

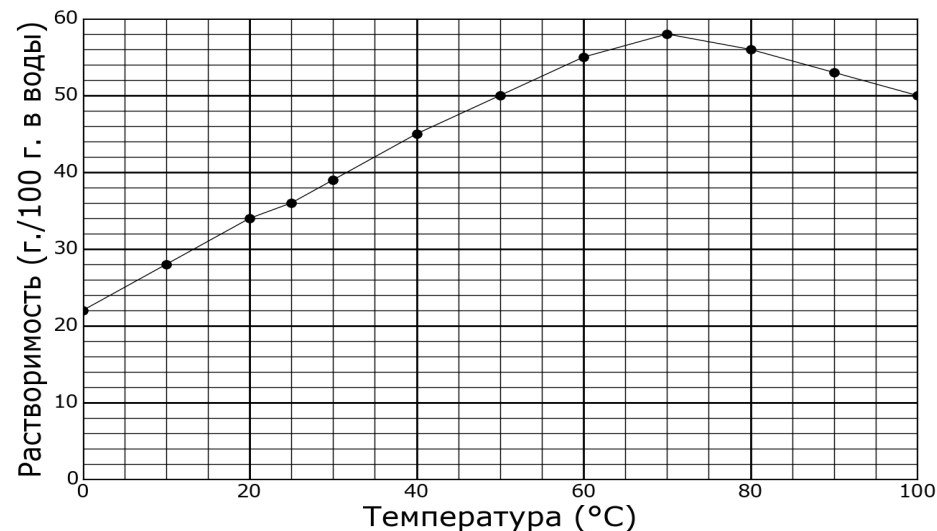
**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2017/2018 уч.г.
9 класс**

1. а) При добавлении каких из приведённых ниже веществ к воде образуется **i)** кислотная и каких **ii)** щелочная среда? SiO_2 , KOH , Na_2CO_3 , NaCl , NaHSO_4 , HCl , $\text{Al}(\text{OH})_3$. Если вы выберете вещество, в случае которого среда останется нейтральной, то потеряете пункты. (2)
- б) Нарисуйте структурные формулы веществ: H_2SO_4 , Cl_2O_7 , NH_3 . (3)
- в) Какой объем (см^3) приведённых ниже веществ понадобился бы для образования цепи между землёй и луной, в которой атомы расположены по одному друг за другом в прямом ряду? Среднее расстояние от земли до луны 384400 км. **i)** Медь (плотность $8,96 \text{ г/см}^3$ и радиус атома $1,28 \cdot 10^{-10} \text{ м}$), **ii)** водород (при нормальных условиях радиус атома $5,30 \cdot 10^{-11} \text{ м}$). (6) **11 б**
2. а) В разные пробирки с водой добавили следующие вещества: BaO , N_2O , FeO , KNO_3 , SO_3 и CuSO_4 . Напишите и уравновесьте реакции, которые происходят при попарном смешивании полученных в пробирках растворов. Если вы напишете уравнения реакции, которые не происходят, то потеряете пункты. (5)
- б) В пробирках **A–C** находятся водные растворы NaCl , CuSO_4 и BaCl_2 . В пробирке **A** находится раствор синего цвета, при добавлении которого в пробирку **B** образуется белый осадок. Раствор из пробирки **C** не реагирует с остальными растворами. Какой раствор находится в каждой пробирке? (2)
- в) В разных пробирках растворили три соли, которые состоят из следующих ионов: Ag^+ , Pb^{2+} , Al^{3+} , I^- , CH_3COO^- , SO_4^{2-} . Известно, что каждый ион встречается только в одном растворе и что все соли полностью растворились. Напишите формулы этих солей. (3) **10 б**
3. У Сильвера есть серебряное кольцо 830-ой пробы. На поверхности кольца со временем образовался слой чёрного вещества **A₂B**. Сильвер решил почистить кольцо электрохимическим способом. Для этого он приготовил раствор поваренной соли, в который поместил кусочек фольги (**C**) и на него положил кольцо. В химической реакции выделилось также вещество **H₂B** – бесцветный ядовитый газ с запахом тухлого яйца.
- а) Напишите символы химических элементов **A**, **B** и **C**. (3)
- б) **i)** Какой элемент играет в данной редокс-реакции роль окислителя, а какой восстановителя? **ii)** Напишите уравнения полуреакций с участием электронов. (4)
- Проба или промилля (‰) показывает, сколько частей серебра из тысячи содержится в украшении. Для указания содержания серебра также используют величину карат (кар). Карат показывает сколько частей серебра из 24-х содержится в украшении.
- в) Сколько карат серебра в кольце Сильвера? (2) **9 б**

4. У Юхана в чайнике постоянно образовывалась накипь. На уроке химии он услышал, что накипь из чайника можно удалить бытовыми средствами. У себя на кухне Юхан нашёл следующие продукты: уксус, пищевая сода, лимонная кислота, сок лайма, сахар, поваренная соль и Coca-Cola. Предположите, что накипь образуют только карбонаты.

- а) Какие из вышеперечисленных продуктов помогли бы Юхану удалить накипь из чайника? (2)
- б) Напишите и уравновесьте реакции **i)** удаления временной жёсткости воды при кипячении; **ii)** удаления накипи с помощью выводителя накипи из магазина, который содержит фосфорную кислоту (в реакции образуются дигидрофосфаты). (3)
- При кипячении 100 л воды из под крана образовалось 27,68 граммов накипи, из которых 22% – это карбонат магния.
- в) Рассчитайте сколько граммов выводителем накипи (6,3% фосфорной кислоты) понадобится для растворения образовавшейся накипи. (5)
- д) Рассчитайте общую жёсткость воды из под крана (ммоль/дм^3), приняв, что при кипячении в осадок выпадает только половина всех тех ионов, которые являются причиной жёсткости воды. (2) **12 б**

5. Приведённый график описывает растворимость MgSO_4 в воде при различных температурах.



- а) Лаборант добавил 200 г MgSO_4 к 500 см^3 воды. Рассчитайте сколько граммов соли не растворилось, если температура раствора 25 °C. (1,5)
- б) Растворение MgSO_4 – это экзотермический процесс ($-90,9 \text{ кДж/моль}$). Рассчитайте сколько тепла выделяется при полном растворении 200 г MgSO_4 в воде. (2)
- в) Рассчитайте на сколько градусов выросла бы температура раствора,

описанного в пункте **a)**, если бы соль растворилась полностью и не было бы тепловых потерь. Значение теплоёмкости данного соляного раствора: $4,0 \text{ Дж}\cdot\text{К}^{-1}\cdot\text{г}^{-1}$. (2)

- d)** Растворится ли весь сульфат магния, если учитывать прирост температуры, рассчитанный в предыдущем пункте? (2,5) **8 б**

6-я задача объёмнее предыдущих, однако все необходимые для решения данные приведены в тексте. Результаты 6-й задачи не учитываются при подведении итогов регионального тура, но будут учитываться при приглашении на заключительный тур химической олимпиады.

6. Часть I. Железо – это самый добываемый в мире металл. К сожалению его производство представляет собой очень энергоёмкий процесс, в ходе которого в атмосферу выбрасывается много углекислого газа. Традиционный способ производства железа – обработка углём минеральной руды, содержащей оксиды железа (1).

- a)** Напишите суммарные формулы всех возможных двойных оксидов железа, где железо присутствует как в степени II, так и в степени III (т.н. оксиды железа(II, III)), и где атомов железа *меньше шести*. (2)

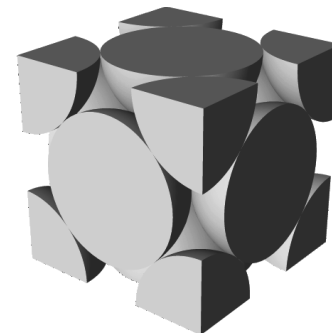
- b)** Оксиды, где железо присутствует в более высокой степени окисления, нестабильны. Несмотря на это, удалось получить несколько солей, в которых степень окисления железа выше III: Na_2FeO_4 , Na_3FeO_4 , Na_4FeO_4 . В воде эти соли разлагаются, образуя гидроксид железа(III), гидроксид натрия и одно простое вещество. Напишите и уравновесьте реакции разложения данных солей. (3)

Всё чаще при производстве железа вместо оксидов железа используют карбонат железа(II) и каменный уголь (2). В более экологически чистом варианте производства, в реакции 2 уголь заменяют водородом (3). В таком случае углекислый газ, выделяющийся в реакции 3, восстанавливают водородом в присутствии катализатора до C_4H_8 (4). Водород производят путём каталитической конверсии природного газа с водяным паром (5) и в реакции угарного газа (CO) с водой (6). В реакциях 5 и 6 дополнительными продуктами являются соответственно угарный и углекислый газы.

- c)** Напишите уравнения реакции 1–6. Предположите, что из оксидов железа для реакций используют только оксид железа(III), природный газ состоит только из метана, а каменный уголь – это чистый углерод. (3)

- d)** Рассчитайте, во сколько раз больше CO_2 возникает в ходе реакции 2 по сравнению с более экологически чистым процессом, описываемым реакциями 3–6. (1)

Часть II. Состав сплавов железа зависит от растворимости добавок в γ -железе при высоких температурах. Кристаллическая решётка γ -железа имеет гранецентрированную кубическую структуру. На рисунке показана элементарная ячейка γ -железа. Элементарная ячейка – это “вырез” кристаллической решётки, характеризующий строение всего кристалла. Атомы расположены в каждой вершине куба и в центре каждой грани. Все атомы разделены поровну между соседними элементарными ячейками.



- a)** Сколько атомов содержится в элементарной ячейке γ -железа? (1)

- b)** В нержавеющей стали “Core 4622” один атом железа в элементарной ячейке γ -железа заменён атомом хрома. Рассчитайте массовую долю Cr в данном сплаве. (1)

- c)** В отличие от нержавеющей стали, в случае стали и чугуна атомы железа не заменяют атомами углерода, а атомы углерода заполняют пустоты между атомами железа. Предположите, что наибольшей растворимости атомов углерода в γ -железе можно достичь путём заполнения одной пустоты в элементарной ячейке атомом углерода. Рассчитайте максимальную теоретическую массовую долю углерода в *чугуне*. (1)

- d)** Предположите, что в стали атомы углерода заполняют полость в каждой второй элементарной ячейке. Рассчитайте максимальную теоретическую массовую долю углерода в *стали*. (1)

- e)** На самом деле массовая доля углерода в чугуне составляет от 2,1% до 6,7%, а в стали до 2,1%. Рассчитайте, какой из этих сплавов железа образуется при восстановлении 935 кг оксида железа(II, III) (где отношение Fe^{II} и Fe^{III} равно 1:2) с помощью 125 кг углерода. Предположите, что в ходе реакции образуется CO_2 , а оставшийся в избытке углерод растворяется в полученном железе. (5)

- f)** Магнетит содержит 90% оксида железа(II, III). Рассчитайте, сколько тонн чугуна, который содержит 93% железа, можно произвести ровно из 1 тонны такого магнетита. (2) **20 б**