

Задача 1. Кроссворд

1. Смола
2. Галит
3. Уксусная
4. Алюминий
5. Мышьяк
6. Топливо
7. Бетон
8. Полиэтилен
9. Литий
10. Сера

Система оценивания:

1. За каждый верный ответ

1 балл

ИТОГО

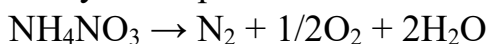
10 баллов

Задача 2. Взрывоопасное удобрение

1. Исходя из подсказок в тексте задачи (использование в качестве удобрения, в горном деле как взрывчатое вещество, способ Габера как способ синтеза вещества из атмосферного газа, разложение с образованием только смеси газов) можно сделать вывод, что вещество **Х** – нитрат аммония NH_4NO_3 . Тогда, простой атмосферный газ **А** – азот N_2 , служащий началом цепочки синтеза **Х**. Из азота и водорода H_2 – вещества **В** – по способу Габера получают аммиак NH_3 – газ **С**. Часть аммиака окисляют кислородом до азотной кислоты HNO_3 – вещества **Д**, в которой затем растворяют аммиак с получением нитрата аммония.

При действии на фосфат кальция азотной кислоты образуется соль **Е** – нитрат кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. При действии аммиака на раствор образуется нитрат аммония и смесь двух кислых солей – гидрофосфата кальция CaHPO_4 (соль **Ф**) и гидрофосфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (соль **Г**). Нитрат кальция взаимодействует с аммиаком, углекислым газом и водой образуя карбонат кальция и нитрат аммония. Уравнения реакций:

- 1) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 - 2) $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - 3) $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
 - 4) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 - 5) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{NH}_3 \rightarrow \text{CaHPO}_4 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
 - 6) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$
2. При разложении нитрата аммония при высокой температуре протекает следующая реакция:



Из 1 моли нитрата аммония образуется 3,5 моль газов. Найдем его количество:

$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{1}{80} = 0,0125$ моль. Соответственно, газов образуется в 3,5 раза больше, или 0,04375 моль.

Используем уравнение Клапейрона-Менделеева:

$$V = \frac{0,04375 \cdot 8,31 \cdot 423}{101,325} = 1,52 \text{ литра газов образуется.}$$

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------|
| 1. За каждое верное вещество по 2 балла | 16 баллов |
| 2. За расчет объема | 4 балла |

ИТОГО

20 баллов

Задача 3. Сложный выбор

1. При сгорании угля в кислороде протекает следующая реакция:
 $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Сумма коэффициентов – 3.
2. Реакция сгорания угля в кислороде экзотермическая (протекает с выделением тепла).
3. При сгорании 24 г углерода выделяется 788 кДж. Масса 1 моли углерода – 12 г, следовательно, данное количество теплоты выделяется при сгорании 2 моль вещества. Значит, при сгорании 1 моль выделяется:
 $\frac{788}{2} = 394$ кДж/моль.
4. Найдем по формуле количество теплоты, переданное кастрюле в каждом случае:
 $Q_1 = 4200 \cdot 150 \cdot 47 = 29610000$ Дж
 $Q_2 = 4200 \cdot 150 \cdot 52 = 32760000$ Дж
 $Q_3 = 4200 \cdot 150 \cdot 42 = 26460000$ Дж
Теперь найдем удельные теплоты сгорания в каждом случае:
 $q_1 = \frac{29610000}{1,02} = 29029411$ Дж/кг = 29029 кДж/кг
 $q_2 = \frac{32760000}{1,12} = 29250000$ Дж/кг = 29250 кДж/кг
 $q_3 = \frac{26460000}{0,95} = 27852631$ Дж/кг = 27853 кДж/кг
5. Варианты 3 и 4 нам не подходят, поскольку температура воды слишком низкая для испарения, а теплоемкость воды не изменяется в ходе эксперимента. Следовательно, верные ответы – 1 и 2.
6. Рассчитаем для каждой шахты теплоту, получаемую за 1 рубль затрат:
«Черное золото»: $\frac{29029}{5} = 5806$ кДж/руб,
«99%»: $\frac{29250}{5,2} = 5625$ кДж/руб,
«Кобольдная»: $\frac{27853}{4,7} = 5926$ кДж/руб.
Следовательно, самое выгодное предложение от шахты «Кобольдная».

Система оценивания:

- | | |
|--|-----------|
| 1. За указание суммы коэффициентов | 1 балл |
| 2. За верный ответ | 1 балл |
| 3. За расчет удельной теплоты сгорания | 3 балла |
| 4. За расчет каждой теплоты – по 4 балла | 12 баллов |
| 5. За верный ответ | 2 балла |
| 6. За верный ответ | 1 балл |

ИТОГО

20 баллов