

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»

2014-2015 учебный год, очный тур

9 класс



I. Задача про водородное топливо и гидриды (20 баллов).

Одним из перспективных направлений развития энергетики и двигателей является водородная энергетика. Действительно, молекулярный водород обладает достаточно высокой теплотой сгорания, не образует при горении токсичных и/или опасных для окружающей среды веществ. Вместе с тем, развитию водородной энергетики мешает ряд факторов.

?1. Назовите самый главный фактор, «тормозящий» появление автомобилей, потребляющих водородное топливо.

Для решения проблем, связанных с этим фактором, исследователи делают попытки разработать двигатели, топливом которых был бы не сам водород, а его производные – гидриды металлов. Металл М реагирует с водородом, образуя гидрид MH_n (n – натуральное число). Гидрид в количестве 1,000 грамм реагирует с водой при $25\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 99,50 кПа, в этих условиях выделяется 3,134 литра водорода.

?2. Определите металл М и запишите формулу его гидрида.

?3. Запишите уравнения получения гидрида MH_n , (если Вы не определили металл, запишите требуемое уравнение для гидрида алюминия, AlH_3).

?4. Приведите примеры еще двух возможных способов (кроме водородной энергетики) применения гидридов металлов.



II. Задача про уравнения химических реакций (20 баллов).

Запишите уравнения реакций, описывающих следующие процессы:

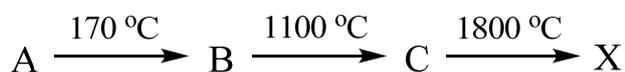
- Пероксид бария добавляют к воде.
- Смешивают подкисленные серной кислотой растворы йодида калия и йодата калия.
- Раствор фосфорной кислоты добавляют к раствору гидрокарбоната кальция.
- Смешивают растворы нитрата свинца(II) и хромата калия.
- Концентрированный раствор соляной кислоты добавляют к раствору нитрата кобальта(II).
- Твердый кальций нагревают в атмосфере азота.

- g. К жидкому хлориду фосфора(III) добавляют воду.
- h. Смешивают растворы сульфата магния и гидроксида бария.
- i. Подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия добавляют к раствору сульфита натрия.
- j. Радий-222 (^{222}Ra) подвергается альфа-распаду.



III. Задача про «кипрский» металл (20 баллов).

Металл **X** может быть растворен в концентрированной азотной кислоте. При этом образуется соль **A**, которая содержит 33,88% металла **X**. Соль **A** при нагревании претерпевает следующие превращения:



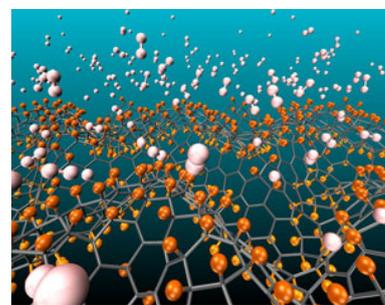
При взаимодействии раствора соли **A** с раствором гидроксида натрия выпадает осадок **D** ярко-синего цвета. Прокаливание этого осадка дает вещество **B** черного цвета. Вещество **B** может взаимодействовать с соляной кислотой. При этом образуется вещество **E**, после нагревания которого до 993 °C остается вещество **F**. Это вещество может быть вновь переведено в вещество **E** действием соляной кислоты в присутствии кислорода.

?1. Определите металл **X** и вещества **A-F**.

?2. Напишите уравнения всех упомянутых в условии задачи реакций.

Вещество **B** может быть растворено в концентрированном растворе аммиака, а также в 40%-ном растворе щелочи при нагревании.

?3. Напишите уравнения этих реакций.



IV. Задача про водородные соединения (20 баллов).

Практически все элементы ранних периодов образуют бинарные соединения с водородом, однако эти соединения существенно различаются типом связи, агрегатным состоянием и химическими свойствами.

?1. Заполните нижеприведенную таблицу, характеризующую бинарные водородные соединения элементов III периода:

| Элемент | Na | Ca | Al | Si | P | S | Cl |
|---|----|----|----|----|---|---|----|
| Формула водородного соединения | | | | | | | |
| Тип связи* | | | | | | | |
| Агрегатное состояние при комнатной температуре и нормальном давлении** | | | | | | | |
| Реакция, которую приобретает водный раствор после внесения в воду водородного соединения*** | | | | | | | |

* – в ячейках помечаем соответственно «К» (ковалентная), «И» (ионная), «М» (металлическая), «В» (водородная);

** – в ячейках помечаем соответственно «Г» (газообразное), «Ж» (жидкое), «Т» (твердое);

*** – в ячейках помечаем соответственно «Н» (нейтральная), «К» (кислая), «Щ» (щелочная).

?2. Запишите уравнения реакций водородных соединений элементов III периода с кислородом.



V. Задача международной олимпиады (20 баллов).

В 1968 году в Праге состоялась Первая международная химическая олимпиада школьников, в которой тогда приняли участие школьники трех стран – Чехословакии, Венгрии и Польши. Вашему вниманию (и для вашего решения) представляется первая задача первой международной химической олимпиады (правда, слегка переработанная).

Смесь водорода и хлора, помещенная в наглухо закрытую колбу, освещали ультрафиолетом в течение длительного времени. В определенный момент смесь газов, содержащаяся в колбе, имела следующий состав (по объему) – 60% хлора, 10% водорода и 30% хлороводорода. В этот же момент содержание хлора понизилось на 20% по сравнению с содержанием хлора в исходной смеси.

?1. Определите состав исходной смеси (в процентах по объему).

?2. Какие данные из условия задачи излишни для решения?