

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	<sup>104</sup> Rf -	<sup>105</sup> Db -	<sup>106</sup> Sg -	<sup>107</sup> Bh -	<sup>108</sup> Hs -	<sup>109</sup> Mt -	<sup>110</sup> Ds -	<sup>111</sup> Rg -	<sup>112</sup> Cn -	<sup>113</sup> Nh -	<sup>114</sup> Fl -	<sup>115</sup> Mc -	<sup>116</sup> Lv -	<sup>117</sup> Ts -	<sup>118</sup> Og -

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



**Республиканская олимпиада по химии**

Областной этап (2022-2023).

Официальный комплект заданий 11-класса.

## Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач областной олимпиады 2022-2023 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **4 астрономических часа (240 минут)** на выполнение заданий олимпиады. Ваш результат – сумма баллов за каждую задачу, с учетом весов каждой из задач.

Вы можете решать задачи в черновике, однако, не забудьте перенести все решения на листы ответов. Проверяться будет только то, что вы напишете внутри специально обозначенных квадратиков. **Черновики проверяться не будут.** Учтите, что вам **не будет выделено** дополнительное время на перенос решений на бланки ответов.

Вам **разрешается** использовать графический или инженерный калькулятор.

Вам **запрещается** пользоваться любыми устройствами связи, смартфонами, смарт-часами или любыми другими гаджетами, способными предоставлять информацию в текстовом, графическом и/или аудио формате, из внутренней памяти или загруженную с интернета.

Вам **запрещается** пользоваться любыми материалами, не входящими в данный комплект задач, в том числе периодической таблицей и таблицей растворимости. На **титальной странице** предоставляем единую версию периодической таблицы. Используйте точные значения атомных масс, представленных в таблице.

Вам **запрещается** общаться с другими участниками олимпиады до конца тура. Не передавайте никакие материалы, в том числе канцелярские товары. Не используйте язык жестов.

За нарушение любого из данных правил ваша работа будет **автоматически** оценена в **0 баллов**, а прокторы получат право вывести вас из аудитории.

На листах ответов пишите **четко и разборчиво**. Рекомендуется обвести финальные ответы карандашом. **Не забудьте указать единицы измерения (ответ без единиц измерения не будет засчитан).** Помните про существование значащих цифр.

В комплекте заданий дробная часть чисел в десятичной форме **отделяется точкой**.

Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите **0 баллов**, даже если ответ правильный.

Решения этой олимпиады будут опубликованы на сайте [www.qazcho.kz](http://www.qazcho.kz). Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте [www.kazolymp.kz](http://www.kazolymp.kz).

## Задача №1. Неизвестные элементы

1.1	Всего	Вес(%)
10	10	10

Неизвестные элементы **X**, **Y**, **Z** и **L** образуют кислородсодержащие соединения **A** с молекулярной формулой  $XL_8Z_2O_4$  ( $\omega(O) = 32.32\%$ ), **B** с молекулярной формулой  $XYLO_4$  ( $\omega(O) = 40.25\%$ ), **C** с молекулярной формулой  $XYO_4$  ( $\omega(O) = 40.5\%$ ) и **D** с молекулярной формулой  $YZO_3$  ( $\omega(O) = 39.18\%$ ).

Определите неизвестные элементы **X**, **Y**, **Z** и **L**. Запишите названия соединений **A**, **B**, **C** и **D**. Запишите уравнения реакций **C** и **D** с соединением, молекулярная формула которого  $LZ$ .

## Задача №2. Рентгеноконтрастное вещество

2.1	Всего	Вес(%)
10	10	10

Суспензия некоторой серосодержащей соли бария **A** используется для различных медицинских целей, в том числе и как контрастное вещество при рентгене желудочно-кишечного тракта, так как тяжёлые атомы бария хорошо поглощают рентгеновское излучение, а сама соль является малорастворимой в воде ( $pK_{sp} = 9.967$ ) и желудочном соке. Для рентгенографического исследования органов пищеварения пациент принимает внутрь суспензию (т.н. «баритовую кашу») некоторой соли ( $\omega(Ba) = 58.84\%$ ). Определите о какой соли идет речь и какое минимальное количество  $0.00500 \text{ моль л}^{-1} BaCl_2$  (в мл) надо добавить к  $500.00 \text{ мл}$  раствору соответствующей сильной кислоты **B** ( $pH = 5.3$ ), чтобы соль **A** выпала в осадок.

## Задача №3. Не потеряй ничего нужного

3.1	Всего	Вес(%)
12	12	12

Навеску  $2.295 \text{ г}$  неизвестного галогенсодержащего соединения серы **C**, в молекуле которого не более 7 атомов, полностью гидролизovali в колбе (1) с кипящей водой. В результате образовался бесцветный раствор, а выпадения осадка не наблюдалось. Образующийся при этом газ **A** пропустили через избыток раствора гидроксида калия (2). Колбу (1) с водой остудили, в неё добавили избыток раствора гидроксида кальция. Образовавшийся осадок **B** отфильтровали, фильтрат упарили и объединили с осадком, затем всё вместе прокалили при температуре  $500^\circ C$  до полного удаления остатков кристаллизационной воды. Остаток **B** после прокаливания составил  $2.31 \text{ г}$  и содержит  $23.55\%$  серы по массе и 6 атомов в формульной единице. При этом фильтрат не давал белого творожистого осадка с подкисленным раствором нитрата серебра.

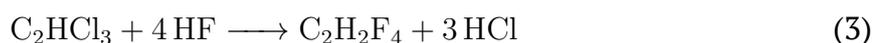
Полученный после пропускания газа **A** раствор гидроксида калия упарили (2) до объема  $200 \text{ мл}$ , затем подкислили азотной кислотой и начали по каплям добавлять раствор нитрата серебра. Образующийся белый творожистый осадок **Г** отделили, тщательно промыли небольшим количеством воды и просушили в инертной атмосфере. Его масса составила  $4.870 \text{ г}$ .

Определите формулу галогенсодержащего соединения серы **С**, а также всех упомянутых закодированных веществ. Известно, что **Б** содержит 55.76% кислорода по массе. Напишите уравнения всех описанных в эксперименте реакций. Объясните необходимость подкисления раствора (2) азотной кислотой.

## Задача №4. Хладагент

4.1	4.2	4.3	Всего	Вес(%)
4	1	5	10	10

Вы когда-нибудь задумывались как работает холодильник? Ключевую роль играют т.н. хладагенты, которые забирают тепло у продуктов, лежащих в холодильнике, и отдают его в окружающую среду. Ниже приведены реакции (все реагенты и продукты в газообразной фазе) получения нескольких широко применяемых фреонов и энтальпии разрыва связей в кДж моль<sup>-1</sup>.



Связь	C-Cl	C-F	H-Cl	H-F	C-C	C=C	C-H
$\Delta H_{\text{XY} \longrightarrow \text{X+Y}}$	328	485	431	567	348	614	413

1. Рассчитайте изменение энтальпии в ходе реакций (1)-(4).
2. Определите знак  $\Delta_r S$  для реакций (1)-(4). В качестве ответа, вы можете использовать  $\Delta_r S > 0$ ,  $\Delta_r S < 0$  и  $\Delta_r S \approx 0$ .
3. Для реакции 2, рассчитайте абсолютные энтропии реагентов и продуктов при 1000 °С, а затем рассчитайте  $\Delta_r S(1000^\circ\text{C})$ . Для расчета абсолютной энтропии вы можете воспользоваться формулой ниже.

$$S(T) = C_{p,\text{тв.}} + \frac{\Delta H_{\text{плв.}}}{T_{\text{плв.}}} + C_{p,\text{ж.}} \cdot \ln \left( \frac{T_{\text{кип.}}}{T_{\text{плв.}}} \right) + \frac{\Delta H_{\text{кип.}}}{T_{\text{кип.}}} + C_{p,\text{г.}} \cdot \ln \left( \frac{T}{T_{\text{кип.}}} \right)$$

В таблице все значения теплоемкостей  $C_p$  даны в Дж моль<sup>-1</sup> К<sup>-1</sup>, изменения энтальпий в кДж моль<sup>-1</sup>, а температуры в К.

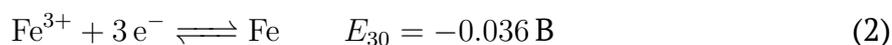
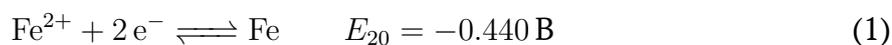
	$C_{p,\text{тв.}}$	$T_{\text{плв.}}$	$\Delta H_{\text{плв.}}$	$C_{p,\text{ж.}}$	$T_{\text{кип.}}$	$\Delta H_{\text{кип.}}$	$C_{p,\text{г.}}$
CHClF <sub>2</sub>	20	97	4.12	120	232	20.2	60
C <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	18	131	7.7	110	198	16.8	115
HCl	17	160	3.5	100	188	16.2	30

## Задача №5. Электрохимия возвращается

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	Всего	Вес (%)
1	1	2	2	1	1	1	2	2	13	13

Юного химика Мадияра попросили определить точное содержание двухвалентных ионов железа в некотором образце. К сожалению, Мадияр проспал уроки аналитической химии, на которых рассматривалось перманганатометрическое определение железа, поэтому несчастному Мадияру придется восстанавливать методику с помощью электрохимических расчетов.

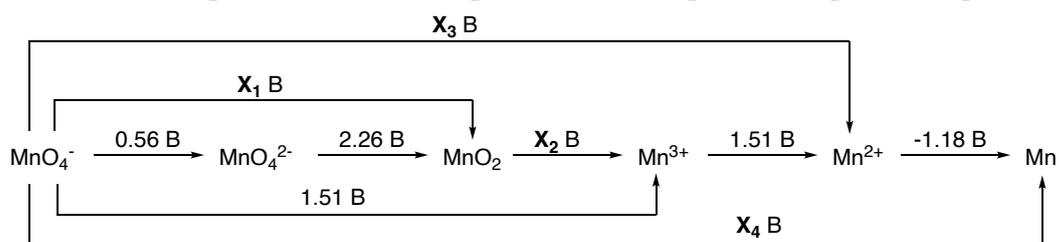
Известны следующие стандартные электродные потенциалы (во всей задаче используются данные при 298 К):



1. Способно ли железо вытеснять ионы водорода  $\text{H}^+$  из растворов кислот? Ответ обоснуйте ссылаясь на значение(ия) электродных потенциалов.
2. «Кажется железо нужно окислять», -- подумал Мадияр. Определите стандартный электродный потенциал для полуреакции  $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ .

*Справка:* стандартный электродный потенциал связан с энергией Гиббса для реакции следующим соотношением:  $\Delta_r G = -nFE$ , где  $F = 96485 \text{ Кл моль}^{-1}$  постоянная Фарадея,  $n$  -- количество электронов участвующих в полуреакции, а  $E$  -- электродный потенциал.

Диаграмма Латимера -- удобный способ представления стандартных электродных потенциалов для полуреакций взаимопревращений различных форм элемента. Ниже представлена диаграмма Латимера для марганца при  $pH = 0$ .



3. Определите стандартные электродные потенциалы  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$ .

Благодаря Вам, у Мадияра достаточно информации, чтобы восстановить методику перманганатометрического определения железа(II).

4. До какой степени окисления будет восстанавливаться перманганат ион  $\text{MnO}_4^-$  при реакции с  $\text{Fe}^{2+}$  в кислой среде ( $pH = 0$ )? Запишите краткое ионное уравнение протекающей реакции. Определите ЭДС и  $\Delta_r G$  для протекающей реакции.

*Примечание:* если вы не смогли рассчитать потенциалы в п.2 и п.3, вы можете использовать следующие значения:  $X_1 = 1.50$  В,  $X_2 = 0.80$  В,  $X_3 = 1.40$  В,  $X_4 = 0.50$  В,  $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.60$  В.

Реакциями конпропорционирования (они же -- сопропорционирования) называются окислительно-восстановительные реакции, в которых окислителем и восстановителем является один и тот же элемент в разных степенях окисления. В результате такой реакции образуется элемент в промежуточной степени окисления.

5. Способны ли ион  $\text{Mn}^{3+}$  и элемент Mn к спонтанному конпропорционированию? Запишите краткое ионное уравнение этой реакции (вне зависимости от того является она спонтанной или нет).

Реакциями диспропорционирования называются окислительно-восстановительные реакции, в которых окислителем и восстановителем является один и тот же химический элемент в равных степенях окисления, а в результате реакции образуется этот элемент в разных степенях окисления. Реакции диспропорционирования обратны реакциям конпропорционирования.

6. Способен ли манганат-ион  $\text{MnO}_4^{2-}$  к спонтанному диспропорционированию? Запишите краткое ионное уравнение этой реакции (вне зависимости от того является она спонтанной или нет).

Диаграмма Фроста -- иной способ представления информации о стандартных электродных потенциалах элемента. По оси  $O_y$  откладывается произведение степени окисления и стандартного электродного потенциала для полуреакции восстановления до элемента в нулевой степени окисления. По оси  $O_x$  откладываются степени окисления. Например, из диаграммы Латимера видно, что потенциал для реакции  $\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}(s)$  равен  $-1.18$  В, значит на диаграмме Фроста, степени окисления 2 соответствует значение  $2 \times (-1.18) = -2.36$ . Ниже представлена диаграмма Фроста для марганца при  $pH = 0$ .





## Уважаемый участник!

Составители этой олимпиады просят вас дать обратную связь по заданиям олимпиады. Мы ждем и будем рады любым ответам, в том числе критическим. Ссылка на форму с вопросами: [opros.qazcho.kz](https://opros.qazcho.kz).