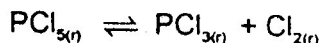


МОН, XXXVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ – 2004 година

Областен кръг, 6 март

X - XIII клас

Задача 1. При загряване на фосфорен пентахлорид в затворен съд протича химичен процес и се установява равновесието:



1. Напишете израза за равновесната константа на процеса.

В затворен съд с обем 2 L се намират 2 g фосфорен петохлорид. След загряване до определена температура е установено, че 20 % от изходното вещество са се превърнали в крайни продукти.

2. Пресметнете числената стойност на равновесната константа на процеса.

3. Как ще се променят равновесните концентрации на изходното вещество и на крайните продукти, ако се повиши а) налягането в съда; б) температурата?

Задача 2. Магнезий образува основни карбонати, които съдържат кристализационна вода и имат различен състав. Едно такова съединение е *magnesia alba*, което се използва в медицината.

Проба от *magnesia alba* с маса 2.74 g се разтваря напълно в 50.0 mL разтвор на сярна киселина с концентрация 1.00 mol/L и плътност $\rho = 1.063 \text{ kg/L}$, при което се отделя газ. Концентрацията на сярна киселина в получения разтвор е 0.40 mol/L, а масата на този разтвор е 54.90 g.

1. Определете състава на *magnesia alba*.

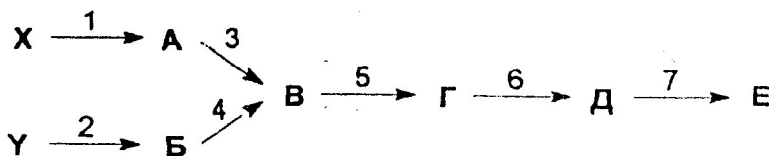
Магнезий в разтвор може да се определи чрез утаечен теглов анализ по следната схема: с разтвор на диамониев фосфат в амонячна среда се утаява $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, утайката се отделя и при термична обработка (1000-1100 °C) се превръща в магнезиев дифосфат $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, който след това се претегля.

2. Колко грама магнезиев дифосфат ще се получат от тази проба *magnesia alba*?

Ако цинков карбонат се подложи на описаната по-горе обработка, то крайният продукт ще бъде цинков дифосфат.

3. Как ще докажете, че в сернокиселия разтвор на пробата се съдържа магнезий, а не цинк?

Задача 3. Съединенията X и Y са изомерни монокарбонилни производни. X е първи член на хомоложен ред. Използвани са като изходни вещества в химични превръщания по схемата:



Е е ароматен въглеводород с молекулна формула C_9H_{12} , за който се знае, че при нитриране в ароматното ядро от него се получава само едно мононитропроизводно.

1. Изразете структурата на възможните ароматни въглеводороди с молекулна формула C_9H_{12} и ги наименувайте по номенклатурата на IUPAC. Колко от тях отговарят на условието за получаване на едно мононитропроизводно?
2. Определете строежа на съединение X и на съединение Y. Какъв е видът на изомерията при тях?
3. Заместете буквите в горната химична схема X, Y и A – E с рационалните формули на съединенията и ги наименувайте по номенклатурата на IUPAC.
4. Посочете вида на реакциите 1 – 7 в химичната схема според промените в молекулите на началните съединения.
5. Изразете механизма, по който протича нитрирането на ароматния въглеводород E.

Задача 4. Определете структурната формула на вещество със състав $C_6H_{13}Br$, което в резултат на хидролиза се превръща в третичен алкохол, а при елиминиране на халогеноводород се получава смес от два изомерни алкена. При обработване на получените ненаситени въглеводороди с водороден пероксид или 2 % воден разтвор на $KMnO_4$ се получават изомерни алкандиоли (двувалентни алкохоли), а при енергично окисление – смес от 2-пентанон, ацетон, бутанова, пропанова, етанова и метанова киселини. По време на енергичното окисление от реакционната смес се отделя въглероден диоксид.

Изразете всички процеси с химични уравнения и напишете наименованията на продуктите.

Периодична таблица на химичните елементи																		VIIA	
IA																	2	He	
1																			
H																			
1,0																		4,0	
3	4											5	6	7	8	9	10		
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
7,0	9,0											10,8	12,0	14,0	16,0	19,0	20,0		
11	12											13	14	15	16	17	18		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
23,0	24,3	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	----	VIIIB	----	IB	IIB	27,0	28,0	31,0	32,0	35,5	40,0		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
39,0	40,0	45,0	48,0	51,0	52,0	55,0	56,0	59,0	58,7	63,5	65,4	69,7	72,6	75,0	79,0	80,0	84,0		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
85,5	87,6	89,0	91,2	93,0	96,0	(97)	101	103	106	108	112	115	119	122	128,0	127	131		
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
133	137	138,9	178	181	184	186	190	192	195	197	201	204	207	209	(210)	(210)	(222)		
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112								
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sb	Hh	Hs	Mt	xxx	xxx	xxx								
(223)	226	(227)																	

Ред на електроотрицателността

Cs, Li, Ba, Na, Ca, Mg, Ag, Al, Fe, Zn, Si, Cu, Ni, P, H, I, S, C, Br, Cl, N, O, F

МОН-XXXVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ – 2004 ГОДИНА

Областен кръг, 6 март
X - XIII клас

Примерни решения и оценка на задачите

Важно за проверителите! Освен представените примерни решения за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосноваано и води до същия (цифров или фактологичен) резултат.

Задача 1 - 25 точки

1. $K = \frac{c(FeCl_2) \cdot c(Cl_2)}{c(FeCl_3)}$ -5 т.
2. $c^2(FeCl_3) = 2 \text{ g} / (208.5 \text{ g/mol} \times 2 \text{ L}) = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
 $c(FeCl_3) = 4.8 \times 10^{-3} - 0.2 \times 4.8 \times 10^{-3} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
 $c(FeCl_2) = c(Cl_2) = 0.2 \times 4.8 \times 10^{-3} = 9.6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
 $K = \frac{9.6 \times 10^{-4} \cdot 9.6 \times 10^{-4}}{3.84 \times 10^{-3}} = 2.4 \times 10^{-4}$ -3 т.
3. а) При повишаване на налягането равновесната концентрация на $FeCl_3$ ще се увеличи, а концентрациите на $FeCl_2$ и Cl_2 ще намалее. -4 т.
 б) Тъй като реакцията протича при загряване (внеса се топлина), то тя е ендотермична и съгласно принципите на Льо Шателие-Браун, при повишаване на температурата равновесието ще се измести надясно. Следователно, равновесната концентрация на $FeCl_3$ ще намалее, а концентрациите на $FeCl_2$ и Cl_2 ще се увеличат. -4 т.

Задача 2 - 25 точки

- За химичен компонент: $m(X) = n(X) \cdot M(X)$, за разтвор: $m = V \cdot \rho$
1. Солта е $Mg(OH)_2CO_3 \cdot nH_2O$
 $Mg(OH)_2CO_3 \cdot nH_2O + 2(y/z + z)H^+ \longrightarrow xMg^{2+} + zCO_2 \uparrow + (y+z+n)H_2O$
 като $x = (y/z) + z$
 m_1 - изходен разтвор на H_2SO_4 ; m_2 - получен разтвор (54.90 g)
 $m_2 = m_1 + m_{проба} - m(CO_2)$
 $m(CO_2) = 50 \text{ mL} \times 1.063 \text{ g/mL} + 2.74 \text{ g} - 54.90 \text{ g} = 0.99 \text{ g}$
 $n(CO_2) = 0.99 \text{ g} / 44 \text{ g/mol} = 0.0225 \text{ mol}$ -3 т.

$$n(CO_2) + \frac{1}{2} n(OH) = \Delta n(H_2SO_4) = 0.05 \text{ L} (1.0 \text{ mol/L} - 0.4 \text{ mol/L}) = 0.03 \text{ mol}$$

$$n(OH) = 2(0.03 - 0.0225) = 0.015 \text{ mol} \quad -2 \text{ т.}$$

$$n(Mg) = n(CO_2) + \frac{1}{2} n(OH) = 0.0225 + 0.0075 = 0.03 \text{ mol} \quad -2 \text{ т.}$$

$$m(H_2O) = m(проба) - (m(Mg) + m(OH) + m(CO_2))$$

$$m(H_2O) = 2.74 \text{ g} - (0.03 \times 24.3 + 0.015 \times 17 + 0.0225 \times 60) = 0.406 \text{ g}$$

$$n(H_2O) = 0.406 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = 0.0225 \text{ mol} \quad -2 \text{ т.}$$

$$x : (y/z) : z : n = 0.03 : (0.015/2) : 0.0225 : 0.0225 = 4 : 1 : 3 : 3$$

$$\text{Съставът на солта е } Mg(OH)_2CO_3 \cdot 3H_2O \equiv 3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O \quad -2 \text{ т.}$$

$$Mg(OH)_2CO_3 \cdot 3H_2O + 8H^+ \longrightarrow 4Mg^{2+} + 3CO_2 \uparrow + 8H_2O \quad -2 \text{ т.}$$

$$2. \quad NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

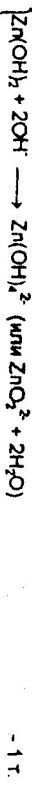
$$Mg^{2+} + NH_4^+ + OH^- + HPO_4^{2-} + 5H_2O \longrightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O \quad -2 \text{ т.}$$

$$2MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O \xrightarrow{-H_2O} Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 + 13H_2O \quad -2 \text{ т.}$$

$$m(Mg_2P_2O_7) / n(Mg) = 1/2 : m(Mg_2P_2O_7) = \frac{1}{2} \cdot 0.03 = 0.015 \text{ mol}$$

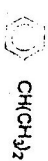
$$m(Mg_2P_2O_7) = 0.015 \text{ mol} \times 222.6 \text{ g/mol} = 3.339 \text{ g} \quad -2 \text{ т.}$$

3. Може да се докаже, че солта е магнезиева, а не цинкова, като сернокиселия разтвор се обработи с натриева основа или амониак до основна реакция:

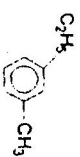
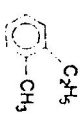


Задача 3 - 25 точки

1. За следните структури и наименования



пропилбензен изопропилбензен



2-етилтолуен 3-етилтолуен 4-етилтолуен
(1-етил-2-метилбензен) (1-етил-3-метилбензен) (1-етил-4-метилбензен)

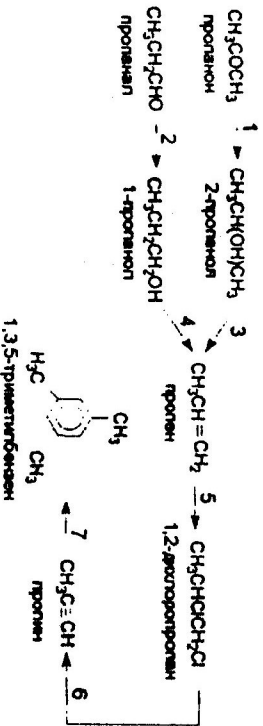


1,2,3-триметилбензен 1,2,4-триметилбензен 1,3,5-триметилбензен

Един 1,3,5-триметилбензен

2. X е $\text{CH}_3\text{COSCH}_3$ – пропанон; Y е $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ – пропанал. Изомерита при тях е функционална (позиционна)

3. За следната схема с межени вещества



4. 1 и 2 – присъединителни или хидриране (хидрогениране); 3 и 4 – елиминирание или дехидратация;

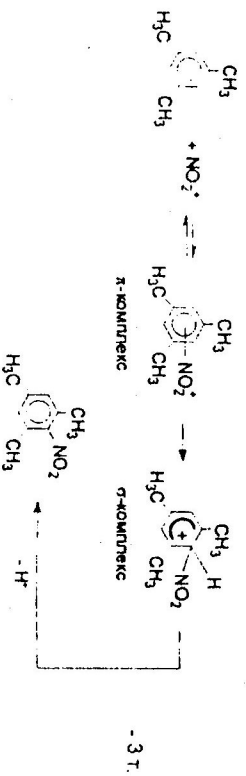
5 – присъединителна или присъединително хидриране (бромниране);

6 – елиминирание или дехидрохлориране (дехидробромниране); 7 – полимеризация

5. Образуване на нитрониеви катиони в нитриратна смес:

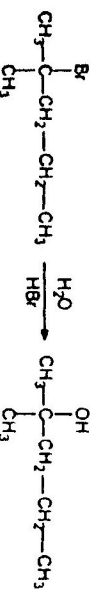


Електрофилът NO_2^+ атакува въглерода, образува се π -комплекс. Той се преобразува в σ -комплекс, който с елиминирание на H^+ се превръща в енергично предпосветения краен продукт.

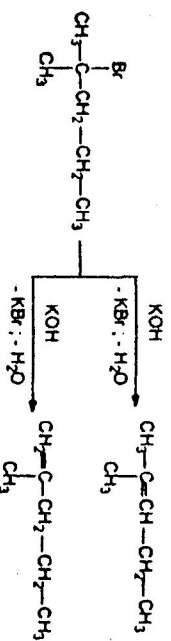


Задача 4 – 25 точки

а. Хидролиза на халогеноалкана

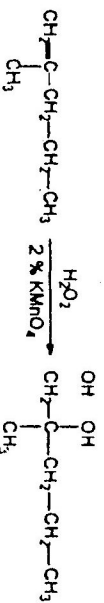
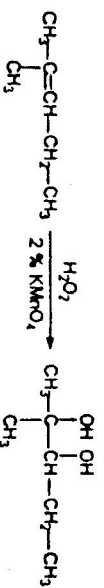


б. Елиминирание на халогеноводород



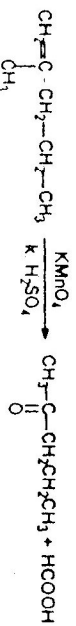
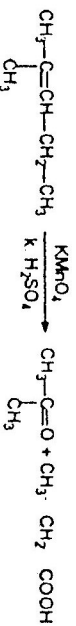
Получава се смес от 2-метил-1-пентен и 2-метил-2-пентен

в. Умерено окисление



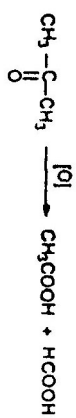
г. Енергично окисление

1. Етан

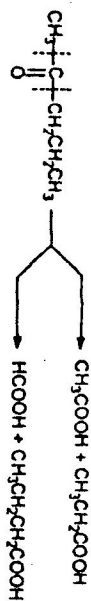


II Етап - 8 т.

- Окислението на цветната вода до получаване на метанова и етанова киселини по схемата:



- При окислението на 2-пентанона се получава смесица от бутанова, пропанова, етанова и метанова киселини.



- В условията на реакцията метановата киселина се окислява до неутралната въглеродна киселина, която спонтанно се разпада на въглероден диоксид и вода:

