



### Задача 3

Гипотермический пакет «СНЕЖОК» используется в медицине как холодный компресс для оказания первой помощи и предназначен для местного охлаждения тканей организма при травмах, ушибах, перегревах, укусах насекомых, способствуя тем самым снижению воспалительной реакции в тканях и остановке кровотечения. В состав наиболее распространенного пакета входит 50 г нитрата аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) и 90 г воды, изначально разделенные перегородкой. При активации пакета (удалении перегородки) происходит растворение соли в воде, при этом поглощается огромное количество теплоты из окружающей среды – 25,6 кДж на каждый моль соли.

- 1) Рассчитайте, на сколько градусов охладится данный пакет, если теплоемкость полученного раствора соли принять равной теплоемкости воды (4,2 Дж/(г $\times$ °C))?
- 2) Возможно ли повторное использование пакета? Как можно его регенерировать?
- 3) Где еще применяется нитрат аммония? Назовите две области его применения
- 4) Кроме химических «хладопакетов» существуют также и химические «грелки», которые разогреваются при активации. Предложите два различных варианта конструкции таких грелок, кратко опишите принцип их действия.

### Задача 4

Природный минерал **А** массой 41,4 г подвергли длительному обжигу в чистом кислороде. Полученный при этом бесцветный газ **Б** с резким запахом пропустили через избыток известковой воды. Выпавший при этом белый осадок **В** массой 54 г растворяется в соляной кислоте с выделением исходного количества газа **Б**.

Твердый остаток, образовавшийся после обжига минерала **А**, длительное время нагревали в токе водорода. Полученная смесь твердых веществ массой 27 г частично растворяется в разбавленной соляной кислоте, при этом выделяется 5,04 л (н.у.) водорода и изначально образуется светло-зеленый раствор соли **Г**. Остаток после обработки кислотой имеет красноватый цвет, а его масса составляет 14,4 г.

Определите формулу основного вещества минерала **А**. Определите вещества **Б** – **Г**, запишите уравнения всех описанных реакций.

### Задача 5

Химический элемент **А** образует простое вещество – металл, кубик из которого с длиной ребра 5 см содержит  $5,46 \cdot 10^{24}$  атомов **А**. Плотность металла составляет 1,74 г/см<sup>3</sup>. Химический элемент **Б** образует несколько простых веществ – неметаллов, среди которых наиболее известны **В** – прозрачные кристаллы очень высокой твердости и **Г** – черное твердое вещество слоистой структуры, обладающее электропроводимостью. При сжигании как **В**, так и **Г** образуется газ **Д**, плотность которого в 1,375 раз больше плотности кислорода.

Элементы **А** и **Б** образуют несколько бинарных соединений друг с другом. Среди них – **Е** (массовая доля элемента **А** в котором – 50%) и **Ж** (мольная доля элемента **Б** в котором 60%). При взаимодействии этих бинарных веществ с водой выделяются газы **З** и **И** – летучие водородные соединения элемента **Б**, и в обоих случаях образуется белый осадок **К**, также получаемый при реакции металла **А** с кипящей водой. При 0°С и атмосферном давлении 5,6 л газа **З** имеет массу 6,5 г, а 5,6 л газа **И** – 10 г.

Определите химические элементы **А** и **Б**, формулы веществ **В** – **К**, напишите уравнения реакций получения газов **З** и **И**.

### Задача 6

**Жёсткость воды** — совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых **солей жёсткости**). Различают временную (гидрокарбонатную) жесткость воды и постоянную жесткость воды. Временная жесткость обусловлена наличием в воде *растворимых* гидрокарбонатов кальция и магния, при кипячении воды эти *растворимые* гидрокарбонаты разлагаются, жесткость воды снижается, однако на стенках сосудов образуется *нерастворимая* в воде накипь. Постоянная жесткость обусловлена содержанием в воде других солей кальция и магния (хлоридов, нитратов, сульфатов и др.). Постоянная жесткость не снижается при кипячении, для ее устранения требуется обрабатывать воду специальными реагентами: например, известковой водой, технической содой или ортофосфатом натрия. По принятому в 2014 году ГОСТ жёсткость выражается в градусах жесткости ( $^{\circ}\text{Ж}$ ).  $1^{\circ}\text{Ж}$  соответствует концентрации кальция или магния, численно равной  $1/2$  ммоль / л.

а) Определите массу в (г) атомов кальция или атомов магния, которая содержится в 1 л воды жесткостью  $1^{\circ}\text{Ж}$ , если жесткость обусловлена только одним типом атомов?

б) В 500 мл воды растворили 0,81 г гидрокарбоната кальция и 0,95 г хлорида магния. Рассчитайте жесткость полученного раствора в градусах жесткости?

в) Допустим, что временная жесткость воды создается только гидрокарбонатом кальция. Напишите уравнение реакции, соответствующей процессу уменьшению временной жесткости при кипячении воды. Каков состав накипи? Какая масса накипи может потенциально образоваться при 100 кипячениях чайника объемом 2 л, если временная жесткость воды в данной местности составляет  $1,5^{\circ}\text{Ж}$ ? Какой химический способ удаления накипи можно предложить?

г) Напишите уравнения реакций, которые лежат в основе уменьшения постоянной жесткости воды (условно созданной только сульфатом магния) при помощи известковой воды (гидроксида кальция), технической соды (карбоната натрия), ортофосфата натрия. Какая масса 10% раствора ортофосфата натрия нужна для полного смягчения  $1\text{ м}^3$  воды жесткостью  $9^{\circ}\text{Ж}$ ?