

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

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии 2016–2017 гг.  
Задания**

## **Основные требования к проведению**

1. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **лист(ы) с заданиями для своего класса**.
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. Организаторам желательно иметь несколько запасных калькуляторов и предоставлять их на время олимпиады по просьбе участников.
5. Участникам во время олимпиады **запрещается** пользоваться телефонами, компьютерами, наушниками, книгами и тетрадями с записями.
6. На решение задач всем участникам **вне зависимости от времени начала олимпиады** должно быть дано 5 астрономических часов (например, начало в 10.23 – окончание в 15.23). После окончания этого времени участники должны сдать свои работы в течение пяти минут. Любой участник имеет право сдать свою работу и уйти раньше времени.

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	OH <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	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	M	H	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 М)   H – нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> М)   -- – 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																	
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050																	
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]							

*	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 $^{-1}$ , заряд электрона  $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  Кл

## **8 класс (5 часов, максимум 58 баллов)**

### **Задание 1.**

Расставьте коэффициенты в следующих уравнениях реакций:

- 1)  $\text{Al} + \text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$
- 2)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{O}_2$
- 3)  $\text{N}_2 + \text{H}_2 = \text{NH}_3$
- 4)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$
- 5)  $\text{BaCl}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{BaSO}_4 + \text{AlCl}_3$
- 6)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 7)  $\text{K} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}_2$
- 8)  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

### **Задание 2 – тест.**

**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. Какое из следующих высказываний **неверно**?

- 1) Все газы являются бесцветными и не имеют запаха при комнатной температуре
- 2) Газы могут быть ядовитыми
- 3) Газы самопроизвольно занимают весь объем сосуда, в который они помещены
- 4) Газы оказывают давление на стенки сосуда, в котором они находятся

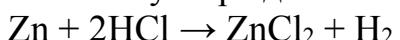
2. Сколько калия содержится в 25,0 г оксида калия?

- 1) 17,8 г
- 2) 7,22 г
- 3) 4,20 г
- 4) 20,8 г

3. Какая степень окисления фосфора в ионе  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$

- 1) +3
- 2) +5
- 3) +7
- 4) +9

4. Какое утверждение об этой реакции верно?



- 1) цинк является восстановителем
- 2) хлороводород окисляется в ходе реакции
- 3) хлор является окислителем
- 4) цинк восстанавливается

5. Одно и тоже количество тепла было подведено к разным материалам: стекло (удельная теплоемкость 0,75 Дж/г·град), гранит (0,79 Дж/г·град) и медь (0,39 Дж/г·град). Все три материала имеют одинаковую массу и одинаковую начальную температуру. Какое из следующих утверждений **верно**?

- 1) Температура всех материалов изменится на одинаковую величину.
- 2) Увеличение температуры меди будет максимальным, а гранита – минимальным.
- 3) Увеличение температуры меди будет минимальным, а гранита – максимальным.
- 4) Увеличение температуры меди будет максимальным, а стекла – минимальным.

6. Какому типу химических элементов соответствует конфигурация валентных электронов  $ns^2np^5$ ?

- 1) щелочно-земельные металлы
- 2) переходные металлы
- 3) галогены
- 4) инертные газы

7. Какое из приведенных значений меньше, чем  $1,2 \cdot 10^3$  мкм?

- 1)  $1,8 \cdot 10^{-2}$  мм
- 2) 4,0 км
- 3)  $9,6 \cdot 10^9$  нм
- 4)  $5,0 \cdot 10^{-1}$  см

8. Какое из следующих веществ имеет ионную кристаллическую решетку?

- 1)  $\text{COF}_2$
- 2) C
- 3) Co
- 4)  $\text{CoF}_2$

9. Чему равна масса одного атома фосфора?

- 1)  $5,143 \cdot 10^{-23}$  г
- 2)  $6,634 \cdot 10^{-23}$  г
- 3)  $1,94 \cdot 10^{22}$  г
- 4) 124 а.е.м.

10. Какой из приведенных веществ является основным оксидом?

- 1)  $\text{N}_2\text{O}_5$
- 2) CO
- 3)  $\text{SrO}$
- 4)  $\text{BaO}_2$

11. В каком состоянии вещества расстояние между молекулами максимально?

- 1) твердое
- 2) жидкое
- 3) газообразное
- 4) стеклообразное

12. Какой из приведенных символов не может использоваться для обозначения концентрации?

- 1) л
- 2) М
- 3) н
- 4) %

13. Какой из ионов соответствует следующим данным: 29 протонов, 34 нейтрона и 27 электронов?

- 1)  $^{63}_{34}\text{Se}^{2-}$
- 2)  $^{34}_{29}\text{Cu}^{2+}$
- 3)  $^{63}_{29}\text{Cu}^{2+}$
- 4)  $^{34}_{63}\text{Eu}^{2-}$

14. Энергия частицы с массой  $m$ , помещенной в одномерную коробку с длиной  $L$  и находящейся в состоянии с квантовым числом  $n$ , описывается следующей формулой:

$$E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

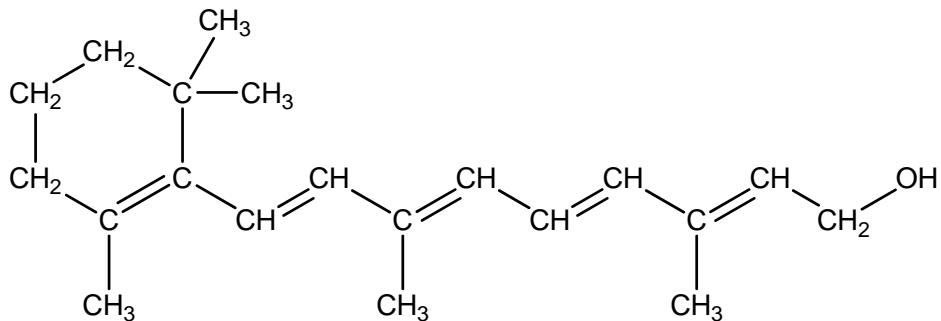
Какую энергию необходимо затратить, чтобы перевести частицу из состояния с  $n = 2$  в состояние с квантовым числом 3?

- 1)  $\frac{9h^2}{8mL^2}$
- 2)  $\frac{5h^2}{8mL^2}$
- 3)  $\frac{4h^2}{8mL^2}$
- 4)  $\frac{h^2}{8mL^2}$

15. Какая из этих реакций не может протекать при умеренном нагревании?

- 1)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
- 3)  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- 4)  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

### **Задание 3.**



Витамин А<sub>1</sub> – ретинол (формула представлена на рисунке) необходим для нормальной работы иммунной системы, роста костей и остроты зрения. В организме ретинол синтезируется из бета-каротина, который содержится во многих фруктах и овощах, особенно богаты им морковь и тыква. Суточная норма потребления витамина А<sub>1</sub> равна примерно 900 мкг. Чтобы организм получил 1 мкг ретинола, необходимо употребить около 6 мкг бета-каротина.

1. Определите брутто-формулу и молярную массу ретинола. Рассчитайте процентное содержание (по массе) каждого элемента в ретиноле.
  2. Сколько граммов бета-каротина должен употребить восьмиклассник в высокосный год, если он лишен других источников ретинола?

## **Задание 4.**

Сплав Деварда – сильный восстановитель, применяемый в аналитической химии для определения нитратов. В состав сплава входят 50,0% меди ( $\rho = 8960$  кг/м<sup>3</sup>), 5,0% цинка ( $\rho = 7140$  кг/м<sup>3</sup>) и 45,0% металла X. Кусок этого сплава объемом 3,05 см<sup>3</sup>, хранящийся в комнате 404 нового здания химфака Казанского университета, весит 15,0 г.

1. Рассчитайте плотность сплава Деварда.
  2. Рассчитайте, какой объем чистых меди и цинка израсходован на приготовление куска сплава.
  3. Рассчитайте плотность металла **X**, если известно, что на приготовление куска сплава израсходовано  $2,50 \text{ см}^3$  этого металла.
  4. Определите металл **X**. Известно, что 1 моль этого металла занимает объем  $10 \text{ см}^3$ .

## **Задание 5.**

В деревне Зюзелке нашли минерал, содержащий 55,3% меди, 7,0% углерода и 37,1% кислорода.

Установите формулу этого минерала. Напишите уравнение его реакции с серной кислотой. Какая реакция будет протекать, если этот минерал нагревать?

## **9 класс (5 часов, максимум 59 баллов)**

### **Задание 1.**

Для борьбы с гололедом на дорогах используются соли, понижающие температуру замерзания воды. Часто применяется 20%-ный (по массе) раствор хлорида натрия. Дворник должен заполнить этим раствором бак объемом 12000 литров. На дне бака осталось 450 литров 20%-ного раствора. Дворник, не проводя никаких вычислений, засыпал в бак 3390 кг твердой соли. Примем растворимость хлорида натрия в 100 г воды равной 35,7 г, плотность воды  $1,00 \text{ г}/\text{см}^3$  и плотность 20%-ного раствора хлорида натрия  $1,15 \text{ г}/\text{см}^3$ .

1. Сколько литров воды нужно залить в бак, чтобы получить а) насыщенный раствор; б) 20% раствор?
2. На сколько литров полученный объем 20%-ного раствора превысит объем бака?
3. Каким было бы процентное содержание хлорида натрия по массе в растворе, если бы бак полностью заполнили водой? (примите плотность полученного раствора равной  $1,20 \text{ г}/\text{см}^3$ )

### **Задание 2.**

Рассмотрим следующие степени окисления элементов: азот (+5), кремний (+4), хром (+2), сера (+6), таллий (+1), кальций (+2).

1. Напишите формулу оксида с такой степенью окисления для каждого элемента.
2. Какие оксиды из вопроса 1 реагируют с водой? Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты.
3. Какой из этих оксидов легко разлагается при нагревании? Напишите уравнение реакции.
4. Какова степень окисления калия в  $\text{KO}_3$ ?

### **Задание 3.**

Распространенная пищевая добавка Е503 является смесью двух соединений **A** и **B**, имеющих одинаковый качественный, но различный количественный состав. Более подробные данные по составам **A** и **B** приведены в таблице.

Соединение	N	C	O	H
<b>A</b>	17,7%	15,2%	60,7%	6,4%
<b>B</b>	29,2%	12,5%	50,0%	8,4%

1. Определите молекулярные формулы **A** и **B**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Дайте названия соединениям **A** и **B**.

И **A**, и **B** разлагаются при нагревании с образованием веществ **C**, **D** и **E** (**реакции 1 и 2**). В промышленности газ **C** получают по реакции простых веществ **F** и **G** в присутствии катализатора (**реакция 3**). При горении газ **C** образует соединение **D** и простое вещество **F** (**реакция 4**). В присутствии катализатора **C** окисляется кислородом с образованием газообразного оксида **H** (46,7% азота) и вещества **D** (**реакция 5**). Оксид **H** легко окисляется кислородом до оксида **I** (**реакция 6**), который в реакции с **D** даёт кислоту **J** и оксид **H** (**реакция 7**). Плотность газа **E** в 2,58 раза больше, чем плотность газа **C**.

3. Определите соединения **C–J**.

4. Напишите уравнения **реакций 1–7**.

#### Задание 4 – тест.

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. При смешении водных растворов каких веществ образуется осадок?

- 1) гидроксида калия и хлорида бария
- 2) хлорида кальция и карбоната аммония
- 3) фосфата натрия и сульфида калия
- 4) нитрата серебра и фторида натрия

2. Какая из приведенных связей имеет ионный характер?

- 1) связь Li–N в  $\text{Li}_3\text{N}$
- 2) связь N–O в  $\text{HNO}_3$
- 3) связь N–N в  $\text{N}_2$
- 4) связь N–Cl в  $\text{NCl}_3$

3. Какая из этих реакций не может протекать?

- 1)  $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$
- 2)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
- 3)  $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{O}_2 + 2\text{HCl}$
- 4)  $3\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 5\text{HCl} + \text{HClO}_3$

4. Чему равна молярность раствора KOH, если в 594 мл содержится 25 г гидроксида калия?

- 1) 0,0421 М
- 2) 0,0149 М
- 3) 0,265 М
- 4) 0,750 М

5. Удельная теплоемкость ртути равна 0,139 Дж/г·град. На сколько градусов уменьшилась температура образца ртути массой 232 г, если он отдал окружающей среде  $2,967 \cdot 10^2$  Дж теплоты?

- 1) 2,2°C
- 2) 9,2°C
- 3) 4,3°C
- 4) 0,18°C

6. Стандартная энталпия образования какого вещества **не равна** нулю при 25°C?

- 1) Cl<sub>2</sub> (газ)
- 2) Al (твердый)
- 3) O<sub>3</sub> (газ)
- 4) C (графит)

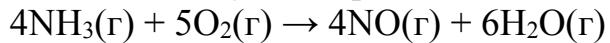
7. Какому типу химических элементов соответствует конфигурация валентных электронов ns<sup>2</sup>np<sup>5</sup>?

- 1) щелочноземельные металлы
- 2) переходные металлы
- 3) галогены
- 4) халькогены

8. Чему равна масса одного атома фосфора?

- 1)  $5,143 \cdot 10^{-23}$  г
- 2)  $6,634 \cdot 10^{-23}$  г
- 3)  $1,94 \cdot 10^{22}$  г
- 4) 124 а.е.м.

9. Одной из стадий получения азотной кислоты является окисление аммиака согласно следующей реакции:



Какая масса аммиака должна вступить в реакцию для получения 75 г воды?

- 1) 106 г
- 2) 50,0 г
- 3) 47,2 г
- 4) 70,8 г

10. Какой из ионов соответствует следующим данным: 29 протонов, 34 нейтрона и 27 электронов?

- 1)  ${}_{34}^{63}\text{Se}^{2-}$
- 2)  ${}_{29}^{34}\text{Cu}^{2+}$
- 3)  ${}_{29}^{63}\text{Cu}^{2+}$
- 4)  ${}_{63}^{34}\text{Eu}^{2-}$

11. Какое из приведенных выражений справедливо для изохорного процесса?

- 1)  $\Delta T = 0$
- 2)  $\Delta P = 0$
- 3)  $\Delta Q = 0$
- 4)  $\Delta V = 0$

12. Курская магнитная аномалия представляет собой богатое месторождение

- 1) неодима
- 2) оксидов железа
- 3) карбоната магния
- 4) криптонита

13. В какой из следующих реакций окислитель одновременно является восстановителем?

- 1)  $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$
- 2)  $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- 3)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
- 4)  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

14. Какой из этих атомов не имеет неподеленных электронных пар?

- 1) B в  $\text{BCl}_3$
- 2) O в  $\text{H}_2\text{O}$
- 3) N в  $\text{NH}_2\text{F}$
- 4) P в  $\text{PH}_3$

15. Что произойдет, если давление газа увеличить в два раза, а температуру уменьшить с  $150^\circ\text{C}$  до  $5^\circ\text{C}$ ?

- 1) Объем газа увеличится вдвое
- 2) Объем газа уменьшится примерно до  $1/3$  от начального
- 3) Объем газа увеличится примерно в три раза
- 4) Объем газа уменьшится вдвое

## Задание 5.

Константин Кадышев нашел на свалке 6 банок с реактивами. Этикетки от банок отклеились и лежали отдельно, на них было написано: натрий сернокислый техн, цинк сернокислый чда, барий хлористый ч, натрий фосфорнокислый хч, калий сернистый хч, калий цианистый осч.

Чтобы определить содержимое банок, Константин перенес небольшое количество каждого из веществ в отдельную пробирку, пронумеровал их, растворил все вещества в воде и попарно смешивал полученные растворы в чистых пробирках. Наблюдавшиеся при этом явления сведены в таблицу.

	1	2	3	4	5	6
1		–	–	белый осадок	–	белый осадок
2	–		–	белый осадок	–	–
3	–	–		–	–	белый осадок
4	белый осадок	белый осадок	–		–	белый осадок
5	–	–	–	–		белый осадок, растворим в избытке 5
6	белый осадок	–	белый осадок	белый осадок	белый осадок, растворим в избытке 5	

1. Запишите формулы всех реагентов.
2. Определите, какому номеру соответствует каждое из веществ.
3. Запишите полные или сокращенные ионные уравнения всех реакций, протекавших при смешении растворов.
4. Расшифруйте сокращения на этикетках реагентов. Какой из реагентов имеет самую высокую, а какой самую низкую категорию чистоты?

## **10 класс (5 часов, максимум 56 баллов)**

### **Задание 1.**

Рассмотрим следующие степени окисления элементов: азот (+5), кремний (+4), хром (+2), сера (+6), таллий (+1), кальций (+2).

1. Напишите формулу оксида с такой степенью окисления для каждого элемента.
2. Какие оксиды из вопроса 1 реагируют с водой? Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты.
3. Какой из этих оксидов легко разлагается при нагревании? Напишите уравнение реакции.
4. Какова степень окисления калия в  $\text{KO}_3$ ?

### **Задание 2.**

Вещество **A** состоит из трех элементов и содержит 53,0% углерода и 7,73% водорода по массе.

1. Определите простейшую формулу **A** и установите третий элемент **X**, входящий в его состав.

Известно, что молекулярная формула **A** совпадает с простейшей, а углеродный скелет молекулы **A** линеен (нет разветвлений и циклов).

2. Изобразите все возможные структурные формулы **A** на основе этой информации.

Вещество **A** было получено в виде смеси двух оптических изомеров путем взаимодействия алкена **B** с элементарным **X** при ультрафиолетовом облучении. Известно, что **B** не имеет геометрических изомеров.

3. Определите структуру алкена **B** и вещества **A**.

### **Задание 3 – тест.**

**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. Какой объем 0,500 М серной кислоты потребуется для нейтрализации 40 мл 0,250 М раствора гидроксида натрия?

- 1) 40 мл

- 2) 20 мл
- 3) 10 мл
- 4) 5 мл

2. Для производства фотопленки завод закупает в больших количествах

- 1) ртуть
- 2) фосфор
- 3) нитрат серебра
- 4) тиосульфат натрия

3. Большая энергия активации реакции означает, что

- 1) реакция проходит самопроизвольно
- 2) реакция протекает очень быстро
- 3) реакция равновесна
- 4) константа скорости реакции сильно зависит от температуры

4. При нагревании до 1000 °C  $\text{NO}_2$  полностью разлагается на NO и  $\text{O}_2$ . Чему равно парциальное давление (в мм рт. ст.) образовавшегося NO, если общее давление равно после реакции равно 795 мм рт. ст.?

- 1) 199
- 2) 398
- 3) 795
- 4) 530

5. Какое из следующих веществ имеет ионную кристаллическую решетку?

- 1)  $\text{COF}_2$
- 2) C
- 3) Co
- 4)  $\text{CoF}_2$

6. Какое из приведенных веществ является сильным электролитом в водном растворе?

- 1)  $\text{CH}_4$
- 2)  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$
- 3) CO
- 4)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

7. Сколько тепла выделится при сжигании 42,7 г аммиака согласно следующей реакции:



- 1)  $2,27 \cdot 10^3$  кДж
- 2) 568 кДж
- 3) 904 кДж
- 4)  $9,65 \cdot 10^3$  кДж

8. Какой из следующих наборов квантовых чисел ( $n, l, m$ ) описывает одну из бр-орбиталей?

- 1) (6, 3, -1)
- 2) (6, 1, -1)
- 3) (6, 2, 0)
- 4) (6, 0, 0)

9. Какие из следующих пар ионов имеют одинаковое количество электронов?

- 1) N<sup>3-</sup> и P<sup>3-</sup>
- 2) Fe<sup>2+</sup> и Co<sup>2+</sup>
- 3) Al<sup>3+</sup> и F<sup>-</sup>
- 4) Ca<sup>2+</sup> и Br<sup>-</sup>

10. Энергия частицы с массой  $m$ , помещенной в одномерную коробку с длиной  $L$  и находящейся в состоянии с квантовым числом  $n$ , описывается следующей формулой:

$$E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

Какую энергию необходимо затратить, чтобы перевести частицу из состояния с  $n = 2$  в состояние с квантовым числом 3?

- 1)  $\frac{9h^2}{8mL^2}$
- 2)  $\frac{5h^2}{8mL^2}$
- 3)  $\frac{4h^2}{8mL^2}$
- 4)  $\frac{h^2}{8mL^2}$

11. Какое из утверждений **неверно**?

- 1) Бензол имеет формулу C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>
- 2) Бензол имеет плоскую структуру, в которой все валентные углы равны 120°
- 3) Бензол обесцвечивает бромную воду

4) В бензольном кольце 6  $\pi$ -электронов

12. Элемент бор получил свое название благодаря

- 1) Нильсу Бору
- 2) городу в Нижегородской области
- 3) своей твердости
- 4) минералу буре

13. Чему равно давление в сосуде объемом 4,58 литра, в который поместили 12,5 г СО при температуре 53°C?

- 1) 11,9 атм
- 2) 0,424 атм
- 3) 0,955 атм
- 4) 2,61 атм

14. Какой из следующих ионов в основном состоянии имеет электронную конфигурацию [Ar]3d<sup>1</sup>? ([Ar] – электронная конфигурация аргона)

- 1) Tc<sup>4+</sup>
- 2) Mn<sup>4+</sup>
- 3) Cr<sup>4+</sup>
- 4) V<sup>4+</sup>

15. Какой из этих атомов не имеет неподеленных электронных пар?

- 1) B в BCl<sub>3</sub>
- 2) O в H<sub>2</sub>O
- 3) N в NH<sub>2</sub>F
- 4) P в PH<sub>3</sub>

#### **Задание 4.**

Недавно было опубликовано сообщение о синтезе нового вещества с чрезвычайно высокой ионной проводимостью. Его формула Li<sub>x</sub>GeA<sub>2</sub>B<sub>12</sub> (символами A и B мы зашифровали два разных химических элемента, а символом x – некоторое целое число). Массовая доля лития в этом соединении составляет 11,79%, а германия – 12,34%. Побочным продуктом реакции является соединение Li<sub>4</sub>A<sub>2</sub>B<sub>6</sub>, массовая доля лития в котором 9,84%.

1. Определите значение x в формуле ионного проводника.
2. Определите элементы A и B.
3. Определите среднюю степень окисления элемента A в обоих соединениях.

### **Задание 5.**

В нижеприведенных реакциях два соединения реагируют между собой, при этом известны продукты реакций и коэффициенты при них.

- 1) ? + ? = 2Ni(OH)<sub>3</sub>
- 2) ? + ? = 3S + 2H<sub>2</sub>O
- 3) ? + ? = 2O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- 4) ? + ? = Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>
- 5) ? + ? = Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- 6) ? + ? = MgCO<sub>3</sub> + CaCO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O
- 7) ? + ? = 10CuO + P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> + 20NO<sub>2</sub>
- 8) ? + ? = Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + 2Ba<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + 12H<sub>2</sub>O

Для каждой реакции запишите формулы обоих исходных веществ.

## **11 класс (5 часов, максимум 52 балла)**

### **Задание 1 – тест.**

**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. Сколько  $\pi$ -связей в ацетилене?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 0

2. 25 мл 0,550 М раствора NaF смешали с 50 мл 1,25 М раствора этой же соли. Чему равна концентрация фторида натрия в конечном растворе?

- 1) 0,900 М
- 2) 2,40 М
- 3) 0,783 М
- 4) 1,02 М

3. Имеются два термостатируемых при 25°C сосуда, соединенных между собой закрытым вентилем. В одном при давлении 0.2 атм находится 2.45 л CO, в другом – при давлении 0.5 атм 2.04 л O<sub>2</sub>. Вентиль открыли и инициировали в системе реакцию CO с кислородом. Чему равно парциальное давление CO<sub>2</sub> после окончания реакции и охлаждения до 25°C?

- 1) 0,227 атм
- 2) 0,109 атм
- 3) 0,454 атм
- 4) 0,020 атм

4. Чему равна энталпия следующей реакции?



Стандартные энталпии образования газообразных CO и CO<sub>2</sub> равны -110.5 кДж/моль и -393.5 кДж/моль соответственно.

- 1) 676,5 кДж
- 2) -1000,8 кДж
- 3) -504,0 кДж
- 4) -566,0 кДж

5. Какой из следующих наборов атомных чисел ( $n, l, m, s$ ) является разрешенным для электрона в атоме водорода?

- 1)  $(4, 4, 0, \frac{1}{2})$
- 2)  $(5, 4, 3, -\frac{1}{2})$
- 3)  $(-2, -1, -1, -\frac{1}{2})$
- 4)  $(3, 2, -3, -\frac{1}{2})$
- 5) ни один из них

6. Чему равна энергия одного моля фотонов с частотой  $6,00 \cdot 10^7$  Гц?

Постоянная планка равна  $6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, постоянная Авогадро –  $6,022 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$ .

- 1)  $6,68 \cdot 10^{-18}$  Дж
- 2)  $3,98 \cdot 10^{-26}$  Дж
- 3)  $1,80 \cdot 10^{16}$  Дж
- 4)  $2,39 \cdot 10^{-2}$  Дж

7. Лабораторные холодильники для проведения перегонок выпускают на:

- 1) Зеленодольском заводе холодильников Позис
- 2) Хладокомбинате Челны Холод
- 3) Васильевском стекольном заводе
- 4) заводе Казаньоргсинтез

8. Какой из ионов соответствует следующим данным: 29 протонов, 34 нейтрона и 27 электронов?

- 1)  ${}_{34}^{63}\text{Se}^{2-}$
- 2)  ${}_{29}^{34}\text{Cu}^{2+}$
- 3)  ${}_{29}^{63}\text{Cu}^{2+}$
- 4)  ${}_{63}^{34}\text{Eu}^{2-}$

9. Скорость многих ферментативных реакций описывается уравнением Михаэлиса-Ментен:

$$w = \frac{k[S]}{K_m + [S]},$$

где  $k$  и  $K_m$  – константы,  $[S]$  – концентрация субстрата. Каким будет кажущийся порядок реакции, если  $[S]$  намного больше  $K_m$ ?

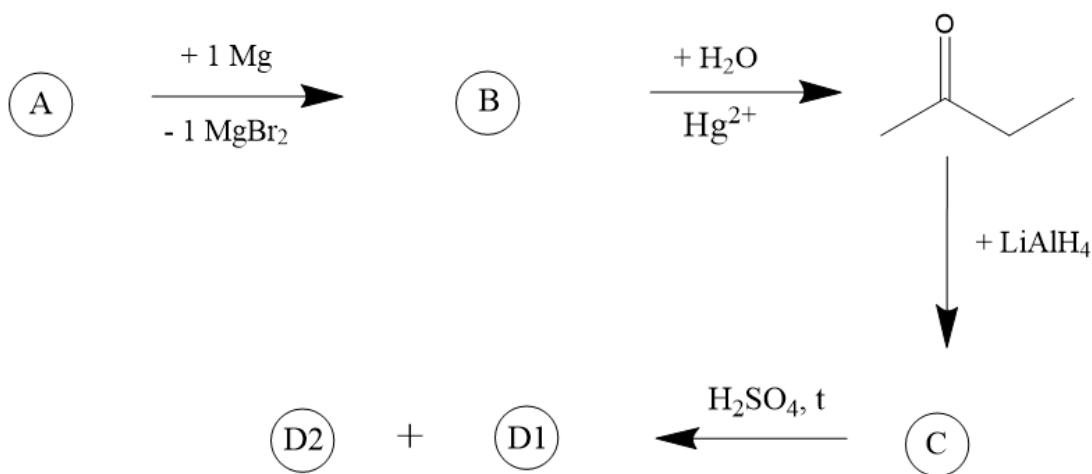
- 1) нулевой
- 2) первый
- 3) второй
- 4) третий

10. Что образуется при взаимодействии пентена-2 с бромной водой?

- 1) 2,2-дибромпентан
- 2) 2,3-дибромпентен
- 3) 2,3-дибромпентан
- 4) 1,2-дибромпентан

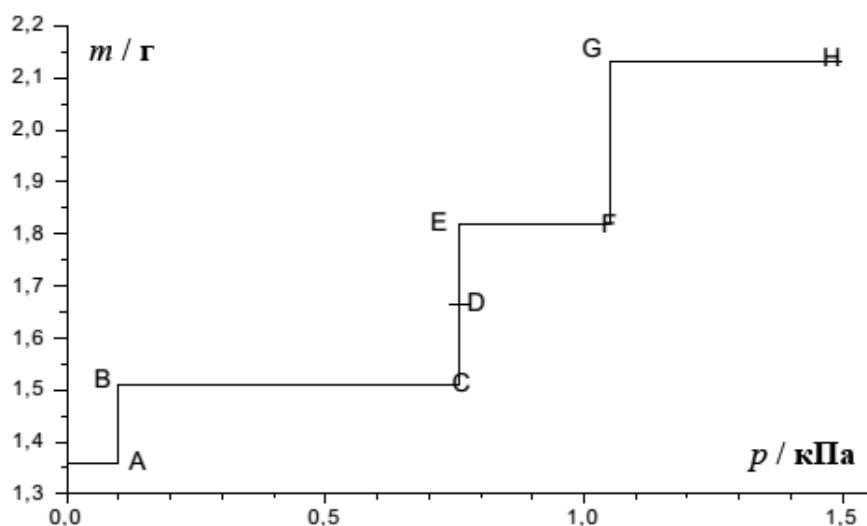
**Задание 2.**

Молекула органического вещества **A** имеет две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии. Приведите структурную формулу этого вещества и продуктов его превращений **B**, **C** и изомеров **D1** и **D2** в соответствии со схемой:



### Задание 3.

1,36 г безводного сульфата меди поместили на весы в вакуумированном сосуде при  $25^{\circ}\text{C}$ . В сосуд медленно вводят пары воды. Давление постепенно повышается до 1,5 кПа. Зависимость между массой образца (в г) и давлением пара (в кПа) приведена на диаграмме ниже:



При достижении точек **A**, **C**, **F** давление какое-то время не будет меняться, хотя при этом продолжают подводить в емкость пары воды.

1. Определите состав гидратов сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), которые образуются под действием паров воды.

Половина отрезка между **C** и **E** отмечена точкой **D**.

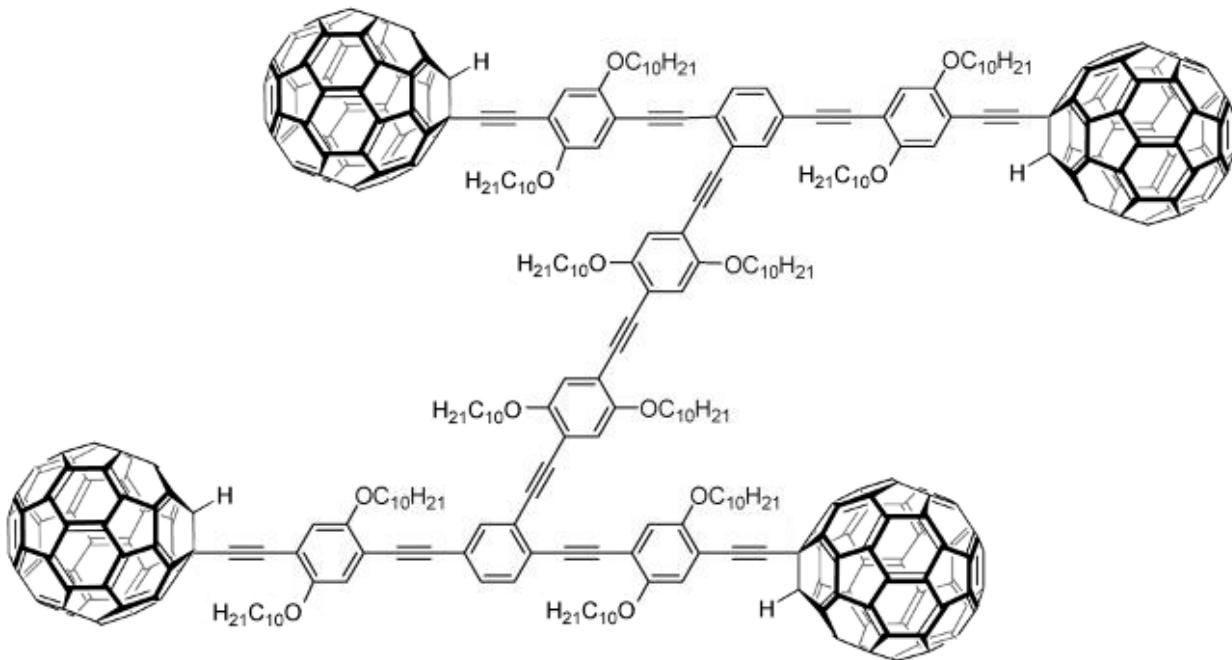
2. Какие вещества и в каком количестве (в массовых процентах) присутствуют на весах в точке **D**?
3. Вычислите константу равновесия  $K$  между этими двумя веществами и парами воды. Определите величину изменения стандартной энергии Гиббса  $\Delta G^{\circ} = -RT\ln K$  в этом процессе. Учтите, что стандартное давление составляет 1 бар =  $10^5$  Па (т.е. при расчете константы давление газа выражается в барах).

### Задание 4.

Газы **X** и **Y**, имеющие одинаковую (с точностью до целого) молярную массу и содержащие один общий элемент, реагируют между собой в мольном соотношении 6:1 с образованием единственного продукта – дымящей жидкости **Z**. Ее плотность при комнатной температуре равна 0,696 г/мл, а мольный объем составляет 140,7 мл/моль.

Найдите молекулярные формулы **X**, **Y** и **Z**. Приведите также их структурные формулы.

## Задание 5.



Нобелевская премия 2016 года по химии была вручена за синтез так называемых молекулярных машин. Они представляют собой молекулы, отдельные части которых способны при определенных условиях двигаться, создавая внешнее подобие работы используемых в технике механизмов.

На рисунке приведена одна из таких молекул – наноавтомобиль, способный к передвижению по гладкой поверхности за счет наличия шарообразных колес из молекул фуллерена  $C_{60}$ . Эти колеса могут вращаться вокруг одинарных связей С–С.

1. Напишите брутто-формулу наноавтомобиля. Рассчитайте его молекулярную массу.

2. Вращение вокруг одинарной связи С–С при комнатной температуре может происходить с частотой до  $10^{10}$  оборотов в секунду. С какой скоростью (в км/час) поедет наноавтомобиль, если фуллереновые колеса диаметром 1,01 нм будут вращаться с такой частотой и не будут проскальзывать?

На самом деле наноавтомобили ездят очень медленно. Усовершенствованный аналог приведенной выше молекулы способен разогнаться на золотой подложке до скорости в 0,014 мм/час. В дальнейшем предполагается использовать эти устройства для транспортировки различных молекул и фрагментов.

3. За сколько времени наномаршрутка, следующая на такой скорости, доедет от начальной остановки “3'-конец ДНК” до конечной остановки “5'-конец ДНК”, если молярная масса ДНК составляет 10 000 000 г/моль, средняя масса нуклеотидного остатка 331 а.е.м, а расстояние между остатками в двойной спирали ДНК 0,34 нм?