

## Решения (42 балла)

### 9-1

1. Газированная вода имеет слабо кислую реакцию,  $pH < 7$ . Это обусловлено взаимодействием растворенного углекислого газа с водой:  $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$ .

После открывания бутылки концентрация растворенного газа уменьшится, что приведет к увеличению значения  $pH$ .

2. Давление в бутылке выше атмосферного, при открывании оно уменьшается и растворимость углекислого газа понижается, поэтому избыток газа выделяется в виде пузырьков. Растворимость газа можно повысить охлаждением бутылки с газированной водой, что приведет к уменьшению количества выделяющегося газа.

3. Количество вещества выделившегося газа: по закону Менделеева-Клапейрона:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 0,489}{8,31 \cdot 298} = 0,02 \text{ моль}$$

Количество вещества щелочи:

$$n(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{\omega(NaOH) \cdot m_{p-pa}}{M(NaOH)} = \frac{0,016 \cdot 200g}{40g / \text{моль}} = 0,08 \text{ моль}$$

Щелочь - в избытке, следовательно, в растворе протекает реакция:  $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$ .

Поскольку количество вещества щелочи в 2 раза больше необходимого по стехиометрии реакции, в растворе будут находиться ионы: 0,08 моль  $Na^+$ , 0,04 моль  $OH^-$ , 0,02 моль  $CO_3^{2-}$ .

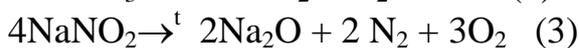
Система оценивания

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. За указание реакции среды и ее изменение     | - 2 балла |
| 2. За объяснение газовой выделения              | - 1 балл  |
| 3. За качественное определение ионов в растворе | - 3 балла |
| 4. за количественное определение ионов          | - 4 балла |

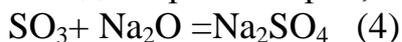
Итого: 10 баллов

### 9-2

Уравнения протекающих реакций:



При данной температуре не разложившимися и не улетевшими останутся оксиды серы и натрия, которые образуют сульфат натрия:



По уравнениям 1-4 получаем:  $n(Na_2SO_4) = n(SO_3) = n(Na_2O) = 0,1$  моль;

$n((NH_4)_2SO_4) = n(SO_3) = 0,1$  моль ;  $m((NH_4)_2SO_4) = 13,2$  г

$n(NaNO_3) = 2 n(Na_2O) = 0,2$  моль  $m(NaNO_3) = 17$  г

$\omega((NH_4)_2SO_4) = 13,2 : 30,2 = 0,437$

$\omega(NaNO_3) = 0,563$

Система оценивания:

1. За уравнения 1-2, 4 по 1 баллу - 3 балла
2. За уравнение 3 - 2 балла
3. За расчет масс исходных солей - 2 балла
4. За расчет массовых долей солей - 1 балл

Итого: 8 баллов

### 9-3

Уравнение реакции:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

Найдем количества вещества реагирующих газов:

$$n(\text{H}_2) = 0,1 : 22,4 = 0,0045 \text{ моль}$$

В воздухе  $V(\text{O}_2) = 0,5 \text{ л} \cdot 0,21 = 0,105 \text{ л}$ ;  $n(\text{O}_2) = 0,047 \text{ моль}$ .

Таким образом, кислород - в избытке. По уравнению:  $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 0,0045 \text{ моль}$ . Теплота, выделившаяся в результате образования водяных паров, составляет:

$$Q = 242 \cdot 0,0045 = 1,09 \text{ кДЖ}$$

Энергия, расходуемая на подпрыгивание банки равна  $1,08 \text{ кДЖ} \cdot 0,01 = 10,8 \text{ Дж}$  ( $1,08 \text{ кг м}$ ).

Высота, на которую подпрыгнет банка, составит:  $1,08 \text{ кг м} : 0,2 \text{ кг} = 5,5 \text{ м}$

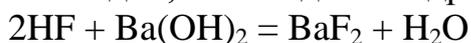
Система оценивания:

1. За уравнение реакции - 0,5 балла
2. За расчет теплоты, выделившейся в реакции - 3 балла
3. За расчет высоты, на которую подпрыгнет банка - 3,5 балла

Итого: 7 баллов

### 9-4

Очевидно, что осадок с гидроксидом бария может дать только HF:



$$n(\text{BaF}_2) = 5,69 : 175 = 0,0325 \text{ моль}; n(\text{HF}) = 0,065 \text{ моль}; V(\text{HF}) = 1,456 \text{ л}$$

В исходной смеси  $V(\text{HF}) = 2,912 \text{ л}$ ;  $n(\text{HF}) = 0,13 \text{ моль}$ ;  $m(\text{HF}) = 0,13 \text{ моль} \cdot 20 \text{ г/моль} = 2,6 \text{ г}$ .

С концентрированной серной кислотой реагируют только HBr и HI.

Таким образом, в оставшейся смеси находятся HF и HCl.

Объем хлороводорода равен  $1,680 - 1,456 = 0,448 \text{ л}$ ;  $n(\text{HCl}) = 0,02 \text{ моль}$   
 $m(\text{HCl}) = 0,73 \text{ г}$ .

Объем третьего галогеноводорода HX равен  $4,256 - 2,912 - 0,448 = 0,896 \text{ л}$ ;  
 $n(\text{HX}) = 0,04 \text{ моль}$ .

$$m(\text{HX}) = m(\text{смеси}) - m(\text{HCl}) - m(\text{HF}) = 8,45 - 0,73 - 2,60 = 5,12 \text{ г}$$

Отсюда молярная масса HX равна  $M = m : n = 5,12 : 0,04 = 128 \text{ г/моль}$ . Это - HI.

массовые доли галогеноводородов:

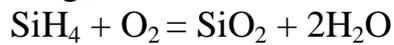
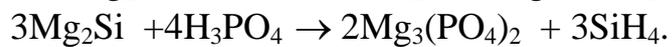
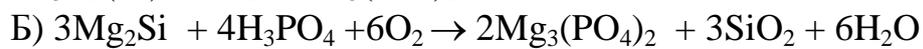
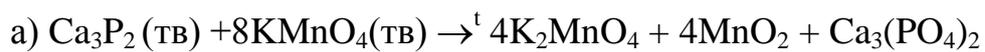
$$\omega(\text{HF}) = 2,6 : 8,45 = 0,308; \omega(\text{HCl}) = 0,73 : 8,45 = 0,086; \omega(\text{HI}) = 0,606$$

Система оценивания:

1. За качественное определение фтороводорода - 0,5 балла
3. За расчет массы фтороводорода в исходной смеси - 1 балл
4. За расчет массы хлороводорода - 1 балл
5. За качественное определение йодоводорода - 2 балла
6. За расчет массовых долей газов - 0,5 балла

Итого: 5 баллов

**9-5**



Система оценивания

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. За уравнение а)                          | - 4 балла |
| 2. За объяснение стадий процесса по 1 баллу | - 2 балла |
| 3. За уравнение б)                          | - 4 балла |
| 4. За объяснение стадий процесса по 1 баллу | - 2 балла |

Итого: 12 баллов