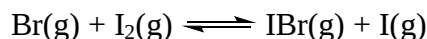


Задатак 1 - Равнотежна питалица

1.



2.

$$K_{p1} = \frac{p_{\text{I}}^2}{p_{\text{I}_2}}, K_{p2} = \frac{p_{\text{Br}}^2}{p_{\text{Br}_2}}, K_{p3} = \frac{p_{\text{I}}p_{\text{Br}}}{p_{\text{IBr}}}, K_{p4} = \frac{p_{\text{IBr}}^2}{p_{\text{I}_2}p_{\text{Br}_2}}$$

3.

Укупна количина гаса у суду без аргона је:

$$n_{\text{ук}} = \frac{pV}{RT} - n_{\text{Ar}} = \frac{9,60 \cdot 10^5 \cdot 0,004}{8,314 \cdot 1000} - \frac{1,0 \cdot 10^5 \cdot 0,004}{8,314 \cdot 297} = 0,3 \text{ mol}$$

Ова количина премашује почетну количину реагенаса (0,2 mol) и последица је реакција у којима се мења количина гаса, а то су само дисоцијација јода (1), брома (2) и IBr (3). Реакције (1) и (2) узрокују повећање количине гаса, и то за 0,1 mol – $n(\text{X}_2)$, где је X_2 количина насталог халогена након успостављања равнотеже. У реакцији (3) количина гаса се смањује, и то за онолико колико је IBr остало у равнотежи. Зато можемо написати:

$$n_{\text{вишак}} = (0,1 - n(\text{I}_2)) + (0,1 - n(\text{Br}_2)) - n(\text{IBr}) = 0,1 \text{ тј.}$$

$n(\text{I}_2) + n(\text{Br}_2) + n(\text{IBr}) = 0,1$ (*), а како су у суду сем аргона још једино I и Br, важи и:

$$n(\text{I}) + n(\text{Br}) = 0,2 \text{ (**)}$$

Како је на почетку било укупно по 0,2 mol атома јода и брома можемо поставити и следеће масене билансе:

$$n(\text{IBr}) + 2 n(\text{I}_2) + n(\text{I}) = 0,2 \text{ (***)}$$

$$n(\text{IBr}) + 2 n(\text{Br}_2) + n(\text{Br}) = 0,2 \text{ (****)}$$

Заменом израза (***) у израз (*) добијамо:

$$n(\text{I}_2) + n(\text{I}) - n(\text{Br}_2) = 0,1$$

Све дате вредности могу се изразити преко, рецимо, p_{I} :

$$\frac{p_{\text{I}}^2}{K_{\text{I}_2}} + p_{\text{I}} - \frac{\left(\frac{0,2RT}{V \cdot 10^5} - p_{\text{I}}\right)^2}{K_{\text{Br}_2}} = \frac{0,1RT}{V \cdot 10^5}$$

Решавањем квадратне једначине добија се $p_I = 2,59 \text{ bar}$, односно $n(I_2) = 0,125 \text{ mol}$. Користећи изразе (*)–(****) и константе равнотеже лако можемо наћи и остале парцијалне притиске: $p_{I_2} = 0,54 \text{ bar}$, $p_{Br} = 1,56 \text{ bar}$, $p_{Br_2} = 1,05 \text{ bar}$, $p_{IBr} = 0,49 \text{ bar}$.

4. а) 1)

б) $\Delta_r S = -11 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

5. $E(I-I) = 151 \text{ kJ/mol}$, $E(Br-Br) = 194 \text{ kJ/mol}$, $E(I-Br) = 174 \text{ kJ/mol}$

6. $m(Br_2) = 125,4 \text{ g}$

7. а) $v_3 = k_3[I][Br][M] = 10 \left(\frac{p_I}{RT} \right) \left(\frac{p_{Br}}{RT} \right) \left(\frac{p_{\text{укупно}}}{RT} \right) = 10 \frac{2.59 \cdot 1.56 \cdot 9.6 \cdot 10000^3}{(8.314 \cdot 1000)^3 \cdot 1000^3} = 6.8 \cdot 10^{-4} \text{ M/s}$

б) $v_3 = v_{-3}$, $6.8 \cdot 10^{-4} = k_{-3}[IBr] \rightarrow k_{-3} = 0,12 \text{ s}^{-1}$

Задатак 2 - Тачка еквиваленције

1. CH_3COONa

$$\frac{[\text{OH}^-]^2}{c} = \frac{K_w}{K_a}$$

$$\text{pH} = 8,58$$

2. Na_2HPO_4

$$c_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = [\text{HA}^{2-}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{A}^{3-}] + [\text{H}_3\text{A}]$$

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = 2[\text{HA}^{2-}] + 3[\text{A}^{3-}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{OH}^-]$$

$$c_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = [\text{H}_2\text{A}^-] + \frac{3}{2}[\text{A}^{3-}] + \frac{1}{2}[\text{H}_2\text{A}^-] + \frac{1}{2}[\text{OH}^-] - \frac{1}{2}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{HA}^{2-}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{A}^{3-}] = [\text{HA}^{2-}] + \frac{3}{2}[\text{A}^{3-}] + \frac{1}{2}[\text{H}_2\text{A}^-] + \frac{1}{2}[\text{OH}^-] - \frac{1}{2}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{1}{2}[\text{H}_2\text{A}^-] = \frac{1}{2}[\text{A}^{3-}] + \frac{1}{2}[\text{OH}^-] - \frac{1}{2}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{K_w}{K_2} = \frac{[\text{H}_2\text{A}^-][\text{OH}^-]}{[\text{HA}^{2-}]}$$

$$K_3 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^{3-}]}{[\text{HA}^{2-}]}$$

$$\frac{K_w[\text{HA}^{2-}]}{K_2[\text{OH}^-]} = \frac{K_3[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} + \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

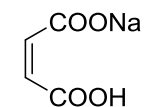
$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HA}^{2-}]}{K_2} = \frac{K_3[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} + \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_2 K_3 [\text{HA}^{2-}] + K_w K_2}{[\text{HA}^{2-}] + K_2}} = \sqrt{\frac{K_2 K_3 c + K_w K_2}{c + K_2}}, c \gg K_2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_2 K_3 c + K_w K_2}{c}}$$

$$\text{pH} = 9,55$$

3. NaHA ,



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_1 K_2 c + K_1 K_w}{c + K_1}}$$

$$K_2 c \gg K_w$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_1 K_2 c}{c + K_1}}$$

$$\text{pH} = 4,12$$

$$4. K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$[\text{Cl}^-] = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$5. \text{pH} = 10$$

$$K'_{\text{CaY}} = 0,35 \cdot 5,0 \cdot 10^{10} = 1,75 \cdot 10^{10}$$

$$K'_{\text{CaY}} = \frac{[\text{CaY}^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Y}^{4-}]} = \frac{c}{[\text{Ca}^{2+}]^2}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 5,35 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$6. E = \frac{E^\circ_{\text{Ce}^{4+}} + E^\circ_{\text{Fe}^{3+}}}{2} = 1,06 \text{ V}$$

$$7. E = \frac{E^\circ_{\text{Fe}^{3+}} + 5E^\circ_{\text{MnO}_4^-}}{6} + \frac{0,0591}{6} \log [\text{H}^+]^8 = 1,38 \text{ V}$$

$$8. E = \frac{E^\circ_{\text{Fe}^{3+}} + 6E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}}{7} + \frac{0,0591}{7} \log \frac{[\text{H}^+]^{14}}{2[\text{Cr}^{3+}]} = 1,25 \text{ V}$$

Задатак 3

1.	2.	3.	4.	5.	6. а)	6. б)	7. а)	7. б)	8	9	Укупно 7,5 %
3	3	3	6	8	6	8	4	8	3	8	60

Молекули који праве невоље

У овом задатку размотрићемо понашање неколико врло реактивних супстанци.

1. Одредите редове везе у молекулу кисеоника, супероксидном анјону и пероксидном дианјону.

кисеоник 2

супероксид 1,5

пероксид 1

2. Дужине везе у те три честице износе: 0,121 nm, 0,126 nm и 0,149 nm. Која дужина одговара којој честици?

кисеоник 0,121 nm

супероксид 0,126 nm

пероксид 0,149 nm

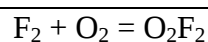
3. Која (које) од ових честица је (су) парамагнетна (парамагнетне)? Одговорите са да/не.

кисеоник да

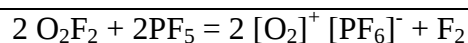
супероксид да

пероксид не

4. У реакцији смесе гасовитих флуора и кисеоника на ниском притиску и температури, уз електрично пражњење настаје врло реактиван гас А. Једињење А је толико реактивно да експлозивно реагује са ледом на 130–140 К. У молекулу тог гаса везе су различите дужине: 0,122 nm и 0,158 nm. Угао веза је 109,5°. Напишите реакцију добијања гаса А.



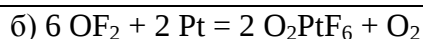
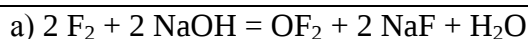
5. У реакцији гаса А са фосфор-пентафлуоридом на –126°C настаје парамагнетно јонско једињење Б и флуор. У катјону једињења Б постоји само једна веза, дужине 0,112 nm. У анјону једињења Б све везе су исте дужине. Напишите реакцију гаса А са фосфор-пентафлуоридом.



6. При пропуштању гасовитог флуора кроз 2 % водени раствор натријум-хидроксида настаје реактивни гас В, у којем постоји један тип веза, дужине 0,140 nm. Угао везе је 103°. Гас В је нешто мање реактиван од гаса А, али је ипак у стању да експлозивно реагује са низом супстанци. У реакцији гаса В са платином настаје со Г, која садржи исти катјон као и Б. Анјон соли Г има исту геометрију као анјон соли Б. Споредни производ у овој реакцији је кисеоник.

а) Напишите реакцију добијања гаса В.

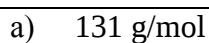
б) Напишите реакцију гаса В са платином.

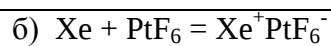


7. Једињење Г се може добити и у реакцији молекулског кисеоника са једињењем платине Д. Једињење Д је изузетно јако оксидационо средство, тако да у реакцији са гасом Ђ гради наранчасту чврсту со Е. На основу елементалног састава дошло се до закључка да је анјон соли Е идентичан са анјоном соли Г. Со Е садржи 44,3 % платине. Гас Ђ на собној температури (25 °C) и атмосферском притиску има густину од $5,37 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$.

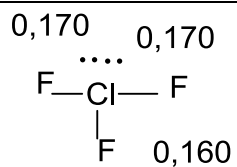
а) Израчунајте моларну масу гаса Ђ

б) Напишите једначину реакције Д и Ђ.





8. Хлор-трифлуорид је екстремно запаљиво једињење. Овај гас који се кондензује на 11 °C је у стању да запали материјале који се сматрају незапаљивим, као што су песак и азбест, па и pepeo након сагоревања у кисеонику. У овом молекулу постоје два типа веза, дужине 0,160 nm, односно 0,170 nm. Угао везе износи 87,5°. Напишите Луисову структурну формулу овог једињења и јасно назначите која веза је које дужине.



9. Хлор-трифлуорид је коришћен као ракетно гориво, у смеси са хидразином. Израчунајте енергију која се ослободи кад 100 cm^3 хидразина (густина $1,021 \text{ g/cm}^3$) реагује са стехиометријском количином хлор-трифлуорида. Један од производа реакције је флуороводоник, а густине друга два гасовита производа се односе 1:2,54.

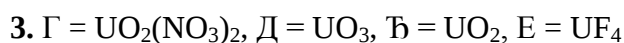
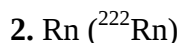
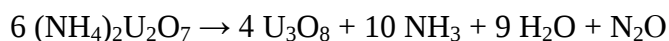
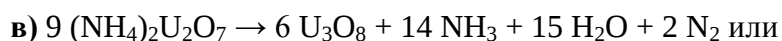
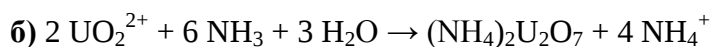
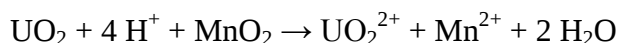
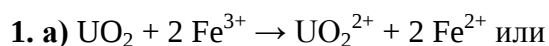
хидразин: $\Delta_f H^\circ = 50,63 \text{ kJ/mol}$

хлор-трифлуорид: $\Delta_f H^\circ = -158,87 \text{ kJ/mol}$

гасовити флуороводоник: $\Delta_f H^\circ = -271,1 \text{ kJ/mol}$

2946 kJ

Задатак 4 - Југословенски нуклеарни програм



4. $\chi(^{235}\text{U}) = 0,725\%$, $m(^{235}\text{U}) = 47,1 \text{ kg}$

5.

$$\chi(^{235}\text{U}) \cdot \left(\frac{v(^{235}\text{UF}_6)}{v(^{238}\text{UF}_6)} \right)^n = 0,900$$

$$0,00725 \cdot \left(\sqrt{\frac{M(^{238}\text{UF}_6)}{M(^{235}\text{UF}_6)}} \right)^n = 0,900$$

$$\ln \left(\sqrt{\frac{M(^{238}\text{UF}_6)}{M(^{235}\text{UF}_6)}} \right)^n = \ln \frac{0,900}{0,00725}$$

$$4,28 \cdot 10^{-3} n = 4,82$$

$$n = 1126$$

6. нпр. $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0n$ (збир масених бројева изотопа баријума и криптона мора бити 233, али морају бити и разумни у односу на атомске бројеве ових елемената)

7. $N_0(^{235}\text{U}) = 9,76 \cdot 10^{25}$, $N(^{235}\text{U}) = 1,92 \cdot 10^{18}$

Задатак 5 – *Not so noble*

1.

$$n_{ukuono F_2} = \frac{\frac{2}{3} * V_{smeše}}{V_{mol}} = \frac{0,333 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ mol/dm}^3} = 1,4881 * 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{parna faza F_2} = \frac{pV}{RT} = \frac{11,39 \text{ mm Hg} * 133,32 \frac{\text{Pa}}{\text{mm Hg}} * 6,5 * 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} * \text{K}} * 84 \text{ K}}$$
$$= 1,4133 * 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_{parna faza F_2}}{n_{ukuono F_2}} = \frac{1,4133 * 10^{-3} \text{ mol}}{1,4881 * 10^{-2} \text{ mol}} = 9,50 \%$$

У парној фази се налази 9,50 % од укупне количине флуора

Однос гасова у парној фази је сразмеран њиховим парцијалим притисцима:

$$x = \frac{p_{Ng}}{p_{F_2}} = \frac{(12 - 0,61) \text{ mm Hg}}{0,61 \text{ mm Hg}} = 18,67$$

Однос Ng и F₂ у парној фази је 18,67 : 1

2.

$$m_{ukupno} = \frac{1,15 \text{ g}}{0,9664} = 1,1900 \text{ g}$$

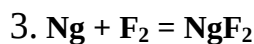
$$\text{Из претходног: } m_{F_2} = 1,4881 * 10^{-2} \text{ mol} * 38 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\Rightarrow m_{Ng} = 1,19 \text{ g} - 0,56548 \text{ g} = 0,62452 \text{ g}$$

$$n_{Ng} = \frac{\frac{1}{3} * V_{smeše}}{V_{mol}} = \frac{0,1667 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ mol/dm}^3} = 7,4405 * 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{m_{Ng}}{n_{Ng}} = \frac{0,62452 \text{ g}}{7,4405 * 10^{-3} \text{ mol}} = 83,93 \text{ g/mol}$$

$\Rightarrow \text{Ar(Ng)} = 83,93 \Rightarrow$ Племенити гас: **Криптон, Kr**



4. Уколико је искоришћена мања од доступне, или целокупна количина флуора – можемо поставити две једначине, где су масе дифлуорида и SiF_4 при наводном настајању 160 g, тј. једног мола тетрафлуорида:

$$x + y = 160$$

Збир броја **молова F** у овиру сваког једињења:

$$2 * \frac{x}{122} + 4 * \frac{y}{104} + 2 * \frac{z}{70} \leq 4$$

$$z = y * \frac{70}{104} \quad \text{– маса } \text{O}_2\text{F}_2 \text{ настала при грађењу } y \text{ g } \text{SiF}_4$$

$$2 * \frac{x}{122} + 4 * \frac{y}{104} + 2 * \frac{y}{104} \leq 4$$

$$2 * \frac{x}{122} + 6 * \frac{y}{104} \leq 4$$

$$\frac{x}{61} + 3 * \frac{y}{52} \leq 4$$

$$x + 3,588y \leq 244$$

$$160 - y + 3,588y \leq 244$$

$$2,588y \leq 84$$

$$y \leq 32,457$$

$$\text{из прве и треће једначине: } x = 127,543 \text{ y} \leq 32,457$$

$$\underline{\text{односно: } \text{KrF}_2 \geq 79,71\% \text{ и } \text{SiF}_4 \leq 20,29\%}$$

Међутим, како је количина криптона ограничена условом да је у реакцију стављен један мол племенитог гаса, важи и услов $x/122 \leq 1$, $x \leq 122$, одавде следи да горе наведен услов није реално могуће остварити, тј. да постоји смеша дифлуорида и SiF_4 која по маси одговара наводном тетрафлуориду, чак и у случају да се ослобођени племенити гас рециркулише, тј. понаша као катализатор.

5. Како меримо количину (а тиме и масу) флуора, потребно је знати масене уделе флуора (који се ослобађа загревањем) у једињењима NgF_4 , NgF_2 , SiF_4 и O_2F_2

$$\omega_{\text{F у NgF}_4} = \frac{76}{160} = 47,5\%$$

$$\omega_{\text{F у NgF}_2} = \frac{38}{122} = 31,15\%$$

$$\omega_{\text{F у O}_2\text{F}_2} = \frac{38}{70} = 54,29\%$$

SiF_4 се не распада на елементе, тј. масени удео флуора који се загревањем ослобађа је 0%.

а) Из вредности масених удела закључујемо да се мешањем само NgF_2 и O_2F_2 (0% SiF_4) може добити смеша која има једнаку масу и садржи једнаку количину флуора (који се може ослободити загревањем) као и погрешно претпостављени NgF_4 .

$$54,29x + 31,15(1 - x) = 47,5$$

$$23,14x = 16,35$$

$$x = 70,66\% \text{ O}_2\text{F}_2 ; 29,34\% \text{ NgF}_2 \text{ и } 0\% \text{ SiF}_4$$

б) Такође, мешањем само SiF_4 и O_2F_2 (0% NgF_2) се може добити оваква смеша.

$$54,29x + 0(1 - x) = 47,5$$

$$54,29x = 47,5$$

$$x = 87,49\% \text{ O}_2\text{F}_2 ; 12,51\% \text{ SiF}_4, 0\% \text{ NgF}_2$$

Удео NgF_2 у узорку може износити од 0% до 29,34%

Удео O_2F_2 у узорку може износити од 70,66% до 87,49%

Удео SiF_4 у узорку може износити од 0% до 12,51%

5. (107,5)

$$\omega_{\text{F у NgF}_4} = \frac{76}{183,5} = 41,42\%$$

$$\omega_{\text{F у NgF}_2} = \frac{38}{145,5} = 26,12\%$$

$$\omega_{F \text{ у } O_2F_2} = \frac{38}{70} = 54,29\%$$

SiF₄ се не распада на елементе, тј. масени удео флуора који се загревањем ослобађа је 0%.

a) NgF₂ и O₂F₂ (за 0% SiF₄)

$$54,29x + 26,12(1 - x) = 41,42$$

$$28,17x = 15,3$$

$$x = 54,31\% \text{ O}_2\text{F}_2 ; 45,69\% \text{ NgF}_2 \text{ и } 0\% \text{ SiF}_4$$

b) SiF₄ и O₂F₂ (0% NgF₂)

$$54,29x + 0(1 - x) = 41,42$$

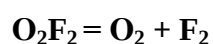
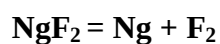
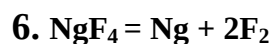
$$54,29x = 41,42$$

$$x = 76,29 \text{ O}_2\text{F}_2 ; 23,71\% \text{ SiF}_4, 0\% \text{ NgF}_2$$

Удео NgF₂ у узорку може износити од 0% до 45,69%

Удео O₂F₂ у узорку може износити од 54,31% до 76,29%

Удео SiF₄ у узорку може износити од 0% до 23,71%

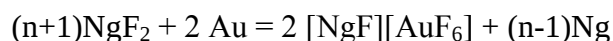


У случају NgF₄ запремина смеше после разградње и мућкања са живом се смањи на 1/3 од почетне.

Запремина смеше која се пре загревања састојала само од NgF₂ и O₂F₂ се смањује за највише 1/2 после мућкања са живом - независно од односа NgF₂ и O₂F₂

У случају да се у смеси налази и SiF₄ запремина се смањује мање од 1/2 у - с обзиром да SiF₄ се не распада на елементе под условима благог загревања.

7.



Из претходног закључујемо да је искоришћење F из NgF_2

$$\frac{n-1}{n+1} = 0,7142 \Rightarrow n-1 = 0,7142n + 0,7142 \Rightarrow 0,2858n = 1,7142 \Rightarrow n = 6$$

Kako se radi o $\text{AuF}_{n-1} \Rightarrow$ Оксидационо стање злата: 5

8. Дужина дијагонале квадратне основе је: $2 \cdot 1,89 \text{ \AA} + 2,71 \text{ \AA} = 6,49 \text{ \AA}$. Одавде:

$$l_{\text{ивица}} = \sqrt{\frac{6,49^2}{2}} = 4,589 \text{ \AA}$$

Одавде се може израчунати дужина треће ивице јединичне ћелије:

$$\begin{aligned} l_{\text{треће ивице}} &= 2 \cdot \sqrt{3,21^2 - (2,71/2)^2} \text{ \AA} = 2 \cdot \sqrt{10,3041 - 1,8360} \text{ \AA} = 2 \cdot \sqrt{8,4681} \text{ \AA} \\ &= 2 \cdot 2,91 \text{ \AA} = 5,82 \text{ \AA} \end{aligned}$$

Односно запремина квадра, тј. јединичне ћелије:

$$V_{\text{јед.ћел.}} = 4,589^2 \cdot 5,82 \text{ \AA}^3 = 122,56 \text{ \AA}^3 = 1,2256 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$$

Како јединична ћелија садржи:

$$8 \cdot \frac{1}{8} Kr + 1 Kr + 4 \cdot \frac{1}{2} F + 2 F = 2Kr + 4F$$

$$m_{\text{јед.ћел.}} = (2 \cdot 83,93 + 4 \cdot 19) \cdot 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 4,0516 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m_{\text{јед.ћел.}}}{V_{\text{јед.ћел.}}} = \frac{4,0516 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{1,2256 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3} = 3,3058 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Густина кристала KrF_2 износи 3,3058 g/cm³

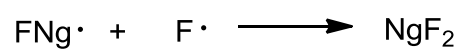
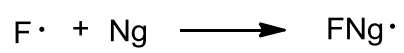
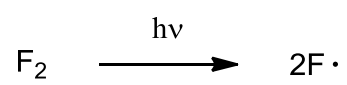
Ca 107,5:

$$m_{\text{јед.ћел.}} = (2 \cdot 107,5 + 4 \cdot 19) \cdot 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 4,8321 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m_{\text{јед.ћел.}}}{V_{\text{јед.ћел.}}} = \frac{4,0516 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{1,2256 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3} = 3,9426 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Густина кристала NgF_2 износи 3,9426 g/cm³

9.



Задатак 6 - Шетање електрона

1. Полуреакција у којој се јавља $\text{Ag}^+(\text{aq})$ је:



а за њу је $\Delta_r G^\circ = -\Delta_f G^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq}))$, а како је $\Delta_r G^\circ = -nFE^\circ$, онда је:

$$\Delta_f G^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq})) = nFE^\circ = (96485 \text{ C mol}^{-1})(0,800 \text{ V}) = \boxed{77,2 \text{ kJ/mol}}.$$

2. За реакцију



познати су сви потребни подаци да се израчуна $\Delta_r G^\circ$:

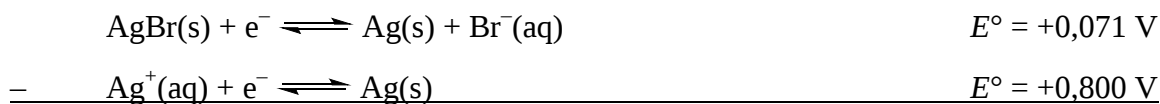
$$\Delta_r G^\circ = \Delta_f G^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq})) + 2 \Delta_f G^\circ(\text{NH}_3(\text{aq})) - \Delta_f G^\circ([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq})) = 77,2 \text{ kJ/mol} + 2 \cdot (-26,6 \text{ kJ/mol}) - (-17,1 \text{ kJ/mol}) = \boxed{41,1 \text{ kJ/mol}}.$$

Одавде се константа равнотеже добија применом израза $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$, односно:

$$K_{\text{nc}} = e^{\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}} = e^{\frac{41,1 \cdot 10^3 \text{ J/mol}}{(8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})}} = \boxed{6,24 \cdot 10^{-8}}.$$

За алтернативну вредност $\Delta_f G^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq}))$ добија се $K_{\text{nc}} = \boxed{4,96 \cdot 10^{-14}}.$

3. Хемијска реакција чија константа равнотеже одговара производу стабилности сребро-бромида може се добити одузимањем две дате реакције:



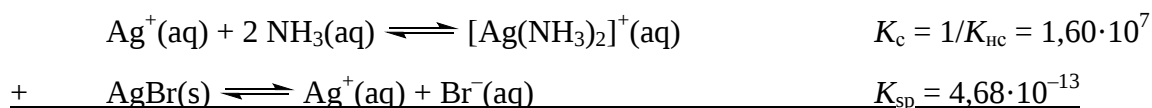
Производ растворљивости добија се на следећи начин:

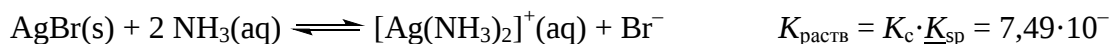
$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K_{\text{sp}} = -nFE^\circ \Rightarrow$$

$$\ln K_{\text{sp}} = \frac{nFE^\circ}{RT}$$

$$K_{\text{sp}} = e^{\frac{nFE^\circ}{RT}} = e^{\frac{(96485 \text{ C/mol})(-0,729 \text{ V})}{(8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})}} = \boxed{4,68 \cdot 10^{-13}}.$$

4. Равнотежа која описује растварање сребро-бромида у амонијаку може се добити сабирањем равнотежа константе стабилности насталог комплекса и производа растворљивости сребро-бромида:





Како је ова константа много већа од производа растворљивости, допринос просте дисоцијације сребро-бромида његовој растворљивости у амонијачној средини је практично безначајан, те можемо написати $R = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$, па је онда:

$$K_{\text{раств}} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+][\text{Br}^-]}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{R^2}{(0,100 - 2R)^2} \Rightarrow$$

$$\sqrt{K_{\text{раств}}} = \frac{R}{0,100 - 2R}$$

$$R = \boxed{2,7 \cdot 10^{-4}}$$

Решење које се добија за алтернативне податке је $R = \boxed{1,6 \cdot 10^{-6}}$.

5. Нернстова једначина која описује ћелијски потенцијал датог галванског елемента је:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Br}^-(\text{aq})]^2 [\text{H}^+(\text{aq})]^2}{p(\text{H}_2)} = E^\circ - \frac{RT}{nF} \cdot 2,303 \log \frac{[\text{Br}^-(\text{aq})]^2 [\text{H}^+(\text{aq})]^2}{p(\text{H}_2)}$$

а при том се $[\text{Br}^-(\text{aq})]$ добија као:

$$[\text{Br}^-(\text{aq})] = \frac{K_{\text{sp}}}{[\text{Ag}^+(\text{aq})]} = \frac{4,68 \cdot 10^{-13}}{0,0600} = 7,80 \cdot 10^{-12} \text{ M}$$

Како је реч о стандардној водоничној електроди важи $[\text{H}^+(\text{aq})] = 1 \text{ M}$ и $p(\text{H}_2) = 1 \text{ bar}$, а стандардни ћелијски потенцијал добија се као:

$$E^\circ = 1,721 \text{ V} + \frac{0,0592 \text{ V}}{2} \log \frac{(7,80 \cdot 10^{-12} \text{ M})^2 \cdot 1^2}{1} = \boxed{+1,063 \text{ V}}$$

За алтернативну вредност K_{sp} добија се решење $E^\circ = \boxed{+0,957 \text{ V}}$.

6. За растварање брома одговорна је равнотежа



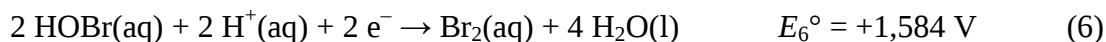
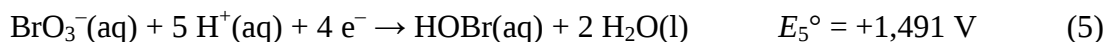
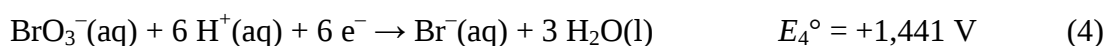
те треба израчунати њену константу равнотеже. Почнимо од датог галванског елемента, чије полуреакције су:



а како је $E^\circ = E_2^\circ - E_1^\circ$ то је $E_2^\circ = +1,063 \text{ V}$. Друга неопходна полуреакција за добијање жељене равнотеже је:



а добијање њеног редокс потенцијала могуће је из датих полуреакција:



Имати на уму да вредности редокс потенцијала нису адитивне, али вредности стандардне промене Гибсове слободне енергије које су с њим повезане релацијом $\Delta_r G^\circ = -nFE^\circ$ јесу. Како из Хесовог закона следи $\Delta_r G^\circ(3) = \Delta_r G^\circ(4) - \Delta_r G^\circ(5) - \frac{1}{2} \Delta_r G^\circ(6)$, важи и:

$$-2FE_3^\circ = -6FE_4^\circ - (-4FE_5^\circ) - FE_6^\circ$$

$$E_3^\circ = 6E_4^\circ - 4E_5^\circ + E_6^\circ = +1,098 \text{ V}$$

па је:



Ово заједно са изразом за константу равнотеже даје:

$$K_1 = [\text{Br}_2(\text{aq})] = e^{-\frac{\Delta_r G}{RT}} = e^{-\frac{6754 \text{ J/mol}}{(8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})}} = \boxed{0,065 \text{ M}}$$

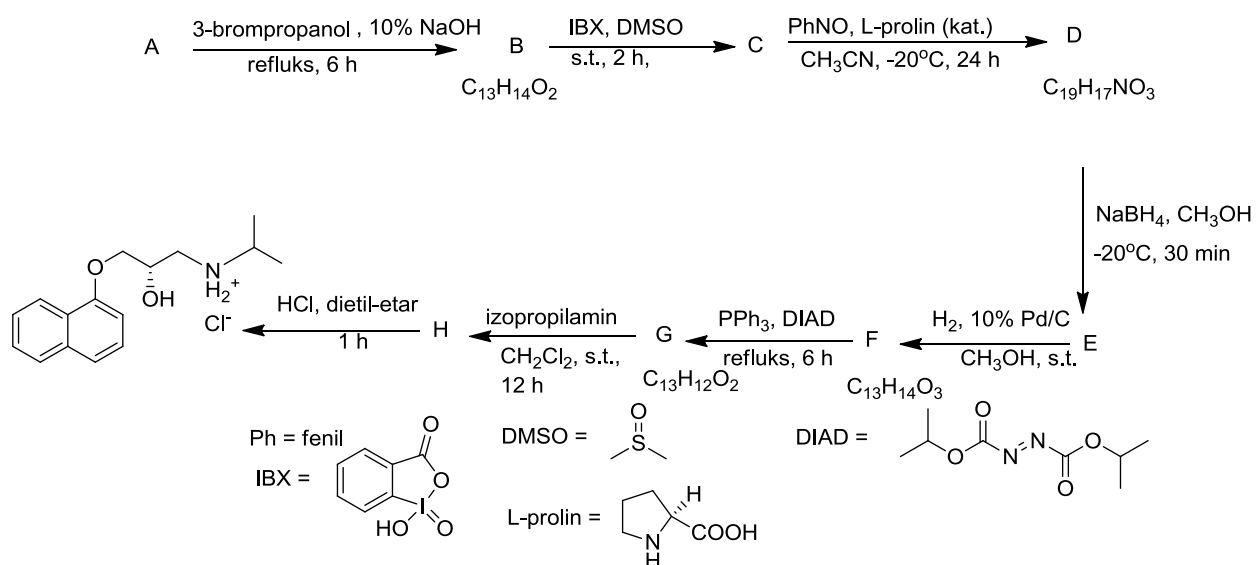
За алтернативни податак добија се $K_1 = \boxed{4,9 \cdot 10^{-6} \text{ M}}$.

Задатак 7

1.	2.	3.	4.	7,5%
32	3	12	3	50

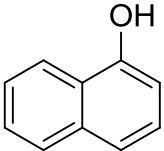
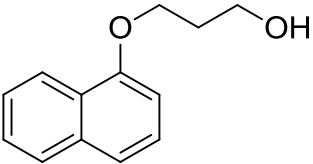
Синтеза два антихипертензивна лека

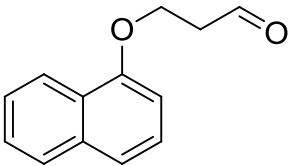
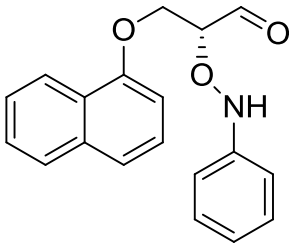
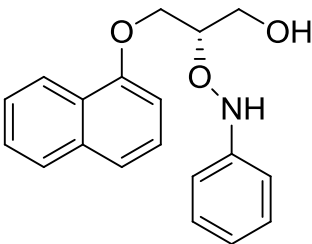
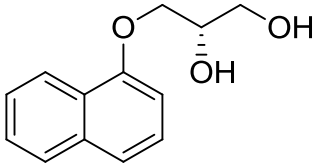
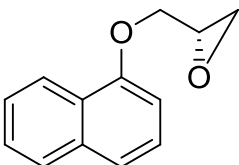
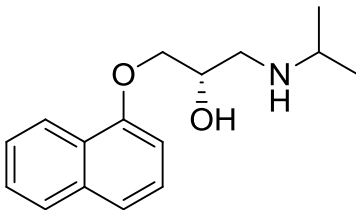
Пропранолол-хидрохлорид спада у бета-блокаторе, односно антагонисте β -адренергичких рецептора. Између осталог, примењује се за третман високог крвног притиска и неправилног рада срца. Једна синтеза пропранолол-хидрохлорида је приказана доле.



L-Пролин се користи као хирални катализатор, тако да се добија производ D високе оптичке чистоће. Трансформација F у G дешава се уз ретенцију конфигурације. Једињење A се не раствара у води, али се раствара у 10% натријум-хидроксиду.

1. Напишите структуре једињења A–H. Назначите клинастим формулама конфигурацију асиметричних угљеникових атома.

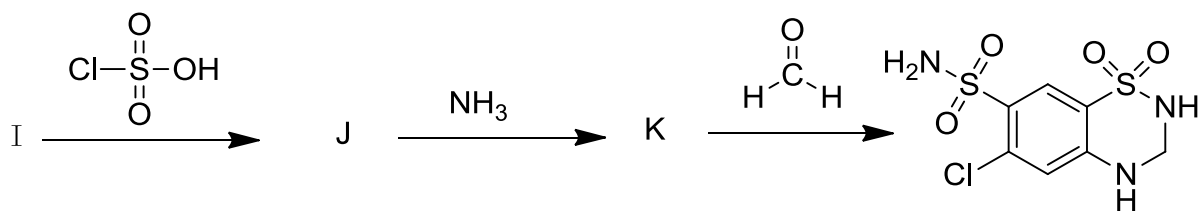
A = 	B = 
---	--

C = 	D = 
E = 	F = 
G = 	H = 

2. Одредите апсолутну конфигурацију пропранолол-хидрохлорида.

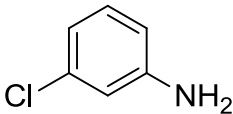
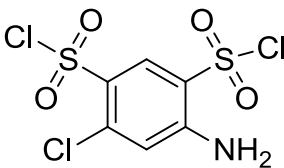
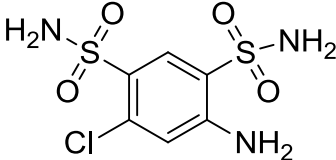
S

Хидрохлортиазид је диуретик, који се користи за снижавање крвног притиска и уклањање отока. Његова синтеза је приказана доле.



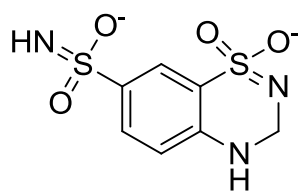
У протонским NMR спектрима једињења J и K јављају се два сигнала који потичу од ароматичних протона.

3. Напишите структуре једињења I–K.

I = 	J = 
K = 	

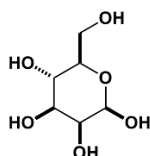
На рН изнад 9,2 хидрохлортиазид се јавља у виду дианјона.

4. Напишите структуру овог дианјона.

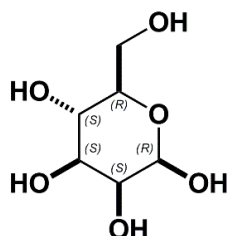


Задатак 8 - Хемија, слатка као шећер

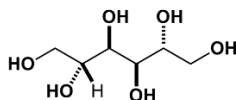
а) Са графика се може прочитати да густина разматраног раствора једињења X на 70 °C износи $1,015 \text{ g cm}^{-3}$. Дакле, маса датог раствора је $m = \rho V = 184,7 \text{ g} = m_{\text{voda}} + m_x$. На основу података везаних за снижење тачке мржњења ($\Delta T = K_b = K_{n_x}/m_{\text{voda}}$, криоскопска константа воде: $K = 1,86 \text{ kg K mol}^{-1}$, односно, $K = 1,86 \times 10^3 \text{ g K mol}^{-1}$), добија се да је $n_x = m_x/M_x = 6 \times 10^{-4} m_{\text{voda}}$. Поред тога, $m_{\text{voda}} = 9,25 m_x$. Решавањем овог система једначина са 3 непознате, добија се да је $M_x = 180$. Ово елиминише структуре 4-7. Структуре 1 и 3 се могу елиминисати на основу податка да се редукцијом једињења X добија оптички активно једињење. Дакле, тачно решење је под 2) **β -D-манопираноза**:



б)



в)



г) Настајање полисахарида манана А и манана Б из једињења X може се представити на следећи начин:



На основу услова задатка, следи да је $b = 3,6a$. Односно, манан Б има већу молекулску масу, односно састоји се од већег броја мономерних јединица.

Структуре које одговарају мананима А и Б дате су под 1. То су полимери β -D-манозе са (1 $\rightarrow$ 4)- β -D-гликозидним везама). Манан А садржи 11 ($a = 11$), а манан Б 40 јединица манозе ($b = 11$).

Преостала понуђена решења се могу одбацити на основу тога што: молекулска маса не одговара условима задатка (решење добијено под а; не одговарају парови под 2) и 4)) структура једињења добијеног редукцијом производа хидролизе не одговара условима задатка (решење добијено под а; не одговара пар под 3)), хидролиза не би дала један производ (не одговарају парови под 2) и 4)), однос броја мономера у два полисахарида не одговара условима задатка (не одговарају парови под 2) и 3); 3,7, односно 3,8 уместо 3,6).

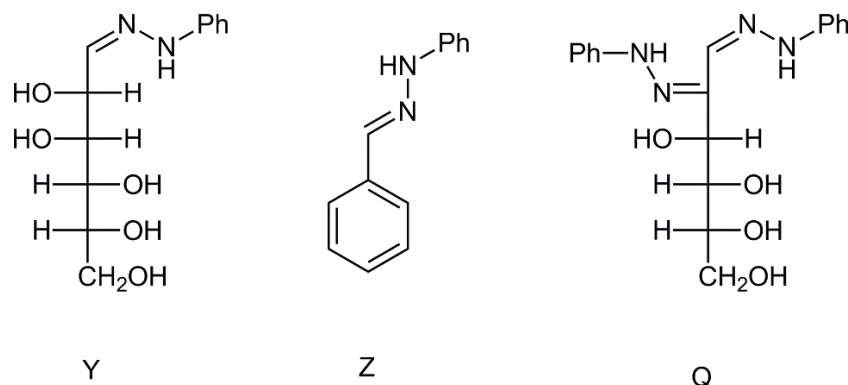
д) Масени удео манана А (ω_A), који садржи а (11) остатака једињења X (маноза), а самим тим укупно $a-1$ (конкретно, 10) гликозидних веза (два молекула манозе се међусобно повезују уз губитак молекула воде), може се изразити као $\omega_A = m_A/m_{sA} = n_A M_A/m_{sA} = n_A(aM_x - (a-1)18)/m_{sA}$

(m_{sA} – маса биљне слоноваче искоришћена за добијање манана А, M_x молекулска маса једињења X, M_A молекулска маса манана А). На еквивалентни начин масени удео манана Б (ω_B), који садржи b остатака једињења X, може се изразити као $\omega_B = m_B/m_{sB} = n_B(bM_x - (b-1)18)/m_{sB}$ (m_{sB} – маса биљне слоноваче искоришћена за добијање манана Б, M_B молекулска маса манана А). Према условима задатка, $n_A = n_B$. Узимајући у обзир ефикасност изоловања оба полисахарида, $m_{sA} = 10 \times 2/3 = 6,67$ g, а $m_{sB} = 72,8 \times 0,6 = 43,68$ g. Комбиновањем свих ових података, као и конкретних вредности за молекулску масу манозе (180; следи и из дела задатка под а), и из структура манана А и Б), и броја јединица манозе у два полисахарида (11 и 40), може се добити израз: $\omega_A/\omega_B = 6,55x(a(M_x - 18) - 18)/(b(M_x - 18) - 18) = 1,82$, односно $\omega_A = 1,82\omega_B$ (једначина 1).

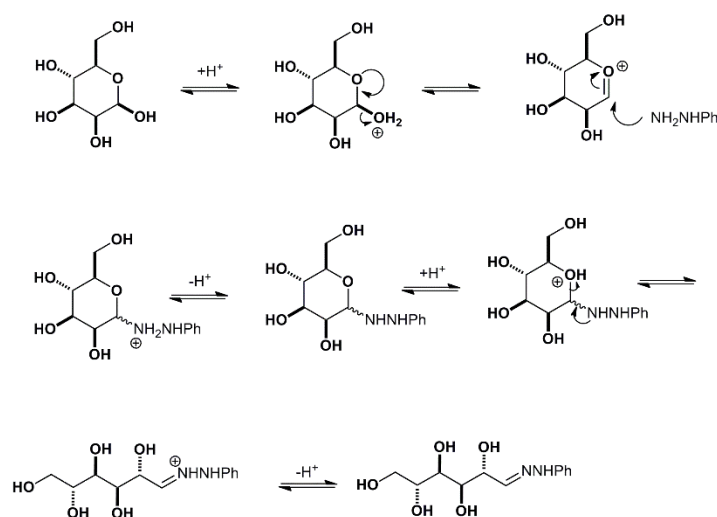
Маси од 45,8 g манозе одговара 0,2544 mol манозе (n_x). Она је добијена хидролизом $n_A = m_A/M_A = m_A/1800$ мола манана А, односно $n_B = m_B/M_B = m_B/6498$ мола манана Б ($n_x = 11n_A + 40n_B$). Другим речима, $45,8 = 180(11m_A/1800 + 40m_B/6498)$. Дељењем обе стране једначине са масом узорка биљне слоноваче, добија се да је $0,699 = 1,10\omega_A + 1,11\omega_B$ (једначина 2). Решавањем система једначина 1 и 2, добија се да је $\omega_B = 22,5\%$, а $\omega_A = 40,9\%$.

Уколико сте кретали од алтернативних структура, аналогно се добија да је $\omega_B = 19,3\%$, а $\omega_A = 42,4\%$.

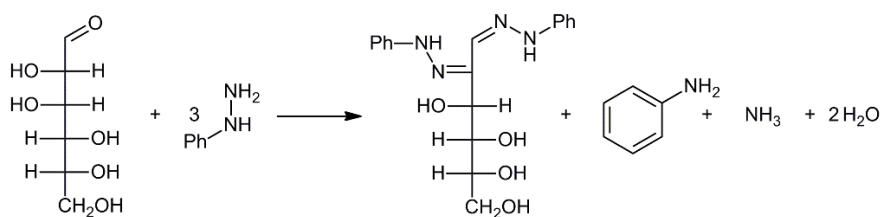
ђ)



е)



ж)



з) Како је $\omega = 0,06 = nM_{\text{HCl}}/\rho V_1$ (n – количина хлороводоничне киселине у разблаженом раствору; ρ – густина разблаженог раствора, V_1 – запремина разблаженог раствора), добија се да је $n = 0,444$. $V_2 = n/C = 35,8$ ml концентроване киселине је потребно (C – концентрација концентроване киселине). У разблаженом раствору има 94% воде. $N_{\text{vode}} = n_{\text{vode}}N_A = m_{\text{vode}}N_A/18 = 0,94\rho V_1N_A/18 = 8,2 \times 10^{24}$

и) На основу вредности за ΔH и ΔS се може израчунати вредност ΔG за разматрану реакцију, а даље и константа равнотеже: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ и $\Delta G = -RT\ln K$, односно, $K = [X]/[X_1] = 0,44$. Одавде се добија да је у равнотежи 69,44% X_1 и 30,56% X . Како је на почетку било само једињења X у раствору (100%), следи да је тачан одговор под А.

ј) **α -D-манопираноза**

