

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**

Районный этап (2022-2023).

Официальный комплект заданий 11-класса.

## Содержание

Регламент олимпиады	3
Задача №1. Пищевая добавка (8%)	4
Задача №2. Кристаллогидрат (7%)	4
Задача №3. Красный пигмент (10%)	4
Задача №4. Расчёты с растворами (12%)	5
Задача №5. Поговорим о биологии (13%)	6

## Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач районного этапа республиканской олимпиады 2022-2023 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **3 астрономических часа (180 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 справочными материалами, учебниками или конспектами.

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.

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

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)**. Соблюдайте правила использования числовых данных в арифметических операциях. Иными словами, помните про существование значащих цифр.

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.qazolymp.kz](http://www.qazolymp.kz).

## Задача №1. Пищевая добавка

1.1	1.2	1.3	Всего	Вес(%)
2	3	3	8	8

Пищевая добавка **X** обладает свойствами антиоксиданта, стабилизатора вкуса и цвета, осветлителя и эмульгатора. В ее состав входят (в %): калий (28.68), водород (1.47), фосфор (22.79) и кислород (47.06).

1. Определите простейшую формулу вещества **X**.
2. К 63.00 мл 40% раствора **X** (плотность 1.35 г мл<sup>-1</sup>) добавили 23.60 мл 20% раствор КОН (плотность 1.19 г мл<sup>-1</sup>). Рассчитайте состав (% масс) конечного раствора.
3. Вычислите pH полученного раствора. Нужно вам значение  $pK_a = 7.21$ .

## Задача №2. Кристаллогидрат

2.1	Всего	Вес(%)
7	7	7

Кристаллогидрат сульфата никеля массой 1.800 г растворили в воде и довели объем раствора до 50 мл. Затем из данного раствора взяли аликвоту 10 мл и оттитровали ее стандартным раствором ЭДТА (0.1043 моль л<sup>-1</sup>), на что было затрачено 12.51 мл титранта. Определите содержание кристаллизационной воды в исходном кристаллогидрате. Какой будет формула данного кристаллогидрата если округлить полученную вами цифру до целой?

## Задача №3. Красный пигмент

3.1	3.2	3.3	Всего	Вес(%)
5	2	3	10	10

Бинарное вещество **A**, издревле использовавшееся в качестве красного пигмента, прокалили в среде кислорода, получив бинарный газ **B** и бинарные кристаллы **B**. **B** крайне токсичен и реагирует с раствором гидроксида натрия, образуя раствор соли **Г**. Этот раствор обладает восстанавливающими свойствами и при добавлении йода в щелочной среде анион соли **Г** окисляется в анион **Д**. Качественной реакцией на анион **Д** является добавление нитрата бария, что приводит к образованию белого осадка **Е**. Аналогичная **Е** соль кальция при этом малорастворима но не дает такого сильного осаждения. **Е** также не реагирует с раствором соляной кислоты.

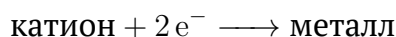
1. Зная, что массовая доля неметалла **X** в **A** составляет 13.78%, в **B** 50.05%, в **Г** 33.38%, расшифруйте неизвестные вещества и запишите уравнения всех реакций.

Металл **У**, содержащийся в **В** раньше широко применяли в аналитической химии а также измерительных приборах, однако сейчас он используется крайне редко из-за своей чрезвычайной токсичности. Кристаллы **В** растворили в азотной кислоте, получив нитрат **Ж**, при этом не произошло окислительно-восстановительной реакции. При добавлении хлорида натрия к **Ж**, в осадок выпал бинарный хлорид **З**, содержащий **26.10%** хлора по массе. Этот хлорид может реагировать с металлом **У** в молярной пропорции 1:1, образуя другой хлорид **И**, который раньше использовали в качестве референтного электрода; сейчас для этих целей в основном используется хлорсеребряный электрод.

2. Расшифруйте неизвестные вещества **Ж** – **И** и запишите уравнения упомянутых реакций.
3. Стандартный потенциал восстановления катиона, содержащегося в хлориде **И** составляет **0.789 В**, однако при использовании этого катиона в качестве реф. электрода его потенциал восстановления составляет **0.242 В**. Это обусловлено тем что внутри электрода находится много хлорида, понижающего концентрацию катионов за счет образования осадка. Зная, что произведение растворимости имеет следующий вид :

$$K_{sp} = [\text{катион}] \cdot [\text{Cl}^-]^2$$

а также то что концентрация хлорида в электроде составляет 3 моль л<sup>-1</sup> и в окислительно-восстановительной реакции участвуют два электрона и она имеет вид (температура **298К**)



вычислите произведение растворимости для хлорида **И**. (заметьте что вам совсем не нужно знать формулу хлорида для этого пункта)

## Задача №4. Расчёты с растворами

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	Всего	Вес(%)
2	3	1	2	4	12	12

К трем растворам равной массы, один из которых содержал 10% по массе хлорида лития, другой 10% хлорида магния и третий 10% хлорида алюминия, добавили по одинаковому объему раствора нитрата серебра с массовой долей соли 20%. Из двух растворов выпало по 26.68 г осадка, а из одного меньше.

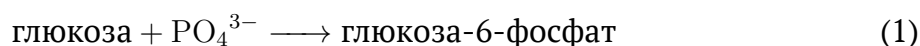
1. Запишите уравнения упомянутых в задаче химических реакций.
2. Рассчитайте массу исходных растворов, если известно, что хлорид алюминия прореагировал полностью.
3. Рассчитайте массу использованного раствора нитрата серебра.
4. Рассчитайте массы конечных трёх растворов.
5. Определите массовые доли веществ в каждом из трех оставшихся растворов.

## Задача №5. Поговорим о биологии

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Всего	Вес(%)
2	1.5	1	1.5	3	2	2	13	13

Еда, которую мы потребляем в пищу представляет собой большое скопление различных биомолекул – углеводов, белков и жиров. Для того, чтобы эти вещества пошли на пользу нашему организму, они должны быть разложены на маленькие составляющие, которые позже могут участвовать в специальных процессах, в том числе синтезе строительных блоков. Однако для того, чтобы «разобрать» большие молекулы требуется большое количество энергии.

Глюкоза-6-фосфат является одним из первых метаболитов (участников метаболизма) в цепочке реакций, связанных с клеточным дыханием. Она образуется в ходе реакции глюкозы со свободным фосфатом.



Для данной реакции  $\Delta G = 13.8$  кДж моль<sup>-1</sup>.

1. Используя таблицу ниже, вычислите энтропии для данной реакции для данной реакции. Температура окружающей среды 25°C.

	Глюкоза	Фосфат-ион	Глюкоза-6-фосфат
$\Delta_f H^\circ$ (кДж моль <sup>-1</sup> )	-1267.11	-1299.39	-2279.30

2. Рассчитайте какое количество свободной энергии выделится/поглотится в ходе превращения 2.00 г глюкозы в глюкозу-6-фосфат. Будет ли эта реакция протекать самопроизвольно? Формула глюкозы – C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>.

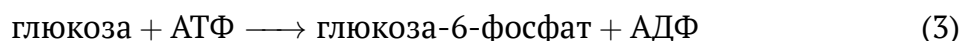
Молекула АТФ, в свою очередь, является веществом, предоставляющим энергию для многих метаболических процессов в организме. Для того, чтобы понять, как она это делает, давайте рассмотрим реакцию разложения АТФ на АДФ и свободный фосфат:



Для данной реакции  $\Delta G = -30.5$  кДж моль<sup>-1</sup>.

3. Рассчитайте изменение свободной энергии в ходе образования  $3.50 \cdot 10^{-3}$  моль АДФ. Будет ли эта реакция протекать самопроизвольно?

Мы можем связать две эти реакции в:



4. Используя закон Гесса, рассчитайте изменение свободной энергии на один моль глюкозы в ходе этой реакции. Является ли этот процесс самопроизвольным?
5. Рассчитайте значение константы равновесия для реакций (1), (2) и (3), используя значения  $\Delta G$ , полученные в предыдущих пунктах.

6. В некоторой клетке в некоторый момент времени концентрации АТФ, АДФ и фосфат-ионов составляют 5 мМ, 0.5 мМ и 5 мМ, соответственно. Используя значение константы равновесия для реакции (2) из предыдущего пункта, установите является ли данная система в равновесии. Если нет, то определите в какое направление смещено равновесие – в сторону образования АТФ или образования АДФ.

Предположим, что некоторый биохимический процесс (в расчете на одну молекулу субстрата) описывается изменением свободной энергии в  $\Delta G = 1.234 \times 10^{-19}$  Дж.

7. Какое минимальное количество молекул АТФ потребуется для того, чтобы этот процесс стал самопроизвольным в расчете на одну молекулу субстрата? Ответ должен быть представлен в виде целого числа.

### **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).