

1																	18
<sup>1</sup> H 1.008	2											13	14	15	16	17	<sup>2</sup> He 4.003
<sup>3</sup> Li 6.94	<sup>4</sup> Be 9.01											<sup>5</sup> B 10.81	<sup>6</sup> C 12.01	<sup>7</sup> N 14.01	<sup>8</sup> O 16.00	<sup>9</sup> F 19.00	<sup>10</sup> Ne 20.18
<sup>11</sup> Na 22.99	<sup>12</sup> Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<sup>13</sup> Al 26.98	<sup>14</sup> Si 28.09	<sup>15</sup> P 30.97	<sup>16</sup> S 32.06	<sup>17</sup> Cl 35.45	<sup>18</sup> Ar 39.95
<sup>19</sup> K 39.10	<sup>20</sup> Ca 40.08	<sup>21</sup> Sc 44.96	<sup>22</sup> Ti 47.87	<sup>23</sup> V 50.94	<sup>24</sup> Cr 52.00	<sup>25</sup> Mn 54.94	<sup>26</sup> Fe 55.85	<sup>27</sup> Co 58.93	<sup>28</sup> Ni 58.69	<sup>29</sup> Cu 63.55	<sup>30</sup> Zn 65.38	<sup>31</sup> Ga 69.72	<sup>32</sup> Ge 72.63	<sup>33</sup> As 74.92	<sup>34</sup> Se 78.97	<sup>35</sup> Br 79.90	<sup>36</sup> Kr 83.80
<sup>37</sup> Rb 85.47	<sup>38</sup> Sr 87.62	<sup>39</sup> Y 88.91	<sup>40</sup> Zr 91.22	<sup>41</sup> Nb 92.91	<sup>42</sup> Mo 95.95	<sup>43</sup> Tc -	<sup>44</sup> Ru 101.1	<sup>45</sup> Rh 102.9	<sup>46</sup> Pd 106.4	<sup>47</sup> Ag 107.9	<sup>48</sup> Cd 112.4	<sup>49</sup> In 114.8	<sup>50</sup> Sn 118.7	<sup>51</sup> Sb 121.8	<sup>52</sup> Te 127.6	<sup>53</sup> I 126.9	<sup>54</sup> Xe 131.3
<sup>55</sup> Cs 132.9	<sup>56</sup> Ba 137.3	57- 71	<sup>72</sup> Hf 178.5	<sup>73</sup> Ta 180.9	<sup>74</sup> W 183.8	<sup>75</sup> Re 186.2	<sup>76</sup> Os 190.2	<sup>77</sup> Ir 192.2	<sup>78</sup> Pt 195.1	<sup>79</sup> Au 197.0	<sup>80</sup> Hg 200.6	<sup>81</sup> Tl 204.4	<sup>82</sup> Pb 207.2	<sup>83</sup> Bi 209.0	<sup>84</sup> Po -	<sup>85</sup> At -	<sup>86</sup> Rn -
<sup>87</sup> Fr -	<sup>88</sup> Ra -	89- 103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -



**Президентская олимпиада по химии**  
 Заключительный этап (2022-2023).  
 Официальный комплект заданий.

## Задача №1. Окислительно-восстановительные реакции

Составьте уравнения следующих реакций (4 балла):

1.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \dots$
2.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \longrightarrow \dots$
3.  $\text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \dots$
4.  $\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \dots$

## Задача №2. Один на всех

Различите одним реагентом водные растворы следующих веществ: хлорид алюминия, гидроксид калия, бромид натрия и плавиковая кислота. Напишите уравнения протекающих реакций и наблюдения, на основании которых вы сможете различить вещества. (7 баллов)

## Задача №3. Электролиз (7 баллов)

Смешали растворы хлорида натрия ( $C_M(\text{NaCl}) = 0.2$  моль  $\text{л}^{-1}$ ,  $V = 300$  мл,  $\rho = 1.1$  г  $\text{см}^{-3}$ ) и сульфата меди ( $C_M(\text{CuSO}_4) = 0.1$  моль  $\text{л}^{-1}$ ,  $V = 200$  мл,  $\rho = 1.3$  г  $\text{см}^{-3}$ ). Полученный раствор подвергли электролизу с силой тока равной 1 А до тех пор, пока в растворе не остались катионы только одного металла.

1. Рассчитайте молярные концентрации каждого из следующих ионов после смешивания растворов:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ .
2. Сколько времени длился электролиз? Ответ приведите в секундах.
3. Рассчитайте объем газов, выделившихся на электродах.
4. Рассчитайте массовые доли для каждого из следующих ионов в растворе после проведения электролиза:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ .

## Задача №4. Забавное соединение (7 баллов)

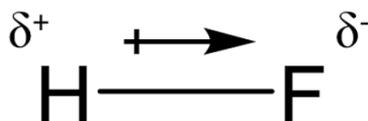
При сгорании 1 грамма органического соединения А ( $\omega(\text{C}) = 48.97\%$ ), состоящего из трех элементов, выделяется 0.3047 л (н. у.) хлороводорода.

1. Определите молекулярную формулу соединения А, если известно, что средняя степень окисления атомов углерода в соединении равна  $-1/3$ , а молярная масса не превышает 200 г  $\text{моль}^{-1}$ .

У вещества А есть три изомера, различающихся расположением атомов хлора.

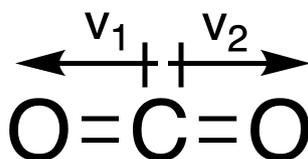
2. Нарисуйте структурные формулы этих изомеров.

Во всех трех изомерах А имеются полярные связи С–Н и С–Cl. Электроны, образующие эти связи, стягиваются в сторону более электроотрицательного атома, что приводит к образованию частично положительного и отрицательного ( $\delta^+$  и  $\delta^-$ ) зарядов. Дипольный момент такой связи можно изобразить в качестве вектора направленного от  $\delta^+$  к  $\delta^-$ . Например, дипольный момент связи Н–F изображен ниже:



3. Нарисуйте вектора дипольных моментов связей C–H и C–Cl.

Чтобы получить *общий дипольный момент молекулы* необходимо сложить вектора *дипольных моментов* всех полярных связей. Например, в молекуле  $\text{CO}_2$  обе связи полярные и обладают дипольными моментами  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ . Поскольку длины обеих связей C=O равны,  $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$ , но поскольку они направлены в противоположные стороны дипольный момент молекулы  $\text{CO}_2$  равен  $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{0}$



Пусть дипольные моменты связей C–H и C–Cl имеют величины  $|\vec{v}_H|$  и  $|\vec{v}_{Cl}|$  соответственно.

4. Выразите молекулярные дипольные моменты для всех трех изомеров **A** через  $|\vec{v}_H|$  и  $|\vec{v}_{Cl}|$ . Если в структуре **A** имеются циклы, вы можете считать их правильными многоугольниками.