

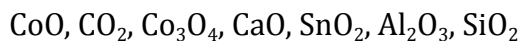
Задачи регионального тура олимпиады по химии 2024/25 уч.г.

9 класс

1. Оксидные пигменты

(11 б)

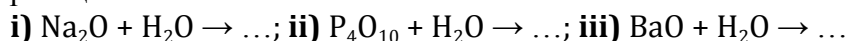
Ниже представлен список известных оксидов, из которых возможно промышленным путём получить красители:



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

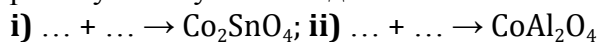
b) Определи, какие из выбранных в пункте **a)** оксидов образуют при растворении в воде **i)** основную и **ii)** кислую среды. (1)

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

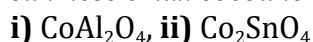


В качестве синих пигментов используют разные химические соединения, например синтетический церулин (Co_2SnO_4) и кобальтовый синий (CoAl_2O_4). Интенсивность цвета зависит от степени окисления атома металла, входящего в состав пигмента.

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

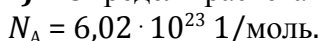


e) Определи степени окисления атомов металла в синтезированных пигментах. *Подсказка: при синтезе этих соединений степени окисления элементов не изменились.* (2)



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 пёрргилия содержит 850 мг этих белков.

a) Рассчитай концентрацию белков c (г/дм³) в крови пёрргилия. (1)

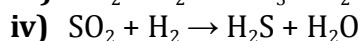
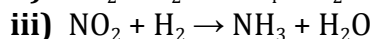
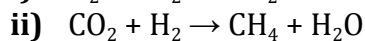
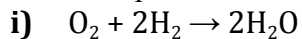
b) В крови пёрргилия растворено 400 моль кислорода. **i)** Рассчитай массу растворённого кислорода (кг) и **ii)** сколько м³ крови нужно для связывания данного количества кислорода. (2)

После “заправки” на планете Охугеникум три пёрргилия 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 CO_2 , NO_2 и 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 CO_2 , второй - NO_2 , третий - SO_2 . Уравнения реакций водорода с кислородом и другими окислителями:



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

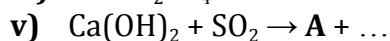
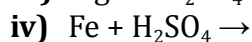
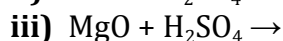
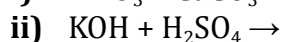
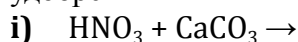
Пёрргил собирает в крови массу окислителя, равную массе кислорода, рассчитанной в пункте б).

ф) Рассчитай, сколько газообразного водорода (кг) можно окислить, с помощью каждого окислителя, накопленного в крови пёрргили (O_2 , CO_2 , NO_2 , 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 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 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 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)

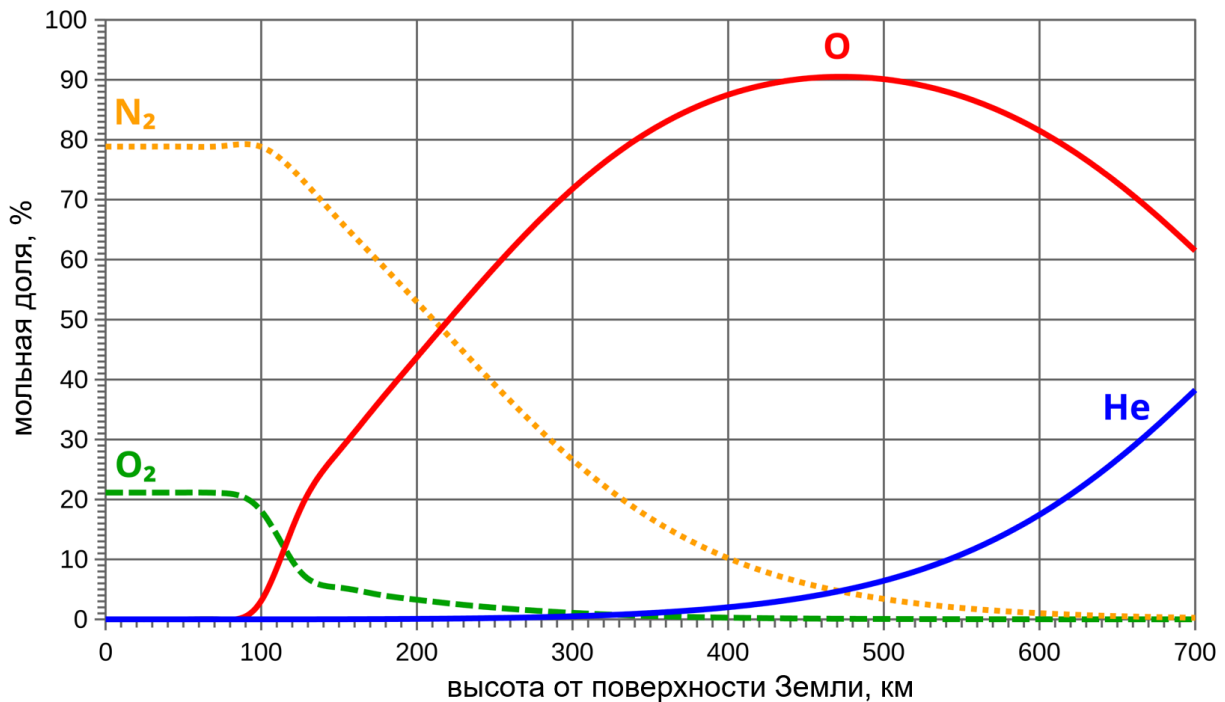
Оксиду **В** соответствует соль калия **С**, которую в повседневной жизни используют для дезинфекции, но она может также оставлять темные пятна. Известно, что в соли **С** содержится 24,74% калия по массе, 34,76% металла **Х** и оставшуюся часть составляет кислород.

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 N₂ 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 мольных 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 (± 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/м³) 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)