

## Химия. 8 класс

### Вариант 1

1. Кристаллогидраты – это кристаллы солей, содержащие молекулы воды. Они образуются, если в кристаллической решётке катионы более прочно связаны с молекулами воды, чем с анионами в кристалле безводного вещества. **X** – кристаллогидрат зеленого цвета, проявляет токсичные, канцерогенные и мутагенные свойства.

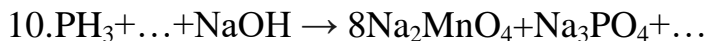
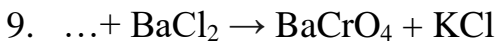
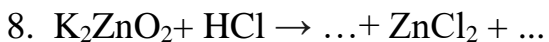
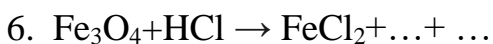
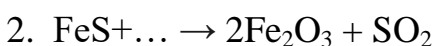
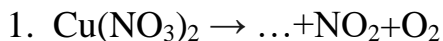
1. Установите химическую формулу вещества **X**, если в его состав помимо прочего входят сера и ион, имеющий электронную конфигурацию  $[\text{Ar}]3d^8$ . Известно также, что масса воды в нем больше массы металла в 2,15 раза.

2. 2 г **X** растворили в 8 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

3. При нагревании до 280 °С **X** теряет кристаллизационную воду с образованием вещества **Y** (реакция 1), которое разлагается свыше 700 °С (реакция 2), образуя при этом два оксида и одно простое вещество. Запишите уравнения упомянутых реакций. Предложите три способа получения вещества **Y**.

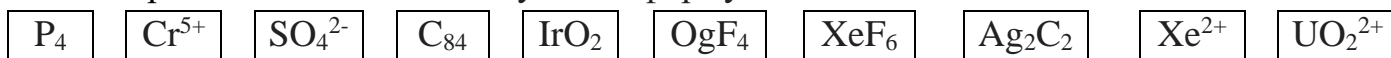
(20 баллов)

2. Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.



(20 баллов)

3. На карточках написаны следующие формулы:



1. Укажите какое суммарное количество электронов содержат следующие молекулы или ионы.

(20 баллов)

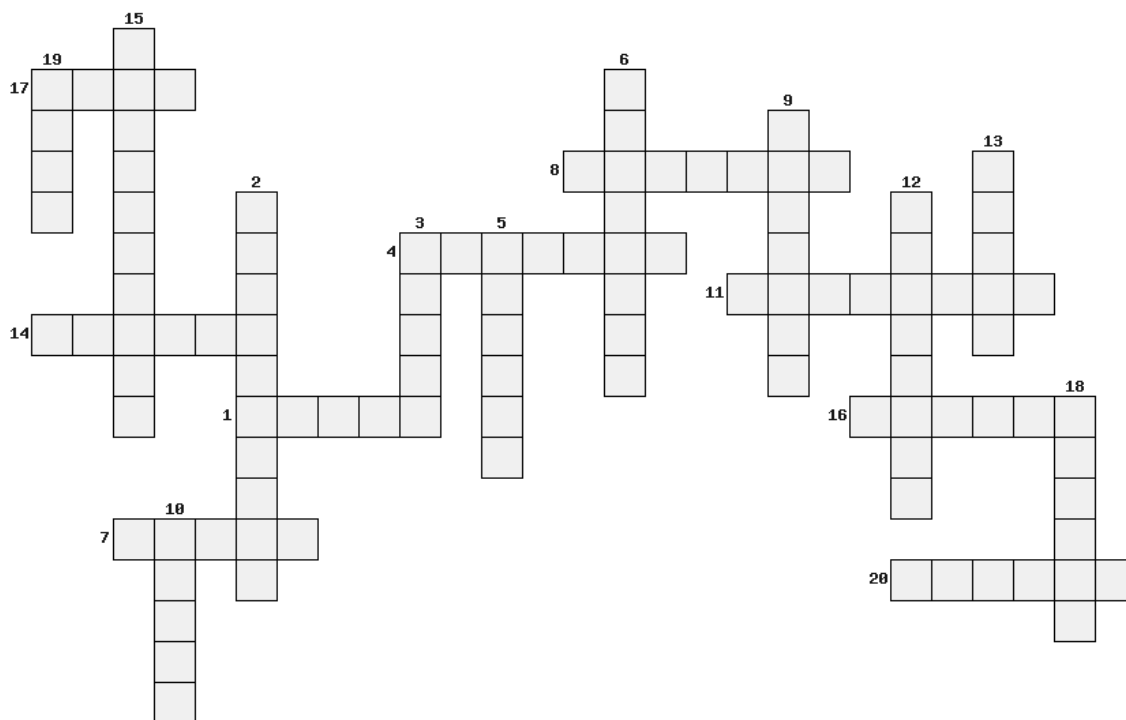
4. Монета массой 3,6 г, состоящая из сплава меди с цинком, была погружена в раствор соляной кислоты, что привело к частичному её растворению (реакция 1). Оставшуюся часть монеты растворили в концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , при этом выделилось 0,54 л газа **X** (реакция 2). Объем газа **X** был измерен при давлении 101,3 кПа и температуре 25 °С. Известно, что у газа **X** наиболее ярко выражены восстановительные свойства: он способен вступать в реакцию с хлорной водой ( $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) (реакция 3), бромной водой ( $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) (реакция 4), иодной водой ( $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) (реакция 5) и кислородом ( $t = 450^\circ\text{C}$ ,  $\text{kat} = \text{Pt}$ ) (реакция 6). Известно также, что в каждой из реакций 3-5 образуется две кислоты, причем одна из них серосодержащая.

1. Рассчитайте массовые доли меди и цинка в монете;
2. Напишите уравнения упомянутых химических реакций (реакции 1-6);
3. Изобразите графическую формулу газа **X**.

**Справочная информация:** для нахождения объема выделившегося газа используйте уравнение Клапейрона-Менделеева  $pV = nRT$ , где  $n$  – количество моль,  $R$  – газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К),  $T$  – температура в Кельвинах ( $T = T_0 + A$ ;  $T_0 = 273$  Кельвина;  $A$  – температура в градусах Цельсия),  $p$  – давление кПа,  $V$  – объем в л.

**(20 баллов)**

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Металл, который обладает наименьшей плотностью среди всех металлов, является мягким щелочным металлом серебристо-белого цвета.

2. Это сложный белок, содержащийся в эритроцитах (красных кровяных клетках), который отвечает за транспорт кислорода от легких к тканям и за транспортировку углекислого газа обратно к легким для выведения из организма.

3. Этот химический элемент назван в честь Пьера и Марии Кюри.
4. Химическое соединение, способное отдавать катион водорода.
5. Инструмент для измельчения и растирания чего-либо.
6. Субатомная частица, электрический заряд которой отрицателен и равен по модулю одному элементарному электрическому заряду. Имеет массу, которая составляет приблизительно  $1/1836$  массы протона.
7. Бинарное соединение химического элемента с кислородом в степени окисления  $-2$ .
8. Тяжёлая элементарная частица, не имеющая электрического заряда.
9. Название этого химического элемента происходит от нем. Kobold - домовый, гном.
10. Стеклообразный сосуд с круглым или плоским дном, обычно с узким длинным горлом.
11. Этот металл используется в ядерном оружии и служит в качестве ядерного топлива. Оксиды этого металла используются в качестве энергетического источника для космической техники. Название химического элемента, образующего этот металл, связано с названием одной карликовой планеты.
12. Специализированный сосуд цилиндрической формы, имеющий полукруглое, коническое или плоское дно. Широко используется в химических лабораториях для проведения некоторых химических реакций в малых объемах, для отбора проб химических веществ.
13. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как  $[\text{Xe}] 6s^1$ .
14. Считается, что этот металл составляет бóльшую часть земного ядра, что проявляется в наличии магнитного поля Земли.
15. Процесс, состоящий в выделении на катоде и аноде составных частей растворённых веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций на электродах, который возникает при прохождении электрического тока через раствор либо расплав электролита.
16. Частица, которая входит в состав атомных ядер; порядковый номер химического элемента в таблице Менделеева равен количеству этих частиц в его ядре.
17. Сложное вещество, состоящее из катиона металла и аниона кислотного остатка.
18. Мягкий, химически активный щелочной металл серебристо-белого цвета. Применяется в газоразрядных лампах, дающих ярко-жёлтый свет.
19. Светло-жёлтый порошкообразный неметалл, который применяют для вулканизации каучука.
20. Один из важных биогенных элементов, который входит в состав зеленого пигмента, окрашивающий хлоропласты растений в зеленый цвет.

**(20 баллов)**

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																			
1 <b>H</b> водород <small>1,007(94)7</small>																18 <b>He</b> гелий <small>4,002(60)2</small>																			
3 <b>Li</b> литий <small>6,941(2)</small>		4 <b>Be</b> бериллий <small>9,012(15)3</small>																																	
11 <b>Na</b> натрий <small>22,989 769 28(2)</small>		12 <b>Mg</b> магний <small>24,3050(6)</small>																																	
19 <b>K</b> калий <small>39,0983(1)</small>		20 <b>Ca</b> кальций <small>40,078(4)</small>		21 <b>Sc</b> скандий <small>44,955 9126(5)</small>		22 <b>Ti</b> титан <small>47,887(1)</small>		23 <b>V</b> ванадий <small>50,9415(1)</small>		24 <b>Cr</b> хром <small>51,9961(6)</small>		25 <b>Mn</b> марганец <small>54,938 045(5)</small>		26 <b>Fe</b> железо <small>55,845(2)</small>		27 <b>Co</b> кобальт <small>58,933 195(5)</small>		28 <b>Ni</b> никель <small>58,6934(2)</small>		29 <b>Cu</b> медь <small>63,546(3)</small>		30 <b>Zn</b> цинк <small>65,409(4)</small>		31 <b>Ga</b> галлий <small>69,723(1)</small>		32 <b>Ge</b> германий <small>72,64(1)</small>		33 <b>As</b> мышьяк <small>74,921 60(2)</small>		34 <b>Se</b> селен <small>78,96(3)</small>		35 <b>Br</b> бром <small>79,904(1)</small>		36 <b>Kr</b> криптон <small>83,798(2)</small>	
37 <b>Rb</b> рубидий <small>85,4678(3)</small>		38 <b>Sr</b> стронций <small>87,62(1)</small>		39 <b>Y</b> иттрий <small>88,905 85(2)</small>		40 <b>Zr</b> цирконий <small>91,224(2)</small>		41 <b>Nb</b> ниобий <small>92,906 38(2)</small>		42 <b>Mo</b> молибден <small>95,94(2)</small>		43 <b>Tc</b> технеций <small>97,907(2)</small>		44 <b>Ru</b> рутений <small>101,07(2)</small>		45 <b>Rh</b> родий <small>102,905 50(2)</small>		46 <b>Pd</b> палладий <small>106,42(1)</small>		47 <b>Ag</b> серебро <small>107,8682(2)</small>		48 <b>Cd</b> кадмий <small>112,411(8)</small>		49 <b>In</b> индий <small>114,818(3)</small>		50 <b>Sn</b> олово <small>118,710(7)</small>		51 <b>Sb</b> сурьма <small>121,760(1)</small>		52 <b>Te</b> теллур <small>127,603(2)</small>		53 <b>I</b> йод <small>126,904 47(3)</small>		54 <b>Xe</b> ксенон <small>131,29(8)</small>	
55 <b>Cs</b> цезий <small>132,905 451 9(2)</small>		56 <b>Ba</b> барий <small>137,327(7)</small>		57-71 лантан и лантаноиды		72 <b>Hf</b> гафний <small>178,49(2)</small>		73 <b>Ta</b> тантал <small>180,947 88(2)</small>		74 <b>W</b> вольфрам <small>183,84(1)</small>		75 <b>Re</b> рений <small>186,207(1)</small>		76 <b>Os</b> осмий <small>190,23(3)</small>		77 <b>Ir</b> иридий <small>192,222(3)</small>		78 <b>Pt</b> платина <small>195,084(9)</small>		79 <b>Au</b> золото <small>196,966 569(4)</small>		80 <b>Hg</b> ртуть <small>200,59(2)</small>		81 <b>Tl</b> таллий <small>204,3833(2)</small>		82 <b>Pb</b> свинец <small>207,2(1)</small>		83 <b>Bi</b> висмут <small>208,980 401(1)</small>		84 <b>Po</b> полоний <small>209(8)(?)</small>		85 <b>At</b> астат <small>209(8)(?)</small>		86 <b>Rn</b> радон <small>222(1)(?)</small>	
87 <b>Fr</b> франций <small>223</small>		88 <b>Ra</b> радий <small>226</small>		89-103 актиноиды и актиноиды		104 <b>Rf</b> резерфордий <small>261</small>		105 <b>Db</b> дубний <small>262</small>		106 <b>Sg</b> сиборгий <small>266</small>		107 <b>Bh</b> борий <small>264</small>		108 <b>Hs</b> хасий <small>277</small>		109 <b>Mt</b> мейтнерий <small>268</small>		110 <b>Ds</b> дармштадтий <small>271</small>		111 <b>Rg</b> ренгений <small>272</small>		112 <b>Cn</b> коперниций <small>285</small>		113 <b>Nh</b> nihonium <small>286</small>		114 <b>Fl</b> flerovium <small>289</small>		115 <b>Mc</b> moscovium <small>288</small>		116 <b>Lv</b> livermorium <small>293</small>		117 <b>Ts</b> tennessine <small>294</small>		118 <b>Og</b> oganesson <small>294</small>	
57 <b>La</b> лантан <small>138,905 47(7)</small>		58 <b>Ce</b> церий <small>140,116(1)</small>		59 <b>Pr</b> празеодим <small>140,907 68(2)</small>		60 <b>Nd</b> неодим <small>144,242(3)</small>		61 <b>Pm</b> прометий <small>145</small>		62 <b>Sm</b> самарий <small>150,36(2)</small>		63 <b>Eu</b> европий <small>151,964(1)</small>		64 <b>Gd</b> гадолиний <small>157,25(3)</small>		65 <b>Tb</b> тербий <small>158,925 35(2)</small>		66 <b>Dy</b> диспрозий <small>162,500(1)</small>		67 <b>Ho</b> гольмий <small>164,930 32(2)</small>		68 <b>Er</b> эрбий <small>167,259(3)</small>		69 <b>Tm</b> тмлюлий <small>168,934 21(2)</small>		70 <b>Yb</b> иттербий <small>173,054(7)</small>		71 <b>Lu</b> лютеций <small>174,967(1)</small>							
89 <b>Ac</b> актиний <small>227</small>		90 <b>Th</b> торий <small>232,038 06(2)</small>		91 <b>Pa</b> протактиний <small>231,036 88(2)</small>		92 <b>U</b> уран <small>238,028 91(3)</small>		93 <b>Np</b> нептуний <small>237</small>		94 <b>Pu</b> плутоний <small>244</small>		95 <b>Am</b> америций <small>243</small>		96 <b>Cm</b> курций <small>247</small>		97 <b>Bk</b> берклий <small>247</small>		98 <b>Cf</b> калифорний <small>251</small>		99 <b>Es</b> эйнштейний <small>252</small>		100 <b>Fm</b> фермий <small>257</small>		101 <b>Md</b> менделевий <small>258</small>		102 <b>No</b> нобелий <small>259</small>		103 <b>Lr</b> лоренсий <small>262</small>							

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается →



## Химия. 8 класс

### Вариант 2

1. Кристаллогидраты – это кристаллы солей, содержащие молекулы воды. Они образуются, если в кристаллической решётке катионы более прочно связаны с молекулами воды, чем с анионами в кристалле безводного вещества. **X** – кристаллогидрат розово-красного цвета, хорошо (но медленно) растворим в воде и используется в качестве пигмента для окрашивания стекла и керамики.

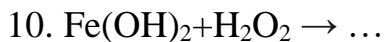
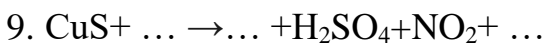
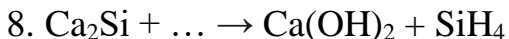
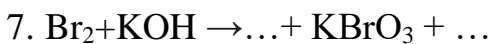
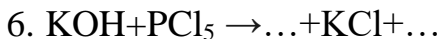
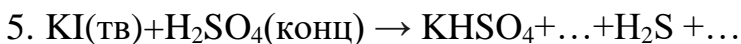
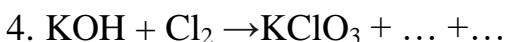
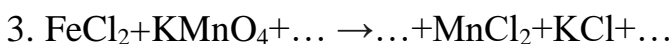
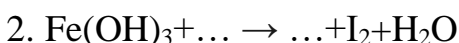
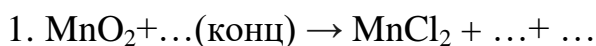
1. Установите химическую формулу вещества **X**, если в его состав помимо прочего входят сера и ион, имеющий электронную конфигурацию  $[\text{Ar}]3d^7$ . Известно также, что масса воды в нем больше массы металла в 2,14 раза.

2. 3 г **X** растворили в 6 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

3. При нагревании ( $420\text{ }^\circ\text{C}$ ) **X** полностью теряет кристаллизационную воду с образованием вещества **Y** (реакция 1), которое разлагается свыше  $650\text{ }^\circ\text{C}$  (реакция 2), образуя при этом двойной оксид (содержит металл со с.о +2 и +3), кислотный оксид и простое вещество. Запишите уравнения упомянутых реакций. Предложите три способа получения вещества **Y**.

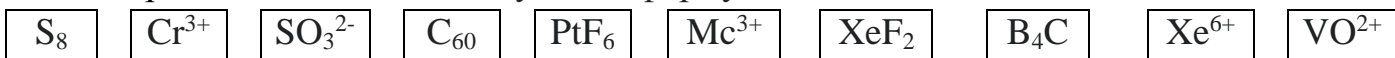
(20 баллов)

2. Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.



(20 баллов)

3. На карточках написаны следующие формулы:



1. Укажите какое суммарное количество электронов содержат следующие молекулы или ионы

(20 баллов)

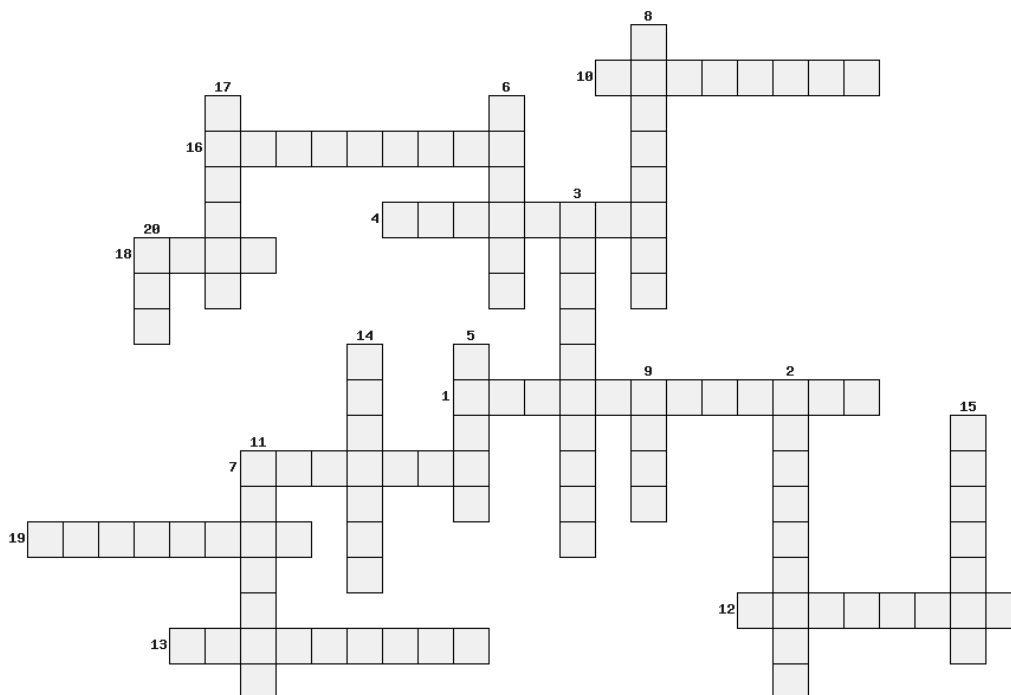
4. Монета массой 2,1 г, состоящая из сплава меди с цинком, была погружена в раствор соляной кислоты, что привело к частичному её растворению (реакция 1). Оставшуюся часть монеты растворили в концентрированной  $H_2SO_4$ , при этом выделилось 0,27 л газа **X** (реакция 2). Объем газа **X** был измерен при давлении 101,3 кПа и температуре 19 °С. Известно, что **X** относится к кислотным оксидам и способен реагировать с гидроксидом натрия (реакция 3) и гидроксидом бария (реакция 4). Кроме того, у **X** ярко выражены восстановительные свойства, он способен вступать в реакцию с хлорной водой ( $Cl_2+H_2O$ ) (реакция 5) и бромной водой ( $Br_2+H_2O$ ) (реакция 6). Известно также, что в ходе реакций 5 и 6 образуется по две кислоты, причем одна из них серосодержащая.

1. Рассчитайте массовые доли меди и цинка в монете;
2. Напишите уравнения упомянутых химических реакций (реакции 1-6)
3. Изобразите графическую формулу газа **X**.

**Справочная информация:** для нахождения объема выделившегося газа используйте уравнение Клапейрона-Менделеева  $pV=nRT$ , где  $n$  – количество моль,  $R$  – газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К),  $T$  – температура в Кельвинах ( $T=T_0+A$ ;  $T_0=273$  Кельвина;  $A$  – температура в градусах Цельсия),  $p$  – давление кПа,  $V$  – объем в л.

(20 баллов)

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Обратимое изменение цвета при нагревании или охлаждении.
2. Соединение, позволяющее визуализировать изменение концентрации какого-либо вещества или компонента, например, быстро определить рН.
3. Переход вещества из твёрдого состояния сразу в парообразное, минуя стадию плавления.

4. Сложное химическое соединение, в котором атомы кислорода соединены друг с другом, в результате чего молекула кислорода в общем анионе  $O_2^{-2}$  имеет степень окисления -1.
5. Один из семи металлов, известных с древнейших времён, встречающийся в самородном виде (жидкие капли на горных породах), но чаще получаемый обжигом минерала киновари.
6. Гидроксиды щелочных, щелочноземельных металлов (кроме амфотерного гидроксида бериллия и обладающего слабыми основными свойствами гидроксида магния, они практически нерастворимы в воде) и таллия.
7. Название этого химического элемента происходит от нем. Kobold - домовый, гном.
8. Этот элемент назван по имени астероида, открытого немецким астрономом Ольберсом в 1802 году.
9. Название этого металла произошло от греч. слова, означавшего цвет, краска, из-за разнообразия окраски соединений этого вещества.
10. Французский естествоиспытатель, который развил свою новую теорию окисления и горения, диаметрально противоположную по своим основаниям теории «флогистона», которая была тогда общепринятой.
11. Белый песок +  $2Mg = \dots + 2MgO$ .
12. Ионы этого металла окрашивают пламя в карминово-красный цвет.
13. Горелка для жидкого топлива, содержащая резервуар для спирта, снабжённая крышкой, через которую пропущен фитиль, нижний конец которого размещён в резервуаре, а верхний конец вне его.
14. Этот элемент образует соединения с красивой окраской, отсюда и название элемента, связанное с именем скандинавской богини любви и красоты Фрейи (др.-сканд. Vanadís — дочь Ванов; Ванадис).
15. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как  $[Xe] 6s^2 4f^{11}$ .
16. Сложное вещество, которое состоит из катиона металла и гидроксильной группы.
17. Этот элемент входит в состав всех важнейших биологически важных соединений: фосфолипидов, гидроксиапатита (основа костной ткани и зубов), содержится в животных тканях, входит в состав белков (казеин) и других важнейших органических соединений (АТФ, ДНК), является элементом жизни.
18. Тяжёлая едкая жидкость красно-бурого цвета с сильным неприятным «тяжёлым» запахом.
19. Один из основных минералов этого металла – пиролюзит, который использовался при варке стекла для его осветления.
20. Элемент, входящий в состав минералов: Основные минеральные формы бора: датолит, данбурит, бура, гидроборатит.

**(20 баллов)**

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

	1		2												18			
1	<b>1</b> <b>H</b> водород 1,007(847)											<b>2</b> <b>He</b> гелий 4,002(6002)						
2	<b>3</b> <b>Li</b> литий 6,94(12)	<b>4</b> <b>Be</b> бериллий 9,012(1823)											<b>6</b> <b>C</b> углерод 12,0107(8)	<b>7</b> <b>N</b> азот 14,0067(2)	<b>8</b> <b>O</b> кислород 15,9994(3)	<b>9</b> <b>F</b> фтор 18,998(4032)(5)	<b>10</b> <b>Ne</b> неон 20,1797(6)	
3	<b>11</b> <b>Na</b> натрий 22,989(7692)(2)	<b>12</b> <b>Mg</b> магний 24,3050(6)											<b>13</b> <b>Al</b> алюминий 26,981(539(6)(8))	<b>14</b> <b>Si</b> кремний 28,0855(5)	<b>15</b> <b>P</b> фосфор 30,973(762)(2)	<b>16</b> <b>S</b> сера 32,065(5)	<b>17</b> <b>Cl</b> хлор 35,453(2)	<b>18</b> <b>Ar</b> аргон 39,948(1)
4	<b>19</b> <b>K</b> калий 39,0983(1)	<b>20</b> <b>Ca</b> кальций 40,078(4)	<b>21</b> <b>Sc</b> скандий 44,955(912)(6)	<b>22</b> <b>Ti</b> титан 47,887(1)	<b>23</b> <b>V</b> ванадий 50,9415(1)	<b>24</b> <b>Cr</b> хром 51,9961(6)	<b>25</b> <b>Mn</b> марганец 54,938(045)(5)	<b>26</b> <b>Fe</b> железо 55,845(2)	<b>27</b> <b>Co</b> кобальт 58,933(195)(5)	<b>28</b> <b>Ni</b> никель 58,6934(2)	<b>29</b> <b>Cu</b> медь 63,546(3)	<b>30</b> <b>Zn</b> цинк 65,409(4)	<b>31</b> <b>Ga</b> галлий 69,723(1)	<b>32</b> <b>Ge</b> германий 72,64(1)	<b>33</b> <b>As</b> мышьяк 74,921(602)	<b>34</b> <b>Se</b> селен 78,96(3)	<b>35</b> <b>Br</b> бром 79,904(1)	<b>36</b> <b>Kr</b> криптон 83,799(2)
5	<b>37</b> <b>Rb</b> рубидий 85,4678(3)	<b>38</b> <b>Sr</b> стронций 87,62(1)	<b>39</b> <b>Y</b> иттрий 88,905(85)(2)	<b>40</b> <b>Zr</b> цирконий 91,224(2)	<b>41</b> <b>Nb</b> ниобий 92,906(38)(2)	<b>42</b> <b>Mo</b> молибден 95,94(2)	<b>43</b> <b>Tc</b> технеций 97,907(2)	<b>44</b> <b>Ru</b> рутений 101,07(2)	<b>45</b> <b>Rh</b> родий 102,905(50)(2)	<b>46</b> <b>Pd</b> палладий 106,42(1)	<b>47</b> <b>Ag</b> серебро 107,8682(2)	<b>48</b> <b>Cd</b> кадмий 112,411(8)	<b>49</b> <b>In</b> индий 114,818(3)	<b>50</b> <b>Sn</b> олово 118,710(7)	<b>51</b> <b>Sb</b> сурьма 121,760(1)	<b>52</b> <b>Te</b> теллур 127,603(2)	<b>53</b> <b>I</b> йод 126,904(473)	<b>54</b> <b>Xe</b> ксенон 131,29(8)
6	<b>55</b> <b>Cs</b> цезий 132,905(451)(9)(2)	<b>56</b> <b>Ba</b> барий 137,327(7)	<b>57-71</b> лантаны и лантаноиды	<b>72</b> <b>Hf</b> гафний 178,49(3)	<b>73</b> <b>Ta</b> тантал 180,947(86)(2)	<b>74</b> <b>W</b> вольфрам 183,84(1)	<b>75</b> <b>Re</b> рений 186,207(1)	<b>76</b> <b>Os</b> осмий 190,23(3)	<b>77</b> <b>Ir</b> иридий 192,217(3)	<b>78</b> <b>Pt</b> платина 195,084(9)	<b>79</b> <b>Au</b> золото 196,966(569)(4)	<b>80</b> <b>Hg</b> ртуть 200,59(2)	<b>81</b> <b>Tl</b> таллий 204,3833(2)	<b>82</b> <b>Pb</b> свинец 207,2(1)	<b>83</b> <b>Bi</b> висмут 208,980(40)(1)	<b>84</b> <b>Po</b> полоний [208,9824]	<b>85</b> <b>At</b> астат [209,9871]	<b>86</b> <b>Rn</b> радон [222,0176]
7	<b>87</b> <b>Fr</b> франций [223]	<b>88</b> <b>Ra</b> радий [226]	<b>89-103</b> актиниды и актиноиды	<b>104</b> <b>Rf</b> резерфордий [261]	<b>105</b> <b>Db</b> дубний [262]	<b>106</b> <b>Sg</b> сигборгий [266]	<b>107</b> <b>Bh</b> борий [264]	<b>108</b> <b>Hs</b> хасний [277]	<b>109</b> <b>Mt</b> мэйтнерий [268]	<b>110</b> <b>Ds</b> дармштадтий [271]	<b>111</b> <b>Rg</b> регентий [272]	<b>112</b> <b>Cn</b> коперниций [285]	<b>113</b> <b>Nh</b> нихоний [286]	<b>114</b> <b>Fl</b> флеровий [289]	<b>115</b> <b>Mc</b> московский [290]	<b>116</b> <b>Lv</b> ливерморий [293]	<b>117</b> <b>Ts</b> теннессин [294]	<b>118</b> <b>Og</b> оганесон [294]
	<b>57</b> <b>La</b> лантан 138,905(47)(7)	<b>58</b> <b>Ce</b> церий 140,12(1)	<b>59</b> <b>Pr</b> празеодим 140,907(69)(2)	<b>60</b> <b>Nd</b> неодим 144,242(3)	<b>61</b> <b>Pm</b> прометий [145]	<b>62</b> <b>Sm</b> самарий 150,36(2)	<b>63</b> <b>Eu</b> европий 151,964(1)	<b>64</b> <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)	<b>65</b> <b>Tb</b> тербий 158,925(36)(2)	<b>66</b> <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)	<b>67</b> <b>Ho</b> гольмий 164,930(33)(2)	<b>68</b> <b>Er</b> эрий 167,259(3)	<b>69</b> <b>Tm</b> тулий 168,934(21)(2)	<b>70</b> <b>Yb</b> иттербий 173,054(3)	<b>71</b> <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)			
	<b>89</b> <b>Ac</b> актиний [227]	<b>90</b> <b>Th</b> торий 232,038(06)(2)	<b>91</b> <b>Pa</b> протактиний 231,036(88)(2)	<b>92</b> <b>U</b> уран 238,028(91)(3)	<b>93</b> <b>Np</b> нептуний [237]	<b>94</b> <b>Pu</b> плутоний [244]	<b>95</b> <b>Am</b> амерций [243]	<b>96</b> <b>Cm</b> курий [247]	<b>97</b> <b>Bk</b> берклий [247]	<b>98</b> <b>Cf</b> калifornий [251]	<b>99</b> <b>Es</b> эйзенштейний [252]	<b>100</b> <b>Fm</b> фермий [257]	<b>101</b> <b>Md</b> менделевий [258]	<b>102</b> <b>No</b> нобелий [259]	<b>103</b> <b>Lr</b> лоуренсий [262]			

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	?	?	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (менше 0,01 г на 1000 г воды); «←» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

### РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается →

## Химия. 8 класс

### Вариант 3

1. Кристаллогидраты – это кристаллы солей, содержащие молекулы воды. Они образуются, если в кристаллической решётке катионы более прочно связаны с молекулами воды, чем с анионами в кристалле безводного вещества. **X** – кристаллогидрат синего цвета, хорошо растворим в воде и обладает дезинфицирующими, антисептическими и вяжущими свойствами.

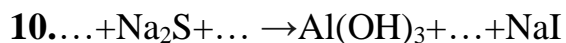
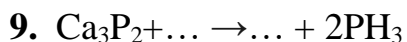
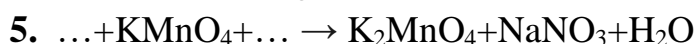
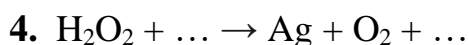
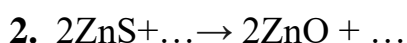
1. Установите химическую формулу вещества **X**, если в его состав помимо прочего входят сера и ион, имеющий электронную конфигурацию  $[\text{Ar}]3d^9$ . Известно также, что масса воды в нем больше массы металла в 1,4 раза.

2. 3 г **X** растворили в 8 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

3. При нагревании ( $258\text{ }^\circ\text{C}$ ) **X** теряет кристаллизационную воду с образованием вещества **Y** (реакция 1), которое разлагается свыше  $650\text{ }^\circ\text{C}$  (реакция 2), образуя при этом два оксида и одно простое вещество. Запишите уравнения упомянутых реакций. Предложите три способа получения вещества **Y**.

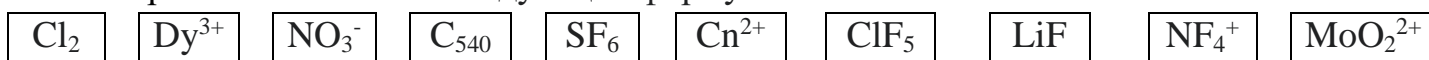
(20 баллов)

2. Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.



(20 баллов)

3. На карточках написаны следующие формулы:



1. Укажите какое суммарное количество электронов содержат следующие молекулы или ионы

(20 баллов)

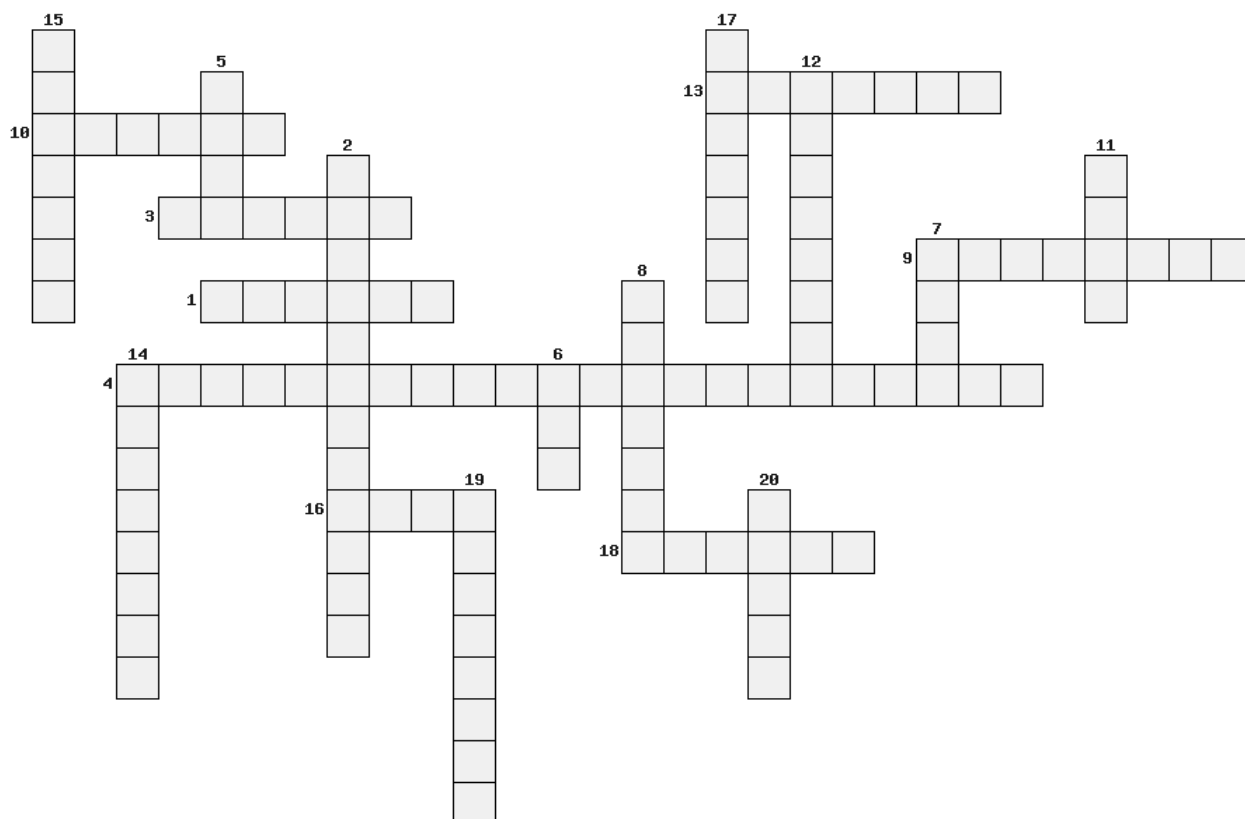
4. Монета массой 2 г, состоящая из сплава меди с никелем, была погружена в раствор соляной кислоты, что привело к частичному её растворению (реакция 1). Оставшуюся часть монеты растворили в концентрированной  $H_2SO_4$ , при этом выделилось 0,289 л газа **X** (реакция 2). Объем газа **X** был измерен при давлении 101,3 кПа и температуре 30 °С. Известно, что **X** относится к кислотным оксидам и способен реагировать с гидроксидом калия (реакция 3) и оксидом кальция (реакция 4). Кроме того, у **X** ярко выражены восстановительные свойства, он способен вступать в реакцию с хлорной водой ( $Cl_2+H_2O$ ) (реакция 5) и бромной водой ( $Br_2+H_2O$ ) (реакция 6). Известно также, что в ходе реакций 5 и 6 образуется по две кислоты, причем одна из них серосодержащая.

1. Рассчитайте массовые доли меди и никеля в монете;
2. Напишите уравнения упомянутых химических реакций (реакции 1-6);
3. Изобразите графическую формулу газа **X**.

**Справочная информация:** для нахождения объема выделившегося газа используйте уравнение Клапейрона-Менделеева  $pV=nRT$ , где  $n$  – количество моль,  $R$  – газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К),  $T$  – температура в Кельвинах ( $T=T_0+A$ ;  $T_0=273$  Кельвина;  $A$  – температура в градусах Цельсия),  $p$  – давление кПа,  $V$  – объем в л.

(20 баллов)

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».





1.  $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\dots + 3\text{CO}$ .
2. Процесс разделения неоднородных систем при помощи пористых перегородок, пропускающих дисперсионную среду и задерживающих дисперсную твёрдую фазу.
3. Самый лёгкий изотоп водорода.
4. Количественная характеристика способности атомов в химическом соединении смещать в свою сторону электроны.
5. Ядовитый удушающий двухатомный газ желтовато-зелёного цвета, тяжелее воздуха, с резким запахом и сладковатым.
6. Атом или соединение нескольких атомов, которое имеет электрический заряд.
7. Твёрдый пористый продукт серого цвета, получаемый путём коксования каменного угля при температурах 950-1100 °С без доступа кислорода в течение 14-18 часов.
8. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^96s^1$ .
9. Химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов.
10. Нагревательное устройство, предназначенное для нагрева чего-либо до заданной, обычно высокой температуры. Название этого устройства произошло от позднелатинского слова *muffla*.
11. Является моноизотопным элементом: в природе существует только один стабильный изотоп с массовым числом 19.
12. Область околоядерного пространства, в которой вероятность нахождения электрона более 90 %.
13. Разновидности атомов (и ядер) какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный номер.
14. Субатомная частица (обозначается символом  $e^-$  или  $\beta^-$ ), чей электрический заряд отрицателен и равен по модулю одному элементарному электрическому заряду.
15. Широко распространённый минерал железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , одна из главных железных руд.
16. Химически неделимая и наименьшая частица химического элемента, носитель его свойств.
17. Соединения азота с менее электроотрицательными элементами, например, с металлами и с рядом неметаллов.
18. Нитрид водорода.
19.  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  - широко распространённый минерал чёрного цвета из класса оксидов, природный оксид железа (II,III).
20. Металл получил своё название в честь титанов, персонажей древнегреческой мифологии, детей Геи.

(20 баллов)

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																															
атомный номер <b>Символ</b> название относит. атомная масса*																																															
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f08080; border: 1px solid black;"></span> s-элементы <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f0d080; border: 1px solid black;"></span> p-элементы <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #add8e6; border: 1px solid black;"></span> d-элементы <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> f-элементы																																															
1	2											13	14	15	16	17	18																														
1	<b>H</b> водород 1,007(847)											<b>B</b> бор 10,811(7)	<b>C</b> углерод 12,0107(8)	<b>N</b> азот 14,0067(2)	<b>O</b> кислород 15,999(43)	<b>F</b> фтор 18,998 4032(5)	<b>Ne</b> неон 20,1797(6)																														
2	<b>Li</b> литий 6,941(2)	<b>Be</b> бериллий 9,012 182(3)											<b>Al</b> алюминий 26,981 538 6(8)	<b>Si</b> кремний 28,0855(3)	<b>P</b> фосфор 30,973 762(2)	<b>S</b> сера 32,065(5)	<b>Cl</b> хлор 35,453(2)	<b>Ar</b> аргон 39,948(1)																													
3	<b>Na</b> натрий 22,989 769 28(2)	<b>Mg</b> магний 24,3050(9)											<b>Ga</b> галлий 69,723(1)	<b>Ge</b> германий 72,64(1)	<b>As</b> мышьяк 74,921 60(2)	<b>Se</b> селен 78,96(3)	<b>Br</b> бром 79,904(1)	<b>Kr</b> криптон 83,799(2)																													
4	<b>K</b> калий 39,0983(1)	<b>Ca</b> кальций 40,078(4)	<b>Sc</b> скандий 44,955 912(6)	<b>Ti</b> титан 47,887(1)	<b>V</b> ванадий 50,9415(1)	<b>Cr</b> хром 51,9961(6)	<b>Mn</b> марганец 54,938 045(5)	<b>Fe</b> железо 55,845(2)	<b>Co</b> кобальт 58,933 195(5)	<b>Ni</b> никель 58,6934(2)	<b>Cu</b> медь 63,546(3)	<b>Zn</b> цинк 65,409(4)	<b>In</b> индий 114,818(5)	<b>Sn</b> олово 118,710(7)	<b>Sb</b> сурьма 121,760(1)	<b>Te</b> теллур 127,603(3)	<b>I</b> йод 126,904 473(3)	<b>Xe</b> ксенон 131,29(8)																													
5	<b>Rb</b> рубидий 85,4678(3)	<b>Sr</b> стронций 87,62(1)	<b>Y</b> иттрий 88,905 85(2)	<b>Zr</b> цирконий 91,224(2)	<b>Nb</b> ниобий 92,906 38(2)	<b>Mo</b> молибден 95,94(2)	<b>Tc</b> технеций 97,907(2)	<b>Ru</b> рутений 101,07(2)	<b>Rh</b> родий 101,07(2)	<b>Pd</b> палладий 106,32(1)	<b>Ag</b> серебро 107,8682(2)	<b>Cd</b> кадмий 112,411(8)	<b>Hg</b> ртуть 200,592(2)	<b>Tl</b> таллий 204,3833(2)	<b>Pb</b> свинец 207,2(1)	<b>Bi</b> висмут 208,980 40(1)	<b>Po</b> полоний [209,984]	<b>At</b> астат [209,9871]	<b>Rn</b> радон [222,0176]																												
6	<b>Cs</b> цезий 132,905 451 9(2)	<b>Ba</b> барий 137,327(7)	<b>57-71</b> лантаны и лантаноиды	<b>Hf</b> hafний 178,49(2)	<b>Ta</b> тантал 180,947 86(2)	<b>W</b> вольфрам 183,84(1)	<b>Re</b> рений 186,207(1)	<b>Os</b> осмий 190,23(3)	<b>Ir</b> иридий 192,217(3)	<b>Pt</b> платина 195,084(9)	<b>Au</b> золото 196,966 569(4)	<b>Hg</b> ртуть 200,592(2)	<b>113</b> никоновый [286]	<b>114</b> флеровий [289]	<b>115</b> московский [290]	<b>116</b> ливерморий [293]	<b>117</b> тенессин [294]	<b>118</b> оганесон [294]																													
7	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	<b>89-103</b> актиниды и актиноиды	<b>104</b> резерфордий [261]	<b>105</b> дубний [262]	<b>106</b> сиборгий [266]	<b>107</b> борий [264]	<b>108</b> хасий [277]	<b>109</b> мэйтерий [268]	<b>110</b> дэрсий [273]	<b>111</b> рентгий [272]	<b>112</b> коперниций [285]	<b>113</b> никоновый [286]	<b>114</b> флеровий [289]	<b>115</b> московский [290]	<b>116</b> ливерморий [293]	<b>117</b> тенессин [294]	<b>118</b> оганесон [294]																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><b>57</b> <b>La</b> лантан 138,905 47(7)</td><td><b>58</b> <b>Ce</b> церий 140,12(1)</td><td><b>59</b> <b>Pr</b> празеодим 140,907 69(2)</td><td><b>60</b> <b>Nd</b> неодим 144,242(3)</td><td><b>61</b> <b>Pm</b> прометий [145]</td><td><b>62</b> <b>Sm</b> самарий 150,36(2)</td><td><b>63</b> <b>Eu</b> европий 151,964(1)</td><td><b>64</b> <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)</td><td><b>65</b> <b>Tb</b> тербий 158,925 36(2)</td><td><b>66</b> <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)</td><td><b>67</b> <b>Ho</b> гольмий 164,930 32(2)</td><td><b>68</b> <b>Er</b> эрий 167,259(3)</td><td><b>69</b> <b>Tm</b> тулий 168,934 21(2)</td><td><b>70</b> <b>Yb</b> иттербий 173,04(3)</td><td><b>71</b> <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)</td> </tr> <tr> <td><b>89</b> <b>Ac</b> актиний [227]</td><td><b>90</b> <b>Th</b> торий 232,038 06(2)</td><td><b>91</b> <b>Pa</b> протактиний 231,036 88(2)</td><td><b>92</b> <b>U</b> уран 238,028 91(3)</td><td><b>93</b> <b>Np</b> нептуний [237]</td><td><b>94</b> <b>Pu</b> плутоний [244]</td><td><b>95</b> <b>Am</b> амерций [243]</td><td><b>96</b> <b>Cm</b> курий [247]</td><td><b>97</b> <b>Bk</b> берклий [247]</td><td><b>98</b> <b>Cf</b> калifornий [251]</td><td><b>99</b> <b>Es</b> эйзштейний [252]</td><td><b>100</b> <b>Fm</b> фермий [257]</td><td><b>101</b> <b>Md</b> менделевий [258]</td><td><b>102</b> <b>No</b> нобий [259]</td><td><b>103</b> <b>Lr</b> лоуренсий [262]</td> </tr> </table>																		<b>57</b> <b>La</b> лантан 138,905 47(7)	<b>58</b> <b>Ce</b> церий 140,12(1)	<b>59</b> <b>Pr</b> празеодим 140,907 69(2)	<b>60</b> <b>Nd</b> неодим 144,242(3)	<b>61</b> <b>Pm</b> прометий [145]	<b>62</b> <b>Sm</b> самарий 150,36(2)	<b>63</b> <b>Eu</b> европий 151,964(1)	<b>64</b> <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)	<b>65</b> <b>Tb</b> тербий 158,925 36(2)	<b>66</b> <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)	<b>67</b> <b>Ho</b> гольмий 164,930 32(2)	<b>68</b> <b>Er</b> эрий 167,259(3)	<b>69</b> <b>Tm</b> тулий 168,934 21(2)	<b>70</b> <b>Yb</b> иттербий 173,04(3)	<b>71</b> <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)	<b>89</b> <b>Ac</b> актиний [227]	<b>90</b> <b>Th</b> торий 232,038 06(2)	<b>91</b> <b>Pa</b> протактиний 231,036 88(2)	<b>92</b> <b>U</b> уран 238,028 91(3)	<b>93</b> <b>Np</b> нептуний [237]	<b>94</b> <b>Pu</b> плутоний [244]	<b>95</b> <b>Am</b> амерций [243]	<b>96</b> <b>Cm</b> курий [247]	<b>97</b> <b>Bk</b> берклий [247]	<b>98</b> <b>Cf</b> калifornий [251]	<b>99</b> <b>Es</b> эйзштейний [252]	<b>100</b> <b>Fm</b> фермий [257]	<b>101</b> <b>Md</b> менделевий [258]	<b>102</b> <b>No</b> нобий [259]	<b>103</b> <b>Lr</b> лоуренсий [262]
<b>57</b> <b>La</b> лантан 138,905 47(7)	<b>58</b> <b>Ce</b> церий 140,12(1)	<b>59</b> <b>Pr</b> празеодим 140,907 69(2)	<b>60</b> <b>Nd</b> неодим 144,242(3)	<b>61</b> <b>Pm</b> прометий [145]	<b>62</b> <b>Sm</b> самарий 150,36(2)	<b>63</b> <b>Eu</b> европий 151,964(1)	<b>64</b> <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)	<b>65</b> <b>Tb</b> тербий 158,925 36(2)	<b>66</b> <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)	<b>67</b> <b>Ho</b> гольмий 164,930 32(2)	<b>68</b> <b>Er</b> эрий 167,259(3)	<b>69</b> <b>Tm</b> тулий 168,934 21(2)	<b>70</b> <b>Yb</b> иттербий 173,04(3)	<b>71</b> <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)																																	
<b>89</b> <b>Ac</b> актиний [227]	<b>90</b> <b>Th</b> торий 232,038 06(2)	<b>91</b> <b>Pa</b> протактиний 231,036 88(2)	<b>92</b> <b>U</b> уран 238,028 91(3)	<b>93</b> <b>Np</b> нептуний [237]	<b>94</b> <b>Pu</b> плутоний [244]	<b>95</b> <b>Am</b> амерций [243]	<b>96</b> <b>Cm</b> курий [247]	<b>97</b> <b>Bk</b> берклий [247]	<b>98</b> <b>Cf</b> калifornий [251]	<b>99</b> <b>Es</b> эйзштейний [252]	<b>100</b> <b>Fm</b> фермий [257]	<b>101</b> <b>Md</b> менделевий [258]	<b>102</b> <b>No</b> нобий [259]	<b>103</b> <b>Lr</b> лоуренсий [262]																																	

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (менше 0,01 г на 1000 г воды); «←» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается →

## Химия. 8 класс

### Вариант 4

#### Задание 1.

Кристаллогидраты – это кристаллы солей, содержащие молекулы воды. Они образуются, если в кристаллической решётке катионы более прочно связаны с молекулами воды, чем с анионами в кристалле безводного вещества. **X** – кристаллогидрат светлого голубовато-зелёного цвета, хорошо растворим в воде и применяется в текстильной промышленности, в сельском хозяйстве как фунгицид, для приготовления минеральных красок.

1. Установите химическую формулу вещества **X**, если в его состав помимо прочего входят сера и ион, имеющий электронную конфигурацию  $[\text{Ar}]\mathbf{3d}^6$ . Известно также, что масса воды в нем больше массы металла в 2,26 раз.

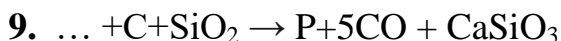
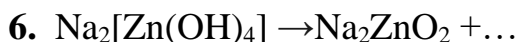
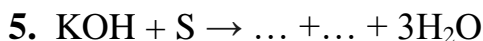
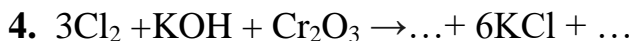
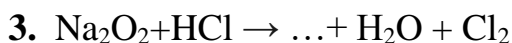
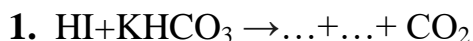
2. 1 г **X** растворили в 4 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

3. При длительном стоянии на воздухе **X** может полностью терять кристаллизационную воду с образованием вещества **Y** (реакция 1), которое разлагается свыше  $480\text{ }^{\circ}\text{C}$  (реакция 2), образуя при этом два оксида, причем один из содержит неметалл, и одно простое вещество. Запишите уравнения упомянутых реакций. Предложите три способа получения вещества **Y**.

(18 баллов)

#### Задание 2.

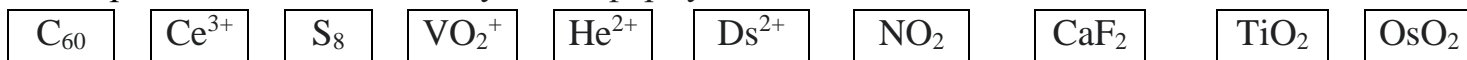
Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.



(20 баллов)

### Задание 3

На карточках написаны следующие формулы:



Укажите какое суммарное количество электронов содержат следующие молекулы или ионы

(20 баллов)

### Задание 4

Монета массой 1,5 г, состоящая из сплава меди с никелем, была погружена в раствор соляной кислоты, что привело к частичному её растворению (реакция 1). Оставшуюся часть монеты растворили в концентрированной  $H_2SO_4$ , при этом выделилось 0,18 л газа **X** (реакция 2). Объем газа **X** был измерен при давлении 101,3 кПа и температуре 24 °С. Известно, что **X** относится к кислотным оксидам и способен реагировать с гидроксидом лития (реакция 3) и оксидом магния (реакция 4). Кроме того, у **X** ярко выражены восстановительные свойства, он способен вступать в реакцию с иодной водой ( $I_2+H_2O$ ) (реакция 5) и хлорной водой ( $Br_2+H_2O$ ) (реакция 6). Известно также, что в ходе реакций 5 и 6 образуется по две кислоты, причем одна из них серосодержащая.

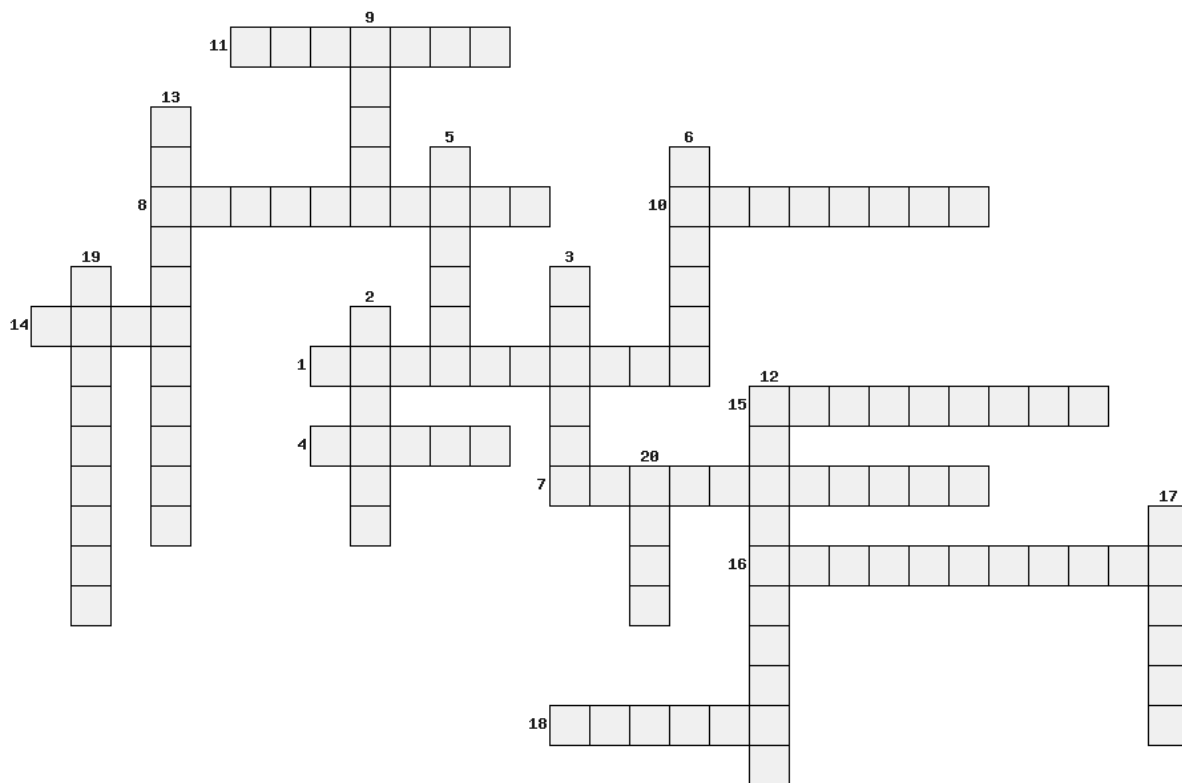
1. Рассчитайте массовые доли меди и никеля в монете;
2. Напишите уравнения упомянутых химических реакций (реакции 1-6)
3. Изобразите графическую формулу газа **X**.

**Справочная информация:** для нахождения объема выделившегося газа используйте уравнение Клапейрона-Менделеева  $pV=nRT$ , где  $n$ -количество моль,  $R$ -газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К),  $T$ - температура в Кельвинах ( $T= T_0+A$ ;  $T_0=273$  Кельвина;  $A$ -температура в градусах Цельсия),  $p$ -давление кПа,  $V$ - объем в л.

(20 баллов)

### Задание 5

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Этот элемент назван в честь Калифорнийского университета в Беркли, где и был синтезирован.
2. Поль Эмиль Лекок де Буабодран назвал элемент в честь своей родины Франции, по её латинскому названию — Gallia.
3. Строка периодической системы химических элементов, последовательность атомов по возрастанию заряда ядра и заполнению электронами внешней электронной оболочки, где в каждый период входят элементы с одинаковым количеством электронных оболочек.
4. Минерал, кубическая аллотропная форма углерода.
5. Гидроксиды щелочных, щелочноземельных металлов (кроме амфотерного гидроксида бериллия и обладающего слабыми основными свойствами гидроксида магния, они практически нерастворимы в воде) и таллия.
6.  $MgCl_2$  (электролиз) = металл и неметалл.
7. Способ разделения жидких смесей, основанный на значительной разнице температуры кипения компонентов смеси.
8. Химические элементы 15-й группы периодической таблицы химических элементов.
9. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как  $[Kr]4d^{10}5s^25p^2$ .
10. Название этого элемента образовалось от латинского «alumen», что означает квасцы.
11. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как  $[Xe]6s^24f^7$ .

12. Химические элементы 16-й группы периодической таблицы химических элементов.
13. Процесс частичного удаления растворителя из раствора при нагревании.
14. Сложные вещества, состоящие из катионов металлов и анионов кислотных остатков.
15. Боязнь химических соединений, одна из форм технофобии и страха неизвестности. Обычно она проявляется в форме предубеждения против «химии», под которой понимаются продукты (обычно косметика либо пищевые продукты), произведённые человеком в промышленных условиях.
16. Химическое вещество, ускоряющее реакцию, но не расходующееся в процессе реакции.
17. Столбец химических элементов, имеющих сходные свойства.
18. Частица атомного ядра, имеющая положительный заряд.
19. Первый крупный русский учёный-естествоиспытатель, является основоположником научного мореплавания и физической химии; заложил основы науки о стекле.
20. Этот элемент входит в состав таких минералов как пирит, сфалерит, киноварь, ковелин, халькозин, халькопирит.

**(20 баллов)**



## Химия. 9 класс

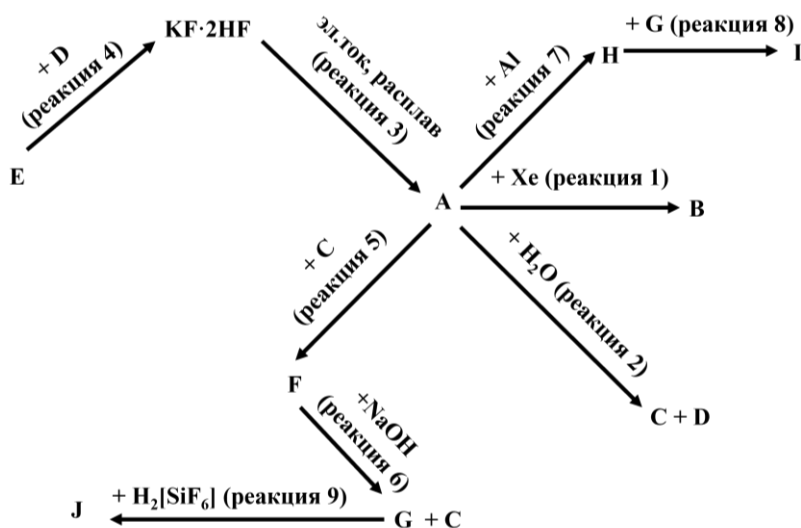
### Вариант 1

1. Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одной группе Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элемент **X** образует простое вещество **A** – светло-жёлтый порошкообразный неметалл, **Y** – хрупкий, блестящий на изломе неметалл **B** серого цвета, **Z** – хрупкий, малотоксичный редкий полуметалл **C** (иногда его также относят к неметаллам) серебристо-белого цвета, причем  $M(A) : M(B) : M(C) = 3,242:1,000:1,616$ . Вещества **A-C** растворяются при кипячении в растворе гидроксида натрия (реакции 1-3). Известно также, что растворение **C** в царской водке сопровождается выделением бесцветного газа, бурящего на воздухе (реакция 4), а вещества **B** и **C** способны образовывать оксиды при сжигании на воздухе (реакция 5,6).

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**, а также простые вещества **A-C**, подтвердив расчетом.
2. Расположите в порядке уменьшения силы кислородсодержащие кислоты, образованные этими элементами в высшей степени окисления. В таком же порядке запишите и бескислородные кислоты элементов **X**, **Y**, **Z**.
3. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

(16 баллов)

2. Ниже приведены цепочки превращений, в которых все зашифрованные буквами вещества, кроме **C**, являются соединениями «разрушительного элемента».



**A** – простое вещество, массовая доля ксенона в **B** составляет 53,6 %, **C** – простое вещество, образованное химически активным неметаллом, который является самым лёгким элементом из группы халькогенов, **E** является средней солью калия, а **I** – комплексное соединение.

1. Определите вещества **A–J**, а также напишите уравнения химических реакций 1-9.
2. Укажите тривиальное название вещества **I**. Для чего его применяют?

(25 баллов)

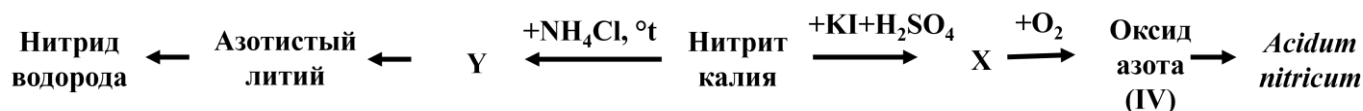
3. Минерал **X** – алюминат металла, известного с древнейших времён. Массовая доля кислорода в **X** составляет 36,82 %, а число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия. В ходе разделения металлов, входящих в состав минерала **X** в виде простых веществ, были проделаны следующие эксперименты. **X** смешали с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и сплавляли на воздухе (реакция 1). После протекания реакции к полученной смеси добавили воды (80 °С) (реакция 2-3), что привело к появлению бурого осадка **Y**. Полученный осадок **Y** отделили от надосадочного раствора, высушили и прокалили при 600 °С (реакция 4), а затем полученный продукт прокалили в токе водорода при 1000 °С (реакция 5). Через надосадочный раствор, полученных в ходе реакции 3, пропустили  $\text{CO}_2$  (реакция 6), что привело к образованию осадка **Z**, который также прокалили при 600 °С (реакция 7), а полученный продукт подвергли электролизу в расплаве криолита (950 °С) (реакция 8).

1. Определите минерал **X**, а также вещества **Y** и **Z**. Запишите уравнения реакций 1-8

2. Установите продукты взаимодействия минерала **X** с  $\text{HNO}_3$  (конц.) (реакция 9)

(19 баллов)

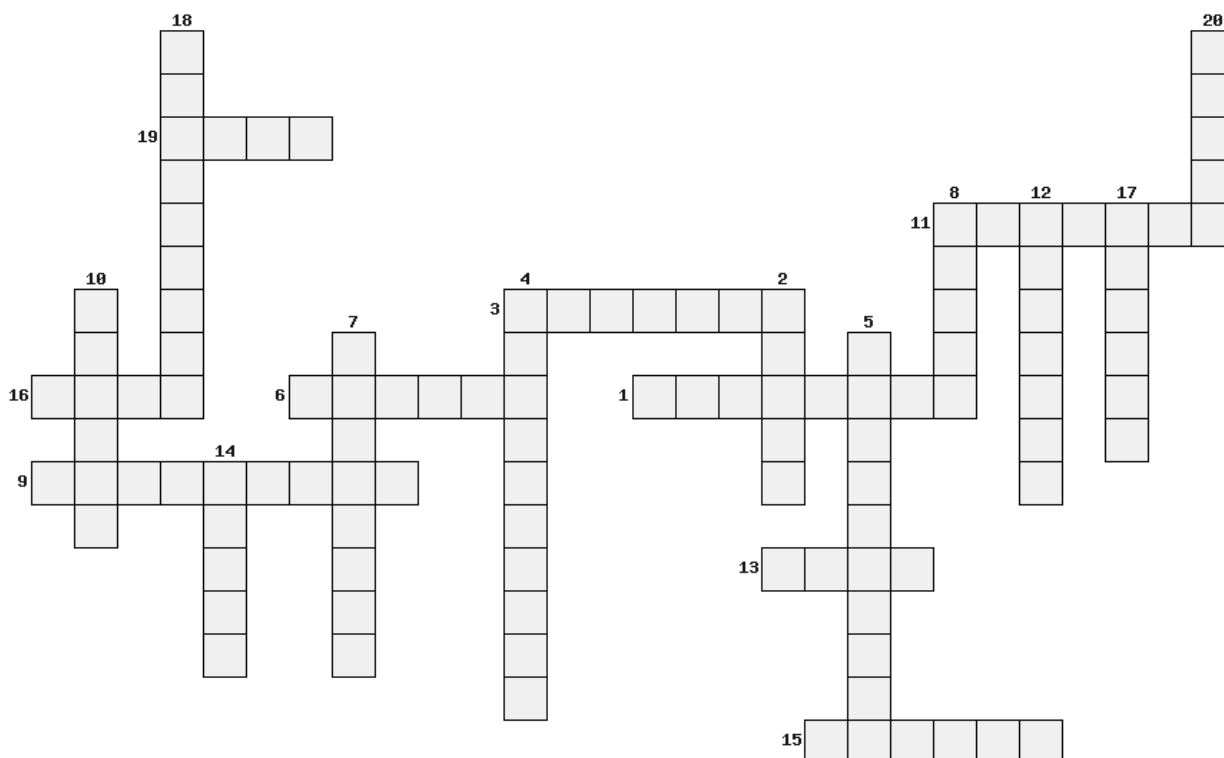
4. Приведите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Определите неизвестные вещества **X** и **Y**.

(20 баллов)

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово»



1. Этот элемент образует семь простых веществ - аллотропные модификации ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\delta'$ ,  $\epsilon$  и  $\zeta$ ) при определённых температурах и диапазонах давления. Может

даже принимать степени окисления от +2 до +7, основными считаются +4, +5, +6. В периодической таблице располагается в семействе актиноидов. В окружающей среде находится преимущественно в виде диоксида ( $M = 276$  г/моль).

2. Электронная конфигурация этого атома может записана как  $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$ .

3. Устройство, используемое для точного измерения и переноса малых количеств жидкости. Состоит из тонкой трубки с маркировкой на боковой стенке, которая позволяет измерять объем жидкости.

4. Устройство, которое может быть использовано для удаления остатков химических веществ, очистки от загрязнений или просто для общей очистки предметов лабораторного оборудования.

5. Общее название элементов 15-й группы периодической таблицы химических элементов.

6. Этот элемент стоит в ряду напряжений правее всех других металлов. Наиболее устойчивая степень окисления в соединениях +3. Относительно устойчивы также соединения со степенью окисления +1, дающие линейные комплексы. Долгое время считалось, что +3 - высшая из возможных степень окисления этого элемента, однако, используя дифторид криптона, удалось получить соединения, в котором этот элемент проявляет степень окисления +5.

7. Мягкий пластичный блестящий переходный металл, является тугоплавким металлом с температурой плавления  $2620$  °C и температурой кипения  $4639$  °C. Название этого металла происходит от др.-греч. **μόλυβδος**, означающего «свинец».

8. Этот элемент входит в состав сильвина, сильвинита, карналлита, каинит, а также входит в состав всех клеток.

9. Название этого химического элемента происходит от др.-греч. **δυσπρόσιτος**, что означает «трудно получить».

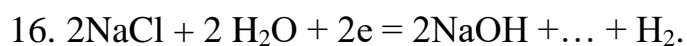
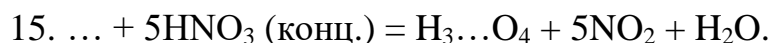
10. Мягкий хрупкий металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком. Относится к группе тяжёлых металлов. Плотность этого металла в твёрдом состоянии при температуре  $20$  °C равна  $5,904$  г/см<sup>3</sup>, в жидком состоянии ( $t_{пл.} = 29,8$  °C) имеет плотность  $6,095$  г/см<sup>3</sup>, то есть при затвердевании объем этого металла увеличивается.

11. В соединениях этот элемент обычно имеет степени окисления +4 или -4, очень редко проявляет валентное состояние II.

12. Этот химический элемент входит в состав люминофоров, используемых в электронно-лучевых и плазменных цветных экранах. Купюры евро защищены от подделок люминофорами на основе этого элемента.

13. Для этого элемента характерны степени окисления +2, +3 и +6, а также условно +5. Практически все соединения этого элемента окрашены.

14. Этот металл может быть получен обжигом киновари на воздухе.



17. Это очень лёгкий ( $0,971 \text{ г/см}^3$ ), мягкий, химически активный щелочной металл серебристо-белого цвета. Растворяется в жидком аммиаке, образуя синий раствор.

18. Вещество, которое способное поглощать энергию в виде света или других видов излучения и затем переизлучать ее в форме света. Часто используется в различных технических и научных приложениях. В повседневной жизни может быть использовано, например, для создания светящихся часов или индикаторов наручных часов, печати секретных меток на документах и др.

19. Этот металл входит в состав халькозина, борнита, ковеллина и азурита.

20. В соединениях этот металл проявляет степени окисления от  $-2$  до  $+8$ , из которых самыми распространёнными являются  $+2$ ,  $+3$ ,  $+4$  и  $+8$ .

**(20 баллов)**

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																															
Атомный номер		Символ		название		атомная масса*		s-элементы		p-элементы		d-элементы		f-элементы																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																														
1	<b>H</b> водород 1,007(847)															2	<b>He</b> гелий 4,002(6002)																														
2	3 <b>Li</b> литий 6,94(12)	4 <b>Be</b> бериллий 9,012(1823)															5 <b>B</b> бор 10,811(7)	6 <b>C</b> углерод 12,0107(8)	7 <b>N</b> азот 14,0067(2)	8 <b>O</b> кислород 15,999(43)	9 <b>F</b> фтор 18,998(402)(5)	10 <b>Ne</b> неон 20,1797(6)																									
3	11 <b>Na</b> натрий 22,989(7682)	12 <b>Mg</b> магний 24,3050(6)															13 <b>Al</b> алюминий 26,981(538(6))	14 <b>Si</b> кремний 28,0855(5)	15 <b>P</b> фосфор 30,973(7622)	16 <b>S</b> сера 32,06(5)	17 <b>Cl</b> хлор 35,453(2)	18 <b>Ar</b> аргон 39,948(1)																									
4	19 <b>K</b> калий 39,0983(1)	20 <b>Ca</b> кальций 40,078(4)	21 <b>Sc</b> скандий 44,955(9126)	22 <b>Ti</b> титан 47,867(1)	23 <b>V</b> ванадий 50,9415(1)	24 <b>Cr</b> хром 51,9961(6)	25 <b>Mn</b> марганец 54,938(485)(5)	26 <b>Fe</b> железо 55,845(2)	27 <b>Co</b> кобальт 58,933(195)(5)	28 <b>Ni</b> никель 58,6934(2)	29 <b>Cu</b> медь 63,546(3)	30 <b>Zn</b> цинк 65,409(4)	31 <b>Ga</b> галлий 69,723(1)	32 <b>Ge</b> германий 72,64(1)	33 <b>As</b> мышьяк 74,921(602)	34 <b>Se</b> селен 78,96(3)	35 <b>Br</b> бром 79,904(1)	36 <b>Kr</b> криптон 83,799(2)																													
5	37 <b>Rb</b> рубидий 85,4678(3)	38 <b>Sr</b> стронций 87,62(1)	39 <b>Y</b> иттрий 88,905(852)	40 <b>Zr</b> цирконий 91,224(2)	41 <b>Nb</b> ниобий 92,906(382)	42 <b>Mo</b> молибден 95,94(2)	43 <b>Tc</b> технеций 97,907(2)	44 <b>Ru</b> рутений 101,07(2)	45 <b>Rh</b> родий 102,905(502)	46 <b>Pd</b> палладий 106,42(1)	47 <b>Ag</b> серебро 107,8682(2)	48 <b>Cd</b> кадмий 112,411(8)	49 <b>In</b> индий 114,818(3)	50 <b>Sn</b> олово 118,710(7)	51 <b>Sb</b> сурьма 121,760(1)	52 <b>Te</b> теллур 127,6(3)	53 <b>I</b> йод 126,904(473)	54 <b>Xe</b> ксенон 131,29(8)																													
6	55 <b>Cs</b> цезий 132,905(451(92))	56 <b>Ba</b> барий 137,327(7)	57-71 лантаны и лантаноиды	72 <b>Hf</b> гафний 178,49(2)	73 <b>Ta</b> тантал 180,947(862)	74 <b>W</b> вольфрам 183,84(1)	75 <b>Re</b> рений 186,207(1)	76 <b>Os</b> осмий 190,23(3)	77 <b>Ir</b> иридий 192,217(3)	78 <b>Pt</b> платина 195,084(9)	79 <b>Au</b> золото 196,966(569)(4)	80 <b>Hg</b> ртуть 200,59(2)	81 <b>Tl</b> таллий 204,383(32)	82 <b>Pb</b> свинец 207,2(1)	83 <b>Bi</b> висмут 208,980(40)(1)	84 <b>Po</b> полоний [209,9824]	85 <b>At</b> астат [209,9871]	86 <b>Rn</b> радон [222,0176]																													
7	87 <b>Fr</b> франций [223]	88 <b>Ra</b> радий [226]	89-103 актиниды и актиноиды	104 <b>Rf</b> резерфордий [261]	105 <b>Db</b> дубний [262]	106 <b>Sg</b> сигборгий [266]	107 <b>Bh</b> борий [264]	108 <b>Hs</b> хассий [277]	109 <b>Mt</b> мэйтерий [268]	110 <b>Ds</b> дармштадтий [271]	111 <b>Rg</b> регентий [272]	112 <b>Cn</b> коперниций [285]	113 <b>Nh</b> нихоний [286]	114 <b>Fl</b> флеровий [289]	115 <b>Mc</b> московский [290]	116 <b>Lv</b> ливерморий [293]	117 <b>Ts</b> теннессин [294]	118 <b>Og</b> оганссон [294]																													
<table border="1"> <tr> <td>57 <b>La</b> лантан 138,905(477)</td> <td>58 <b>Ce</b> церий 140,12(1)</td> <td>59 <b>Pr</b> празеодим 140,907(692)</td> <td>60 <b>Nd</b> неодим 144,242(3)</td> <td>61 <b>Pm</b> прометий [145]</td> <td>62 <b>Sm</b> самарий 150,36(2)</td> <td>63 <b>Eu</b> европий 151,964(1)</td> <td>64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)</td> <td>65 <b>Tb</b> тербий 158,925(362)</td> <td>66 <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)</td> <td>67 <b>Ho</b> гольмий 164,930(332)</td> <td>68 <b>Er</b> эрбий 167,259(3)</td> <td>69 <b>Tm</b> тулий 168,934(212)</td> <td>70 <b>Yb</b> иттербий 173,054(3)</td> <td>71 <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)</td> </tr> <tr> <td>89 <b>Ac</b> актиний [227]</td> <td>90 <b>Th</b> торий 232,038(062)</td> <td>91 <b>Pa</b> протактиний 231,036(882)</td> <td>92 <b>U</b> уран 238,028(913)</td> <td>93 <b>Np</b> нептуний [237]</td> <td>94 <b>Pu</b> плутоний [244]</td> <td>95 <b>Am</b> амерций [243]</td> <td>96 <b>Cm</b> курий [247]</td> <td>97 <b>Bk</b> берклий [247]</td> <td>98 <b>Cf</b> калifornий [251]</td> <td>99 <b>Es</b> эйзенштейний [252]</td> <td>100 <b>Fm</b> фермий [257]</td> <td>101 <b>Md</b> менделевий [258]</td> <td>102 <b>No</b> нобелий [259]</td> <td>103 <b>Lr</b> лоуренсий [262]</td> </tr> </table>																		57 <b>La</b> лантан 138,905(477)	58 <b>Ce</b> церий 140,12(1)	59 <b>Pr</b> празеодим 140,907(692)	60 <b>Nd</b> неодим 144,242(3)	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150,36(2)	63 <b>Eu</b> европий 151,964(1)	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)	65 <b>Tb</b> тербий 158,925(362)	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)	67 <b>Ho</b> гольмий 164,930(332)	68 <b>Er</b> эрбий 167,259(3)	69 <b>Tm</b> тулий 168,934(212)	70 <b>Yb</b> иттербий 173,054(3)	71 <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)	89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038(062)	91 <b>Pa</b> протактиний 231,036(882)	92 <b>U</b> уран 238,028(913)	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> курий [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калifornий [251]	99 <b>Es</b> эйзенштейний [252]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделевий [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [262]
57 <b>La</b> лантан 138,905(477)	58 <b>Ce</b> церий 140,12(1)	59 <b>Pr</b> празеодим 140,907(692)	60 <b>Nd</b> неодим 144,242(3)	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150,36(2)	63 <b>Eu</b> европий 151,964(1)	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25(3)	65 <b>Tb</b> тербий 158,925(362)	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,500(1)	67 <b>Ho</b> гольмий 164,930(332)	68 <b>Er</b> эрбий 167,259(3)	69 <b>Tm</b> тулий 168,934(212)	70 <b>Yb</b> иттербий 173,054(3)	71 <b>Lu</b> лютеций 174,967(1)																																	
89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038(062)	91 <b>Pa</b> протактиний 231,036(882)	92 <b>U</b> уран 238,028(913)	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> курий [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калifornий [251]	99 <b>Es</b> эйзенштейний [252]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделевий [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [262]																																	

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P	
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P	
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H	
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P	
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (менше 0,01 г на 1000 г воды); «←» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

## РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается

## Химия. 9 класс

### Вариант 2

1. Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элемент **X** образует простое вещество **A** – светло-жёлтый порошкообразный неметалл, **Y** – желто-зеленый газ **B**, элемент **Z** – воскообразное твердое вещество **C**, которое быстро желтеет под воздействием света, причем  $M(A) : M(B) : M(C) = 3,605 : 1,000 : 1,746$ . Вещества **A-C** растворяются при кипячении в растворе гидроксида калия (реакции 1-3), при этом растворение **C** сопровождается выделением ядовитого газа, относительная плотность которого по воздуху равна 1,17, и соли, молярная масса которой 104,09 г/моль. Известно также, что длительное нагревание **A** в концентрированной серной кислоте сопровождается выделением бесцветного газа с характерным резким запахом (реакция 4), а вещества **A** и **C** способны вступать в реакцию с веществом **B** (реакция 5,6).

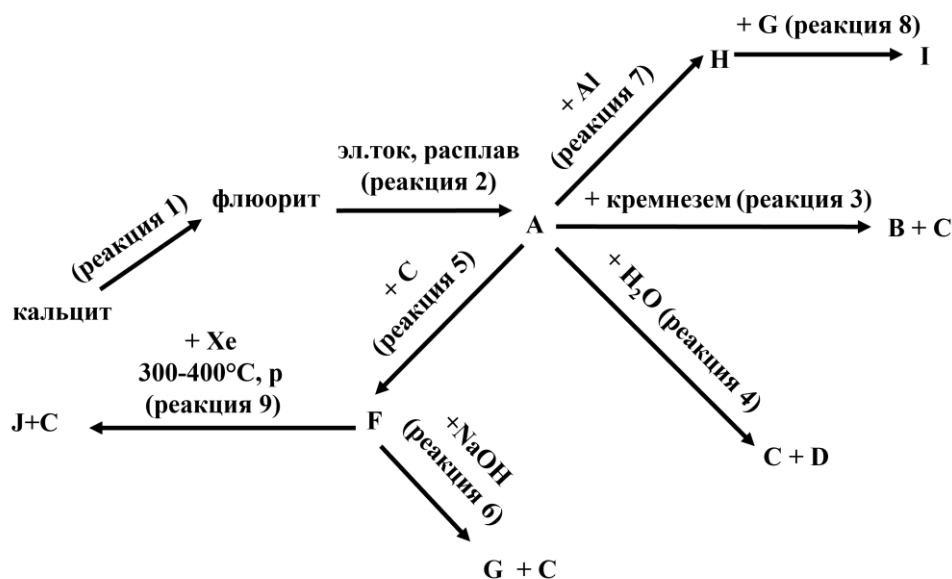
1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**, а также простые вещества **A-C**, подтвердив расчетом.

2. Расположите в порядке увеличения силы кислородсодержащие кислоты, образованные этими элементами в высшей степени окисления. В таком же порядке запишите и бескислородные кислоты элементов **X**, **Y**, **Z**

3. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

(16 баллов)

2. Ниже приведены цепочки превращений, в которых все зашифрованные буквами вещества, кроме **C**, являются соединениями легкого галогена.



**A** – простое вещество, массовая доля легкого галогена в **B** составляет 73,1 %, **C** – простое вещество, которое может образовываться при разложении бертолетовой соли при 400 °С (реакция 10), **G** – средняя соль натрия, а **I** – комплексное соединение.



1. Определите вещества А – J и напишите уравнения химических реакций 1-10.
2. Укажите тривиальное название вещества I. Для чего его применяют?

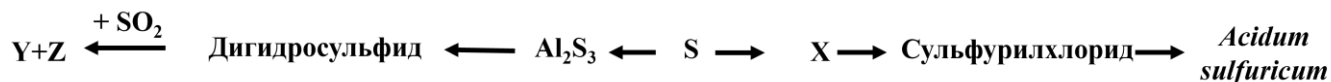
(25 баллов)

3. X – алюминат металла, известного человеку с глубокой древности. Массовая доля кислорода в X составляет 36,2 %, а число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия. Известно также, X используется как синий пигмент для акварельных и масляных красок. В ходе исследовательской работы провели ряд экспериментов по получению X. Так, в ходе реакции алюмината натрия с горячей водой (80°C) образовалось комплексное соединение Y (реакция 1), через раствор которого пропустили CO<sub>2</sub> (реакция 2), что привело к образованию осадка Z. Полученный осадок Z отделили, высушили и прокалили при 600 °C (реакция 3), а затем смешали с оксидом металла (M(M<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)= 74,93 г/моль) и прокалили при 1100 °C (реакция 4). X можно также получить при взаимодействии хлоридной соли (M(соли) = 129,84 г/моль) с комплексным соединением Y (реакция 5) и последующим прокаливанием полученной смеси гидроксидов (реакция 6).

1. Определите X, а также вещества Y и Z. Запишите уравнения реакций 1-6.
2. Установите продукты взаимодействия Y с хлоридом аммония (реакция 7) и с концентрированным раствором хлорида алюминия (реакция 8).

(19 баллов)

4. Приведите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Определите неизвестные вещества X и Y.

(20 баллов)

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».

1. Электронная конфигурация этого атома может быть записана как [Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>1</sup>.

2. Металл, который используется в средствах защиты пациентов и персонала от излучения рентгеновских аппаратов.

3. Ионы этого металла окрашивают пламя горелки в карминово-красный цвет.

4. ... + S → Аргенит.

5. Этот химический элемент входит в состав минерала, название которого с латыни может быть дословно переведено как «волчья пена».

6. Металл, который входит в состав магнохромита, хромпикотит и алюмохромит.

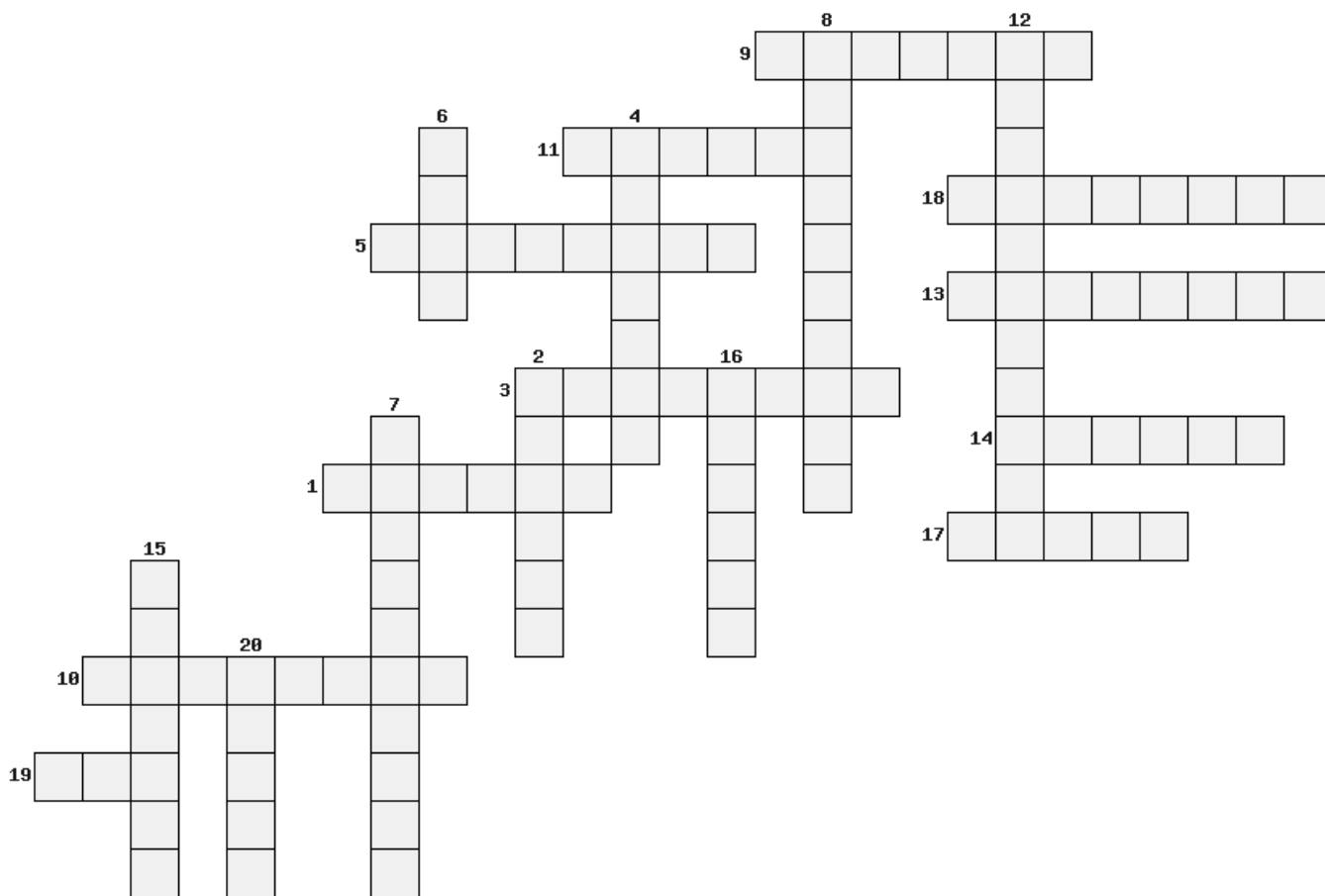
7. Общее название элементов 16-й группы периодической таблицы химических элементов.

8. Элементы в семействе от La до Lu.

9. 3...+18HCl+4HNO<sub>3</sub> = 3X + 4NO + 8H<sub>2</sub>O (M(X) = 409,81 г/моль).

10. Субатомная частица, которая обозначается как β<sup>-</sup>.

11. Тяжёлый благородный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха. Был обнаружен как небольшая примесь к криптону.



12. Объект, имеющий отчётливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трёх измерениях составляют от 1 до 1000 нм.

13. Химические элементы 17-й группы периодической таблицы химических элементов Д. И. Менделеева.

14. Название этого металла с др.греческого ἶρις переводится как «радуга».

15.  $2... + N_2 =$  Дициан.

16. Этот металл входит в состав таких сплавов как нейзильбер, мельхиор, белое золото и манганин.

17. Французские учёные Пьер и Мария Кюри обнаружили, что отходы, остающиеся после выделения урана из урановой руды более радиоактивны, чем чистый уран. Из этих отходов супруги Кюри после нескольких лет интенсивной работы выделили два сильно радиоактивных элемента: полоний и ...

18. Античастица, соответствующая электрону.

19. Этот элемент входит в состав кислоты, которая используется для приготовления буферных растворов и даже в ядерных реакторах в качестве поглотителя нейтронов, растворённого в теплоносителе ядерного реактора.

20. Сильвин  $\rightarrow$  (электролиз расплава)  $\rightarrow Cl_2 + 2X$ .

**(20 баллов)**

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																			
АТОМНЫЙ НОМЕР <b>Символ</b> название относительная атомная масса*																																			
s-элементы		p-элементы										d-элементы		f-элементы																					
1 <b>H</b> водород 1,007(94(7))																	2 <b>He</b> гелий 4,002(603(2))																		
3 <b>Li</b> литий 6,94(1(2))	4 <b>Be</b> бериллий 9,012(182(3))											5 <b>B</b> бор 10,811(7)	6 <b>C</b> углерод 12,0107(8)	7 <b>N</b> азот 14,0067(2)	8 <b>O</b> кислород 15,999(4(3))	9 <b>F</b> фтор 18,998 4032(5)	10 <b>Ne</b> неон 20,1797(6)																		
11 <b>Na</b> натрий 22,989 769 28(2)	12 <b>Mg</b> магний 24,3050(8)	13 <b>Al</b> алюминий 26,981 538 6(6)	14 <b>Si</b> кремний 28,0855(3)	15 <b>P</b> фосфор 30,973 762(2)	16 <b>S</b> сера 32,065(5)	17 <b>Cl</b> хлор 35,453(2)	18 <b>Ar</b> аргон 39,948(1)	19 <b>K</b> калий 39,0983(1)	20 <b>Ca</b> кальций 40,078(4)	21 <b>Sc</b> скандий 44,955 912(6)	22 <b>Ti</b> титан 47,867(1)	23 <b>V</b> ванадий 50,9415(1)	24 <b>Cr</b> хром 51,9961(6)	25 <b>Mn</b> марганец 54,938 045(5)	26 <b>Fe</b> железо 55,845(2)	27 <b>Co</b> кобальт 58,933 195(5)	28 <b>Ni</b> никель 58,6934(2)	29 <b>Cu</b> медь 63,546(3)	30 <b>Zn</b> цинк 65,409(4)	31 <b>Ga</b> галлий 69,723(1)	32 <b>Ge</b> германий 72,64(1)	33 <b>As</b> мышьяк 74,921 60(2)	34 <b>Se</b> селен 78,96(3)	35 <b>Br</b> бром 79,904(1)	36 <b>Kr</b> криптон 83,798(2)										
37 <b>Rb</b> рубидий 85,4678(3)	38 <b>Sr</b> стронций 87,62(1)	39 <b>Y</b> иттрий 88,905 85(2)	40 <b>Zr</b> цирконий 91,224(2)	41 <b>Nb</b> ниобий 92,906 38(2)	42 <b>Mo</b> молибден 95,94(2)	43 <b>Tc</b> технеций [97,9072]	44 <b>Ru</b> рутений 101,07(2)	45 <b>Rh</b> родий 102,905 50(2)	46 <b>Pd</b> палладий 106,42(1)	47 <b>Ag</b> серебро 107,8682(2)	48 <b>Cd</b> кадмий 112,411(8)	49 <b>In</b> индий 114,818(3)	50 <b>Sn</b> олово 118,710(7)	51 <b>Sb</b> сурьма 121,760(1)	52 <b>Te</b> теллур 127,60(3)	53 <b>I</b> йод 126,904 47(3)	54 <b>Xe</b> ксенон 131,293(8)	55 <b>Cs</b> цезий 132,905 451 9(2)	56 <b>Ba</b> барий 137,327(7)	57-71 лантаны и лантаноиды	72 <b>Hf</b> гафний 178,49(2)	73 <b>Ta</b> тантал 180,947 88(2)	74 <b>W</b> вольфрам 183,84(1)	75 <b>Re</b> рений 186,207(1)	76 <b>Os</b> осмий 190,23(3)	77 <b>Ir</b> ирридий 192,217(3)	78 <b>Pt</b> платина 195,084(9)	79 <b>Au</b> золото 196,966 569(4)	80 <b>Hg</b> ртуть 200,59(2)	81 <b>Tl</b> таллий 204,3833(2)	82 <b>Pb</b> свинец 207,2(1)	83 <b>Bi</b> висмут 208,980 40(1)	84 <b>Po</b> полоний [209,9824]	85 <b>At</b> астат [209,9871]	86 <b>Rn</b> радон [222,0176]
87 <b>Fr</b> франций [223]	88 <b>Ra</b> радий [226]	89-103 актиниды и актиноиды	104 <b>Rf</b> резерфордий [261]	105 <b>Db</b> дубний [262]	106 <b>Sg</b> сиборгий [266]	107 <b>Bh</b> борний [264]	108 <b>Hs</b> хэссий [277]	109 <b>Mt</b> мейтнерий [268]	110 <b>Ds</b> дармштадтий [271]	111 <b>Rg</b> рентгений [272]	112 <b>Cn</b> коперниций [285]	113 <b>Nh</b> нихоний [286]	114 <b>Fl</b> флеровий [289]	115 <b>Mc</b> московский [290]	116 <b>Lv</b> ливнерсий [293]	117 <b>Ts</b> теннессин [294]	118 <b>Og</b> оганесон [294]	89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038 06(2)	91 <b>Pa</b> протактиний 231,036 98(2)	92 <b>U</b> уран 238,028 91(3)	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> курий [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калifornий [251]	99 <b>Es</b> эйнштейний [252]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделевий [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [262]			

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	H	H	M	?	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

## РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →  
 активность металлов уменьшается

## Химия. 9 класс

### Вариант 3

1. Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одной группе Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элемент **X** образует простое вещество **A** – двухатомный газ без цвета, вкуса и запаха, **Y** – воскообразное твердое вещество **B**, которое быстро желтеет под действием света, элемент **Z** – хрупкий полуметалл **C** стального цвета с зеленоватым оттенком, ядовит и является канцерогеном, причем  $M(A) : M(B) : M(C) = 1,000:4,428:2,678$ . Вещество **B** растворяется при кипячении в растворе гидроксида натрия (реакции 1) с выделением бесцветного ядовитого газа, относительная плотность которого по воздуху равна 1,17. **C** способен реагировать с гидроксидом натрия в расплаве (реакция 2) и может также вступать в реакцию с концентрированной азотной кислотой (реакция 3). Полученный в ходе реакции 1 газ может реагировать с кислородом с образованием кислоты, в которой элемент **Y** проявляет степень окисления +5 (реакции 4) и способен вступать в реакцию с соляной кислотой (реакция 5).

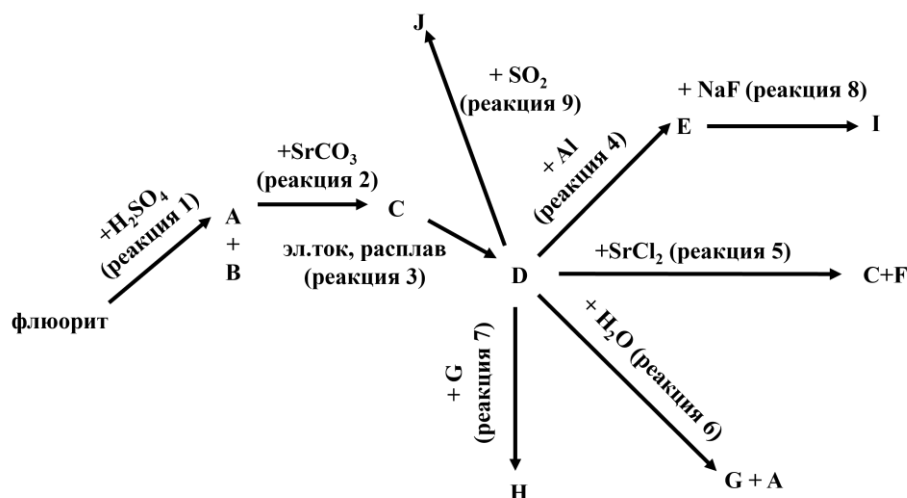
1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**, а также простые вещества **A**-**C**, подтвердив расчетом.

2. Расположите элементы **X**, **Y**, **Z** в порядке увеличения силы кислородсодержащих кислот, образованных этими элементами в высшей степени окисления. Напишите уравнение реакции концентрированной высшей кислородсодержащей кислоты, в состав которой входит **X**, с оловом (реакция 6) и оксидом серы (IV) (реакция 7)

3. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

(16 баллов)

2. Ниже приведены цепочки превращений, в которых все зашифрованные буквами вещества, кроме **B**, **F** и **G**, содержат элемент, соединения которого проявляют в подавляющем большинстве реакций только окислительные свойства.



**F** – простое вещество, массовая доля серы в **J** составляет 31,4 %, а кислорода – 31,3 %, **G** – простое вещество, образованное химически активным неметаллом, который является самым лёгким элементом из группы халькогенов, а **I** – комплексное соединение.

1. Определите вещества **A– J**, а также напишите уравнения химических реакций 1-9.

2. Укажите тривиальное название вещества **I**? Для чего его применяют?

(25 баллов)

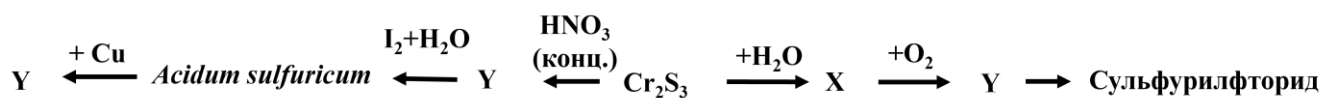
3. **X** – алюминат металла, выделенного в алхимический период. Массовая доля кислорода в **X** составляет 34,9 %, а число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия. Известно также, **X** используется для изготовления белых красок. В ходе исследовательской работы провели ряд экспериментов по получению **X**. Так, в ходе реакции алюмината натрия с горячей водой (80°C) образовалось комплексное соединение **Y** (реакция 1), через раствор которого пропустили CO<sub>2</sub> (реакция 2), что привело к образованию осадка **Z**. Полученный осадок **Z** отделили, высушили и прокалили при 600 °C (реакция 3), а затем смешали с оксидом металла (M(M<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)= 81,4 г/моль) и прокалили (реакция 4). **X** можно получить также при взаимодействии хлоридной соли (M(соли) = 136,2 г/моль) с разбавленным раствором аммиака (реакция 5) и последующем прокаливании полученного осадка с **Z** (реакция 6).

1. Определите **X**, а также вещества **Y** и **Z**. Запишите уравнения реакций 1-6

2. Установите продукты взаимодействия **Y** с хлоридом аммония (реакция 7), с избытком серной кислоты (реакция 8) и хлоридом кобальта (реакция 9)

(19 баллов)

4. Приведите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Определите неизвестные вещества **X** и **Y**.

(20 баллов)

5. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».

1. Тяжелый инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха.

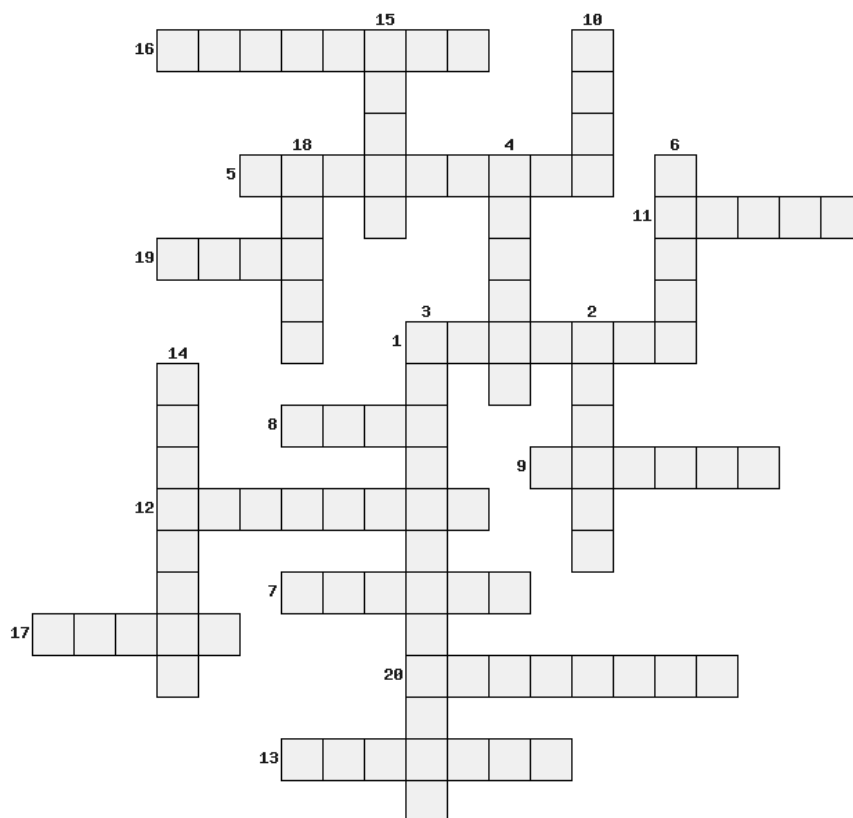
2. Емкость для нагрева, высушивания, сжигания, обжига или плавления различных материалов.

3. Величина, количественно характеризующая содержание компонента в объеме смеси.

4. Мягкий металл серебристо-белого цвета с серовато-голубоватым оттенком, быстро окисляющийся на воздухе ввиду своей высокой химической активности. В соединениях проявляет степени окисления +1 и +3. Входит в состав кумулятивных ядов, характеризующихся накоплением патологических симптомов при хроническом отравлении.

5. Сосуд, в котором поддерживается определённая влажность воздуха (обычно близкая к нулю), изготовленный из толстого стекла или (реже) пластика.

6. Название этого химического элемента происходит от др.-греч. ἀργός - ленивый, медленный, что подчёркивает важнейшее свойство элемента - его химическую неактивность.



7. Подвид атомов (и ядер) одного и того же химического элемента, отличающийся массовым числом.

8. Название этого элемента происходит от греч. νέος, что означает новый.

9.  $3\text{CO} + \text{гематит} \rightarrow 2\text{металл} + 3\text{CO}_2$ .

10.  $2\text{K}_2\text{MnF}_6 + 4\text{SbF}_5 \rightarrow \text{газ} + 2\text{MnF}_3 + 4\text{KSbF}_6$ .

11.  $\text{Металл} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{сулема}$ .

12. Этот металл входит в состав пиролюзита, пурпурита, браунита, гаусманита.

13. Полная электронная конфигурация этого атома:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ .

14. Клеменс Винклер, уроженец города Фрайберг, хотел назвать открытый им новый элемент «нептунием», но это название на тот момент было занято, поэтому элемент назвали в честь родины учёного.

15. Своё название этот элемент получил из-за того, что был обнаружен в «камнях» (др.-греч. λίθος - камень).

16. Химическая реакция между веществом и водой, в результате которой происходит разложение этого вещества и воды с образованием новых соединений.

17. Этот элемент назван в честь наименьшей среди известных карликовых планет Солнечной системы.

18. один из самых распространённых минералов в земной коре, породообразующий минерал большинства магматических и метаморфических пород. Химическая формула:  $\text{SiO}_2$ .

19.  $\text{Fe} + \dots \rightarrow \text{пирротин}$ .

20. Этот металл входит в состав минерала криолит.

**(20 баллов)**



# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																																																																																																																									
Атомный номер		Символ		название		относит. атомная масса*		s-элементы		p-элементы		d-элементы		f-элементы																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																								
1	2											5	6	7	8	9	10																																																																																																																								
2	3	4											13	14	15	16	17	18																																																																																																																							
3	11	12											13	14	15	16	17	18																																																																																																																							
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																																																																																																																							
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																																																																																																																							
6	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																																																																																																																							
7	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td> </tr> <tr> <td>La</td><td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>лантан</td><td>церий</td><td>празеодим</td><td>неодим</td><td>прометий</td><td>самарий</td><td>европий</td><td>гадолиний</td><td>тербий</td><td>диспрозий</td><td>гольмий</td><td>эрбий</td><td>тулий</td><td>иттербий</td><td>лютеций</td> </tr> <tr> <td>(138,905 4717)</td><td>(140,127 181)</td><td>(140,907 65(2))</td><td>(144,242(3))</td><td>(145)</td><td>(150,362(2))</td><td>(151,964(1))</td><td>(157,25(3))</td><td>(158,925 36(2))</td><td>(162,500(1))</td><td>(164,930 32(2))</td><td>(167,259(3))</td><td>(168,934 21(2))</td><td>(173,04(3))</td><td>(174,967(1))</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td> </tr> <tr> <td>Ac</td><td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> <tr> <td>актиний</td><td>торий</td><td>протактиний</td><td>уран</td><td>нептуний</td><td>плутоний</td><td>амерций</td><td>курий</td><td>берклий</td><td>калifornий</td><td>эйштейний</td><td>фермий</td><td>менделевий</td><td>нобелий</td><td>лоуренсий</td> </tr> <tr> <td>(227)</td><td>(232,038 06(2))</td><td>(231,036 88(2))</td><td>(238,028 91(3))</td><td>(237)</td><td>(244)</td><td>(243)</td><td>(247)</td><td>(247)</td><td>(251)</td><td>(252)</td><td>(257)</td><td>(258)</td><td>(259)</td><td>(262)</td> </tr> </table>																		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	лантан	церий	празеодим	неодим	прометий	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций	(138,905 4717)	(140,127 181)	(140,907 65(2))	(144,242(3))	(145)	(150,362(2))	(151,964(1))	(157,25(3))	(158,925 36(2))	(162,500(1))	(164,930 32(2))	(167,259(3))	(168,934 21(2))	(173,04(3))	(174,967(1))	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	актиний	торий	протактиний	уран	нептуний	плутоний	амерций	курий	берклий	калifornий	эйштейний	фермий	менделевий	нобелий	лоуренсий	(227)	(232,038 06(2))	(231,036 88(2))	(238,028 91(3))	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																																																											
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																																																																																											
лантан	церий	празеодим	неодим	прометий	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций																																																																																																																											
(138,905 4717)	(140,127 181)	(140,907 65(2))	(144,242(3))	(145)	(150,362(2))	(151,964(1))	(157,25(3))	(158,925 36(2))	(162,500(1))	(164,930 32(2))	(167,259(3))	(168,934 21(2))	(173,04(3))	(174,967(1))																																																																																																																											
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																																																																																																																											
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																																																																																											
актиний	торий	протактиний	уран	нептуний	плутоний	амерций	курий	берклий	калifornий	эйштейний	фермий	менделевий	нобелий	лоуренсий																																																																																																																											
(227)	(232,038 06(2))	(231,036 88(2))	(238,028 91(3))	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)																																																																																																																											

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	?	?	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (менше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

## РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается →

## Химия. 9 класс

### Вариант 4

#### Задание 1.

Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элементы **X** и **Y** образуют простые вещества **A** и **B**, соответственно, которые являются двухатомными газами без цвета, вкуса и запаха. Простое вещество, образованное **Z**, – это двухатомный газ **C** бледно-жёлтого цвета с резким запахом, причем  $M(A) : M(B) : M(C) = 1,000 : 1,142 : 1,357$ . В атмосфере газа **C** сгорает даже порошок кварца (реакция 1) и происходит разложение глауберовой соли, при этом некоторыми продуктами данной реакции являются вещество **B** (реакция 2) и сложное вещество, в котором массовая доля **Z** равна 37,2%, а **Y** – 31,4 %. Кроме того, вещество **C** способно окислять воду (реакция 3), а **B** может быть окислен действием  $PtF_6$  (реакция 4), причем в ходе данной реакции образуется только одно вещество, в котором **Y** проявляет степень окисления  $+1/2$ , а **Pt** –  $+5$ . Известно также, что газы **A** и **C** могут взаимодействовать между собой под действием электрического разряда (реакция 5) и **A** может вступать в реакцию с алюминием при нагревании ( $900\text{ }^\circ\text{C}$ ) (реакция 6).

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**, а также простые вещества **A**-**C**, подтвердив расчетом.

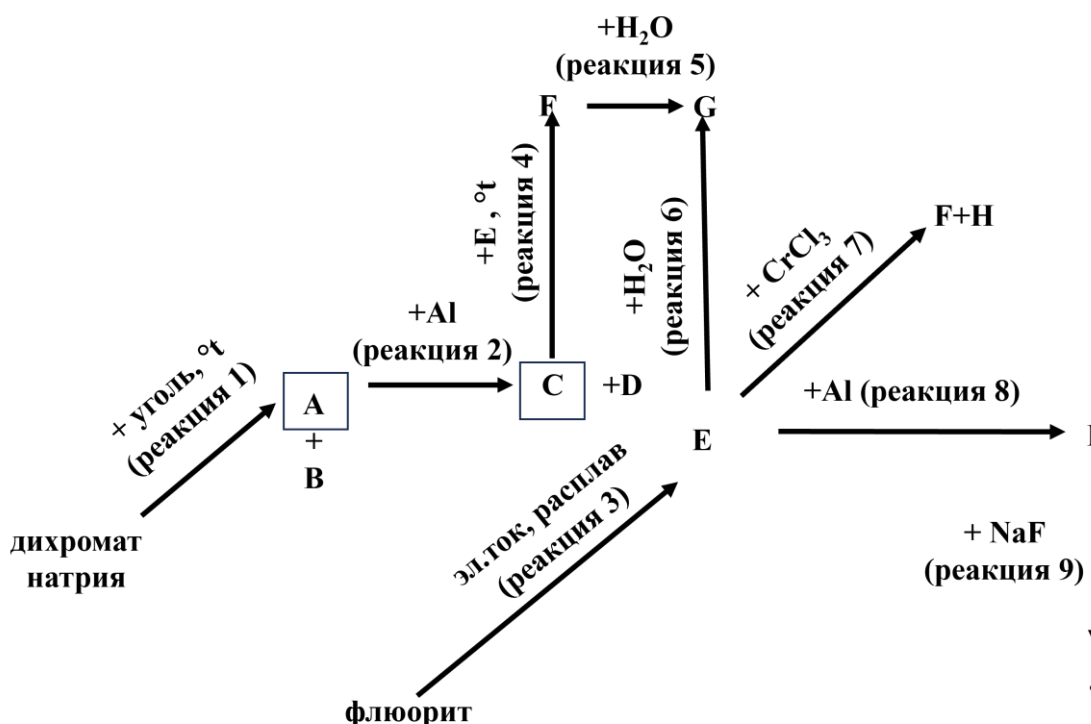
2. Расположите элементы **X**, **Y**, **Z** в порядке увеличения радиусов их атомов.

3. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

(16 баллов)

#### Задание 2.

Ниже приведены цепочки превращений.



**A** – амфотерный оксид, массовая доля кислорода в оксиде **B** составляет 57,1 %, **C**, **E**, **H** – простые вещества, причем элементы, образующие **E** и **H**, находятся в одной группе в

Периодической таблице Д.И. Менделеева, массовая доля металла в **F** составляет 40,6%, а **J** – комплексное соединение.

1. Определите вещества **A– J**, а также напишите уравнения химических реакций 1-9.
2. Укажите тривиальное название вещества **J**? Для чего его применяют?

(25 баллов)

### Задание 3.

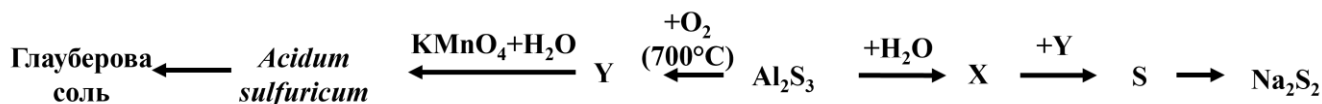
**X** – алюминат металла, полученный в чистом виде сэром Хемфри Дэви в 1808 году. Массовая доля кислорода в **X** составляет 31,1 %, а число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия. Известно также, что **X** широко используется в качестве основы (матрицы) для люминофоров. В ходе исследовательской работы провели ряд экспериментов по получению **X**. Так, в ходе реакции алюмината натрия с горячей водой (80°C) образовалось некоторое комплексное соединение **Y** (реакция 1), через раствор которого пропустили  $\text{CO}_2$  (реакция 2), что привело к образованию осадка **Z**. Полученный осадок **Z** отделили, высушили и прокалили при 600 °C (реакция 3), а затем смешали с оксидом металла ( $M(M_xO_y) = 103,6$  г/моль) и прокалили (реакция 4). **X** можно также получить при взаимодействии нитратной соли ( $M(\text{соли}) = 211,6$  г/моль) с гидроксидом натрия (реакция 5) и последующим прокаливанием полученного осадка с **Z** (реакция 6).

1. Определите **X**, **Y** и **Z**. Запишите уравнения реакций 1-6.
2. Установите продукты термического разложения **Y** (реакция 7), а также продукты взаимодействия **Y** с хлоридом кобальта (реакция 8)

(19 баллов)

### Задание 4.

Приведите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:

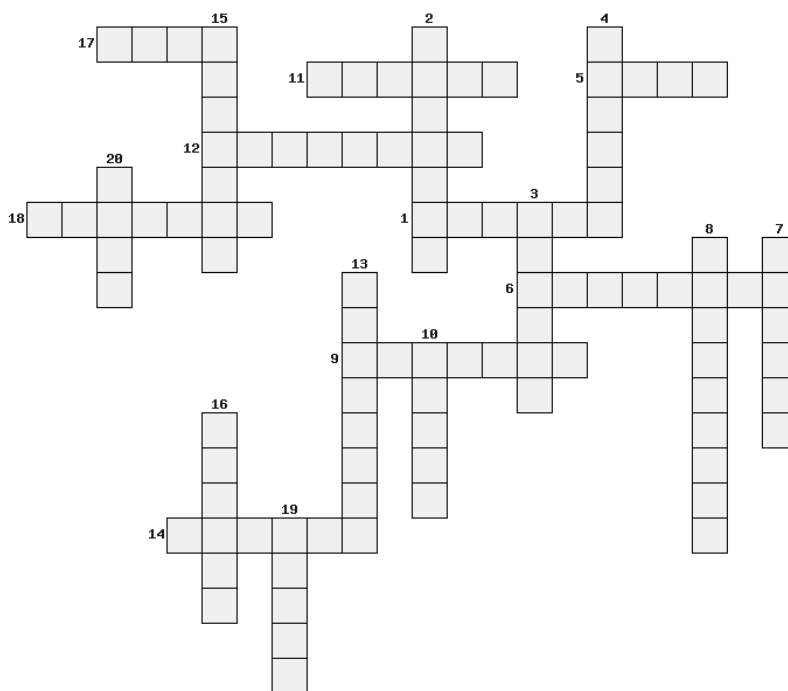


Определите неизвестные вещества **X** и **Y**.

(20 баллов)

## Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Этот химический элемент назван по греческому названию руды, из которой в Германии добывали цинк, - **кадμεία**. В свою очередь, руда получила своё название в честь Кадма, героя древнегреческой мифологии.

2. Приспособление для переливания жидкостей и пересыпания порошков через узкие приёмные отверстия, фильтрования, а также дозирования различных веществ.

3. Бишофит → электролиз расплава → металл + Cl<sub>2</sub>.

4. Название этого химического элемента связано с латинским название средневекового княжества Гессен (Hassia), центром которого был Дармштад.

5. Один из основных биогенных элементов, входящих в состав белков и нуклеиновых кислот.

6. Химические элементы 17-й группы периодической таблицы химических элементов Д. И. Менделеева.

7. Мышьяковистый ангидрид + Зуголь → 2... + 3CO.

8. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как [Rn]5f<sup>14</sup>6d<sup>10</sup>7s<sup>1</sup>.

9. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как [Xe]6s<sup>2</sup>4f<sup>7</sup>.

10. Название этого химического элемента связано с др-греческим словом «ῥόδον» - роза, так как типичные соединения этого элемента со степень окисления +3 имеют глубокий тёмно-красный цвет.

11. Простое вещество, образованное атомами этого химического элемента, представляет собой желтый металл, который является одним из самых инертных металлов.

12. Атомы этого химического элемента содержат 176 нейтронов и имеют завершённую 7p- электронную оболочку. Номинально этот элемент относится к инертным газам, однако его физические и, возможно, химические свойства, вероятно, могут сильно отличаться от остальных представителей группы.

13. Внешняя электронная оболочка (5f) атома этого химического элемента оказалась аналогичной электронной оболочке европия (4f). Поэтому этот элемент назвали в честь еще одной части света, как европий - в честь Европы.

14. Название этого элемента произошло от названия шведского населённого пункта Иттербю. Атомы этого химического элемента входят в состав YAG, который используется для изготовления активных элементов твердотельных лазеров ближнего и среднего ИК-диапазонов, а также для разработки сцинтилляторов и люминофоров.

15. Эка-таллий.

16. Из-за трудностей выделения этого химического элемента его первооткрыватель назвал его в честь персонажа древнегреческой мифологии, который испытывает в подземном царстве нестерпимые муки голода и жажды. Стоя по горло в воде, он не может достать воды и, видя близ себя роскошные плоды, не может овладеть ими: как только он открывает рот, чтобы зачерпнуть воды, или поднимает руки, чтобы сорвать плод, вода утекает, а ветвь с плодами отклоняется.

17. Слаборadioактивный металл серебристо-белого цвета. Широко используется в атомной энергетике.

18. Название этого элемента его первооткрыватель Жорж Урбэн произвёл от латинского названия Парижа. В 2010-х годах изотоп этого химического элемента с массовым числом 177 начали применять в медицине для лечения опухолевых заболеваний.

19. Существование этого элемента-металла было предсказано еще в 1871 году Д. И. Менделеевым, который назвал его «двимарганец» - аналог марганца. А открыт он был спустя более 50 лет немецкими учеными Идой и Вальтером Ноддак и назван в память об их родине.

20. Моноизотопный элемент: в природе существует только один стабильный изотоп с массовым числом 19.

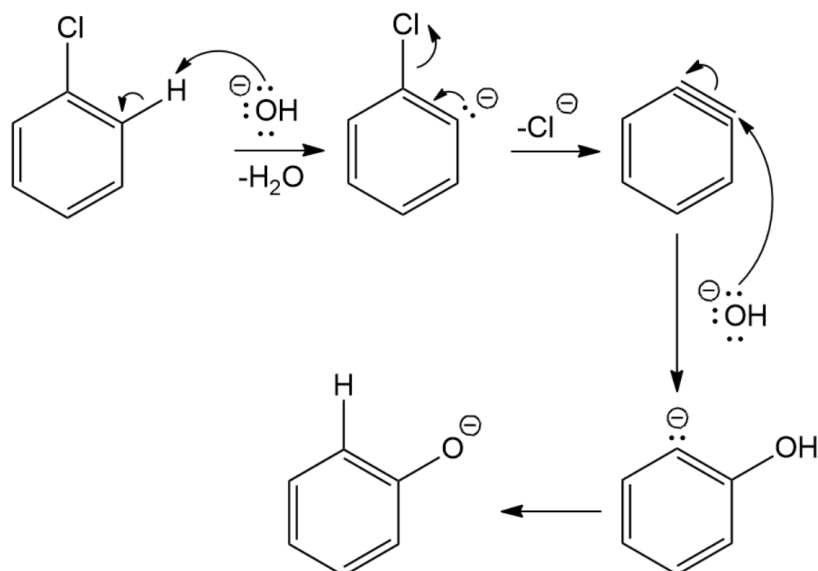
**(20 баллов)**

**Химия. 10 класс**  
**Вариант 1**

**Задание 1.** Химик Эдик изучал типичные реакции замещения в бензольном кольце и заметил, что большинство подобных процессов, рассматриваемых в рамках школьного курса органической химии, протекает по электрофильному механизму. В ходе таких реакций кольцо атакует т.н. "электрофил" – частица, имеющая свободную орбиталь и способная присоединять на неё электронную пару. К таким реакциям относятся, к примеру, нитрование бензола смесью  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (электрофил – катион нитрония  $\text{NO}_2^+$ ) или сульфирование олеумом (электрофил –  $\text{SO}_3$ ).

- 1) Напишите уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- 2) Приведите два примера нитрующих агентов, применяемых для нитрования ароматических соединений и не содержащих  $\text{HNO}_3$  и/или нитраты металлов.

Важным исключением из отмеченной Эдиком тенденции является одна из реакций, лежавших в основе промышленного синтеза фенола – гидролиз хлорбензола водным раствором  $\text{NaOH}$  при нагревании под давлением. Эта реакция протекает по так называемому "ариновому" механизму нуклеофильного замещения, на одной из промежуточных стадий которого образуется молекула дегидробензола. На первой стадии процесса гидроксид-анион выступает в роли основания Брэнстеда и отщепляет протон от второго атома углерода бензольного кольца, что приводит к образованию высокорекционноспособного 2-хлорфенил-аниона, сразу же элиминирующего хлорид-анион с образованием дегидробензола – простейшего представителя класса аринов. Далее ещё один гидроксид-анион осуществляет нуклеофильную атаку в одно из положений тройной связи дегидробензола с образованием 2-гидроксифенил-аниона. Дальнейший перенос протона на атом углерода от  $\text{OH}$ -группы или молекулы растворителя – воды – приводит к конечному продукту реакции – феноляту:

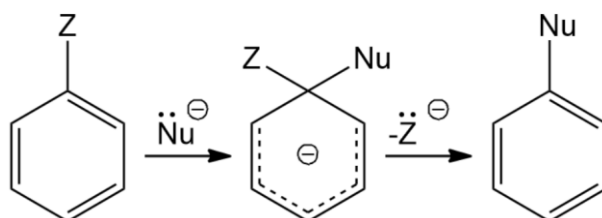


3) Напишите механизм реакции взаимодействия *p*-хлортолуола с гидроксид-анионом в водной среде и укажите все возможные органические продукты реакции.

Для подтверждения протекания реакции по ариновому механизму можно использовать т.н. "диеновые ловушки" – сопряжённые диены, с которыми дегидробензол, будучи чрезвычайно активным диенофилом, очень легко вступает в реакцию Дильса-Альдера. В отсутствие нуклеофилов или диенов дегидробензол димеризуется по типу [2+2]-циклоприсоединения.

4) Напишите схему реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом, если известно, что образующийся продукт имеет ось симметрии третьего порядка. Также напишите уравнение реакции димеризации дегидробензола.

Ещё одним важным механизмом нуклеофильного замещения в бензольном кольце является бимолекулярный механизм присоединения-отщепления ( $S_NAr$ ), протекающий через стадию образования анионных сигма-комплексов – комплексов Мейзенгеймера. Он состоит из двух стадий: присоединения нуклеофила (Nu) к исходному субстрату и отщепления от него уходящей группы – нуклеофуга (Z):

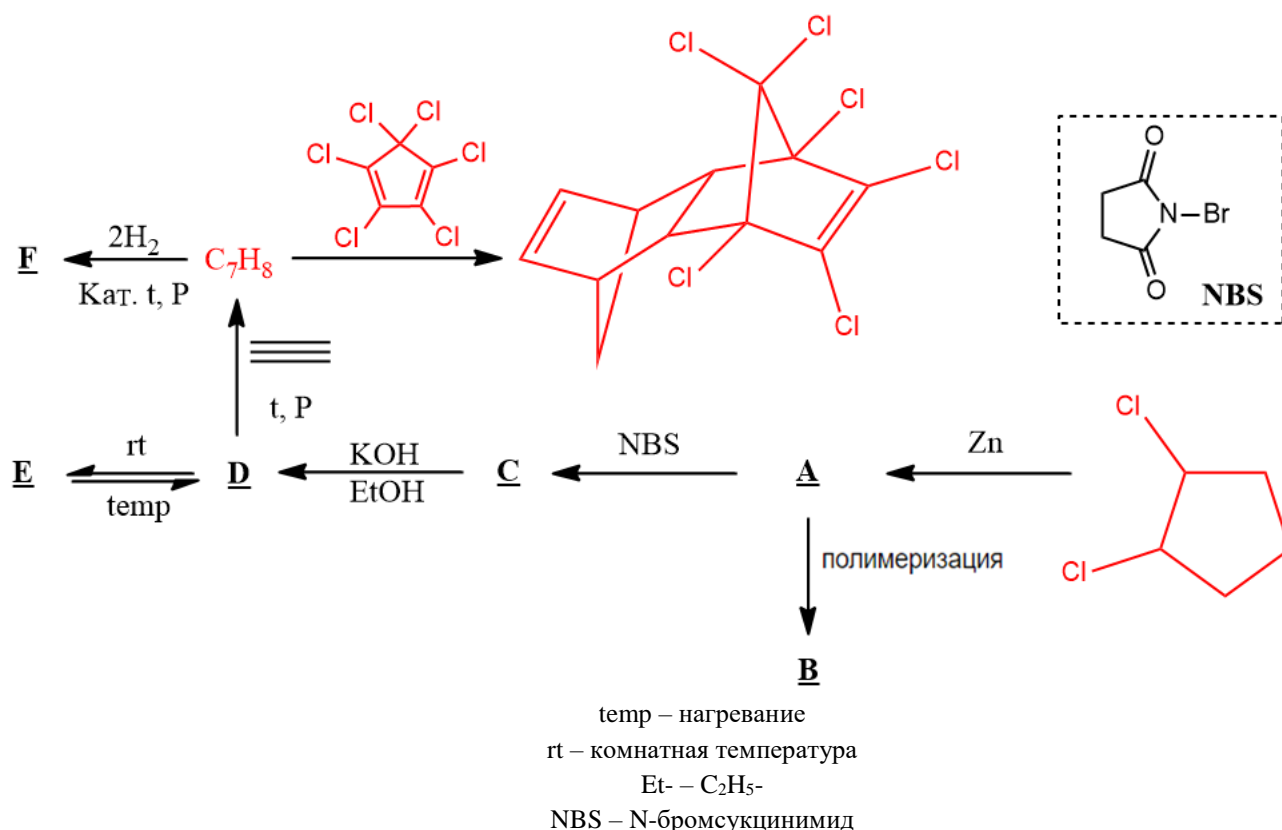


5) Расположите в ряд по **увеличению** реакционной способности в реакции замещения бромид-аниона по механизму  $S_NAr$  следующие субстраты: 2,3,5,6-тетрацианобромбензол, *p*-бромтолуол, бромбензол, *o*-бромнитробензол. Объясните свой выбор. Для записи органических соединений используйте структурные формулы.

(26 баллов)



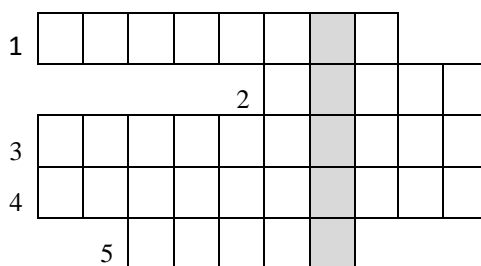
**Задание 2.** Расшифруйте представленную схему превращений:



1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
2. Приведите структурные формулы двух любых изомеров вещества **A**.

(14 баллов)

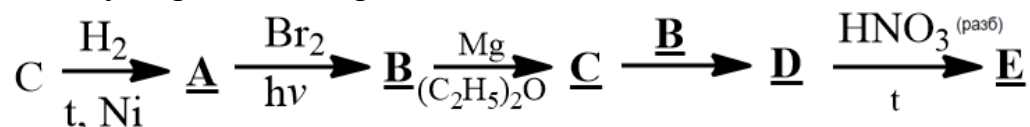
**Задание 3.** В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифровано название химического элемента. Заполните кроссворд, выполнив каждое из пяти заданий.



- 1) Справа от кроссворда на рисунке представлен некий химический сосуд. Что это за сосуд (слово под пунктом 1) и для каких целей он используется в химической лаборатории?
- 2) Водород прореагировал на свету с некоторым газом, являющимся простым веществом и имеющим плотность по воздуху  $D_{\text{возд}} = 2,45$ . Образовался газ, который поглотили небольшим количеством воды. К полученному концентрированному раствору добавили оксид марганца(IV), а выделившийся при этом газ пропустили

через насыщенный горячий раствор гидроксида натрия. Напишите уравнения трех описанных реакций. Словом под пунктом 2 является название минерала, химический состав которого соответствует соли с большей массовой долей натрия, получающейся в последней реакции.

3) Напишите уравнения всех пяти протекающих ниже реакций. Словом под пунктом 3 является фамилия ученого, в честь которого названа последняя реакция в цепочке (взаимодействие **Д** с разбавленной азотной кислотой). Первая реакция – взаимодействие углерода с водородом.

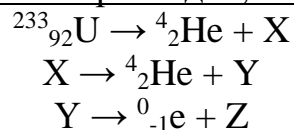


4) При электролизе водного раствора соли ациклической дикарбоновой кислоты получен ненасыщенный разветвленный углеводород. Напишите уравнение протекающей реакции. Данные элементного анализа для исходной соли:

Элемент	Массовая доля
С	0,324
О	0,288
Н	0,036
К	0,352

Слово под пунктом 4 – название полученного после электролиза углеводорода.

5) Расшифруйте серию радиоактивных распадов, записав все ядерные реакции:

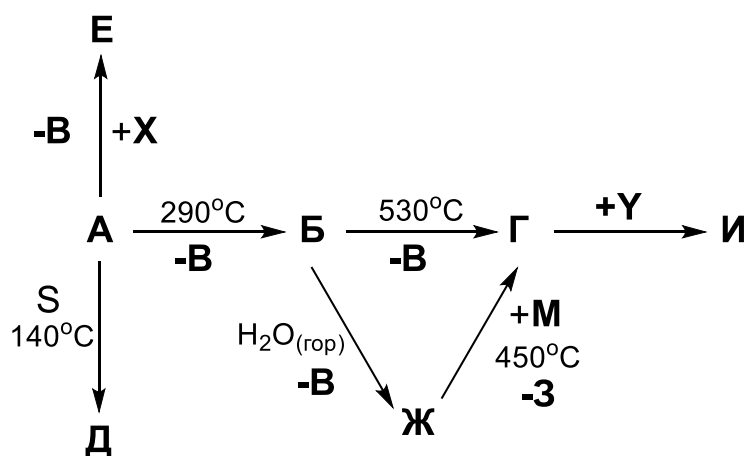


Словом под пунктом 5 является название химического элемента Y.

(20 баллов)

**Задание 4.** Элемент Э играет большую роль в жизни человека. Некоторые его соединения были известны уже в древности, однако их не отличали от соединений его соседа по группе, поэтому считается, что он был открыт только в 19 в.

Вещество **А** – бинарное соединение Э оранжево-желтого цвета ( $w\%(\text{Э}) = 54,9\%$ ), при нагревании которого до  $290\text{ }^\circ\text{C}$  образуется белое вещество **Б**, а также газ **В** (реакция 1). При нагревании соединения **Б** до более высокой температуры (около  $530\text{ }^\circ\text{C}$ ) образуется белое вещество **Г** и снова выделяется газ **В** (реакция 2). При взаимодействии **А** с серой при нагревании образуется соль **Д** (реакция 3). **А** также реагирует с газом **Х** с образованием соли **Е** и выделением газа **В** (реакция 4). При обработке **Б** горячей водой снова выделяется газ **В** и образуется раствор соединения **Ж** (реакция 5). При прокаливании **Ж** с простым веществом **М**, образованным элементом Э, образуется соединение **Г**, при этом выделяется газ **З**, который легче газа **В** в 16 раз (реакция 6). Вещество **Г** способно поглощать газ **У** с образованием соединения **И**, которое в старину называли «растительной щелочью» (реакция 7).



- 1) Установите элемент Э. Назовите все зашифрованные соединения А-И, а также бинарные газы Х и Y, если известно, что они обладают одинаковым количественным составом, а элементы, их образующие, являются соседями по периодической таблице.
- 2) Приведите уравнения описанных химических реакций.
- 3) Как можно получить соединение А? Приведите уравнение химической реакции.

(20 баллов)

**Задание 5. Криоскопия** (от греч. κρύο — холод и греч. σκοπέω смотрю) — метод исследования растворов, в основе которого лежит измерение понижения точки замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя.

$$T_{\text{зам}}^{\circ} - T_{\text{зам}} = \Delta T = K * m$$

где  $K$  — криоскопическая константа,  $m$  — моляльность вещества (моль/кг).

**Эбулиоскопия** (от лат. ebullio — вскипаю и др.-греч. σκοπέω — смотрю) — метод исследования растворов, основанный на измерении повышения их температуры кипения по сравнению с чистым растворителем.

$$T_{\text{кип}} - T_{\text{кип}}^{\circ} = \Delta T = E * m$$

где  $E$  — эбулиоскопическая константа,  $m$  — моляльность вещества (моль/кг).

Данные законы называют законами Рауля. Для воды  $K = 1,86 \text{ К} \cdot \text{кг/моль}$ ,  $E = 0,52 \text{ К} \cdot \text{кг/моль}$ , соответственно.

- 1)
  - а) Определите, при какой температуре замерзнет 10% водный раствор глицерина.
  - б) Определите температуру кипения водного раствора глюкозы, полученного растворением 15,5 г вещества в 200 мл воды.

Законы Рауля не выполняются растворов электролитов. Для учёта этих отклонений Вант-Гофф внёс в приведённые выше уравнения поправку — изотонический коэффициент  $i$ :

$$\Delta T = i * K * m$$

$$\Delta T = i * E * m$$

$$i = 1 + \alpha * (n - 1)$$

где  $n$  — количество ионов, образующихся при диссоциации одной молекулы,  $\alpha$  — степень диссоциации вещества.

- 2)
- Определите температуру замерзания раствора хлорида натрия, полученного путем растворения 40 г соли в 1 л воды.
  - Сколько г сульфата натрия необходимо растворить в 150 мл воды, чтобы данный раствор кипел при температуре 101.9°C?
  - Определите константу диссоциации азотистой кислоты, если известно, что ее 0.05М водный раствор (плотность  $d = 1$  г/мл) замерзает при температуре -0.1°C.

*Осмотическое давление* (обозначается  $\pi$ ) — избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану (осмос).

$$\pi = i * C * R * T$$

где  $i$  — изотонический коэффициент,  $C$  — молярная концентрация (моль/м<sup>3</sup>),  $R$  — универсальная газовая постоянная,  $T$  — температура раствора (К)

- 3)
- Определите, сколько бромида калия нужно растворить в 500 мл воды, чтобы его осмотическое давление при 40°C составляло 2.2 МПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.
  - Сколько воды нужно добавить к 15 г фруктозы  $C_6H_{12}O_6$ , чтобы осмотическое давление такого раствора 20°C при составило 508кПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.

4)

Две неизвестные кислоты **X** и **Y** были нейтрализованы раствором гидроксида натрия, полученного растворением навески NaOH в 100 мл воды, причем температура замерзания такого раствора составила -3.7 °C. Остаток щелочи был нейтрализован раствором соляной кислоты с осмотическим давлением 495.5 кПа (30°C). Ниже в таблице приведены количества взятых кислот **X** и **Y**, а также объем использованного раствора HCl:

Соединение	Масса неизвестной кислоты, г	Объем HCl, мл
X	1.96	400
Y	2.87	305

- a) Сколько грамм гидроксида натрия было взято для приготовления раствора?
- b) Определите, какие кислоты скрываются под литерами X и Y, если известно, они образованы одним элементом, причем массовая доля этого элемента равна 31.6% и 37.8% в X и Y соответственно.
- c) Изобразите структурные формулы кислот X и Y.

*(20 баллов)*

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

1	2	3										4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> водород 1.007 94(7)																			5 <b>B</b> бор 10.811(7)	6 <b>C</b> углерод 12.0107(8)	7 <b>N</b> азот 14.006(4)	8 <b>O</b> кислород 15.999(4)	9 <b>F</b> фтор 18.998 4032(5)	10 <b>Ne</b> неон 20.1797(6)		
2 <b>Li</b> литий 6.941(2)	4 <b>Be</b> бериллий 9.012 182(3)																		13 <b>Al</b> алюминий 26.981 538 6(8)	14 <b>Si</b> кремний 28.085(3)	15 <b>P</b> фосфор 30.973 762(2)	16 <b>S</b> сера 32.065(5)	17 <b>Cl</b> хлор 35.453(2)	18 <b>Ar</b> аргон 39.948(1)		
3 <b>Na</b> натрий 22.989 769 28(2)	12 <b>Mg</b> магний 24.30509(6)																									
4 <b>K</b> калий 39.0983(1)	20 <b>Ca</b> кальций 40.078(4)	21 <b>Sc</b> скандий 44.955 912(8)	22 <b>Ti</b> титан 47.887(1)	23 <b>V</b> ванадий 50.9415(1)	24 <b>Cr</b> хром 51.9961(6)	25 <b>Mn</b> марганец 54.938 045(5)	26 <b>Fe</b> железо 55.845(2)	27 <b>Co</b> кобальт 58.933 195(5)	28 <b>Ni</b> никель 58.6934(2)	29 <b>Cu</b> медь 63.546(3)	30 <b>Zn</b> цинк 65.409(4)	31 <b>Ga</b> галлий 69.723(1)	32 <b>Ge</b> германий 72.64(1)	33 <b>As</b> мышьяк 74.921 60(2)	34 <b>Se</b> селен 78.96(3)	35 <b>Br</b> бром 79.904(1)	36 <b>Kr</b> криптон 83.798(2)									
5 <b>Rb</b> рубидий 85.4678(3)	38 <b>Sr</b> стронций 87.62(1)	39 <b>Y</b> иттрий 88.905 85(2)	40 <b>Zr</b> цирконий 91.224(2)	41 <b>Nb</b> ниобий 92.906 38(2)	42 <b>Mo</b> молибден 95.94(2)	43 <b>Tc</b> технеций 97.907(2)	44 <b>Ru</b> рутений 101.07(2)	45 <b>Rh</b> родий 102.905 50(2)	46 <b>Pd</b> палладий 106.42(1)	47 <b>Ag</b> серебро 107.8682(2)	48 <b>Cd</b> кадмий 112.411(8)	49 <b>In</b> индий 114.818(3)	50 <b>Sn</b> олово 118.710(7)	51 <b>Sb</b> сурьма 121.757(1)	52 <b>Te</b> теллур 127.603(2)	53 <b>I</b> йод 126.905 45(8)	54 <b>Xe</b> ксенон 131.29(3)									
6 <b>Cs</b> цезий 132.905 451 8(2)	56 <b>Ba</b> барий 137.327(7)	57-71 лантаны и лантаноиды	72 <b>Hf</b> гафний 178.49(2)	73 <b>Ta</b> тантал 180.947 86(2)	74 <b>W</b> вольфрам 183.84(1)	75 <b>Re</b> рений 186.207(1)	76 <b>Os</b> осмий 190.23(3)	77 <b>Ir</b> иридий 192.217(3)	78 <b>Pt</b> платина 195.084(9)	79 <b>Au</b> золото 196.966 569(4)	80 <b>Hg</b> ртуть 200.59(2)	81 <b>Tl</b> таллий 204.3833(2)	82 <b>Pb</b> свинец 207.2(1)	83 <b>Bi</b> висмут 208.980 40(1)	84 <b>Po</b> полоний [209]	85 <b>At</b> астат [209]	86 <b>Rn</b> радон [222]									
7 <b>Fr</b> франций [223]	88 <b>Ra</b> радий [226]	89-103 активный и актиноиды	104 <b>Rf</b> резерфордий [261]	105 <b>Db</b> дубний [262]	106 <b>Sg</b> сиборгий [266]	107 <b>Bh</b> борий [264]	108 <b>Hs</b> хэссий [277]	109 <b>Mt</b> мейтнерий [268]	110 <b>Ds</b> дармштадтий [271]	111 <b>Rg</b> регентий [272]	112 <b>Cn</b> коперниций [285]	113 <b>Nh</b> нихоний [286]	114 <b>Fl</b> флеровий [289]	115 <b>Mc</b> московий [290]	116 <b>Lv</b> ливерморий [293]	117 <b>Ts</b> теннессий [294]	118 <b>Og</b> оганссон [294]									
			57 <b>La</b> лантан 138.905 47(7)	58 <b>Ce</b> церий 140.907 65(2)	59 <b>Pr</b> протактиний 140.907 65(2)	60 <b>Nd</b> ниодим 144.242(3)	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150.36(2)	63 <b>Eu</b> европий 151.964(1)	64 <b>Gd</b> гадолиний 157.25(3)	65 <b>Tb</b> тербий 158.925 36(2)	66 <b>Dy</b> диспрозий 162.50(1)	67 <b>Ho</b> гольмий 164.930 352(2)	68 <b>Er</b> эрбий 167.259(3)	69 <b>Tm</b> иттербий 168.930 21(2)	70 <b>Yb</b> ytterбий 173.054(3)	71 <b>Lu</b> лютеций 174.967(1)									
			89 <b>Ac</b> активный [227]	90 <b>Th</b> торий 232.038 06(2)	91 <b>Pa</b> протактиний 231.036 88(2)	92 <b>U</b> уран 238.028 91(3)	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> курий [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калifornий [251]	99 <b>Es</b> эйштейний [252]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделевий [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [262]									

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	P	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	?	?	H	H	M	?	?
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O);                      «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);    «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

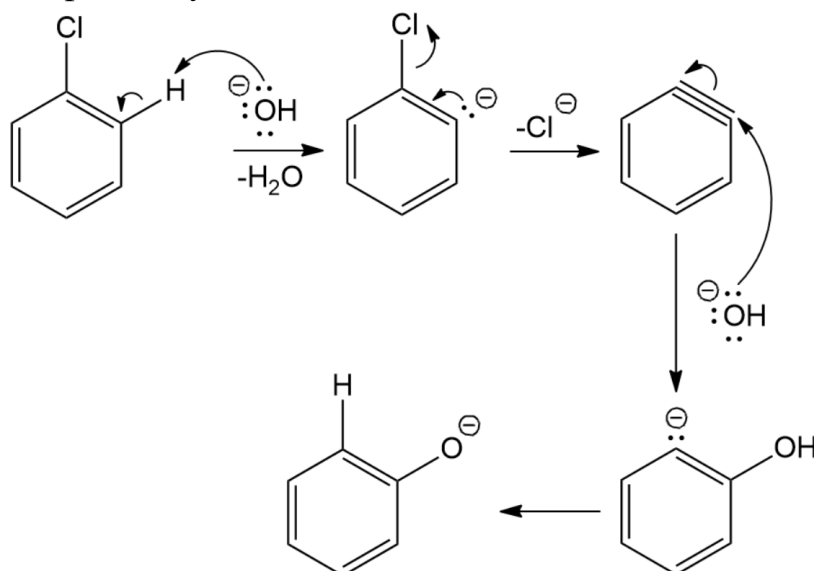
**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →  
 активность металлов уменьшается

**Химия. 10 класс**  
**Вариант 2**

**Задание 1.** Химик Эдик изучал типичные реакции замещения в бензольном кольце и заметил, что большинство подобных процессов, рассматриваемых в рамках школьного курса органической химии, протекает по электрофильному механизму. В ходе таких реакций кольцо атакует т.н. "электрофил" – частица, имеющая свободную орбиталь и способная присоединять на неё электронную пару. К таким реакциям относятся, к примеру, нитрование бензола смесью  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (электрофил – катион нитрония  $\text{NO}_2^+$ ) или сульфирование олеумом (электрофил –  $\text{SO}_3$ ).

- 1) Напишите уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- 2) Приведите два примера нитрующих агентов, применяемых для нитрования ароматических соединений и не содержащих  $\text{HNO}_3$  и/или нитраты металлов.

Важным исключением из отмеченной Эдиком тенденции является гидролиз хлорбензола водным раствором  $\text{NaOH}$  при нагревании под давлением. Эта реакция протекает по так называемому "ариновому" механизму нуклеофильного замещения, на одной из промежуточных стадий которого образуется молекула дегидробензола. На первой стадии процесса гидроксид-анион выступает в роли основания Брэнстеда и отщепляет протон от второго атома углерода бензольного кольца, что приводит к образованию высокореакционноспособного 2-хлорфенил-аниона, сразу же элиминирующего хлорид-анион с образованием дегидробензола – простейшего представителя класса аринов. Далее ещё один гидроксид-анион осуществляет нуклеофильную атаку в одно из положений тройной связи дегидробензола с образованием 2-гидроксифенил-аниона. Дальнейший перенос протона на атом углерода от  $\text{OH}$ -группы или молекулы растворителя – воды – приводит к конечному продукту реакции – феноляту:



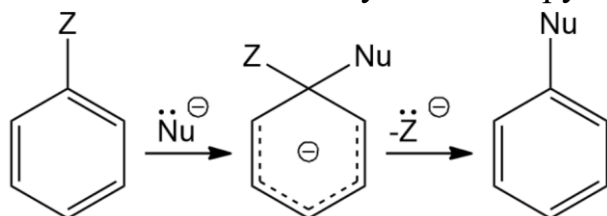


3) Напишите механизм реакции взаимодействия п-хлортолуола с  $\text{NH}_2^-$  в среде жидкого аммиака и укажите все возможные органические продукты реакции.

Для подтверждения протекания реакции по ариновому механизму можно использовать т.н. "диеновые ловушки" – сопряжённые диены, с которыми дегидробензол, будучи чрезвычайно активным диенофилом, очень легко вступает в реакцию Дильса-Альдера ([4+2]-циклоприсоединение). В отсутствие нуклеофилов или диенов дегидробензол димеризуется по типу [2+2]-циклоприсоединения.

4) Напишите схему реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом, если известно, что образующийся продукт имеет ось симметрии третьего порядка. Также напишите уравнение реакции димеризации дегидробензола.

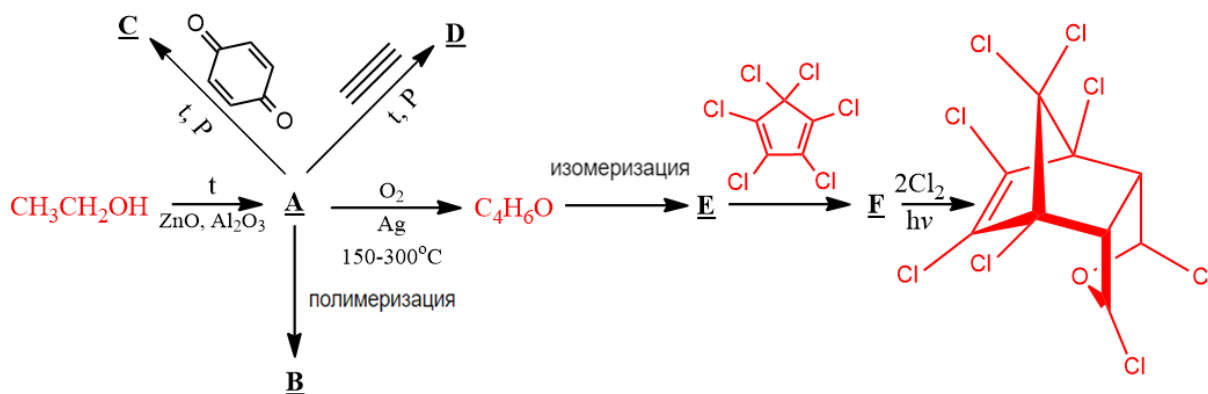
Ещё одним важным механизмом нуклеофильного замещения в бензольном кольце является бимолекулярный механизм присоединения-отщепления ( $\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}$ ), протекающий через стадию образования анионных сигма-комплексов – комплексов Мейзенгеймера. Он состоит из двух стадий: присоединения нуклеофила (Nu) к исходному субстрату и отщепления от него уходящей группы – нуклеофуга (Z):



5) Расположите в ряд по **увеличению** реакционной способности в реакции замещения бромид-аниона по механизму  $\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}$  следующие субстраты: о-бромнитробензол, п-бромпропилбензол, бромбензол, 2,4-динитробромбензол. Объясните свой выбор. Для записи органических соединений используйте структурные формулы.

(26 баллов)

**Задание 2.** Расшифруйте представленную схему превращений:

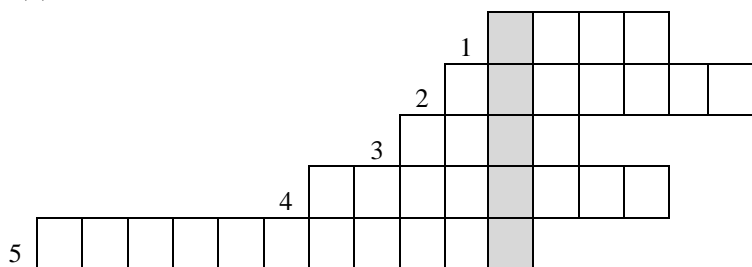


1) Установите структурные формулы веществ A, B, C, D, E, F.

2) Приведите структурные формулы двух любых изомеров вещества A.

(14 баллов)

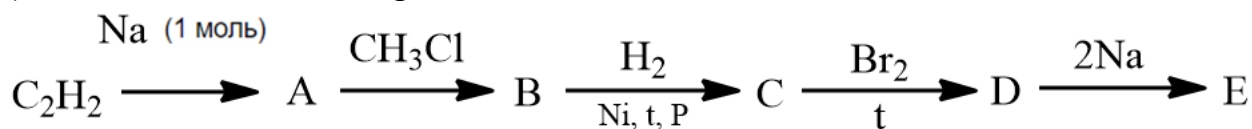
**Задание 3.** В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифровано название химического элемента. Заполните кроссворд, выполнив каждое из пяти заданий.



1) Справа от кроссворда на рисунке представлен некий химический сосуд. Что это за сосуд (слово под пунктом 1) и для каких целей он используется в химической лаборатории?

2) Кальций прореагировал с бинарным веществом с массовой долей кислорода 94,12%. Полученное соединение нейтрализовали соляной кислотой, а к продукту реакции нейтрализации добавили водный раствор карбоната калия. Напишите уравнения трех описанных реакций. Словом под пунктом 2 является название минерала, химический состав которого соответствует соли с меньшей массовой долей металла, получающейся в последней реакции.

3) Напишите уравнения всех пяти протекающих ниже реакций. Словом под пунктом 3 является фамилия ученого, в честь которого названа последняя реакция в цепочке (взаимодействие **D** с натрием).

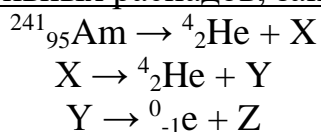


3) При электролизе водного раствора соли ациклической дикарбоновой кислоты получен ненасыщенный неразветвленный углеводород. Напишите уравнение протекающей реакции. Данные элементного анализа для исходной соли:

Элемент	Массовая доля
С	0,341
О	0,364
Н	0,034
Na	0,261

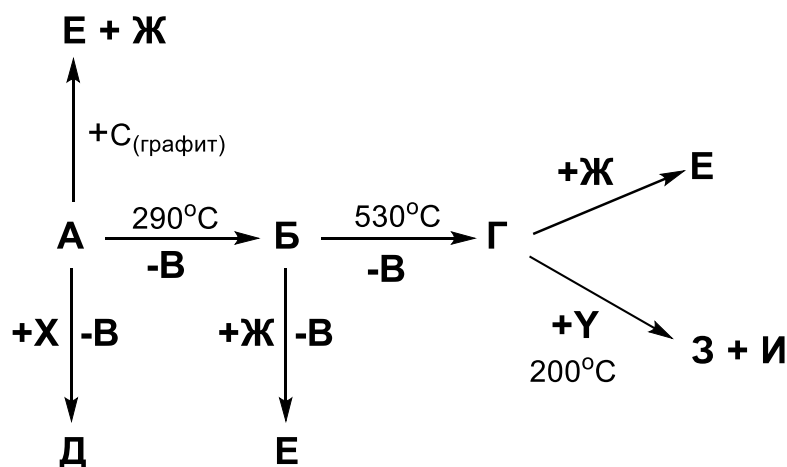
Слово под пунктом 4 – название полученного после электролиза углеводорода.

5) Расшифруйте серию радиоактивных распадов, записав все ядерные реакции:



Словом под пунктом 5 является название химического элемента Y.

**Задание 4.** Элемент Э играет большую роль в жизни человека. Некоторые его соединения были известны уже в древности, однако их не отличали от соединений его соседа по группе, поэтому считается, что он был открыт только в 19 в.



Вещество А – бинарное соединение Э оранжево-желтого цвета ( $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$ ), при нагревании которого до  $290^\circ\text{C}$  образуется белое соединение Б, а также газ В с плотностью по азоту 1.14 (реакция 1). При нагревании соединения Б до более высокой температуры (около  $530^\circ\text{C}$ ) образуется белое вещество Г и снова выделяется газ В (реакция 2). При взаимодействии А с газом Х образуется соль Д и выделяется газ В (реакция 3). Вещество А также реагирует с графитом, при этом образуется соль Е, часто используемая в органическом синтезе в качестве основания, и газ Ж (реакция 4). Соединение Б реагирует с газом Ж с образованием соли Е и выделением газа В (реакция 5). Интересно отметить, что Г тоже способно реагировать с газом Ж, но при этом результатом реакции является единственное вещество Е (реакция 6). Вещество Г способно поглощать газ Y с образованием соединений З и И (реакция 7).

1) Назовите газы Х и Y, если известно, что оба соединения являются оксидами с одинаковым количественным составом, а соотношение их молярных масс равно 1,39.

2) Установите элемент Э и зашифрованные соединения А-И.

3) Как можно получить соединение А? Приведите уравнение химической реакции.

(20 баллов)

**Задание 5.** Криоскопия (от греч. κρύο — холод и греч. σκοπέω смотрю) — метод исследования растворов, в основе которого лежит измерение понижения точки замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя.

$$T_{\text{зам}}^\circ - T_{\text{зам}} = \Delta T = K * m$$

где К – криоскопическая константа, m – моляльность вещества (моль/кг)

Эбуллиоскопия (от лат. ebullio — вскипаю и др.-греч. σκοπέω — смотрю) — метод исследования растворов, основанный на измерении повышения их температуры кипения по сравнению с чистым растворителем.

$$T_{\text{кип}} - T_{\text{кип}}^{\circ} = \Delta T = E * m$$

где  $E$  – эбулиоскопическая константа,  $m$  – моляльность вещества (моль/кг).

Данные законы называют законами Рауля. Для воды  $K = 1,86 \text{ К} \cdot \text{кг/моль}$ ,  $E = 0,52 \text{ К} \cdot \text{кг/моль}$ , соответственно.

- 1)
- Определите, при какой температуре замерзнет 15% водный раствор глицерина.
  - Определите температуру кипения водного раствора глюкозы, полученного растворением 20,5 граммов вещества в 200 мл воды.

Законы Рауля не выполняются растворов электролитов. Для учёта этих отклонений Вант-Гофф внёс в приведённые выше уравнения поправку — изотонический коэффициент  $i$ :

$$\Delta T = i * K * m$$

$$\Delta T = i * E * m$$

$$i = 1 + \alpha * (n - 1)$$

где  $n$  – количество ионов, образующихся при диссоциации одной молекулы,  $\alpha$  – степень диссоциации вещества

- 2)
- Определите температуру замерзания раствора хлорида натрия, полученного путем растворения 60 г соли в 1.5 л воды.
  - Сколько г сульфата натрия необходимо растворить в 250 мл воды, чтобы данный раствор кипел при температуре 101.9°C?
  - Определите константу кислотности муравьиной кислоты, если известно, что ее 0.05М водный раствор (плотность  $d = 1 \text{ г/мл}$ ) замерзает при температуре -0.1°C.

*Осмотическое давление* (обозначается  $\pi$ ) — избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану (осмос).

$$\pi = i * C * R * T$$

где  $i$  – изотонический коэффициент,  $C$  – молярная концентрация (моль/м<sup>3</sup>),  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – температура раствора (К).

- 3)
- Определите, сколько бромида калия нужно растворить в 250 мл воды, чтобы его осмотическое давление при 40°C составляло 2.2 Мпа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.
  - Сколько воды нужно добавить к 20 г фруктозы  $C_6H_{12}O_6$ , чтобы осмотическое давление такого раствора 20°C при составило 508кПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.

4)

Две неизвестные кислоты  $X$  и  $Y$  были нейтрализованы раствором гидроксида натрия, полученного растворением навески NaOH некоторой массы в 200 мл воды, причем температура замерзания такого раствора составила -1.9°C. Остаток щелочи

был нейтрализован раствором соляной кислоты с осмотическим давлением 495.5 кПа (30°C). Ниже в таблице приведены количества взятых кислот **X** и **Y**, а также объем использованного раствора HCl:

Соединение	Масса неизвестной кислоты, г	Объем HCl, мл
X	2.05	510
Y	2.94	102

- а) Какую массу гидроксида натрия использовали для приготовления раствора?  
б) Определите, какие кислоты скрываются под литерами **X** и **Y**, если известно, они образованы одним элементом, причем массовая доля этого элемента равна 37.8% и 31.6% в **X** и **Y**, соответственно.  
в) Изобразите структурные формулы кислот **X** и **Y**.

*(20 баллов)*

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

1												18						
1	<b>H</b> водород 1.007 94(7)											2	<b>He</b> гелий 4.002 602(2)					
2	<b>Li</b> литий 6.941(2)	<b>Be</b> бериллий 9.012 182(3)											<b>B</b> бор 10.811(7)	<b>C</b> углерод 12.0107(8)	<b>N</b> азот 14.0067(2)	<b>O</b> кислород 15.9994(3)	<b>F</b> фтор 18.998 4032(5)	<b>Ne</b> неон 20.1797(6)
3	<b>Na</b> натрий 22.989 768 28(2)	<b>Mg</b> магний 24.3050(6)											<b>Al</b> алюминий 26.981 538 6(6)	<b>Si</b> кремний 28.0855(3)	<b>P</b> фосфор 30.973 762(2)	<b>S</b> сера 32.065(3)	<b>Cl</b> хлор 35.453(2)	<b>Ar</b> аргон 39.948(1)
4	<b>K</b> калий 39.0983(1)	<b>Ca</b> кальций 40.078(4)	<b>Sc</b> скандий 44.955 912(6)	<b>Ti</b> титан 47.887(1)	<b>V</b> ванадий 50.9415(1)	<b>Cr</b> хром 51.9961(8)	<b>Mn</b> марганец 54.938 045(5)	<b>Fe</b> железо 55.845(2)	<b>Co</b> кобальт 58.933 195(5)	<b>Ni</b> никель 58.6934(2)	<b>Cu</b> медь 63.546(3)	<b>Zn</b> цинк 65.409(4)	<b>Ga</b> галлий 69.723(1)	<b>Ge</b> германий 72.64(1)	<b>As</b> мышьяк 74.921 60(2)	<b>Se</b> селен 78.96(3)	<b>Br</b> бром 79.904(1)	<b>Kr</b> криптон 83.796(2)
5	<b>Rb</b> рубидий 85.4678(3)	<b>Sr</b> стронций 87.62(1)	<b>Y</b> иттрий 88.905 85(2)	<b>Zr</b> цирконий 91.224(2)	<b>Nb</b> ниобий 92.906 38(2)	<b>Mo</b> молибден 95.94(2)	<b>Tc</b> технеций 97.907(2)	<b>Ru</b> рутений 101.07(2)	<b>Rh</b> родий 102.905 50(2)	<b>Pd</b> палладий 106.42(1)	<b>Ag</b> серебро 107.8682(2)	<b>Cd</b> кадмий 112.411(8)	<b>In</b> индий 114.818(3)	<b>Sn</b> олово 118.710(7)	<b>Sb</b> сурьма 121.760(1)	<b>Te</b> теллур 127.603(2)	<b>I</b> йод 126.904 473(3)	<b>Xe</b> ксенон 131.293(6)
6	<b>Cs</b> цезий 132.905 451 9(2)	<b>Ba</b> барий 137.327(7)	57-71 лантан и лантаноиды	<b>Hf</b> hafний 178.49(2)	<b>Ta</b> тантал 180.947 88(2)	<b>W</b> вольфрам 183.84(1)	<b>Re</b> рений 186.207(1)	<b>Os</b> осмий 190.23(3)	<b>Ir</b> иридий 192.217(3)	<b>Pt</b> платина 195.084(9)	<b>Au</b> золото 196.966 569(4)	<b>Hg</b> ртуть 200.59(2)	<b>Tl</b> таллий 204.3833(2)	<b>Pb</b> свинец 207.2(1)	<b>Bi</b> висмут 208.980 40(1)	<b>Po</b> полоний [208.9824]	<b>At</b> астат [209.987 1]	<b>Rn</b> радон [222.0176]
7	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	89-103 актиний и актиноиды	<b>Rf</b> резофордий [261]	<b>Db</b> дубний [262]	<b>Sg</b> сигборгий [266]	<b>Bh</b> борий [264]	<b>Hs</b> хасгий [277]	<b>Mt</b> мейтнерий [268]	<b>Ds</b> дэрмштаттий [271]	<b>Rg</b> регентий [272]	<b>Cn</b> колорний [285]	<b>Nh</b> нихоний [286]	<b>Fl</b> флеровий [289]	<b>Mc</b> московский [290]	<b>Lv</b> лiverморий [293]	<b>Ts</b> теннессин [294]	<b>Og</b> оганесон [294]
		<b>La</b> лантан 138.905 47(7)	<b>Ce</b> церий 140.116(1)	<b>Pr</b> протактиний 140.907 64(2)	<b>Nd</b> неодим 144.242(3)	<b>Pm</b> прометий [145]	<b>Sm</b> самарий 150.36(2)	<b>Eu</b> европий 151.964(1)	<b>Gd</b> гадолиний 157.25(3)	<b>Tb</b> тербий 158.925 35(2)	<b>Dy</b> диспрозий 162.500(1)	<b>Ho</b> гольмий 164.930 32(2)	<b>Er</b> эрий 167.259(3)	<b>Tm</b> тумий 168.934 21(2)	<b>Yb</b> ytterбий 173.04(3)	<b>Lu</b> лютеций 174.967(1)		
		<b>Ac</b> актиний [227]	<b>Th</b> торий 232.038 06(2)	<b>Pa</b> протактиний 231.036 88(2)	<b>U</b> уран 238.028 91(3)	<b>Np</b> нептуний [227]	<b>Pu</b> плутоний [244]	<b>Am</b> амерций [243]	<b>Cm</b> курий [247]	<b>Bk</b> берклий [247]	<b>Cf</b> калifornий [251]	<b>Es</b> эйнштейний [252]	<b>Fm</b> фермий [257]	<b>Md</b> менделевий [258]	<b>No</b> нобелий [259]	<b>Lr</b> лоуренсий [262]		

Условные обозначения:

АТОМНЫЙ НОМЕР	СИМВОЛ	НАЗВАНИЕ	ОТНОСИТЕЛЬНОЕ АТОМНОЕ МАССА
---------------	--------	----------	-----------------------------

	s-элементы		p-элементы
	d-элементы		f-элементы

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворится (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 активность металлов уменьшается →

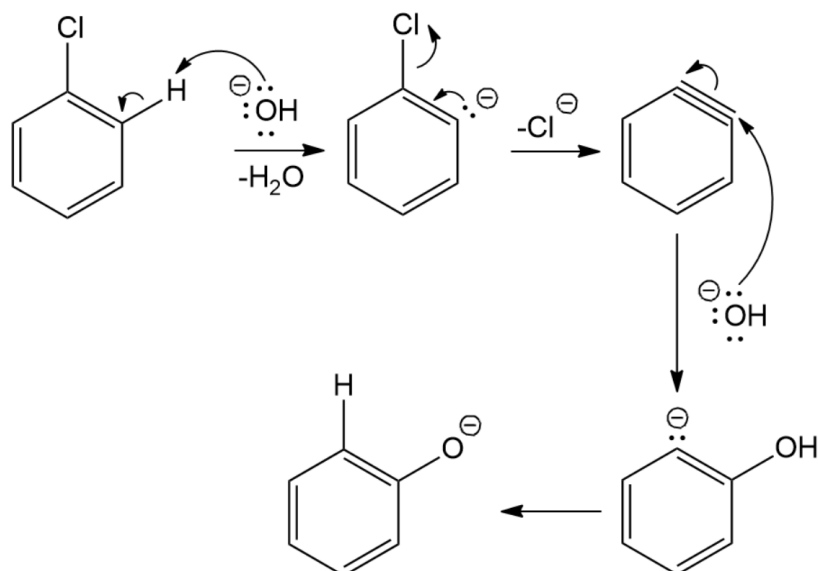
**Химия. 10 класс**  
**Вариант 3**

**Задача 1.** Химик Эдик изучал типичные реакции замещения в бензольном кольце и заметил, что большинство подобных процессов, рассматриваемых в рамках школьного курса органической химии, протекает по электрофильному механизму. В ходе таких реакций кольцо атакует т.н. "электрофил" – частица, имеющая свободную орбиталь и способная присоединять на неё электронную пару. К таким реакциям относятся, к примеру, нитрование бензола смесью  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (электрофил – катион нитрония  $\text{NO}_2^+$ ) или сульфирование олеумом (электрофил –  $\text{SO}_3$ ).

- 1) Напишите уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- 2) Приведите два примера нитрующих агентов, применяемых для нитрования ароматических соединений и не содержащих  $\text{HNO}_3$  и/или нитраты металлов.

Важным исключением из отмеченной Эдиком тенденции является одна из реакций, лежавших в основе промышленного синтеза фенола – гидролиз хлорбензола водным раствором  $\text{NaOH}$  при нагревании под давлением. Эта реакция протекает по так называемому "ариновому" механизму нуклеофильного замещения, на одной из промежуточных стадий которого образуется молекула дегидробензола. На первой стадии процесса гидроксид-анион выступает в роли основания Брэнстеда и отщепляет протон от второго атома углерода бензольного кольца, что приводит к образованию высокорекреационноспособного 2-хлорфенил-аниона, сразу же элиминирующего хлорид-анион с образованием дегидробензола – простейшего представителя класса аринов. Далее ещё один гидроксид-анион осуществляет нуклеофильную атаку в одно из положений тройной связи дегидробензола с образованием 2-гидроксифенил-аниона. Дальнейший перенос протона на атом углерода от  $\text{OH}$ -группы или молекулы растворителя – воды – приводит к конечному продукту реакции – феноляту:



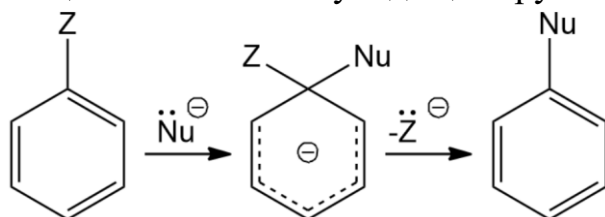


3) Напишите механизм реакции взаимодействия о-хлортолуола с гидроксид-анионом в водной среде и укажите все возможные органические продукты реакции.

Для подтверждения протекания реакции по ариновому механизму можно использовать т.н. "диеновые ловушки" – сопряжённые диены, с которыми дегидробензол, будучи чрезвычайно активным диенофилом, очень легко вступает в реакцию Дильса-Альдера. В отсутствие нуклеофилов или диенов дегидробензол димеризуется по типу [2+2]-циклоприсоединения.

4) Напишите схему реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом, если известно, что образующийся продукт имеет ось симметрии третьего порядка. Также напишите уравнение реакции димеризации дегидробензола.

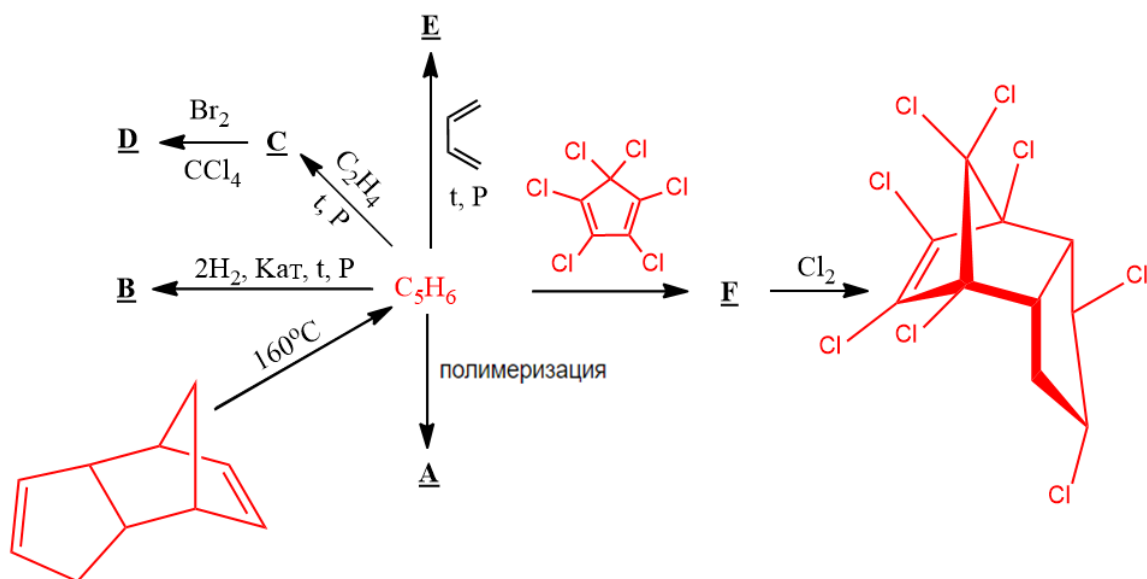
Ещё одним важным механизмом нуклеофильного замещения в бензольном кольце является бимолекулярный механизм присоединения-отщепления (S<sub>N</sub>Ar), протекающий через стадию образования анионных сигма-комплексов – комплексов Мейзенгеймера. Он состоит из двух стадий: присоединения нуклеофила (Nu) к исходному субстрату и отщепления от него уходящей группы – нуклеофуга (Z):



5) Расположите в ряд по **увеличению** реакционной способности в реакции замещения бромид-аниона по механизму S<sub>N</sub>Ar следующие субстраты: хлорбензол, о-нитрохлорбензол, 2,4,6-тринитрохлорбензол, п-хлорэтилбензол. Объясните свой выбор. Для записи органических соединений используйте структурные формулы.

(26 баллов)

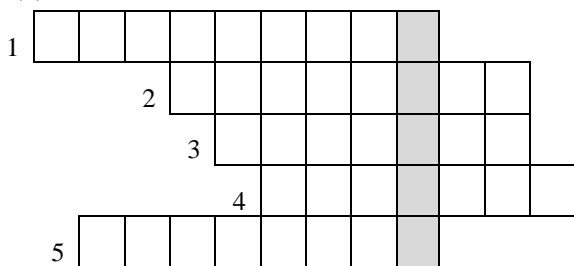
**Задача 2.** Расшифруйте представленную схему превращений:



- 1) Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
- 2) Приведите структурные формулы двух любых изомеров вещества **B**.

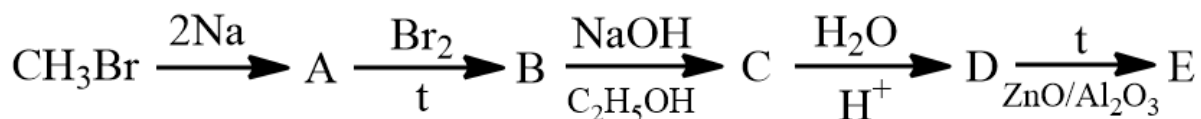
(14 баллов)

**Задача 3.** В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифровано название химического элемента. Заполните кроссворд, выполнив каждое из пяти заданий.



- 1) Справа от кроссворда на рисунке представлен некий химический сосуд. Что это за сосуд (слово под пунктом 1) и для каких целей он используется в химической лаборатории?
- 2) Оксид двухвалентного металла, массовая доля кислорода в котором 7,37%, прореагировал с азотной кислотой. Полученную соль прокалили до  $600^\circ C$  до прекращения реакции, а к остатку после прокаливания добавили серу и нагрели. Напишите уравнения трех описанных реакций. Словом под пунктом 2 является название минерала, химический состав которого соответствует соли, получающейся в последней реакции.

3) Напишите уравнения всех пяти протекающих ниже реакций. *Словом под пунктом 3 является фамилия ученого, в честь которого названа последняя реакция в цепочке (нагревание **D** в присутствии ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).*

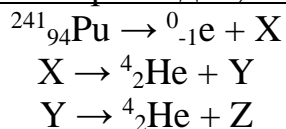


4) При электролизе водного раствора соли ациклической дикарбоновой кислоты получен ненасыщенный неразветвленный углеводород. Напишите уравнение протекающей реакции. Данные элементного анализа для исходной соли:

Элемент	Массовая доля
C	0,324
O	0,288
H	0,036
K	0,352

*Слово под пунктом 4 – название полученного после электролиза углеводорода.*

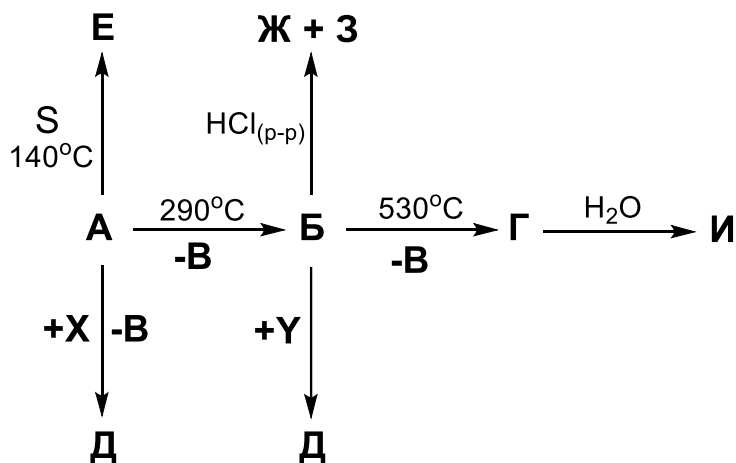
5) Расшифруйте серию радиоактивных распадов, записав все ядерные реакции:



*Словом под пунктом 5 является название химического элемента Y.*

**(20 баллов)**

**Задача 4.** Элемент Э играет большую роль в жизни человека. Некоторые его соединения были известны уже в древности, однако их не отличали от соединений его соседа по группе, поэтому считается, что он был открыт только в 19 в.



Вещество **A** – бинарное соединение оранжево-желтого цвета ( $w\%(\text{Э}) = 54,9\%$ ), содержащее в себе элемент Э. Известно, что при его нагревании при  $290^\circ\text{C}$  образуется белое соединение **B**, а также газ **B** (реакция 1). При нагревании соединения **B** при более высокой температуре (около  $530^\circ\text{C}$ ) образуется белое вещество **Г** и снова выделяется газ **B** (реакция 2). При взаимодействии **A** с газом **X** образуется соль **Д** и выделяется газ **B** (реакция 3). Данная реакция является наиболее важной в практическом применении: она используется в изолирующих

противогазах. При взаимодействии А с серой при нагревании образуется соль Е (реакция 4). Соединение Б поглощает газ У с образованием соли Д (реакция 5). При обработке Б холодным раствором соляной кислоты образуется соль Ж и соединение З (реакция 6). При растворении вещества Г в воде образуется раствор соединения И (реакция 7).

1. Назовите газы Х и У, если известно, что оба соединения являются бинарными и образованы одним элементом, причем в У массовая доля этого элемента больше в 1.57 раза.
2. Назовите соединения А-И, а также установите, что такое элемент Э.
3. Приведите уравнения описанных химических реакций.
4. Как можно получить соединение А? Приведите уравнение химической реакции.

(20 баллов)

**Задача 5. Криоскопия** (от греч. κρύο — холод и греч. σκοπέω смотрю) — метод исследования растворов, в основе которого лежит измерение понижения точки замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя.

$$T_{\text{зам}}^{\circ} - T_{\text{зам}} = \Delta T = K * m$$

где К – криоскопическая константа, m – моляльность вещества (моль/кг)

**Эбулиоскопия** (от лат. ebullio — вскипаю и др.-греч. σκοπέω — смотрю) — метод исследования растворов, основанный на измерении повышения их температуры кипения по сравнению с чистым растворителем.

$$T_{\text{кип}} - T_{\text{кип}}^{\circ} = \Delta T = E * m$$

где E – эбулиоскопическая константа, m – моляльность вещества (моль/кг)

Данные законы называют законами Рауля.

Для воды К = 1,86 К·кг/моль, E = 0,52 К·кг/моль, соответственно.

1.
  - а) Определите, при какой температуре замерзнет 12% водный раствор глицерина.
  - б) Определите температуру кипения водного раствора глюкозы, полученного растворением 17,5 граммов вещества в 200 мл воды.

Законы Рауля не выполняются для растворов электролитов. Для учёта этих отклонений Вант-Гофф внёс в приведённые выше уравнения поправку — изотонический коэффициент i:

$$\Delta T = i * K * m$$

$$\Delta T = i * E * m$$

$$i = 1 + \alpha * (n - 1)$$

где n – количество ионов, образующихся при диссоциации одной молекулы, α – степень диссоциации вещества

2.

Определите температуру замерзания раствора хлорида натрия, полученного путем растворения 50 г соли в 1.2 л воды.

а) Сколько г сульфата натрия необходимо растворить в 200 мл воды, чтобы данный раствор кипел при температуре 101.9°C?

б) Определите константу кислотности азотистой кислоты, если известно, что ее 0.03М водный раствор (плотность  $d = 1$  г/мл) замерзает при температуре -0.06°C.

*Осмотическое давление* (обозначается  $\pi$ ) — избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану (осмос).

$$\pi = i * C * R * T$$

где  $i$  — изотонический коэффициент,  $C$  — молярная концентрация (моль/м<sup>3</sup>),  $R$  — универсальная газовая постоянная,  $T$  — температура раствора (К)

3.

а) Определите, сколько бромида калия нужно растворить в 400 мл воды, чтобы его осмотическое давление при 40°C составляло 2.2 МПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.

б) Сколько воды нужно добавить к 17 г фруктозы  $C_6H_{12}O_6$ , чтобы осмотическое давление такого раствора 20°C при составило 508кПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.

4.

Две неизвестные кислоты **X** и **Y** были нейтрализованы раствором гидроксида натрия, полученного растворением навески NaOH некоторой массы в 100 мл воды, причем температура замерзания такого раствора составила -3.7°C. Остаток щелочи был нейтрализован раствором соляной кислоты с осмотическим давлением 495.5 кПа (30°C). Ниже в таблице приведены количества взятых кислот **X** и **Y**, а также объем использованного раствора HCl:

Соединение	Масса неизвестной кислоты, г	Объем HCl, мл
X	1.47	560
Y	3.28	203

а) Сколько грамм гидроксида натрия было взято для приготовления раствора?

б) Определите, какие кислоты скрываются под литерами **X** и **Y**, если известно, они образованы одним элементом, причем массовая доля этого элемента равна 31.6% и 37.8% в **X** и **Y** соответственно.

с) Изобразите структурные формулы кислот **X** и **Y**.

(20 баллов)

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Условные обозначения:																																																																													
АТОМНЫЙ НОМЕР		Символ		название		относительная атомная масса*		s-элементы		p-элементы		d-элементы		f-элементы																																																															
1	<b>H</b> водород 1.007(94)(7)																	18	<b>He</b> гелий 4.002(603)(2)																																																										
2	<b>Li</b> литий 6.941(2)	<b>Be</b> бериллий 9.012(182)(3)																	13	<b>B</b> бор 10.811(7)	<b>C</b> углерод 12.0107(8)	<b>N</b> азот 14.0067(2)	<b>O</b> кислород 15.999(3)	<b>F</b> фтор 18.998 4032(5)	<b>Ne</b> неон 20.1797(6)																																																				
3	<b>Na</b> натрий 22.989 769 28(2)	<b>Mg</b> магний 24.3050(8)																	14	<b>Si</b> кремний 28.0855(3)	<b>P</b> фосфор 30.973 762(2)	<b>S</b> сера 32.065(5)	<b>Cl</b> хлор 35.453(2)	<b>Ar</b> аргон 39.948(1)																																																					
4	<b>K</b> калий 39.0983(1)	<b>Ca</b> кальций 40.078(4)	<b>Sc</b> скандий 44.955 912(6)	<b>Ti</b> титан 47.867(1)	<b>V</b> ванадий 50.9415(1)	<b>Cr</b> хром 51.9961(6)	<b>Mn</b> марганец 54.938 045(5)	<b>Fe</b> железо 55.845(2)	<b>Co</b> кобальт 58.933 195(5)	<b>Ni</b> никель 58.6934(2)	<b>Cu</b> медь 63.546(3)	<b>Zn</b> цинк 65.409(4)	<b>Ga</b> галлий 69.723(1)	<b>Ge</b> германий 72.64(1)	<b>As</b> мышьяк 74.921 60(2)	<b>Se</b> селен 78.96(3)	<b>Br</b> бром 79.904(1)	<b>Kr</b> криптон 83.798(2)																																																											
5	<b>Rb</b> рубидий 85.4678(3)	<b>Sr</b> стронций 87.62(1)	<b>Y</b> иттрий 88.905 85(2)	<b>Zr</b> цирконий 91.224(2)	<b>Nb</b> ниобий 92.906 38(2)	<b>Mo</b> молибден 95.94(2)	<b>Tc</b> технеций [97.9072]	<b>Ru</b> рутений 101.07(2)	<b>Rh</b> родий 102.905 50(2)	<b>Pd</b> палладий 106.42(1)	<b>Ag</b> серебро 107.8682(2)	<b>Cd</b> кадмий 112.411(8)	<b>In</b> индий 114.818(3)	<b>Sn</b> олово 118.710(7)	<b>Sb</b> сурьма 121.760(1)	<b>Te</b> теллур 127.60(3)	<b>I</b> йод 126.904 47(3)	<b>Xe</b> ксенон 131.293(8)																																																											
6	<b>Cs</b> цезий 132.905 451 96(2)	<b>Ba</b> барий 137.327(7)	<b>La</b> лантан и лантаноиды 138.905 47(7)	<b>Hf</b> гафний 178.49(2)	<b>Ta</b> тантал 180.947 88(2)	<b>W</b> вольфрам 183.84(1)	<b>Re</b> рений 186.207(1)	<b>Os</b> осмий 190.23(3)	<b>Ir</b> иридий 192.217(3)	<b>Pt</b> платина 195.084(9)	<b>Au</b> золото 196.966 569(4)	<b>Hg</b> ртуть 200.59(2)	<b>Tl</b> таллий 204.3833(2)	<b>Pb</b> свинец 207.2(1)	<b>Bi</b> висмут 208.980 40(1)	<b>Po</b> полоний [209.9824]	<b>At</b> астат [209.9871]	<b>Rn</b> радон [222.0176]																																																											
7	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	<b>Ac</b> актиний и актиноиды [227]	<b>Rf</b> резерфордий [261]	<b>Db</b> дубний [262]	<b>Sg</b> сигборгий [266]	<b>Bh</b> борий [264]	<b>Hs</b> хэссий [277]	<b>Mt</b> мейтнерий [268]	<b>Ds</b> дармштадтий [271]	<b>Rg</b> рентгений [272]	<b>Cn</b> коперниций [285]	<b>Nh</b> нихоний [286]	<b>Fl</b> флеровий [289]	<b>Mc</b> московский [290]	<b>Lv</b> ливнерсий [293]	<b>Ts</b> теннессин [294]	<b>Og</b> оганесон [294]																																																											
<table border="1"> <tr> <td>57</td><td><b>La</b> лантан 138.905 47(7)</td><td>58</td><td><b>Ce</b> церий 140.116(1)</td><td>59</td><td><b>Pr</b> прозеродим 140.907 65(2)</td><td>60</td><td><b>Nd</b> неодим 144.242(3)</td><td>61</td><td><b>Pm</b> прометий [145]</td><td>62</td><td><b>Sm</b> самарий 150.36(2)</td><td>63</td><td><b>Eu</b> европий 151.964(1)</td><td>64</td><td><b>Gd</b> гадолиний 157.25(3)</td><td>65</td><td><b>Tb</b> тербий 158.925 35(2)</td><td>66</td><td><b>Dy</b> диспрозий 162.500(1)</td><td>67</td><td><b>Ho</b> гольмий 164.930 32(2)</td><td>68</td><td><b>Er</b> эрий 167.256(3)</td><td>69</td><td><b>Tm</b> тулий 168.934 21(2)</td><td>70</td><td><b>Yb</b> иттербий 173.04(3)</td><td>71</td><td><b>Lu</b> лютеций 174.967(1)</td> </tr> <tr> <td>89</td><td><b>Ac</b> актиний [227]</td><td>90</td><td><b>Th</b> торий 232.038 06(2)</td><td>91</td><td><b>Pa</b> протактиний 231.036 98(2)</td><td>92</td><td><b>U</b> уран 238.028 91(3)</td><td>93</td><td><b>Np</b> нептуний [237]</td><td>94</td><td><b>Pu</b> плутоний [244]</td><td>95</td><td><b>Am</b> амерций [243]</td><td>96</td><td><b>Cm</b> курий [247]</td><td>97</td><td><b>Bk</b> берклий [247]</td><td>98</td><td><b>Cf</b> калifornий [251]</td><td>99</td><td><b>Es</b> эйнштейний [252]</td><td>100</td><td><b>Fm</b> фермий [257]</td><td>101</td><td><b>Md</b> менделевий [258]</td><td>102</td><td><b>No</b> нобелий [259]</td><td>103</td><td><b>Lr</b> лоуренсий [262]</td> </tr> </table>																		57	<b>La</b> лантан 138.905 47(7)	58	<b>Ce</b> церий 140.116(1)	59	<b>Pr</b> прозеродим 140.907 65(2)	60	<b>Nd</b> неодим 144.242(3)	61	<b>Pm</b> прометий [145]	62	<b>Sm</b> самарий 150.36(2)	63	<b>Eu</b> европий 151.964(1)	64	<b>Gd</b> гадолиний 157.25(3)	65	<b>Tb</b> тербий 158.925 35(2)	66	<b>Dy</b> диспрозий 162.500(1)	67	<b>Ho</b> гольмий 164.930 32(2)	68	<b>Er</b> эрий 167.256(3)	69	<b>Tm</b> тулий 168.934 21(2)	70	<b>Yb</b> иттербий 173.04(3)	71	<b>Lu</b> лютеций 174.967(1)	89	<b>Ac</b> актиний [227]	90	<b>Th</b> торий 232.038 06(2)	91	<b>Pa</b> протактиний 231.036 98(2)	92	<b>U</b> уран 238.028 91(3)	93	<b>Np</b> нептуний [237]	94	<b>Pu</b> плутоний [244]	95	<b>Am</b> амерций [243]	96	<b>Cm</b> курий [247]	97	<b>Bk</b> берклий [247]	98	<b>Cf</b> калifornий [251]	99	<b>Es</b> эйнштейний [252]	100	<b>Fm</b> фермий [257]	101	<b>Md</b> менделевий [258]	102	<b>No</b> нобелий [259]	103	<b>Lr</b> лоуренсий [262]
57	<b>La</b> лантан 138.905 47(7)	58	<b>Ce</b> церий 140.116(1)	59	<b>Pr</b> прозеродим 140.907 65(2)	60	<b>Nd</b> неодим 144.242(3)	61	<b>Pm</b> прометий [145]	62	<b>Sm</b> самарий 150.36(2)	63	<b>Eu</b> европий 151.964(1)	64	<b>Gd</b> гадолиний 157.25(3)	65	<b>Tb</b> тербий 158.925 35(2)	66	<b>Dy</b> диспрозий 162.500(1)	67	<b>Ho</b> гольмий 164.930 32(2)	68	<b>Er</b> эрий 167.256(3)	69	<b>Tm</b> тулий 168.934 21(2)	70	<b>Yb</b> иттербий 173.04(3)	71	<b>Lu</b> лютеций 174.967(1)																																																
89	<b>Ac</b> актиний [227]	90	<b>Th</b> торий 232.038 06(2)	91	<b>Pa</b> протактиний 231.036 98(2)	92	<b>U</b> уран 238.028 91(3)	93	<b>Np</b> нептуний [237]	94	<b>Pu</b> плутоний [244]	95	<b>Am</b> амерций [243]	96	<b>Cm</b> курий [247]	97	<b>Bk</b> берклий [247]	98	<b>Cf</b> калifornий [251]	99	<b>Es</b> эйнштейний [252]	100	<b>Fm</b> фермий [257]	101	<b>Md</b> менделевий [258]	102	<b>No</b> нобелий [259]	103	<b>Lr</b> лоуренсий [262]																																																

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	H	H	M	?	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

## РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →  
активность металлов уменьшается

**Химия. 10 класс**  
**Вариант 4**

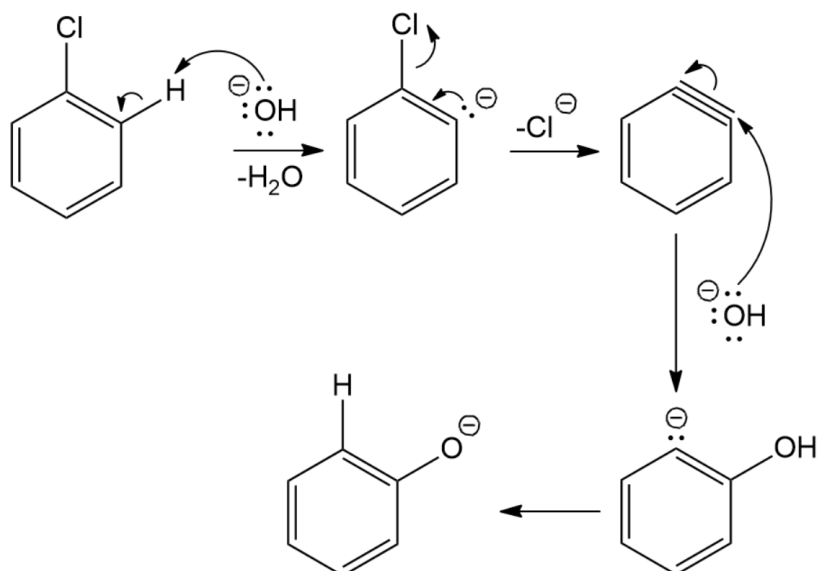
**Задание 1.**

Химик Эдик изучал типичные реакции замещения в бензольном кольце и заметил, что большинство подобных процессов, рассматриваемых в рамках школьного курса органической химии, протекает по электрофильному механизму. В ходе таких реакций кольцо атакует т.н. "электрофил" – частица, имеющая свободную орбиталь и способная присоединять на неё электронную пару. К таким реакциям относятся, к примеру, нитрование бензола смесью  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (электрофил – катион нитрония  $\text{NO}_2^+$ ) или сульфирование олеумом (электрофил –  $\text{SO}_3$ ).

1. Напишите уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Приведите два примера нитрующих агентов, применяемых для нитрования ароматических соединений и не содержащих  $\text{HNO}_3$  и/или нитраты металлов.

Важным исключением из отмеченной Эдиком тенденции является гидролиз хлорбензола водным раствором  $\text{NaOH}$  при нагревании под давлением. Эта реакция протекает по так называемому "ариновому" механизму нуклеофильного замещения, на одной из промежуточных стадий которого образуется молекула дегидробензола. На первой стадии процесса гидроксид-анион выступает в роли основания Брэнстеда и отщепляет протон от второго атома углерода бензольного кольца, что приводит к образованию высокорекционноспособного 2-хлорфенил-аниона, сразу же элиминирующего хлорид-анион с образованием дегидробензола – простейшего представителя класса аринов. Далее ещё один гидроксид-анион осуществляет нуклеофильную атаку в одно из положений тройной связи дегидробензола с образованием 2-гидроксифенил-аниона. Дальнейший перенос протона на атом углерода от  $\text{OH}$ -группы или молекулы растворителя – воды – приводит к конечному продукту реакции – феноляту:



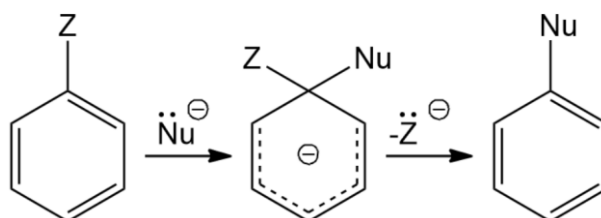


3. Напишите механизм реакции взаимодействия о-хлортолуола с  $\text{NH}_2^-$  в среде жидкого аммиака и укажите все возможные органические продукты реакции.

Для подтверждения протекания реакции по ариновому механизму можно использовать т.н. "диеновые ловушки" – сопряжённые диены, с которыми дегидробензол, будучи чрезвычайно активным диенофилом, очень легко вступает в реакцию Дильса-Альдера. В отсутствие нуклеофилов или диенов дегидробензол димеризуется по типу [2+2]-циклоприсоединения.

4. Напишите схему реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом, если известно, что образующийся продукт имеет ось симметрии третьего порядка. Также напишите уравнение реакции димеризации дегидробензола.

Ещё одним важным механизмом нуклеофильного замещения в бензольном кольце является бимолекулярный механизм присоединения-отщепления ( $\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}$ ), протекающий через стадию образования анионных сигма-комплексов – комплексов Мейзенгеймера. Он состоит из двух стадий: присоединения нуклеофила (Nu) к исходному субстрату и отщепления от него уходящей группы – нуклеофуга (Z):

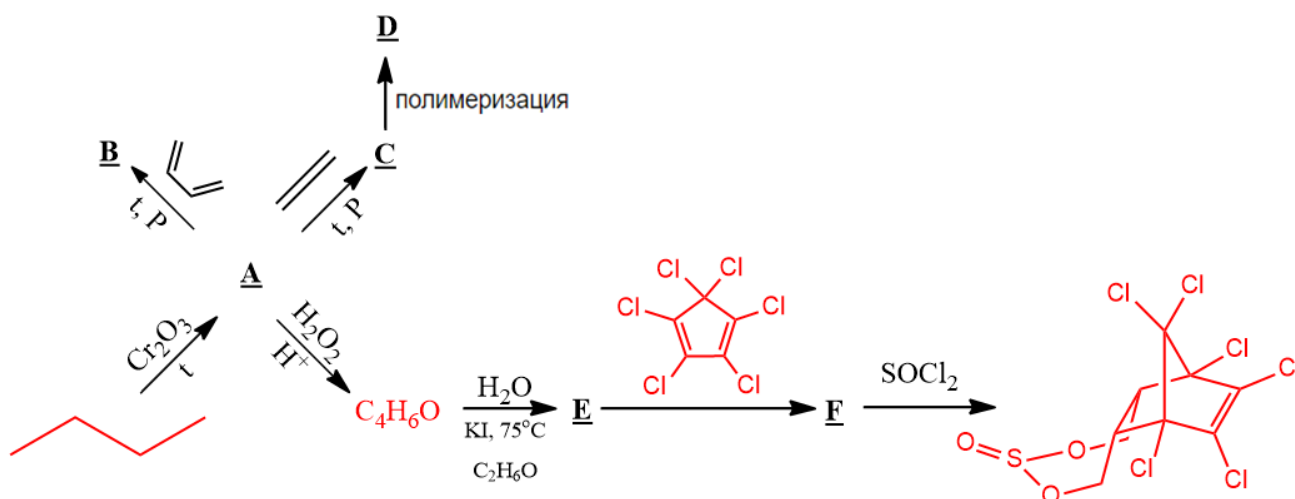


5. Расположите в ряд по **увеличению** реакционной способности в реакции замещения бромид-аниона по механизму  $\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}$  следующие субстраты: п-хлорбутилбензол, 2,4,6-трицианохлорбензол, хлорбензол, о-нитрохлорбензол. Объясните свой выбор. Для записи органических соединений используйте структурные формулы.

(26 баллов)

## Задача 2.

Расшифруйте представленную схему превращений:

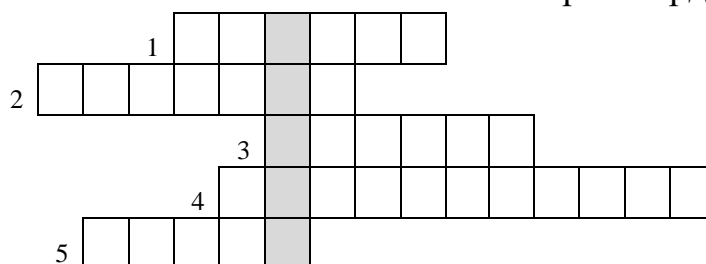


1. Установите структурные формулы веществ A, B, C, D, E, F.
2. Приведите структурные формулы двух любых изомеров вещества A.

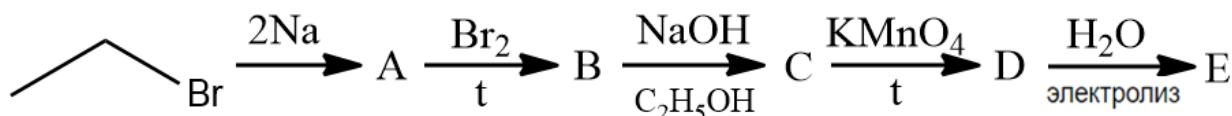
(14 баллов)

## Задача 3.

В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифровано название химического элемента. Заполните кроссворд, выполнив каждое из пяти заданий.



1. Напишите уравнения всех пяти протекающих ниже реакций. Словом под пунктом 1 является фамилия ученого, в честь которого названа последняя реакция в цепочке (электролиз водного раствора D).



2. Карбид кальция прореагировал с бинарным веществом с массовой долей кислорода 94,12%. Раствор затем нейтрализовали точным количеством азотной кислоты. К получившемуся раствору соли добавили раствор фторида натрия. Напишите уравнения

трех описанных реакций. Словом под пунктом 2 является название минерала, химический состав которого соответствует соли, получающейся в последней реакции.

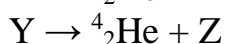
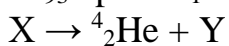
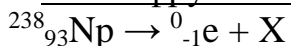
3. Справа от кроссворда на рисунке представлен некий химический сосуд. Что это за сосуд (слово под пунктом 3) и для каких целей он используется в химической лаборатории?

4. При электролизе водного раствора соли циклической дикарбоновой кислоты получен ненасыщенный неразветвленный циклический углеводород. Напишите уравнение протекающей реакции. Данные элементного анализа для исходной соли:

Элемент	Массовая доля
С	0,359
О	0,274
Н	0,034
К	0,333

Слово под пунктом 4 – название полученного после электролиза углеводорода.

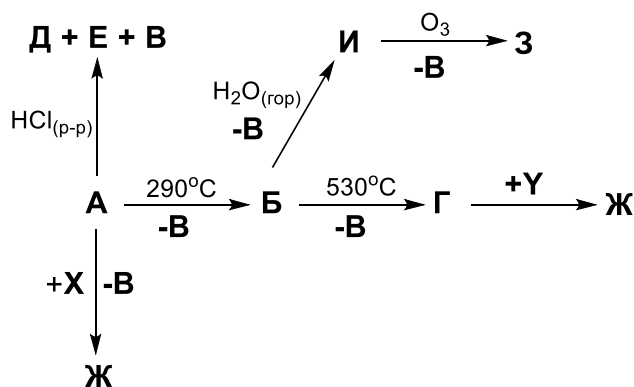
5. Расшифруйте серию радиоактивных распадов, записав все ядерные реакции:



Словом под пунктом 5 является название химического элемента Z.

(20 баллов)

#### Задача 4.



Элемент Э играет большую роль в жизни человека. Некоторые его соединения были известны уже в древности, однако их не отличали от соединений его соседа по группе, поэтому считается, что он был открыт только в 19 в.

Вещество А – бинарное соединение оранжево-желтого цвета ( $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$ ), содержащее в себе элемент Э. Известно, что при его нагревании при  $290^\circ\text{C}$  образуется белое соединение Б, а также газ В (реакция 1). При нагревании соединения Б при более высокой температуре (около  $530^\circ\text{C}$ ) образуется белое вещество Г и снова выделяется газ В (реакция 2). При обработке соединения А холодным раствором соляной кислоты образуется соль Д, соединение Е и выделяется газ В (реакция 3). Также вещество А может реагировать с газом Х, с образованием соли Ж, которую в старину называли

«растительной щелочью», и выделением газа **В** (реакция 4). Соединение **Б** растворяется в горячей воде с выделением газа **В** и образованием раствора вещества **И** (реакция 5). При обработке **И** озоном образуется соединение **З** ( $w\%(\text{Э}) = 44.8\%$ ), и снова выделяется газ **В** (реакция 6). Вещество **Г** взаимодействует с газом **У** с образованием соли **Ж** (реакция 7).

1. Назовите соединения **А-И**, а также установите элемент **Э**.
2. Назовите газы **Х** и **У**, если известно, что оба соединения являются бинарными и образованы одним элементом, причем в **У** массовая доля кислорода больше в 1.273 раза.
3. Приведите уравнения описанных химических реакций.
4. Как можно получить соединение **А**? Приведите уравнение химической реакции.

(20 баллов)

### Задача 5.

*Криоскопия* (от греч. κρύο — холод и греч. σκοπέω смотрю) — метод исследования растворов, в основе которого лежит измерение понижения точки замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя.

$$T_{\text{зам}}^{\circ} - T_{\text{зам}} = \Delta T = K * m$$

где  $K$  – криоскопическая константа,  $m$  – моляльность вещества (моль/кг)

*Эбулиоскопия* (от лат. ebullio — вскипаю и др.-греч. σκοπέω — смотрю) — метод исследования растворов, основанный на измерении повышения их температуры кипения по сравнению с чистым растворителем.

$$T_{\text{кип}} - T_{\text{кип}}^{\circ} = \Delta T = E * m$$

где  $E$  – эбулиоскопическая константа,  $m$  – моляльность вещества (моль/кг). Данные законы называют законами Рауля. Для воды  $K = 1,86 \text{ К} \cdot \text{кг}/\text{моль}$ ,  $E = 0,52 \text{ К} \cdot \text{кг}/\text{моль}$ , соответственно.

Задание 1:

- а) Определите, при какой температуре замерзнет 17% водный раствор глицерина.
- б) Определите температуру кипения водного раствора глюкозы, полученного растворением 12,5 граммов вещества в 150 мл воды.

Законы Рауля не выполняются растворов электролитов. Для учёта этих отклонений Вант-Гофф внёс в приведённые выше уравнения поправку — изотонический коэффициент  $i$ :

$$\Delta T = i * K * m$$

$$\Delta T = i * E * m$$

$$i = 1 + \alpha * (n - 1)$$

где  $n$  – количество ионов, образующихся при диссоциации одной молекулы,  $\alpha$  – степень диссоциации вещества

Задание 2:

- а) Определите температуру замерзания раствора хлорида натрия, полученного путем растворения 50 г соли в 1.1 л воды.
- б) Сколько г сульфата натрия необходимо растворить в 350 мл воды, чтобы данный раствор кипел при температуре 101.9°C?
- с) Определите константу кислотности муравьиной кислоты, если известно, что ее 0.03М водный раствор (плотность  $d = 1$  г/мл) замерзает при температуре -0.06°C.

*Осмотическое давление* (обозначается  $\pi$ ) — избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану (осмос).

$$\pi = i * C * R * T$$

где  $i$  – изотонический коэффициент,  $C$  – молярная концентрация (моль/м<sup>3</sup>),  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – температура раствора (К)

Задание 3:

- а) Определите, сколько бромида калия нужно растворить в 350 мл воды, чтобы его осмотическое давление при 40°C составляло 2.2 МПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.
- б) Сколько воды нужно добавить к 24 г фруктозы  $C_6H_{12}O_6$ , чтобы осмотическое давление такого раствора 20°C при составило 508кПа. Считать плотность получившегося раствора равной 1 г/мл.

Задание 4:

Две неизвестные кислоты **X** и **Y** были нейтрализованы раствором гидроксида натрия, полученного растворением навески NaOH некоторой массы в 200 мл воды, причем температура замерзания такого раствора составила -1.9°C. Остаток щелочи был нейтрализован раствором соляной кислоты с осмотическим давлением 495.5 кПа (30°C). Ниже в таблице приведены количества взятых кислот **X** и **Y**, а также объем использованного раствора HCl:

Соединение	Масса неизвестной кислоты, г	Объем HCl, мл
X	2.71	346
Y	1.76	468

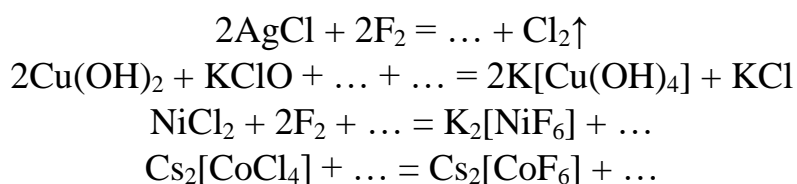
- а) Сколько г гидроксида натрия было взято для приготовления раствора?
- б) Определите, какие кислоты скрываются под литерами **X** и **Y**, если известно, они образованы одним элементом, причем массовая доля этого элемента равна 37.8% и 31.6% в **X** и **Y** соответственно.
- с) Изобразите структурные формулы кислот **X** и **Y**.

(20 баллов)

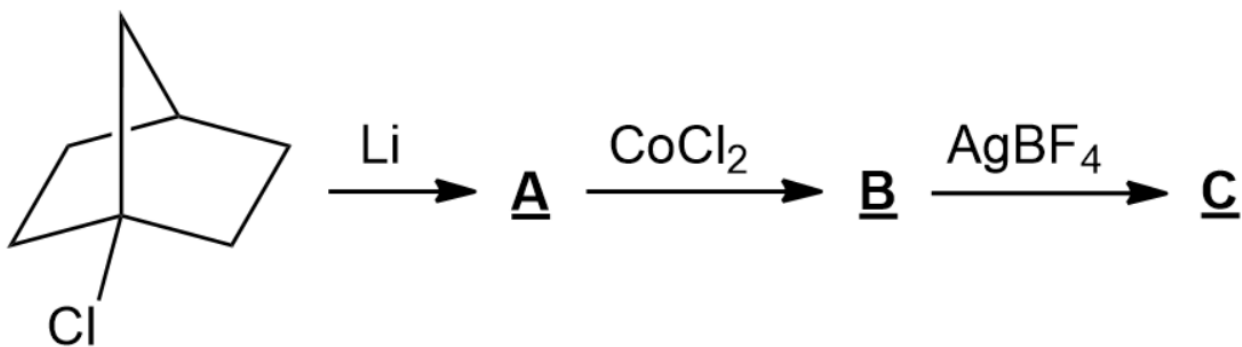
## Химия. 11 класс Вариант 1

**Задание 1.** Одним из интереснейших направлений исследований в современном химическом синтезе является получение соединений химических элементов в необычных или нестабильных степенях окисления. Ещё сравнительно недавно считалось, что максимальная степень окисления, которую могут проявлять химические элементы, равна +8, однако в 2010 году группа из немецких и финских учёных при помощи квантово-химических расчётов предсказала, что иридий может проявлять степень окисления +9, после чего, в 2014 году, это было экспериментально подтверждено. Для проверки этой гипотезы иридиевую мишень облучали импульсным лазером и обрабатывали подаваемой под давлением смесью аргона и кислорода, в результате чего был выделен и охарактеризован катион  $[\text{IrO}_4]^+$ . Также было предсказано, что платина может образовывать катион  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ , проявляя при этом формальную степень окисления +10, однако на данный момент подтвердить эту гипотезу экспериментально ещё не удалось.

1. Приведите примеры двух химических соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8.
2. Заполните пропуски в уравнениях следующих химических реакций, если известно, что в продуктах каждой из них один или несколько химических элементов проявляют необычные и/или неустойчивые степени окисления. Укажите окислители и восстановители. Как изменяются их степени окисления?



Интересным подходом к получению соединений металлов в необычных степенях окисления является связывание центрального атома в комплекс с органическими лигандами или в металлоорганическое соединение с объёмными органическими радикалами. К примеру, кобальт, как правило, проявляет степени окисления +2 и +3, однако в ряде металлоорганических соединений, таких как тетраakis(1-норборнил)кобальт(IV) **В** и его соль **С**, он стабилен в степенях окисления +4 и +5 соответственно. Для их получения можно использовать следующий способ:

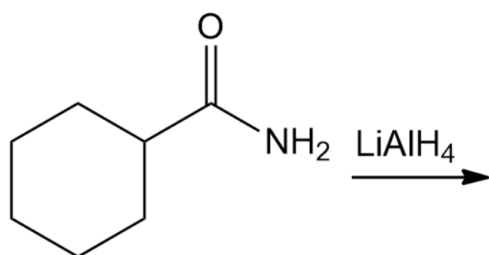


3. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C** и напишите уравнения реакций их получения, если известно, что в реакции превращения **A**  $\rightarrow$  **B** катион  $\text{Co}^{2+}$  диспропорционирует с выделением  $\text{Co}^0$ , а в **B**  $\rightarrow$  **C** образуется всего два продукта, один из которых – металлическое серебро. Для записи органических и металлоорганических веществ используйте структурные формулы.

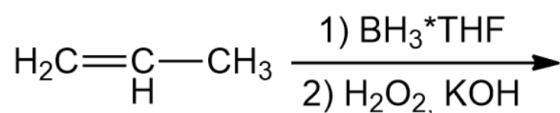
(22 балла)

**Задание 2.** Установите строение основных органических продуктов следующих химических реакций:

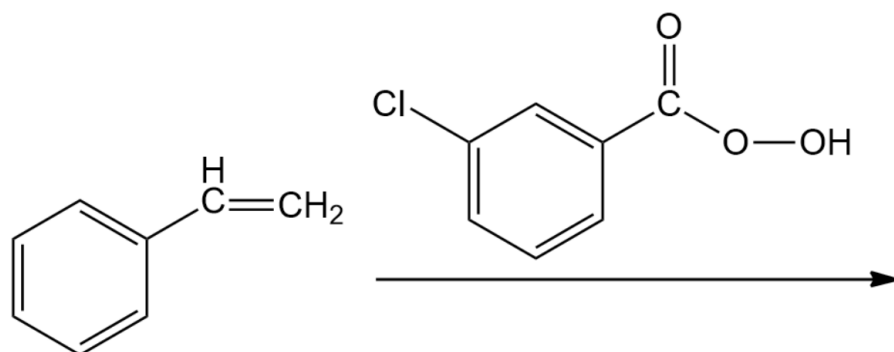
1.



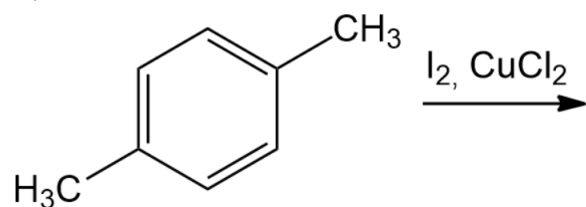
2.



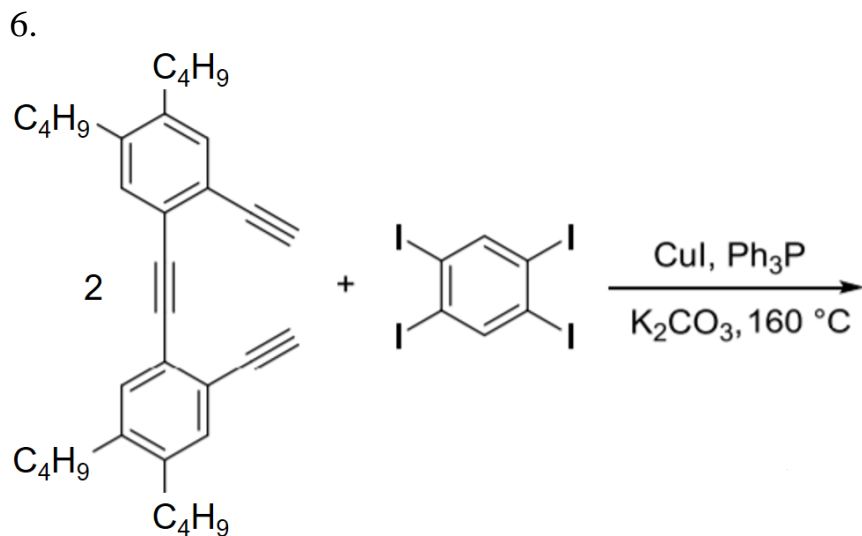
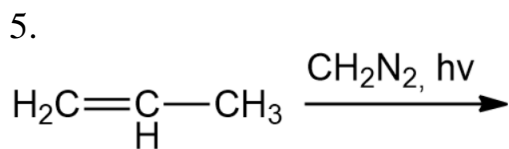
3.



4.







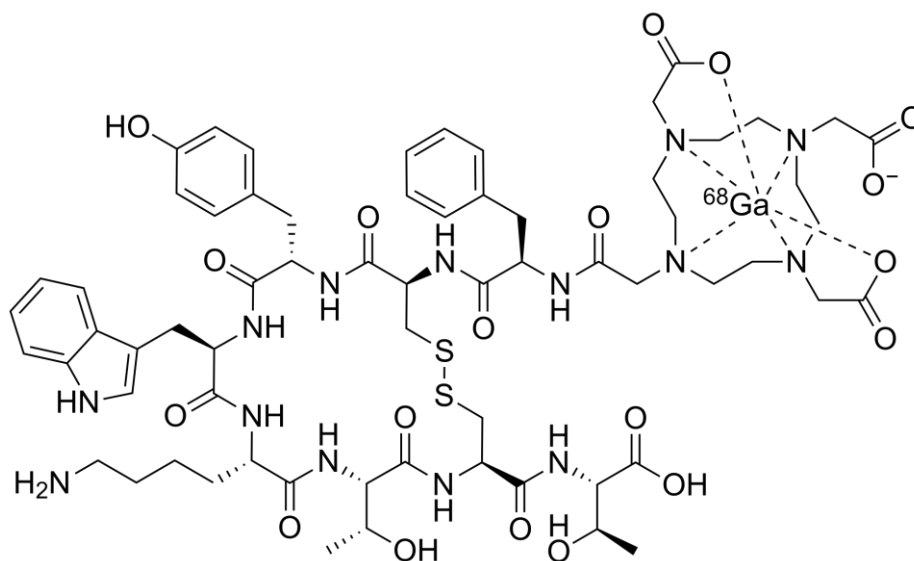
\* THF – тетрагидрофуран.

Известно, что реакция 4 протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, в реакции 5 образуется циклический продукт, а в структуре продукта реакции 6 есть 12-членные циклы.

(18 баллов)

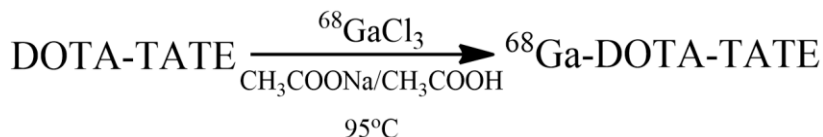
**Задание 3.** Галлий-68 – искусственный радионуклид, широко применяющийся в медицинской практике для визуализации ряда опухолей методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

Одним из наиболее часто используемых радиофармацевтических лекарственных препаратов в ПЭТ-диагностике на основе галлия-68 является хелатный комплекс  $^{68}\text{Ga}$ -DOTA-TATE.



Галлий-68 преимущественно (87%) распадается посредством позитронного распада (период полураспада равен 67,71 мин).

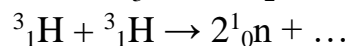
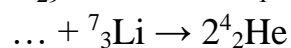
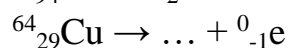
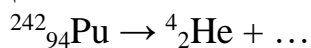
1. Запишите схему позитронного распада радионуклида  $^{68}\text{Ga}$ .
2. Один из возможных способов синтеза  $^{68}\text{Ga-DOТА-TATE}$  происходит по схеме:



Установите длительность указанного синтеза (в час.) (выход реакции считать 100%), если известно, что  $n_{\text{исх}}(^{68}\text{Ga}) = 0,0079$  нмоль,  $n_{\text{исх}}(\text{DOТА-TATE}) = 0,0091$  нмоль, а активность полученного продукта составила 653,2 МБк. Чему равна исходная активность  $^{68}\text{Ga}$ ? Сколько моль  $^{68}\text{Ga}$  распалось за время синтеза?

$n_{\text{исх}}$  – количество вещества в начальный момент времени

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные данные:

Закон радиоактивного распада:

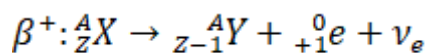
$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где  $N_t$  – число атомов к моменту времени  $t$ ,  $N_0$  – начальное число атомов,  $\lambda$  – постоянная распада.

Активность радиоактивного источника ( $A$ ) – это число распадов в единицу времени [ $\text{с}^{-1} = \text{Бк}$ ].

$$A_t = \lambda N_t$$

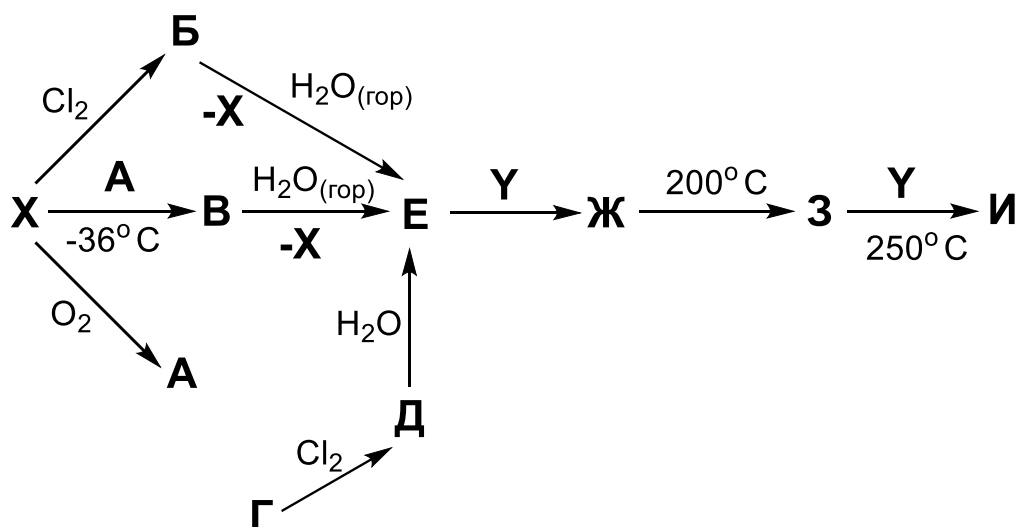
Схема позитронного распада ( $\beta^+$ ):



Приставки	Множитель
Мега (М)	$10^6$
Нано (н)	$10^{-9}$

(20 баллов)

**Задание 4.** На схеме представлены превращения соединений, каждое из которых содержит очень распространенный в природе элемент Э.



Бесцветный газ **X** может быть окислен кислородом до соединения **A** (реакция 1). При взаимодействии **X** с **A** при  $-36^\circ C$  образуется термически нестабильное соединение **B** (реакция 2), которое при контакте с горячей водой переходит в соединение **E**, при этом выделяется газ **X** (реакция 3). При взаимодействии **X** с хлором образуется оранжево-желтый газ **B** (реакция 4), который реагирует с горячей водой, с образованием соляной кислоты и соединения **E**, при этом выделяется газ **X** (реакция 5). **E** может быть получено и другим путем: при взаимодействии сухого вещества **Г** с хлором происходит выделение кислорода, образование соли, которая не растворяется в воде и соединения **D** (реакция 6), которое реагирует с водой с получением **E** (реакция 7). **E** реагирует с безводным **Y** с получением соли **Ж** (реакция 8). Соединение **Ж** разлагается при нагревании около  $200^\circ C$  с выделением газа **З** с характерным сладковатым запахом. Этот газ способен разрушать атмосферный озон (реакция 9). При нагревании **З** с **Y** происходит образование простого вещества **И** элемента Э (реакция 10).

Известно, что массовая доля элемента Э в **Y** примерно в 1.765 раз больше, чем в **X**, а массовая доля Э в веществе **B** составляет 36.8%.

1. Расшифруйте элемент Э и соединения **A-И**, **X** и **Y**.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

*(17 баллов)*

**Задание 5.** В таблице представлена информация о бинарных соединениях **A-B** элемента **X** и бинарных соединениях **Г-Е** элемента **Y** (второй элемент у них одинаковый):

Соединение	Физические свойства (н.у.)	Массовая доля
<b>А</b>	Бесцветный газ	
<b>Б</b>	Бесцветный газ	$W(\text{X}) = 38.4\%$
<b>В</b>	Бесцветный газ	
<b>Г</b>	Бесцветная жидкость	
<b>Д</b>	Светло-желтая жидкость	
<b>Е</b>	Жидкость золотисто-красного цвета	$W(\text{Y}) = 80.8\%$

Вещества **А-Е** реагируют с  $\text{SiO}_2$ . Среди продуктов реакции - кислород и газ **Ж**, содержащий кремний. В таблице ниже представлены данные о количествах **А-Е**, взятых для реакции, и массе пероксида бария, который выделяет такое же количество кислорода при своем термическом разложении:

Соединение	Количество исходного соединения	Масса $\text{BaO}_2$ , г
<b>А</b>	4.64 л (80 кПа, $-25^\circ\text{C}$ )	15.2
<b>Б</b>	3.11 л (90 кПа, $24^\circ\text{C}$ )	28.7
<b>В</b>	3.82 л (60 кПа, $40^\circ\text{C}$ )	37.2
<b>Г</b>	4.7 мл ( $d = 2.47$ г/мл)	28.0
<b>Д</b>	9.3 мл ( $d = 2.80$ г/мл)	48.2
<b>Е</b>	12.1 мл ( $d = 2.15$ г/мл)	22.2

- 1) Какие элементы скрываются под литерами **Х** и **У**?
- 2) Расшифруйте соединения **А-Ж**.
- 3) Напишите указанные реакции.

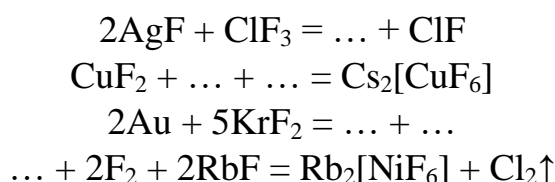
*(23 балла)*



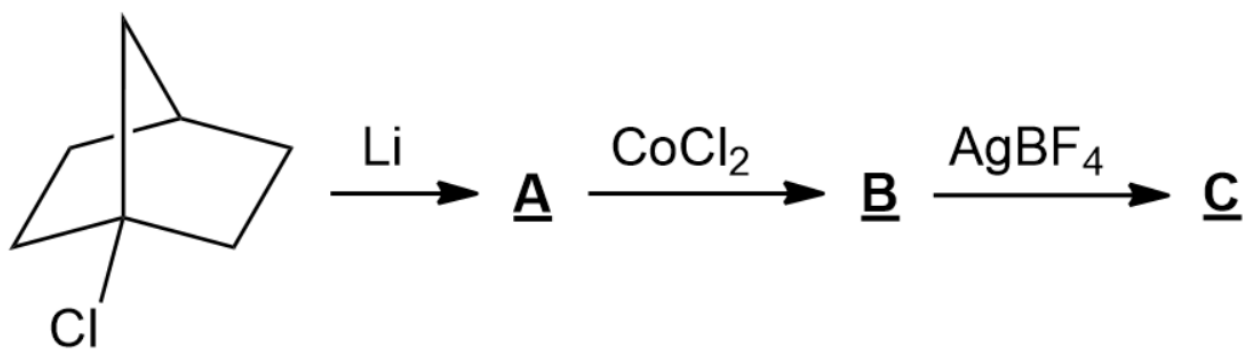
**Химия. 11 класс**  
**Вариант 2**

**Задание 1.** Одним из интереснейших направлений исследований в современном химическом синтезе является получение соединений химических элементов в необычных или нестабильных степенях окисления. Ещё сравнительно недавно считалось, что максимальная степень окисления, которую могут проявлять химические элементы, равна +8, однако в 2010 году группа из немецких и финских учёных при помощи квантово-химических расчётов предсказала, что иридий может проявлять степень окисления +9, после чего, в 2014 году, это было экспериментально подтверждено. Для проверки этой гипотезы иридиевую мишень облучали импульсным лазером и обрабатывали подаваемой под давлением смесью аргона и кислорода, в результате чего был выделен и охарактеризован катион  $[\text{IrO}_4]^+$ . Также было предсказано, что платина может образовывать катион  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ , проявляя при этом формальную степень окисления +10, однако на данный момент подтвердить эту гипотезу экспериментально ещё не удалось.

1. Приведите примеры двух химических соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8.
2. Заполните пропуски в уравнениях следующих химических реакций, если известно, что в продуктах каждой из них один или несколько химических элементов проявляют необычные и/или неустойчивые степени окисления. Укажите окислители и восстановители. Как изменяются их степени окисления?



Интересным подходом для получения соединений металлов в необычных степенях окисления является связывание центрального атома в комплекс с органическими лигандами или в металлоорганическое соединение с объёмными органическими радикалами. К примеру, кобальт, как правило, проявляет степени окисления +2 и +3, однако в ряде металлоорганических соединений, таких как тетраакс(1-норборнил)кобальт(IV) **В** и его соль **С**, он стабилен в степенях окисления +4 и +5 соответственно. Для их получения можно использовать следующий способ:

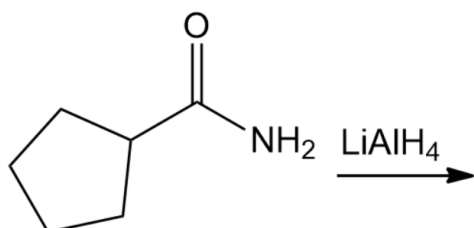


3. Установите структурные формулы веществ A, B, C и напишите уравнения реакций их получения, если известно, что в реакции превращения A  $\rightarrow$  B катион  $\text{Co}^{2+}$  диспропорционирует с выделением  $\text{Co}^0$ , а в B  $\rightarrow$  C образуется всего два продукта, один из которых – металлическое серебро. Для записи органических и металлоорганических веществ используйте структурные формулы.

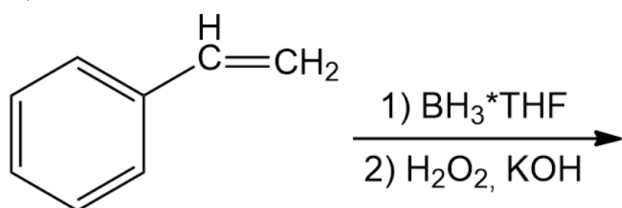
(22 балла)

**Задание 2.** Установите строение основных органических продуктов следующих химических реакций:

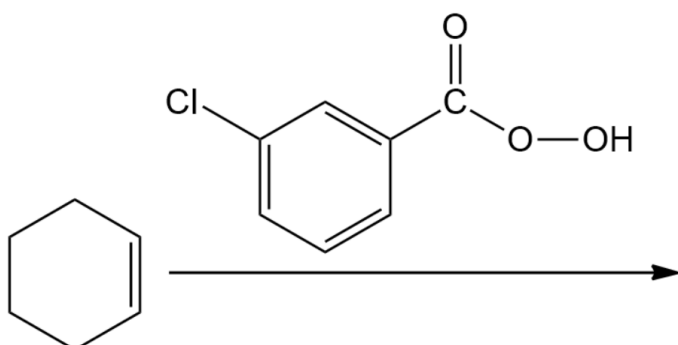
1.



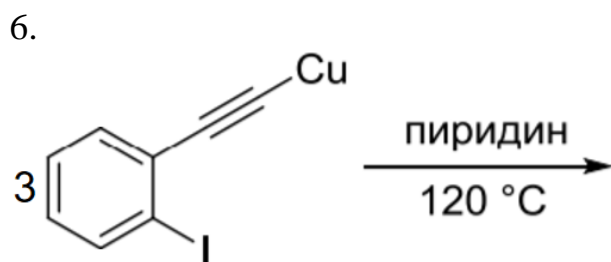
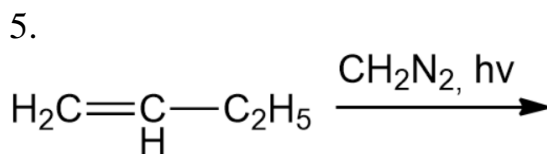
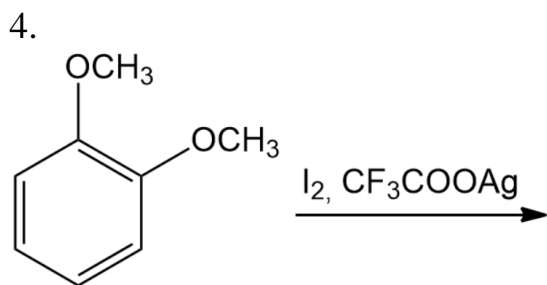
2.



3.







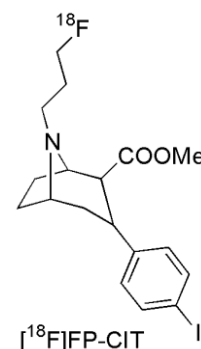
\* THF – тетрагидрофуран.

Известно, что реакция 4 протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, в реакции 5 образуется циклический продукт, а в структуре продукта реакции 6 есть 12-членный цикл.

(18 баллов)

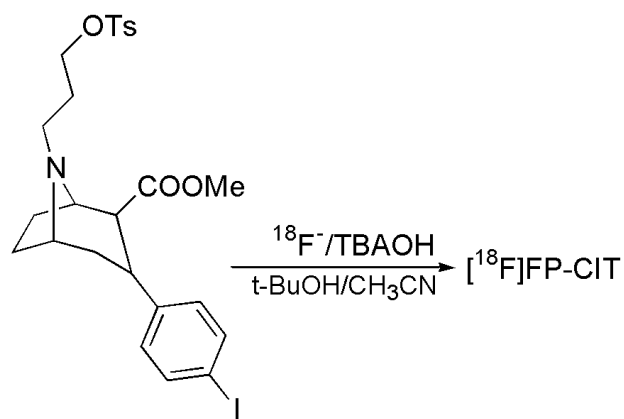
**Задание 3.** Фтор-18 – самый распространенный техногенный радионуклид, применяющийся в ядерной медицине для диагностики огромного спектра заболеваний методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

В частности, для оценки степени тяжести болезни Паркинсона в ПЭТ-диагностике используется  $[^{18}\text{F}]\text{N}$ -(3-фторпропил)-2 $\beta$ -карбоксиметокси-3 $\beta$ -(4-иодфенил)нортропан ( $[^{18}\text{F}]\text{FP-CIT}$ ).



Фтор-18 преимущественно (97%) распадается посредством позитронного распада (период полураспада равен 109,77 мин).

1. Запишите схему позитронного распада радионуклида  $^{18}\text{F}$ .
2. Радиофторирование прекурсора (N-[3-(тозилокси)пропил]-2 $\beta$ -карбоксиметокси-3 $\beta$ -(4-иодфенил)нортропан) для получения  $[^{18}\text{F}]\text{FP-CIT}$  происходит по следующей схеме:

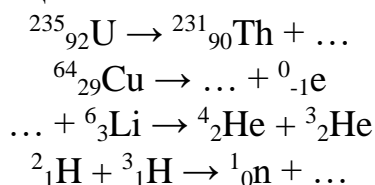


TBAOH – гидроксид тетрабутиламмония  
*t*-BuOH – третбутиловый спирт  
*Ts* -  $n\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2$

Установите длительность указанного процесса (в час.) (выход реакции считать 100%), если известно, что  $n_{\text{исх}}(^{18}\text{F}) = 0,058$  нмоль,  $n_{\text{исх}}(\text{прекурсора}) = 0,095$  нмоль, а активность полученного продукта составила 3,02 ГБк. Чему равна исходная активность  $^{18}\text{F}$ ? Сколько моль  $^{18}\text{F}$  распалось за время реакции?

$n_{\text{исх}}$  – количество вещества в начальный момент времени

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные данные:

Закон радиоактивного распада:

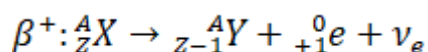
$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где  $N_t$  – число атомов к моменту времени  $t$ ,  $N_0$  – начальное число атомов,  $\lambda$  – постоянная распада.

Активность радиоактивного источника ( $A$ ) – это число распадов в единицу времени [ $\text{с}^{-1} = \text{Бк}$ ].

$$A_t = \lambda N_t$$

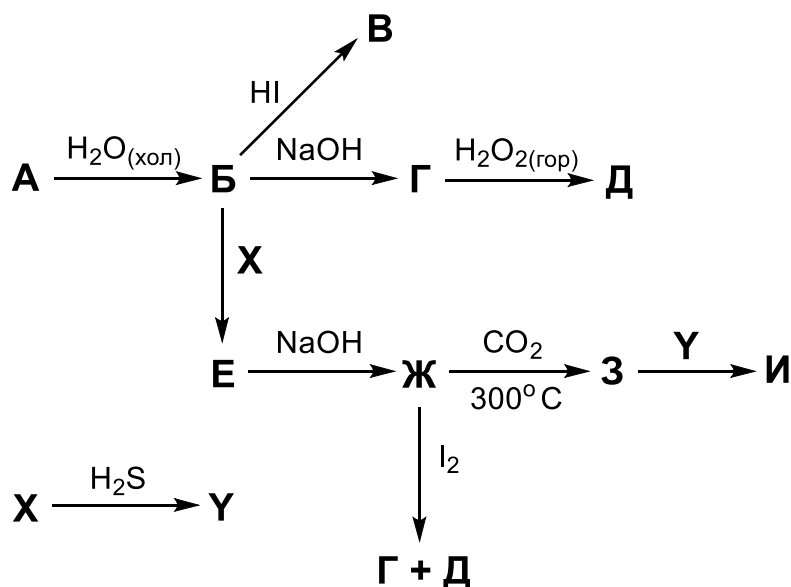
Схема позитронного распада ( $\beta^+$ ):



Приставки	Множитель
Гига (Г)	$10^9$
Нано (н)	$10^{-9}$

(20 баллов)

**Задание 4.** На схеме представлены превращения соединений, каждое из которых содержит очень распространенный в природе элемент Э.



Соединение **А** термически нестабильно, при обработке его холодной водой образуется раствор вещества **Б**, проявляющего кислотные свойства (реакция 1). При взаимодействии с иодоводородной кислотой происходит образование бурового осадка и бесцветного газа **В** (реакция 2). При добавлении к **Б** раствора гидроксида натрия происходит образование вещества **Г** (реакция 3), которое при кипячении с перекисью водорода превращается в **Д** (реакция 4). При обработке **Б** веществом **Х** происходит образование соединения **Е** ( $w\%(\text{Э}) = 45.2\%$ ) (реакция 5). Вещество **Е** реагирует с щелочью с получением соли **Ж** (реакция 6). При взаимодействии **Ж** с иодом помимо иодоводородной кислоты происходит образование двух соединений **Г** и **Д** (реакция 7). При нагревании **Ж** в присутствии углекислого газа выделяется газ **З** с характерным сладковатым запахом, способный реагировать с атмосферным озоном (реакция 8). При нагревании **З** с **У** происходит образование простого вещества **И** элемента Э (реакция 9). Интересно отметить, что **У** может быть получен из **Х** при помощи сероводорода (реакция 10). Известно, что массовая доля элемента Э в соединениях **Х** и **У** составляет 42.4% и 82.4% соответственно. Причем молекула соединения **Х** содержит на один атом кислорода больше. Массовая доля элемента Э в веществе **А** - 36.8%.

1. Расшифруйте элемент Э и соединения **А-И**, **Х** и **У**.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

*(17 баллов)*

### Задача 5.

В таблице представлена информация о бинарных соединениях **А-В** элемента **Х** и бинарных соединениях **Г-Е** элемента **У** (второй элемент у них одинаковый):

Соединение	Физические свойства (н.у.)	Массовая доля
<b>А</b>	Жидкость золотисто-красного цвета	
<b>Б</b>	Светло-желтая жидкость	$W(\mathbf{X}) = 58.4\%$
<b>В</b>	Бесцветная жидкость	
<b>Г</b>	Бесцветный газ	$W(\mathbf{Y}) = 27.2\%$
<b>Д</b>	Бесцветный газ	
<b>Е</b>	Бесцветный газ	

Вещества **А-Е** реагируют с  $\text{SiO}_2$ . Среди продуктов реакции - кислород и газ **Ж**, содержащий кремний. В таблице ниже представлены данные о количествах **А-Е**, взятых для реакции, и массе пероксида бария, который выделяет такое же количество кислорода при своем термическом разложении:

Соединение	Количество исходного соединения	Масса $\text{BaO}_2$ , г
<b>А</b>	9.3 мл ( $d = 2.15$ г/мл)	17.1
<b>Б</b>	8.3 мл ( $d = 2.80$ г/мл)	43.0
<b>В</b>	6.7 мл ( $d = 2.47$ г/мл)	40.0
<b>Г</b>	19.56 л (10 кПа, $73^\circ\text{C}$ )	28.7
<b>Д</b>	7.94 л (30 кПа, $85^\circ\text{C}$ )	20.3
<b>Е</b>	11.17 л (50 кПа, $-33^\circ\text{C}$ )	23.7

- 1) Какие элементы скрываются под литерами **Х** и **У**?
- 2) Расшифруйте соединения **А-Ж**.
- 3) Напишите указанные реакции.

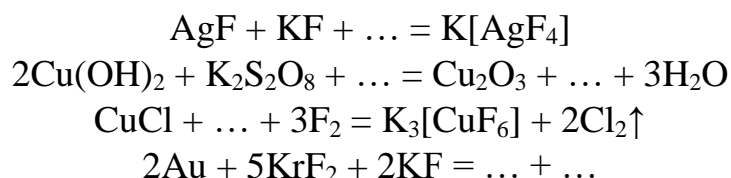
*(23 балла)*



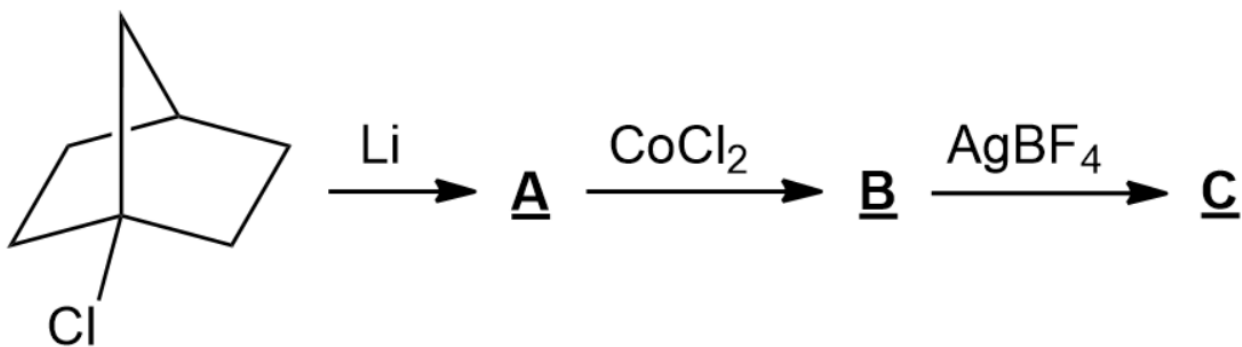
## Химия. 11 класс Вариант 3

**Задание 1.** Одним из интереснейших направлений исследований в современном химическом синтезе является получение соединений химических элементов в необычных или нестабильных степенях окисления. Ещё сравнительно недавно считалось, что максимальная степень окисления, которую могут проявлять химические элементы, равна +8, однако в 2010 году группа из немецких и финских учёных при помощи квантово-химических расчётов предсказала, что иридий может проявлять степень окисления +9, после чего, в 2014 году, это было экспериментально подтверждено. Для проверки этой гипотезы иридиевую мишень облучали импульсным лазером и обрабатывали подаваемой под давлением смесью аргона и кислорода, в результате чего был выделен и охарактеризован катион  $[\text{IrO}_4]^+$ . Также было предсказано, что платина может образовывать катион  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ , проявляя при этом формальную степень окисления +10, однако на данный момент подтвердить эту гипотезу экспериментально ещё не удалось.

1. Приведите примеры двух химических соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8.
2. Заполните пропуски в уравнениях следующих химических реакций, если известно, что в продуктах каждой из них один или несколько химических элементов проявляют необычные и/или неустойчивые степени окисления. Укажите окислители и восстановители. Как изменяются их степени окисления?



Интересным подходом для получения соединений металлов в необычных степенях окисления является связывание центрального атома в комплекс с органическими лигандами или в металлоорганическое соединение с объёмными органическими радикалами. К примеру, кобальт, как правило, проявляет степени окисления +2 и +3, однако в ряде металлоорганических соединений, таких как тетраакс(1-норборнил)кобальт(IV) **В** и его соль **С**, он стабилен в степенях окисления +4 и +5 соответственно. Для их получения можно использовать следующий способ:

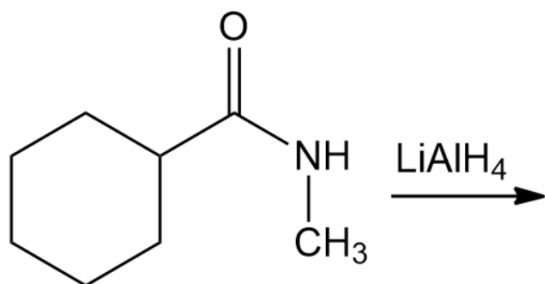


3. Установите структурные формулы веществ A, B, C и напишите уравнения реакций их получения, если известно, что в реакции превращения A  $\rightarrow$  B катион  $\text{Co}^{2+}$  диспропорционирует с выделением  $\text{Co}^0$ , а в B  $\rightarrow$  C образуется всего два продукта, один из которых – металлическое серебро. Для записи органических и металлоорганических веществ используйте структурные формулы.

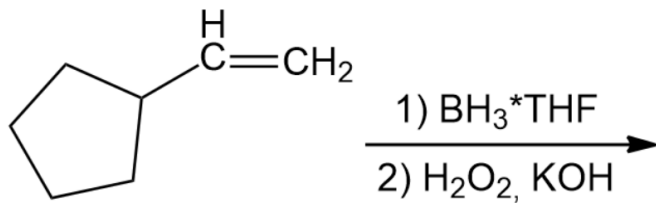
(22 балла)

**Задание 2.** Установите строение основных органических продуктов следующих химических реакций:

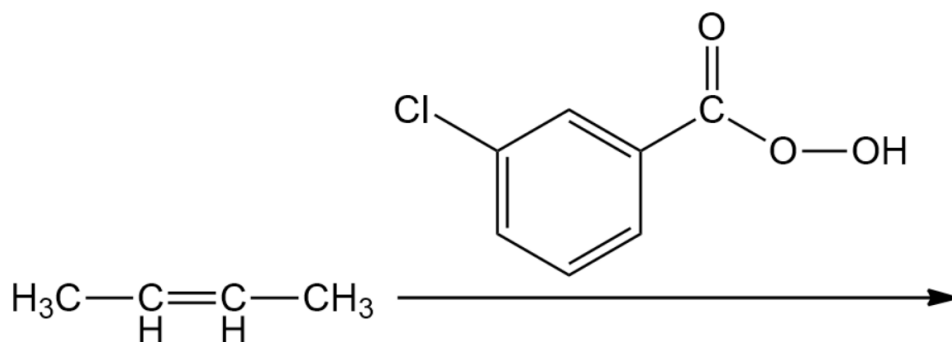
1.



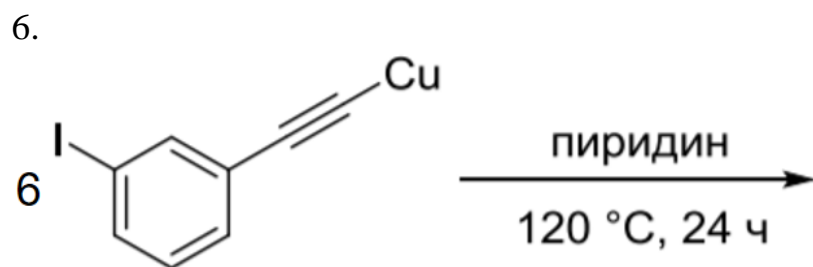
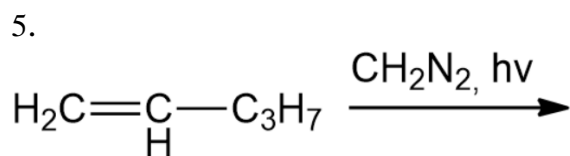
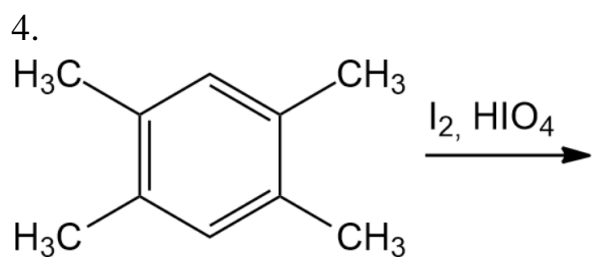
2.



3.







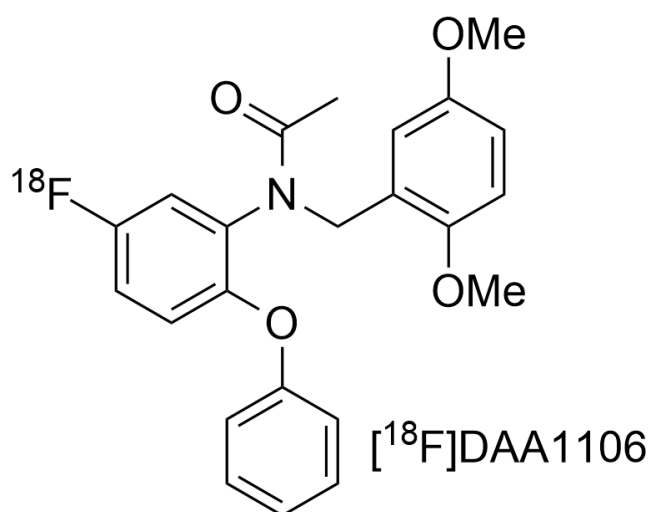
\* THF – тетрагидрофуран.

Известно, что реакция 4 протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, в реакции 5 образуется циклический продукт, а в структуре продукта реакции 6 есть 30-членный цикл.

*(18 баллов)*

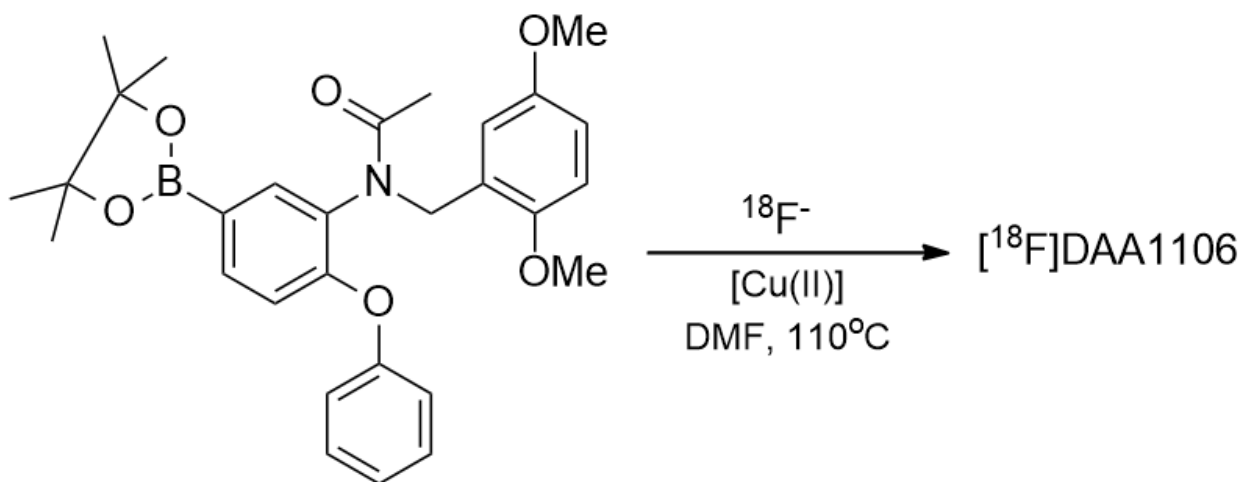
**Задание 3.** Фтор-18 – самый распространенный техногенный радионуклид, применяющийся в ядерной медицине для диагностики огромного спектра недугов методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

Для ПЭТ-диагностики ряда нейродегенеративных заболеваний потенциально может применяться [<sup>18</sup>F]DAA1106.



Фтор-18 преимущественно (97%) распадается посредством позитронного распада (период полураспада равен 109,77 мин).

1. Запишите схему позитронного распада радионуклида  $^{18}\text{F}$ .
2. Радиофторирование борсодержащего прекурсора для получения  $[^{18}\text{F}]\text{DAA1106}$  происходит по следующей схеме:



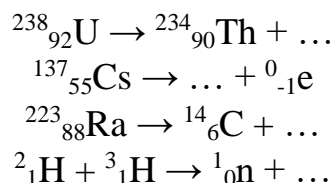
$[\text{Cu(II)}]$  – комплексный катализатор на основе меди(II)  
DMF - диметилформамид

Установите длительность указанного процесса (в час.) (выход реакции считать 100%), если известно, что  $n_{\text{исх}}(^{18}\text{F}) = 0,062$  нмоль,  $n_{\text{исх}}(\text{прекурсора}) = 0,083$  нмоль, а активность полученного продукта составила 3,4 ГБк. Чему равна исходная активность  $^{18}\text{F}$ ? Сколько моль  $^{18}\text{F}$  распалось за время реакции?

$n_{\text{исх}}$  – количество вещества в начальный момент времени

3. Закончите схемы ядерных реакций:

4.



Справочные данные:

Закон радиоактивного распада:

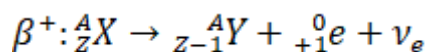
$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где  $N_t$  – число атомов к моменту времени  $t$ ,  $N_0$  – начальное число атомов,  $\lambda$  – постоянная распада.

Активность радиоактивного источника ( $A$ ) – это число распадов в единицу времени [ $\text{с}^{-1} = \text{Бк}$ ].

$$A_t = \lambda N_t$$

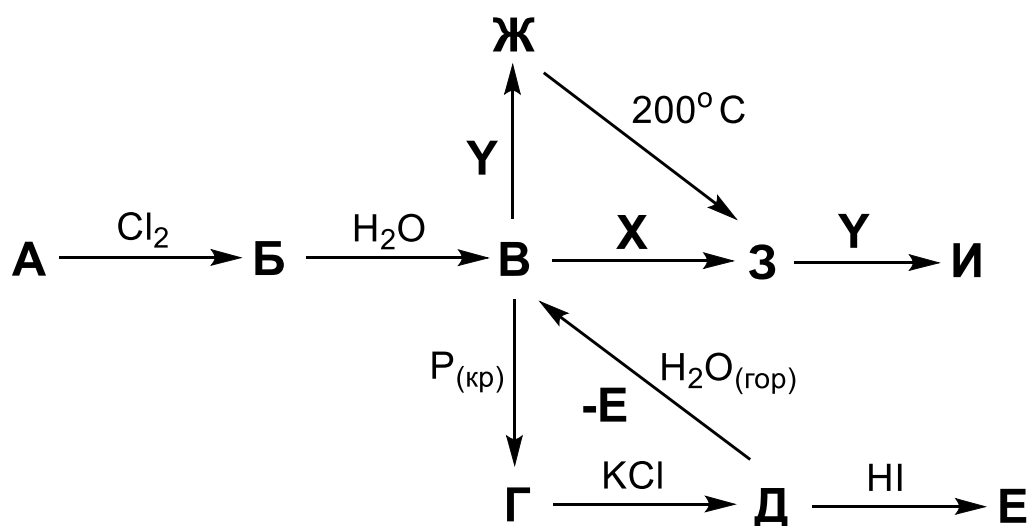
Схема позитронного распада ( $\beta^+$ ):



Приставки	Множитель
Гига (Г)	$10^9$
Нано (н)	$10^{-9}$

(20 баллов)

**Задание 4.** На схеме представлены превращения соединений, каждое из которых содержит очень распространенный в природе элемент Э.



Вещество **A** играет большую роль в аналитической химии. При пропускании над сухим **A** хлора происходит выделение кислорода, образование соли, которая не растворяется в воде и соединения **B** (реакция 1), которое реагирует с водой с получением единственного соединения **V** (реакция 2). При взаимодействии соединения **V** с красным фосфором происходит выделение газа **G** (реакция 3), который в жидком состоянии может реагировать с хлоридом калия с образованием оранжево-желтого газа **D** (реакция 4) и соли калия. Газ **D** реагирует с иодоводородной кислотой, в результате образуется бурый осадок и выделяется бесцветный газ **E** (реакция 5). Газ **E** также является одним из продуктов взаимодействия **D** с горячей водой, помимо него образуется также соединение **V** (реакция 6). При обработке **V** безводным **Y** образуется соль **Ж** (реакция 7), которая разлагается при нагревании около  $200^\circ\text{C}$  с выделением газа **Z**, являющегося озоноразрушающим веществом (реакция 8). Газ **Z** также может быть получен напрямую из соединения **V** при взаимодействии его с веществом **X** (реакция 9). При нагревании **Z** с **Y** происходит образование простого вещества **I** элемента Э (реакция 10).

Известно, что массовая доля элемента Э в соединениях X и Y составляет 14.4% и 82.4% соответственно. Соединение X является сильной кислотой, содержащей серу. Также дополнительно известно, что массовая доля элемента Э в веществе Б составляет 25.9%.

1. Расшифруйте элемент Э и соединения А-И, X и Y.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

(17 баллов)

**Задание 5.** В таблице представлена информация о бинарных соединениях А-В элемента X и бинарных соединениях Г-Е элемента Y (второй элемент у них одинаковый):

Соединение	Физические свойства (н.у.)	Массовая доля
А	Бесцветный газ	
Б	Бесцветный газ	
В	Бесцветный газ	W(X) = 65.1%
Г	Жидкость золотисто-красного цвета	
Д	Светло-желтая жидкость	
Е	Бесцветная жидкость	W(Y) = 45.7%

Вещества А-Е реагируют с SiO<sub>2</sub>. Среди продуктов реакции - кислород и газ Ж, содержащий кремний. В таблице ниже представлены данные о количествах А-Е, взятых для реакции, и массе пероксида бария, который выделяет такое же количество кислорода при своем термическом разложении:

Соединение	Количество исходного соединения	Масса BaO <sub>2</sub> , г
А	1.48 л (70 кПа, 38°C)	16.9
Б	5.52 л (50 кПа, 59°C)	25.4
В	6.89 л (90 кПа, -40°C)	27.0
Г	8.1 мл (d = 2.15 г/мл)	14.9
Д	6.3 мл (d = 2.80 г/мл)	32.6
Е	2.7 мл (d = 2.47 г/мл)	16.1

- 1) Какие элементы скрываются под литерами X и Y?
- 2) Расшифруйте соединения А-Ж.
- 3) Напишите указанные реакции.

(23 балла)

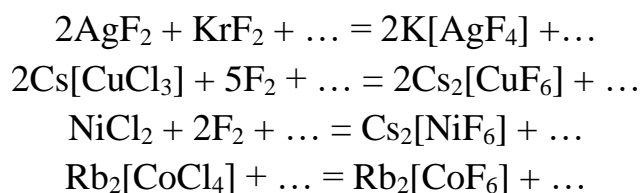


**Химия. 11 класс**  
**Вариант 4**

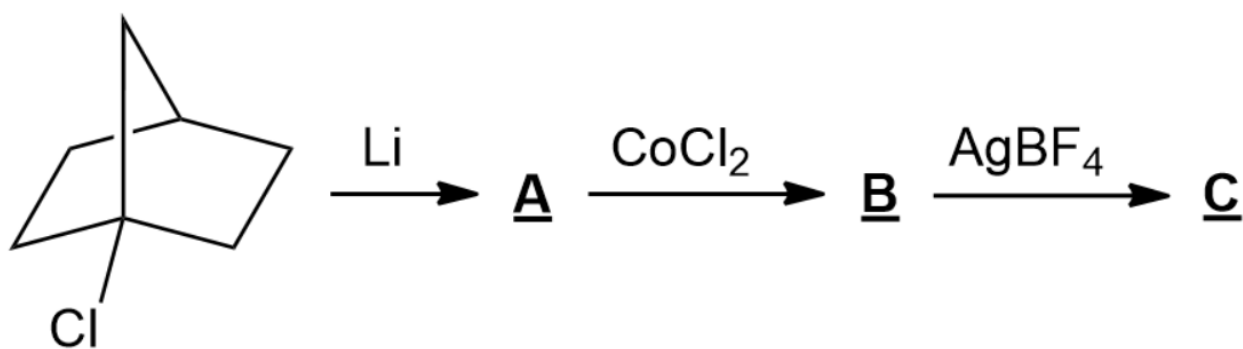
**Задача 1.**

Одним из интереснейших направлений исследований в современном химическом синтезе является получение соединений химических элементов в необычных или нестабильных степенях окисления. Ещё сравнительно недавно считалось, что максимальная степень окисления, которую могут проявлять химические элементы, равна +8, однако в 2010 году группа из немецких и финских учёных при помощи квантово-химических расчётов предсказала, что иридий может проявлять степень окисления +9, после чего, в 2014 году, это было экспериментально подтверждено. Для проверки этой гипотезы иридиевую мишень облучали импульсным лазером и обрабатывали подаваемой под давлением смесью аргона и кислорода, в результате чего был выделен и охарактеризован катион  $[\text{IrO}_4]^+$ . Также было предсказано, что платина может образовывать катион  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ , проявляя при этом формальную степень окисления +10, однако на данный момент подтвердить эту гипотезу экспериментально ещё не удалось.

1. Приведите примеры двух химических соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8.
2. Заполните пропуски в уравнениях следующих химических реакций, если известно, что в продуктах каждой из них один или несколько химических элементов проявляют необычные и/или неустойчивые степени окисления. Укажите окислители и восстановители. Как изменяются их степени окисления?



Интересным подходом для получения соединений металлов в необычных степенях окисления является связывание центрального атома в комплекс с органическими лигандами или в металлоорганическое соединение с объёмными органическими радикалами. К примеру, кобальт, как правило, проявляет степени окисления +2 и +3, однако в ряде металлоорганических соединений, таких как тетраакс(1-норборнил)кобальт(IV) **В** и его соль **С**, он стабилен в степенях окисления +4 и +5 соответственно. Для их получения можно использовать следующий способ:



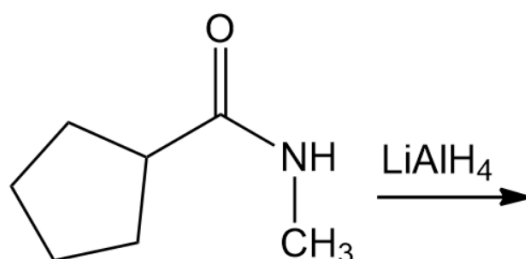
3. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C** и напишите уравнения реакций их получения, если известно, что в реакции превращения **A**  $\rightarrow$  **B** катион  $\text{Co}^{2+}$  диспропорционирует с выделением  $\text{Co}^0$ , а в **B**  $\rightarrow$  **C** образуется всего два продукта, один из которых – металлическое серебро. Для записи органических и металлоорганических веществ используйте структурные формулы.

(22 балла)

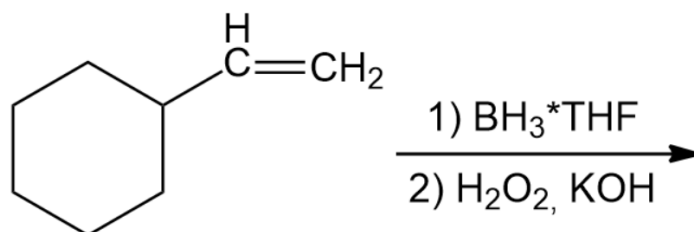
### Задача 2.

Установите строение основных органических продуктов следующих химических реакций:

1.

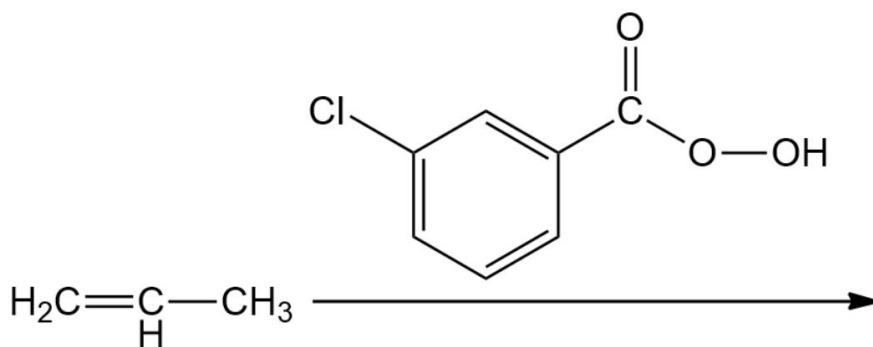


2.

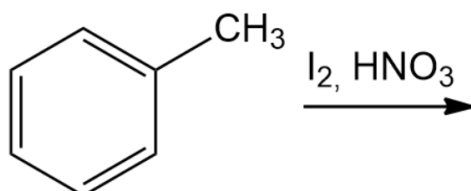


3.

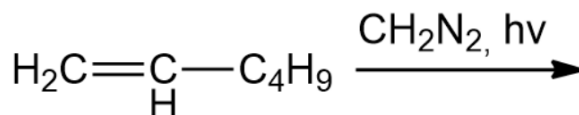




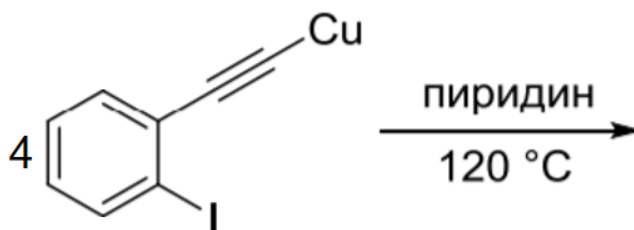
4.



5.



6.



\* THF – тетрагидрофуран.

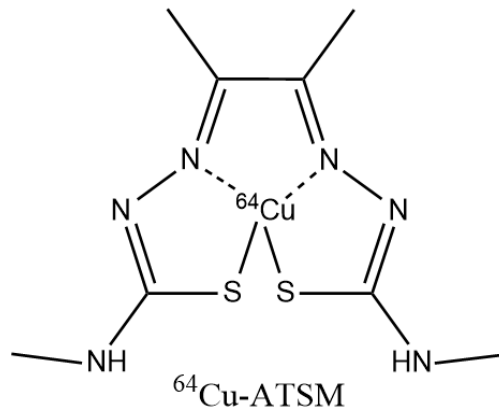
Известно, что реакция 4 протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, в реакции 5 образуется циклический продукт, а в структуре продукта реакции 6 есть 16-членный цикл.

(18 баллов)

### Задача 3.

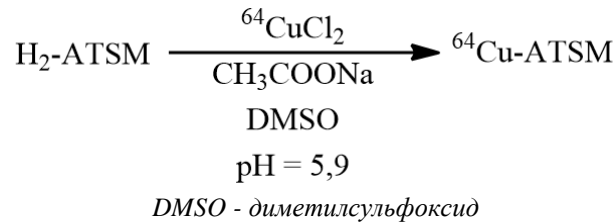
Медь-64 – искусственный радионуклид, применяемый в радионуклидных томографических методах исследования внутренних органов человека.

В частности, одним из способов выявления опухолевой гипоксии является позитронно-эмиссионная томография с  $^{64}\text{Cu}$ -ATSM.



Медь-64 может распадаться по четырем разным схемам, одной из которых является позитронный распад с вероятностью 18% (период полураспада равен 12,7 ч).

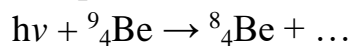
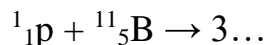
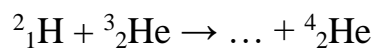
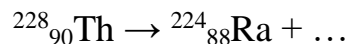
1. Запишите схему позитронного распада радионуклида  $^{64}\text{Cu}$ .
2. Один из наиболее известных способов синтеза  $^{64}\text{Cu-ATSM}$  происходит по схеме:



Установите длительность указанного синтеза (в час.) (выход реакции считать 100%), если известно, что  $n_{\text{исх}}(^{64}\text{Cu}) = 0,0652$  нмоль,  $n_{\text{исх}}(\text{H}_2\text{-ATSM}) = 0,0910$  нмоль, а активность полученного продукта составила 560 МБк. Чему равна исходная активность  $^{64}\text{Cu}$ ? Сколько моль  $^{64}\text{Cu}$  распалось за время синтеза?

$n_{\text{исх}}$  – количество вещества в начальный момент времени

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные данные:

Закон радиоактивного распада:

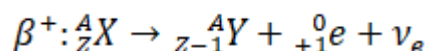
$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где  $N_t$  – число атомов к моменту времени  $t$ ,  $N_0$  – начальное число атомов,  $\lambda$  – постоянная распада.

Активность радиоактивного источника ( $A$ ) – это число распадов в единицу времени [ $\text{с}^{-1} = \text{Бк}$ ].

$$A_t = \lambda N_t$$

Схема позитронного распада ( $\beta^+$ ):

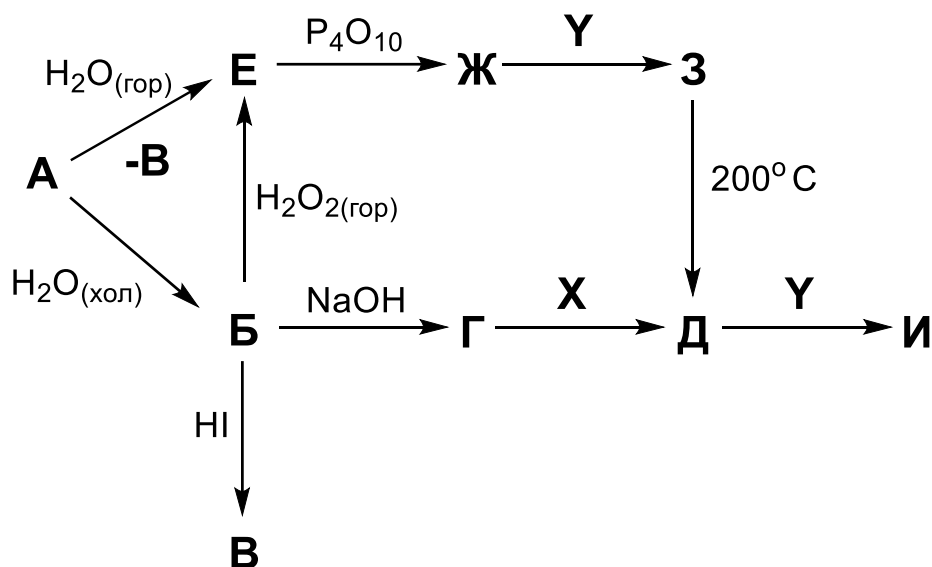


Приставки	Множитель
Мега (М)	$10^6$
Нано (н)	$10^{-9}$

(20 баллов)

#### Задача 4.

На схеме представлены превращения соединений, каждое из которых содержит очень распространенный в природе элемент Э.



Соединение А термически нестабильно, при обработке его холодной водой образуется раствор единственного вещества Б (реакция 1). При взаимодействии с иодоводородной кислотой происходит образование бурового осадка и бесцветного газа В (реакция 2). При добавлении к Б раствор гидроксида натрия происходит образование вещества Г (реакция 3). Взаимодействие Г с веществом Х приводит к образованию газа Д, являющегося озоноразрушающим веществом (реакция 4). Газ Д может быть получен и другим способом: так, при обработке А горячей водой помимо выделения газа В происходит образование соединения Е (реакция 5), которое также может быть получено напрямую из вещества Б при кипячении с концентрированной перекисью водорода (реакция 6). В свою очередь Е реагирует с оксидом фосфора (V) с образованием соединения Ж (реакция 7), обработка которого раствором вещества Y приводит к образованию соли З (реакция 8), разлагающейся при нагревании около 200

°С с выделением газа Д (реакция 9). При нагревании Д с У происходит образование простого вещества И элемента Э (реакция 10).

Известно, что массовая доля элемента Э в соединениях X и Y составляет 20.1% и 82.4% соответственно. Соединение X представляет из себя соль сильной кислоты. Также дополнительно известно, что массовая доля элемента Э в веществе А составляет 36.8%.

1. Расшифруйте элемент Э и соединения А-И, X и Y.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

(17 баллов)

### Задача 5.

В таблице представлена информация о бинарных соединениях А-В элемента X и бинарных соединениях Г-Е элемента Y (второй элемент у них одинаковый):

Соединение	Физические свойства (н.у.)	Массовая доля
А	Бесцветная жидкость	
Б	Светло-желтая жидкость	W(X) = 58.4%
В	Жидкость золотисто-красного цвета	
Г	Бесцветный газ	
Д	Бесцветный газ	W(Y) = 38.4%
Е	Бесцветный газ	

Вещества А-Е реагируют с SiO<sub>2</sub>. Среди продуктов реакции - кислород и газ Ж, содержащий кремний. В таблице ниже представлены данные о количествах А-Е, взятых для реакции, и массе пероксида бария, который выделяет такое же количество кислорода при своем термическом разложении:

Соединение	Количество исходного соединения	Масса BaO <sub>2</sub> , г
А	7.7 мл (d = 2.47 г/мл)	45.9
Б	9.3 мл (d = 2.80 г/мл)	48.2
В	8.9 мл (d = 2.15 г/мл)	16.3
Г	15.66 л (60 кПа, -47°С)	42.3
Д	9.09 л (40 кПа, 55°С)	33.8
Е	2.86 л (50 кПа, 34°С)	23.7

- 1) Какие элементы скрываются под литерами X и Y?
- 2) Расшифруйте соединения А-Ж.
- 3) Напишите указанные реакции.

(23 балла)