

**Министерство образования и науки РТ  
Казанский федеральный университет**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии 2020–2021 гг.  
Задания**

## Основные требования к проведению

1. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **листы с заданиями для своего класса**, а также не менее 4 экземпляров **бланков ответов**, распечатанных на листах формата А4 (только односторонняя печать!). Необходимо распечатать дополнительные экземпляры бланков ответов и предоставлять их по просьбе участников.
2. Никто из участников не должен получить или видеть **задания другого класса** или решать задания одновременно за несколько классов.
3. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **таблицы Менделеева и растворимости**, приведенные в этом файле ниже. **Запрещено** пользоваться принесенной с собой таблицей Менделеева и таблицей растворимости.
4. **Каждый участник** должен иметь при себе калькулятор. Оргкомитету желательно иметь несколько запасных калькуляторов и предоставлять их на время олимпиады по просьбе участников.
5. Участникам во время олимпиады **запрещается** пользоваться телефонами, компьютерами, наушниками, электронными часами, книгами и тетрадями с записями.
6. Участники записывают свои решения только на **лицевой стороне бланков ответов**. Обратная сторона бланков ответов не сканируется и не проверяется, о чем необходимо предупредить участников. Она может быть использована в качестве черновика. Участникам **запрещается** указывать свои личные данные на бланках ответов.
7. На решение задач всем участникам **вне зависимости от времени начала олимпиады** должно быть дано 3 часа 55 минут. После окончания этого времени участники должны сдать свои работы в течение пяти минут. Любой участник имеет право сдать свою работу и уйти раньше времени.
8. При сдаче работы представитель оргкомитета **в присутствии участника** нумерует страницы работы и указывает на каждой из них общее число страниц (использованных бланков ответов). Пустые неиспользованные бланки изымаются.
9. Оргкомитет шифрует и сканирует работы. Сканированные работы участников с указанием шифров и таблица соответствия ФИО участников шифрам должны быть отправлены в Республиканский олимпиадный центр в день проведения олимпиады **до их проверки**.

Раздается каждому участнику

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

## РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	ОН <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sup>+</sup>		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag <sup>+</sup>	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba <sup>2+</sup>	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca <sup>2+</sup>	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu <sup>2+</sup>	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg <sup>2+</sup>	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb <sup>2+</sup>	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe <sup>3+</sup>	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 M) H – нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> M) – – не существует или разлагается водой

Раздается каждому участнику

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008	2 He 4,0026																	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559		22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059		40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Nh [284]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Число Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>, заряд электрона  $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  Кл

## 8 класс (максимум 39 баллов)

### Задание 1.

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. Масса одного атома металла равна  $3,27 \cdot 10^{-25}$  кг. Этим металлом является:

- А) Бронза
- Б) Медь
- В) Серебро
- Г) Золото

2. Для приготовления 1 кг 12% раствора хлорида натрия необходимо смешать:

- А) 970 г 10% раствора и 30 г твердой соли
- Б) 500 г 8% и раствора 500 г 14 % раствора
- В) 600 г 20% раствора и 400 г воды
- Г) 200 г 40% раствора и 800 г воды

3. Наименьшую плотность при нормальных условиях будет иметь:

- А)  $F_2$
- Б)  $Cl_2$
- В)  $Br_2$
- Г)  $I_2$

4. Хлор имеет среднюю молярную массу 35,5 г/моль и представлен в природе двумя изотопами с массами 35 г/моль и 37 г/моль. Доля атомов с массой 35 г/моль в природе составляет:

- А)  $1/2$
- Б)  $3/4$
- В)  $1/4$
- Г)  $35/37$

5. Электронная конфигурация внешнего слоя  $ns^2np^5$  характерна для элементов:

- А) Главной подгруппы V группы
- Б) Побочной подгруппы V группы

- В) Главной подгруппы VII группы
- Г) Побочной подгруппы VII группы

6. Число молей ионов в одном моле сульфата калия равно:

- А) 1
- Б) 3
- В) 5
- Г) 7

7. Среди перечисленных соединений наибольшую массовую долю углерода имеет:

- А)  $C_{17}H_{33}ClO_2$
- Б)  $C_{11}H_{22}O_4$
- В)  $C_8H_6N_4O_2$
- Г)  $C_{40}H_{60}O_8$

8. Числа нейтронов, протонов и электронов одинаковы в наиболее распространенном изотопе:

- А) Висмута
- Б) Кальция
- В) Железа
- Г) Водорода

9. Химическими реакциями не сопровождается растворение в воде:

- А) Хлора
- Б) Натрия
- В) Кислорода
- Г) Углекислого газа

10. К реакциям восстановления металла из оксида не относится:

- А) Взаимодействие  $ZnO$  и  $HCl$
- Б) Взаимодействие  $Fe_3O_4$  и  $CO$
- В) Взаимодействие  $TiO_2$  и  $H_2$
- Г) Взаимодействие  $Fe_2O_3$  и  $Al$

## Задание 2.

Для приготовления сплава, состоящего из одновалентного и четырехвалентного металла в мольном соотношении 1:1, юный химик взял 10,00 г одновалентного металла и 4,44 г четырехвалентного. Полученный

сплав может прореагировать с избытком хлора с образованием 30,87 г твердых продуктов.

1. Определите с помощью расчета, какие металлы были взяты.
2. Запишите уравнения реакций с хлором.

### Задание 3.

Простое вещество **A**, название которого в русском языке женского рода, может реагировать с простыми веществами **X**, **Y** и **Z**, названия которых среднего рода. При реакции с **X** может образоваться только один нерастворимый в воде продукт черного цвета, в составе которого атомов одного элемента в 2 раза больше, чем другого. В реакциях **A** с **Y** или **A** с **Z** при нагревании в обоих случаях образуются нерастворимые в воде вещества коричневого цвета, содержащие атомы двух элементов в соотношении 1:1. С еще простым веществом **M**, название которого также среднего рода, **A** не реагирует.

1. Определите **A**, **X** и **M**. Запишите уравнение реакции **A** с **X**.

В присутствии простого вещества **B**, название которого в русском языке женского рода, в реакции **A** и **Y** образуется соединение золотистого цвета, в составе которого атомов одного элемента в 2 раза больше, чем другого. Вещество **B**, способное растворять **A** и **Y**, выступает в роли катализатора этой реакции.

2. Определите **Y**, **Z** и **B**. Запишите уравнение реакции **A** с **Y** в отсутствии и присутствии **B**.

Существуют и другие соединения **A** с **Z**. Одно из них часто встречается в природе и содержит 53% **A** по массе.

3. Запишите формулу этого соединения, а также еще одного возможного соединения **A** и **Z**.
4. Один юный химик заметил, что для проведения реакции на 1 моль **A** следует взять 8 моль **Z**. Прав ли он? Объясните почему. Запишите уравнение реакции **A** и **Z**.

### Задание 4.

Определите формулы веществ 1–10, в состав которых могут входить только натрий, сера, кислород и водород (не обязательно все вместе), исходя из известных величин массовых долей элементов.

Вещество	Na	S	H
1	22,1	30,8	1,0
2	14,3	10,0	6,3
3	29,1	40,6	0
4	19,1	26,7	?
5	19,3	26,9	?
6	20,7	?	0
7	41,0	?	?
8	?	?	11,2
9	?	99,2	?
10	?	25,8	?

## 9 класс (максимум 45 баллов)

### Задание 1.

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. Наименьший объём в нормальных условиях будет иметь 1 г:

- А) Кислорода
- Б) Озона
- В) Аргона
- Г) Фтора

2. Для мышьяка минимально и максимально возможные степени окисления:

- А)  $-4$  и  $+4$
- Б)  $-3$  и  $+5$
- В)  $-2$  и  $+6$
- Г)  $-1$  и  $+7$

3. В газовой смеси плотностью 1,607 г/л (н.у.) содержится 40% кислорода, 20% азота (по объёму) и газ X. Этим газом может быть:

- А)  $\text{H}_2$
- Б)  $\text{CH}_4$
- В)  $\text{CO}_2$
- Г)  $\text{SO}_2$

4. К аллотропным модификациям углерода не относится:

- А) Карбин
- Б) Графен
- В) Фуллерен
- Г) Адамантан

5. Восстановлением апатитов углём в присутствии диоксида кремния получают следующее простое вещество:

- А) S
- Б) Ca
- В) Si
- Г) P

6. Выберите значение давления, которое меньше остальных:

- А) 0,100 бар
- Б) 10000 Па
- В) 100 см водн.ст.

Г) 75,0 мм рт.ст.

7. При смешении одной массовой части 10% раствора соли, двух частей 20% раствора той же соли и трёх частей воды образуется раствор, содержание соли в котором по массе равно:

А) 5,55 %

Б) 7,25 %

В) 8,33 %

Г) 9,53 %

8. Известно, что плотность щелочных металлов возрастает с увеличением их молярной массы. На основании этой информации выберите верное суждение:

А) Кубик из натрия с ребром 1 см весит больше, чем кубик из лития с ребром 1 см

Б) 1 моль калия имеет большую массу, чем 1 моль рубидия

В) 1 моль натрия имеет больший объём, чем 1 моль калия

Г) Равные объёмы калия и натрия имеют одинаковую массу

9. Степенью окисления +3 не обладает металл в оксиде:

А)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Б)  $\text{Co}_3\text{O}_4$

В)  $\text{Mn}_3\text{O}_4$

Г)  $\text{Pb}_3\text{O}_4$

10. Гептагидрат некоторой соли теряет при нагревании 50,40 % массы, подвергаясь полной дегидратации. Молярная масса безводной формы данной соли равна:

А) 78 г/моль

Б) 112 г/моль

В) 124 г/моль

Г) 149 г/моль

11. При продолжительном стоянии открытого сосуда с раствором щёлочи на воздухе:

А) Масса сосуда увеличивается за счёт поглощения углекислого газа из воздуха

Б) Масса сосуда уменьшается за счёт испарения воды

В) Происходит оба процесса, описанных в А и Б

Г) Масса сосуда не изменяется

12. Концентрация ионов натрия в растворе, содержащем 0,1 М  $\text{HNO}_3$ , 0,15 М  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и 0,2 М  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , равна:

А) 0,35 М

Б) 0,50 М

В) 0,70 М

Г) 0,85 М

13. Наибольшая массовая доля азота в соединении:

- А) Нитрат аммония
- Б) Цианид аммония
- В) Роданид аммония
- Г) Нитрит аммония

14. Жёлтым цветом не обладает следующий осадок:

- А)  $\text{CdS}$
- Б)  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$
- В)  $\text{AgI}$
- Г)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

15. С идеальным газом последовательно проделали следующие операции:

- І) Изотермическое расширение до вдвое меньшего давления; ІІ) Изохорное нагревание до втрое большей абсолютной температуры; ІІІ) Изобарное нагревание до вдвое большей (относительно ІІ) абсолютной температуры; ІV) Возвращение к давлению І без изменения температуры. Как изменился объём газа?
- А) Не изменился
- Б) Уменьшился в 3 раза.
- В) Увеличился в 3 раза.
- Г) Увеличился в 6 раз.

## Задание 2.

Неорганические стёкла представляют собой смеси оксидов различных металлов с диоксидом кремния. Например, калийно-известковое стекло состоит из оксида калия, оксида кальция и диоксида кремния, а его состав в общем виде можно отразить формулой  $x\text{K}_2\text{O} \cdot y\text{CaO} \cdot z\text{SiO}_2$ .

1. Другой вид стекла – содово-известковое. Запишите общую формулу этого стекла.

Для приготовления калийно-известкового стекла кварцевый песок смешивают с поташом и мелом, а затем сплавляют при высокой температуре. В одном из экспериментов было взято 1316 г песка (93%  $\text{SiO}_2$  по массе, остальное примеси), 484 г поташа (97%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  по массе, остальное примеси) и 362 г мела (94%  $\text{CaCO}_3$  по массе, остальное примеси). Известно, что все примеси химически инертны и в полученное стекло не попадают.

2. Вычислите соотношение  $x:y:z$  для полученного стекла.

3. Какая масса стекла была получена?

4. Калийно-известковое стекло другого состава содержит 5,53% кальция и 41,92% кислорода по массе. Установите соотношение  $x:y:z$  для этого образца.

Стёкла, полученные из непереходных металлов, обычно бесцветные, но введение небольшого количества переходных металлов позволяет получить требуемую окраску. Например, введение двух разных оксидов одного и того же металла позволяет получать стёкла желтоватого или зеленоватого оттенка. Первый из этих оксидов содержит 48,00% кислорода по массе, а второй – 68,42% металла.

5. Определите с помощью расчета формулы двух оксидов металла, способных окрасить стекло в указанные цвета.

### Задание 3.

В лаборатории имеется три раствора карбоната натрия – **А**, **В** и **С**, из которых были приготовлены три смеси. На каждую из полученных смесей действовали избытком соляной кислоты, а выделившийся при этом газ собрали и измерили его объем при н.у. Полученные результаты сведены в таблицу:

смесь	масса раствора <b>А</b> , г	масса раствора <b>В</b> , г	масса раствора <b>С</b> , г	объем выделившегося газа (н.у.), дм <sup>3</sup>
1	150	100	50	8,92
2	150	100	150	12,09
3	100	100	100	8,85

1. Рассчитайте массовые доли карбоната натрия в исходных растворах **А**, **В** и **С**.
2. Чему равны массовые доли карбоната натрия в смесях 1, 2 и 3?
3. При осторожном добавлении к смеси №3 103 г 14% раствора соляной кислоты выделения газа не наблюдалось. Приведите массовые доли всех компонентов полученного раствора, кроме воды.
4. Какая масса осадка декагидрата карбоната натрия выпадет при охлаждении до 0°C смеси 1, если растворимость безводной соли при этой температуре 6,75 г на 100 г воды?

### Задание 4.

Термоиндикаторы – вещества или смеси веществ, которые изменяют свой цвет в определённом температурном диапазоне. Чаще всего такое изменение связано с протеканием химической реакции. Примером термоиндикаторной смеси может служить смесь пероксида бария с сульфидом свинца, а примером индивидуального вещества – карбонат никеля. Реакции в этом

случае протекают необратимо, и термоиндикатор можно использовать только один раз.

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при нагреве указанной смеси и указанного вещества. В какой цвет окрашен термоиндикатор до и после реакции в каждом случае?

Примером обратимого термоиндикатора является кристаллогидрат хлорида распространённого двухвалентного металла, обратимо теряющий всю кристаллизационную воду (45,44% массы) при умеренном нагревании. При охлаждении он медленно присоединяет воду из воздуха и постепенно восстанавливать исходный цвет. В ходе разложения окраска меняется с розовой на синюю.

2. Установите формулу этого термоиндикатора.

Другими обратимыми термоиндикаторами являются комплексные соединения ртути  $\text{Ag}_2\text{HgI}_4$  и  $\text{Cu}_2\text{HgI}_4$ . Последний можно получить пропусканием диоксида серы через водный раствор, содержащий сульфат меди (II) и тетраиодомеркурат калия  $\text{K}_2\text{HgI}_4$ .

3. Запишите уравнения получения  $\text{Cu}_2\text{HgI}_4$  по описанной реакции.

Термоиндикатор на основе меди обратимо меняет цвет с красного на коричневый при  $70^\circ\text{C}$ , а индикатор на основе серебра – с жёлтого на тёмно-коричневый при  $40^\circ\text{C}$ . Изменение цвета обусловлено перестройкой кристаллической решётки. Было показано, что смешанные соединения состава  $\text{Ag}_x\text{Cu}_{(2-x)}\text{HgI}_4$  меняют цвет при температуре, которая находится в линейной зависимости от  $x$ .

4. Запишите формулу термоиндикатора, который меняет свой цвет при температуре  $45^\circ\text{C}$ . Какой будет температура перехода смешанного соединения, массовое содержание меди и серебра в котором одинаково?

**10 класс (максимум 47 баллов)**

**Задание 1.**

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. Углеводород с двадцатью атомами углерода имеет в составе два цикла, три двойные связи и одну тройную связь. Чему равно количество атомов водорода в данном соединении?

- А) 26
- Б) 28
- В) 30
- Г) 32

2. Гибридизация всех атомов углерода одинакова в соединении:

- А)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$
- Б)  $\text{H}_2\text{C=C=CH}_2$
- В)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- Г)  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

3. Почернение серебряных изделий обуславливается присутствием в воздухе небольших количеств:

- А)  $\text{CO}_2$
- Б)  $\text{H}_2\text{S}$
- В)  $\text{NH}_3$
- Г)  $\text{Cl}_2$

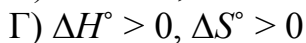
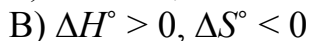
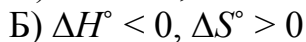
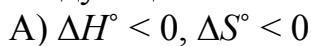
4. Нелинейную форму имеет следующая частица:

- А)  $\text{I}_3^-$
- Б)  $\text{HCN}$
- В)  $\text{SF}_2$
- Г)  $\text{N}_3^-$

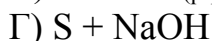
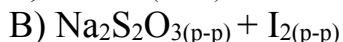
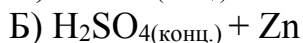
5. В системе, где протекает реакция  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ , равновесие установилось при следующих парциальных давлениях компонентов:  $p(\text{CO}) = 0,2$  бар;  $p(\text{Cl}_2) = 0,4$  бар;  $p(\text{COCl}_2) = 0,1$  бар. Чему равна константа равновесия данной реакции?

- А) 0,50
- Б) 1,00
- В) 1,25
- Г) 2,25

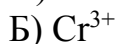
6. Самопроизвольно протекающая реакция не может характеризоваться следующими значениями термодинамических функций:



7. Изменения степени окисления серы не происходит при взаимодействии:



8. К раствору соли металла медленно приливали водный раствор аммиака. Наблюдалось постепенное образование осадка и его полное растворение. Какой ион металла мог находиться в растворе?



9. С идеальным газом последовательно проделали следующие операции:

І) Изотермическое расширение до вдвое меньшего давления; ІІ) Изохорное нагревание до втрое большей абсолютной температуры; ІІІ) Изобарное нагревание до вдвое большей (относительно ІІ) абсолютной температуры; ІV) Возвращение к давлению І без изменения температуры. Как изменился объём газа?

А) Не изменился

Б) Уменьшился в 3 раза.

В) Увеличился в 3 раза.

Г) Увеличился в 6 раз.

10. К 100 г 5% раствора соли последовательно прилили:

І) 50 мл воды; ІІ) 50 г 5 % раствора той же соли; ІІІ) 100 мл воды; ІV) 200 г 10 % раствора той же соли. Массовая доля соли в полученном растворе равна:

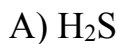
А) 4 %

Б) 4,5 %

В) 5 %

Г) 5,5 %

11. При пропускании неизвестного газа через раствор иодида калия последний приобрел коричневый цвет. Этим газом может быть:



Г)  $\text{NH}_3$

12. В бутылке объёмом 1,5 литра при давлении 1 атм и температуре 20 °С содержится воздух массой:

А) 1,0 г

Б) 1,4 г

В) 1,8 г

Г) 2,2 г

13. К озонидам среди перечисленных ниже соединений относится:

А)  $\text{CrO}_3$

Б)  $\text{CsO}_3$

В)  $\text{ClO}_3$

Г)  $\text{UO}_3$

14. На рисунке ниже изображен:



А) Прибор для прокаливания в токе газа

Б) Дефлегматор

В) Экстрактор

Г) Холодильник

15. Реагентом, позволяющим обнаружить присутствие фосфат-иона в растворе, является:

А) Реактив Чугаева

Б) Реактив Несслера

В) Молибденовая жидкость

Г) Реактив Толленса

## Задание 2.

При изготовлении некоторых изделий используется техника никелирования – нанесение на изделие тонкой никелевой плёнки толщиной от 1 до 50 мкм. Чаще всего никелирование производится электрохимическим способом. Для подавления побочных процессов в ходе электролиза в раствор помимо соли никеля добавляются некоторые другие компоненты. Например, один из составов для никелирования готовят путем растворения 250 г безводного сульфата никеля, 25 г борной кислоты, 5 г хлорида калия и 5 г фторида калия в 1 л воды.

1. Вычислите массовые доли компонентов (кроме воды) в полученном растворе, не учитывая диссоциацию и обмен ионами.
2. Какие массы компонентов необходимо взять на 1 л воды для получения раствора того же состава, если вместо безводной соли использовать никелевый купорос  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ?

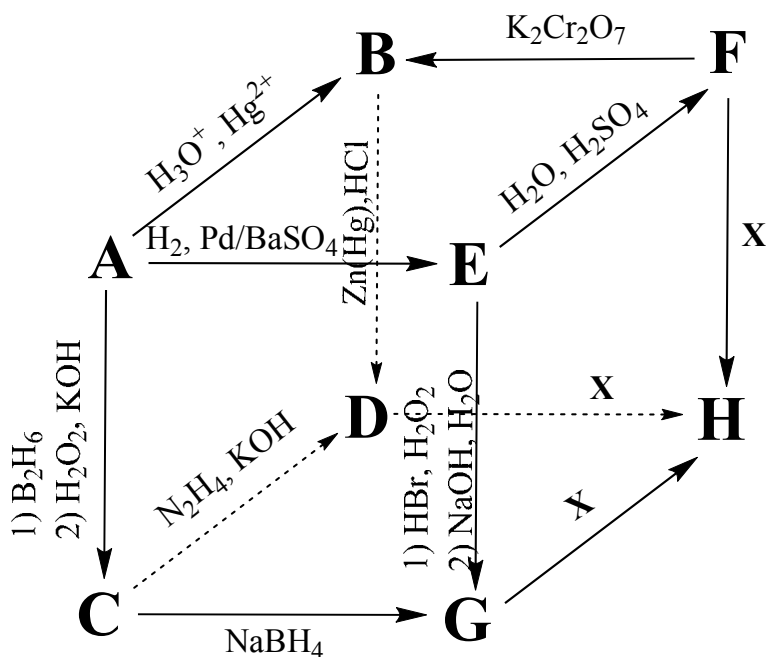
При электролизе раствора на катоде выделяется металл, а второй возможный катодный процесс практически не идет.

3. Напишите уравнение обоих возможных катодных процессов.

Для покрытия металлической детали площадью поверхности  $320 \text{ см}^2$  никелем (плотность  $8,9 \text{ г/см}^3$ ) Юра приготовил раствор приведённого выше состава, целиком погрузил в него деталь и подключил источник постоянного тока. Проводя электролиз в течение 40 минут с силой тока 8 А, удалось полностью покрыть деталь равномерным слоем никеля. Выход по току при этом составил 97%.

4. Вычислите толщину нанесённого покрытия.
5. Какое количество деталей теоретически возможно покрыть слоем никеля такой же толщины, используя весь исходный раствор?

### Задание 3.



Перед вами схема превращений веществ **A-H**, которые содержат углерод (не более трех атомов в молекуле). Известно, что:

вещество **Н** можно получить при реакции вещества **Х** при комнатной температуре с **Д**, **Е** или **Г**;  
**В** и **С**, **Г** и **Е** – изомеры.

1. Расшифруйте вещества **А–Н** и **Х**.
2. Нарисуйте структурные формулы двух продуктов, получаемых при нагревании **А** в присутствии никелевого катализатора.
3. Напишите фамилии минимум двух ученых, в честь которых названы описанные реакции или правила, которым они подчиняются.

#### Задание 4.

Одним из видов ядерных реакций является альфа-распад, в ходе которого из более тяжёлых ядер образуются более лёгкие и выделяются альфа-частицы (ядра гелия-4  ${}^4_2\text{He}$ ). Известный пример такого распада – превращение урана-238 ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) в другой элемент, сопровождающееся выделением одной альфа-частицы.

1. Запишите уравнение ядерной реакции альфа-распада урана-238.

Закон радиоактивного распада, описывающий зависимость количества распадающегося изотопа от времени, имеет вид:

$$n = n_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}},$$

где  $n_0$  – начальное число атомов радиоактивного элемента,  $n$  – число оставшихся атомов в момент времени  $t$ ,  $T_{1/2}$  – период полураспада.

Образец полония-218 массой 0,04360 г положили на весы и следили за изменением его массы. В результате быстро протекающего альфа-распада масса образца уменьшилась на 0,00020 г через 77 секунд.

2. Запишите уравнение распада.
3. Найдите период полураспада полония-218, считая, что продукт распада значительно более стабилен.
4. Какую массу будут показывать весы через 370 секунд?

Другой вид радиоактивного распада, часто наблюдаемый в природе, это бета-распад, сопровождаемый выделением электронов (бета-частиц). Например, углерод-14 претерпевает бета-распад с выделением одного электрона и образованием другого элемента.

5. Запишите уравнение реакции бета-распада углерода-14.

Тяжёлые элементы подвергаются серии альфа- и бета-распадов до того момента, пока не образуется стабильный изотоп. Например, в результате последовательных распадов из нептуния-237 образуется висмут-209.

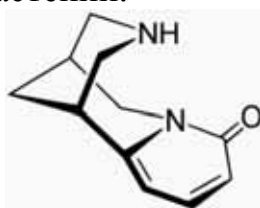
6. Определите число альфа- и число бета-распадов, сопровождающих превращение нептуния-237 в висмут-209.

## 11 класс (максимум 54 балла)

### Задание 1.

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. Ниже изображена структура цитизина – алкалоида, содержащегося в семенах некоторых бобовых растений.



Брутто-формула этого вещества:

- А)  $C_{11}H_{14}N_2O$
- Б)  $C_{10}H_{10}N_2O$
- В)  $C_{11}H_{12}N_2O$
- Г)  $C_{10}H_{12}N_2O$

2. Константа равновесия некоторой реакции при температуре 300 К выше, чем при температуре 400 К. Это говорит о том, что данная реакция является:

- А) Мономолекулярной
- Б) Бимолекулярной
- В) Экзотермической
- Г) Эндотермической

3. Последовательная обработка бензола концентрированной азотной кислотой и цинковой пылью в присутствии соляной кислоты приводит к образованию:

- А) Фенола
- Б) Анилина
- В) Нитробензола
- Г) Хлорида фениламмония

4. В водном растворе серной кислоты массовая доля водорода равна 7,1 %. Вычислите массовую долю серной кислоты в данном растворе:

- А) 44,4 %
- Б) 50,0 %
- В) 54,7 %
- Г) 61,3 %

5. К раствору соли металла медленно приливали водный раствор аммиака. Наблюдалось постепенное образование осадка и его полное растворение. Какой ион металла мог находиться в растворе?

А)  $\text{Al}^{3+}$

Б)  $\text{Cr}^{3+}$

В)  $\text{Cu}^{2+}$

Г)  $\text{Ca}^{2+}$

6. Реакцию брома с толуолом невозможно провести таким образом, чтобы в качестве основного продукта образовывался:

А) 2-бромтолуол

Б) 3-бромтолуол

В) 4-бромтолуол

Г) Бензилбромид

7. На титрование раствора, содержащего 0,312 г предельной одноосновной карбоновой кислоты, понадобилось 12 мл 0,2 М раствора NaOH. Этой кислотой может быть:

А) Бутановая кислота

Б) Пентановая кислота

В) Гексановая кислота

Г) Гептановая кислота

8. Кислых солей не образует кислота:

А)  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Б)  $\text{H}_3\text{PO}_3$

В)  $\text{H}_3\text{PO}_2$

Г) HF

9. Образование оксида азота (II) не наблюдается при взаимодействии:

А) Сернокислого раствора иодида калия с нитритом натрия

Б) Азота с кислородом под действием электрического разряда

В) Меди с разбавленной азотной кислотой

Г) Нитрита калия и хлорида аммония в растворе при нагревании

10. В бутылке объёмом 1,5 литра при давлении 1 атм и температуре 20 °С содержится воздух массой:

А) 1,0 г

Б) 1,4 г

В) 1,8 г

Г) 2,2 г

11. Имеются 0,01 М растворы HF и HCl. Какое из следующих утверждений является верным?

А) pH раствора HCl выше pH раствора HF

- Б) рН раствора HCl ниже рН раствора HF  
В) рН описанных растворов абсолютно одинаков  
Г) рН растворов отличается незначительно (менее 0,1 единицы шкалы рН)

12. Наименьшая скорость нитрования будет наблюдаться для:

- А) Нитробензола  
Б) Фенола  
В) Бензола  
Г) Толуола

13. Соль двухвалентного железа образуется при взаимодействии:

- А)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})}$   
Б)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$   
В)  $\text{FeCl}_{3(\text{р-р})} + \text{Cu}_{(\text{тв.})}$   
Г)  $\text{K}_2\text{FeO}_{4(\text{р-р})} + \text{HCl}_{(\text{р-р})}$

14. Зависимость скорости реакции второго порядка  $\nu$  от концентрации реагента  $C$  описывается уравнением  $\nu = kC^2$ , а зависимость концентрации реагента от времени – уравнением  $kt = 1/C - 1/C_0$ , где  $C_0$  – начальная концентрация реагента. Через какое время скорость реакции уменьшится в 2 раза по сравнению с начальной?

- А)  $0,5/kC_0$   
Б)  $0,25/kC_0$   
В)  $0,41/kC_0$   
Г) Бесконечное

15. На рисунке ниже изображен:



- А) Прибор для прокаливания в токе газа  
Б) Дефлегматор  
В) Экстрактор  
Г) Холодильник

## Задание 2.

На экспериментальном туре Международной олимпиады по химии участникам было выдано 8 неподписанных пробирок, в каждой из которых находился бесцветный водный раствор одного из следующих веществ: ацетат свинца, гидрокарбонат калия, гидроксид натрия, гидросульфид натрия, иодид

бария, нитрат серебра, перхлорат аммония, сульфат магния. При этом ни в каких двух пробирках не было одинаковых веществ.

Участник олимпиады Тамаш смешал попарно в чистых пробирках все растворы друг с другом. Наблюдавшиеся при этом явления он записал в таблицу, где результат смешивания содержимого двух пробирок находится в клетке на пересечении строки и столбца с номерами, соответствующими номерам пробирок.

	1	2	3	4	5	6	7
2	желтый осадок, газ без запаха	—	—	—	—	—	—
3	нет	белый осадок, газ с запахом при нагревании	—	—	—	—	—
4	черный осадок	нет	запах при нагревании	—	—	—	—
5	черный осадок	нет	запах при нагревании	нет	—	—	—
6	белый осадок	белый осадок, газ без запаха	нет	белый осадок	черный осадок	—	—
7	желтый осадок	белый осадок и газ без запаха при нагревании	нет	нет	нет	желтый осадок	—
8	белый осадок	белый осадок и газ без запаха при нагревании	нет	белый осадок	белый осадок и газ с запахом при нагревании	белый осадок	белый осадок

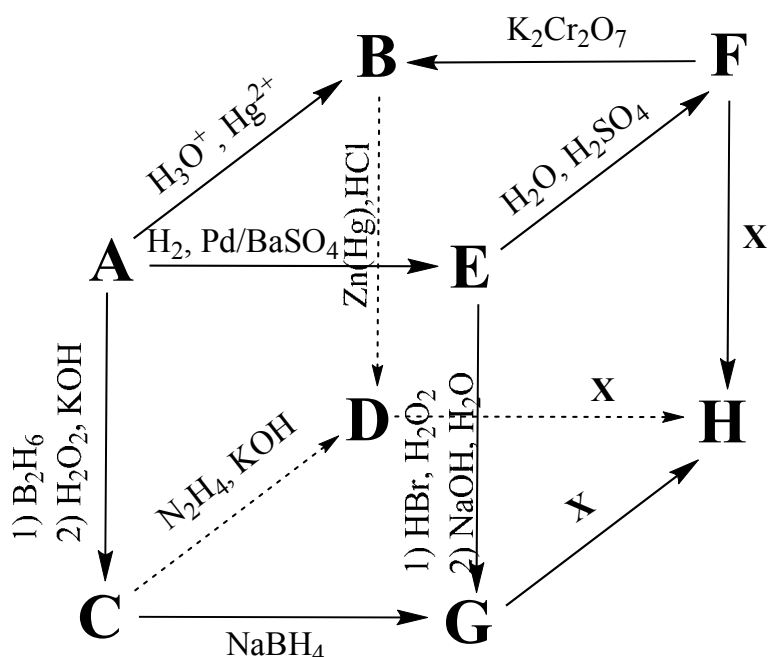
1. Определите, какое вещество находилось в каждой из пробирок.
2. Напишите уравнения осуществленных реакций.

### Задание 3.

Перед вами схема превращений веществ **A-H**, которые содержат углерод (не более трех атомов в молекуле). Известно, что:

вещество **H** можно получить при реакции вещества **X** при комнатной температуре с **D**, **F** или **G**;

**B** и **C**, **G** и **F** – изомеры.



1. Расшифруйте вещества **A–H** и **X**.
2. Нарисуйте структурные формулы двух продуктов, получаемых при нагревании **A** в присутствии никелевого катализатора.
3. Напишите фамилии минимум двух ученых, в честь которых названы описанные реакции или правила, которым они подчиняются.

#### Задание 4.

В промышленности находят широкое применение сополимеры, получаемые при полимеризации смеси различных мономеров. Формулу одного из таких сополимеров, полученных при совместной полимеризации пропена ( $C_3H_6$ ) и стирола ( $C_8H_8$ ), можно записать как  $(C_3H_6)_x(C_8H_8)_{(1-x)}$ , где  $x$  – число от 0 до 1. В лабораторию поступил заказ исследовать три образца (I, II и III) такого сополимера с разными значениями  $x$ .

При анализе образца I удалось установить, что массовая доля углерода в нём составляет 91,13 %.

1. Определите значение  $x$  для образца I.

На полное сжигание 1,00 г образца II потребовалось 3,10 г кислорода.

2. Запишите уравнение сгорания сополимера и вычислите  $x$  для образца II.

При полном сгорании навесок образцов I, II и III массами по 1,00 г выделилось соответственно 42,9, 42,2 и 46,8 кДж тепла. Известно, что мольная теплота сгорания сополимера  $(C_3H_6)_x(C_8H_8)_{(1-x)}$  находится в линейной зависимости от  $x$ .

3. Вычислите значение  $x$  для образца III.
4. Вычислите тепловой эффект реакции полимеризации образца I, если теплоты сгорания  $C_3H_6$  и  $C_8H_8$  равны соответственно 2060 и 4386 кДж/моль.

**Задание 5.**

Рассмотрим несколько реакций, протекающих по одной и той же схеме  $A \rightarrow P$ . Для каждой из них известны константа скорости  $k$  и начальная концентрация реагента  $A$   $C_0$ , а исходная концентрация  $P$  равна нулю. Определите для каждой из этих реакций начальную скорость и время, за которое концентрации  $A$  и  $P$  сравняются.

- А)  $k = 0,02 \text{ мин}^{-1}$ ,  $C_0 = 1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ .
- Б)  $k = 0,2 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ ,  $C_0 = 0,25 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ .
- В)  $k = 0,01 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ ,  $C_0 = 1,1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ .