

## 10 класс

### Задание 1.

1. Галит – название минерала с формулой  $\text{NaCl}$  – **A (1 балл)**.

Металл **M – Na (0.5 балла)**. Газ **D**, выделяющийся только при электролизе раствора, - водород  $\text{H}_2$  (**0.5 балла**). Газ **B – Cl<sub>2</sub> (0.5 балла)**, тогда **C – NaOH (0.5 балла)**.

Пропускание хлора через холодный раствор щёлочи ведёт к образованию гипохлорита натрия: **E – NaClO (1 балл)**.

При нагревании основным продуктом будет хлорат натрия **F – NaClO<sub>3</sub> (1 балл)**. При взаимодействии водорода с хлором образуется хлороводород: **G – HCl (1 балл)**.

2. 1)  $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$  (электролиз расплава)

2)  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$  (электролиз раствора)

3)  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

4)  $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

5)  $2\text{NaClO}_3 = 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2$

6)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$

7)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HCl} + \text{NaHSO}_4$  или  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

За каждое уравнение реакции по 1 баллу.

Всего максимум 13 баллов

### Задание 2.

1) В качестве газа легче воздуха в дирижаблях использовался водород, легко воспламеняющийся и взрывающийся:

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  (1 балл).

2) Речь идёт о процессе **Боша-Габера (1 балл)** – синтезе аммиака:

$3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$  (1 балл).

3) Речь идёт о синтезе **Вёлера (1 балл)**- получении мочевины изомеризацией цианата аммония при небольшом нагревании:

$\text{NH}_4\text{OCN} = (\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (1 балл).

4) Речь идёт о процессе **фотосинтеза (1 балл)**, упрощённое уравнение реакции для которого выглядит следующим образом:

$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$  (1 балл).

Реакция идёт в присутствии катализаторов группы хлорофиллов под действием солнечного света.

5) В дагеротипии использовалось разложение иодида серебра:

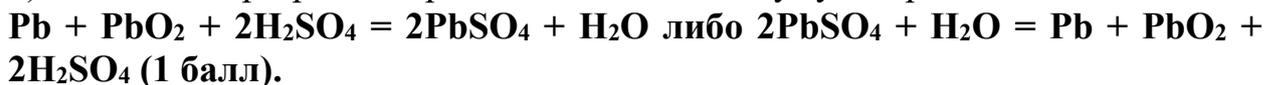
$2\text{AgI} = 2\text{Ag} + \text{I}_2$  (1 балл).

Реакция протекает под действием света.

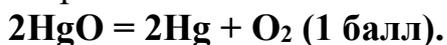
6) Речь идёт о восстановлении нитробензола до анилина – **реакции Зинина (1 балл)**.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  (1 балл, достаточно схемы либо уравнения реакции с любым разумным восстановителем).

7) Речь идёт о разрядке/зарядке свинцового аккумулятора:



8) Речь идёт об открытии кислорода путём разложения оксида ртути при нагревании:



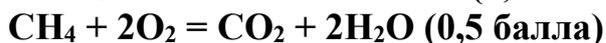
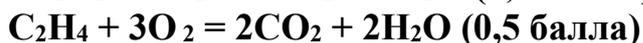
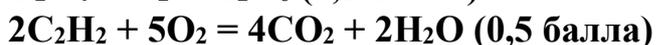
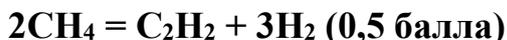
**Всего максимум 12 баллов.**

### **Задание 3.**

1. Средняя молярная масса смеси 1 9,2 г/моль. Значит, при пиролизе метана ( $M = 16$  г/моль) выделился водород ( $M = 2$  г/моль) и образовался еще один углеводород. Третий компонент – неразложившийся метан. Средняя молярная масса углеводорода и водорода должна быть меньше 9,2. Можно проверить, что этому условию удовлетворяет только ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$ , для этилена, этана и углеводородов с более чем двумя атомами углерода средняя молярная масса смеси будет выше 9,2. Качественный состав смеси 1:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2$  (1 балл)

При пропускании смеси ацетилена, водорода и метана над платиной будет идти реакция гидрирования. При этом ацетилен может гидрироваться в два этапа: сперва до этилена, а потом до этана. Качественный состав смеси 2:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  (1 балл)

Качественный состав смеси 3:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$  (1 балл)



2. Пусть до начала реакции пиролиза было 2 моль метана, а прореагировало  $2x$  моль метана. Тогда количество метана в продуктах равно  $(2-2x)$ , количество ацетилена –  $x$ , количество водорода –  $3x$ , общее количество –  $2+2x$ .

Средняя молярная масса такой смеси равна:

$$M = [16 \cdot (2-2x) + 26x + 6x] / (2+2x) = 9,2,$$

откуда  $x = 0,74$ . Степень превращения метана составила 74 % (2 балла).

3. Смесь с плотностью по водороду 17,33 содержит только углекислый газ и кислород, оставшийся после сгорания. Средняя молярная масса этой смеси 34,66 г/моль. Составим уравнение вида:

$$34,66 = 44x + 32(1-x),$$

где  $x$  – мольная доля углекислого газа в смеси, решением которого будет  $x = 0,2216$ , или  $2/9$  (1 балл). Таким образом, последняя смесь содержит углекислый газ и кислород в мольном соотношении 2 к 7. Если углекислого газа образуется 2 моль, то было взято 2 моль метана. Для полного сгорания смеси 2 необходимо столько же кислорода, сколько для сгорания исходного метана, то есть 4 моль. Таким образом, для сгорания смеси было взято всего  $4+7 = 11$  моль кислорода. Это соответствует  $11/4=2,75$  кратному избытку кислорода (2 балла).

**Всего максимум 12 баллов.**

#### Задание 4.

1. Среди газообразных продуктов разложения  $\text{SnSO}_4$  можно ожидать  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . Молярная масса  $\text{SO}_3$  действительно на 25% выше, чем у  $\text{SO}_2$ . Тогда **D –  $\text{SO}_3$  (1 балл)**, **B –  $\text{SO}_2$  (1 балл)**, **A –  $\text{SnO}_2$  (1 балл)**, **C –  $\text{SnO}$  (1 балл)**.

2. Рассчитаем величину  $\Delta_r G^\circ$  для каждой реакции. Для этого сперва рассчитаем изменение энтальпии и изменение энтропии для каждого процесса.

Для реакции 1:

$$\Delta_r H_1^\circ = -581 - 297 + 984 = 106 \text{ кДж / моль (0,5 балла)}$$

$$\Delta_r S_1^\circ = 248 + 52 - 132 = 168 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{K) (0,5 балла)}$$

Для реакции 2:

$$\Delta_r H_2^\circ = -286 - 396 + 984 = 302 \text{ кДж / моль (0,5 балла)}$$

$$\Delta_r S_2^\circ = 57 + 257 - 132 = 182 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{K) (0,5 балла)}$$

Для реакции 1 уравнение температурной зависимости энергии Гиббса имеет следующий вид:  $\Delta_r G_1^\circ = 106000 - 168 \cdot T$ , а для реакции 2:

$$\Delta_r G_2^\circ = 302000 - 182 \cdot T.$$

Эти величины становятся отрицательными при температурах  $T > 631$  К для реакции 1 и  $T > 1659$  К для реакции 2. Разложение начинается при температуре **631 К** или **358 °С (3 балла)**.

3. Поскольку энергия Гиббса реакции 2 положительна при этой температуре, разложение идёт в соответствии с уравнением реакции 1. (1 балл)

4. Продукты разложения **X**  $\text{SO}_3$  и  $\text{SnO}_2$  соответствуют сульфату олова (IV) –  **$\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$  (1 балл)**. Соль **Y** – смешанный сульфат олова (II, IV)  **$\text{Sn}_2(\text{SO}_4)_3$  (1 балл)**.

**Всего максимум 12 баллов.**