

## Задачи регионального тура олимпиады по химии 2024/25 уч.г.

9 класс

### 1. Оксидные пигменты

(11 б)

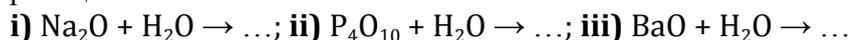
Ниже представлен список известных оксидов, из которых возможно промышленным путём получить красители:



**a)** Выбери из списка те оксиды, которые реагируют с водой при комнатной температуре. (1)

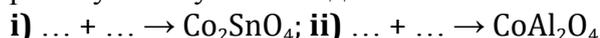
**b)** Определи, какие из выбранных в пункте **a)** оксидов образуют при растворении в воде **i)** основную и **ii)** кислую среды. (1)

**c)** Для получения некоторых пигментов (например лазурита, Хань синего и содалита) подходящий оксид реагирует с водой. Закончи и расставь коэффициенты в уравнениях реакций. (3)

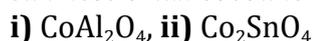


В качестве синих пигментов используют разные химические соединения, например синтетический церулин ( $\text{Co}_2\text{SnO}_4$ ) и кобальтовый синий ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ ). Интенсивность цвета зависит от степени окисления атома металла, входящего в состав пигмента.

**d)** Закончи и расставь коэффициенты в уравнениях реакций присоединения **i)–ii)**, используя ранее упомянутые оксиды. (2)

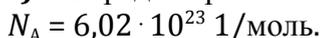


**e)** Определи степени окисления атомов металла в синтезированных пигментах. *Подсказка: при синтезе этих соединений степени окисления элементов не изменились.* (2)



На полке художника стояли банки с Египетским синим ( $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ ) и Хань синим ( $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$ ), но со временем бирки стёрлись. Известно, что обе банки **A** и **B** содержат 10,0 г вещества. Чтобы найти, в какой банке находится Египетский синий, художник отнёс обе банки своему другу химику на анализ. Зазнайка химик однако дал художнику загадку: в банке **A** находится  $2,04 \cdot 10^{23}$  атомов.

**f)** Определи расчетами, в какой банке (**A** или **B**) находится Египетский синий.



(2)

### 2. Космические приключения

(10 б)

В далёкой-далёкой галактике в просторах космоса обитают пёрргилы - летающие киты, которые могут путешествовать между планетами. Для полёта им нужен кислород (или какой-то другой окислитель) и водород. Атомарного водорода в космосе много, а для пополнения запасов кислорода пёрргилы должны время от времени посещать планету Охугеникум.



Кровь пёрргилей содержит особые белки, которые переносят кислород. Один из таких белков ( $M_{\text{белок}} = 30000 \text{ г/моль}$ ) состоит из четырёх частей, каждая из которых связывает одну молекулу кислорода. Известно, что  $5,0 \text{ см}^3$  крови пёрргили содержит 850 мг этих белков.

**a)** Рассчитай концентрацию белков  $c$  (г/дм<sup>3</sup>) в крови пёрргили. (1)

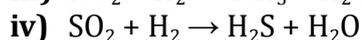
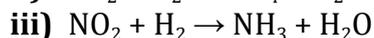
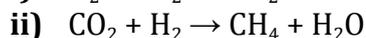
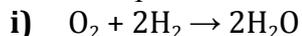
**b)** В крови пёрргили растворено 400 моль кислорода. **i)** Рассчитай массу растворённого кислорода (кг) и **ii)** сколько м<sup>3</sup> крови нужно для связывания данного количества кислорода. (2)

После “заправки” на планете Охугеникум три пёрргили полетели на разные планеты. Первый решил посетить планету Carbonicum, атмосфера которого состоит из оксидов углерода, а второй навестил планету Nitrogenicum, в атмосфере которой содержатся только оксиды азота. Третий пёрргил заинтересовался планетой Sulfuricum, чья атмосфера состоит из оксидов серы.

с) Напиши для каждой планеты формулу **одного** газообразного оксида неметалла, который может находиться в атмосфере этой планеты, помимо  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$ . (1,5)

д) Поставь в тетрадь ответов "+", если среди написанных в пункте с) оксидов есть хотя бы один **нейтральный** оксид и **ii**) в этом случае напиши формулу этого оксида (в случае нескольких нейтральных оксидов достаточно одного примера). (0,5)

Первый пёрргил использовал в качестве окислителя  $\text{CO}_2$ , второй -  $\text{NO}_2$ , третий -  $\text{SO}_2$ . Уравнения реакций водорода с кислородом и другими окислителями:



е) Расставь коэффициенты в уравнениях реакций **ii)–iv)**. (3)

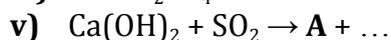
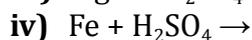
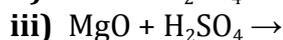
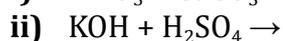
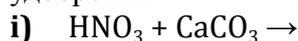
Пёрргил собирает в крови массу окислителя, равную массе кислорода, рассчитанной в пункте б).

ф) Рассчитай, сколько газообразного водорода (кг) можно окислить, с помощью каждого окислителя, накопленного в крови пёрргили ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ). (2)

### 3. Химия удобрений (10 б)

Удобрения содержат питательные элементы растений, в основном это N, P, K, Ca, Mg и S. В малых количествах растения также нуждаются в так называемых микроэлементах, например Fe и Cu.

а) Закончи и расставь коэффициенты в уравнениях реакций получения компонентов удобрений. (4,5)



б) Рассчитай, сколько  $\text{dm}^3$  30,0%-ного раствора KOH ( $\rho = 1,29 \text{ г/см}^3$ ) нужно взять, чтобы при реакции этого раствора с серной кислотой получить 1,00 кг сульфата калия. (3)

При выращивании картофеля рекомендуется использовать 25 г сульфата калия на каждый  $1 \text{ м}^2$  поля. У фермера Вовы есть картофельное поле размером 5,0 га.

с) Рассчитай, сколько тонн сульфата калия нужно Вове для удобрения своего поля.  $1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2$  (1)

д) Рассчитай, сколько грамм нитрата калия должен взять Вова для  $1 \text{ м}^2$  поля, чтобы его картофель получил такое же количество калия, как из сульфата калия. (1,5)

### 4. Чистящие или пачкающие соединения металла? (9 б)

Металл X известен человечеству уже около 250 лет, а его самый распространённый оксид входит в состав одного из древнейших известных пигментов. Название элемента X можно образовать от греческого слова, которое значит чистку или от латинского слова, которое значит магнит. При нагревании оксида B элемента X он разлагается со взрывом, образуя оксид A и кислород. В оксиде B процентное содержание металла X по массе составляет 49,52%.

а) Определи расчетами формулу металла X и оксида B. (4)

Оксид A исторически использовался в качестве чёрного пигмента. Оксид образуется в реакции металла X с кислородом при температуре  $<450 \text{ }^\circ\text{C}$ . Известно, что в реакции участвует 2,50 г металла X и  $1,02 \text{ dm}^3$  кислорода (при нормальных условиях  $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{моль}$ ).

б) Определи расчетами формулу оксида A. (2)

с) Составь уравнение реакции разложения оксида B до оксида A и кислорода, и расставь коэффициенты. (1)

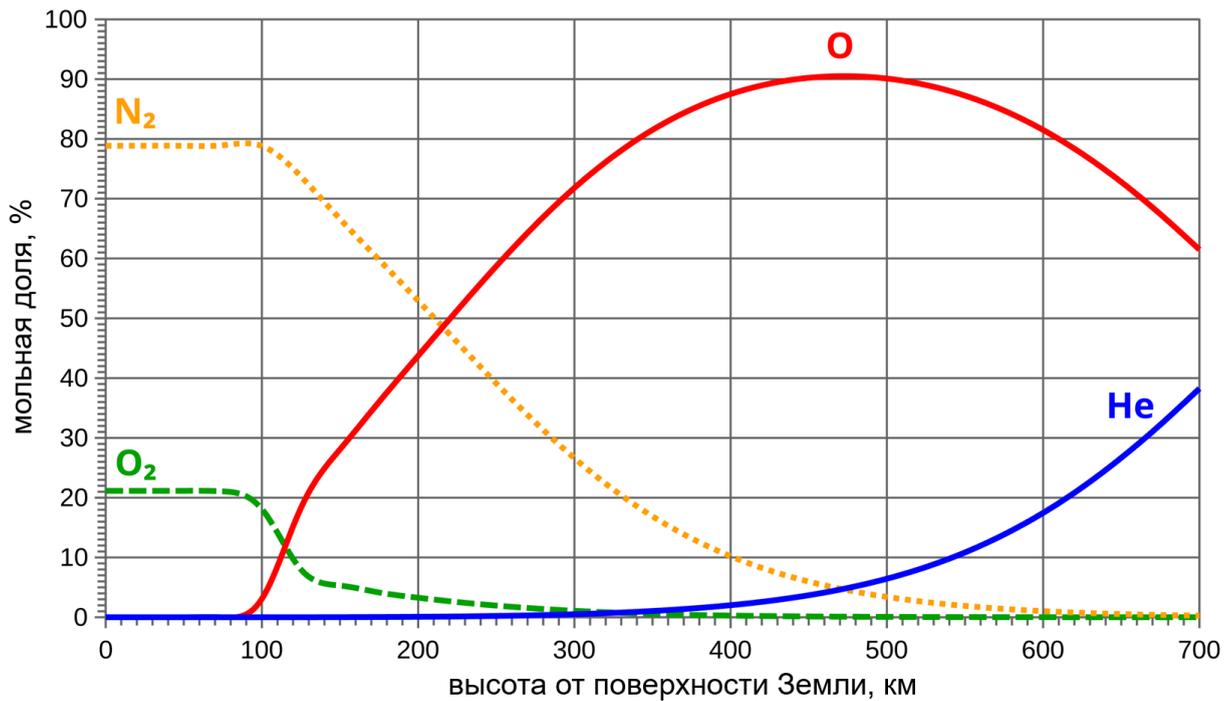
Оксиду **В** соответствует соль калия **С**, которую в повседневной жизни используют для дезинфекции, но она может также оставлять темные пятна. Известно, что в соли **С** содержится 24,74% калия по массе, 34,76% металла **Х** и оставшуюся часть составляет кислород.

**d)** Определи расчетами формулу соли **С**. (2)

### 5. Изменчивая молярная масса

(10 б)

На данном графике изображена зависимость состава атмосферы Земли в мольных долях от высоты от поверхности Земли. Изображены газы, содержание которых более 1%. В ионосфере (>100 км) молекулы диссоциируют, то есть разлагаются, под действием излучения на соответствующие атомы, а при высоте >500 км состав атмосферы схож с открытым космосом.



**a)** Напиши уравнение реакции диссоциации кислорода. (1)

**b)** Определи два разных элемента, содержание **атомов** которых примерно ~1% при соответствующей высоте **i)** <200, **ii)** 200–350 км. (2)

Фиолетовый и зелёный цвет северного сияния обусловлен взаимодействием электронного излучения с N<sub>2</sub> и O, соответственно.

**c)** Выбери из следующих вариантов подходящие высоты, на которых северное сияние **i)** фиолетовое и **ii)** зелёное: <100 км; 100–200 км; >500 км. (1)

Рядом с поверхностью земли (на высоте 0-80 км средняя молярная масса воздуха 29 г/моль. Среднюю молярную массу воздуха можно рассчитать, если сложить произведения молярных долей газообразных компонентов (%) на соответствующие им молярные массы.

$$M_{\text{воздух}} = 0,78 \cdot 28 \text{ г/моль} + 0,21 \cdot 32 \text{ г/моль} + 0,01 \cdot 40 \text{ г/моль} \approx 29 \text{ г/моль}$$

**d)** Покажи с помощью расчетов, на какой высоте ( $\pm 25$  км) средняя молярная масса атмосферы равна **i)** 22 г/моль, **ii)** 16 г/моль, **iii)** 12 г/моль и **iv)** 10 г/моль. (4)

**e)** Рассчитай плотность воздуха (кг/м<sup>3</sup>) на высоте **i)** 50 км ( $V_m = 28 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{моль}$ ) и **ii)** 150 км ( $V_m = 5,0 \cdot 10^{12} \text{ дм}^3/\text{моль}$ ). (2)