

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 2025–2026 гг.

Задания

Основные требования к проведению

1. **Каждый участник** может использовать в распечатанном виде **таблицы Менделеева и растворимости**, приведенные в этом файле ниже.
2. **Каждый участник** должен иметь при себе непрограммируемый калькулятор.
3. Участникам во время олимпиады **запрещается** пользоваться телефонами, компьютерами, наушниками, электронными часами, книгами и тетрадями с записями.
4. Участники записывают свои решения только на **лицевой стороне листа ответов**. Обратная сторона листа ответов не проверяется. Участникам **запрещается** указывать свои личные данные на листах ответов.
5. **На решение задач всем участникам дано 3 часа 55 минут**. После окончания этого времени участники должны сдать свои работы в течение пяти минут.

7-8 класс

Задание 1.

Система единиц физических величин СИ стала общепризнанной относительно недавно. Например, в России все лекарственные рецепты вплоть до 1927 года писались с использованием нюрнбергской системы единиц.

Ниже приведен оригинал рецепта снадобий из кошачьей мяты:

«Для наливки полагають 1 драхму листьєвъ травы, или цвѣтныхъ верхушекъ на 4 унціи бѣлаго спирта; въ порошокъ даютъ траву съ цвѣтными верхушками по 20 гранъ; свѣжевыжатого сока даютъ по 2 унціи».

Известно, что:

1 аптекарский фунт = 12 унций = 358.3 г

1 унция = 8 драхм = 7 золотников

1 драхма = 3 скрупула

1 скрупула = 20 гранов

Действующим веществом кошачьей мяты является эфирное масло, которого содержится 1% в соке, 3% в листьях и 5% в цветках.

1. Сколько гранов содержится в 1 аптекарском фунте?
2. Чему равен один гран в граммах? Ответ приведите с точностью до тысячных.
3. Считая, что для получения порошка смешивают 40% листьев и 60% цветков, вычислите массу (в миллиграммах) эфирного масла в порции порошка, сока, наливки на основе травы и на основе цветов.

Медный купорос – один из минералов, издревле известных человеку, представляющий собой кристаллогидрат сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, содержащий 25.5 % металла по массе.

4. Определите значение n в формуле медного купороса.

В 19 веке медный купорос использовался для приготовления лекарства, рецепт которого приведен ниже:

«Синяго купороса 3 грана, количествомъ съ 2 зерна льнянаго сѣмени. Молочнаго сахара $\frac{1}{2}$ золотника, стереть вмѣстѣ и раздѣлить на 4 равные порошка».

Формула молочного сахара – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

5. Рассчитайте:

- а) количество молекул молочного сахара в 1 порции порошка;
- б) массовую долю меди в порошке;
- в) массовую долю кислорода в порошке.

Задание 2.

Понятия валентности и степени окисления часто кажутся взаимозаменяемыми. На самом же деле между ними есть существенная разница, и они могут численно отличаться для одного и того же атома в веществе.

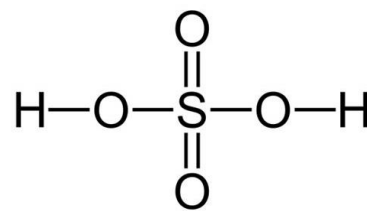
Валентность — число ковалентных связей, которыми атом одного химического элемента связан с другими атомами.

Степень окисления — условный заряд на атоме в молекуле или в кристалле, который вычислен из предположения, что все ковалентные полярные связи имеют ионный характер.

1. Найдите степени окисления:

- а) серы в кислотах H_2SO_4 , H_2SO_3 , H_2S , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
- б) хлора в солях KClO_3 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, NaClO_4 , $\text{Al}(\text{ClO}_2)_3$.

Химическое строение молекулы можно выразить **структурной формулой**, в которой химические связи изображаются чёрточками. Например, из структурной формулы серной кислоты видно, что водород проявляет валентность 1, кислород — 2, сера — 6.



Кислоты бывают одноосновными (HCl) и многоосновными (H₂SO₄ и др.). **Основность** кислоты определяется количеством атомов водорода, способных замещаться на атомы металлов.

Тиосерная кислота с формулой H₂S₂O₃, является двухосновной и представляет собой бесцветную вязкую жидкость, быстро разлагающуюся в растворах. Ее название содержит приставку «тио-», означающую, что атом кислорода заменен на атом серы.

2. Изобразите структурную формулу H₂S₂O₃, укажите валентности атомов серы.

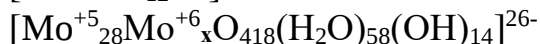
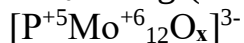
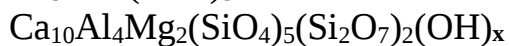
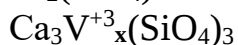
Валентность фосфора в его кислотах – 5.

3. Изобразите структурные формулы кислот H₃PO₄, H₃PO₃, H₄P₂O₇.

4. Для каждой кислоты из вопроса 3 приведите ее основность (в виде числа).

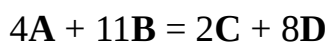
Минералы — твердые однородные составные части земной коры, образовавшиеся в результате геохимических процессов. Некоторые анионы в минералах имеют достаточно сложное строение.

5. Используя представления о степенях окисления элементов, допишите недостающие индексы (x) в формулах минералов или входящих в их состав анионов:



Задание 3.

При обработке сульфидных руд широко применяется реакция с участием твердых веществ **A** и **C** и газообразных веществ **B** и **D**:



Известно, что для обработки 1.000 тонны **A** требуется 513.4 м³ **B** (н.у.), а в результате получают 665.4 кг **C** и 1067.0 кг **D**.

1. Определите массу **B** и объём **D** (н.у.) в описанном процессе.

2. Установите формулы соединений **A-D**.

Газ **D** используется в промышленности для получения ценного соединения **E**. Для этого газ **D** сперва вводят в реакцию с **B** в присутствии катализатора с образованием **F**, а затем смешивают **F** с широко доступным жидким веществом **G**.

3. Установите формулы **E**, **F** и **G** и запишите уравнения двух описанных реакций.

Для удешевления производства при проведении реакции используется не сам газ **B**, а его смесь с газом **H**.

4. Приведите формулу газа **H**. Как называется такая смесь? Какой объём этой смеси необходим для проведения реакции с 1.000 тонн **A**?

Задание 4.

Прочитав роман французского писателя «Пять недель на воздушном шаре», восьмиклассник Толя решил повторить в миниатюре запуск воздушного шара. Мальчик купил в магазине резиновый шарик массой 3 г, а в кабинете химии выпросил цинковые гранулы, разбавленную серную кислоту и аппарат Киппа. Это позволило ему наполнить шарик водородом.

1. Напишите уравнение реакции, которую Толя использовал для получения водорода.

2. Рассчитайте объём шарика диаметром 40 см, а также массу цинка и объём раствора 10 %-ной серной кислоты ($\rho = 1.066$ г/мл), необходимые для заполнения такого шарика водородом при н.у. Объём шара радиуса R вычисляется по формуле:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

К шарiku Толя решил прикрепить небольшую корзину с фигурками путешественников.

3. Рассчитайте максимальную массу груза, которую может поднять описанный шарик. Средняя молярная масса воздуха равна 29 г/моль.

Если шарик отпустить, то он будет подниматься в слои атмосферы со всё более низким давлением, в результате чего шарик в определенный момент

лопнет. Будем считать, что это произойдет, когда давление внутри шарика на 0.3 атм превысит внешнее, в то время как изначально это давление на 0.03 атм превышает внешнее, изменением объема шарика в ходе подъема можно пренебречь, а атмосферное давление на поверхности земли составляет 1 атм = 760 мм рт. ст. и уменьшается на 1 мм рт. ст. при увеличении высоты на каждые 11 м.

4. Рассчитайте, на какой высоте шарик лопнет.

Раздается каждому участнику

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag ⁺	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba ²⁺	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca ²⁺	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg ²⁺	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu ²⁺	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co ²⁺	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg ²⁺	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb ²⁺	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe ³⁺	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn ²⁺	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn ²⁺	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 М) H – нерастворимо (< 10⁻⁴ М) – – не существует или разлагается водой

Раздается каждому участнику

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1,008	2 He 4,0026																		
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122													5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050													13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559		22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80	
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059		40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29	
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]	
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Nh [284]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]	

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, заряд электрона $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл, универсальная газовая постоянная $R = 8,314$ Дж·К⁻¹·моль⁻¹