

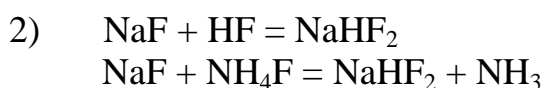
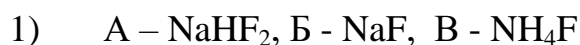
Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

2020/21 учебный год

Решения и критерии оценивания задач 9 класса

Максимально 45 баллов

9-1. Новый способ получения антисептика



3) N(NaF) = 10,5 г : 42 г/моль = 0,25 моль

n(NH₄F) = 9,25 г : 37 г/моль = 0,25 моль

n(NaHF₂) = 0,25 моль m(NaHF₂) = 0,25 моль · 62 г/моль = 15,5 г

Критерии оценивания

1. За определение веществ А - В по 1 баллу - 3 балла

2. За уравнения реакций по 2 балла - 4 балла

3. За расчет массы вещества А - 1 балл

Итого : 8 баллов

9-2.

Уравнение реакции



Обозначим за x = n(S).

По уравнению n(H₂SO₄) = x, n(NO₂) = n(HNO₃) = 6x.

Масса конечного раствора складывается из масс раствора азотной кислоты, серы за вычетом массы диоксида азота, который при данной температуре улетит.

Отсюда массовая доля серной кислоты в полученном растворе выразится как

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{98x}{500 + 32x - 276x} = 0,15, x = 0,557 \text{ моль.}$$

Масса добавленной серы m(S) = 0,557 · 32 = 17,8 г.

Масса раствора m_{р-ра} = 500 + 17,8 - 153,7 = 364,1 г

Масса прореагировавшей азотной кислоты m(HNO₃) = 6 · 0,557 · 63 = 210,5 г

Масса оставшейся в растворе m¹(HNO₃) = 0,6 · 500 - 210,5 = 89,5 г

$$\omega(HNO_3) = \frac{89,5}{364,1} = 0,246$$

Критерии оценивания

1. За уравнение реакции

- 2 балла

2. За расчет массы серы

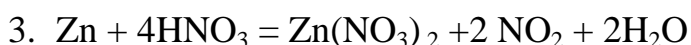
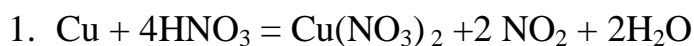
- 3 балла

3. За расчет массовой доли азотной кислоты в оставшемся растворе - 2 балла

Итого: 7 баллов

9-3. Анализ сплава

1) Уравнения реакций

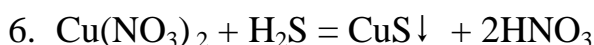


Поскольку избыток концентрированной азотной кислоты окисляет продукты реакции ($2\text{HNO}_3 + \text{NO} = 3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), возможно уравнение $\text{Al} + 6\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

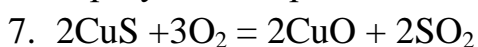
С серной кислотой реагирует только нитрат свинца



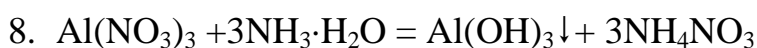
В оставшемся растворе находятся нитраты меди, цинка и алюминия. При пропускании сероводорода первым образуется осадок сульфида меди (II)



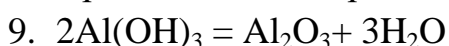
В результате прокаливания образуется оксид меди (II)



С избытком раствора аммиака осадок даст катион алюминия (катион цинка образует аммиачный комплекс).



Прокаливание гидроксида алюминия:



2) Вещества:

А - PbSO_4 Б - CuS В - CuO Г - $\text{Al}(\text{OH})_3$ Д - Al_2O_3

3) Расчет масс компонентов сплава

По уравнениям реакций видно, что $n(\text{Pb}) = n(\text{PbSO}_4)$; $n(\text{Cu}) = n(\text{CuO})$; $n(\text{Al}) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

По условию задачи

$$n(\text{PbSO}_4) = 2,12 \text{ г} : 303 \text{ г/моль} = 0,007 \text{ моль}; m(\text{Pb}) = 0,007 \cdot 207 = 1,45 \text{ г}$$

$$n(\text{CuO}) = 6,4 \text{ г} : 80 \text{ г/моль} = 0,08 \text{ моль}; m(\text{Cu}) = 0,08 \cdot 63,5 = 5,08 \text{ г}$$

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,97 \text{ г} : 102 \text{ г/моль} = 0,0095 \text{ моль}; m(\text{Al}) = 0,0095 \cdot 2 \cdot 27 = 0,51 \text{ г}$$

$$M(\text{Zn}) = 10 - (1,45 + 5,08 + 0,51) = 2,96 \text{ г}$$

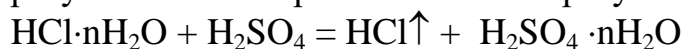
4) Название сплава – латунь. Применяется судостроении, самолетостроении, для изготовления часовых механизмов, фурнитуры для мебели, водопроводных кранов.

Критерии оценивания

- | | |
|--|--------------|
| 1. За уравнения реакций 1-4 и 7 по 1 баллу | - 5 баллов |
| За уравнения реакций 5,6,8,9 по 0,5 балла | - 2 балла |
| 2. За определение веществ А -Д по 0,5 балла | - 2,5 балла |
| 3. За расчет масс компонентов сплава | - 2 балла |
| 4. За название сплава и указание любой разумной области применения | - 1, 5 балла |
| Итого: 13 баллов | |

9 -4. Хлороводород из кислот

Максимальная концентрация соляной кислоты около 37%, концентрированная серная кислота - сильный водоотнимающий агент. В результате их соприкосновения образуется газообразный хлороводород.



В колбе-реакторе находится серная кислота, из капельной воронки добавляется соляная кислота (обратный порядок возможен, но приводит к меньшему выходу продукта).

В промывной склянке газ осушается, в U-образных трубках, погруженных в сосуды Дьюара с жидким воздухом, газ конденсируется и поступает в приемник-конденсатор. Резиновые пробки разрушаются хлороводородом, и продукт загрязняется различными соединениями, в частности сернистыми соединениями.

При получении хлороводорода из твердого хлорида натрия в установку добавляется уловитель брызг, образующихся в ходе бурной реакции.

Критерии оценивания

- | | |
|--|-----------|
| 1. За объяснение сути процесса | - 1 балл |
| 2. За установление назначения компонентов установки | - 4 балла |
| 3. За объяснение невозможности применения резиновых пробок | - 1 балл |
| 4. За объяснение назначения дополнительного компонента установки | - 2 балла |
| Итого: 8 баллов | |

9-5.

1. Найдем количество вещества метана

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{15 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,314 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль}) \cdot 293 \text{ К}} = 246,3 \text{ моль}$$

При сгорании этого количества метана выделится 217,2 МДж тепловой энергии

$$Q = 246,3 \text{ моль} \cdot 882 \text{ кДж/моль} = 217237 \text{ кДж} = 217,2 \text{ МДж}$$

2. Найдем массу и количество вещества пропана

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{3}{4} \cdot 40 \text{ л} \cdot 0,5 \text{ кг/л}^3 = 15 \text{ кг}$$

$$n(C_3H_8) = \frac{m}{M} = \frac{15 \text{ кг}}{44 \text{ г/моль}} = 0,34 \text{ кмоль}$$

При сгорании этого количества пропана выделится 749,4 МДж тепловой энергии

$$Q = 0,34 \text{ кмоль} \cdot 2202 \text{ кДж/моль} = 749,4 \text{ МДж}$$

3. При сгорании пропана выделится в 3,45 раза больше тепла, чем при сгорании метана.

$$n = \frac{749,4 \text{ МДж}}{217,2 \text{ МДж}} = 3,45$$

Критерии оценивания

1. За расчет тепла, выделившегося при сгорании метана - 4 балла
2. За расчет тепла, выделившегося при сгорании пропана - 4 балла
3. За расчет соотношения - 1 балл

Итого: 9 баллов