

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2025/26 уч.г.

9 класс

1. Предбальный тест по химии

(11 б)

Одним туманным утром Золушка проснулась, зная о том, что сегодня вечером в королевском замке проводится грандиозный бал. Когда мачеха узнала, что Золушка хочет пойти на бал, она дала ей ряд заданий. “Если сможешь всё выполнить до полуночи, то сможешь пойти на бал”, - сказала мачеха с холодной улыбкой. Однако Золушка решила всё-таки попробовать. Первым заданием было очистить мутные, покрытые оксидной плёнкой, вещи.

- a)** Распредели оксиды NO , Rb_2O , ZnO , FeO , SeO_2 , SiO_2 , CO , Al_2O_3 по классам: **i)** кислотные, **ii)** основные, **iii)** амфотерные или **iv)** нейтральные. (2)

Вторым заданием было убрать пыль с книжных полок. Золушка заметила, что на нескольких книгах были изображены химические символы C , O , N и H .

- b)** Нарисуй плоские структурные формулы **i)** метиламина CH_3NH_2 и **ii)** карбонил диизоцианата $\text{CO}(\text{NCO})_2$, чётко изобразив все химические связи. (2)

Третье и последнее задание обязало Золушку придумать, как очистить все украшения своей мачехи и приёмной сестры.

- c)** Определи среднюю степень окисления драгоценных металлов в следующих соединениях: **i)** $\text{Al}_2(\text{PdCl}_4)_3$, **ii)** $\text{Ca}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4]_2$, **iii)** $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, **iv)** Ag_3O_4 . (2)

Когда Золушка закончила все задания и подготовилась к балу, она услышала стук в дверь. За дверью была старушка, которая попросила глоток воды с сахаром и кусочек хлеба. У Золушки не было воды с сахаром, поэтому ей надо было сделать её самой.

- d)** Преобразуй единицы: (1)

i) $14,5 \text{ мкмоль/см}^3 = \dots \text{ кмоль/дм}^3$

ii) $4,4 \text{ г/моль} = \dots \text{ сг/кмоль}$.

- e)** Посчитай, сколько чайных ложек (ч.л.) сахара ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) Золушка должна добавить к одному литру воды, если 100 мл воды с сахаром содержит 0,012 моль сахара. Предположи, что при добавлении сахара в воду, объем раствора не меняется. Учти, что 1 ч.л. = 5 г. Ответ округли до целого числа. (1)

Когда Золушка дала старушке еду и напиток, выяснилось, что это на самом деле была её фея-крёстная. В благодарность крёстная подарила ей особые туфли. Согласно распространённому мнению, туфли были сделаны из стекла, точнее хрусталя (то есть свинцового стекла). Раньше хрусталь получали в основном из оксида свинца(II) и диоксида кремния, однако туда могли добавлять также оксид калия и оксид алюминия.

- f)** Определи, какие из ранее упомянутых оксидов реагируют с фосфорной кислотой. В случае если реакция происходит, напиши уравнение этой реакции и расставь в нём коэффициенты. (3)

2. Смеситель из нержавеющей стали

(10 б)

В кухонном кране Макса находится смеситель из нержавеющей стали, который в основном состоит из металлов 4-ого периода **A** ($w_{\text{сталь}} = 70\%$), **B** ($w_{\text{сталь}} = 18\%$) и **C** ($w_{\text{сталь}} = 8\%$). Металлы **B** и **C** содержатся также в двух покровных слоях, которые защищают смеситель от коррозии. Известно, что отношение атомных массов металлов **B** и **C** равно $A_B : A_C = 1 : 1,129$. Максим хотел очистить смеситель от накипи, используя разбавленный раствор сильной минеральной кислоты **X**. Всю накипь удалось очистить (**реакция 1**), однако кислота **X** повредила основной защитный слой металла **B** (**реакция 2**), который содержал также оксид **Y** металла **B** (**реакция 3**). В солях, образовавшихся в **реакциях 2** и **3**, степень окисления металла **B** отличается на одну единицу и молярные массы солей соответственно $M_2 = 122,90 \text{ г/моль}$ и $M_3 = 158,35 \text{ г/моль}$.

- a)** Определи с помощью текста и расчетов металлы **A–C** и напиши их химические символы. (2)

- b)** Напиши уравнения **реакций 1–3** и расставь в них коэффициенты. (3)

Максим не понял, что произошло и подумал, что образовавшиеся светло-серые пятна по-прежнему были накипью, поэтому решил использовать раствор еще более сильной минеральной кислоты **К**. Налив разбавленную кислоту в смеситель он понял свою ошибку - кислота достигла металла **А**. Металл **А** при реакции с кислотой **К** образовал соль **М**. У соли **М** также есть возможность окислиться под воздействием кислорода и кислоты **К** до соли **N** ($w_A = 27,93\%$).

с) Определи (с помощью расчётов) соединения **К**, **М** и **N**. (2,5)

д) Напиши уравнение реакции $M + K + O_2 \rightarrow N + \dots$ и расставь в нём коэффициенты. (1)

До “терроризирования” смесителя Макс также использовал кислоту **X** для очистки решётки для сушки, состоящей из металла **А**, потому что её поверхность покрылась оксидом **L** в результате окисления на воздухе.

е) Напиши уравнение реакции между оксидом **L** и кислотой **X** и расставь в нём коэффициенты. (1)

ф) Приведи пример одного фактора, который может ускорить окисление поверхности решётки для сушки в ванной комнате. (0,5)

3. Утренняя загадка

(9 б)

Вечером химик дал практиканту задание приготовить 6 растворов веществ, которые понадобятся для опытов на следующий день. Следующим утром выяснилось, что практикант забыл написать на бутылочках с растворами, какие вещества в них содержатся. Химик знал, что в бутылках должны быть растворы хлорида аммония, нитрата свинца(II), гидроксида натрия, иодида калия, сульфата магния и серной кислоты. Чтобы выяснить, в какой бутылке находится каждый раствор, он решил пронумеровать все бутылки и провести с ними реакции. В таблице ниже указаны результаты всех реакций. Значок “↑” означает выделение газа, значок “↓” означает выпадение осадка и “—” означает, что реакции не происходит.

	1	2	3	4	5	6
1		—	—	—	—	↓ жёлтый
2	—		—	—		↓ белый
3	—	—		—	↑	↓ белый
4	—	—	—		↓ белый	↓ белый
5	—		↑	↓ белый		↓ белый
6	↓ жёлтый	↓ белый	↓ белый	↓ белый	↓ белый	

а) Определи вещества в бутылках 1–6. Напиши формулы веществ. (6)

б) Напиши уравнения реакций, которые происходят при смешивании растворов в бутылках i) 3 и 5, ii) 4 и 5 и расставь в них коэффициенты. (2)

с) При реагировании каких оксидов с водой образуется i) серная кислота и ii) гидроксид натрия? Напиши формулы соответствующих оксидов. (1)

4. Большое замешательство

(10 б)

Многие реакции в химии нуждаются в том, чтобы реагирующие вещества находились в растворённом состоянии. Каждый химик должен всегда считаться с растворимостью реагентов. Растворимость показывает, сколько грамм вещества растворяется в 100 г данного растворителя. Помимо природы вещества и растворителя, растворимость зависит также от температуры (Рисунок 1).

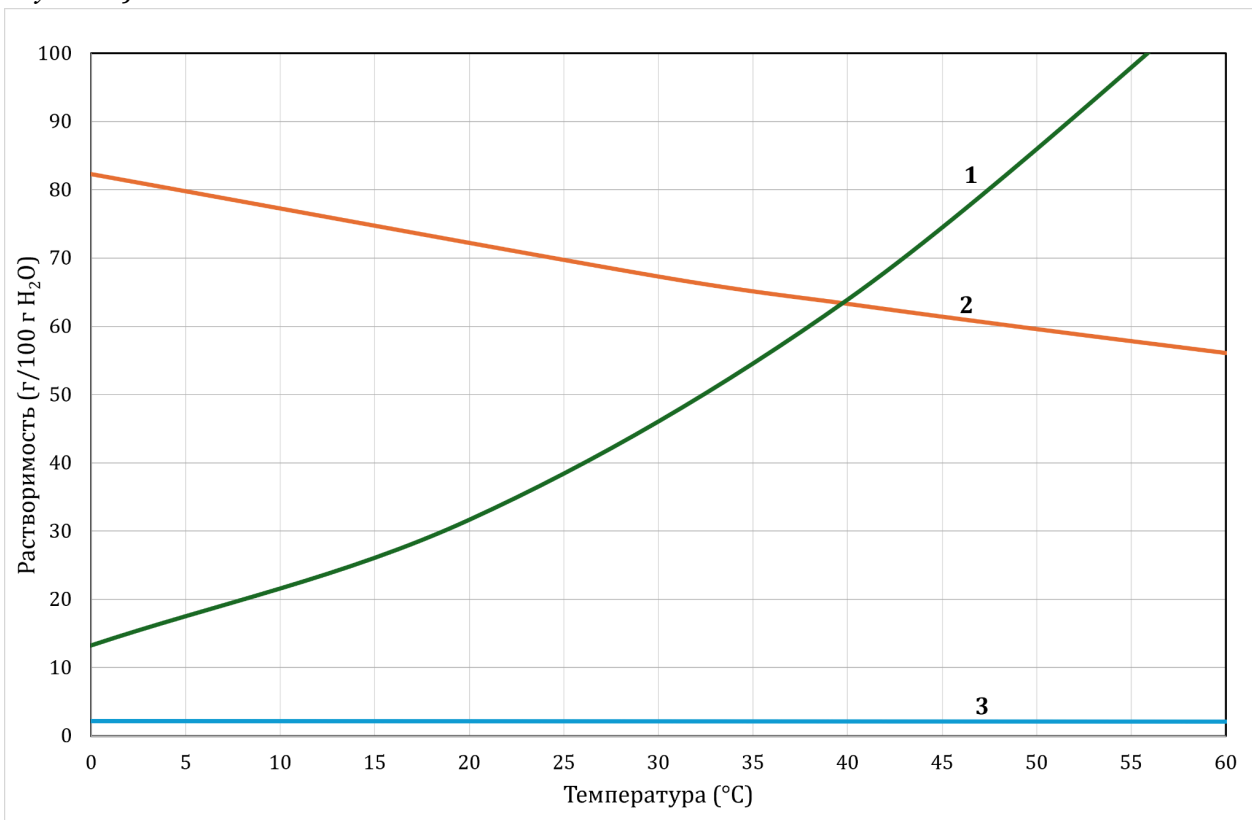


Рисунок 1. Кривые растворимости разных соединений.

- а) Сопоставь изображенные на Рисунок 1 кривые растворимости **1–3** со следующими веществами: HCl , KNO_3 , Ca(OH)_2 . (1,5)

При решении следующих заданий предположи, что температура в лаборатории 20°C .

Даша хотела провести реакцию с хлоридом натрия. Для этой реакции ей надо было приготовить $250,0\text{ см}^3$ 10,00%-ного раствора NaCl ($\rho = 1,1071\text{ г/см}^3$).

- б) Посчитай, сколько граммов NaCl Даша должна взвесить, чтобы получить раствор желанной концентрации. (1)

в) Посчитай молярную концентрацию (моль/дм³) **i)** NaCl и **ii)** H_2O в данном растворе. (2)
Во время расчета массы, Даша обнаружила, что в твердом виде нужной соли нет. Остались только насыщенный раствор NaCl ($\rho = 1,201\text{ г/см}^3$) и 5,00%-ный раствор NaCl ($\rho = 1,034\text{ г/см}^3$). Растворимость NaCl при 20°C равна $35,8\text{ г/100 г H}_2\text{O}$.

- д) Посчитай, сколько см³ насыщенного раствора и сколько см³ 5,00%-ного раствора нужно смешать, чтобы получить 250 см^3 10,0%-ного раствора NaCl . Подсказка: не забудь учесть изменение суммарного объема при смешивании растворов. (3)

Наконец раствор был готов для реакции. К 200 см^3 10,0%-ного раствора NaCl добавили AgNO_3 в стехиометрическом соотношении.

- е) Посчитай, сколько ионов Ag^+ добавили в реакционную смесь.
 $6,022 \cdot 10^{23}$ 1/моль.

$N_A =$
(1,5)

В таблице растворимости есть много веществ которые в воде “не растворяются”. На самом деле многие из них растворяются, но растворённая часть слишком мала, чтобы учитывать её на практике. Растворимость сложно растворимых веществ характеризует произведение растворимости K_L , у которого для каждой температуры есть определённое постоянное значение. В случае AgCl K_L можно выразить с помощью следующего уравнения, где $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Cl}^-]$ это молярные концентрации соответствующих частиц:

$$K_L = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 1,77 \cdot 10^{-10}$$

Поскольку значение произведения растворимости постоянное, с помощью него можно найти концентрацию ионов серебра при определенной концентрации ионов хлорида.

- ф)** Посчитай молярную концентрацию (моль/дм³) Ag^+ и Cl^- в полученной в пункте **е)** реакционной смеси. (1)

5. Шипящие таблетки

(10 б)

Многие растворимые в воде таблетки пищевых добавок (например витаминов) начинают шипеть, если добавить их в воду. Это происходит из-за реакции между лимонной кислотой ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) и содой, то есть гидрокарбонатом натрия (NaHCO_3). В ходе реакции образуется цитрат натрия ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), вода и газ **X** (**реакция 1**).

Увлекающийся химией Юра захотел собрать образовавшийся газ. Для этого он взял 20,0 г таблеток, которые по массе содержат 35,0% лимонной кислоты и 45,9% соды. При полном “растворении” таблеток образовалось 2,45 дм³ газа **X**, 9,40 г цитрата натрия и 1,97 г воды.

- а) i)** Найди с помощью расчетов молярную массу газа **X**. Предположи, что лимонная кислота и сода реагируют полностью. $V_m = 22,4$ дм³/моль. (1)
ii) Напиши уравнение **реакции 1** расставь в нём коэффициенты. (1)

Юра задумался, смог бы он посчитать объём выделившегося газа с помощью реакции нейтрализации. Для этого он повторил опыт с таким же количеством таблеток и направил 400 см³ газа в 0,300 моль/дм³ раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$. В ходе реакции образовался белый осадок (**реакция 2**). Осадок отделили и оставшийся в растворе $\text{Ba}(\text{OH})_2$ нейтрализовали с помощью 26,25 см³ 0,800 моль/дм³ раствора HCl (**реакция 3**).

- б) i)** Напиши уравнения **реакций 2** и **3** расставь в них коэффициенты. (2)
ii) Посчитай количество $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в 400 см³ 0,3 моль/дм³ раствора гидроксида бария. (0,5)
iii) Посчитай количество $\text{Ba}(\text{OH})_2$, который прореагировал с раствором HCl . (1)
iv) Посчитай объём газа **X** (дм³), который был направлен в раствор гидроксида бария. (1)

Юра хотел осадить ионы цитрата из раствора. Для этого он разбавил раствор, приготовленный из 20,0 г “растворенных” таблеток, до 500 см³. Далее Юра добавил к 200 см³ разбавленного раствора определённое количество CaCl_2 , после чего ионы цитрата выпали в осадок в виде цитрата кальция (**реакция 4**). Выделившийся осадок отфильтровали.

- с) i)** Посчитай молярную концентрацию разбавленного раствора (моль/дм³). (0,5)
ii) Напиши уравнение **реакции 4** и расставь в нём коэффициенты. (1)
iii) Посчитай, сколько моль цитрата кальция образовалось. (0,5)
iv) Посчитай, сколько моль ионов Na^+ осталось в растворе после появления осадка. (0,5)

Юра также заметил, что при растворении таблеток температура раствора понизилась – сначала температура раствора была 25 °C, после реакции стала 23,2 °C.

- д)** Определи, является ли “растворение” таблеток экзо- или эндотермическим процессом. В ходе экзотермического процесса энергия выделяется в окружающую среду, в ходе эндотермического процесса энергия поглощается из окружающей среды. (0,5)

Таблетки, с помощью которых Юра проводил эксперимент, содержали витамин С, то есть аскорбиновую кислоту. В Европе рекомендуемая минимальная суточная доза витамина С составляет 80,0 мг. Масса одной таблетки равна 2,50 г, при этом таблетка содержит $500 \cdot 10^{-6}$ кг

аскорбиновой кислоты.

- е)** Посчитай, во сколько раз раствор из 20 таблеток, который приготовил Юра, превышает минимальную суточную дозу витамина С. (0,5)