

9 класс

№ 1

1) В открытых сосудах нельзя хранить:

- а) летучие вещества (этиловый спирт, диэтиловый эфир, бром, иод);
- б) растворы газов и летучих веществ (нашатырный спирт, соляную кислоту, иодную настойку, бромную воду);
- в) вещества, реагирующие с газами, входящими в состав воздуха: кислородом, углекислым газом, парами воды (гигроскопичные вещества: P_2O_5 , H_2SO_4 , $CaCl_2$; щелочи и их растворы; растворимые сульфиды и сульфиты).

2) Использование таких реактивов может привести к существенным ошибкам. Например,

- а) гидроксид кальция в открытом сосуде быстро переходит в карбонат (за счёт углекислого газа, присутствующего в воздухе). Если из такого реактива приготовить «известковую воду», то никакого помутнения при пропускании углекислого газа не произойдет и будет сделан неправильный вывод об отсутствии CO_2 в пропускаемом газе;
- б) гидроксид натрия при стоянии на открытом сосуде может поглощать из него углекислый газ с образованием соды. Если таким раствором осаждать гидроксид меди из его сульфата, то будет выпадать основная соль – карбонат гидроксомеди.

3) Многие вещества разлагаются под действием света, и их хранят в специальных сосудах из темного стекла (галогениды серебра, пероксид водорода, иодоводородная кислота, хлорная вода, азотная кислота, хлороформ).

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Ответ на вопрос 1 с мотивировкой | 4 балла |
| 2. Ответ на вопрос 2 | 3 балла |
| 3. Ответ на вопрос 3 с мотивировкой | 3 балла |

ИТОГО: 10 баллов**№ 2**1) Уравнение реакции (1): $2\text{NaI} + \text{Br}_2 = 2\text{NaBr} + \text{I}_2$ Молярные массы: $M(\text{NaBr}) = 103$ г/моль, $M(\text{NaI}) = 150$ г/моль;

Количество вещества прореагировавшего иодида натрия равно количеству вещества полученного бромида натрия. При этом молекулярная масса изменяется на $150 - 103 = 47$ (г/моль). Следовательно, масса бромида натрия, получившегося из иодида натрия, $m_1(\text{NaBr}) = 103m/47 = 2,19m$ (г), где m – потеря по массе смеси в результате 1 реакции (см. условие). А масса иодида натрия в исходной смеси: $m_{\text{исх}}(\text{NaI}) = 150m/47 = 3,19m$ (г).

Уравнение реакции (2): $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ $M(\text{NaCl}) = 58,5$ г/моль.

Аналогично с первым уравнением количества вещества реагирующего бромида и полученного хлорида натрия равны. Молярная масса изменяется на $103 - 58,5 = 44,5$ (г/моль).

Следовательно, суммарная масса бромида натрия, прореагировавшего с хлором, $m_2(\text{NaBr}) = 103m/44,5 = 2,31m$ (г).

Масса бромида натрия в исходной смеси равна массе бромида натрия, прореагировавшего с хлором (m_2), за вычетом массы бромида натрия, полученного из иодида натрия при реакции с бромом (m_1), а именно:

 $m_{\text{исх}}(\text{NaBr}) = m_2 - m_1 = 2,31m - 2,19m = 0,12m$ (г).

Или процентное содержание бромида натрия в исходной смеси:

 $\omega_{\text{исх}}(\text{NaBr}) = 100 \cdot 0,12m / (0,12m + 3,19m) = 3,6\%$.

2) В химической лаборатории выпаривание указанных в задаче растворов следует проводить только в вытяжном шкафу.

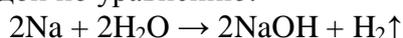
3) Если на раствор исходной смеси подействовать избытком хлора, то могут протекать следующие процессы:

 $2\text{NaI} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{I}_2$;а далее $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$ **Рекомендации к оцениванию:**

- | | |
|---|---------|
| 1. Уравнения реакций (1) и (2): по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Расчет содержания бромида натрия | 4 балла |
| 3. Условия выпаривания | 1 балл |
| 4. Действие избытка хлора
(1 балл за первое уравнение и 2 балла за второе) | 3 балла |

ИТОГО: 10 баллов**№ 3**

1) Натрий взаимодействует с водой по уравнению:



Количества исходных веществ:

 $\nu(\text{Na}) = 1,15/23 = 0,05$ моль $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 50/18 = 2,78$ моль

Очевидно, что вода взята в большом избытке, расчет ведем по натрию:

 $\nu(\text{NaOH}) = 0,05$ моль $\nu(\text{H}_2) = 0,025$ моль $m(\text{NaOH}) = 0,05 \cdot 40 = 2$ г $m(\text{H}_2) = 0,025 \cdot 2 = 0,05$ г

Масса образовавшегося раствора:

$$m_{p-p} = 1,15 + 50 - 0,05 = 51,1 \text{ г}$$

Массовая доля электролита (гидроксида натрия) в растворе:

$$\omega(\text{NaOH}) = 2/51,1 = \mathbf{0,0392 \text{ или } 3,92\%}$$

2) Тепловой эффект реакции можно вычислить по следствию из закона Гесса:

$$Q = 2Q_f^\circ(\text{NaOH})_{p-p} - 2Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O})_{ж.} = 2 \cdot 468,3 - 2 \cdot 285,8 = 365 \text{ кДж}$$

Термохимическое уравнение: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + 365 \text{ кДж}$

3) Т.к. реакция сильно экзотермична, раствор будет нагреваться вследствие выделения тепла. Количество выделившейся теплоты можно вычислить по термохимическому уравнению и количеству прореагировавшего натрия:

$$Q = \frac{0,05}{2} \cdot 365 = 9,125 \text{ кДж} = 9125 \text{ Дж}$$

Пренебрегая теплообменом с окружающей средой, можно считать, что вся выделившаяся энергия пошла на нагревание раствора:

$$Q = cm\Delta t$$

Раствор нагреется на $\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{9125}{4162 \cdot 0,0511} = 43 \text{ }^\circ\text{C}$, т.е. температура образовавшегося раствора составит $t = 25 + 43 = 68 \text{ }^\circ\text{C}$.

4) Взаимодействие натрия с водой – процесс сильно экзотермический. В результате реакции выделяется легковоспламеняющийся газ – водород. Впоследствии может загореться и сам натрий, что при больших количествах щелочного металла неизбежно приводит к взрыву. Поэтому натрий предварительно измельчают и добавляют в воду небольшими порциями.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Уравнение реакции натрия с водой | 1 балл |
| 2. Расчет количеств исходных веществ и массы натрия | 1,5 балла |
| 3. Расчет массовой доли электролита (без учета массы водорода или при наличии арифметической ошибки: 0,5 балла) | 1 балл |
| 4. Термохимическое уравнение | 1,5 балла |
| 5. Расчет выделившейся теплоты | 1,5 балла |
| 6. Расчет Δt | 1,5 балла |
| 7. Расчет конечной температуры раствора | 1 балл |
| 8. Указание на возможность воспламенения и взрыва при использовании больших количеств натрия | 1 балл |

ИТОГО: 10 баллов

№ 4

1) Находим молярную массу газа Д: $M(\text{Д}) = V \cdot \rho = 22,4 \cdot 1,43 = 32 \text{ г/моль}$.

Самовоспламеняющийся на воздухе газ с такой молекулярной массой – силан (SiH_4). Значит, с некоторым металлом прокалили оксид кремния (А).

2) При прокаливании оксида кремния (А) с металлом образовался силицид этого металла и его оксид (вещества Б и В). Растворение этой смеси в избытке кислоты привело к выделению силана (газ Д), а также к образованию соли исходного металла MCl_n (вещество Г). Таким образом осадок Е – гидроксид металла $\text{M}(\text{OH})_n$, а В – его оксид $\text{MO}_{n/2}$.

3) Обозначим относительную атомную массу металла за X. Так как количество вещества хлорида металла равно эквивалентному количеству вещества его оксида, можно составить алгебраическое уравнение (n – валентность металла):

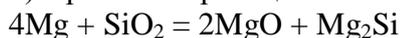
$$9,45/(X + 35,45n) = 4,00/(X + 8n).$$

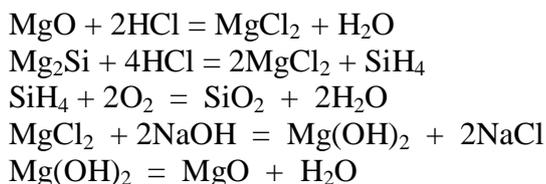
Из этого уравнения находим $X = 12,15n$. При $n = 2$ $X = 24,3 \text{ г/моль}$, это магний.

4) Вещества, зашифрованные буквами:

А – SiO_2 ; М – Mg; Б – Mg_2Si ; В – MgO; Г – MgCl_2 ; Д – SiH_4 ; Е – $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

5) Уравнения реакций:





Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|----------|
| 1. Определение веществ А – Е: по 1 баллу | 6 баллов |
| 2. Нахождение атомной массы металла | 1 балл |
| 3. Уравнения реакций: по 0,5 балла | 3 балла |

ИТОГО: 10 баллов

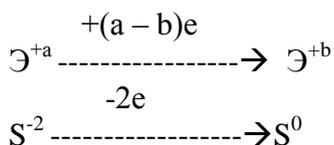
№ 5

1) В щелочи может раствориться кислотный или амфотерный оксид. При добавлении сульфида натрия возможна обменная реакция с образованием осадка сульфида, либо окислительно-восстановительная реакция с образованием осадка серы.

Сульфиды элементов, образующих кислотные (амфотерные) оксиды, как правило, легко растворяются в разбавленных кислотах. Из этого можно сделать вывод, что выпал осадок только серы.

Количество вещества серы равно: $0,96/32 = 0,03$ (моль).

Окислительно-восстановительный переход, происходящий в реакции, можно записать так:



Для образования 0,03 моль серы в реакцию должно вступить $[2/(a-b)] \cdot 0,03 = 0,06/(a-b)$ (моль) исходного оксида.

Тогда молярная масса оксида:

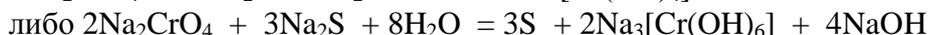
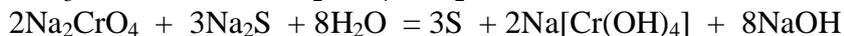
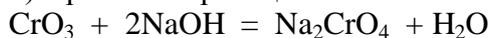
$$M(\text{ЭO}_y) = m/v = 2 \cdot (a-b)/0,06 = (a-b)/0,03$$

Рассматривая случаи $(a-b) = 1, 2, 3, 4$, получаем, что $M(\text{ЭO}_y) = 33,3, 66,6, 100, 133,3$.

В зависимости от исходной степени окисления элемента Э масса кислорода в одном моле оксида (m_o) меняется от 24 ($a=3$) до 56 ($a=7$). Анализируя разности $M(\text{ЭO}_y) - m_o = A(\text{Э})$, приходим к выводу, что условию задачи может удовлетворять единственный вариант $M(\text{ЭO}_y) = 100, a=6. A(\text{Э}) = 52$.

Это оксид хрома (VI) – CrO_3 .

2) Уравнения реакций:



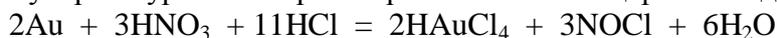
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|----------|
| 1. Определение оксида с обоснованием и расчетами | 6 баллов |
| 2. Уравнения реакций: по 2 балла | 4 балла |

ИТОГО: 10 баллов

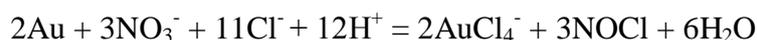
№ 6

1) Суммарное молекулярное уравнение растворения золота в «царской водке»:



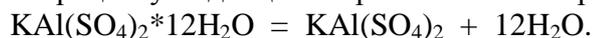
(окислительный потенциал образования однозарядного комплексного аниона AuCl_4^- ниже потенциала образования трехзарядного иона Au^{3+}).

2) Метод древних индейцев основан на свойстве золота растворяться в «царской водке». Уравнение реакции в сокращенной ионной форме:



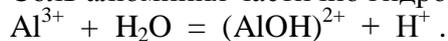
Для растворения золота необходимо одновременное присутствие нитрат-ионов (окислителя), хлорид ионов (комплексообразователя) и ионов водорода.

По рецепту индейцев нагревание смеси приводило к разложению квасцов:



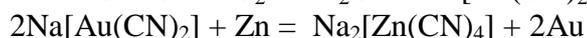
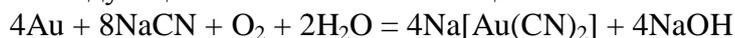
В образовавшейся воде растворялись не только квасцы, но и добавленные нитрат натрия (чилийская селитра) и хлорид натрия (поваренная соль).

Соль алюминия частично гидролизowana в растворе:



Повышение температуры увеличивает степень гидролиза, а также окислительный потенциал системы. В результате этого оказывается возможным окисление золота с образованием растворимых в воде комплексов.

3) Современный способ извлечение золота основан на реакции комплексообразования и последующем вытеснении золота цинком:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Уравнение реакции растворения в царской водке
(при написании хлорида золота – 2 балла) | 3 балла |
| 2. Объяснение рецепта индейцев:
(разложение квасцов: 1 б.; ионные уравнения: 1 б.; частичный гидролиз как обратимый процесс: 1 б.; объяснение роли нагревания в гидролизе и окислении: 1 б.) | 4 балла |
| 3. Современный способ извлечения золота | 3 балла |

ИТОГО: 10 баллов

№ 7

а) Вещества, зашифрованные буквами:

А – Na; **Б** – O₂; **В** – Na₂O₂; **Г** – NaOH; **Д** – Na₂O; **Е** – H₂; **Ж** – NaH; **И** – NaO₂

б) Ключом к решению являются уравнения 10 и 11. При реакции с газом **Б** образуется вещество, дающее в реакции с водой пероксид водорода. Это наводит на мысль, что газ **Б** – это кислород. В уравнении 2 при реакции с водой продукта окисления **А** образуется кислород. Это дает основание предположить, что **В** – пероксид. Реакция **А** и продуктов его окисления приводит к образованию вещества **Г** (уравнения 2, 5, 11). В реакции 5 образуется газ **Е**, который реагирует с кислородом и **А**, причем продукт реакции **Е** с **А**, вещество **Ж**, реагирует с водой с образованием **Г** и снова выделяется **Е** (уравнение 8). Все эти реакции позволяют предположить, что **Е** – водород, а **А** – щелочной металл (см. коэффициенты в уравнениях). Образование пероксида в реакции (1) исключает из ряда литий. Надпероксид же образуется в жестких условиях, значит **А** – натрий.

в) Названия: «**В**» – пероксид натрия; «**Ж**» – гидрид натрия; «**И**» – надпероксид натрия.

г) В условии задачи зашифрованы уравнения:

- | | |
|--|---|
| 1) $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$; | 2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2$; |
| 3) $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} = 2\text{Na}_2\text{O}$; | 4) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$; |
| 5) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$; | 6) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$; |
| 7) $2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}$; | 8) $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{NaOH}$; |
| 9) $2\text{NaOH} + 2\text{Na} = 2\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2$; | 10) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NaO}_2$; |
| 11) $2\text{NaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$. | |

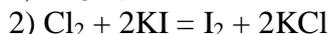
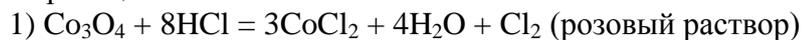
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|------------|
| 1. Зашифрованные вещества: по 0,5 балла | 4 балла |
| 2. Обоснования | 2,5 балла |
| 3. Названия веществ: по 0,25 балла | 0,75 балла |
| 4. Уравнения реакций: по 0,25 балла | 2,75 балла |

ИТОГО: 10 баллов

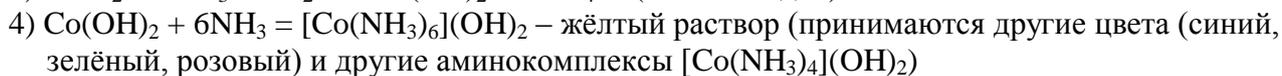
9 класс

1. Попытаемся растворить выданные вещества в соляной кислоте при нагревании. Отверстие пробирки при этом закроем бумажкой, смоченной раствором иодида калия. Протекающие реакции:

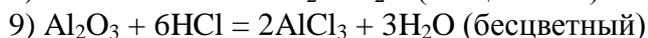
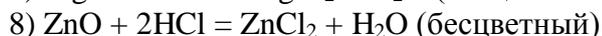
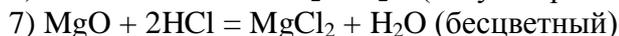
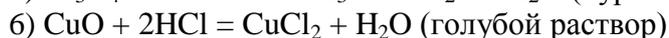


Так определяем оксид кобальта.

Или доказательство наличия ионов кобальта в растворе:

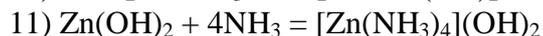


В остальных пробирках протекают следующие реакции:



2. В пробирки, где ранее был бесцветный порошок, добавим аммиак. Во всех случаях должен выпасть осадок, который:

- может оказаться растворим в избытке аммиака:



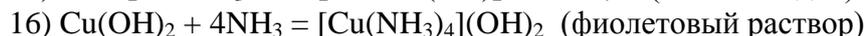
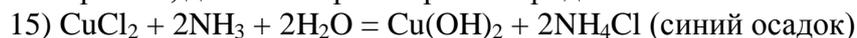
- нерастворим в избытке аммиака, но растворим в избытке щелочи:



- не растворим ни в аммиаке, ни в щелочи:



3. Для однозначного распознавания содержимого стаканчиков, в которых были темные порошки, добавим к растворам хлоридов избыток аммиака:



Или с KI

17) $2\text{CuCl}_2 + 4\text{KI} = 2\text{CuI} + 4\text{KCl} + \text{I}_2$ (белый осадок в красно-коричневом растворе)

Для доказательства присутствия железа(+3) добавить KI или NaOH:

18) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ (красно-коричневый раствор)

19) $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ (бурый осадок)

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Схема определения, включая: | |
| | уравнения реакций растворения оксидов в соляной кислоте по 1 баллу | 6 баллов |
| | с указанием цветов полученных растворов по 0,25 балла | 1,5 балла |
| | доказательство определения каждого оксида (уравнения) по 1 баллу | 6 баллов |
| | указание соответствующих признаков по 1 баллу | 1,5 балла |
| 2. | Практическое определение веществ по 2,5 балла | 10 баллов |
| 3. | Техника выполнения работы: 5 баллов | 5 баллов |
| | каждое нарушение – минус 1 балл | |