

9 класс

Задача 9-1

Концентрированная кислородсодержащая кислота **A** может использоваться как окислитель ракетного топлива, а ее смеси с концентрированной H_2SO_4 применяются в производстве взрывчатых веществ. При взаимодействии **A** с металлами выделяется не водород, а соединения элемента **X**.

1. Какая кислота обозначена буквой **A**?
2. Почему для получения взрывчатых веществ применяют смесь **A** с серной кислотой?
3. Какие продукты могут образовываться при взаимодействии меди с водными растворами **A** разной концентрации? Напишите соответствующие уравнения реакций.
4. Какие продукты могут образовываться при взаимодействии магния с водными растворами **A** разной концентрации? Напишите соответствующие уравнения реакций.
5. Укажите, каким образом влияет концентрация кислоты **A** и природа металла на состав продуктов реакции.

Решение

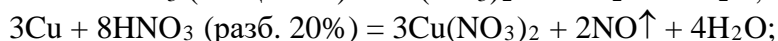
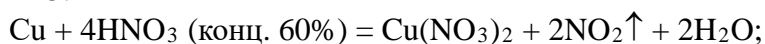
1. **A** – HNO_3 .

2. Считают, что в смеси кислот устанавливается равновесие:

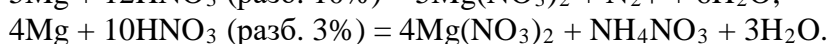
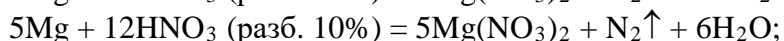
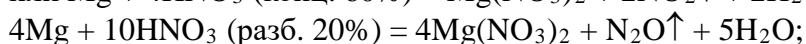
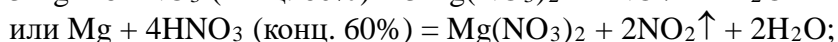
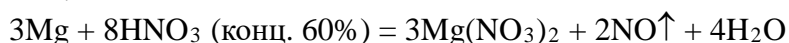


смещенное вправо при избытке H_2SO_4 (H_2SO_4 выступает еще и как водопоглощающее средство; обычно используют смесь азотной и серной кислот 1 : 2 по объему). Именно катион NO_2^+ выступает нитрующим агентом при получении ряда взрывчатых веществ (тротил, тетрил, гексоген).

3.

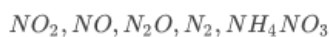


4.



5. Сущность окисления различных веществ азотной кислотой заключается в том, что ион NO_3^- , имеющий в своем составе азот в степени окисления +5, в зависимости от условий (концентрации кислоты, природы восстановителя, температуры) может восстанавливаться до различных продуктов:

← увеличение концентрации кислоты



→ увеличение активности металла

Разбалловка:

За формуле вещества A	4 б
За ответ на вопрос 2	5 б
За уравнения реакций с медью (2 реакции)	6 б
За уравнения реакций с магнием (3 реакции с разными продуктами и логичными продуктами)	6 б
За принцип влияния концентрации кислоты и активности металла на продукты реакции	4 б
Всего	25 б

Задача 9-2

Бинарное соединение **A** некоторого металла нагрели в автоклаве с кислородом при 1000°C до полного образования оксида **B**, автоклав продули инертным газом и охладили. При этом масса твердого вещества уменьшилась в 1.104 раза. Массовая доля кислорода в оксиде **B** составляет 10.43%.

1. Определите формулы соединений **A** и **B**. Ответы подтвердите соответствующими расчетами.
2. Напишите уравнения протекающих реакций.
2. Объясните, зачем автоклав продували инертным газом перед охлаждением.

Решение

1. Общие формулы веществ **A** и **B** можно представить следующим образом:

A – $X_y Y_x$, где x и y – валентность X и Y ;

B – X_2O_x или $XO_{0.5x}$.

По содержанию кислорода в оксиде **B** определяем формулу оксида:

$$\omega(O) = 0.5xM(O)/[M(X) + 0.5xM(O)];$$

$$0.1043 = 8x/[M(X) + 8x];$$

$$M(X) = 8x/0.1043 - 8x = 68.7x;$$

Для $x = 2$, получаем $M(X) = 137.4$ г/моль, т.е. X – это Ba.

Формулу вещества **A** можно записать $Ba_y Y_2$ или $BaY_{2/y}$. Из условия задачи можно записать:

$$[M(Ba) + (2/y)M(Y)]/[M(Ba) + M(O)] = 1.104;$$

$$[137.4 + (2/y)M(Y)]/[137.4 + 16] = 1.104;$$

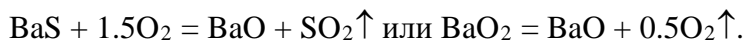
$$[137.4 + (2/y)M(Y)]/153.4 = 1.104;$$

$$(2/y)M(Y) = 32.$$

Для $y = 2$ получаем $M(Y) = 32$ г/моль, т.е. Y – это S; $y = 1$ получаем $M(Y) = 16$ г/моль, т.е. Y – это O.

Таким образом, **A** – это сульфид бария BaS или пероксид бария BaO_2 , а **B** – это оксид бария BaO .

2.



3. Продувка инертным газом предотвращает образование пероксида бария BaO_2 , которое происходит около 500°C.

Разбалловка:

За формулы веществ A и B	5+5=10 б
За вычисления	5 б
За уравнения реакций	5 б
За объяснение п. 3	5 б
Всего	25 б

Задача 9-3

Предложите 4 варианта простого или сложного вещества, которое можно растворить в серной кислоте для получения $HgSO_4$ с обязательным выделением при этом SO_2 и H_2O . Других продуктов быть не должно. Запишите уравнения реакций, укажите условия протекания.

Решение



Разбалловка:

За 4 варианта с уравнениями и условиями реакций	25 б
Всего	25 б

Задача 9-4

Безопасный и быстрый метод разложения натрия водой в лаборатории заключается в том, что в воду наливают инертный углеводородный растворитель, например гептан C_7H_{16} . При погружении кусочка натрия он тонет в гептане (плотность натрия 0.98, а у гептана 0.68), касается поверхности воды, бурно реагирует с ней, расплавляется в шарик, поднимается пузырьками выделяющегося водорода в слой гептана, там реакция затухает, выделение водорода прекращается, шарик вновь опускается вниз на поверхность воды, и это много раз повторяется вплоть до полного растворения натрия. Термохимическое уравнение:



Выделяющаяся теплота реакции расходуется на нагревание воды и гептана. Предположим, что для такого опыта в пробирку налили 14.88 мл воды и 14.38 мл пентана C_5H_{12} (плотность 0.626 г/мл) при 20°C и бросили кусочек 0.23г натрия. За счет выделяющейся теплоты реакции вода и пентан смогут нагреться до 36°C, после этого пентан закипит и будет испаряться, поглощая теплоту. В случае, если весь пентан улетит, натрий начнет бурно реагировать с водой и воздухом, загорятся водород и натрий, возможен взрыв. Если же не весь пентан испарится, опыт пройдет спокойно.

Определите количество теплоты, выделяющейся в реакции 0.23г натрия с водой.

Определите количество теплоты, расходуемое на нагревание воды, пентана, на испарение пентана, и сделайте вывод о безопасности опыта.

Теплоемкость нагреваемой воды $C(H_2O, ж) = 4.2 \text{ Дж/г}\cdot\text{град}$. Теплоемкость нагреваемого пентана $C(\text{пентан}, ж) = 1.666 \text{ Дж/г}\cdot\text{град}$. Теплота испарения пентана $Q_{\text{исп}}(\text{пентан}) = 26.43 \text{ кДж/моль}$.

Решение

Кусочек натрия 0.23г составляет 0.01 моль, значит выделение теплоты составит:

$$Q(\text{выдел}) = 4.93 \text{ кДж.}$$

Определим расход теплоты на нагревание 14.88г воды на 16°C (с 20 до 36°C):

$$Q_2(\text{нагрев воды}) = 16 \cdot 14.88 \cdot 4.2 = 1.0 \text{ кДж.}$$

Определим расход теплоты на нагревание всей массы 9г пентана (14.38x0.626) на 16°C:

$$Q_3(\text{нагрев пентана}) = 16 \cdot 9 \cdot 1.666 = 240 \text{ Дж (0.240 кДж).}$$

Определим расход теплоты на испарение пентана (9г или 0.125 моль) при 36°C:

$$Q_4(\text{испарение пентана}) = 0.125 \cdot 26.43 = 3.304 \text{ кДж.}$$

Определим суммарное максимальное поглощение теплоты для безопасного опыта:

$$Q(\text{погл}) = Q_2 + Q_3 + Q_4 = 1.0 + 0.240 + 3.304 = 4.544 \text{ кДж.}$$

Таким образом, $Q(\text{выдел}) = 4.93 \text{ кДж}$ больше, чем $Q(\text{погл}) = 4.544 \text{ кДж}$.

Вывод: с таким кусочком натрия опыт **опасен**, натрий загорится.

Разбалловка:

За расчет $Q(\text{выдел})$, $Q(\text{погл})$, Q_2 , Q_3 , Q_4 по 4 б.	20 б
За вывод об опасности опыта	5 б
Всего	25 б