

Муниципальный этап

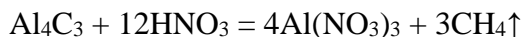
11 класс

Решение и оценивание.

**Задача 1.**

*В раствор 12%-ной азотной кислоты (масса 1150 г) опустили карбид алюминия, в результате выделилось 6,72 л (н.у.) газа. Определите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе.*

**Решение.**



Выделившийся газ – метан, его количество составляет  $6,72:22,4 = 0,3$  моль

Значит, в реакции участвовал карбид алюминия количеством 0,1 моль и азотная кислота количеством 1,2 моль. В исходном растворе содержалось  $1150 \cdot 0,12 = 138$  г азотной кислоты, что соответствует  $138:63 = 2,19$  моль. Следовательно, после реакции в растворе останется  $2,19 - 1,2 = 0,99$  моль азотной кислоты.

Масса добавленного карбида алюминия составит  $0,1 \cdot 144 = 14,4$  г, а масса выделившегося метана равна  $0,3 \cdot 16 = 4,8$  г.

Масса раствора после окончания реакции:  $1150 + 14,4 - 4,8 = 1159,6$  г

Масса оставшейся азотной кислот:  $0,99 \cdot 63 = 62,37$  г

$$\omega = \frac{62,37}{1159,6} \cdot 100\% \approx 5,38\%$$

**Баллы:**

Уравнение реакции – 1б

Расчет количества метана – 0,5б

Расчет количества кислоты до и после реакции, карбида – по 0,5б

Расчет массы карбида, метана – по 0,5б

Расчет массы раствора – 1б

Расчет массовой доли кислоты -1б

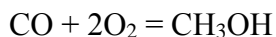
Всего за полностью решенную задачу – 7б

**Задача 2.**

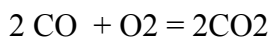
*Подготовлена смесь газов для синтеза метанола, в ней составляющие компоненты взяты в стехиометрическом соотношении. Смесь смешали с равным объёмом кислорода в герметичном сосуде и взорвали. Рассчитайте, как и во сколько раз изменится давление в сосуде после приведения к исходным условиям и полной конденсации паров воды.*

**Решение.**

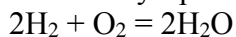
Для синтеза метанола используется смесь угарного газа и водорода в соотношении молей 1:2



Пусть используется 1 объем угарного газа, тогда 2 моль водорода, всего 3 моль газов. К смеси добавлено столько же – 3 моль кислорода. Всего в сосуде содержатся газы в количестве 6 моль. Т.к. давление создают газы, то оценим количество газов после взрыва



Один моль угарного газа превращается в 1 моль углекислого газа. Идет уменьшение количества газов за счет расходования кислорода, в два раза меньше по сравнению с объемом угарного газа - 0,5 моль.



В ходе этой реакции не образуется газов, а расходуется 2 моль водорода и 1 моль кислорода.

Всего в результате взрыва израсходовано  $0,5 + 2 + 1 = 3,5$  моль

После приведения к н.у. и конденсации паров воды в сосуде останется  $6 - 3,5 = 2,5$  молей газов.

Давление в сосуде уменьшится в  $6 : 2,5 = 2,4$  раза

### Баллы

Вывод о составе смеси газов для синтеза метанола - 1б

Подтверждение вывода уравнением реакции – 1б

Вывод об объеме добавленного кислорода – 1б

Уравнение сгорания угарного газа – 0,5б

Уравнение сгорания водорода -0,5 б

Расчет молей либо объемов израсходованных газов -0,5 б

Расчет молей либо объемов оставшихся газов -0,5 б

Указание на изменение давления – 0,5 б

Расчет изменения давления – 0,5 б

Всего за полностью решенную задачу: 6 баллов

### Задача 3.

*При хлорировании смеси меди, железа и алюминия израсходован хлор объемом 8,96 л (н.у.) На взаимодействие такой же навески смеси затрачен раствор, содержащий 18,25 г хлороводорода, при действии на такую же навеску раствора щелочи израсходован гидроксид натрия массой 2 г. Определите массовую долю (%) меди в смеси.*

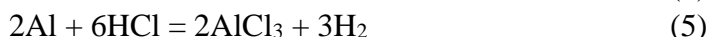
### Решение.

С хлором реагируют все компоненты смеси:



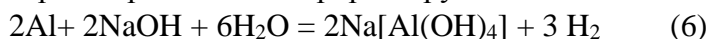
$$n(\text{Cl}_2) = 8,96 / 22,4 = 0,4 \text{ моль}$$

С хлороводородом будут взаимодействовать железо и алюминий



$$n(\text{HCl}) = 18,25 / 36,5 = 0,5 \text{ моль}$$

С раствором щелочи прореагирует только алюминий:



$$n(\text{NaOH}) = 2 / 40 = 0,05 \text{ моль}$$

Тогда количество вещества алюминия также составит 0,05 моль.

На такое количество вещества хлороводорода потребуется в три раза больше, т.е. 0,15 моль. Значит с железом прореагировало  $0,5 - 0,15 = 0,35$  моль хлороводорода. А количество вещества железа составит  $0,35 / 2 = 0,175$  моль

На реакцию с 0,05 моль алюминия хлора потребуется  $0,05 : 2 \cdot 3 = 0,075$  моль

На реакцию с 0,175 моль железа хлора потребуется  $0,175 : 2 \cdot 3 = 0,2625$  моль

На реакцию с медью потратится количество вещества хлора  $0,4 - 0,075 - 0,2625 = 0,0625$  моль. С таким количеством хлора может прореагировать медь в количестве  $0,0625$  моль

$$m(\text{Cu}) = 0,0625 \cdot 64 = 4 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 0,175 \cdot 56 = 9,856 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}) = 0,05 \cdot 27 = 1,35 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = 15,206 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{4}{15,206} \cdot 100\% = 26,3\%$$

#### Баллы

Уравнения 1-5 – по 0,5 б = 2,5б

Уравнение 6 – 1б

Расчет количеств  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$  – по 0,5 б = 1,5б

Расчет количества алюминия – 0,5 б

Расчет количества железа – 1б

Расчет количества меди – 1б

Расчет массы смеси – 1б

Расчет массовой доли – 0,5 б

Всего за полностью решенную задачу: 9 баллов

#### Задача 4.

*Газ X хорошо растворим в воде. Приготовили раствор одного из соединений марганца, это вещество можно было найти в домашней аптечке практически каждого россиянина в конце прошлого века. При пропускании газа X через этот раствор и нагревании смеси выделяется газообразный продукт. Полученный газ при н.у. превращается в жидкость. Эта жидкость реагирует со щелочью с образованием двух солей. О каком газе идет речь? Напишите уравнения описанных химических реакций.*

#### Решение.

Соединение марганца из домашней аптечки – перманганат калия. Это вещество является сильным окислителем. Значит, газ X – восстановитель.

Реагировать со щелочью с образованием двух солей могут галогены, сера, диоксид азота. Однако жидкостью при н.у. является только бром. Значит газ X – вещество, хорошо растворимое в воде, содержит атом(-ы) брома, восстановитель. Это может быть только  $\text{HBr}$   
 $\text{KMnO}_4 + 16\text{HBr} = 5\text{Br}_2 + 2\text{MnBr}_2 + 2\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O}$

Результат реакции брома со щелочью зависит от условий реакции. На холоду:



При нагревании:



#### Баллы:

Уравнение – по 1 б = 3б

Указание, что жидкость – бром – 1б

Указание, что X –  $\text{HBr}$  – 1б

Всего за полностью решенную задачу: 5 баллов

**Задача 5.**

*Напишите левые части уравнений окислительно-восстановительных реакций, расставьте в них коэффициенты*

- 1) .....  $\rightarrow$  Fe(OH)<sub>3</sub>
- 2) .....  $\rightarrow$  NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- 3) .....  $\rightarrow$  MnSO<sub>4</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
- 4) .....  $\rightarrow$  Br<sub>2</sub> + CrBr<sub>3</sub> + KBr + H<sub>2</sub>O
- 5) .....  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

**Решение.**

- 1)  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- 2)  $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $2\text{KMnO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HBr} = 3\text{Br}_2 + 2\text{CrBr}_3 + 2\text{KBr} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{CS}_2 + 12\text{HNO}_3 = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 12\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

**Баллы:**

За каждое правильное уравнение – 16

Если правильно указаны исходные вещества, но неверно указаны коэффициенты – 0,56

Всего за полностью решенную задачу: 5 баллов

**ИТОГО за полностью выполненную работу 32 балла**