

# РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ

## Отборочный этап

### 10-й класс

#### Задача 1 (20 баллов).

1. Запишите формулы веществ А–Ж.



По 1 баллу за каждое соединение (всего 7 баллов).

2. Приведите расчёты, доказывающие формулы веществ А–Д.

Зная массовую долю водорода в веществе А, можем оценить отношение атомной массы элемента Э к его валентности:

$$\frac{A_r(\text{Э})}{n} = \frac{1 - \omega(H)}{\omega(H)} \cdot A_r(H) = \frac{1 - 0,2189}{0,2189} \cdot 1,01 = 3,61 \quad (3 \text{ балла})$$

Методом подбора валентности находим, что Э — это бор с валентностью III. Таким образом получаем, что элементарная формула вещества А —  $BH_3$ . Однако, молекулярная масса  $BH_3$  в два раза меньше той, которая должна быть исходя из плотности по водороду, из чего следует, что состав молекулы вещества А не  $BH_3$ , а  $B_2H_6$ .

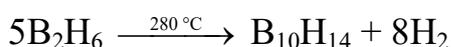
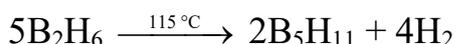
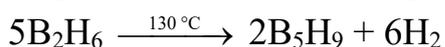
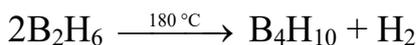
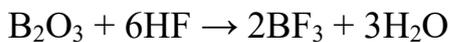
Находим количественное соотношение атомов бора и водорода в веществе Б.

$$\frac{\omega(B)}{A_r(B)} : \frac{\omega(H)}{A_r(H)} = \frac{0,8106}{10,81} : \frac{0,1894}{1,01} = 0,0794 : 0,1875 = 1 : 2,5 = 2 : 5 \quad (3 \text{ балла})$$

Таким образом, элементарная формула вещества Б —  $B_2H_5$ , однако, молекулярная масса  $B_2H_5$  в два раза выше той, что получается из плотности по водороду, из чего следует, что состав молекулы вещества А не  $B_2H_5$ , а  $B_4H_{10}$ .

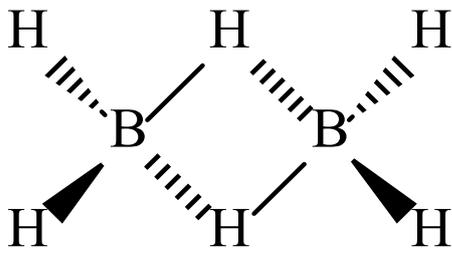
Аналогичным образом доказываются формулы веществ В–Д.

3. Запишите уравнения всех реакций, описанных в условии задачи.



По 1 баллу за каждую реакцию (всего 6 баллов).

4. Изобразите структурную формулу молекулы вещества А.



(1 балл)

**Задача 2 (20 баллов).**

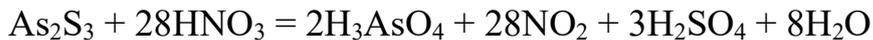
а) Пусть масса минерала составляет 100 г.  $m(\text{As}) = 61$  г,  $m(\text{S}) = 39$  г.

$n(\text{As}) = 61 : 75 = 0.8133$  моль;  $n(\text{S}) = 39 / 32 = 1,22$ .  $n(\text{As}) / n(\text{S}) = 1:1.5 = 2:3$ .

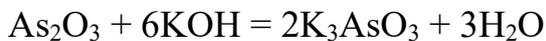
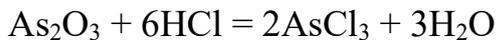
$\text{As}_2\text{S}_3$  (3 балла)

б)  $2\text{As}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$  (2 балла)

в) сам аурипигмент  $\text{As}_2\text{S}_3$  растворим в KOH и азотной кислоте. В воде и соляной кислоте (в желудочном соке) он нерастворим, поэтому на первый взгляд сам аурипигмент не опасен для человека.



Однако на свету он «выцветает» и превращается в химически более активный арсенолит, который реагирует с соляной кислотой:



По 2 балла за каждую реакцию (всего 10 баллов).

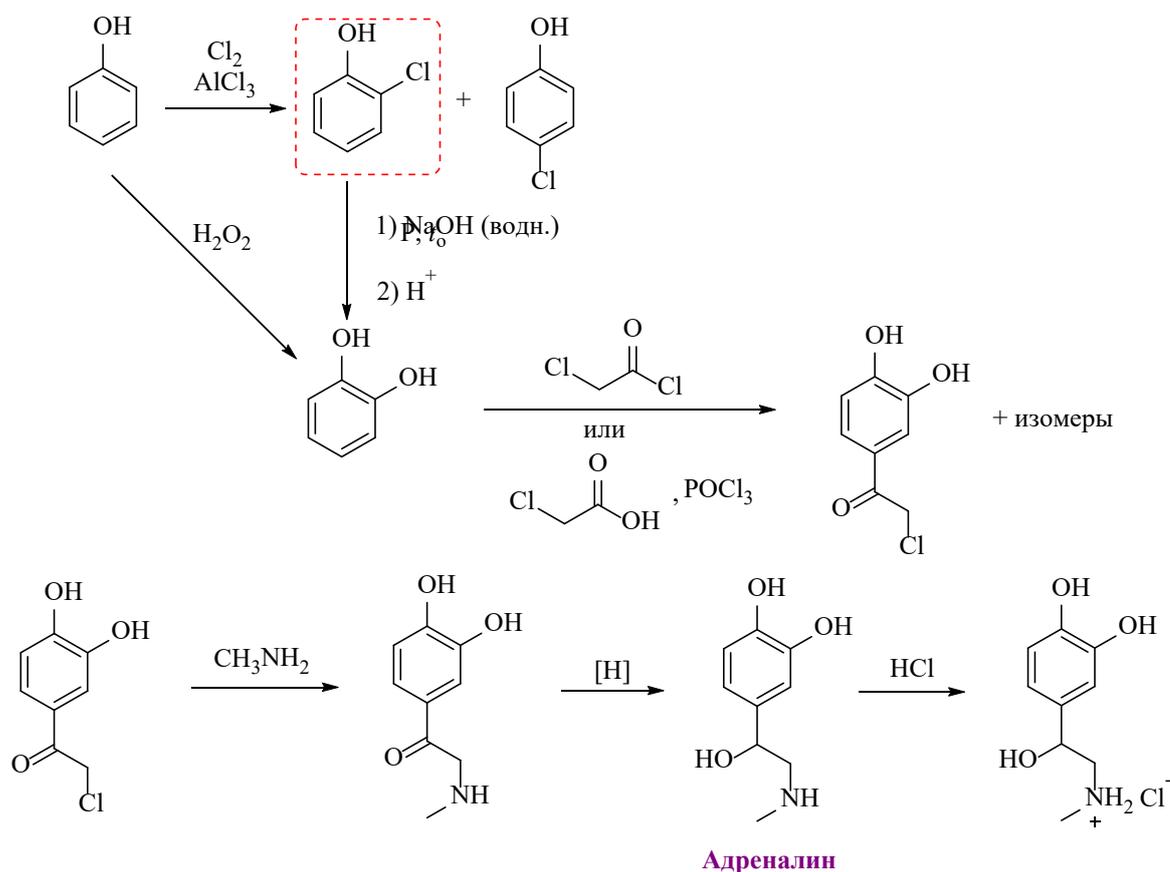
г) 10 кг осадочной породы (10000 г) содержат 500 г ртути.

$n(\text{HgS}) = n(\text{Hg}) = 500 / 233 = 2,146$  моль.  $n(\text{As}) = 2,146$  моль  $\cdot 3 = 6,438$  моль.

$n(\text{As}_2\text{S}_3) = 6,438 / 2 = 3,219$  моль.  $m(\text{As}_2\text{S}_3)_{\text{теор.}} = 3,219 \cdot 246 = 791,8$  г.

Учитывая потери в производстве:  $791,8 \cdot 0,75 = 593,884$  г. (5 баллов)

**Задача 3 (20 баллов).**



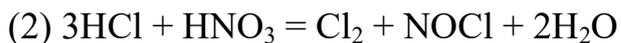
По 4 балла за каждую реакцию (всего 20 баллов).

#### Задача 4 (20 баллов).

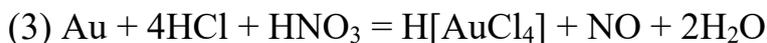
а) сначала в концентрированной азотной кислоте растворяется медь:



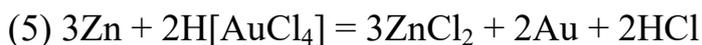
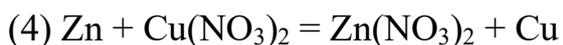
Далее при добавлении соляной кислоты образуется «царская водка»:



Хлорид нитрозила  $\text{NOCl}$  является нестабильным и весьма реакционноспособным веществом, способным окислять золото. Итоговое уравнение растворения золота в царской водке:



При добавлении цинкового порошка этот металл восстанавливает золото и медь:



После промывки осадка непрореагировавшего  $\text{Zn}$  и выпавших  $\text{Cu}$  и  $\text{Au}$  с последующим добавлением к нему азотной кислоты снова происходит реакция (1), золото же остаётся в виде осадка, а также растворяются избытки  $\text{Zn}$ :



По 2 балла за каждую реакцию (всего 12 баллов).

б) образование в реакции (1) 22,4 л (н. у.)  $\text{NO}_2$  означает, что для окисления меди израсходовалось 2 моль  $\text{HNO}_3$  массой  $63 \cdot 4 = 252$  г.

Исходная масса раствора азотной кислоты:  $1 \cdot 1410 = 1410$  г. Исходная масса азотной кислоты составляет  $1410 \cdot 0,7 = 987$  г. Конечная масса азотной кислоты составляет  $987 - 252 \text{ г} = 735$  г.

Из данного раствора улетучилось 1 моль  $\text{NO}_2$  значит, раствор потерял в массе  $46 \cdot 1 = 46$  г. В то же время, в раствор перешло 0,5 моль меди, массой  $64 \cdot 0,5 = 32$  г. Значит, конечная масса раствора составляет  $1410 + 32 - 46 = 1396$  г.

Соответственно, конечная концентрация раствора азотной кислоты

$$X = (735 / 1396) \cdot 100 \% = 52,65 \% \quad (4 \text{ балла})$$

Для определения  $Y$  необходимо понимать, что при добавлении избытка азотной кислоты растворяется не только  $\text{Cu}$ , но и остаток  $\text{Zn}$ . Для начала определим массу цинка, израсходованного при восстановлении меди:

$$m_1(\text{Zn}) = 0,5 \cdot 65 = 32,5 \text{ г},$$

$$\text{золота массой } 19,7 \text{ г: } m_2(\text{Zn}) = (19,7 / 197) \cdot 65 \cdot 1,5 = 9,75 \text{ г}.$$

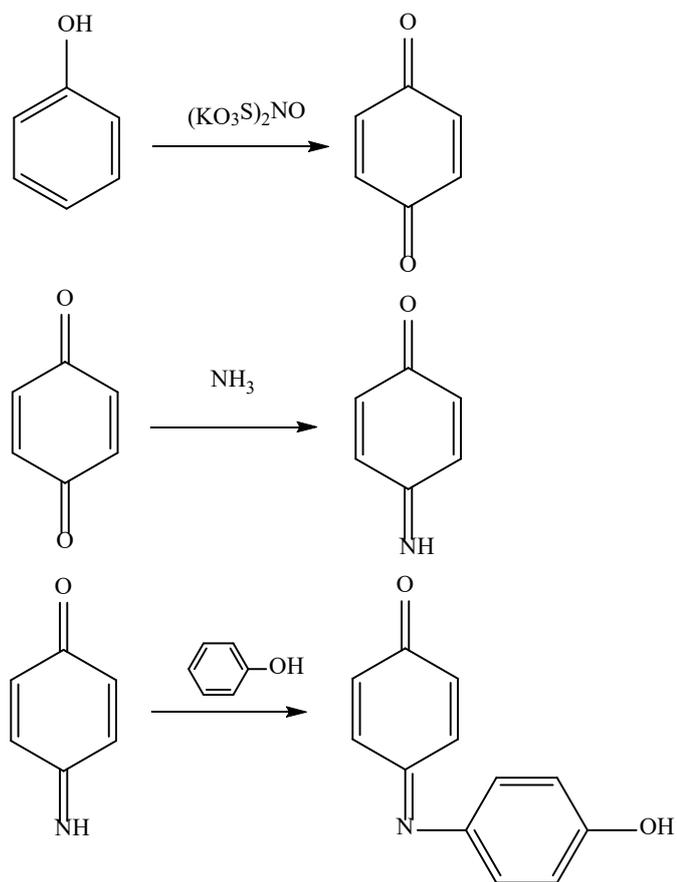
Итого:  $32,5 + 9,75 = 42,25$  г. Из исходной массы цинка в 50 г осталось 7,75 г.

Масса меди составляет  $64 \cdot 0,5 = 32$  г.

Значит, потеря массы осадка при добавлении азотной кислоты составляет

$$Y = 32 + 7,75 = 39,75 \text{ г} \quad (4 \text{ балла})$$

**Задача 5 (20 баллов).**



По 6,6 баллов за каждую реакцию (всего **20** баллов).