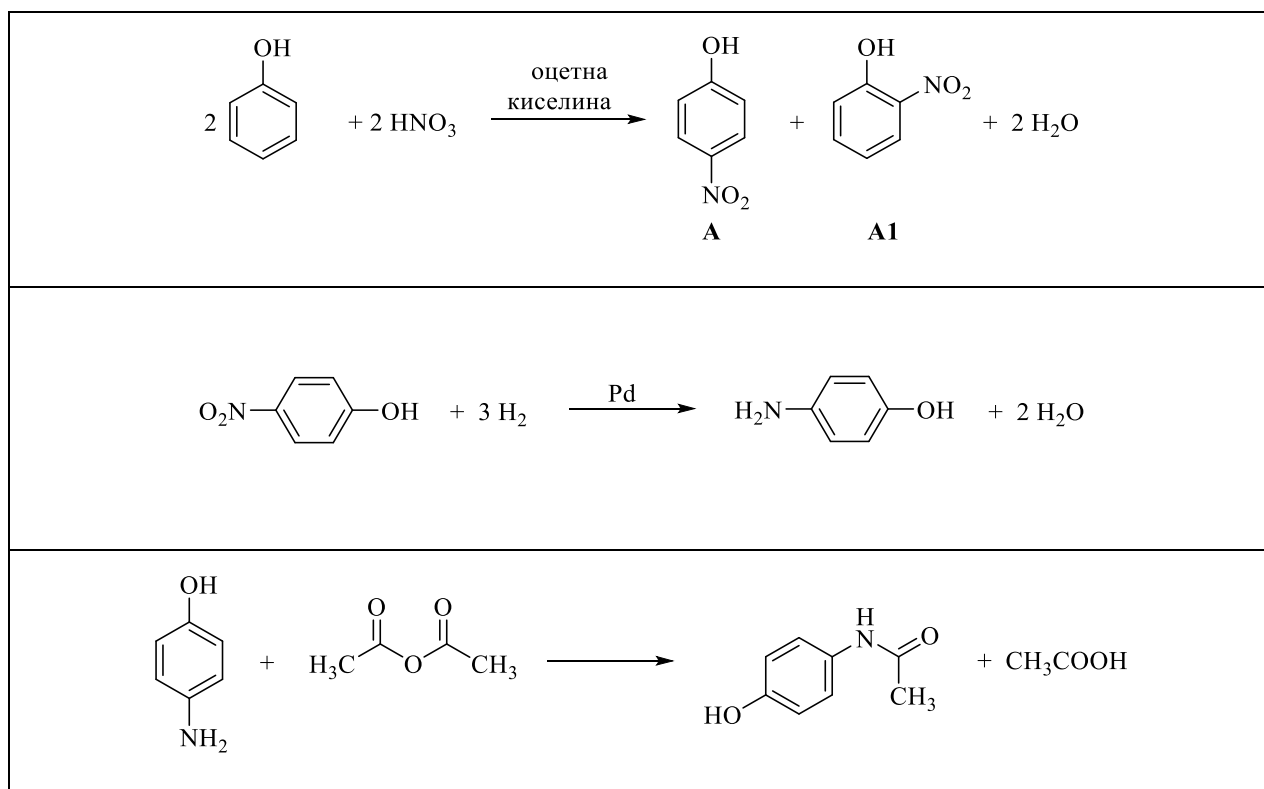


Задача 47 (6 т.) Парацетамолът

Парацетамолът (Paracetamol) е нестероидно обезболяващо и температуропонижаващо средство, притежава и слабо противовъзпалително действие. Молекулната му формула е $C_8H_9NO_2$. Един от основните методи за синтез на парацетамол е тръстъпков и използва фенол като изходно съединение. Стъпките включват мононитриране на фенола, редукция и ацетилиране с оцетен анхидрид. При мононитрирането се получават продуктите **A** и **A1**. В следващия процес участва продуктът **A**, в който има по-малко пространствено пречене между заместителите.



а) Напишете уравненията за всяко от посочените превръщания.



б) Наименувайте съединенията **A**, **B** и **C** по IUPAC.

A - 4-нитрофенол

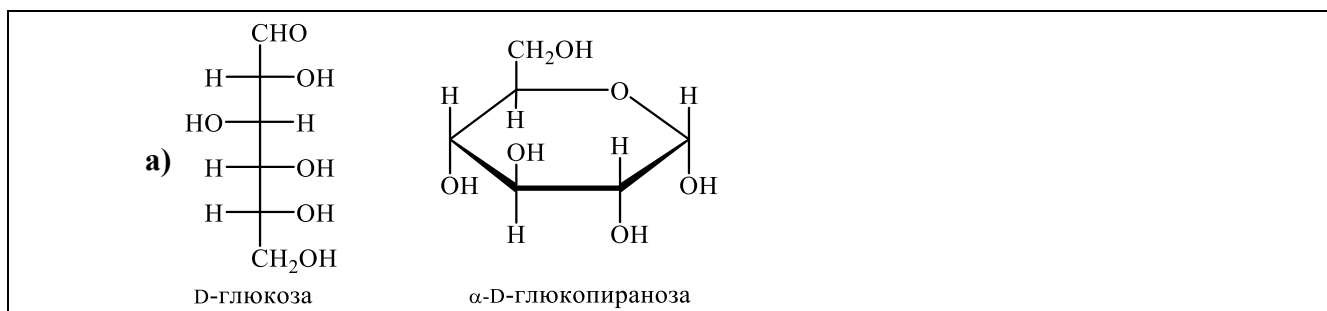
B - 4-аминофенол

C - *N*-(4-хидроксифенил)ацетамид (или 4-хидроксиацетанилд)

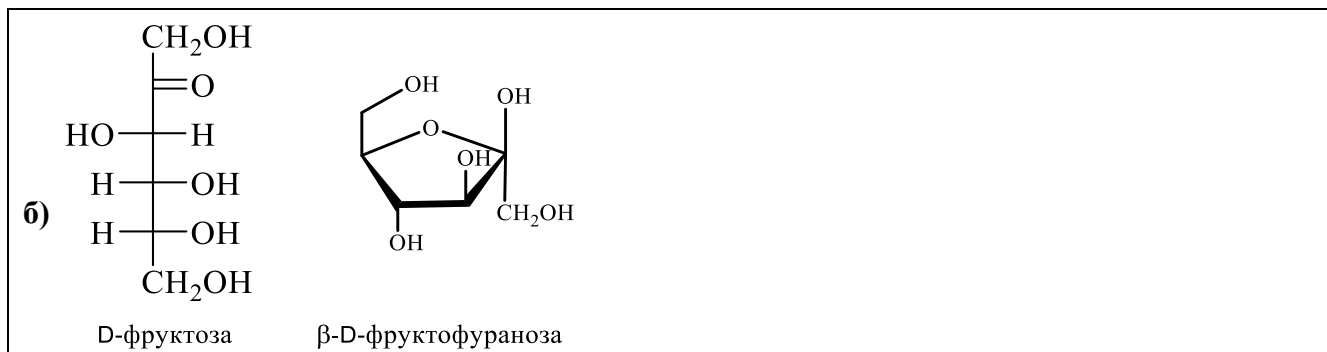
Задача 48 (6 т.) *Изомалтулозата – алтернативен подсладител*

Изомалтулозата е нискокалоричен дизахарид, който се среща в захарната тръстика, захарното цвекло и пчелния мед. Изграден е от шестчленната пръстенна форма на α -D-глюкозата и петчленната пръстенна форма на D-фруктозата, като глюкозата е свързана с гликозидната си група, а фруктозата с хидроксилната група на шесто място. На вкус наподобява захароза, но е два пъти по-малко сладка. Изомалтулозата се редуцира до изомалт (E953), дизахарид с ниска хранителна стойност, който се използва като заместител на захарта в сладкарски изделия.

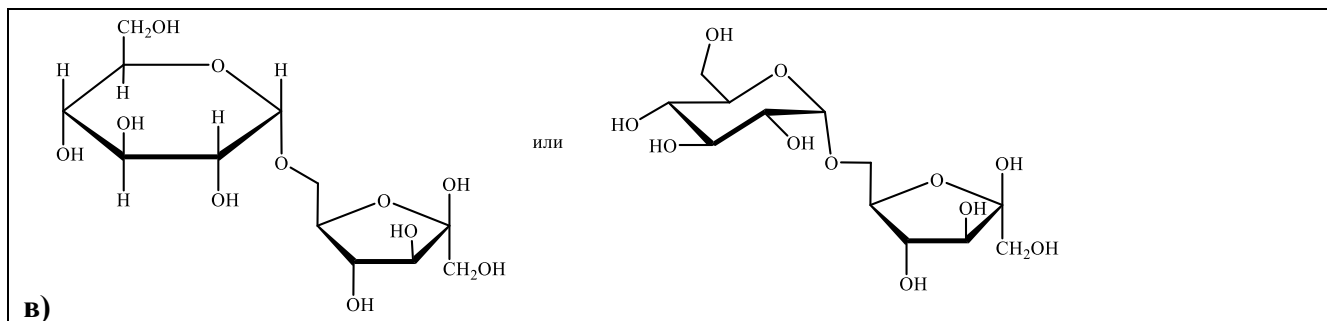
а) Напишете фишерова проекционна формула на D-глюкозата и перспективната шестчленна пръстенна форма на α -D-глюкозата.



б) Напишете фишерова проекционна формула на D-фруктозата и перспективната петчленна пръстенна форма на β -D-фруктоза.



в) Напишете перспективната пръстенна форма на изомалтулозата като за целта използвате петчленната пръстенна форма на β -D-фруктозата.



г) Ще реагира ли изомалтулозата с амонячния комплекс на сребърен хидроксид до получаване на „сребърно огледало“? Обяснете накратко.

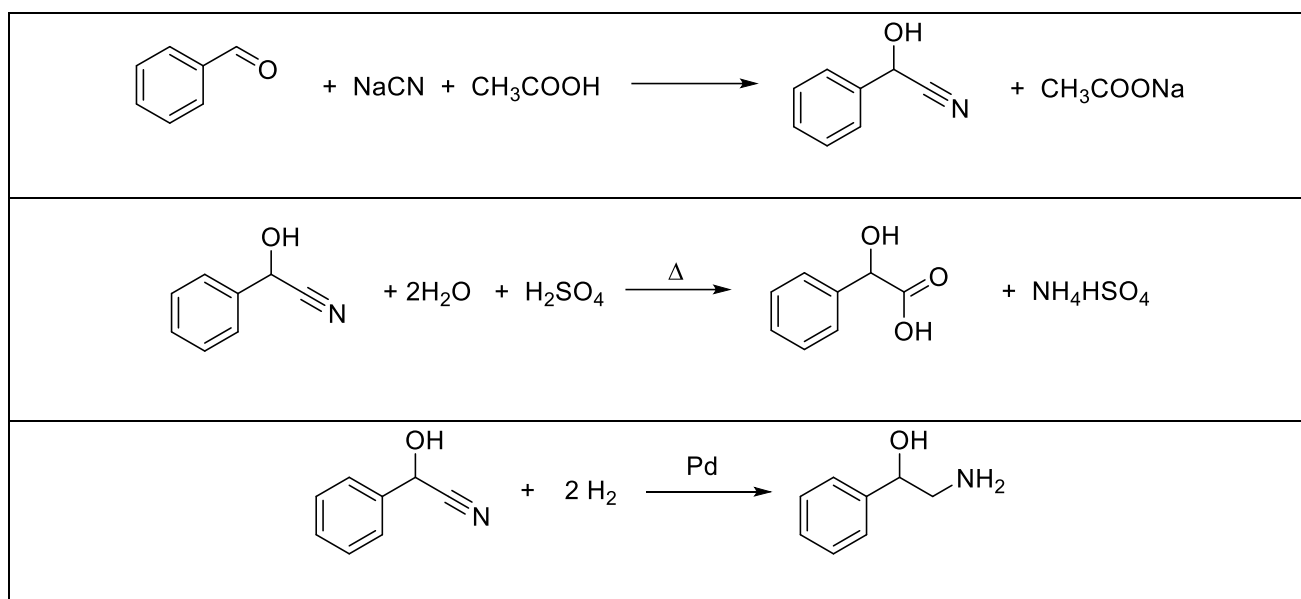
Да, защото изомалтулозата е редуциращ дизахарид, в следствие на наличието на свободна гликозидна група.

Задача 49 (6 т.) Бадемената киселина

Бадемената киселина (**B**) е ароматна α -хидрокси киселина с емпирична формула $C_8H_8O_3$, като молекулата е хирална. Киселината е широко използван прекурсор на различни лекарства и има дълга история на употреба в медицината като антибактериално средство.

Киселината се получава в две стъпки от бензалдехид. Първата стъпка е взаимодействие на бензалдехида с натриев цианид при стайна температура до цианхидрин (**A**), а втората – хидролиза в кисела среда при кипене. Цианхидринът (**A**) е ценен прекурсор за синтез на β -аминоалкохол (**C**) чрез редукция с паладий и водород.

а) Изразете с химични уравнения описаните превръщания.

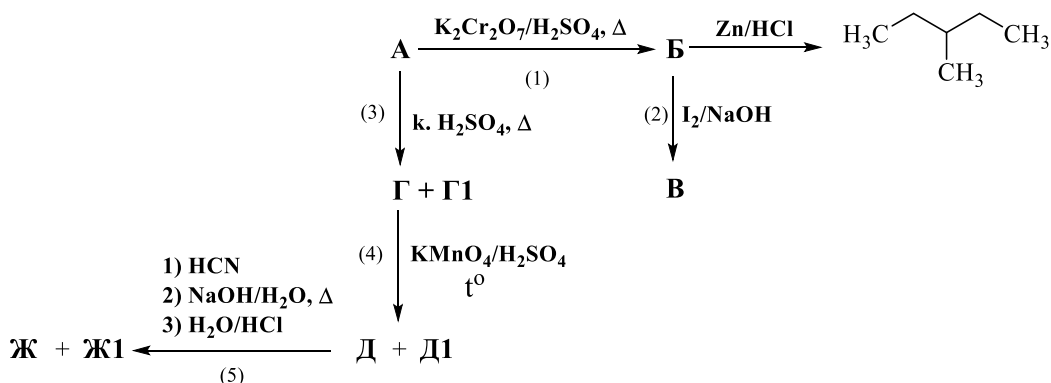


б) Наименувайте съединенията А, В и С по IUPAC.

A - 2-фенил-2-хидроксиацетонитрил (или 2-фенил-2-хидроксиетаннитрил)
B - 2-фенил-2-хидроксиоцетна киселина (или 2-фенил-2-хидроксиетанова киселина)
C - 2-амино-1-фенилетан-1-ол

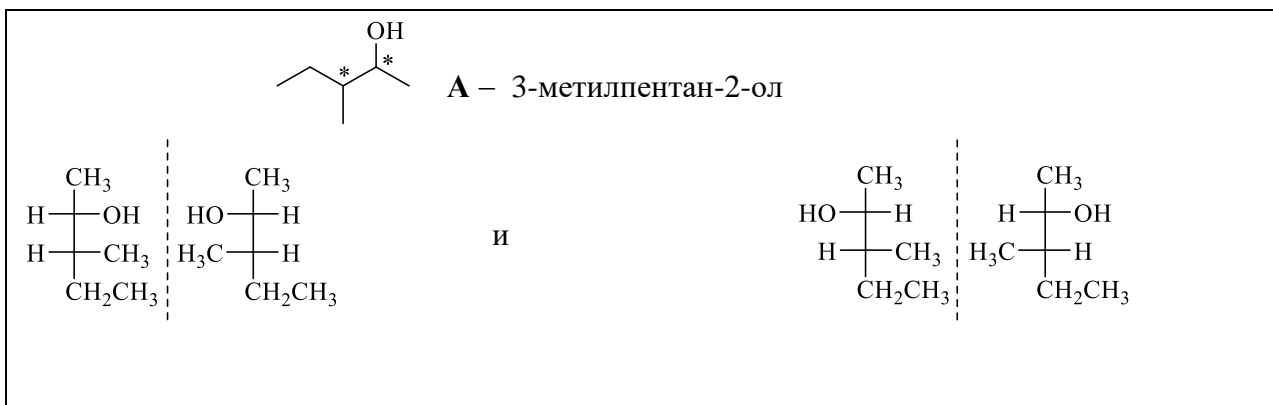
Задача 50 (6 т.) Главоблъсканица с главно А

Съединението **A** е наситен вторичен алкохол, има в структурата си два съседни хирални атома и участва в превръщанията от схемата:

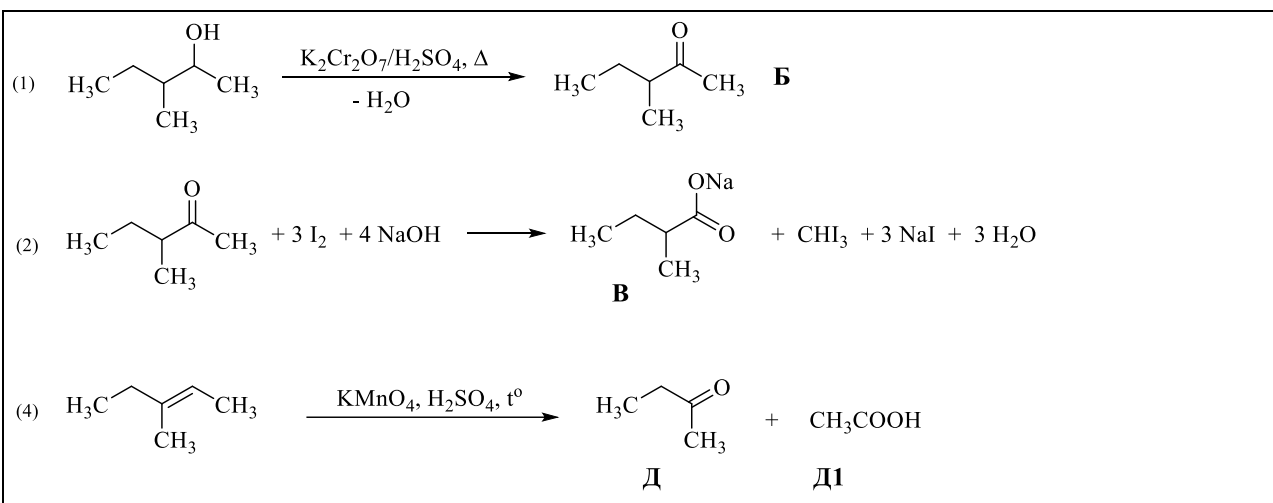


- Съединението Г е главният продукт, който се получава след протичане на процес (3) и участва в процес (4).
- Съединението Ж е главният продукт от реакцията на Д в условията на процес (5) и има два геометрични изомера. Ж1 няма геометрични изомери.

а) Напишете структурната формула на А и го наименувайте по IUPAC. Означете със звездички хиралните атоми в молекулата му. Като използвате Фишерови проекционни формули, напишете структурите на възможните енантиомерни двойки на А.



б) Изразете с химични уравнения процеси (1), (2) и (4).



в) Изразете със структурни формули Ж1 и единия от изомерите на Ж.

