

Девятый класс

Проверке подлежит только лицевая сторона бланка ответа! Все численные результаты должны быть подтверждены расчетом, хотя бы коротким. Все качественные ответы должны иметь обоснование, хотя бы короткое. В противном случае оценка 0 баллов.

Задача 9-1

Одним из устаревающих способов получения крупнотоннажного продукта химической промышленности неорганического вещества **К** из газа **Х** является каталитический цикл с использованием газа **У** – так называемый ... метод.

Последовательность реакций в данном цикле с коэффициентами приведена ниже:



Известно, что **G** имеет ионное строение и содержит 4 элемента в своём составе, а **L** – нестабильное соединение, существующее только в растворе.

Запишите суммарное уравнение получения **К** (можно использовать буквенные обозначения веществ).

Определите неизвестные соединения, представленные на схеме.

Примесным компонентом в получаемом растворе **К** является соединение **Р** со схожими химическими свойствами, присутствие которого обусловлено использованием **У** в качестве катализатора.

Определите соединение **Р**. Приведите уравнение реакции, объясняющие образование соединения **Р** в растворе **К**.

Приведите название описанного метода получения **К**.

При использовании стехиометрических количеств реагентов реакции имеют следующие выходы: I – 48%, II – 88%, III – 87%, IV – 74%.

Вычислите расход реагентов (в тоннах) на получение 1 тонны чистого **К**. Примите, что вода находится в избытке и ее количество рассчитывать не нужно. Если Вам не удалось установить формулы веществ, вычислите расход реагентов в молях на получение 1 моль **К**.

) Газ **Х** является побочным продуктом другого крупнотоннажного химического производства. Напишите уравнение реакции, ведущей к его образованию.

Задача 9-2

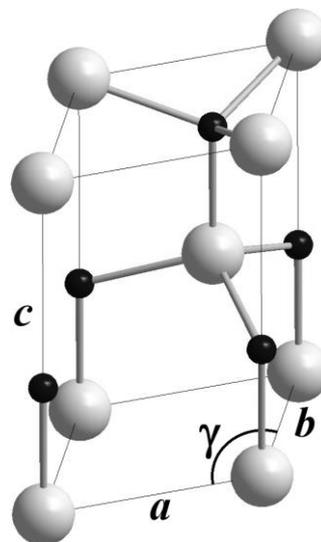
Элемент **X** распространён в природе, входит в состав драгоценных и полудрагоценных камней. При высоких температурах **X** реагирует с водой (*р-ция 1*) и аммиаком (*р-ция 2*) с выделением одного и того же газа. В результате реакций, кроме газа **A**, также образуются вещества **B** и **B**, соответственно.

Вещество **B** может быть получено в виде нанотрубок. Для этого навеску соли **Г** ($m = 991$ мг) растворяют в воде, к полученному раствору добавляют гидроксид натрия до растворения выделяющегося осадка **Д** (*р-ции 3 и 4*), а затем добавляют поверхностно-активное вещество*, помещают раствор в автоклав и нагревают до 120 °С. При этом образуется **Е** в виде нанотрубок (*р-ция 5*). При медленном нагревании **Е** до 520 °С можно получить нанотрубки вещества **B** ($m = 180$ мг, выход – 86% из **Г** в расчёте на **X**), которые обладают высокой каталитической активностью.

Вещество **Ж** образуется при медленном нагревании 591 мг **X** со стехиометрическим количеством хлорида аммония (*р-ция 6*) до 350 °С в атмосфере аргона (объём реакционного сосуда 30 мл, заполняли аргоном при н.у.). После завершения реакции плотность газовой смеси по аргону в реакционном сосуде составляет 0.0877 . Вещество **Ж** представляет собой чувствительные к влаге кристаллы с ионной структурой, содержащие в составе однозарядные катион и анион. Плотность **Ж** составляет $3,434$ г/см³, объём элементарной ячейки – $356,96$ Å³, число формульных единиц на элементарную ячейку – 2.

Вопросы:

1) Назовите металл **X** и вещества **A** – **E**, состав подтвердите расчетом. Все соединения стехиометрические.



идеализированная
гексагональная
элементарная ячейка **B**
 $a=b=3.021$ Å,
 $c=5.082$ Å, $\gamma=120^\circ$

* Необходимо для формирования нанотрубок, в реакции не участвует.

- 2) Напишите уравнения реакций 1–5.
- 3) Предложите состав **Ж**. Ответ подтвердите расчётом. Изобразите схематично возможные изомеры катиона и аниона, если координационное число **X** в катионе и анионе равно 6.
- 4) Запишите уравнение реакции образования **Ж** (*p-ция 6*) и взаимодействия **Ж** с водой (*p-ция 7*).
- 5) Рассчитайте давление в реакционном сосуде после завершения реакции образования **Ж** и охлаждения сосуда до 25 °С.
- б) Вычислите плотность **В**.

Справочная информация:

=

$a^3/4, H=a\sqrt{3}$, где R - радиус сферы, описанной вокруг правильного тетраэдра, H – высота тетраэдра, a – длина ребра тетраэдра.

$1 \cdot 10^{-10}$ м

Задача 9-3

Препарат «Охоне», представляющий собой смесь трёх бесцветных солей элемента, при этом X_1 и X_2 имеют одинаковый качественный состав. Кристаллики каждой из трёх солей окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Некоторые другие свойства солей представлены в таблице ниже.

Соль	X_1	X_2	X_3
Температура плавления, °С	разлагается до плавления		
Среда водного раствора	нейтральная, меняется на кислую при хранении	кислая	нейтральная

Для количественного анализа смеси приготовили 225.0 мл водного раствора, содержащего 0.901 г «Охоне» (далее **раствор 1**).

Для определения содержания соли X_1 в смеси использовали следующий метод. К аликвоте 20.0 мл **раствора 1** добавили 10.0 мл серной кислоты и 5.0 мл 20%-го (по массе) раствора иодида калия. После этого полученный раствор бурого цвета титровали 0.0500 М раствором $Na_2S_2O_3$. На титрование ушло 10.4 мл раствора тиосульфата натрия.

Для определения содержания соли X_2 аликвоту **раствора 1** объёмом 20.0 мл быстро титровали 0.0100 М раствором гидроксида натрия. На

титрование уходит 13.0 мл раствора NaOH.

Длительное нагревание третьей порции **раствора 1** объёмом 50.0 мл привело к выделению небольшого количества газа, в котором вспыхивает тлеющая лучина. По окончании выделения газа к полученному раствору добавили избыток раствора нитрата бария, что привело к выпадению осадка, который отфильтровали, промыли раствором соляной кислоты и высушили. Масса осадка после прокаливания составила 0.304 г.

Дополнительно измерили pH 1%-го (по массе) раствора препарата «Охоне» в воде, он оказался равен 2.3.

Установите состав солей $X_1 - X_3$ и их массовое содержание (в %) в препарате реакций, которые были использованы при количественном анализе.

Изобразите структурные формулы кислот, которые образуют соли $X_1 - X_3$ и качественно укажите их силу по каждой ступени (сильная, средней силы или слабая).

Определите объём газа (при н.у.), который выделился при длительном нагревании 50 мл **раствора 1**.

Примечание: в расчётах используйте молярные массы с точностью до сотых долей г/моль.

Задача 9-4

С твёрдым бинарным веществом X коричневого цвета провели ряд опытов, заключающихся в нагревании его в токе различных газов. Опыты сведены в таблицу с изменением массы полученного твёрдого остатка и наблюдениями.

№ опыта	условия	изменение массы, %	цвет продукта
	Ar, 1000°C	0	черный
	Cl ₂ , 800°C	-31.8	белый*
	H ₂ O, 500°C	+36.4	белый
	NH ₃ , 800°C	+6.1	серый**
	O ₂ , 800°C	?	белый
	H ₂ , 400°C	0	без изменений
	SO ₃ , 700°C	+36.4	белый

* в холодной части прибора сконденсировалась бесцветная жидкость Y , дымящая на воздухе

** в холодной части прибора сконденсировалась бесцветная жидкость

При взаимодействии Y с SO_3 при $300^\circ C$ образуется бесцветная жидкость (*р-ция 8*), наименее летучий компонент Z которой содержит 5.61% кислорода по массе. Вещество X взаимодействует с раствором гидроксида натрия (*р-ция 9*) и раствором азотной кислоты (*р-ция 10*).

Вопросы:

1. Предложите, как изменится масса навески в **5** опыте. Ответ обоснуйте.
2. Определите неизвестные вещества (X , Y , Z), ответ подтвердите расчетом.
3. Запишите уравнения реакций, протекающих в описанных опытах. Образование продуктов обоснуйте, подтвердите расчётом.
4. Запишите уравнения реакций **8 - 10**.

Задача 9-5

Энергетика организма

Физиологические потребности в энергии взрослого человека, находящегося в полном покое в тёплой комнате, составляют около ккал/сутки.

Указание: в ответах на вопросы обязательно приводите формулы, используемые вами для расчётов, и расчёты. Учтите, что ответ без расчётов не засчитывается.

Предполагая, что основная часть этой энергии выделяется в виде теплоты, рассчитайте излучаемую человеком теплоту в ваттах ($1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$).

Предполагая, что эта энергия образуется за счёт окисления глюкозы до диоксида углерода и воды, рассчитайте минимально необходимую массу глюкозы, расходуемой в сутки.

Сколько молей кислорода требуется для окисления этой массы глюкозы в сутки?

Сколько вдохов в минуту минимально требуется человеку для такого окисления? Считайте, что дыхательный объём лёгких человека при спокойном дыхании составляет 0.5 л и что воздух имеет давление 1 атм и температуру воздуха, поглощается лёгкими.

Какую работу (в Дж) за минуту совершают мышцы грудной клетки при дыхании для расширения на 0.5 л против внешнего давления 1 атм при минимальном числе вдохов?

Какую массу воды теряет человек с воздухом в процессе дыхания при минимальном числе вдохов за 1 час? Считайте относительную влажность вдыхаемого воздуха равной 40 %, а выдыхаемого воздуха – 100 %. Температуру вдыхаемого и выдыхаемого воздуха примите равной 25 °С и 37 °С, соответственно. Изменением объёма воздуха при нагревании пренебрегите. Давление насыщенного пара p_s воды при 25 °С и 37 °С равно 3.17 кПа и

Справочная информация:

1 кал = 4.184 Дж.

Содержание кислорода в воздухе составляет 21 % по объёму.

Энтальпии образования:

Вещество	$\Delta_f H$, кДж/моль
Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	-1260
(г)	-394
O (ж)	-286

Работа расширения равна произведению давления, против которого происходит расширение, на изменение объёма при расширении.

Относительная влажность воздуха (ϕ) – это отношение парциального давления водяного пара в воздухе к равновесному давлению насыщенного водяного пара при данной температуре.