



**Республиканская юниорская олимпиада для юниоров по химии**  
*Заключительный этап (2021-2022).*  
*Официальный комплект заданий 8 класса*

## Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач заключительного этапа РЮО 2022 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.

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, smart-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 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 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 [qazcho.kz](http://qazcho.kz)

Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте [kazolymp.kz](http://kazolymp.kz).

**Заключительный этап республиканской юниорской олимпиады по химии 2022.**  
**Комплект заданий теоретического тура. 8 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 [209]	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 -

## Тест

1. Сколько электронов, протонов и нейтронов содержится в ионе хлора  ${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$ ?  
Выберите правильный вариант: **(2 балла)**
  - a. 17 электронов, 18 протонов, 17 нейтронов
  - b. 18 электронов, 17 протонов, 18 нейтронов
  - c. 17 электронов, 17 протонов, 35 нейтронов
  - d. 18 электронов, 17 протонов, 35 нейтронов
  - e. 17 электронов, 17 протонов, 18 нейтронов
2. Сравните количество атомов, содержащихся в 1 моле воды и 1 моле метана:  
**(2 балла)**
  - a. 1 моль молекул воды содержит больше атомов, чем 1 моль молекул метана
  - b. 1 моль молекул воды содержит меньше атомов, чем 1 моль молекул метана
  - c. 1 моль молекул воды и 1 моль молекул метана содержит одинаковое количество атомов
  - d. 1 моль молекул воды может содержать больше или меньше атомов, чем 1 моль молекул метана, в зависимости от иных параметров.
3. Выберите элемент, чьи химические свойства наиболее близки к химическим свойствам элемента бериллия: **(2 балла)**
  - a. Углерод
  - b. Алюминий
  - c. Водород
  - d. Кислород
  - e. Кремний
4. Определите массовую долю фосфора в высшем оксиде фосфора: **(2 балла)**
  - a. 56.36%
  - b. 32.63%
  - c. 43.66%
  - d. 39.24%
5. Выберите правильную электронную конфигурацию атома серы: **(2 балла)**
  - a.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$
  - b.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
  - c.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^3$
  - d.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

## Задача №1. Смеси

Смесь алюминия и магния массой **18 г** обработали избытком соляной кислоты, при этом выделилось **21 л** газа при температуре **15 °С** и давлении **769** миллиметров ртутного столба.

1. Вычислите количество вещества газа в молях, используя формулу

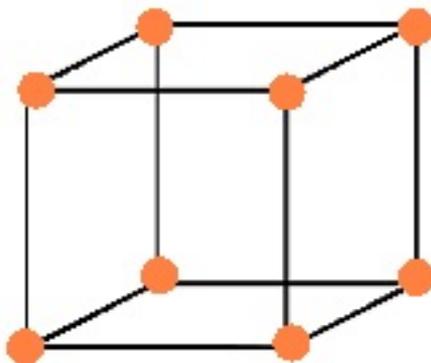
$$PV = nRT$$

где  $P$  – давление в Паскалях (**1 мм. рт. ст. = 133.3 Па**),  $V$  – объем в кубических метрах (**1 м<sup>3</sup> = 1000 л**),  $R$  – универсальная газовая постоянная, равная **8.31 Дж / (моль \* К)**,  $T$  – температура в Кельвинах, для получения которой необходимо прибавить к температуре в Цельсиях **273** градуса. **(2 балла)**

2. Определите массы металлов в смеси. **(8 баллов)**

## Задача №2. Кристаллы

Благодаря кристаллографии, мы знаем о строении вещества на атомарном уровне, от простейших солей до сложных макромолекулярных комплексов, таких как антенный комплекс фотосистем растений. Основой кристаллографии является дифракция рентгеновских лучей от упорядоченных атомов в кристалле, при котором атомы образуют плоскости которые выступают в роли зеркал. Например, есть простейшая кубическая решетка, в которой атомы располагаются в вершинах куба. Этот наименьший элемент кристалла, называемый элементарной ячейкой, повторяется во всем кристалле путем параллельного переноса. Ниже представлена простая кубическая решетка, главная часть этой задачи.

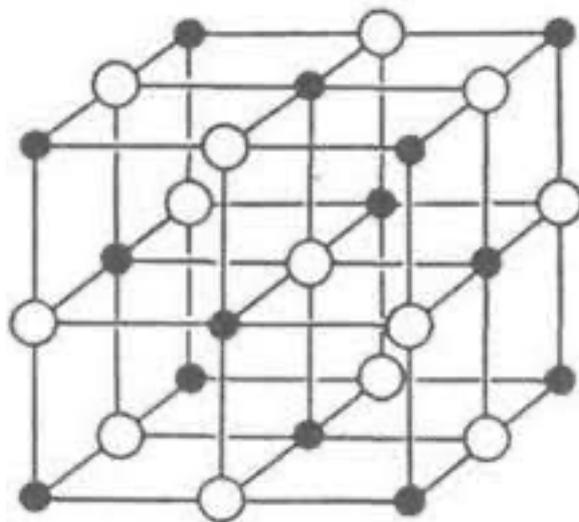


1. Элемент **X** существует в виде кристаллов с простой кубической решеткой. Его плотность  $\rho$  составляет **9.14 г/см<sup>3</sup>**. С помощью кристаллографии, было определено что длина ребра куба  $a$  составляет **3.36 Å** (**1 Å = 10<sup>-8</sup> см**). С помощью рассмотрения элементарной ячейки, можно понять что молярную массу **X** можно определить используя следующее уравнение:

$$M = N_A * \rho * a^3$$

Данная формула является следствием применения закона Авогадро. Рассчитайте молярную массу элемента **X** и определите, что это за элемент. **(2 балла)**

2. Несколько соединений с формулой  $AB$  также принимают похожую структуру, в половине вершин находятся атомы металла  $A$ , а в другой половине атомы неметалла  $B$ .



Приведенная выше формула немного меняется:

$$M = 2 * N_A * \rho * a^3$$

Здесь  $M$  это молярная масса вещества, то есть молярная масса металла плюс молярная масса неметалла. После кристаллографического анализа, была установлена длина  $a$  элементарной ячейки для четырех соединений с известной плотностью. Так же, используя интенсивность пика, соответствующего плоскости (111), была определена разница в количестве электронов ионов металла и неметалла (то есть магний, например, имеет 12 электронов, но ион  $Mg^{2+}$  имеет 10 электронов так как два электрона он уже потерял, учтите это при расчете). В одном случае ионы металла и неметалла обладают одинаковым количеством электронов, что приводит к полному исчезновению этого пика из-за деструктивной интерференции.

Номер вещества	Плотность, г/см <sup>3</sup>	$a$ , Å	$n(A) - n(B)$
1	2.17	2.82	-8
2	1.98	3.15	0
3	3.36	2.4	8
4	1.39	2.43	8

Определите молярную массу каждого из веществ, и, используя разницу в количестве электронов ионов, определите вещества. (8 баллов)

### Задача №3. Равновесие

Давайте рассмотрим следующую реакцию:



**Заключительный этап республиканской юниорской олимпиады по химии 2022.**  
**Комплект заданий теоретического тура. 8 класс.**

где  $a, b, c$  и  $d$  являются коэффициентами реакции. Очевидно, что  $C$  и  $D$  в данной реакции являются продуктами, а  $A$  и  $B$  реагентами. Возникает вопрос, а может ли пойти обратная реакция? То есть, могут ли продукты  $C$  и  $D$  обратно превратиться в исходные вещества  $A$  и  $B$ ? Да, могут.

Такую реакцию назовем обратной:



Суммарно, процесс выглядит так:



Дело в том, что, если в реакционную среду поместить  $A$  и  $B$ , они начнут реагировать с образованием  $C$  и  $D$  (по реакции 1), часть которых, в свою очередь, начнет обратно превращаться в  $A$  и  $B$  (по реакции 2). В определенный момент времени скорость прямой и обратной реакции станут равными, и система достигнет равновесия, в котором количества веществ в ней будут постоянными. Концентрацию вещества при состоянии равновесия называют равновесной концентрацией.

Чтобы математически описать количественный состав равновесной системы используют константу равновесия  $K$ . Чтобы посчитать ее значение, нужно поделить произведение равновесных концентраций продуктов, возведенных в степень равную соответствующим стехиометрическим коэффициентам, на произведение равновесных концентраций реагентов, возведенных в степень равную соответствующим стехиометрическим коэффициентам. Для системы 3 константа равновесия выглядит так:

$$K = \frac{[C]_{\text{равновесная}}^c * [D]_{\text{равновесная}}^d}{[A]_{\text{равновесная}}^a * [B]_{\text{равновесная}}^b}$$

Также, давайте введем математическую величину  $Q$ , которая будет показывать соотношение продуктов к реагентам в определенный момент времени. Она выражается схоже с константой равновесия, но концентрации, используемые для ее расчета, не обязательно равновесные:

$$Q = \frac{[C]^c * [D]^d}{[A]^a * [B]^b}$$

При установлении равновесия концентрации веществ в системе будут равны равновесным, соответственно  $Q$  будет равно  $K$ .

Химик аналитик решил исследовать химические свойства слабых кислот. Для этого, он растворил некоторое количество  $HNO_2$ .

1. Запишите реакцию диссоциации  $HNO_2$ . **(0.5 балла)**

Известно, что константа равновесия этой реакции равна  $5.12 * 10^{-4}$ . После химического анализа над этим раствором, были получены следующие данные:

Вещество	Концентрация
$NO_2^-$	$1.782 * 10^{-2}$ М
$H^+$	$1.782 * 10^{-2}$ М
$HNO_2$	$6.205 * 10^{-1}$ М

**Заключительный этап республиканской юниорской олимпиады по химии 2022.  
Комплект заданий теоретического тура. 8 класс.**

2. Рассчитайте  $Q$  для этой системы. Сравните значение  $Q$  с  $K$  – установилось ли равновесие? **(1 балл)**
3. Рассчитайте массу добавленной к раствору кислоты, если объем раствора 100 мл. **(1.5 балла)**
4. Рассчитайте степень диссоциации  $HNO_2$ . Степень диссоциации равна соотношению количества прореагировавшей кислоты к ее изначальному количеству. Ответ приведите в процентах. **(1 балл)**

Дела шли у нашего химика отлично, но вдруг случилась беда – химический анализатор сломался. Давайте поможем ему определить концентрации с помощью теории.

В одном из опытов он растворил в 500 мл воды 2.217 грамм HF. Известно, что константа равновесия для реакции диссоциации HF равна  $6.61 \cdot 10^{-4}$ .

5. Заполните таблицу недостающими данными. Покажите свои расчеты. **(1.5 балла)**

Вещество	Концентрация
$F^-$	
$H^+$	
$HF$	

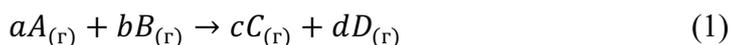
К раствору химик добавил 3 грамма  $NaF$ .

6. Пользуясь принципом Ле-Шателье, определите в какую сторону сместится равновесие? Ответ поясните. **(0.5 балла)**
7. Заполните таблицу недостающими данными после добавления  $NaF$  и установления равновесия. Покажите расчеты. **(1.5 балла)**

Вещество	Концентрация
$F^-$	
$H^+$	
$HF$	

8. Рассчитайте степень диссоциации HF до добавления  $NaF$  и после. Сделайте вывод на основании вашего наблюдения. **(1 балл)**

В случае, если вещества находятся в газообразном состоянии, константу равновесия рассчитывают с использованием парциальных давлений, измеряемых в бар. Например, для реакции:



Константа равновесия будет выглядеть следующим образом:

$$K_p = \frac{p(C)_{\text{равновесная}}^c * p(D)_{\text{равновесная}}^d}{p(A)_{\text{равновесная}}^a * p(B)_{\text{равновесная}}^b}$$

Аналогично, парциальные давления используются и для расчета  $Q$

**Заключительный этап республиканской юниорской олимпиады по химии 2022.  
Комплект заданий теоретического тура. 8 класс.**

В реакционный сосуд при 298 К добавляли газообразные  $H_2$  и  $Cl_2$ , пока давление каждого не оказалось равным 0.3 Бар. Примечательно то, что реакции не происходило до тех пор, пока в систему не сообщили некоторое количество энергии путем зажигания искры.  $K_p$  реакции хлора с водородом равна  $1.6 \cdot 10^{33}$ .

9. Выберите все верные утверждения. За неправильные ответы баллы будут вычитаться. **Вы не получите меньше 0 баллов за этот пункт. (1.5 балла)**

- При установлении равновесия давления  $H_2$  и  $Cl_2$  пренебрежимо малы по сравнению с давлением  $HCl$ .
- Зажигание искры понижает энергию активации реакции
- Зажигание искры повышает энергию активации реакции
- Константа равновесия обратной реакции будет иметь значение больше  $1.5 \cdot 10^5$
- $Q$  для системы до зажигания искры равно нулю

## **Задача №4. Титрование**

Для подготовки к олимпиаде по химии, Алия решила провести определение чистоты карбоната кальция с помощью окислительно-восстановительного титрования.

Сначала, ей необходимо было приготовить стандартные растворы оксалата и перманганата. Для этого она отвесила 1.843 г оксалата натрия ( $Na_2C_2O_4$ ) и растворила в 100.0 мл дистиллированной воды. Перенеся 20.00 мл этого раствора в коническую колбу, она добавила разбавленной серной кислоты чтобы создать кислую среду и начала титровать приготовленным раствором перманганата калия. После добавления 11.67 мл перманганата, раствор приобрел малиновый цвет который не исчезал после стояния.

1. Запишите полуреакции восстановления и окисления, протекающие в данном титровании. Затем запишите уравновешенную окислительно-восстановительную реакцию. Во всей задаче принимаются как молекулярные ( $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ ), так и ионные ( $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ ) уравнения. **(1.4 балла)**

2. Определите концентрации растворов оксалата и перманганата, просто подставив коэффициенты из пункта выше, где это требуется (то есть не нужно объяснять почему вы умножаете на это) **(2 балла)**

3. Затем, она отвесила 0.4375 г карбоната кальция, в котором могли быть примеси. Добавив избыток разбавленной соляной кислоты, Алия наблюдала небольшое выделение газа. Затем она нейтрализовала кислоту, доведя среду до нейтральной гидроксидом натрия, и разбавила раствор до 50.00 мл. При добавлении к полученному раствору 50.00 мл приготовленного ранее раствора оксалата натрия, раствор помутнел и выпал осадок. Чтобы избавиться от осадка, Алия отфильтровала раствор и промыла фильтр водой чтобы количественно перенести раствор в чистую коническую колбу. После добавления разбавленной серной кислоты она начала титровать раствор перманганатом, потратив 12.52 мл раствора перманганата для достижения точки эквивалентности.

Запишите реакцию карбоната кальция с соляной кислотой и реакцию полученного раствора с оксалатом натрия. Основываясь на этом, определите количество вещества и массовую долю карбоната кальция в навеске. **(4.1 балла)**

**Заключительный этап республиканской юниорской олимпиады по химии 2022.  
Комплект заданий теоретического тура. 8 класс.**

4. Ключевым качеством реакций, используемых в аналитике, является их количественность и необратимость, то есть они должны протекать только по одному пути, без образования побочных продуктов, и протекать максимально полно. Рассматривая образование осадка из кальция и оксалата, считайте для расчетов в этом пункте что навеска карбоната абсолютно чистая.

Рассчитайте концентрацию оксалат-ионов в растворе после того как весь осадок выпал, выпадение осадка возьмите как количественную реакцию. **(1 балл)**

5. Зная, что произведение растворимости осадка равно  $2.3 \cdot 10^{-9} M^2$ , рассчитайте концентрацию кальция в растворе после выпадения осадка. Какой процент от общего кальция остался в растворе (помните, что тут навеска берется как чистый карбонат кальция)? **(1.5 балла)**