



Республиканская олимпиада по химии
Заключительный этап (2021-2022).
Официальный комплект решений 10 класса.

Содержание

Регламент олимпиады	3
Периодическая таблица	4
Задача №1. Химический блиц (Моргунов А.) (8%)	5
Задача №2. В чем сила? (Моргунов А.) (11%)	8
Задача №3. Трудная задача о легких газах (Болматенков Д.) (11%)	11

Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач республиканской олимпиады 2022 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **5 астрономических часов (300 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 **странице 3** 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 получают 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 будет не 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.

Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте www.kazolymp.kz.

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021-2022.
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.

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

Задача №1. Химический блиц (Моргунов А.)

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	Всего	Вес(%)
2	3	3	4	4	2	3	21	8

1.1 (2 балла)

Общая формула оксида - E_2O_y . Обозначим атомную массу элемента за x

$$\frac{16y}{2x + 16y} = 0.5636$$
$$28.3889y = 2x + 16y$$
$$x = 6.19$$

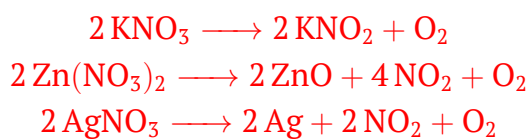
Перебор разных значений y

$y = 1$	2	3	4	5	6	7
$x = 6.19$	12.39	18.58	24.77	30.97	37.16	43.36

Значит это фосфор, а формула оксида P_2O_5

1.2 (3 балла)

За каждую реакцию по 1 баллу (0 баллов без коэффициентов)



1.3 (3 балла)

За каждую реакцию по 1 баллу (0 баллов без коэффициентов)



По 0.5 б если реакции неправильные, но верно указан продукт
восстановления перманганата калия

1.4 (7 баллов)

Запишем уравнения реакций:



2.24 л водорода при н.у. это

$$\frac{2.24 \text{ л}}{22.4 \text{ л моль}^{-1}} = 0.1 \text{ моль}$$

Допустим в смеси было x моль FeO и y моль CuO. Тогда:

$$71.85x + 79.55y = 7.57$$

$$x + y = 0.1$$

Решая систему получаем $x = 0.05$, $y = 0.05$

Тогда:

$$\omega(\text{FeO}) = \frac{0.05 \cdot 71.85}{7.57} \cdot 100\% = 47.46\%$$

$$\omega(\text{CuO}) = \frac{0.05 \cdot 79.55}{7.57} \cdot 100\% = 52.54\%$$

По 2 балла за каждую массовую долю, всего 4 балла. Если ученик использовал целые атомные массы и получил ответ 51.12% оксида железа и 48.88% оксида меди – по 1.5 балла за каждую массовую долю.

1.5 (4 балла)

При добавлении олеума протекает следующая реакция с водой из серной кислоты: (1 балл за реакцию)



При этом, поскольку в итоге образуется олеум, вся вода должна прореагировать: (1 балл за эту идею)

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.02 \cdot 50}{18} = \frac{1}{18}$$

Таким образом, если добавить x грамм 20% олеума, после смешения останется:

$$m(\text{SO}_3) = 0.2x - \frac{80.06}{18}$$

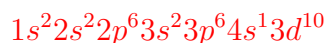
А общая масса раствора будет $50 + x$ Таким образом:

$$\frac{0.2x - \frac{80.06}{18}}{50 + x} = 0.01804$$

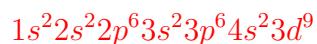
Отсюда $x = 29.38$ г (2 балла)

1.6 (2 балла)

2 балла за такую конфигурацию



1 балл если указана



1.7 (3 балла)

- А) Калий +1, Железо +2, углерод +2, азот -3 (за каждую по 0.25 б, всего 1 б)
В) Натрий +1, хром +6, кислород -2 (за натрий и кислород по 0.25 б, за хром 0.5 б, всего 1 б)
С) Йод – 0 (1 балл)

Задача №2. В чем сила? (Моргунов А.)

2.1	2.2	2.3	2.4	Всего	Вес(%)
6	8	4	5	23	11

2.1 (6 баллов)

Единственная информация, которая у нас есть о соединении **1** исходит от Антона, Дильназ и Малены, которые, судя по всему, говорят о хлоре, фторе и бrome соответственно. Допустим Малена говорит правду. Тогда **1** – бром. Но Малена тут же говорит о том, что Br_2 вступает в реакцию с NaCl с образованием Cl_2 . Такого быть не может – вытеснять галогены из галогенидов могут только более активные галогены, а бром менее активен чем хлор. Значит Малена – лжец (1 балл).

Допустим Тания говорит правду – тогда **3** – это высший оксид. Но высший оксид, растворяясь в гидроксиде натрия, никак не может быть восстановителем – элемент уже находится в высшей степени окисления. Значит Тания – лжец (1 балл).

Поймать последнего лжеца гораздо сложнее. Допустим Антон говорит правду. Тогда и по массовым долям **2** и по массовым долям **3** становится понятно, что речь идет о хrome. В нулевой степени окисления у хрома **6** электронов. Газ **6**, являющийся ядовитым по утверждению Антона, это CO . Но CO – это лиганд сильного поля, значит соединение **5** обязано быть низкоспиновым. Но шесть электронов в низкоспиновой конфигурации никак не могут приводить к парамагнитным свойствам. Получаем противоречие. Значит Антон – лжец (2 балла)

Таким образом, Богдан и Дильназ рыцари (2 балла)

2.2 (8 баллов)

Определение элемента **X** можно провести и по соединению **2**, и по соединению **3**.

Соединение **2** фторид, с общей формулой EF_n

$$\begin{aligned}\frac{x}{x + 19n} &= 0.3490 \\ 2.865x &= x + 19n \\ 1.865x &= 19n \\ x &= 10.188n\end{aligned}$$

Проверим разные варианты значений n

n	1	2	3	4	5	6	7
x	10.188	20.376	30.564	40.752	50.94	61.128	71.316

С одной стороны можно подумать, что **X** — это фосфор, а **2** — это PF_3 . Однако, массовая доля фосфора в P_2O_5 всего лишь 43.6%. Тогда **X** это ванадий (1 балл), **1** — это F_2 (1 балл), а **2** — это VF_5 (1 балл)

Подтвердить ванадий можно и с помощью расчетов по **3**.

Определим формулу соединения **3**. В общем виде оксиды имеют формулу X_nO_m . Возьмем атомную массу **X** за x

$$\begin{aligned}\frac{nx}{nx + 16m} &= 0.5601 \\ 1.785nx &= nx + 16m \\ 0.785nx &= 16m \\ x &= 20.382\frac{m}{n}\end{aligned}$$

Рассмотрим разные значения для m и n

n	1	1	1	1	2	2	2	2
m	1	2	3	4	1	3	5	7
x	20.382	40.764	61.146	81.528	10.191	30.573	50.955	71.337

Единственный подходящий вариант — комбинация $n = 2$ и $m = 5$, соответствующая элементу Ванадий (V).

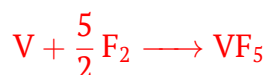
Таким образом **3** – V_2O_5 (1 балл)

Соединением **4** является соль натрия, которая может иметь формулу $NaVO_3$ или Na_3VO_4 (проводя параллели с другими анионами с элементами в степени окисления +5). Проверки массовых долей подтверждают второй вариант: соединение **3** – это Na_3VO_4 (1 балл)

Наконец, основной компонент воздуха с молекулярной массой 28 г моль^{-1} (соединение **6**) это азот N_2 (1 балл)

Формула **5** необычна, но подтверждается массовыми долями: это $[V(N_2)_6]$ (2 балла). Справка: это соединение было выделено при 20-25 К совместной конденсацией атомов ванадия и молекул азота.

2.3 (4 балла)



(1 балл – образование 2)

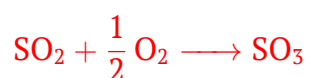


(1 балл – уравнение автопротолиза)

Растворение оксида в гидроксиде натрия (1 балл):



Пентаоксид диванадия катализирует реакцию окисления диоксида серы (1 балл)



2.4 (3 балла)

Санжар рыцарь (1 балл)

Допустим в соединении **7** один атом ванадия. Тогда на остальные атомы приходится:

$$\frac{50.94}{0.3514} \cdot 0.6486 = 94 \text{ г моль}^{-1}$$

Очевидно среди них есть атомы азота и кислорода, причем на каждый атом азота как минимум 3 атома кислорода. Нитратная группировка имеет массу 62 г моль^{-1} . Остаток в 32 г моль^{-1} может соответствовать еще двум атомам кислорода, что соответствует форме ванадия в степени окисления +5 в кислой среде в виде диоксованадия.

Итого формула **7** - VO_2NO_3 (2 балла). 0 баллов если в предлагаемой формуле нет катиона VO_2^+ .

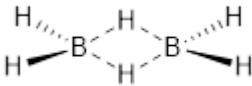
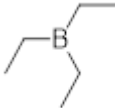
Проводя аналогичные рассуждения с **8**, на один атом ванадия приходится 112 г моль^{-1} других элементов, из которых 96 г моль^{-1} занимает сульфат. Таким образом **8** это сульфат ванадила:

VOSO_4 (2 балла). 0 баллов если в предлагаемой формуле нет катиона VO^{2+}

Задача №3. Трудная задача о легких газах (Болматенков Д.)

3.1	Всего	Вес(%)
21	21	11

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021-2022.
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.

I	II	III
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	H_2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$
IV	V	A
	CO	
B	C	D
C_2H_6	