

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

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии 2013–2014 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.
7. В этом году показавшие лучшие результаты ученики 8 класса примут участие в республиканском этапе наряду с учащимися 9–11 классов. Предупредите их и учителей об этом заранее.

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

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

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

## 8 класс

### Задание 1

В сосуд сначала налили 50 мл раствора HCl с концентрацией 0,15 моль/л, а затем добавили 25 мл раствора HCl с концентрацией 0,4 моль/л.

- Считая, что плотности всех растворов одинаковы, вычислите концентрацию HCl в моль/л в получившемся растворе.
- Раствор с какой массовой долей NaOH надо приготовить, чтобы 100 г этого раствора полностью нейтрализовало всю кислоту?

### Задание 2

Заполните пропущенные слова в цитатах из старой книжки по химии. (В ответе приведите только пропущенные слова).

- Если взять водный раствор синего купороса и в него погрузить \_\_\_\_\_, то выделяется \_\_\_\_\_, а в растворе получается зеленый купорос. (*названия химических элементов*)
- \_\_\_\_\_ нашел, что сумма веса произошедших тел каждый раз равна сумме веса взятых тел, или, другими словами: вещество не творится и не пропадает, или материя вечна. (*фамилия французского ученого*)
- \_\_\_\_\_ распространена в колчеданах, гипсе, морской воде (*название химического элемента*).
- Действием света некоторые малопостоянные соединения также разлагаются. На этом свойстве некоторых веществ основана \_\_\_\_\_
- При окислении и горении выделяется \_\_\_\_\_, при восстановлении он поглощается или входит в соединение. Уголь восстанавливает землистые вещества именно потому, что богат им и может отдавать его часть.

### Задание 3

Атмосфера планеты Хануд состоит из углекислого газа CO<sub>2</sub> и азота. В ней может взлететь воздушный шарик, надутый кислородом, а надутый аргоном – не может. Каково минимальное и максимальное возможное массовое процентное содержание азота в атмосфере этой планеты?

### Задание 4

В данной задаче символы элементов с атомными номерами от 1 до 20 заменены буквами от А до Т. Буквы X, Y и Z обозначают элементы с атомными номерами больше 20. Если не указано иного, то предполагается, что температура составляет 25°C, а атмосферное давление равно 100 кПа. При этих условиях 1 моль газа занимает объем 24,8 л.

Элементы I, O и P – одноатомные газы. O имеет наименьший атомный радиус из трех, а I более высокую температуру кипения, чем P.

1. Определите элементы **I**, **O** и **P**.

Следующие элементы существуют в виде двухатомных молекул: **E<sub>2</sub>**, **G<sub>2</sub>**, **J<sub>2</sub>**, **S<sub>2</sub>**, **Q<sub>2</sub>**, **Y<sub>2</sub>**, **Z<sub>2</sub>**.

**Y<sub>2</sub>** – жидкость, а **Z<sub>2</sub>** – твердое вещество; другие пять элементов представляют собой газы.

**S<sub>2</sub>** образует соединения с шестью другими двухатомными простыми веществами. Соединения **S** с **E**, **G**, **Y** и **Z** являются двухатомными газами, которые образуют с жидкостью **S<sub>2</sub>Q** растворы кислот. **E** самый электроотрицательный из этих элементов.

Реакция **J<sub>2</sub>** с **S<sub>2</sub>** имеет огромное промышленное значение. Образующийся газ под действием жидкости **S<sub>2</sub>Q** образует щелочной раствор.

2. Определите элементы **E**, **G**, **J**, **S**, **Q**, **Y** и **Z**.

Элементы **D**, **H**, **L** и **R** – металлы, которые энергично реагируют с **S<sub>2</sub>Q**, образуя **S<sub>2</sub>** и щелочные растворы. **D** реагирует более энергично, чем **R**. Ионы, образованный из **H** и **L** в этих реакциях, имеют одинаковую электронную конфигурацию.

3. Определите элементы **D**, **H**, **L** и **R**.

**B**, **C** и **K** – также металлы. Они не реагируют с холодным **S<sub>2</sub>Q**, но реагируют с **Q<sub>2</sub>** с образованием **BQ**, **C<sub>2</sub>Q<sub>3</sub>** и **KQ** соответственно. Содержание **Q** по массе наибольшее в **KQ**.

4. Определите элементы **B**, **C**, **K**.

**A**, **F**, **M**, **N** и **T** – твердые вещества при комнатной температуре.

**M** реагирует с **G<sub>2</sub>**, образуя **MG<sub>3</sub>**, в то время как **A** образует **AG<sub>3</sub>** и **AG<sub>5</sub>** в зависимости от условий.

**F**, **T** и **N** реагируют с **Q<sub>2</sub>**. **FQ<sub>2</sub>** и **NQ<sub>2</sub>** – газы, реагирующие с водой с образованием кислых растворов. **TQ<sub>2</sub>** является твердым нерастворимым в воде веществом. **FQ<sub>2</sub>** может дальше реагировать с **Q<sub>2</sub>**, образуя **FQ<sub>3</sub>**.

5. Определите элементы **A**, **F**, **M**, **N** и **T**. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

10 г неизвестного металла **X** полностью реагирует с 3,335 л **Q<sub>2</sub>** с образованием соединения **X** с **Q**. 10 г металла могут прореагировать с 6,67 л **G<sub>2</sub>**, образуя соединения **X** с **G**. Эти же 10 г могут вступить в реакцию с 1,334 л **Q<sub>2</sub>** и 4,002 л **G<sub>2</sub>**, образуя соединение, состоящее из **X**, **Q** и **G**.

6. Определите элемент **X** и формулы упомянутых соединений.

## 9 класс

### Задание 1

В сосуд сначала налили 50 мл раствора HCl с концентрацией 0,15 моль/л, а затем добавили 25 мл раствора HCl с концентрацией 0,4 моль/л.

- Считая, что плотности всех растворов одинаковы, вычислите концентрацию HCl в моль/л в получившемся растворе.
- Раствор с какой массовой долей NaOH надо приготовить, чтобы 100 г этого раствора полностью нейтрализовало всю кислоту?

### Задание 2

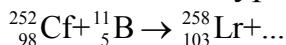
В колбе находится смесь, состоящая из газообразных неона и аргона. 5,045 г неона оказывают парциальное давление 205 мм.рт.ст. Аргон оказывает парциальное давление 492 мм. рт. ст. Какая масса аргона находится в колбе?

### 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.**

- При смешении каких двух растворов образуется желтый осадок?  
**(A) AlCl<sub>3</sub> и KOH (B) Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
(C) Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и NaClO<sub>4</sub> (D) Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и KI**
- Какое утверждение справедливо для системы в состоянии равновесия?  
**A) Прямая и обратная реакции имеют одинаковые скорости.  
B) Равновесные концентрации реагентов и продуктов должны быть равны.  
C) Равновесные концентрации реагентов и продуктов могут изменены путем добавления катализатора.  
D) На равновесные концентрации реагентов и продуктов не влияет изменение температуры.**
- Сколько молей ионов содержится в 250 мл 4.4М раствора сульфата натрия?  
**(A) 1.1 (B) 2.2 (C) 3.3 (D) 4.4**
- В какой из молекул наибольший угол O-N-O?  
**(A) NO<sub>2</sub><sup>+</sup> (B) NO<sub>2</sub> (C) NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (D) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**
- В какой паре оба элемента являются металлоидами?  
**(A) Cr и Mo (B) Si и As  
(C) Nd и Pr (D) U и Pu**
- Идеальный газ при 25°C и давлении 1,2 атм занимает объем 0,5 л. Какой объем будет занимать газ при температуре 75°C и давлении 3,6 атм?  
**(A) 0,143 л (B) 0,195 л (C) 0,5 л (D) 1,75 л**

7. Элемент лоуренсий впервые был получен по реакции:



Какие еще продукты образуются?

- (A)  $^4_2\alpha + ^1_0n$       (B)  $5e^-$   
(C)  $5e^+$                   (D)  $5^1_0n$

8. Какой из этих атомов наиболее электроотрицателен?

- (A) Na (B) P (C) Cl (D) Br

9. Энергии разрыва старых связей в реакции больше энергии образования новых. Какое утверждение следует из этого?

- (A) Реакция эндотермичная.  
(B) Реакция экзотермичная.  
(C) Реакция проходит самопроизвольно.  
(D) Реакция проходит не самопроизвольно.

10. Серную кислоту раньше получали

- (A) сжиганием серы и последующим пропусканием паров через воду  
(B) нагреванием сульфата кальция с азотной кислотой  
(C) гидролизом  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$   
(D) нагреванием железного купороса

#### Задание 4

В данной задаче символы элементов с атомными номерами от 1 до 20 заменены буквами от А до Т. Буквы X, Y и Z обозначают элементы с атомными номерами больше 20. Если не указано иного, то предполагается, что температура составляет  $25^\circ\text{C}$ , а атмосферное давление равно 100 кПа.

Элементы I, O и P – одноатомные газы. O имеет наименьший атомный радиус из трех, а I более высокую температуру кипения, чем P.

1. Определите элементы I, O и P.

Следующие элементы существуют в виде двухатомных молекул: E<sub>2</sub>, G<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, Q<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>, Z<sub>2</sub>.

Y<sub>2</sub> – жидкость, а Z<sub>2</sub> – твердое вещество; другие пять элементов представляют собой газы.

S<sub>2</sub> образует соединения с шестью другими двухатомными простыми веществами. Соединения S с E, G, Y и Z являются двухатомными газами, которые образуют с жидкостью S<sub>2</sub>Q растворы кислот. E самый электроотрицательный из этих элементов.

Реакция J<sub>2</sub> с S<sub>2</sub> имеет огромное промышленное значение. Образующийся газ под действием жидкости S<sub>2</sub>Q образует щелочной раствор.

2. Определите элементы E, G, J, S, Q, Y и Z.

Элементы **D**, **H**, **L** и **R** – металлы, которые энергично реагируют с **S<sub>2</sub>Q**, образуя **S<sub>2</sub>** и щелочные растворы. **D** реагирует более энергично, чем **R**. Ионы, образованный из **H** и **L** в этих реакциях, имеют одинаковую электронную конфигурацию.

3. Определите элементы **D**, **H**, **L** и **R**.

**B**, **C** и **K** – также металлы. Они не реагируют с холодным **S<sub>2</sub>Q**, но реагируют с **Q<sub>2</sub>** с образованием **BQ**, **C<sub>2</sub>Q<sub>3</sub>** и **KQ** соответственно. Содержание **Q** по массе наибольшее в **KQ**.

4. Определите элементы **B**, **C**, **K**.

**A**, **F**, **M**, **N** и **T** – твердые вещества при комнатной температуре.

**M** реагирует с **G<sub>2</sub>**, образуя **MG<sub>3</sub>**, в то время как **A** образует **AG<sub>3</sub>** и **AG<sub>5</sub>** в зависимости от условий.

**F**, **T** и **N** реагируют с **Q<sub>2</sub>**. **FQ<sub>2</sub>** и **NQ<sub>2</sub>** – газы, реагирующие с водой с образованием кислых растворов. **TQ<sub>2</sub>** является твердым нерастворимым в воде веществом. **FQ<sub>2</sub>** может дальше реагировать с **Q<sub>2</sub>**, образуя **FQ<sub>3</sub>**.

5. Определите элементы **A**, **F**, **M**, **N** и **T**. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

10 г неизвестного металла **X** полностью реагирует с 3,335 л **Q<sub>2</sub>** с образованием соединения **X** с **Q**. 10 г металла могут прореагировать с 6,67 л **G<sub>2</sub>**, образуя соединения **X** с **G**. Эти же 10 г могут вступить в реакцию с 1,334 л **Q<sub>2</sub>** и 4,002 л **G<sub>2</sub>**, образуя соединение, состоящее из **X**, **Q** и **G**.

6. Определите элемент **X** и формулы упомянутых соединений.

### Задание 5

На экспериментальном туре олимпиады по химии участнику было выдано 6 неподписанных пробирок, в каждой из которых находился бесцветный водный раствор некоторого неорганического вещества. Известно, что вещества могут содержать катионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  и анионы  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ , при этом ни в каких двух пробирках нет одинаковых катионов или анионов. Оказалось, что при слиянии растворов из любой пары пробирок выпадает осадок.

1. Определите, какое вещество находились в каждой из пробирок.
2. Какие из выпавших осадков полностью растворяются в разбавленной азотной кислоте? Напишите уравнения реакций.

## 10 класс

### Задание 1

Смесь массой 10 г состоит из пропена  $C_3H_6$  и диметилового эфира  $(CH_3)_2O$ . Массовая доля пропена в ней равна 38%. Вычислите объем воздуха (при н.у.), необходимый для полного сжигания смеси до углекислого газа и воды.

### Задание 2

Простое вещество **A** сгорает в кислороде с образованием вещества **B**, которое может быть дальше каталитически окислено до **C**. **B** реагирует с водой, давая слабую кислоту **D**, в то время как **C** при реакции с водой образует сильную кислоту **E**. **A** реагирует с хлором, образуя токсичную желтую жидкость **F**. Вещество **F** имеет два структурных изомера и может быть прохлорировано до красной жидкости **G**. **F** и **G** реагируют с водой с образованием смеси продуктов, состоящей из **B**, **D** и **E**.

1. 0,29 г вещества **A** было полностью окислено, а продукт окисления (соединение **C**) растворен в воде и оттитрован 1 М раствором гидроксида натрия. Для этого это потребовалось 18 мл раствора. Определите **A**.
2. Определите все неизвестные соединения и запишите уравнения всех упомянутых реакций. Нарисуйте структурные формулы двух возможных изомеров соединения **F**.
3. **C** реагирует с **G**, образуя **H** и **B**. В результате реакции **H** с водой образуются **D** и сильная кислота **I**. Определите **H** и **I** и запишите уравнения реакций.
4. Нарисуйте пространственное строение **B** и **C**. (Желательно пояснить свой рисунок, например, линейная молекула, квадрат, пирамида и т.д.).

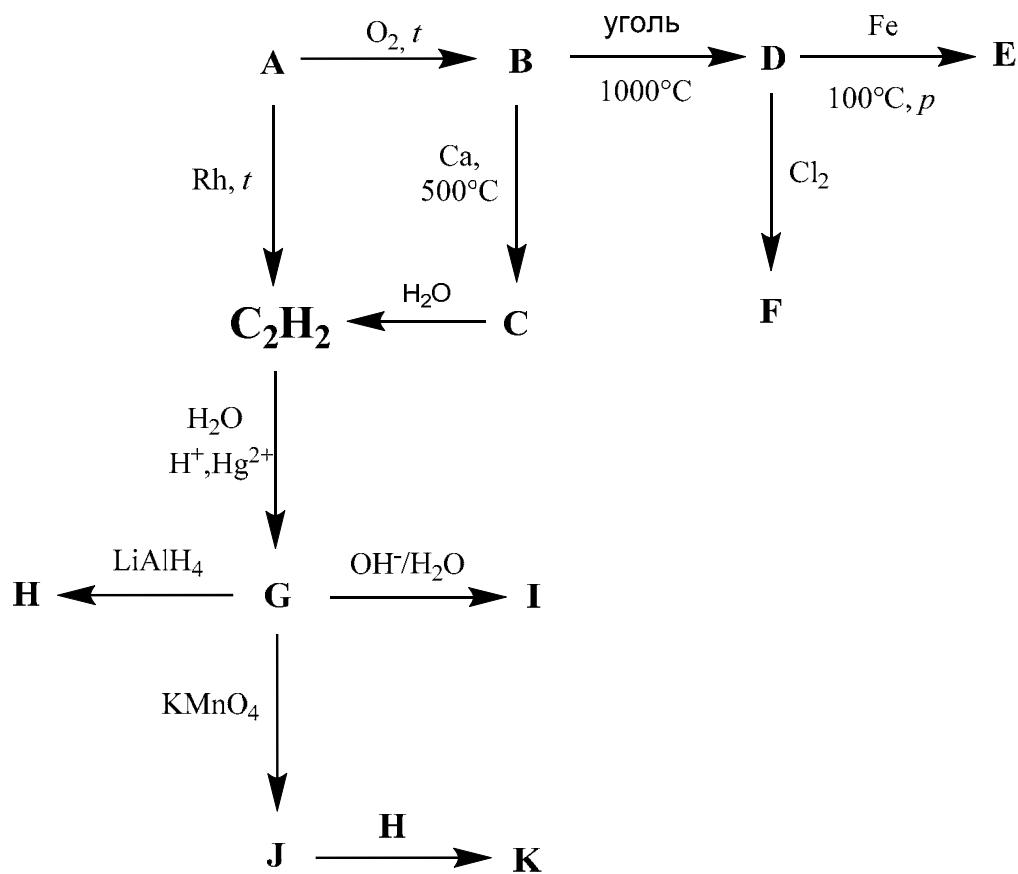
### Задание 3 – тест

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. В какой из последовательностей ионы расположены в порядке уменьшения размера?  
**(A)**  $S^{2-}$ ,  $Br^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$     **(B)**  $Br^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$   
**(C)**  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Br^-$     **(D)**  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $S^{2-}$ ,  $Br^-$
2. Какие связи образует углерод в  $sp^2$ -гибридизации?  
**(A)**  $4\pi$  связи  
**(B)**  $2\pi$  и  $2\sigma$  связи  
**(C)**  $1\pi$  и  $3\sigma$  связи  
**(D)**  $4\sigma$  связи

3. Какой катион образует малорастворимые хлорид и сульфат?  
**(A) Ba<sup>2+</sup> (B) Cu<sup>2+</sup> (C) Mn<sup>2+</sup> (D) Pb<sup>2+</sup>**
4. В какой массе вещества CrO<sub>3</sub> содержится  $4,5 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода?  
**(A) 2,25 г (B) 12,0 г (C) 25,0 г (D) 75,0 г**
5. При соблюдении некоторых условий скорость реакции CO с NO<sub>2</sub> выражается следующим законом:  
 $v = k[CO][NO_2]$
- Какие единицы измерения можно использовать для константы  $k$ ?  
**(A) моль/(л·мин) (B) моль<sup>2</sup>/(л<sup>2</sup>·мин)  
(C) л/(моль·мин) (D) л<sup>2</sup>/(моль<sup>2</sup>·мин)**
6. Какое утверждение справедливо для вещества при критической температуре и давлении?  
**(A) Твердая, жидкая и газовая фазы находятся в равновесии.  
(B) Жидкая и газовая фазы неотличимы друг от друга.  
(C) Происходит самопроизвольный взрыв.  
(D) Ни одно из вышеперечисленных.**
7. Рацемическая смесь – это равные количества  
**(A) алкенов и алканов (B) цис- и транс-изомеров  
(C) изомеров с разными функциональными группами (D) энантиомеров**
8. Какой или какие из следующих примеров является гомогенным катализом?
- I. Pt катализирует реакцию O<sub>2</sub> с CO.
- II. Атомарный Cl катализирует разложение O<sub>3</sub>.
- III. Br<sup>-</sup> в водном растворе катализирует разложение H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- (A) только I (B) только II  
(C) I и III (D) II и III**
9. Для реакции:
- $$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \leftrightarrow CH_3OH_{(ж)}$$
- константа равновесия K<sub>c</sub> равна:
- (A)  $K_c = \frac{[CH_3OH]}{2[CO][H_2]}$  (B)  $K_c = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2}$   
(C)  $K_c = \frac{1}{2[CO][H_2]}$  (D)  $K_c = \frac{1}{[CO][H_2]^2}$**
10. Какие продукты получаются с наибольшим выходом в реакции между CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH и HI?  
**(A) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>I и H<sub>2</sub>O  
(B) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> и HOI  
(C) CH<sub>3</sub>OH и CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>I  
(D) ICH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH и H<sub>2</sub>**

#### Задание 4



Перед вами – схема превращений с участием ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Определите формулы всех веществ, зашифрованные буквами. Дополнительно известно, что массовые доли углерода в **A**, **E** и **I** равны соответственно 92,26%, 30,66% и 54,53%.  $t$  означает, что реакция идет при повышенной температуре, а  $p$  – при повышенном давлении.

#### Задание 5

Вычислите тепловой эффект реакции хлорирования 18 г метана по уравнению:



если стандартные энталпии образования метана, дихлорметана и хлороводорода соответственно равны  $-74.6$ ,  $-95.4$  и  $-92.3$  кДж/моль.

## 11 класс

### Задание 1

Сколько времени необходимо пропускать ток силой 4 А через раствор, содержащий ионы  $\text{Cu}^{2+}$ , чтобы на катоде выделилось 2 г металлической меди?

### Задание 2

65,25 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  растворили в воде. К этому раствору добавили 133 мл водного раствора KI с концентрацией 0,237 моль/л. Вычислите массы всех неорганических соединений, кроме воды, в полученной смеси.

### 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.**

- При увеличении концентрации одного из реагентов в три раза скорость реакции возросла в девять раз. Какой порядок реакции по отношению к этому веществу?  
**(A) нулевой (B) первый (C) второй (D) третий**
- Что является сопряженным основанием для  $\text{HSO}_4^-$ ?  
**(A)  $\text{H}^+$  (B)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (C)  $\text{OH}^-$  (D)  $\text{SO}_4^{2-}$**
- Какую гибридизацию имеет атом углерода в этилене  $\text{C}_2\text{H}_4$ ?  
**(A)  $\text{sp}$  (B)  $\text{sp}^2$  (C)  $\text{sp}^3$  (D)  $\text{s}^2\text{p}^2$**
- Кислород может быть получен термическим разложением всех приведенных соединений, кроме:  
**(A) оксида кальция (B) пероксида водорода  
(C) оксида ртути(II) (D) озона**
- Число изомеров алкана, содержащего  $n$  атомов углерода, равно:  
**(A)  $\frac{108 - 61n + 15n^2 - 2n^3}{3(32 - 13n + n^2)}$   
(B)  $\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6} + 1$   
(C) Сумме чисел изомеров алканов с  $n-1$  и  $n-2$  атомами углерода ( $n > 3$ )  
(D) Ни одно из приведенных выше утверждений не верно**
- Какие величины равны в точке эквивалентности при титровании слабой одноосновной кислоты раствором гидроксида натрия?  
**(A) концентрации ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$  и  $\text{OH}^-$**

**(B)** количество молей гидроксид-ионов в добавленном растворе гидроксида натрия и количество молей ионов гидроксония в изначальном растворе кислоты

**(C)** объем добавленного гидроксида натрия и объем первоначального раствора кислоты

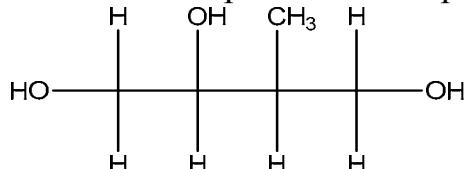
**(D)** количество молей добавленного гидроксида натрия и изначальное количество молей кислоты

7. Какой термин соответствует заряду моля электронов?

**(A)** 1 Ампер **(B)** 1 Кулон

**(C)** 1 Фарадей **(D)** 1 Фарад

8. Сколько хиральных центров имеет данная молекула?



**(A)** 1 **(B)** 2 **(C)** 3 **(D)** 4

9. Какой из атомов может иметь в основном состоянии электрон с квантовыми числами  $n=3$ ,  $l=2$ ,  $m_l=1$ ,  $m_s=-1/2$ ?

**(A)** Na **(B)** Mg **(C)** P **(D)** Ti

10. Как записывается константа равновесия для следующей реакции?



**(A)**  $K = [\text{Hg}][\text{O}_2]/[\text{HgO}]$

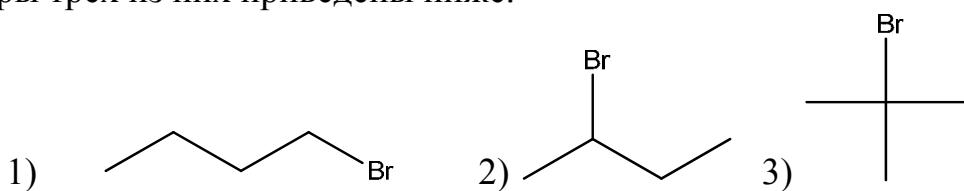
**(B)**  $K = [\text{Hg}]^2[\text{O}_2]/[\text{HgO}]^2$

**(C)**  $K = [\text{Hg}]^2[\text{O}_2]$

**(D)**  $K = [\text{O}_2]$

#### Задание 4

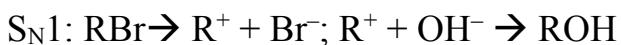
Существует четыре структурных изомера с брутто-формулой  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ . Структуры трех из них приведены ниже.



Каждое из этих соединений может вступать в реакцию замещения с гидроксид-ионом с образованием спирта.

1. Какой из изомеров наиболее быстро реагирует с  $\text{OH}^-$ ?

Реакции замещения могут проходить либо по мономолекулярному ( $S_N1$ ), либо по бимолекулярному ( $S_N2$ ) механизму:



2. Какой из вышеприведенных алкилбромидов с наибольшей вероятностью реагирует по бимолекулярному механизму? Объясните свой выбор.

При замещении у хирального (асимметрического) атома углерода в случае одного из механизмов образуется продукт с обращенной конфигурацией, а в случае другого – рацемическая смесь.

3. Какой из этих случаев соответствует механизму  $S_N1$ , а какой –  $S_N2$ ? Объясните свой выбор.

4. Для реакции с участием оптически активного изомера  $C_4H_9Br$  нарисуйте пространственные формулы исходного вещества и продукта замещения с обращением конфигурации.

### Задание 5

В результате реакции, протекающей по уравнению:



вещество A в некоторый момент времени расходуется со скоростью 2,0 моль/(л·с). Вычислите скорость расходования вещества B в тот же момент времени для трех случаев, когда скорость реакции выражается уравнением:

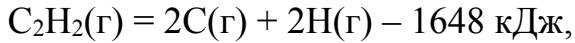
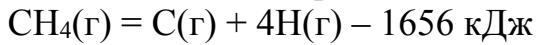
a)  $v = k[A]$

б)  $v = k[A]^2[B]$

в)  $v = k[A]^{1/2}[B]^2$

### Задание 6

Исходя из теплот процессов:



вычислите энергию тройной связи  $C\equiv C$ . (г) обозначает молекулу или атом в газовой фазе.

### Задание 7

На экспериментальном туре олимпиады по химии участникам было выдано 6 неподписанных пробирок, в каждой из которых находился бесцветный водный раствор некоторого неорганического вещества. Известно, что вещества могут содержать катионы  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ag^+$  и анионы  $OH^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $SiO_3^{2-}$ , при этом ни в каких двух пробирках нет одинаковых катионов или анионов. Оказалось, что при слиянии растворов из любой пары пробирок выпадает осадок.

1. Определите, какое вещество находились в каждой из пробирок.

2. Какие из выпавших осадков полностью растворяются в разбавленной азотной кислоте? Напишите уравнения реакций.