

Из предложенных шести задач оцениваются пять с наибольшим баллом!

Указание:

- при расчетах значения атомных масс следует округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$)
- в решении задачи обязательно нужно привести необходимые расчеты и рассуждения, ответ без доказательств может быть оценен в 0 баллов

Задача 1.

В древнегреческой литературе часто встречается сплав с таинственным названием орихалк. Из этого жёлтого «испускавшего огнистое блистание» металла были сделаны стены акрополя Атлантиды и щит Геракла. Сегодня многие учёные уверены, что этот легендарный металл существовал на самом деле. Выдвигается много различных гипотез, и согласно одной из самых популярных орихалк является сплавом двух металлов, встречающимся, как было открыто в конце XX века, и в виде самородков.

Большой знаток древнегреческих мифов Петя решил экспериментально установить состав орихалка. Для этого он растворил 2 грамма сплава в концентрированной азотной кислоте. Сплав растворился без осадка, при этом выделилось 1,4 литра газа (реакции 1,2). Затем он добавил к раствору избыток щёлочи, в результате чего из раствора выделился осадок голубого цвета (реакции 3,4). Петя отделил этот осадок от раствора, прокалил (реакция 5) и взвесил. Масса вещества после прокаливания оказалась равной 2 граммам. Приливая к оставшемуся раствору соляную кислоту, Петя наблюдал выпадение белого осадка (реакция 6) и последующее его растворение (реакция 7).

- 1) Помогите Пете узнать возможный состав легендарного древнегреческого сплава. Определите двухвалентные металлы, входящие в состав сплава, и их массовые доли.
- 2) Запишите уравнения всех перечисленных реакций.
- 3) Как сегодня называется сплав, состоящий из определённых вами металлов?

Задача 2.

Известно, что раствор **А** – это водный раствор серной кислоты, в котором число атомов водорода в 1,5 раза больше числа атомов кислорода. Раствор **Б** – это водный раствор едкого натра, мольная доля которого в 20 раз меньше, чем мольная доля растворителя.

- 1) Определите массовые доли серной кислоты в растворе **А** и гидроксида натрия в растворе **Б**.

В две колбы внесли несколько капель раствора лакмуса. В первую колбу внесли 145,2 г раствора **А**, а затем медленно при перемешивании вливали 400 г раствора **Б**. Во вторую колбу внесли такое же количество тех же растворов, но порядок смешения реагентов был обратный – к раствору **Б** приливали раствор **А**.

- 2) Какие реакции протекали в колбах по мере смешения растворов? Как при этом менялась окраска лакмуса? Различается ли состав конечных растворов в колбах? Определите массовые доли растворённых веществ.

Задача 3.

Соединения **А** и **Б** при нормальных условиях представляют собой бесцветные, токсичные газы. При одинаковых внешних условиях соотношение объёмов образцов **А** и **Б** равной массы составляет 2:1. Растворы газов **А** и **Б** могут реагировать друг с другом, при этом образуется средняя соль **В**, устойчивая только в растворе (*реакция 1*).

Газы **А** и **Б** могут окисляться кислородом, при этом реакция окисления **А** протекает по-разному в зависимости от наличия или отсутствия катализатора. Продуктами окисления газа **А** являются газ **Г** и пары жидкости **Д** (*реакция 2*), а в присутствии платины продуктами образуются газ **Е** и пары **Д** (*реакция 3*). Бесцветный газ **Е** на воздухе легко окисляется, превращаясь в окрашенный газ **Ж** (*реакция 4*).

Продуктами горения газа **Б** могут являться твердое вещество **З** и пары **Д** (*реакция 5*), а при более высокой температуре и избытке кислорода – газ **И** и пары **Д** (*реакция 6*). Газ **И** может реагировать с газом **Ж**, превращаясь в легколетучую жидкость **К** и газ **Е** (*реакция 7*). Жидкость **К** очень активно реагирует с **Д**, давая вещество **Л**, широко применяющееся в химической промышленности (*реакция 8*).

- 1) Определите все вещества **А – Л**, подтвердите выбор **А** и **Б** расчетом.
- 2) Запишите уравнения *реакций 1-8*.

Задача 4.

В домашней лаборатории юного химика Пети произошло неприятное происшествие: к нему пробрался младший брат и закрасил этикетки на нескольких склянках с растворами. Порадовавшись тому, что склянки были хорошо закрыты и младший брат не пострадал, Петя решил установить, где какой раствор находится. Он знает, что этикетки закрасены у 7 склянок, в них находятся 7 растворов: BaCl_2 , Na_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , KI , соляная и серная кислота. Петя смешал попарно все растворы, но так торопился, что записал только количество и цвет осадков для каждого раствора. Посмотрев на получившийся список, Петя понял, что может определить растворы в склянках и по имеющимся данным. А справитесь ли вы?

В шести реакциях с раствором 1 образуется 3 белых осадка и 2 жёлтых.

В шести реакциях с раствором 2 образуется только 2 белых осадка.

В шести реакциях с раствором 3 образуется только 3 белых осадка.

В шести реакциях с раствором 4 образуется 4 белых осадка и 1 жёлтый.

В шести реакциях с раствором 5 образуется только 4 белых осадка.

В шести реакциях с раствором 6 образуется только 2 жёлтых осадка.

В шести реакциях с раствором 7 образуется 2 белых осадка и 1 жёлтый.

1. Определите какое вещество находилось в каждой из склянок.
2. Запишите уравнения реакций.

Задача 5.

Клатраты – соединения, образующиеся путём включения молекул вещества - «гостя», в полости кристаллической решётки, составленной из молекул другого типа называемых «хозяевами». Одним из самых известных клатратов является клатрат метана. В нём «гости» - молекулы метана располагаются в полостях между «хозяевами» - молекулами воды. Такой клатрат внешне напоминает лёд, однако благодаря достаточно высокому содержанию метана этот лёд может гореть.

- 1) Определите состав клатрата метана, если известно, что массовая доля водорода в нём равна 12,97%
- 2) Запишите уравнение горения клатрата метана.
- 3) Определите, хватит ли теплоты сгорания метана для того, чтобы растопить лёд клатрата? Хватит ли этой теплоты, чтобы испарить эту воду?

Теплота сгорания метана равна 891 кДж/моль, удельная теплота плавления воды равна 334 кДж/кг, теплоёмкость воды равна 4200 Дж/кг·°С, удельная теплота парообразования для воды равна 2300 кДж/кг.

- 4) Как вы считаете, как можно использовать клатраты, и какие опасности могут исходить от таких соединений?

Задача 6.

Коллигативными свойствами растворов называют такие свойства, которые зависят только от суммарного числа растворённых частиц и не зависят от их природы. К числу таких свойств относят криоскопический эффект – понижение температуры замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя. Такое понижение температуры можно рассчитать по формуле

$$\Delta T = Kt,$$

где K - криоскопическая константа растворителя, а t – моляльная концентрация вещества, (моль/кг), представляющая собой количество растворённого вещества в 1 кг чистого растворителя.

- 1) В 200 мл воды растворили 24 г изопропилового спирта C_3H_7OH . Оказалось, что температура замерзания такого раствора составила $T_{зам} = -3,72$ °С. Рассчитайте криоскопическую константу воды.
- 2) Температура замерзания другого водного раствора изопропилового спирта составила $T_{зам} = -9,30$ °С. Вычислите массовую долю изопропилового спирта в этом растворе.
- 3) При растворении в 500 г воды 29,25 г поваренной соли получили раствор, температура замерзания которого составила $T_{зам} = -3,72$ °С. Как можно объяснить такое значительное снижение температуры замерзания раствора поваренной соли? К открытию какого явления привели подобные опыты с растворами неорганических веществ в конце XIX века?
- 4) В одинаковом количестве воды растворили равные массы серной кислоты и бромид аммония. Температура замерзания какого раствора ниже и почему?
- 5) Приведите пример проявления криоскопического эффекта в природе или в деятельности человека.