



**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

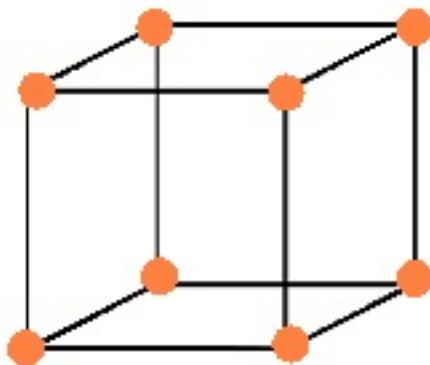
$$PV = nRT$$

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.

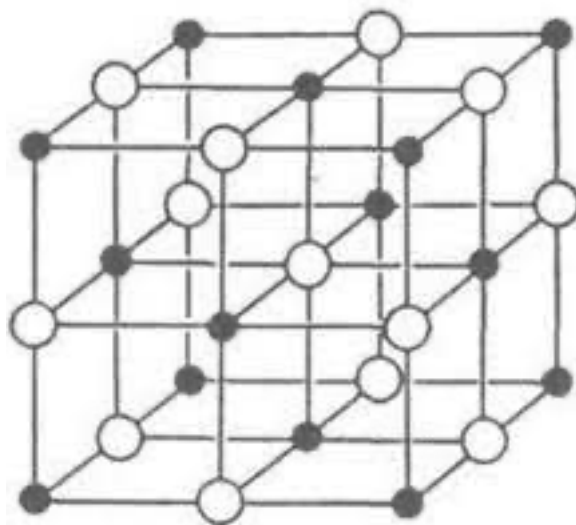


1. Элемент **X** существует в виде кристаллов с простой кубической решеткой. Его плотность  $\rho$  составляет **9.14 г/см<sup>3</sup>**. С помощью кристаллографии, было определено что длина ребра куба  $a$  составляет **3.36 Å** (**1 Å = 10<sup>-8</sup> см**). С помощью рассмотрения элементарной ячейки, 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  $A_nB_m$  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
$NO_2^-$	$1.782 * 10^{-2} \text{ M}$
$H^+$	$1.782 * 10^{-2} \text{ M}$
$HNO_2$	$6.205 * 10^{-1} \text{ M}$

**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
$F^-$	
$H^+$	
$HF$	

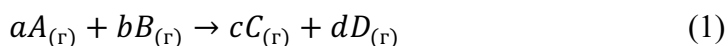
К раствору химик добавил 3 грамма  $NaF$ .

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 уравненную 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)**



**Химия пәнінен республикалық жасөспірімдер олимпиадасы**  
*Қорытынды кезеңі (2021-2022).*

*Теоретикалық турдың 8 сыныптағы ресми есептер жинағы*

**Химия пәнінен республикалық жасөспірімдер олимпиадасының қорытынды кезеңі 2022.  
Теоретикалық турдың есептер жинағы. 8 сынып.**

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 -

## Олимпиада ережелері:

Сізге химия пәнінен 2022 жылғы жасөспірімдер олимпиадасының қорытынды кезеңінің есептер жинағы берілді. Төмендегі нұсқаулар мен ережелердің барлығын **мұқият** оқып шығыңыз. Олимпиада тапсырмаларын орындау үшін сізде **3 астрономиялық сағат (180 минут)** беріледі. Сіздің жалпы нәтижеңіз - тапсырмалардың ұпай санын ескере отырып, әрбір тапсырма бойынша ұпайлар сомасы болып табылады.

Сіз шимайпарақта есептерді шеше аласыз, бірақ барлық шешімдерді жауап парақтарына көшіруді ұмытпаңыз. **Арнайы белгіленген жолақтардың ішіне жазған шешімдер ғана тексеріледі.** Шимайпарақтар тексерілмейді. Шешімдерді жауап парақтарына көшіру үшін сізге **қосымша уақыт берілмейтінін** ескеріңіз.

Сізге графикалық немесе инженерлік калькуляторды пайдалануға **рұқсат етіледі.** Сізге кез келген анықтамалық материалдарды, оқулықтарды немесе жазбаларды пайдалануға **тыйым салынады.**

Сізге ішкі жадты немесе интернеттен жүктеп алынған мәтіндік, графикалық және аудио пішімінде ақпаратты сақтауға қабілетті кез келген байланыс құрылғыларын, смартфондарды, смарт сағаттарды немесе кез келген басқа гаджеттерді пайдалануға **тыйым салынады.**

Осы тапсырмалар жинағына кірмейтін кез келген материалдарды, соның ішінде периодтық кесте мен ерігіштік кестесін **пайдалануға рұқсат етілмейді.** **3-бетте** периодтық жүйенің нұсқасы беріледі.

Турдың соңына дейін олимпиаданың басқа қатысушыларымен сөйлесуге **рұқсат етілмейді.** Ешбір материалдарды, соның ішінде кеңсе керек-жарақтарын өзара алмаспаңыз. Кез келген ақпаратты жеткізу үшін ымдау тілін қолданбаңыз.

Осы ережелердің кез келгенін бұзғаныңыз үшін сіздің жұмысыңыз **автоматты түрде 0 ұпаймен** бағаланады және бақылаушылар сізді аудиториядан шығаруға құқылы.

Жауап парақтарыңызға шешімдерді **анық әрі түсінікті** етіп жазыңыз. Қорытынды жауаптарды қарындашпен дөңгелектеу ұсынылады. **Өлшем бірліктерін көрсетуді ұмытпаңыз (өлшем бірліктері жазылмаған жауап есептелмейді).** Арифметикалық амалдарда сандық мәліметтерді қолдану ережелерін сақтаңыз. Басқаша айтқанда, маңызды сандар бар екені есіңізде болсын.

Сәйкес есептерді бермей шешімнің соңғы нәтижесін ғана көрсетсеңіз, онда жауап дұрыс болса да **0** ұпай аласыз.

Бұл олимпиаданың шешімдері [qazcho.kz](http://qazcho.kz) сайтында жарияланады. Химия пәнінен олимпиадаға дайындық бойынша ұсыныстар [kazolymp.kz](http://kazolymp.kz) сайтында берілген.

## Тест

- ${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$  ионында қанша электрон, протон және нейтрон бар?  
Дұрыс нұсқаны таңдаңыз: (2 балл)
  - 17 электрон, 18 протон, 17 нейтрон
  - 18 электрон, 17 протон, 18 нейтрон
  - 17 электрон, 17 протон, 35 нейтрон
  - 18 электрон, 17 протон, 35 нейтрон
  - 17 электрон, 17 протон, 18 нейтрон
- 1 моль су мен 1 моль метан молекулалардағы атомдар санын салыстырыңыз: (2 балл)
  - 1 моль су молекулаларында 1 моль метан молекулаларына қарағанда атом саны көбірек
  - 1 моль су молекулаларында 1 моль метан молекулаларына қарағанда атом саны азырақ
  - 1 моль су молекулалары мен 1 моль метан молекулаларында атом саны тең
  - 1 моль су молекулаларында 1 моль метан молекулаларға қарағанда атом саны басқа жағдайларға байланысты көбірек немесе азырақ бола алады
- Химикалық қасиеттері бериллийдің химикалық қасиеттеріне ең ұқсас элементті таңдаңыз: (2 балл)
  - Көміртек
  - Алюминий
  - Сутек
  - Оттек
  - Кремний
- Фосфордың ең жоғары оксидіндегі фосфордың массалық үлесін анықтаңыз: (2 балл)
  - 56.36%
  - 32.63%
  - 43.66%
  - 39.24%
- Күкірт атомының дұрыс электрондық конфигурациясын таңдаңыз: (2 балл)
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^3$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

## Есеп №1. Қоспалар

Массасы **18 г** алюминий мен магний қоспасына артық мөлшерше алынған тұз қышқылын құйылды, соның нәтижесінде температура **15 °С** және қысым **769** миллиметр сынап болатын көлемі **21 л** газ бөлінді.

1. Келесі формуланы пайдаланып, бөлінген газдың зат мөлшерін моль өлшем бірлігінде есептеңіз:

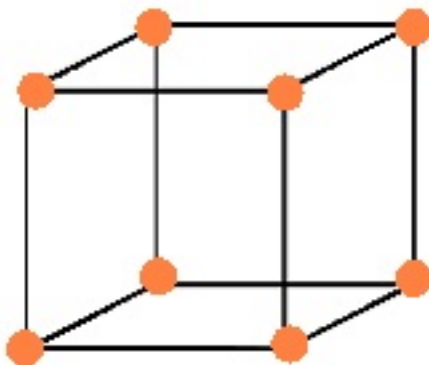
$$PV = nRT$$

мұнда  $P$  – Паскаль өлшем бірлігіндегі қысым (**1 мм. сын. = 133.3 Па**),  $V$  – кубикалық метр өлшем бірлігіндегі көлем (**1 м<sup>3</sup> = 1000 л**),  $R$  – универсал газ тұрақтысы, оның мәні - **8.31 Дж / (моль \* К)**,  $T$  – Кельвин өлшем бірлігіндегі температура, оны есептеу үшін Цельсий өлшем бірлігіндегі температураға **273** градус қосыңыз. (**2 балл**)

2. Қоспадағы металлдар массаларын анықтаңыз. (**8 балл**)

## Есеп №2. Кристаллдар

Кристаллография арқасында, біз заттың атом деңгейіндегі құрылысы туралы білеміз, қарапайым тұздардан бастап, күрделі макромолекулалық комплекстерге дейін, мысалы өсімдіктер фотожүйесінің антенна комплексі. Кристаллография рентген сәулелерінің кристаллдағы реттелген атомдарынан диффракциялауына негізделеді, осы құбылыс барысында атомдар түзетін кристалл жазықтықтары әйнек рөлін атқарады. Мысалы, атомдары куб шыңдарында орналасқан кристаллдық жай текше торы бар. Осы кристаллдың ең кіші бөлігі барлық кристаллда параллельді тасымалдау арқылы қайталанылады. Төменде осы текше тордың, осы есептің негізгі бөлігінің суреті келтірілген.



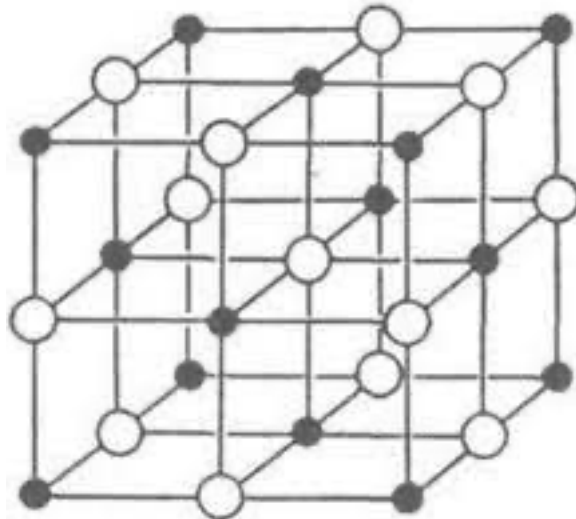
1.  $X$  элементі жай текше тор кристаллдары түрінде болады. Оның тығыздығы  $\rho$  - **9.14 г/см<sup>3</sup>**. Кристаллография арқылы осы куб қырының  $a$  ұзындығы **3.36 Å** ( $1 \text{ Å} = 10^{-8}$  см) екендігі анықталды. Элементарді торды қарастырғанда,  $X$  молярлық массасын келесі теңдеу арқылы есептеуге болатынына көз жеткізуге болады:

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

**Химия пәнінен республикалық жасөспірімдер олимпиадасының қорытынды кезеңі 2022.  
Теоретикалық турдың есептер жинағы. 8 сынып.**

Осы формула Авогадро заңының салы болып табылады.  $X$  молярлық массасын есептеңіз және осы элементті анықтаңыз. **(2 балл)**

2. **АБ** формуласындағы бірнеше заттар жоғарыдағы структураға ұқсас структурада болады, шыңдардың бірінші жартысында **А** металл атомдары, ал екінші жартысында **Б** бейметалл атомдары орналасады.



Жоғарыда келтірілген формула кішкене өзгереді:

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

Бұл жерде  $M$  – заттың молярлық массасы, яғни металл мен бейметалл молярлық массаларының қосындысы. Кристаллографиялық зерттеу арқасында, 4 заттың элементарді тордың ұзындығы  $a$  анықталды; осы заттардың тығыздығы белгілі. Сонымен қатар, (111) жазықтығына сәйкес келетін пиктің қарқындылығы анықталып, металл мен бейметалл иондарының электрон сандарының айырмашылығы да есептелінді (байқаңыз: мысалы, магний элементінде 12 электрон бар, бірақ  $Mg^{2+}$  ионында тек 10 электрон бар, себебі магний екі электронын жоғалды). Бір затта металл мен бейметалл иондары тең электрон санына ие, сондықтан осы пик деструктивті интерференция нәтижесінде толығымен жоғалады.

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

Әр заттың молярлық массасын анықтаңыз, содан соң, иондардағы электрон санының айырмашылығын біліп, затты анықтаңыз. **(8 балл)**



### Есеп №3. Тепе-теңдік

Келесі реакцияны қарастырайық:



бұл жердегі  $a, b, c, d$  - реакция коэффициенттері. Демек,  $C$  және  $D$  реакция өнімдері, ал  $A$  мен  $B$  бастапқы заттар болып табылады. Мәселен, көрсетілген реакцияға қарама-қарсы реакция жүре алады ма екен? Яғни,  $C$  және  $D$  заттары реакцияға түсіп, қайтадан  $A$  мен  $B$  түзе алады ма? Ия, бұл шынымен де мүмкін.

Қарама-қарсы реакция осылай берілген:



Тура және қарама-қарсы бағытта жүретін реакциялар қайтымды деп аталады және келесідей көрсетіледі:



Мәселен, егер  $A$  мен  $B$  заттарын реакцияға түсіретін болсақ, олар  $C$  және  $D$  заттарына айнала бастайды (1 реакция бойынша), ал  $C$  және  $D$  заттарының бөлігі қайтадан  $A$  және  $B$  заттарына айналады (2 реакция бойынша). Белгілі бір уақытта тура және қарама-қарсы реакциялардың жылдамдығы теңеседі және жүйеде химиялық тепе-теңдік орнайды. Жылдамдықтардың теңесуіне байланысты тепе-теңдік жағдайында жүйедегі барлық заттардың мөлшері тұрақты болып қалады. Тепе-теңдіктегі жүйедегі заттардың концентрацияларын “тепе-теңдік концентрациясы” деп атайды.

Тепе-теңдіктегі жүйенің құрамын математикалық түрде сипаттау үшін тепе-теңдік тұрақтысын ( $K$ ) қолданылады. Ол тепе-теңдік күйіндегі жүйедегі өнімдер мен бастапқы заттардың қатынасын көрсетеді. Оның мәнін есептеу үшін өздеріне сәйкес стехиометриялық коэффициенттерінің мәніне тең дәрежесіндегі өнімдердің концентрацияларының көбейтіндісін өздеріне сәйкес стехиометриялық коэффициенттерінің мәніне тең дәрежесіндегі бастапқы заттардың концентрацияларының көбейтіндісіне бөлу керек. “3” санымен белгіленген жүйе үшін тепе теңдік тұрақтысы келесідей есептеледі:

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

бұл жердегі «т-т» белгісі тепе-теңдік концентрациясын білдіреді.

Сонымен қатар, жүйедегі белгілі бір уақыттағы өнімдер мен бастапқы заттардың қатынасын көрсететін  $Q$  математикалық шаманы енгізейік. Ол тепе-теңдік тұрақтысына ұқсас түрде есептеледі, бірақ  $Q$  мәнін есептеу үшін концентрациялардың тепе-теңдік концентрациялары болуы шарт емес.

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

**Химия пәнінен республикалық жасөспірімдер олимпиадасының қорытынды кезеңі 2022.  
Теоретикалық турдың есептер жинағы. 8 сынып.**

Тепе теңдік орнаған жағдайда концентрациялардың мәні тепе-теңдік концентрацияларының мәніне тең болады және, сәйкесінше,  $Q$  мен  $K$  мәндері де теңеседі.

Енді, есеп шығаруды бастайық.

Аналитикалық химиямен айналысатын химик әлсіз қышқылдардың қасиеттерін зерттемекші болды. Белгілі бір мөлшердегі  $HNO_2$  қышқылын суда ерітті.

1.  $HNO_2$  қышқылының диссоциациялану реакциясын жазыңыз. **(0.5 балл)**

Бұл қышқылдың диссоциациялану реакциясы үшін тепе-теңдік тұрақтысы  $5.12 \cdot 10^{-4}$  мәніне ие. Химиялық анализ нәтижесінде келесідей мәлімет алынды:

Зат	Концентрация
$NO_2^-$	$1.782 \cdot 10^{-2}$ М
$H^+$	$1.782 \cdot 10^{-2}$ М
$HNO_2$	$6.205 \cdot 10^{-1}$ М

2. Бұл жүйе үшін  $Q$  мәнін есептеңіз.  $Q$  мен  $K$  мәндерін салыстырыңыз – тепе-теңдік орнады ма? **(1 балл)**
3. Егер ерітіндінің көлемі 100 мл болғаны белгілі болса, химик  $HNO_2$  қышқылының қандай массасын қосқанын есептеңіз. Есептеулеріңізді көрсетіңіз. **(1.5 балл)**
4.  $HNO_2$  қышқылының диссоциациялану дәрежесін есептеңіз. Диссоциациялану дәрежесі диссоциацияға түскен қышқыл мөлшерінің бастапқы қышқыл мөлшеріне қатынасына тең. Жауабыңызды процент түрінде көрсетіңіз. **(1 балл)**

Химигіміздің жұмысы сәтті өтіп бара жатты. Бірақ, аяқ астынан химиялық анализ өткізу үшін қолданылатын құрылғысы бұзылып кетіпті. Сондықтан, біздің оған теориялық есептеулер арқасында көмектесуіміз керек.

Өзінің келесі экспериментінде, ол 500 мл суда 2.217 грамм  $HF$  қышқылын ерітті. Тепе-теңдік орнады. Бұл қышқылдың диссоциациялану реакциясы үшін тепе-теңдік тұрақтысы  $6.61 \cdot 10^{-4}$  мәніне ие.

5. Кестедегі берілмеген мәндерді табыңыз. Есептеулеріңізді көрсетіңіз. **(1.5 балл)**

Зат	Концентрация
$F^-$	
$H^+$	
$HF$	

Ерітіндіге химик 3 грамм  $NaF$  қосты.

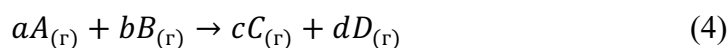
Химия пәнінен республикалық жасөспірімдер олимпиадасының қорытынды кезеңі 2022.  
Теоретикалық турдың есептер жинағы. 8 сынып.

6. Ле-Шателье принципін қолдана отырып, тепе-теңдіктің қай жаққа ығысатынын анықтаңыз. Жауабыңызды түсіндіріңіз **(0.5 балл)**
7.  $NaF$  қосылғаннан кейін пайда болған жүйеге сәйкес кестені толтырыңыз. Есептеулеріңізді көрсетіңіз. **(1.5 балл)**

Зат	Концентрация
$F^-$	
$H^+$	
$HF$	

8.  $NaF$  қосылғанға дейінгі және қосылғаннан кейінгі  $HF$  қышқылын диссоциациялану дәрежесін есептеңіз. Қандай тұжырымдама жасауға болады? **(1 балл)**

Егер жүйеде газ тәріздес заттар болса, тепе теңдік тұрақтысы олардың Бар өлшем бірлігінде берілген парциалдық қысымдары қолданылуымен есептеледі. Мысалы, төмендегі реакция үшін:



Тепе-теңдік тұрақтысы келесідей:

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

Дәл осылай,  $Q$  есептеу үшін де парциалдық қысым қолданылады.

298 К температурасындағы реакциялық ортаға  $H_2$  және  $Cl_2$  газдарын әрбіреуінің қысымы 0.3 Бар мәніне теңеспегенге дейін қосып тұрды. Демек, екі газ арасында реакция жүрмеді. Бірақ, олардың арасынан үшқын (энергия көзі) өткізген кезде реакция өте жылдам өтті. Хлор мен сутек арасындағы реакция үшін  $K_p$   $1.6 * 10^{33}$  мәніне тең.

9. Барлық дұрыс тұжырымдамаларды таңдаңыз. Бұрыс жауап үшін бұл пункт үшін берілген ұпай саныңыз кемиді. **Алайда, сіз 0 баллдан төмен баға ала алмайсыз. (1.5 балл)**

- Тепе-теңдік орнағанда  $H_2$  және  $Cl_2$  газдарының қысымы газының  $HCl$  қысымына қарағанда әлдеқайда төменірек болады.
- Үшқын реакцияның активтендіру энергиясының мәнін төмендетеді
- Үшқын реакцияның активтендіру энергиясының мәнін төмендетеді
- Қарама қарсы реакция үшін тепе-теңдік тұрақтысының мәні  $1.5 * 10^5$  санынан артық.

Жүйеге сәйкес үшқынның өткізілуіне дейінгі  $Q$  мәні 0-ге тең.

## Есеп №4. Титрлеу

Олимпиадағы дайындалу үшін, Әлия кальций карбонатының тазалығын тотығу-тотықсыздану титрлеуі арқылы анықтады.

Бірінші, оған оксалат пен перманганаттың стандартты ерітінділерін дайындау қажет болды. Сол үшін ол 1.843 г натрий оксалатын 100.0 мл дистилденген суда ерітті. Осы ерітіндінің 20.00 мл бөлігін коникалық колбаға апарып, ол қышқылдық ортаны қалыптастыру үшін сұйытылған күкірт қышқылын колбаға қосты да перманганатпен титрлеуді өткізді. 11.67 мл перманганат қосылған соң, ерітіндінің түсі таңқурай түсіне айналды.

1. Осы титрлеуде жүріп жатқан тотығу, тотықсыздану жарты реакцияларды және теңестірілген жалпы реакция теңдеулерін жазыңыз. Барлық есепте молекулалық ( $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ ) та, иондық ( $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ ) та реакция теңдеулері қабылданады. **(1.4 балл)**

2. Жоғарыда анықталған реакция коэффициенттерін керек жағдайда қолданып, оксалат пен перманганат концентрацияларын анықтаңыз. Неге осы санға көбейткеніңізді түсіндіру керек емес. **(2 балл)**

3. Осыдан кейін, Әлия таза емес кальций карбонатының 0.4375 г колбаға салып, тұз қышқылының асқын мөлшерін қосты, қосқаннан соң кішкене ғана газ бөлінді. Қышқылды бейтараптанып, ол бейтарап ортаны қалыптастырды да ерітінді көлемін 50.00 мл-ге дейін сұйылтты. Осы ерітіндіге жоғарыда дайындалған оксалат ерітіндісі қосылғанда, тұнба түзілді. Тұнбаны фильтрмен бөліп алып, алынған фильтратқа Әлия енді күкірт қышқылын қосып, перманганатпен титрлеуді өткізді, ол үшін оған жоғарыда дайындалған перманганат ерітіндісінің 12.52 мл керек болды.

Кальций карбонаты мен тұз қышқылының; осы алынған ерітіндінің натрий оксалатымен реакцияларының теңестірілген химиялық теңдеулерін келтіріңіз. Осыған негізделіп, кальций карбонатының зат мөлшерін және алғашқы таза емес карбонаттағы массалық үлесін есептеп табыңыз. **(4.1 балл)**

4. Аналитикада қолданылатын реакциялардың негізгі қасиеттері – олардың қайтымсыздығы, тезділігі және тек бір реакция жолымен жүруі. Кальций мен оксалаттың тұнба түзу реакциясын қарастырғанда, бұл жерде кальций карбонатын абсолют таза деп алыңыз.

Барлық тұнба түзілген соң оксалат иондарының ерітіндідегі концентрациясын анықтаңыз. **(1 балл)**

5. Тұнбаның еру көбейтіндісінің  $2.3 \cdot 10^{-9} M^2$  екенін біліп, ерітіндідегі кальций концентрациясын есептеңіз. Барлық кальцийдің қанша пайызы ерітіндіде қалды? **(1.5 балл)**